

Indice

1	Introduzione.....	2
2	Buddusò, il suo territorio, le sue risorse e i suoi problemi.....	4
2.1	Analisi del contesto ambientale: il Monte Acuto come confine tra Gallura e Logudoro.....	4
2.2	La società e l'economia di Buddusò, le trasformazioni contemporanee: dai pascoli alle cave.....	9
2.3	Potenzialità e criticità.....	12
2.3.1	Criticità.....	13
2.3.2	Potenzialità.....	19
3	L'attività estrattiva: Buddusò e altri esempi di riconversione di cave dismesse.....	24
3.1	Situazione europea e italiana delle attività estrattive.....	24
3.2	L'attività estrattiva in Sardegna, il caso di Buddusò.....	31
3.3	Quadro legislativo vigente in materia di attività estrattiva.....	37
3.3.1	Normativa Statale.....	38
3.3.2	Normativa Regionale.....	41
3.4	La valorizzazione dei siti minerari dismessi.....	51
3.5	Casi studio di riconversione di aree estrattive dismesse.....	59
3.5.1	Mitigazione dell' impatto ambientale nelle aree estrattive....	68
4	Scenario di riconversione del sistema di cave dismesse di Buddusò: il parco dell'energia sostenibile.....	72
4.1	La linea strategica T1: il ripristino ambientale.....	82
4.1.1	Esempi di intervento nella linea strategica T1.....	88
4.2	La linea strategica T2: la riqualificazione energetica.....	100
4.2.1	Esempi di interventi o azioni nella linea strategica T2.....	104
4.3	La linea strategica T3: riuso in funzione urbana degli spazi delle cave dismesse.....	144
4.3.1	Esempi di interventi o azioni all'interno della linea strategica T3.....	147
4.4	Timeline, evoluzione temporale del progetto.....	153
5	Bibliografia.....	154
6	Tesi consultate.....	161
7	Sitografia.....	162
8	Videografia.....	167

1 Introduzione

Quando si parla di attività estrattive, si associa ad esse l'immagine di un territorio sfruttato e consumato, come se queste attività rappresentassero un fattore esterno ai servizi e ai normali processi urbani. Ciò nonostante le attività estrattive, nascono come aree produttive in grado di ampliare il sistema economico di un territorio e quasi sempre, diventano problematiche dopo aver assolto alla loro funzione di motore economico e di propulsore delle attività lavorative. Quindi, la visione attuale che si ha delle attività estrattive non si concentra tanto sulle loro attività ma piuttosto sulla loro dismissione ed il loro effetto sul territorio, l'ambiente ed il paesaggio¹. L'attività estrattiva affonda le sue radici nella storia più antica della Sardegna, ed ha sempre avuto un significato economico rilevante per l'isola. Come afferma Boaretto: *"L'attività estrattiva rappresenta uno degli aspetti di maggior peso dell'economia sarda. Il livello occupazionale ne fa uno dei settori di maggior impiego, tenendo conto anche di un notevole indotto. La crescita economica del settore delle attività estrattive non ha una ricaduta positiva esclusivamente dal punto di vista occupazionale, ma - trattandosi di un comparto primario - innesca una reazione a catena su tutti i settori produttivi a valle, a cominciare da quello dei trasporti e dall'industria manifatturiera di trasformazione, passando attraverso la fornitura di materie prime per le grandi infrastrutture e l'edilizia, sino ai settori industriali ad alto valore aggiunto, come la metallurgia e l'industria della ceramica. Lo sviluppo delle attività estrattive deve essere strettamente connesso, attraverso un quadro legislativo e un sistema organico di norme, alle nuove importanti strategie di sviluppo perseguite per il nostro territorio che, fondandosi sui concetti dello sviluppo sostenibile, predispongono nuovi scenari di riferimento e nuovi strumenti di crescita economica, che hanno il presupposto principale nella valorizzazione del territorio, del paesaggio e dell'ambiente.*

¹ European Landscape convention, Florence, (2000) Paesaggio inteso come: (Area, as perceived by people, whose character is the result of the action and interaction of natural and/or human factor)

*L'attività estrattiva, sia essa miniera o cava, non è necessariamente causa di un danno irrimediabile all'ambiente, ma può al contrario non solo essere compatibile, bensì anche, adottando gli opportuni criteri progettuali e gestionali, portare a miglioramenti dei siti di intervento*².

Dopo aver analizzato le principali potenzialità e criticità del territorio, dietro un'attenta analisi ambientale, ed economica riguardante il comparto produttivo dell'estrazione, in questo lavoro si è cercato di spiegare il motivo per il quale nelle aree estrattive i processi di ripristino ambientale non vengano mai completati, i casi di riuso sono pochi, sporadici e volti quasi sempre alla costruzione di parchi in aree con relazioni urbane basse o quasi nulle, senza un reale coinvolgimento dell'intervento all'interno del contesto che lo ospita. Inoltre, sempre in relazione ad un sistema normativo e burocratico inadeguato, quasi mai le aree estrattive dismesse vanno incontro ad una riqualificazione del loro spazio a fini energetici. All'interno di questo lavoro si cercherà di spiegare i problemi relativi alla legislazione inadeguata che norma queste attività (per esempio il PRAE non fornisce linee guida precise per il ripristino ambientale ed il PPR ha un approccio troppo vincolistico) e si proporrà un esempio progettuale che cercherà di far interagire attori pubblici e privati in tre strategie generali con il fine di costruire un parco dell'energia che, oltre che restituire un'attività produttiva alle aree compromesse, permette, con i compensi ricavati, di ripristinare alcune cave e mettere a disposizione del comune questi spazi che attualmente sono, marginali.

² Boaretto M. (2006), Nuova disciplina regionale sull'attività estrattiva, premessa per uno sviluppo compatibile, <http://www.ingegneri-ca.net/documenti/informazione/info105-b.pdf>

2 Buddusò, il suo territorio, le sue risorse e i suoi problemi

Il contesto territoriale nel quale si va a collocare questo studio riguarda principalmente il territorio del comune di Buddusò. Tuttavia, all'interno di una analisi di tipo ambientale non si può fare stretto riferimento a dei limiti amministrativi poiché le dinamiche territoriali, e quelle ambientali stesse, non tengono - quasi sempre - conto di questi confini. Solo partendo dalla separazione amministrativa della regione storica stessa, è possibile osservare il fatto che riferirsi semplicemente ai limiti amministrativi, senza una adeguata contestualizzazione, non è abbastanza utile per comprendere alcune dinamiche territoriali di grande importanza. La regione storica che ospita il territorio di Buddusò è il Monte Acuto, quest'ultima comprende attualmente i comuni di Alà dei Sardi, Buddusò, Oschiri, Berchidda, Monti e Padru; sia da un punto di vista ambientale che sociale, questa parte di territorio rappresenta il punto di passaggio dalle regioni logudoresi a quelle galluresi; questo ruolo ambientale, economico e sociale di "passaggio" tra le due più grandi regioni del nord Sardegna, verrà approfondito a partire dall'analisi ambientale della regione che sarà alla base di questo studio in modo da poter comprendere in maniera precisa le dinamiche territoriali che andranno a interessare il lavoro.

2.1 Analisi del contesto ambientale: il Monte Acuto come confine tra Gallura e Logudoro.

Il territorio del Monte Acuto può essere collocato, fondamentalmente, all'interno di due macro regioni; una, quella che comprende i comuni di Berchidda, Oschiri, Monti e Padru, che occupa la parte settentrionale della regione segnando il confine tra Logudoro e Gallura e l'altra, quella più meridionale, che comprende gli estesi territori di Buddusò e Alà dei Sardi e si colloca nella parte nord-occidentale della catena montuosa del Marghine-Goceano

nella sua parte caratterizzata dalla presenza di altipiani granitici; questi due comuni controllano tutta la parte di territorio degli altipiani della catena montuosa estendendosi fino ai territori più meridionali della Gallura.

Per quanto riguarda questa ricerca, l'attenzione dell'analisi si concentrerà più sui territori meridionali del Monte Acuto che su quelli settentrionali; il sistema ambientale e le sue caratteristiche segneranno un passo fondamentale per la comprensione delle dinamiche sociali ed economiche di questi territori.

Il territorio di questa regione, presenta delle caratteristiche peculiari fondamentali per lo sviluppo del lavoro. L'altipiano che si estende tra Buddusò e Alà dei Sardi presenta le tipiche peculiarità di un territorio a vocazione fortemente pastorale, l'ambiente aspro, congiuntamente alla sua storia geologica, ha sempre reso relativamente difficoltose le attività agricole, ma ha sempre lasciato grandi spazi a quelle pastorali e alla produzione di una risorsa naturale fondamentale per questo territorio e per la Sardegna in generale, cioè la produzione del sughero.

*"[L'area dell'altipiano di Buddusò e Alà dei Sardi] comprende un'area caratterizzata da paesaggi a morfologia pianeggiante, la pietrosità superficiale e la rocciosità affiorante sono molto scarse e localizzate. I suoli hanno potenze variabili, lo scheletro è da scarso a comune. I rischi di erosione sono da moderati a severi. La copertura vegetale è costituita da seminativi o erbai in rotazione al pascolo e da pascoli arborati, da formazioni boschive con *Quercus suber* e anche latifoglie.*

Le caratteristiche pedologiche determinano che queste superfici abbiano limitazioni da moderate a severe all'utilizzo agricolo intensivo. Sono possibili attività zootecniche e rimboschimento"³.

Partendo da queste osservazioni puramente tecniche, si può osservare un ambiente non adatto alle produzioni agricole, inoltre, sempre le

³ Provincia di Sassari (2006), Piano Territoriale di Coordinamento

relazioni tecniche su questo territorio ci descrivono paesaggi a rocciosità affiorante che hanno sempre più contribuito a mettere in difficoltà lo sviluppo dell'agricoltura (sempre se messo in relazione a quello delle altre parti di Sardegna), vi sono, infatti, numerose e estese aree a rocciosità affiorante caratterizzate da "paesaggi a morfologia collinare, la pietrosità superficiale è elevata così come la rocciosità affiorante, spesso in grandi ammassi tafonati di notevole valenza paesistica. I suoli sono poco potenti, lo scheletro è da scarso a comune. I rischi di erosione sono da moderati a severi. La copertura vegetale è costituita da formazioni boschive (*Quercus suber* e rimboschimenti con conifere) e dalla macchia. L'area è anche interessata da una notevole e produttiva attività di cava, in prevalenza nel settore occidentale nei dintorni del centro abitato di Buddusò in cui affiorano in prevalenza monzograniti equigranulari. Le caratteristiche pedologiche determinano che queste superfici siano inadatte all'utilizzo agricolo intensivo. Sono possibili attività zootecniche con carichi limitati e razze rustiche. Presenta forti connessioni con attività di cava nel settore più occidentale"⁴.

La bassa presenza di aree adatte alle coltivazioni agricole, o meglio, la bassa rendita agricola dei territori granitici, ha favorito in misura maggiore la pratica pastorale che è alla base dell'economia di questi territori. L'economia pastorale occupa gran parte del territorio contestualizzandosi con il sistema ambientale, il degradare dell'altipiano della catena montuosa in direzione nord-ovest segnava le direttrici economiche pastorali che arrivavano ai confini con la Gallura segnando e curando un territorio estremamente ampio che ancora è incluso nei limiti comunali di Buddusò e Alà dei Sardi⁵. Ancora più importante ai fini di questo lavoro, però, è la

⁴ Ibidem

⁵ "Gli spostamenti più importanti sono quelli dei pastori degli altipiani elevati dell'Est: quelli di Alà e di Bitti vanno a svernare nella pianura del Padrongiano, a sud di Olbia quelli di Buddusò dispongono, per la cattiva stagione, d'un territorio comunale molto esteso situato anch'esso nella pianura di Olbia, che ha il nome caratteristico di *Saltos de Josso*, "i saltus di sotto". (Le Lannou, 2006).

composizione geologica del territorio di Buddusò. Nonostante sia fondamentale avere una visione d'insieme delle economie storiche del territorio e di come esse lo abbiano strutturato disegnandone il paesaggio, è fondamentale andare a studiare i dati geologici proprio per capire come questo territorio si differenzia dagli altri e come questa differenza abbia potuto dare il via ad un'economia molto forte durante tutta la seconda metà del '900. Se infatti è vero che la composizione prevalentemente granitica dei suoli ha reso difficoltose molte produzioni agricole, è altrettanto vero che in questo territorio si sono sviluppate altre attività che hanno - in qualche modo - sopperito alle carenze dell'agricoltura che non poteva arrivare ai livelli di produzione delle altre regioni della Sardegna. Le innumerevoli descrizioni tecniche che accompagnano le pianificazioni di questo territorio, puntualizzano sempre la bassa o nulla disposizione dei suoli granitici ad accogliere attività agricole; quello che non viene citato abbastanza, invece, è la loro produttività indirizzata ad un altro settore, quello della trasformazione, che riesce a sopperire in maniera economicamente adeguata alle carenze dell'agricoltura. La copertura naturale del territorio, osservando le specie di piante che vi crescono, non presenta particolarità rispetto ad altre regioni interne della Sardegna. Piuttosto bisogna ragionare, in questo senso, su che ruolo giochino i suoli nel modo in cui crescono queste piante che poi, si trovano a giocare un ruolo fondamentale nell'economia e nella storia del territorio e, soprattutto, dell'ambiente naturale. La copertura molto estesa di *Quercus suber* ha, per lunghissimo tempo, favorito la produzione e lo sviluppo del commercio del sughero; questa economia risulta fondamentale per le comunità di Buddusò e Alà dei Sardi poiché permetteva un commercio con tante aree d'Europa e apriva la strada allo sviluppo territoriale.

"I saltos de josso sono i territori che un tempo erano di pertinenza del comune di Buddusò, ubicati al di là del comune di Alà dei sardi e confinanti con i comuni di Olbia, monti San Teodoro e Loiri porto san paolo e naturalmente la stessa Alà dei Sardi. Il centro più importante era Padru (ora comune a sé) il cui toponimo significa prato (anticamente Pardu)". (Tuccone 2003)

Ma la composizione granitica del territorio di Buddusò e Alà dei Sardi non si limita ad avere conseguenze solo sulle attività di produzione primaria e su quelle delle risorse rinnovabili (come per esempio il sughero). A partire dalla seconda metà del Novecento prende piede l'attività di estrazione del granito, in corrispondenza con il boom edilizio che inizia a interessare la Sardegna in questo periodo. La composizione geologica del territorio, la formazione delle sue dominanti ambientali, ancora una volta, giocano un ruolo fondamentale nell'economia delle comunità che si trovano al suo interno. La collocazione degli insediamenti in questi altipiani granitici ha portato ad economie sempre correlate al sistema ambientale che adesso inizia ad andare incontro ad una trasformazione fisica quasi irreversibile. La storia geologica del territorio, l'insieme delle risorse naturali e dell'ambiente congiuntamente con nuove tecnologie e nuovi metodi di lavoro portano ad una economia di grande scala che manifesta, oggi più che mai, grandi effetti paesaggisti e territoriali della sua attività.

All'interno di un lavoro che si occupa della riqualificazione delle aree estrattive, è necessario effettuare un'analisi dettagliata della geologia del luogo, che aiuti a comprenderne le dinamiche economiche che hanno dato luogo a spazi che andrebbero gestiti attraverso norme non più dedite alla sola produzione. Le cartografie geologiche sulla Sardegna mostrano come proprio dai territori di Buddusò inizi la regione granitica più estesa della Sardegna; non a caso il Monte Acuto rappresenta un'area di confine tra il Logudoro e la Gallura. Nonostante questa regione sia più vicina, dal punto di vista geologico, alla Gallura, la società e l'economia degli insediamenti e dei territori hanno sempre teso a comunicare più con le regioni logudoresi. Il Monte Acuto, quindi, costituisce un'area filtro dove si incontrano gli aspetti fisici e sociali della Sardegna settentrionale nei quali la geologia dei territori gioca un ruolo fondamentale all'interno di questi contesti. Come già detto in precedenza, le formazioni granitiche hanno influenzato le attività primarie delle comunità in maniera indiretta fino a che lo sviluppo industriale contemporaneo non ha fatto sì che questa influenza

diventasse talmente diretta da avere effetti ambientalmente impattanti che è necessario riparare.

Orientando l'analisi delle conclusioni tecniche sulla formazione del territorio e sulla sua storia geologica, si può osservare come i territori di Buddusò e del confinante Alà dei Sardi, trovino tre tipi principali di formazione granitica con la presenza di leucograniti, monzograniti e granodioriti che, come già detto, disegnano il paesaggio dando una forma aspra all'ambiente naturale, influenzandone i diversi utilizzi da parte dell'uomo, e rappresentando una risorsa fondamentale e preziosa per la comunità buddusoina, diventando una della maggiori economie non solo sarde, ma italiane ed europee. Tuttavia, oggi è necessario mettere in relazione l'analisi dell'ambiente e del contesto in generale con le condizioni economiche e sociali, è necessario fare una diagnosi del territorio per comprendere come tutti questi aspetti (dalla prima pastorizia alle cave degli anni Ottanta) si siano incrociati e abbiano restituito a noi l'immagine attuale del territorio di Buddusò con segni territoriali che, se un tempo erano immagine di produzione e ricchezza, oggi rischiano di prendere i connotati di un sistema decaduto e insostenibile.

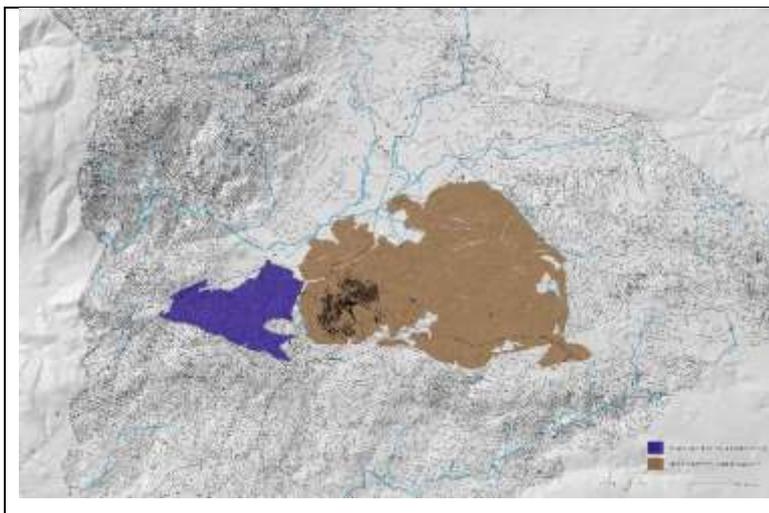


Figura 1: Elaborazione cartografica delle aree geologiche attorno al centro abitato di Buddusò, in corrispondenza con le cave. In Blu le Aree formate da Granodioriti Monzogranitiche, in marrone quelle formate da Monzograniti equigranulari.

2.2 La società e l'economia di Buddusò, le trasformazioni contemporanee: dai pascoli alle cave

Alla luce delle osservazioni sul sistema ambientale di Buddusò sembra opportuno dire che, storicamente, le attività economiche maggiori del territorio non potevano essere quelle estrattive ma rimanevano comunque quelle legate alle produzioni primarie. Tuttavia, la storia geologica della regione del Monte Acuto, soprattutto in corrispondenza con il territorio di Buddusò, non poteva rimanere estranea alle esigenze economiche della società post industriale e le prime estrazioni presero il via nel periodo precedente alla seconda guerra mondiale. Nonostante la qualità del prodotto renda quello di Buddusò uno dei graniti più pregiati al mondo - merito delle sue caratteristiche geologiche che presentano una densità cristallina che lo rende una delle rocce più dure, unitamente all'elevata presenza di cristalli di quarzo (dal 20 al 60%), la cui durezza è pari al 75% di quella del diamante, la obsolescenza delle tecnologie - i costi di trasporto dovuti all'isolamento della Sardegna, l'aumento della concorrenza e il secondo conflitto mondiale segnarono l'arresto dei primi germi di produzione industriale che stavano prendendo piede in questo territorio. Bisognerà aspettare il dopoguerra e il boom economico italiano per osservare il vero avvio delle attività estrattive di Buddusò.

"Negli anni '70 le cave nel comune di Buddusò erano circa 20 e tutte di proprietà di imprenditori locali, con produzioni complessive annue che sfioravano i 40.000 m³, solo il 5% del totale veniva lavorato in impianti locali, la gran parte veniva venduto come materiale grezzo. Nel 1980 nasceva la prima industria di trasformazione del granito a ciclo integrato, la Fergranit, che comprendeva quattro cave il cui prodotto veniva lavorato nella misura del 50%, per poi essere venduto sotto forma di prodotti finiti o semilavorati. Negli anni '90 il numero delle cave salì a 28 con una produzione che si aggirava intorno ai 60.000 m³ annui, il 20% circa della produzione lapidea sarda. Alla fine degli anni '90 avviava l'attività la Granulati MonteLadu, capace di trasformare, in circa otto ore, 1000 t di sfridi di cava in vari tipi di sabbia e ghiaia che, diversamente, sarebbero andati a rimpinguare le discariche presenti. Gli sfridi venivano lavorati quindi per la produzione di

sabbie e ghiaia che venivano assorbite dal mercato locale, nazionale ed estero, ma gli scarti, seppure in minima parte, venivano impiegati anche per la produzione di cantonetti e sanpietrini. I primi anni del nuovo secolo assistono all'inasprirsi della crisi del settore che raggiunge l'apice con il crollo delle Torri Gemelle nel settembre del 2001. Il conseguente collassamento del settore sfociò nella chiusura di numerosissime cave, nel licenziamento degli operai e, per molti, nel crollo delle ultime speranze di ripresa"⁶.

Le trasformazioni contemporanee che si osservano sul territorio di Buddusò, non solo dal punto di vista fisico - cioè delle strutture e delle forme del territorio - ma anche dal punto di vista sociale, mostrano una certa differenza rispetto alle trasformazioni a cui sono andate incontro le altre aree della Sardegna. Possiamo dire, per Buddusò, che le attività industriali e di trasformazione che si sono sviluppate su questa parte di Sardegna, sono l'esempio più alto di contestualizzazione con il territorio nell'ambito delle politiche industriali italiane del dopoguerra. I modelli di sviluppo industriale che si sono andati a sostituire ad economie di stampo agro-pastorale hanno trovato una loro dimensione territoriale, una adeguata presa con il contesto che è totalmente mancata in tutte le altre realtà industriali della Sardegna; forse è in questo motivo che va ricercata la lunga durata dell'attività estrattiva del granito rispetto a tutte le altre attività simili che si sono succedute in Sardegna. Gli anni Sessanta e Settanta, segnano il punto di svolta di questo territorio, l'inizio delle trasformazioni che ha portato ettari di sugherete e pascoli - immagini di paesaggio di un'economia basata sulle produzioni primarie - a diventare grandi aree estrattive, vere e proprie ferite attenuate da un'economia fiorente per diversi decenni ma, oggi, avviata verso un inesorabile declino. Il boom dell'economia del granito, legato a doppio filo con quello dell'edilizia sarda e con fortissimi collegamenti e margini di mercato a livello mondiale, ha permesso l'apertura di quasi quaranta

⁶ Il recupero e la gestione degli scarti nelle cave di granito, tesi di laurea di Andrea Pizzadili, Università degli studi di Cagliari (2011-12)

cave nel solo territorio comunale di Buddusò. La crescente concorrenza e il basso costo degli altri prodotti simili - basso costo, peraltro, collegato alla bassa qualità rispetto al granito sardo - ha progressivamente messo in difficoltà l'economia estrattiva buddusoina e, ad oggi, si contano solamente due cave attive con un limite temporale di estrazione relativamente breve, cioè rispettivamente di 13 e 23 anni. Va fatta quindi una considerazione: allo stesso modo in cui gli anni Sessanta, in corrispondenza con quello che è considerato il grande boom economico italiano, hanno segnato la prima trasformazione economica del territorio - con le conseguenti trasformazioni fisiche che possiamo benissimo osservare -, adesso si presenta un momento di trasformazione altrettanto drastico e, forse, più complesso da affrontare, cioè una nuova riconversione di quegli spazi estrattivi che hanno esaurito la loro attività. Se negli anni sessanta il cambiamento dei pascoli e delle sugherete è stato facile per via di un'economia di mercato che permetteva guadagni relativamente facili (riferiti all'ottimo prezzo di mercato di cui godeva il granito, non sicuramente alla facilità di estrazione o di lavorazione), oggi è necessario ragionare nell'ottica di un nuovo cambiamento che dalle ex aree estrattive porti a nuovi sistemi di sviluppo territoriale che abbiano margini temporali più lunghi di quelli estrattivi e che presentino un carattere fondamentale, mancante nell' estrazione (a Buddusò) : la sostenibilità.

2.3 Potenzialità e criticità

Davanti alla situazione che il territorio di Buddusò presenta, è necessario, adesso, eseguire una sorta di diagnosi, un confronto tra le problematiche e le potenzialità che il territorio offre concretamente in questo momento, al fine di poter dare il via a un'ipotesi di sviluppo territoriale che non prescinda strettamente

da modelli di sviluppo esterni, ma che riesca a muoversi e articolarsi all'interno di quello che adesso è effettivamente presente. I fattori economici e sociali che in questo momento agiscono sulla Sardegna - fattori non estranei all'intera Europa - mettono sicuramente i territori marginali, (come quello di Buddusò), in condizioni di forte svantaggio all'interno di politiche di sviluppo e ricrescita economica. Queste aree, infatti, si trovano sempre più marginali rispetto ai contesti continentali, non solo per l'isolamento geografico (che può essere uno svantaggio solo se considerato tale, ma che può trasformarsi in un enorme vantaggio nel momento in cui lo si considera come centralità geografica), ma anche per l'isolamento derivante da un insieme di scelte che hanno sempre più escluso questi contesti dalle strategie di sviluppo, orientandoli sempre più alla scelta di modelli esterni e completamente calati dall'alto senza, ottenere un riscontro economico e sociale che potesse far pensare, almeno lontanamente ad una ricrescita. Quindi è necessario partire da un territorio segnato da diverse attività, per analizzare e mettere a confronto i problemi che si presentano con le opportunità. Sarà poi compito del progetto fare in modo che le problematiche vengano trasformate in nuove opportunità attraverso obiettivi e azioni che cercano nuovi metodi di sviluppo che si adattino al territorio e non meccanismi che cercano di far adattare il territorio al loro funzionamento.

2.3.1 Criticità

Orientando, la visione di questo lavoro all'ambito delle aree estrattive (che possiamo considerare dismesse, visto che solo due su quaranta sono ancora in attività), le principali criticità osservate dall'analisi riguardano:

- Legislazioni regionali inadeguate;
- Crisi generale del comparto edilizio;

- Filiere di produzione sempre incomplete;
- Isolamento infrastrutturale;
- Breve termine temporale delle attività di cava;
- Impatto ambientale delle aree dismesse;
- Impatto paesaggistico;
- Rischio strutturale di frane e smottamenti.

Al fine di comprendere come questi problemi agiscano in maniera concreta sul territorio, è necessario analizzarli uno per uno, in questo modo sarà anche possibile comprendere quali siano i collegamenti tra le varie problematiche e se alla risoluzione di una di queste può corrispondere o può prendere il via la risoluzione delle altre.

Il primo problema riscontrato, riguardo all'economia del granito, è quello di un **sistema di legislazione inadeguato alle necessità del comparto di produzione.**

A questo, soprattutto negli ultimi dieci anni, si è aggiunta **la forte crisi che ha investito il comparto edilizio sardo;** il collasso di questa attività ha fatto sì, insieme alla concorrenza estera sulle grandi produzioni, che le attività estrattive di Buddusò andassero incontro a una conclusione molto repentina. Il comparto edilizio, soprattutto del nord Sardegna, riusciva ad assorbire i lavori di trasformazione degli scarti, che venivano trasformati in sabbia piuttosto che venire accumulati nelle discariche, nel momento in cui queste attività hanno ridotto, o addirittura cessato il loro lavoro il comparto di produzione è ovviamente andato incontro ad un sistema non più in grado di assorbire i prodotti e ha dovuto cessare l'attività⁷. A questo stop quasi completamente interno al circuito economico sardo, inoltre, è corrisposta un'altra problematica, cioè quella relativa alla concorrenza di materiali che potevano vantare costi di gran lunga minori sul mercato mondiale. Il primo concorrente, e quello che più di tutti ha soppiantato il granito sardo, è stato quello cinese. Nonostante la qualità del granito

⁷ I dati ci dicono che le imprese di Buddusò riuscivano a trasformare in sabbia oltre 1000 t di sifridi di cava in una sola giornata lavorativa, cioè in otto ore

cinese non sia neanche paragonabile a quella del granito sardo, il suo costo minore ha fatto sì che grandi margini di mercato lo preferissero chiudendo anche i margini del mercato estero alle cave di Buddusò⁸. In pochi anni, l'attività estrattiva ha trovato chiusi i suoi due sbocchi principali andando incontro a una crisi inesorabile che è possibile leggere oggi nelle grandi aree dismesse che circondano il centro abitato di Buddusò.

Come già detto in precedenza, l'analisi delle criticità serve a comprendere come ogni problema sia legato ad un altro, per questo motivo è necessario analizzare il problema della **manca nza di una filiera completa di produzione** in relazione al primo, cioè a quello di un sistema legislativo inadeguato in materia. L'attività di cava non può in alcun modo essere un'attività economica isolata, come tutte le altre attività deve sempre avere un circuito di produzione e trasformazione che faccia in modo che si arrivi ad un prodotto finito che possa soddisfare le esigenze dei consumatori. Il problema delle attività estrattive di Buddusò, in questo senso, era il fatto che da questo territorio partissero, al limite, materiali semilavorati (per quanto riguarda il mercato delle grandi produzioni), la gran parte delle trasformazioni complete avveniva in Toscana, tuttavia, i guadagni privati sul breve periodo hanno portato solo poche persone a comprendere quanto fosse importante strutturare una filiera di produzione e trasformazione tutta sarda al fine di far uscire un materiale completamente lavorato senza dover aspettare tempi lunghi per il trasporto e affrontare grosse spese dovute ai viaggi de materiali. Inoltre, delle volte si andava incontro al problema che se le grandi estrazioni erano destinate al mercato sardo, era necessario aspettare una lavorazione esterna per poterle rendere disponibili, questo aumentava oltremodo il prezzo della risorsa che quindi ha trovato sempre più difficoltà nel momento in cui è entrato sul mercato un concorrente forte e più economico come quello cinese. La mancanza di una filiera produttiva completa,

⁸ In riferimento a una legislazione inadeguata che non ha ragionato sull'importanza dell'attività di cava nel lungo termine, inoltre, va anche detto che numerose opere pubbliche in Sardegna hanno utilizzato granito cinese piuttosto che granito sardo.

quindi, ha giocato un ruolo fondamentale nella perdita di importanza del granito di Buddusò all'interno del mercato sia sardo sia estero. Tuttavia, è sempre necessario mettere in relazione quest'aspetto con gli altri problemi di cui si intende parlare; la possibilità di ottenere una filiera produttiva interna alla Sardegna era una questione che doveva passare principalmente dalla legislazione sulle attività estrattive; nonostante questo, va anche preso in considerazione il fatto che gli stessi produttori, con l'esclusione di poche eccezioni, non hanno mai fatto in modo da far sentire le proprie voci per ottenere un sistema produttivo interno. Se, infatti, nel breve periodo le produzioni avevano riscontri economici eccellenti con margini di mercato in espansione, nel lungo periodo è possibile osservare che questi riscontri non sono più presenti e che una delle cause della perdita di mercato è la mancanza di una filiera completa all'interno del territorio sardo⁹. Alla luce della situazione attuale, si può dire che un sistema economico basato sulla trasformazione oltre che sulla sola estrazione delle materie prime avrebbe potuto avere un margine temporale ed economico migliore di quello che si presenta oggi ai nostri occhi.

Un'altra problematica che siamo costretti ad osservare all'interno del territorio di Buddusò, ma che è comunque riferita - in maniera maggiore o minore - all'intero territorio del centro Sardegna, è una fortissima carenza infrastrutturale. Questo tipo di problema sembra essere un po' in contraddizione con quello spiegato precedentemente poiché a un sistema economico che non riesce a finire i materiali in loco ma che deve per forza provvedere a spostarli fuori dal contesto isolano sembrava dover corrispondere un modello infrastrutturale veloce ed efficiente. Invece la situazione sarda, come è chiaro, è sempre stata in generale carente sotto questo punto

⁹ In relazione alla mancanza di una filiera di produzione che renda più forte, dal punto di vista economico, la presenza di una risorsa di qualità eccellente, si può parlare dell'esempio della produzione del sughero che si sviluppa in questi stessi territori. Nei primi anni del '900 il sughero estratto in Sardegna veniva lavorato in Spagna. Questo circuito economico andò sviluppandosi sempre più a discapito della produzione primaria che non poté mai commerciare il prodotto finito ma dovette aspettare le lunghe filiere di trasformazione esterne al territorio.

di vista, la situazione del territorio di Buddusò, è specificatamente critica poiché soffre della mancanza di collegamento con i poli più importanti, non tanto per via dei chilometri che separano i loro territori ma per via delle strade inadeguate a farsi carico di determinati flussi. Il collegamento principale di Buddusò e della sua economia è - praticamente da quando sono iniziate le esportazioni - il centro di Olbia. Proprio il collegamento con questa città, nonostante la breve distanza, ha sempre rappresentato un problema poiché era, e per alcuni tratti è tuttora, rappresentato da una strada inadeguata a trasporti pesanti come quelli dell'attività estrattiva.



Figura 2: Ortofoto del 2006 che dimostra come le infrastrutture di collegamento del comune di Buddusò con i maggiori centri dell'isola non siano mai state completate. La strada in rosso avrebbe dovuto collegare, originariamente, Abbasanta ad Olbia.

La conseguenza della carenza infrastrutturale che grava sul territorio di Buddusò non può non ripercuotersi sulle attività economiche; nonostante per le grandi attività estrattive i costi di trasporto potessero sembrare marginali, nel lungo periodo, l'isolamento infrastrutturale del centro, correlato all'isolamento generale di cui soffre la Sardegna, ha generato diversi problemi che hanno sempre più contribuito all'esclusione di queste attività dai

mercati internazionali preferendo ad esse attività più centrali, raggiungibili e strutturalmente efficienti.

La fine delle attività estrattive in gran parte delle cave di Buddusò non è un problema che può essere considerato isolato. È necessario considerare che le cave che mantengono ancora le loro attività hanno davanti a loro un margine temporale relativamente breve; si può, quindi, affermare che con l'esaurimento delle ultime attività - previste in un massimo di 23 anni - si arrivi all'inesorabile esaurimento dell'intera attività estrattiva del granito e, quindi della fine di un'economia che ha segnato in maniera molto forte un'intera comunità ed in maniera irreversibile, un intero territorio. Il margine temporale breve che si pone dinnanzi a queste attività, quindi, porta a questioni e alla necessità di ragionare sugli effetti territoriali che la fine di quest'economia causerà. Analizzando la situazione in questo momento e portando avanti ragionamenti e strategie sul lungo termine temporale, sarà possibile trovare nuovi utilizzi del territorio - soprattutto delle forme che l'attività di cava gli ha impresso - che provino a generare nuove economie e nuovi lavori all'interno della comunità di Buddusò.

Alla fine della spiegazione dei caratteri problematici del territorio di Buddusò in riferimento alle attività di cava, è strettamente necessario andare ad osservare quali sono gli impatti ambientali e paesaggistici delle aree dismesse, che problemi generano e quali rischi comportano per il futuro.

L'impatto paesaggistico, all'interno di un sistema di paesaggio fortemente caratterizzato da attività umane, che si muovono e producono basandosi sull'ambiente naturale, è veramente forte. Specchio di un'economia votata allo sfruttamento non sostenibile delle risorse naturali, i segni di paesaggio rappresentati dalle cave possono essere considerati, oggi, come profonde ferite¹⁰ in un

¹⁰ Un paesaggio acquista profondità emotiva accumulando queste cicatrici. Ci sono forme e materiali che invecchiano bene, che acquistano una patina interessante, ricchezza di materia, un profilo esaltante. Se il disegno spaziale deve occuparsi del comportamento deve considerare l'assetto temporale oltre che spaziale e diventare l'arte di organizzare nello spazio e nel tempo la mutevole forma degli oggetti e i modelli dell'attività umana. La conservazione diventa facilmente conservatorismo, cioè tendenza a mantenere le cose come sono, il paesaggio che

ambiente che offre numerose risorse, che danno vita a una delle poche attività ancora forti nel panorama sardo: la produzione del sughero. Se, durante il periodo più fiorente delle attività estrattive, i pascoli e le sugherete potevano essere considerate aree marginali (poiché rappresentavano l'immagine di un'economia sicuramente più povera rispetto a quella delle cave), oggi si può iniziare a osservare queste unità di paesaggio - i pascoli arborati e le sugherete, appunto - come immagine di un'economia che, seppur povera dal punto di vista monetario rispetto all'estrazione del granito, rimane sostenibile e molto più praticabile nel tempo. L'impatto di paesaggio che oggi ci si presenta, mostra le aree dismesse come aree marginali, specchio di un utilizzo delle risorse non sostenibile, circondato da un paesaggio che, invece, può tornare a ricoprire fette di economia importanti nel territorio. Come sostiene Trasi: *"Altro motivo è quello che in fondo la cava è il negativo delle città: si toglie da una parte per mettere da un'altra. La cava è la testimonianza di questo inevitabile processo distruttivo-costruttivo, una sorta di fratello cattivo, eppure necessario del fabbricare; la città in se stessa è un enorme consumo; tale consumo lascia un grande segno fisico in un altro posto, di solito in mezzo alla Natura"*¹¹. Una nuova strategia e un nuovo progetto per gli spazi delle cave che hanno concluso le loro attività, può dare il via ad una mitigazione di questo impatto così forte che racconta la storia di una conclusione drastica di un'economia impattante come quella dell'estrazione mineraria.

2.3.2 Potenzialità

È necessario, a questo punto, iniziare ad interrogarsi su quali siano i vantaggi e le potenzialità che il territorio di Buddusò offre nella sua situazione attuale. Nonostante l'analisi delle criticità abbia messo in luce l'immagine di un territorio marginale messo in seria

siamo abituati a vedere, le usanze attuali, l'ecologia corrente. Eppure tutti questo è il risultato di ininterrotti cambiamenti passati e cambierà ancora.
(Lynch K., 1972)

¹¹ Trasi N. (2001)

difficoltà da dinamiche economiche e politiche spesso esterne al suo contesto, non bisogna dare per scontato che non esistano vantaggi che possono giocare a favore di nuove strategie di sviluppo territoriale. In relazione all'analisi fin qui condotta, le potenzialità osservate riguardano principalmente:

- Possibilità di riconversione di ampi spazi;
- Possibilità di produzione energetica sostenibile nelle aree estrattive dismesse (alta attitudine dei territori alla produzione di energia¹²);
- Sistema ambientale circostante alle cave non compromesso dalle attività antropiche impattanti;
- Possibilità di sviluppo di economie basate sulle produzioni sostenibili (oltre alla produzione energetica è presente l'estrazione e la lavorazione del sughero;
- Riutilizzo degli scarti delle cave per opere di risanamento delle aree dismesse con risparmi sui costi economici e ambientali.

La possibilità della riconversione dei grandi spazi delle cave è considerata una potenzialità per il territorio, poiché, si può intervenire su uno spazio che strutturalmente riesce ad accogliere una vasta categoria di interventi. Qualsiasi tipo di riconversione proposto dal progetto per questi grandi spazi sarà, infatti, molto più sostenibile e meno impattante delle attività estrattive¹³; per questo motivo la possibilità di riconversione offerta dalle cave

¹² L'attitudine alla produzione energetica dei territori è stata calcolata attraverso elaborazioni cartografiche su piattaforme GIS che incrociano diversi parametri territoriali e ambientali

¹³ L'aspetto scultoreo del paesaggio cavato così com'è, intatto nel suo abbandono dall'uso, evocativo di una storia, di un "sacrificio" in nome della produzione e del consumo. (...)

Guardare alle cave come luoghi di nuove opportunità, per il progetto di risignificazione e valorizzazione del territorio - nella dialettica scarto/scartato, rifiutato/rifiuto - significa vederle in relazione con tutti gli altri elementi, naturali, produttivi e culturali, che insieme convivono e contraddistinguono il territorio stesso. (...)

Si tratta di cogliere le potenzialità generative di questo paesaggio scartato, di trasformare il "vuoto" creato dall'estrazione da problematica in risorsa principale. (Battaino C., Zecchin L.(2009))

dismesse permette l'inserimento di nuove tecniche - che possono variare dal ripristino ambientale alla produzione sostenibile di energia - che agiscono nel pieno rispetto dell'ambiente circostante, favoriscono l'integrazione degli spazi da riqualificare con i processi naturali del territorio circostante.

Legata alla possibilità di riconversione, si presenta un'altra potenzialità offerta dal contesto cui si rivolge il progetto; si tratta della **possibilità di produrre energia in maniera ecosostenibile**. L'osservazione di questo tipo di vantaggio è scaturita da una serie di elaborazioni cartografiche attraverso le piattaforme GIS che hanno messo in evidenza come, per fattori fisico-morfologici e di esposizione ai processi meteorologici, il territorio mostri un'elevata attitudine per la produzione di energia da fonte solare e da fonte eolica. Le osservazioni di questo tipo, come si vedrà anche più avanti, saranno fondamentali nella strategia del progetto generale e nella definizione delle azioni. In questo momento è molto importante fare delle osservazioni sul territorio cercando di estrapolare le informazioni che possono far osservare dei vantaggi che, senza l'utilizzo di adeguate tecniche, non possono essere individuati e quindi utilizzati come vantaggi nella definizione di una strategia progettuale.

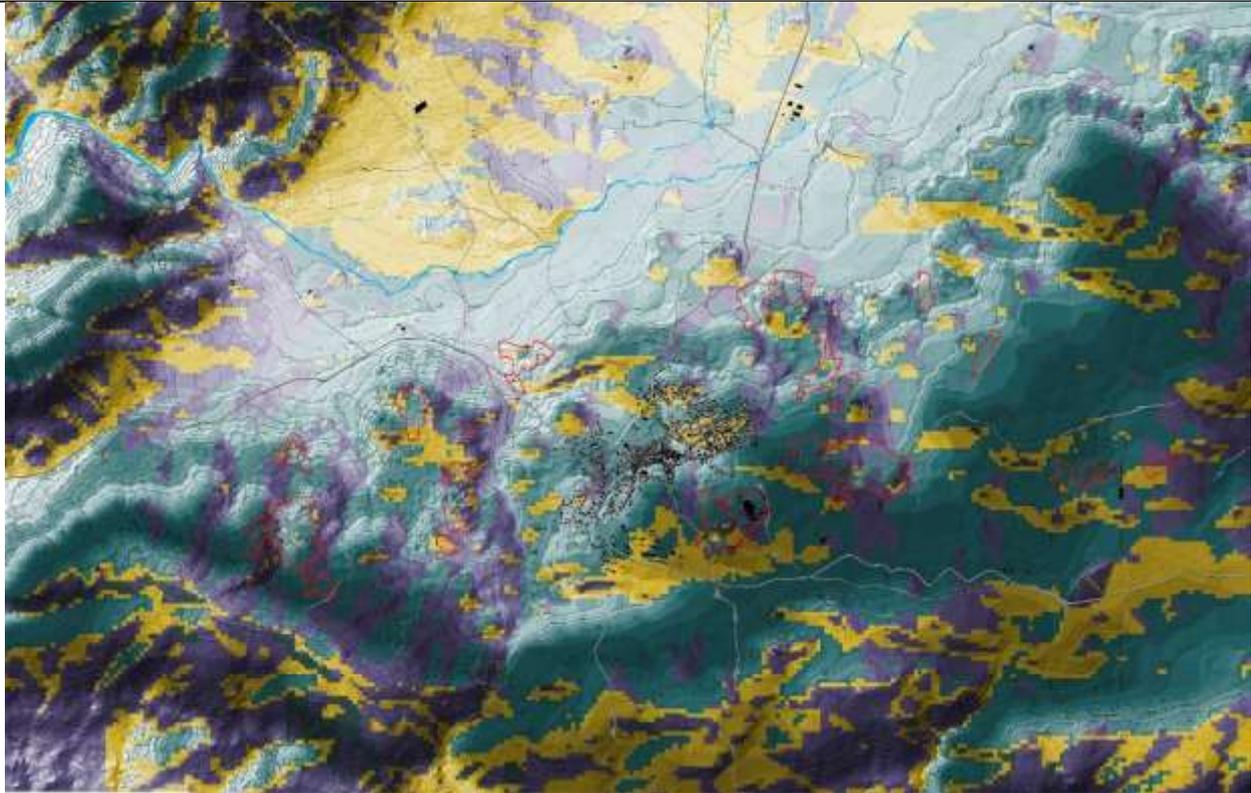


Figura 3: Elaborazione cartografica dell'attitudine del territorio alla produzione energetica. In giallo le aree ad alta attitudine di produzione solare, in blu quella ad alta attitudine per la produzione eolica, in viola alta attitudine per entrambe.

Un altro fattore di vantaggio considerato all'interno dell'analisi è quello dettato dal fatto che l'ambiente circostante alle cave non si presenta particolarmente compromesso. Nonostante l'attività di cava sia di per sé impattante dal punto di vista ambientale e paesaggistico, bisogna considerare che essa interessa un'area ben definita e delimitata. Allo stato attuale, il territorio che si trova intorno alle aree delle cave non si presenta con problematiche di tipo ambientale o con particolari problematiche che richiedano interventi in materia di ripristino. La delimitazione fisica delle cave e le aree compromesse sono ben definite e non hanno esercitato un'influenza negativa sul resto del territorio. Questo fattore rappresenta un vantaggio non di poco conto poiché, all'interno di un programma di progetto che prevede - tra gli altri - sistemi di ripristino ambientale e delle unità di paesaggio, le grandi aree ancora sane da questi punti di vista potranno rappresentare i motori di queste azioni portando a risultati molto significativi in tempi relativamente ristretti.

Concentrandosi sulle produzioni alternative, un altro importante potenziale riguarda la capacità del territorio di offrire e sviluppare produzioni sostenibili. Oltre alla produzione energetica della quale si è già parlato, esiste un altro tipo di produzione che può giocare un ruolo fondamentale nello sviluppo territoriale e nella riqualificazione spaziale di diverse aree: la produzione del sughero. In linea con gli indirizzi che prevedono una riqualificazione ambientale e un mantenimento delle unità di paesaggio, è corretto pensare ad uno sviluppo della produzione del sughero in modo da restituire ad alcune aree una duplice funzione: ambientale, ripristinando aree di sugherete, ed economica, utilizzando le stesse aree per l'estrazione del materiale. In questo modo si può ipotizzare uno sviluppo territoriale che riesca a conciliare il mantenimento della salute dell'ambiente naturale con le necessità economiche del territorio.

In conclusione, l'osservazione delle potenzialità che il territorio di Buddusò offre, in relazione ad un lavoro basato sul recupero delle aree estrattive dismesse, evidenzia un forte potenziale riguardante il possibile riutilizzo degli scarti dell'estrazione e dei rifiuti derivati da essa, per il ripristino di alcune aree dove sono necessari ingenti opere di movimento terra. Utilizzando gli scarti delle estrazioni, si può dare il via ad azioni di ripristino della morfologia dei luoghi, risparmiando su costi che potrebbero incidere negativamente nella realizzazione di alcuni interventi che il progetto prevedrà nel suo sviluppo.

3 L'attività estrattiva: Buddusò e altri esempi di riconversione di cave dismesse

Le attività estrattive sono sempre state un forte fattore di modifica territoriale e paesaggistica. Nonostante abbiano conosciuto la loro massima espansione, sia territoriale che economica, dopo la rivoluzione industriale ed in particolare nel secondo dopoguerra, sono state attività che hanno caratterizzato l'aspetto dei territori da tempi ben più remoti. Per quanto riguarda il territorio italiano, per esempio, le attività estrattive risalgono a tempi molto antichi come le estrazioni di travertino nei pressi di Tivoli risalenti all'età romana.

Considerando il contesto storico che parte dalla rivoluzione industriale e arriva fino ai giorni nostri, ci si sofferma ad osservare il processo di industrializzazione, che ha reso sempre più necessaria l'estrazione di materie prime aumentando la loro richiesta e rendendo sempre più impattante il loro lavoro.

3.1 Situazione europea e italiana delle attività estrattive

Nel contesto italiano e sardo del dopoguerra, le attività estrattive, specialmente quelle di cava, conobbero un grandissimo sviluppo in conseguenza dell'enorme boom edilizio. Il depauperamento di queste risorse naturali ha portato oggi ad alcune considerazioni che non possono essere affatto ignorate e che iniziano a prendere piede in Europa nei primi anni Settanta con i primi movimenti ecologisti. Si forma in Germania il movimento dei verdi, rapidamente diffusosi in tutta Europa. Ed è proprio in questi anni che si inizia a parlare della necessità di porre dei vincoli oggettivi e misurabili all'azione antropica, imponendo la pratica della Valutazione di impatto Ambientale alle modifiche territoriali che potevano presentare un grande impatto territoriale. Successivamente, questa sensibilità si estese fino a radicarsi nell'opinione pubblica, ponendo al centro della propria analisi non solo le eccellenze, già adeguatamente protette da leggi speciali, ma i luoghi del quotidiano

in cui le persone passano la maggior parte del loro tempo, quegli spazi definiti ordinari dalla Convenzione Europea del Paesaggio¹⁴. Proprio concentrandosi sul fatto che le attività estrattive modificano in maniera pressoché irreversibile il territorio nei suoi spazi di vita quotidiana, senza necessariamente andare a intaccare aree con presenze "particolari", questa ricerca prende come oggetto di studio il territorio della Sardegna, concentrandosi nella sua parte centro-settentrionale, specialmente nei territori del comune di Buddusò che rappresenta, nel contesto contemporaneo sardo, l'emblema di territorio segnato da queste grandi attività che hanno saputo dare un grande sviluppo economico che, però, si sta rivelando limitato temporalmente e ridotto solamente ad alcuni decenni. Bisogna interrogarsi, adesso, su quale sia la visione che, in campo internazionale, interessa questo tipo di attività, quali sono le prospettive che i quadri europei delineano e in che modo esse interesseranno i territori che le hanno ospitate e che hanno subito queste grandi modifiche.

"Il settore delle attività estrattive è oggi un perfetto indicatore per capire come un Paese è capace di immaginare il proprio futuro. Ossia di come pensa di tenere assieme identità e innovazione, tutela del proprio patrimonio storico culturale e sviluppo economico. Perché è un'attività che ha accompagnato la storia urbana, riguarda da vicino tanti settori "pesanti" dell'economia - come edilizia e infrastrutture -, incrocia alcuni marchi del *Made in Italy* nel Mondo, come la ceramica e i materiali pregiati. E interessa fortemente il paesaggio e la qualità dei territori in cui le attività si svolgono, sollecita ragionamenti che riguardano il rapporto con una risorsa non rinnovabile come il suolo e la gestione dei beni comuni. Ma soprattutto oggi in molti Paesi europei si è messa in moto una profonda innovazione che ha permesso di ridisegnarne completamente i profili creando nuove imprese, lavoro in un ambito strategico della *green economy*. Non esistono infatti più scusanti credibili per non

¹⁴ Zillio L. (2009), fonte: www.alternativasostenibile.it

ridurre in maniera significativa il prelievo da cave attraverso il recupero e il riutilizzo degli inerti provenienti dall'edilizia e, attraverso regole trasparenti e una giusta tassazione, ridefinire il rapporto con il territorio di un'attività che ha un impatto rilevantissimo" (Legambiente,2013).

Analizzando il livello europeo, molte attività estrattive si stanno avviando, per diverse e complesse cause, verso un declino economico. Ovviamente bisogna considerare che al declino economico corrisponde una questione territoriale che non può essere assolutamente ignorata; la progressiva perdita di funzione delle cave mostra territori segnati, sventrati, che hanno necessità di interventi immediati. Quali sono però questi interventi? Di fronte a sempre più imponenti difficoltà economiche e ambientali di proseguire le estrazioni, come si comporta la società attuale a livello europeo? Alcune fonti forniscono esempi di pianificazioni strategiche per le attività estrattive in Europa, mostrando come gli stati abbiano una certa sensibilità verso le dinamiche ambientali e ne vengano influenzati.

"• I piani relativi alle risorse minerarie elaborati da alcuni Stati membri (ad esempio, Austria, Francia, alcuni Länder tedeschi) identificano le riserve minerarie (principalmente di sabbia e ghiaia) e ne valutano la qualità e quantità (produttività), l'importanza a livello regionale (domanda, ecc.) e l'idoneità allo sfruttamento. Il piano analizza altresì i possibili conflitti con altri utilizzi del territorio, ivi compresi siti Natura 2000, aree naturali protette, foreste, zone di protezione delle acque sotterranee, aree urbane e vie di traffico. Identifica infine le zone potenzialmente idonee o non idonee all'estrazione mineraria.

• In Inghilterra, le dichiarazioni politiche e gli orientamenti in materia di pianificazione per le risorse minerarie, la biodiversità e la conservazione delle risorse geologiche contengono regole e condizioni chiare per l'estrazione di aggregati, argilla per

laterizi, pietra naturale da costruzione naturale e copertura tetti, petrolio e gas. I ruoli e le responsabilità dell'autorità competente e del committente del progetto sono definiti e sussiste l'obbligo di consultare l'autorità competente in materia di conservazione della natura (Natural England) relativamente alla valutazione degli effetti nei casi in cui si presuma che le attività estrattive abbiano incidenze negative sulle aree protette (compresi i siti Natura 2000). I piani regionali e locali relativi alle attività di estrazione definiscono il quadro territoriale nell'ambito del quale verranno considerate le proposte relative ai siti di estrazione. Tali piani sono soggetti a un impatto ambientale strategico e, se del caso, possono formare oggetto di un'opportuna valutazione di incidenza ai sensi della direttiva Habitat.

- In Slovacchia, nell'ambito della politica nazionale in materia di materie prime la sovrapposizione fra zone protette (compresi siti Natura 2000) e riserve minerarie è stata oggetto di analisi al fine di comprendere meglio quali siano le reali sovrapposizioni, in che misura i siti Natura 2000 costituiscano un limite all'estrazione delle riserve conosciute e quali siano le possibili soluzioni in siti di interesse sia per le attività estrattive che per la protezione delle risorse naturali.

- Alcuni sistemi di pianificazione delle risorse minerarie considerano inoltre la necessità proteggere le risorse minerarie da attività di esplorazione e/o estrazione future. La Svezia, ad esempio, ha sviluppato una banca dati del territorio attraverso l'individuazione di vari tipi di riserve minerarie che vengono indicate come giacimenti di interesse nazionale ai sensi del codice svedese sull'ambiente e la protezione delle risorse dalla sterilizzazione causata da altri utilizzi del territorio"¹⁵.

¹⁵ Estratto del Documento di Orientamento Estrazioni di minerali non energetici e Natura 2000, Documento di orientamento della commissione europea su: attività estrattive non energetiche in conformità ai requisiti della rete natura 2000, luglio 2010.

Si può osservare, una forte sensibilità, a livello internazionale, che riguarda il rapporto tra attività estrattive e ambiente, un rapporto strettissimo da prendere in considerazione al fine di non andare a operare su un territorio in maniera impattante e irreversibile, compromettendone l'integrità e causando seri problemi all'intero contesto circostante. Nonostante queste nozioni possano sembrare semplici, alla base della pianificazione di queste attività, non è per nulla scontato che esse vengano rispettate, esistono infatti molti - troppi - esempi che mostrano come le estrazioni di qualsiasi tipo (cava o miniera) agiscano ignorando le basilari regole di controllo ambientale o, peggio, aggirandole. È, quindi, utile andare a vedere cosa prevedono le normative italiane in materia di rapporto ambiente-attività estrattive, per poter avere un quadro un po' più completo della situazione europea e comprendere in che reale contesto economico, sociale e anche normativo si inserisce il territorio che rappresenterà l'oggetto di studio di questo lavoro.

"Bisogna guardare al territorio spesso per capire come un Paese è capace di immaginare il proprio futuro. Di come pensa di tenere assieme identità e innovazione, tutela del proprio patrimonio storico culturale e sviluppo economico. Un perfetto indicatore di questo tipo, oltre che un tema troppo spesso dimenticato, sono le cave.

[...]

I numeri fotografati dal Rapporto sono impressionanti, le cave attive in Italia sono 5.725 mentre sono 7.774 quelle dismesse nelle Regioni in cui esiste un monitoraggio. Complessivamente si possono stimare in oltre 10.000 quelle abbandonate se si considerano anche le 9 Regioni in cui non sono disponibili dati. Ancora più sorprendente è che la normativa nazionale di riferimento in materia sia ancora oggi un Regio Decreto del 1927. Un testo che esprime chiaramente un'idea dell'attività estrattiva come settore industriale da sviluppare, e

in cui sfruttare le risorse del suolo e sottosuolo al di fuori di qualsiasi considerazione territoriale, ambientale o paesaggistica. A dettare le regole per l'attività estrattiva dovrebbero essere oggi le Regioni, a cui sono stati trasferiti i poteri in materia nel 1977. A evidenziare la necessità di un'attenzione nazionale al tema è il fatto che tra le Regioni italiane troviamo situazioni di grave arretratezza e rilevanti problemi.

Migliore è la situazione al centro-nord, dove il quadro delle regole è in maggioranza completo, i piani cava sono periodicamente aggiornati per rispondere alle richieste di una lobby dei cavatori organizzata. In generale la situazione è preoccupante: Veneto, Friuli, Lazio, Abruzzo, Molise, Campania, Sicilia, Sardegna, Basilicata non hanno un piano cave. In Calabria addirittura non esiste una Legge, né un Piano, in Regione non conoscono nemmeno il numero di cave aperte nel territorio. L'assenza dei piani è particolarmente preoccupante perché in pratica si lascia tutto il potere decisionale in mano a chi rilascia l'autorizzazione. E quando sono i Comuni - come avviene in quasi metà delle regioni - le entrate dalle cave possono diventare una voce di entrata fondamentale in un periodo di riduzione dei trasferimenti statali. Rilevante è il giro di affari di circa 5 miliardi di Euro l'anno, per il solo settore degli inerti. E ancora più incredibile è che a fronte di impatti tanto rilevanti a fronte di guadagni sicuri siano estremamente bassi i canoni di concessione, nelle Regioni del Mezzogiorno addirittura si cava gratis!"¹⁶.

Ecco che Legambiente mostra un quadro italiano abbastanza preoccupante riguardo alla pianificazione strategica sulle cave e le estrazioni di materiali dal suolo. La sensibilità europea sull'impatto ambientale e territoriale di queste attività, non solo non è presente, ma sembra addirittura sconosciuta nella legislazione italiana. Se si considera l'anno di redazione della legge - il 1927

¹⁶ Il punto sulle cave in Italia, i numeri, le leggi, i piani, le buone e le cattive pratiche in Italia, Rapporto di Legambiente sulla gestione dell'attività estrattiva nel territorio italiano (2008).

- si può osservare benissimo come in quegli anni la preoccupazione e la sensibilità territoriale e ambientale fosse di gran lunga minore rispetto a quella attuale e come le attività estrattive fossero concepite come pure produzioni industriali che non controllavano il loro impatto territoriale¹⁷.

Al giorno d'oggi la regolamentazione delle attività è delegata alle regioni, nonostante in molte di queste - specialmente in quelle meridionali - non esistano piani o norme in materia.

Il caso della Sardegna, che interesserà questo studio, deve considerare - dal punto di vista normativo - il PRAE (Piano Regionale per le Attività Estrattive) risalente al 2007. All'interno di questo quadro normativo bisogna, adesso, concentrarsi per comprendere in che contesto legislativo si muove il territorio del nord Sardegna e, in particolare, il territorio del comune di Buddusò.

Rispetto alla legislazione nazionale che, come si è visto, presenta fortissimi caratteri di arretratezza, il PRAE della Regione Autonoma della Sardegna, mostra una sensibilità ambientale e paesaggistica maggiore mettendo in relazione le attività di estrazione con il contesto ambientale nel quale sono inserite. La presenza di questo Piano è fondamentale per la difesa del territorio e delle sue strutture che, ovviamente, non possono essere sacrificate e devastate per motivi puramente economici. Bisogna, infatti, prestare attenzione ai principi di sostenibilità e di ripristino dell'ambiente ogni volta che ci si avvicina ad attività impattanti di questo tipo. L'attività estrattiva comporta sempre una modifica di territorio, ambiente e paesaggio e quindi una pianificazione sul lungo termine delle risorse naturali irriproducibili è strettamente necessaria e prevista dallo stesso Piano; questo fattore mette la Sardegna in posizione di avanguardia rispetto alle altre regioni italiane.

"L'industria estrattiva ha rappresentato, storicamente, uno dei più importanti settori industriali della Sardegna. L'attività nel corso

¹⁷ Si pensi al fatto che all'interno dell'intero testo di legge non compaiono mai le parole "ambiente, natura o paesaggio"

degli ultimi decenni ha perso notevolmente di importanza e peso nel quadro complessivo della bilancia economica regionale, mantenendo comunque una sua importanza fondamentale nello sviluppo economico e sociale di alcuni territori della Sardegna.

Al contempo l'attività estrattiva, soprattutto storicamente il comparto per l'estrazione dei minerali e da ultimo l'estrazione dei materiali di cava, rappresenta una delle attività che maggiormente incidono sull'equilibrio e nelle modifiche ambientali del territorio. Le accresciute sensibilità ambientali e storico culturali e il notevole valore che il "paesaggio" ha acquisito come termine di riferimento della propria identità e come valore aggiunto per lo sviluppo del territorio, impongono oggi una più attenta riflessione sulle modalità di governo e di sviluppo dell'attività estrattiva.

[...]

L'attività estrattiva comporta sempre, seppur per un lasso di tempo determinato, se governato adeguatamente, una modifica del suolo e del paesaggio. Ma gli impatti da esso determinato sono molteplici e a seconda delle dimensioni delle attività estrattive, di grande rilevanza"¹⁸.

3.2 L'attività estrattiva in Sardegna, il caso di Buddusò

Per avere un'immagine più dettagliata della storia delle attività estrattive, e soprattutto del loro impatto sul territorio oggetto di studio, è necessario andare ad analizzare la storia del territorio, in modo da riuscire a comprendere quali modifiche economiche, sociali, territoriali, ambientali e paesaggistiche si siano succedute e, soprattutto, in che misura esse si siano presentate alle comunità del territorio.

Nonostante, al giorno d'oggi, il territorio di Buddusò - e quello della Gallura in generale - sia caratterizzato da un'economia prevalentemente industriale (considerando, appunto, l'estrazione delle materie prime un'attività industriale, differentemente agli altri tipi di industrializzazione del resto della Sardegna), non

¹⁸ Estratto dal PIANO REGIONALE DELLE ATTIVITÀ ESTRATTIVE, pp.281-282, Assessorato all'Industria, Regione Autonoma della Sardegna, 2007.

possiamo dire altrettanto riguardo alla storia di questo territorio. Storicamente, il Monte Acuto¹⁹ - come le altre regioni della Sardegna - era una terra a vocazione agro-pastorale con economie strettamente basate sulla produzione primaria, che, per via dell'ambiente aspro ha reso sempre questa attività problematica, favorendo altre attività di supporto come la produzione del sughero. L'esercizio delle attività estrattive industrializzate, è iniziato alla fine degli anni '70, nel quale, con il declino del sistema agropastorale che ha interessato i paesi del centro Sardegna, l'unica alternativa possibile sembrava l'emigrazione. Questo processo a Buddusò si è ridotto grazie a due avvenimenti importanti che permisero di contenere il flusso di persone in cerca di nuove prospettive lavorative all'esterno del Comune. Il primo avvenimento fu la realizzazione di una diga di sbarramento sul fiume Tirso (Sos Canales) che generò occupazione seppur esigua, il secondo fu il passaggio dal lavoro artigianale al lavoro preindustriale dell'estrazione del granito. Di fatto prima degli anni '70



Figura 4: Esempio di estrazione di tipo manuale. Fonte: Greco F. (2013), Il paesaggio estrattivo da ferita del territorio a luogo delle opportunità

l'estrazione veniva fatta manualmente sulle parti di roccia affiorante in superficie con attrezzi molto semplici.

¹⁹ Il Monte Acuto è la regione storica all'interno della quale si trova il comune di Buddusò.

L'industrializzazione del processo produttivo come sostiene Salvatore Fiore: *"coincide con l'ampliamento del mercato tedesco, con la ristrutturazione di diverse opere pubbliche e no, che aspettavano dal dopoguerra di essere rimesse in piedi, seguito dal mercato giapponese e americano. Ma il vero boom si ebbe con l'ingresso nel mercato dei paesi arabi, nel 1968, che commissionavano grandi quantitativi di granito per la costruzione di moschee e palazzi. In pratica, il granito si è valso dei paesi produttori di petrolio sia per espandersi in quei mercati, sia per far rientrare sotto forma di ricchezza per noi una parte, sia pure minima"*.

[...]

"L'anno della svolta vera e propria a mio avviso fu il 1964. Prima di allora il granito era praticamente scomparso dal settore edilizio. Lo si vendeva per quattro soldi ma anche così incontravi grosse difficoltà a creargli un mercato. Non si usciva dalla provvisorietà. La cosa può sembrare strana, ma il granito divenne competitivo grazie alla prima grande crisi del dopoguerra che colpì l'edilizia. E con essa andò in crisi anche il settore del marmo e cominciò a salire la richiesta del granito, che costava meno e poteva sostituirlo benissimo. E proprio in conseguenza di questa crisi alcune aziende del continente cominciarono ad adeguare i telai per il taglio del granito. E quando lo fecero anche le aziende di Carrara fu chiaro che per il granito cominciava una nuova era che sarebbe stata completamente diversa da quella del passato" ²⁰.

²⁰ Gelsomino G. (1996), Salvatore Fiore intervista sul granito, arti grafiche editoriali "chiarella", Sassari

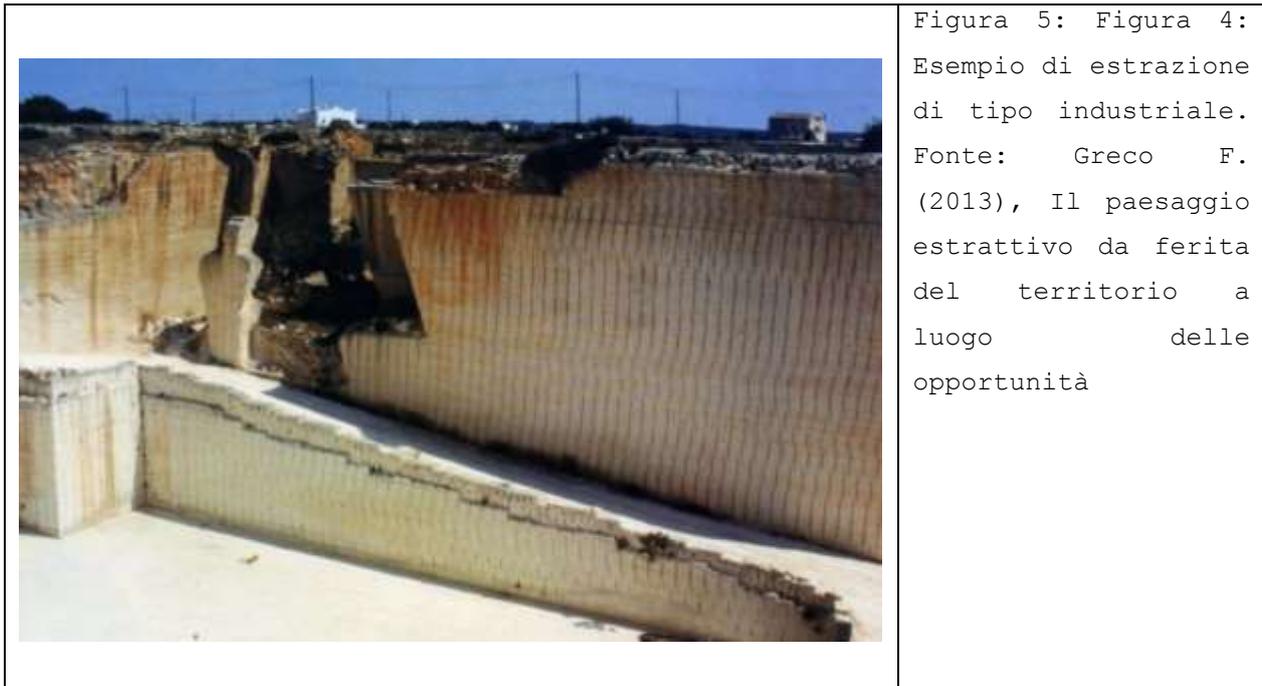


Figura 5: Figura 4:
Esempio di estrazione
di tipo industriale.
Fonte: Greco F.
(2013), Il paesaggio
estrattivo da ferita
del territorio a
luogo delle
opportunità

Da questo momento fino al 1992 l'attività estrattiva insieme alle attività produttive che l'accompagnavano (camionisti, commercianti, etc.) percorre un periodo vigoroso e di continua evoluzione. Nel periodo fra il 1992 ed il 1997 il comparto regionale dei materiali lapidei è stato caratterizzato da una forte diminuzione del numero di cave. Uno dei motivi iniziali è stato l'ingresso della Cina nel comparto lapideo, che, registrava già nel 2002 prezzi inferiori del 40%²¹. Oltre ai problemi legati alla produzione, con la coltivazione si forma un gap tra estrazione lorda e netta (resa di cava)²². Questo "avanzo" di materiale porta ad un problema di gestione, sia per quanto riguarda gli spazi sia per la sicurezza delle aree di lavorazione. Bauman, nel suo *Vite di Scarto* sostiene che: *"Nessun oggetto è "rifiuto" per le sue qualità intrinseche e nessun oggetto può diventare rifiuto attraverso la sua logica interna. È venendo destinati dai progetti umani a diventare rifiuti che gli oggetti materiali - umani o inumani - acquistano tutte le qualità misteriose, ispiratrici di ammirazione, timore e repulsione "*, destinare le cave all'inutilizzo significa, quindi, trattarle come scarti di

²¹ Del Bono C. (1994), *il granito in Sardegna, estrazione e lavorazione*, Banco di Sardegna

²² Il recupero e la gestione degli scarti nelle cave di granito, tesi di laurea di Andrea Pizzadili, Università degli studi di Cagliari (2011-12)

un'economia finita ma individuare nuovi utilizzi per questi spazi, al contrario, significa riconoscere che le aree estrattive non sono aree marginali di scarto all'interno del territorio"²³.

I problemi che questo materiale produce riguardano il proprietario della società per tre motivi; la sottrazione degli scarti dalla zona di coltivazione fa lievitare i costi di estrazione del materiale di pregio, le spese per il trasporto, carico e messa a dimora degli inforni e infine l'individuazione delle aree idonee per la dislocazione della discarica.



Figura 6: Foto della cava S'Istria sos arestes. I materiali di scarto, nella parte superiore, continuano ad accumularsi creando, tra l'altro, problemi di sicurezza in tutta l'area della cava.

²³ Cit. in Bauman Z. (2005). Vite di scarto. Laterza Roma, Bari.

Per la collettività, le problematiche di maggior rilievo sono quelle collegate al degrado dei valori identitari ed ambientali ed ai possibili rischi di stabilità a lungo termine. Gli interventi volti a razionalizzare lo smaltimento degli scarti sono vantaggiosi sia per la collettività che per l'imprenditore. Per ottimizzare questo processo, il sistema più opportuno da applicare è quello del riuso degli scarti come sottoprodotti della lavorazione oppure di utilizzarli all'interno della cava stessa per il ripristino delle aree dove la coltivazione è esaurita. All'interno del territorio di Buddusò esiste un esempio pratico di riuso degli scarti, rappresentato dalla cava Fiore (cava *S'istria sos arestes*). In questa cava, gli inerti vengono riutilizzati in base alla loro dimensione. Gli informi di piccole dimensioni vengono trasformati attraverso un impianto di frantumazione in sabbia, ghiaia etc. Gli informi di grandi dimensioni, visti i costi elevati e sconvenienti della riquadratura, vengono utilizzati per la stabilizzazione dei pendii, come barriere di protezione nei bordi delle scarpate e per il tombamento delle aree già coltivate ed esaurite²⁴. Il riuso dei materiali di scarto, genera un sistema produttivo seppur poco oneroso, di largo potenziale, soprattutto perché si presta con il reimpiego degli informi di grossa dimensione a preparare mitigando l'impatto di coltivazione le aree esaurite al recupero ambientale.



Figura 7: esempi di riutilizzo degli scarti dell'estrazione del granito. Nell'immagine a sinistra, essi sono stati utilizzati come barriere, in quella a destra come pavimentazione stradale

²⁴ Pizzadili A. (2011-12), tesi di laurea, Il recupero e la gestione degli scarti nelle cave di granito, Università degli studi di Cagliari

3.3 Quadro legislativo vigente in materia di attività estrattiva.

La principale normativa comunitaria, statale, e della regione Sardegna in materia estrattiva, in tema di funzioni e competenze amministrative e per l'esercizio e la sicurezza delle attività estrattive, è la seguente:

- L.R. 12 giugno 2006 n. 9 Conferimento di funzioni e compiti agli Enti Locali, Capo IV Miniere e risorse geotermiche;
- Direttiva 2006/21/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 15 marzo 2006, relativa alla gestione dei rifiuti delle industrie estrattive e che modifica la direttiva 2004/35/CE;
- L.R. 9 agosto 2002, n. 15 art. 8 e s. m.: Concessioni minerarie e autorizzazioni di cava;
- Legge 24 ottobre 2000, n. 323: Riordino del settore termale;
- L.R. 21 maggio 1998 n. 15 Decorrenza della contribuzione di cui all'articolo 33 della legge regionale 7 giugno 1989, n. 30, concernente "Disciplina delle attività di cava".
- D.Lgs 25.11.1996, n. 624, Attuazione delle direttive 92/91/CEE relativa alla sicurezza e salute dei lavoratori nelle industrie estrattive per trivellazione e 92/104/CEE relativa alla sicurezza e salute dei lavoratori nelle industrie estrattive a cielo aperto e sotterranee;
- D.P.R. 18 aprile 1994, n. 382: Disciplina dei procedimenti di conferimento dei permessi di ricerca e di concessioni di coltivazione di giacimenti minerari d'interesse nazionale e d'interesse locale;
- Legge 23 giugno 1993, n. 204: Interventi urgenti a sostegno del settore minerario in Sardegna;
- Legge 30 Luglio 1990, n. 221: Nuove norme per l'attuazione della politica mineraria;
- L.R. 11 giugno 1990 n. 16 Adeguamento della struttura amministrativa regionale per l'esercizio delle funzioni in materia di miniere, cave e saline.
- L.R. 7 giugno 1989, n. 30 e s. m.: Disciplina delle attività di cava;
- Legge 6 ottobre 1982, n. 752: Norme per l'attuazione delle Politiche Minerarie;
- L.R. 10 febbraio 1978, n. 4: Raccolta di reperti interessanti la conoscenza geologica del sottosuolo;
- L.R. 19 dicembre 1959 n. 20 Disciplina dell'indagine, ricerca e coltivazione degli Idrocarburi;
- D.P.R. 9 aprile 1959, n. 128: Norme di polizia mineraria e di cava;
- L.R. 07 Maggio 1957 n. 15 Norme integrative al regio decreto 29 luglio 1927, n. 1443, sulla disciplina dell'attività mineraria.

- Regio Decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, art. 95: Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici;
- Regio Decreto Legge n. 1443 del 27 luglio 1927: Norme di carattere legislativo per disciplinare la ricerca e la coltivazione delle miniere.

3.3.1 Normativa Statale

In materia di attività estrattive il **R.D. 29 luglio 1927, n. 1443** costituisce tuttora la principale fonte dell'ordinamento italiano; tale fonte, all'art. 2, distingue le cave dalle miniere in base al criterio della qualità dei materiali. Le miniere sono contraddistinte da minerali e rocce classificati di prima categoria (minerali energetici e metalliferi), di importanza strategica per lo Stato ed è lo Stato stesso che ha l'autorità e le competenze per la concessione, in modo tale da garantirsi il controllo dello sfruttamento minerario. Le cave sono contraddistinte dalla coltivazione di materiali, non classificati di prima categoria, tipo le torbe e i materiali necessari per le costruzioni edilizie come: sabbia, ghiaia, calcare, gesso ecc. La classificazione del 1927 trae origine dalla strategicità a livello nazionale della risorsa ovvero del suo interesse, all'epoca, puramente locale. E' lasciata agli organi statali la facoltà di classificare sostanze non esplicitamente citate in legge, e come tali appartenenti alla seconda categoria, o includere nella prima categoria sostanze già di seconda, in funzione di un cresciuto interesse. Attualmente detta classificazione è per alcuni versi obsoleta, soprattutto per quanto riguarda i minerali industriali di seconda categoria e le pietre ornamentali, anche se qualche attribuzione alla prima categoria di minerali non in elenco è stata effettuata. Nel primo caso, è caratteristica fondamentale l'appartenenza del giacimento (inteso come adunamento utile di minerali) al patrimonio indisponibile dello Stato o della Regione e il preminente interesse pubblico, per cui il proprietario del fondo rimane in posizione del tutto subordinata. La valorizzazione della risorsa avviene quindi attraverso il regime di concessione all'imprenditore minerario, che, a seguito di

specifica valutazione, risulti idoneo. Per le sostanze minerali di seconda categoria prevale invece la proprietà fondiaria, che per siffatti materiali si estende al sottosuolo, sia pure condizionata dall'interesse pubblico a che dette risorse vengano coltivate: il proprietario del suolo (o chi ne abbia la disponibilità essendosi accordato con esso), purché possieda i requisiti tecnico-economici e finanziari, sarà autorizzato a esercitare l'attività di cava, se non ostano vincoli sul territorio. Le cave sono beni che l'ordinamento considerava geneticamente connotati da un interesse pubblico alla coltivazione, simile a quello insito nelle miniere. A differenza delle miniere, ed ancorché non siano comprese nel sottosuolo al quale si estendono le facoltà del titolare del diritto reale sul suolo (art. 840 Codice Civile), le cave sono sottoposte ad un regime di tipo fondiario. Tuttavia, in forza dell'interesse pubblico che sono idonee a soddisfare, il loro godimento riceve un'impronta necessariamente dinamica rispetto all'ordinaria configurazione dei beni di proprietà privata privi di (diretta) rilevanza pubblica. Così, le cave sono lasciate "in disponibilità" del proprietario del fondo e soltanto qualora questi "non intraprenda la coltivazione della cava o torbiera o non dia ad essa sufficiente sviluppo" sono acquisite al patrimonio indisponibile dello stato, ora della Regione (c.d. avocazione) e la loro coltivazione viene concessa a terzi (art. 45 R.D. 1443/1927 ed art. 826 c.c.; cfr. anche artt. 1 D.P.R. 2/1972 e 50 e 62 D.P.R. 616/1977). Al fine di evidenziare l'inerzia del proprietario, di fronte all'interesse pubblico ad una adeguata coltivazione della cava (che, nella prospettiva accolta dalle disposizioni indicate, costituisce, analogamente a quanto avviene per le miniere, una risorsa strategica per l'economia nazionale), l'art. 45, citato, prevede, al comma 2, la prefissione da parte dell'Amministrazione di un termine per l'inizio, la ripresa o l'intensificazione dei lavori di coltivazione da parte del proprietario, decorso infruttuosamente il quale può essere disposta la concessione (a favore di soggetti in grado di coltivare la cava in modo adeguato). Si deve osservare che i profili di rilevanza giuridica delle cave sono molteplici e attengono a

settori diversi a causa della concomitanza di interessi pubblici tra loro concorrenti e talvolta confliggenti ed anche perché sussistono una pluralità di aspetti che sono ricollegati alla nozione di cava. La cava, assume importanza come bene immobile (il giacimento), come attività economica produttiva, come attività di trasformazione del territorio; conseguentemente vi sono i relativi aspetti di rilevanza giuridica e cioè: il regime di appartenenza e uso del bene, la disciplina amministrativa dell'attività estrattiva, il regime urbanistico e ambientale dell'attività che incide, talvolta in modo assai rilevante, sul territorio. In conclusione, nel caso della prima categoria, il giacimento è di proprietà pubblica e viene dato in concessione; gli impianti minerari, i macchinari, gli apparecchi e gli utensili destinati alla coltivazione e gli impianti destinati al trattamento costituiscono pertinenze della miniera, sono considerati di pubblica utilità a tutti gli effetti di legge e seguono le vicende della concessione, sempre che non vengano giudicati dall'Autorità Mineraria separabili senza pregiudizio; in quest'ultimo caso il bene può essere asportato dal concessionario uscente o lasciato al subentrante dietro indennizzo; se il giacimento viene dichiarato esaurito, cessa il rapporto di pertinenza. Il solo minerale estratto, considerato un frutto, è di proprietà del concessionario, unitamente alle scorte di magazzino e agli arredi. La tipologia di lavorazione applicata alle sostanze minerali di prima categoria e per estensione il luogo fisico, con le opere e i mezzi per la loro coltivazione e trattamento, è definita miniera. Nel caso della seconda categoria, giacimento, impianti, materiali estratti sono di proprietà di chi possiede il fondo, ovvero ne abbia acquistato i diritti o avuto la disponibilità in affitto. L'estrazione avviene dietro autorizzazione (concessione se facente parte del patrimonio della Regione). La tipologia di lavorazione delle sostanze minerali di seconda categoria e per estensione il luogo fisico, con le opere e i mezzi per la loro coltivazione e trattamento, è definita cava.

3.3.2 Normativa Regionale

La Regione Autonoma della Sardegna, sulla base dello Statuto (L. Cost. 26 febbraio 1948, n.3), ha potestà legislativa in materia di acque minerali e termali e di esercizio dei diritti demaniali e patrimoniali relativi a miniere, cave e saline e, nei limiti dei principi stabiliti dalle leggi dello Stato, emana norme legislative sull'esercizio industriale di miniere, cave e saline. Lo Stato, tuttavia, mantiene esclusiva competenza sui giacimenti compresi nel demanio marittimo. La RAS ha disciplinato le attività di cava attraverso la **legge 7 giugno 1989 n. 30** e s. m., suddividendo i relativi materiali, in funzione della destinazione d'uso, in rocce ornamentali (marmi, graniti, alabastri, ardesie, calcari, travertini, trachiti, basalti, porfidi, ecc.) destinate alla produzione di blocchi, lastre e affini, materiali per usi industriali (marne, calcari, dolomie, farine fossili, sabbie silicee, terre coloranti, argille, torbe, ecc.), materiali per costruzioni ed opere civili (sabbie, ghiaie, granulati, pezzami, conci, blocchetti, ecc.). Su tali basi le cave vengono definite "ornamentali", "industriali" e "civili", con riferimento alla destinazione prevalente o, talvolta, originaria. Lo stesso litotipo, in funzione di caratteristiche differenti, può quindi dare luogo a differenti tipi di cava, così come sullo stesso giacimento possono essere date autorizzazioni di cava per diverse destinazioni (in analogia col fatto che una stessa cava può destinare il proprio unico prodotto ovvero più prodotti ad usi diversi). Non sempre, tuttavia, una classificazione è agevole.

La stesura della L.R n°30/1989 si rese necessaria, su forte spinta delle amministrazioni locali, al fine di razionalizzare l'attività di cava, evitare gli scempi effettuati sino a fine degli anni ottanta del secolo scorso, pianificandone il settore e contestualmente garantire la tutela del paesaggio e del territorio sino ad allora completamente ignorato. Con la legge regionale venne istituito un regime autorizzatorio con l'attribuzione della competenza giuridica

al rilascio nella figura dell'Assessorato Regionale all'Industria, nell'istituzione del Catasto Regionale dei Giacimenti di Cava e nella redazione del Piano Regionale delle attività estrattive (PRAE).

La legge regionale di disciplina del settore estrattivo di cava, L.R. 30/89, individua nel PRAE, lo strumento di programmazione del settore e il riferimento operativo: Art. 6 comma 2 : *"Il Piano dovrà indicare gli obiettivi e le strategie del settore, i mezzi per il loro conseguimento, nonché l'individuazione delle aree da destinare ad attività estrattiva, in armonia ed in coordinazione con la tutela dell'ambiente, anche nella prospettiva del recupero delle aree stesse al termine della coltivazione."*

Il PRAE, a suo tempo predisposto dall'Assessorato dell'Industria, non è stato presentato in Consiglio regionale per l'approvazione; in sua assenza vige il cosiddetto "Piano Stralcio" approvato in Consiglio regionale in data 30/6/1993 e pubblicato sul BURAS n. 29 del 28/7/1993.

Lo stralcio del Piano individua in modo assai cautelativo le aree suscettibili per l'attività estrattiva in modo residuale rispetto all'individuazione delle aree con vincoli ostativi per l'attività estrattiva o con risorse territoriali meritevoli di tutela; lo stralcio del PRAE definisce i seguenti ambiti territoriali:

- Aree Strato A: aree, indicate in cartografia col colore rosso, con vincoli di legge che vietano l'apertura di nuove attività estrattive; in tale strato sono ricomprese anche le aree dei parchi regionali ai sensi LR 31/89, mai istituiti e con vincoli decaduti.

- Aree Strato B: aree, indicate in cartografia col colore blu, con vincoli di legge non ostativi che richiedono specifiche e preventive autorizzazioni per l'apertura di nuove attività estrattive. In tale strato il piano stralcio non consente provvisoriamente l'apertura di nuove attività estrattive.

- Aree Strato C: è costituito da aree individuate con criteri scientifici caratterizzate dalla presenza di risorse territoriali: località di interesse paleontologico, località di interesse speleologico, classi 1 e 2 di valenze geomorfologiche, aree foreste demaniali, aree interessate dalla presenza di suoli a elevata attitudine alle pratiche agronomiche, biotopi, zone urbanistiche D, F, e agricole speciali. In tale strato il piano stralcio non consente provvisoriamente l'apertura di nuove attività estrattive.

- Aree libere: aree, indicate in cartografia col colore bianco, libere da vincoli e risorse territoriali in cui è consentita l'apertura di nuove attività estrattive previo iter autorizzativo.

Lo stralcio del Piano, data la "provvisorietà" e l'assenza di una strategia di sviluppo sostenibile del settore, ha disciplinato soltanto l'ubicazione delle nuove attività estrattive, senza dare alcun indirizzo operativo circa l'opportunità o meno di autorizzare nuove attività.

Lo stralcio del PRAE decade con l'entrata in vigore del PRAE ma di fatto il quadro territoriale definito nello stralcio è già comunque superato con l'entrata in vigore del PPR Piano Paesaggistico Regionale.

In tema di ripristino ambientale è rilevante per le sue conseguenze la legge regionale 15 del 21 maggio 1998 che abroga con modalità retroattiva l'obbligo del contributo per il fondo di ripristino ambientale dovuto dai titolari di attività estrattiva di cava previsto dall'art. 33 della legge 30/89.

Il ripristino ambientale della cava è esplicitamente citato nella LR 30/89 al titolo VI Ripristino ambientale art. 31, 32, 33 successivamente modificati e in parte abrogati dalla legge regionale 15 del 21 maggio 1998 e all'art 19 domanda per l'autorizzazione: punto e): progetto di sistemazione e di recupero ambientale dell'area durante ed al termine della coltivazione e sua destinazione finale, con l'indicazione della spesa presunta per le opere da realizzare e

del relativo impegno finanziario; punto 1): attestato di versamento o polizza fidejussoria, a garanzia dell'esecuzione delle opere di ripristino ambientale, la cui entità sarà stabilita annualmente dalla Giunta regionale, su proposta dell'Assessore regionale della difesa dell'ambiente. Non risulta tuttavia che la giunta regionale abbia mai emanato normative in tema di polizza fidejussoria per ripristino ambientale.

Il ripristino ambientale della cava è quindi previsto nel progetto ed è garantito dalla polizza fidejussoria, entrambi allegati alla domanda di autorizzazione. Tale procedura idonea per gli interventi di apertura di nuove cave presenta rilevanti criticità nel caso delle cave in prosecuzione dato il perdurante stato di attività estrattiva in assenza di progetto approvato e l'assenza di una verifica di adeguatezza della polizza fideiussoria.

Con l'approvazione del PPR - primo ambito omogeneo, si è avviata una fase di aggiornamento e adeguamento di tali strumenti urbanistici dei Comuni e delle Province. La struttura generale per la costruzione del PRAE si fonda, pertanto, sul quadro pianificatorio definito dal PPR le cui disposizioni sono cogenti per gli strumenti urbanistici dei Comuni e delle Province e sono immediatamente prevalenti sulle disposizioni difformi eventualmente contenute negli strumenti urbanistici.

Infatti il PPR riconosce la categoria delle aree estrattive, cave e miniere, quale insediamento produttivo e prevede che gli enti locali e gli enti gestori delle aree protette provvedano all'adeguamento dei rispettivi strumenti di pianificazione e programmazione alle previsioni del PPR, mentre la L.R. 30/89 prevede che i Comuni interessati dal PRAE adeguino i propri strumenti urbanistici entro tre mesi dall'approvazione del Piano stesso. Il provvedimento di adeguamento, oltre alle aree destinate alle attività estrattive di cava, deve indicare le aree, le infrastrutture e le zone di rispetto a servizio delle attività industriali connesse. Le disposizioni del P.P.R. sono prevalenti sulle disposizioni contenute negli altri atti

di pianificazione ad incidenza territoriale previsti dalle normative di settore (art. 4, comma 1). Esse sono immediatamente efficaci per i territori comunali in tutto o in parte ricompresi negli ambiti di paesaggio costiero (art. 4, comma 4). I beni paesaggistici ed i beni identitari individuati e tipizzati sono soggetti alla disciplina del P.P.R., indipendentemente dalla loro localizzazione negli ambiti di paesaggio costieri o interni (art. 4, comma 5).

I principali elementi di riferimento del PPR nei confronti del PRAE, sono i seguenti:

1. il PRAE adotta le finalità perseguite dal P.P.R. (art. 1, comma 4):

- a. preservare, tutelare, valorizzare e tramandare alle generazioni future l'identità ambientale, storica, culturale e insediativa del territorio sardo;

- b. proteggere e tutelare il paesaggio culturale e naturale e la relativa biodiversità;

- c. assicurare la salvaguardia del territorio e promuoverne forme di sviluppo sostenibile, al fine di conservarne e migliorarne le qualità;

2. il P.P.R. struttura il territorio regionale in Ambiti di paesaggio: costieri (già approvati) e interni (in corso di definizione);

3. Il P.P.R. individua:

- a. Beni paesaggistici individuali;

- b. Beni paesaggistici d'insieme;

- c. Beni identitari;

- d. Componenti di paesaggio.

I beni paesaggistici [...] hanno carattere permanente e sono connotati da specifica identità, la cui tutela e salvaguardia risulta indispensabile per il mantenimento dei valori fondamentali e delle risorse essenziali del territorio, da preservare per le generazioni future. Qualunque trasformazione dei beni è soggetta ad autorizzazione paesaggistica. Il P.P.R. articola il territorio in tre distinti assetti:

- assetto ambientale
- assetto storico-culturale
- assetto insediativo

All'interno degli assetti si trovano tutti gli elementi conoscitivi e tutti gli elementi che strutturano il PPR. Ogni parte del territorio è analizzata sotto i tre punti di vista diversi e dunque può accadere che nelle singole parti siano contemporaneamente presenti elementi attinenti ad ogni specifico assetto (si sovrappongono, cioè, le informazioni e le rappresentazioni provenienti da ogni assetto).

Ad ogni assetto è legato uno specifico quadro normativo. Nella fase di attuazione devono essere quindi interpretate e attuate le norme derivanti dai diversi assetti, e prevalgono le norme più restrittive. L'attività estrattiva è definita all'interno dell'assetto insediativo, come attività antropica di trasformazione del territorio. All'interno dell'assetto insediativo sono individuate le attività estrattive amministrativamente attive al momento dell'estensione della parte conoscitiva del PPR (anno 2004), così come risultanti dalla documentazione disponibile e antecedente alla predisposizione del PRAE e alla relativa azione ricognitiva di dettaglio. Oltre all'attività estrattiva, nell'assetto insediativo ricadono tutti gli elementi che strutturano il territorio dal punto di vista urbanistico, infrastrutturale e dei servizi. Nell'assetto storico culturale ricadono tutte le aree, gli immobili, siano essi edifici o manufatti che caratterizzano l'antropizzazione del territorio a seguito di processi storici di lunga durata, generalmente rappresentati da siti puntuali a cui vengono legate le

specifiche norme. Vengono, inoltre, individuati alcuni sistemi storico-culturali che rappresentano le più significative relazioni sussistenti tra viabilità storica l'archeologia ed altre componenti del paesaggio. Tali sistemi sono funzionali alla predisposizione di programmi di conservazione e valorizzazione paesaggistica. Nell'assetto ambientale vengono ricompresi gli elementi territoriali di carattere biotico e abiotico, considerati in una visione ecosistemica correlata agli elementi di antropizzazione.

L'assetto ambientale, oltre che dai beni paesaggistici, è costituito dalle seguenti componenti di paesaggio:

1. Aree naturali e subnaturali;
2. Aree seminaturali;
3. Aree ad utilizzazione agro-forestale.

Tali componenti vengono individuate e definite sulla base dell'attuale uso del suolo e ricoprono interamente il territorio regionale. L'attività estrattiva ha, quindi, un'interazione costante e diretta principalmente con l'assetto ambientale e con le sue tre componenti. Nelle aree naturali e subnaturali e nelle aree seminaturali le prescrizioni del PPR sono le seguenti:

- sono vietati [...] qualunque nuovo intervento edilizio o di modificazione del suolo ed ogni altro intervento, uso od attività, suscettibile di pregiudicare la struttura, la stabilità o la funzionalità ecosistemica o la fruibilità paesaggistica.

Nelle Aree ad utilizzazione agro-forestale la pianificazione settoriale e locale si conforma alle seguenti prescrizioni:

- [...]. vietare trasformazioni per destinazioni e utilizzazioni diverse da quelle agricole di cui non sia dimostrata la rilevanza pubblica economica e sociale e l'impossibilità di localizzazione alternativa, o che interessino suoli ad elevata capacità d'uso, o paesaggi agrari di particolare pregio o habitat di interesse naturalistico, fatti salvi gli interventi di trasformazione delle

attrezzature, degli impianti e delle infrastrutture destinate alla gestione agro-forestale o necessarie per l'organizzazione complessiva del territorio.

L'attività estrattiva comporta in ogni caso, seppur in un lasso di tempo determinato e transitorio, una modifica del suolo. In considerazione di ciò, le norme relative alle componenti di paesaggio delle aree naturali e sub-naturali e delle aree seminaturali come fortemente limitanti alle trasformazioni del territorio sono state interpretate come ostative. Le norme delle aree di utilizzazione agro-forestale, pur essendo anch'esse limitanti per la trasformazione del territorio, sono state interpretate come norme di carattere procedurale per il rilascio di nuove autorizzazioni.

Tali indirizzi normativi sono stati estesi a tutto il territorio regionale, compresi, quindi, gli ambiti di paesaggio interni del P.P.R., Relativamente all'attività estrattiva, il PPR prevede le seguenti norme specifiche:

- Art. 96 - Aree estrattive (cave e miniere). Definizione

1. Le aree estrattive sono quelle interessate da miniere in attività per la coltivazione e lavorazione di minerali di 1° categoria (minerali di interesse nazionale) e da cave per la coltivazione di materiali di 2° categoria (inerti per il settore delle costruzioni, per uso industriale locale e rocce ornamentali quali marmi e graniti).

- Art. 97 - Aree estrattive (cave e miniere). Prescrizioni

1. Nelle aree estrattive di cui all'art. 96 è fatto obbligo di presentare progetti corredati da piani di sostenibilità delle attività, giustificativi delle esigenze di mercato, di mitigazione degli impatti durante l'esercizio e contenenti i piani di riqualificazione d'uso delle aree estrattive correlati al programma di durata dell'attività di estrazione, accompagnati da idonea garanzia fidejussoria commisurata al costo del programma di recupero ambientale.

- Art. 98 - Aree estrattive (cave e miniere). Indirizzi

1. Nelle aree estrattive di cui all'art. 96 le Autorità competenti si conformano ai seguenti indirizzi:

a) predisposizione di piani per lo sviluppo sostenibile del settore e per la riqualificazione e il recupero delle aree già degradate da pregresse attività di cava e miniera, anche attraverso pratiche quali valutazione e certificazione ambientale;

b) predisposizione di linee guida per l'impiego di buone pratiche di coltivazione finalizzate a contenere gli impatti ambientali.

Il PRAE, pertanto, integra le proprie previsioni con le prescrizioni condizionanti del PPR per l'attività estrattiva relative alle componenti di paesaggio comprese negli ambiti di paesaggio costieri e nelle aree individuate come beni paesaggistici, indipendentemente dalla loro localizzazione. Inoltre, il PRAE fornisce lo strato informativo annesso al PPR sulla esatta localizzazione ed estensione delle aree estrattive, a seguito della ricognizione a scala di dettaglio dei singoli insediamenti produttivi e della conseguente definizione e classificazione. Fornendo l'informazione di base per le successive fasi di programmazione e pianificazione da parte degli enti locali e intermedi e per l'azione degli altri enti interessati.

La normativa, regola e gestisce la totalità delle attività estrattive in base alla legge regionale 15 del 1998 ed il PRAE si fonda, pertanto, sul quadro pianificatorio definito dal PPR le cui disposizioni sono cogenti per gli strumenti urbanistici dei Comuni e delle Province. La legge regionale 15 del 1998 indica la spesa presunta per il ripristino ambientale, attraverso l'attestato di versamento della polizza fidejussoria. Pertanto teoricamente il ripristino ambientale delle aree estrattive è previsto attraverso un fondo versato dall'ente o dal proprietario che gestisce l'area estrattiva, effettivamente invece, questa procedura funziona solamente per le nuove concessioni poiché l'attestato di versamento della polizza è un documento da allegare congiuntamente alla domanda

di autorizzazione e di conseguenza, le attività estrattive in stato di prosecuzione in assenza di progetto approvato, non hanno la verifica di adeguatezza della polizza fidejussoria. Inoltre l'entità della polizza necessaria per il ripristino ambientale deve essere stabilita annualmente dalla Giunta regionale, su proposta dell'Assessore regionale della difesa dell'ambiente che a tutt'oggi non ha mai emanato normative in tema di fidejussoria per ripristino ambientale. Questo sistema non è efficiente dal punto di vista pratico oltre che per il macchinoso sistema procedurale, perché non considera i fattori fisici nella quota della polizza e di conseguenza non differenzia un'area dove l'estrazione avviene per sbancamento da una dove avviene per cavatura in profondità e dove i costi per il ripristino ambientale sono decisamente maggiori. Concretamente il ripristino ambientale è garantito dal PRAE²⁵ solamente nel corso della coltivazione, perciò si tratta di una mitigazione e di un recupero parziale più che un vero e proprio ripristino ambientale. Non esiste una legge che imponga il ripristino ambientale quando la coltivazione è terminata e questo porta ad uno stato di parziale degrado delle aree che cessano l'attività estrattiva. Per concludere, non esiste nessuna legge che regoli metodi o interventi di riuso produttivo. A livello normativo, esiste solamente l'approccio vincolistico del PPR²⁶. Quindi, davanti alla volontà progettuale di portare avanti un intervento di riuso, per esempio a fini energetici (e quindi producendo energia verde in aree già compromesse) ci si troverebbe davanti ad una situazione di difficile realizzazione, a causa della scarsa regolamentazione e a causa della difficoltà di inquadrare l'organo competente ed il sistema legislativo di riferimento.

²⁵ Art. 6 comma 2

²⁶ Si riveda il quadro normativo dell'assetto ambientale del PPR

3.4 La valorizzazione dei siti minerari dismessi

Nel 1861, Quintino Sella promuove una Giunta Consultiva (istituita con Regio decreto 28-07-1861), nell'allora capitale del Regno, Torino, all'interno della quale degli esperti incaricati dovevano gettare le basi per stabilire *"la valorizzazione storico culturale dei siti minerari dismessi"*.

Il progetto si concretizza il 15 dicembre 1867, con il Regio Decreto n. 4113 che sancisce la costituzione del "Regio Comitato Geologico" quale "Sezione geologica del Consiglio delle Miniere", presso il Ministero dell'Agricoltura, Industria e Commercio. L'incarico del Comitato è di compilare e pubblicare la grande "Carta geologica del Regno d'Italia", dirigere i lavori, raccogliere e conservare i materiali ed i documenti relativi".

Il "Comitato Geologico", presieduto da Iginio Cocchi, Felice Giordano e Giuseppe Meneghini ha sede a Firenze dove è già presente un archivio geologico di campioni e di reperti di analisi, provenienti da uffici minerari decentrati, e dove si stava già sviluppando una biblioteca specialistica in materia, ricca di carte e pubblicazioni. Il regolamento del Reale Comitato Geologico, stabilito con Decreto Ministeriale del 30 agosto 1896, prevedeva di riunire in un locale la biblioteca, gli strumenti scientifici per le operazioni di campagna e le raccolte mineralogiche e geologiche che accompagnavano il progredire dei lavori.

La principale funzione del Reale Comitato Geologico d'Italia era quella di valutare le "riserve minerarie del paese"; una Commissione, appositamente designata con Regio Decreto 24/03/1872, procedeva alla raccolta dei prodotti minerali ad uso edilizio e decorativo, con lo scopo di "inventariare, documentare e valorizzare i prodotti naturali del territorio nazionale prospettandone i pregi e le potenziali suscettività economiche". Da qui hanno origine le *"Collezioni lito-mineralogiche del Servizio Geologico d'Italia"* costituite nella prima metà dell'800, dopo che l'interesse del

neonato Regno D'Italia guardava alle potenzialità del territorio, alle risorse geologiche e soprattutto alle materie prime, per dare inizio allo sviluppo industriale e infrastrutturale del Paese.

Il 15 giugno 1873²⁷, con Regio Decreto n. 14215 si costituisce definitivamente, a Roma, l'"Ufficio Geologico" (successivamente Servizio Geologico) quale Sezione del Corpo Reale delle Miniere sotto l'alta direzione scientifica del Comitato Geologico²⁸. Nel decreto si precisa che l'Ufficio geologico, in aggiunta ai normali compiti legati allo sfruttamento delle risorse geominerarie, sarà dotato di uno "speciale gabinetto nel quale verranno disposti e classificati i minerali, i fossili e le rocce raccolte nei lavori di campagna", nonché i libri, le cartografie e la strumentazione scientifica, già presenti nella sede fiorentina del Comitato Geologico. Il Regio Comitato Geologico, rilevando il lavoro della Commissione deputata alla raccolta dei prodotti minerali ad uso edilizio e decorativo, avrà anche il compito di redigere un "Catalogo della Collezione dei Materiali da costruzione e da ornamento delle Province del Regno d'Italia"²⁹.

²⁷Il Regio Decreto n. 1421 del 15-05-1873 determina le norme per la formazione e pubblicazione della Carta geologica d'Italia. Storicamente, la realizzazione delle carte geologiche del Regno alla scala 1:100.000 ebbe inizio nel 1877 con l'esecuzione del rilevamento geologico dei fogli relativi ad aree di particolare interesse geologico-minerario, quale la Regione Sicilia che, alla fine del 1891, vantava una produzione cartografica di ben 31 fogli.

²⁸Il Regio Decreto n. 1421 del 15-05-1873, all'art. 11 recita: "è sciolta la Commissione per la raccolta dei prodotti minerali ad uso edilizio e decorativo, istituita con Decreto Reale, in data 24 marzo 1872 e le attribuzioni della medesima sono conferite al Comitato geologico". L'art. 12 stabilisce che: "i materiali raccolti dalla suddetta Commissione faranno parte della collezione dell'Ufficio geologico".

²⁹Ponzi G., Masi F. (1873), Catalogo ragionato dei prodotti minerali italiani ad uso edilizio decorativo. Ed. Coltellini, Roma. <Dopo che Roma fu proclamata Capitale del Regno d'Italia, e vi fu stabilita la sede del Governo, S.E. il Sig. Ministro d'Industria e Commercio, al fine di promuovere sempre più il traffico nazionale, rivolgeva le sue mire ai prodotti naturali del suolo, i quali come materie prime, costituiscono la sorgente del benessere sociale, e specialmente dirigeva le sue cure a quelli poco o niente conosciuti. E siccome nella nuova Roma il bisogno di edificare era il più sentito ed urgente, così giudiziosamente rivolgeva anzitutto la sua attenzione a quei materiali che occorrono alla costruzione ed alla decorazione edilizia, perché in mezzo a tante ricchezze naturali emergessero a soddisfare le proprie esigenze. A tale effetto venne istituita una Commissione composta dai più eminenti tecnici, naturalisti ed

Tra il 1873 e il 1875 il materiale, già raccolto dal Corpo Reale delle miniere, viene trasferito da Firenze all'Ufficio Geologico di Roma e qui si arricchisce di nuove raccolte, costituendo le prime collezioni museali statali di Scienze della Terra.

L'importante e ingente patrimonio scientifico, custodito per oltre cento anni nel prestigioso Museo Agrario geologico, **costituisce oggi le collezioni geologiche e storiche dell'ISPRA.**

Queste collezioni non sono aperte al pubblico poiché si è ancora in attesa di un'adeguata sede per la loro esposizione, ma, nonostante questo, una minima parte di queste può essere visualizzata tramite un museo virtuale³⁰. Il patrimonio geologico dell'ISPRA consta di oltre 150.000 reperti fossili tra cui annoveriamo campioni di rocce, minerali, pietre ornamentali, plastici geologici strumentazione tecnico-scientifica e beni librari e documentali. In particolare, le Collezioni Lito-mineralogiche derivanti dalle attività di rilevamento, legate alla Carta Geologica d'Italia, sono costituite da 55.000 reperti e sono suddivise in tre categorie: materiali edilizi e decorativi, campioni litologici e minerali. Le raccolte lito-mineralogiche³¹ sono catalogate secondo due collezioni ordinate una con criteri sistematici, l'altra, invece, con criteri giacimentologici.

industriali del Regno, perché dessero opera alla ricerca di quei materiali su tutto il territorio nazionale italiano, e coi loro studi ne facessero rilevare il pregio. Il risultato fu che, in brevissimo tempo, e da ogni parte del Regno, si ricevette in Roma tanta quantità di quei materiali da comporre una ricca collezione industriale.

³⁰<http://www.museo.isprambiente.it/home.page>

³¹Le Collezioni dei reperti mineralogici sono così suddivise:

Collezione di Mineralogica sistematica (2.212 campioni): minerali, prevalentemente italiani, ordinati secondo un criterio sistematico; Collezione mineralogica Maresca (78 campioni): prende il nome dal curatore che ne ha ordinato i reperti in un insieme organico; Collezione mineralogica Zolezzi: L. Zolezzi, italiano residente a Lima dona nel 1922 all'Ufficio Geologico la collezione inizialmente costituita da circa 80 minerali del Perù, dei quali attualmente rimangono nella Collezione 26 esemplari; Raccolta di giacimenti minerari: 698 campioni, tra cui una "Raccolta di combustibili fossili" (323 campioni), che include prevalentemente campioni di torba, lignite, antracite, ma anche petroli, bitumi, asfalti, oltre a minerali di interesse industriale quali grafite, zolfo e amianto (http://www.museo.isprambiente.it/collezioni_litomineralogiche.page-).

Il Servizio Geologico d'Italia fonda la sua nascita su alcuni principi di base: lo stretto legame con il Corpo Reale delle Miniere, l'avvio della Carta Geologica del Regno ai fini di studio del suolo e sottosuolo italiano, l'avvio delle raccolte lito-mineralogiche per la conoscenza e la valorizzazione delle materie prime nazionali e l'inquadramento dei reperti nell'ambito territoriale di appartenenza. Il Servizio Attività Museali dell'ISPRA, proseguendo il cammino avviato dall'Ufficio Geologico, svolge l'attività scientifica di studio, classificazione e catalogazione dei reperti, cui affianca la valorizzazione dei territori di provenienza dei campioni.

In questo contesto si colloca il *"progetto di censimento dei siti minerari dismessi e valorizzati ai fini museali"* che ha preso avvio dal *"Censimento sui siti minerari abbandonati in Italia"*, realizzato nel 2006 dall'APAT (oggi ISPRA) ai sensi dell'art. 22, L.179/2002³². Lo studio ha considerato tutte le tipologie di attività estrattiva in Italia, nel periodo di tempo che va dal 1870 al 2006, effettuando un censimento che contava 2990 miniere, tra cui spiccavano regioni quali Sicilia con 765 siti, Sardegna con 427, Toscana, Piemonte e Lombardia rispettivamente con 416, 375 e 294 siti, come i territori con la più alta attività estrattiva.

La crisi dell'industria mineraria ha poi portato ad una notevole dismissione di questi luoghi, produttivi fino agli anni '50, lasciando in eredità territori compromessi dal punto di vista ambientale ma dalle forti vocazioni culturali, storiche, sociali e scientifiche.

Queste "nuove" qualità riconosciute a questi siti hanno fatto sì che si avviassero azioni di recupero, riconversione e valorizzazioni del patrimonio minerario, anche grazie ai primi incentivi statali, trasformando i **"giacimenti minerari"** in **"giacimenti culturali"**.

³²Il testo si scarica dal sito:
www.apat.gov.it/site/_Files/SitiMinerariItaliani1870_2006.pdf

Diversi siti minerari sono diventati "ecomusei", musei della scienza e tecnica, musei antropologici, musei del lavoro e parchi minerari.

La valorizzazione museale delle cave estrattive diventa occasione per mettere in luce i valori precedentemente elencati che questi luoghi presentano, ed ha la funzione anche di potenziare un turismo scientifico che si relazioni con l'archeologia mineraria, secondo logiche di sostenibilità ambientale.

La valorizzazione culturale è legata alle emergenze storico-archeologiche presenti quali pozzi, castelli, discariche e bacini, edifici e impianti industriali, che rappresentano il *patrimonio materiale* del sito, e dai valori intangibili che hanno caratterizzato lo svilupparsi delle attività del luogo quali la vita degli operai, i metodi produttivi, le lotte sindacali, che ne rappresentano il *patrimonio immateriale*³³.

Il patrimonio culturale è infatti inteso non soltanto come l'insieme degli oggetti esposti in un museo tradizionale, ma tutto l'insieme degli elementi storici, culturali, identitari e simbolici accompagnati dal contesto sociale e territoriale entro la quale i suddetti elementi si definiscono valori³⁴. In questo panorama le aree rivitalizzate diventano e sono da considerarsi dei veri e propri "*musei dei luoghi e del territorio*", espressione di un passato sociale ed economico fortemente legato alla comunità; questi luoghi rispondono appieno alle definizioni di "ecomuseo" e "museo diffuso", formulate rispettivamente da Hughes de Varines nel 1971 "*un concetto in evoluzione da collezione a patrimonio, da immobile a territorio,*

³³La componente immateriale del patrimonio minerario si ritrova rappresentata nella "Convenzione per la salvaguardia del patrimonio culturale immateriale (Parigi, 2003)", che definisce "patrimonio culturale immateriale": le prassi, le rappresentazioni, le espressioni, le conoscenze, il knowhow - come pure gli strumenti, gli oggetti, i manufatti e gli spazi culturali associati agli stessi - che le comunità, i gruppi e in alcuni casi gli individui riconoscono in quanto parte del loro patrimonio culturale, specificando tra i settori significativi, "le consuetudini sociali, le cognizioni e le prassi relative alla natura ed all'universo".

³⁴ Dansero E., Governa F. (2001), Un approccio allo studio dei patrimoni industriali nell'ottica dello sviluppo locale

*da pubblico a popolazione" e da F. Drugman "un sistema di servizi preposti al recupero, conservazione e tutela saldamente connesso non più soltanto alle fonti, agli istituti di ricerca, alle gallerie, alle accademie, ma soprattutto ai luoghi produttivi artigianali, industriali, alle comunità locali"*³⁵.

La museologia contemporanea studia e si concentra sulle evidenti correlazioni che esistono tra patrimonio culturale e ambiente nel suo insieme; non si possono, infatti, scindere le due componenti in quanto l'insieme degli elementi costituenti il Patrimonio Culturale (monumenti, oggetti etc.) deve essere pensato in relazione al contesto territoriale a cui appartengono, ai valori immateriali che lo accompagnano e alla presenza di segni dell'umana presenza del territorio stesso. La museologia, oltre che strumento di valorizzazione del bene, diviene anche agente di sviluppo sostenibile e responsabile della strategia di intervento per la tutela del patrimonio culturale e territoriale nel suo insieme. Oggi il Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio annovera i "siti minerari di interesse storico o etno-antropologico" tra i beni culturali [D. Lgs. 22/01/2004, n.42 capo I art. 10 Comma 4, lettera h)]³⁶.

Per quanto riguarda la museologia e la sua riqualificazione e riconversione, possono essere presi in considerazione i dati statistici a disposizione che mostrano come in Italia sono presenti circa 80 iniziative³⁷ di riconversione e riqualificazione museale di siti di estrazione. Le prime Regioni che hanno avviato dei progetti di rivalutazione a fini culturali, sovvenzionati da fondi statali (Legge 752/82, Legge 221/90; Legge 204/1993; Legge 388/2000)

³⁵ Drugman F. (1999), *Il Museo diffuso in recenti esperienze italiane*, convegno musei enti locali e d'interesse locale, Viterbo

³⁶ Prima del Codice "Urbani", alcune miniere in Italia sono state già sottoposte a vincoli di tutela, ad esempio in Liguria la miniera di Libiola è sottoposta a tutela ex Legge 1089/39, laddove vi sono cunicoli minerari di riconosciuto interesse archeologico-storico; in Emilia Romagna il Villaggio minerario di Formignano è vincolato perché area avente più di 50 anni, (ex DPR 283/2000) ed alcuni edifici sono stati riconosciuti di interesse storico-architettonico

³⁷ <http://www.museo.isprambiente.it/Repertorio.page>

dell'inizio degli anni 80, sono state la Sardegna, la Toscana, la Lombardia e il Piemonte. Le varie iniziative di musealizzazione dei siti di estrazione sono state sviluppate, pur **non** essendo regolate da un quadro giuridico-normativo di riferimento, sia per quanto riguarda l'utilizzo delle miniere a fini culturali, sia per la messa in pratica, in termini di fruizione, dei luoghi da parte dei visitatori (es. messa in sicurezza). A livello nazionale si riscontra, inoltre, una completa mancanza di coordinazione nella pianificazione di questi luoghi e territori, sono state adottate strategie differenti per la gestione di questi siti, per lo più a stampo privato e volontaristico. Ad oggi, solamente le regioni di Valle d'Aosta e Lombardia hanno presentato del materiale legislativo a riguardo.

La prima con L.R. 18-04-2008 n. 12, propone di risolvere il problema sfruttando il sito per la sua vecchia funzione, cioè accompagnando le "concessioni minerarie" ai nuovi metodi di rivisitazione del luogo. Questa strategia si è rivelata la più idonea forma di rivalutazione del sito, perché focalizza l'attenzione sulla materia che lo compone. In Lombardia, con L.R. 10-12-2009, n. 28, invece, accade il contrario in quanto le iniziative culturali sono permesse tramite una concessione regionali nei siti ancora attivi per l'estrazione, anche se le iniziative per fini culturali sono permesse soltanto nella parte esaurita del giacimento³⁸.

Apparentemente, le qualità riconosciute ai siti minerari hanno fatto sì che si avviassero azioni di recupero, riconversione e valorizzazione, trasformando i "giacimenti minerari" in "giacimenti culturali", mostrando la valorizzazione museale delle aree estrattive come opportunità di potenziamento turistico e scientifico secondo logiche di sostenibilità ambientale. Il patrimonio culturale, inteso come l'insieme degli elementi storici, culturali e identitari di un dato contesto sociale³⁹, fa sì che le aree

³⁸ ISPRA (2009), Recupero e valorizzazione delle miniere dismesse: lo stato dell'arte in Italia, atti della sessione V3

³⁹ Dansero E., Governa F. (2001), Un approccio allo studio dei patrimoni industriali nell'ottica dello sviluppo locale

estrattive siano considerate dei veri e propri "musei dei luoghi" o comunemente "ecomusei". Questo fenomeno colloca le aree estrattive dismesse come potenziali ecomusei, e quindi, ne preclude spesso una riconversione razionale, funzionale e produttiva per lasciar spazio ad una "finta" valorizzazione storica che altro non è che un abbandono parziale regolarizzato. Questo è reso possibile dalla mancanza di linee guida adeguate alla valutazione delle aree che si prestano ad una funzione piuttosto che ad un'altra. Nello specifico caso di Buddusò sono presenti aree limitrofe all'abitato che per conformazione e posizione si prestano ad una valorizzazione o riconversione che consentirebbero il mantenimento di una memoria storica del comparto che ha segnato il sistema economico, produttivo e sociale del passato. Come afferma Cocchi appunto "[...] perché un popolo il quale si attiene alle proprie tradizioni e le vivifica, è un popolo tenacemente temprato e cammina sulla via del progresso"⁴⁰. A questo tipo di approccio bisogna affiancare una lettura evoluta di paesaggio che, non deve obbligatoriamente essere puro. Come afferma Pittaluga: "I paesaggi attuali ci sembrano spesso incomprensibili o inesistenti. Ma questo è un falso problema. È vero che fisicamente possono essere degradati, abbandonati, inquinati o sciatti, ma è anche vero che probabilmente la sensibilità estetica - che è culturalmente costruita e che ci ha permesso di



Figura 8: esempio di valorizzazione di un sito minerario in Versilia.

Fonte immagine www.garfagnanafarm.com

concettualizzare i nostri spazi di vita da paesi in paesaggi - è ancora troppo radicata in un costruito vecchio che non è in grado

⁴⁰ Cocchi I. (1871), Introduzione. In Memorie per servire alla descrizione della Carta geologica d'Italia /pubblicate a cura del R. Comitato Geologico del Regno, Vol. 1, Firenze

di farci cogliere le qualità estetiche dei paesaggi attuali"⁴¹.

3.5 Casi studio di riconversione di aree estrattive dismesse

La storia dell'attività estrattiva del nostro paese risale a tempi molto antichi. Questo tipo di attività non aveva un forte impatto ambientale sui territori di cavatura per via del tipo di estrazione. Solamente nella seconda metà del ventesimo secolo infatti, spinti da una domanda sempre maggiore (ad esempio, tra il 1965 e il 1977 in Italia il consumo di sabbia e ghiaia cresce in modo impressionante, passando dalle 33.50 tonnellate a 140.000⁴²) si assiste alla trasformazione di intere aree a monoculture industriali con gravi problemi di ripristino ambientale e spesso abbandonate. A riguardo Pavan sostiene che "Le cave abbandonate ricordano quindi sempre più spesso i "cadaveri insepolti" di cui parlava Ernesto Nathan Rogers a proposito di architetture trasfigurate dall'abbandono, dal degrado, dall'incuria o da incoscienti operazioni progettuali. Una volta cessata la produzione, di queste "architetture geologiche" restano gli "scheletri": nel migliore dei casi, rari ed eccezionali, si parla di "archeologia industriale" dotata di un proprio fascino; nelle eventualità peggiori, più diffuse, restano invece solo "ferite" inferte alla terra."⁴³. Tuttavia è da questo momento che nasce una coscienza "ambientalista" riguardo i danni che si stavano formando al territorio. E proprio in questi anni che si comincia a parlare della necessità di porre dei vincoli all'azione antropica, imponendo la pratica della Valutazione di Impatto Ambientale. Successivamente questa sensibilità si estese fino a radicarsi nell'opinione pubblica, ponendo al centro della propria analisi non solo le eccellenze, già adeguatamente protette da leggi speciali, ma i luoghi del quotidiano in cui le persone

⁴¹ Pittaluga P., "Superare l'approccio conservativo al progetto del paesaggio", in Maciocco G. (2010), Studi sul progetto del paesaggio, Franco Angeli editore

⁴² Zillio L. (2009), Le cave dismesse: da paesaggio di rifiuto a opportunità di paesaggio, www.alternativasostenibile.it

⁴³ Pavan V., (2010), (a cura di), Architetture di cava, Motta Architettura, Milano.

passano la maggior parte del loro tempo, quegli spazi definiti ordinari dalla Convenzione Europea del Paesaggio⁴⁴. Il problema delle cave accomuna differenti territori, in alcuni di questi, presi in considerazione, si è trovata una soluzione alle cave dismesse, da riqualificare o riprogettare, in modo tale da reintegrarle all'interno di un contesto urbano. Uno dei casi maggiormente conosciuti a dimostrazione di questo è quello rappresentato dagli interventi eseguiti a Milano: il *Bosco in Città* ed *Il parco delle cave*⁴⁵, che rappresentano uno dei più vasti sistemi di verde pubblico comunale; In questo caso la cava stessa è stata ripensata e riprogettata per ospitare un sistema di parchi pubblici, aree agricole e attrezzature sportive, che compongono uno dei cinque comparti di cintura urbana del Parco Agricolo Sud Milano. Il Parco delle cave venne realizzato nel 1997 nell'ex area delle cave di Baggio, abbandonate negli anni '60. Fino al 1997, anno in cui il Comune di Milano affidò la gestione a Italia Nostra, l'area dove sorge il parco era una zona "off limits", territorio di spaccio e di attività illecite. Il (CFU) Centro Forestazione Urbana - di Italia Nostra, con l'aiuto delle associazioni presenti e di numerosi volontari, ha trasformato, i 122 ettari di territorio in un parco che divenne sede di attività didattiche e di educazione ambientale. Il parco, inaugurato nel giugno del 2002, rappresenta un insieme di luoghi e paesaggi differenti come boschi e zone arbustive, ampi spazi a tappeto erboso ed aree utilizzate come zone agricole⁴⁶.

Un altro tipo di riorganizzazione dello spazio rivolta al **riuso** è stato fatto nella cava del "Bianchi"⁴⁷. La particolarità del caso

⁴⁴Ibidem

⁴⁵https://www.comune.milano.it/portale/wps/portal/CDM?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/wps/wcm/connect/ContentLibrary/Ho%20bisogno%20di/Ho%20bisogno%20di/AreeVerdi_ParchieGiardini_Parco%20delle%20Cave

⁴⁶https://www.comune.milano.it/portale/wps/portal/CDM?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/wps/wcm/connect/ContentLibrary/Ho%20bisogno%20di/Ho%20bisogno%20di/AreeVerdi_ParchieGiardini_Parco%20delle%20Cave

⁴⁷ *Burrigato F.; Cresta S.; Papacchini L., Rossini F.* (Roma, 27-28 Aprile 2007), *Recupero e riutilizzo di una cava di "rocce verdi" nell'ambito di una riserva naturale del Lazio, Dipartimento di Scienze della Terra Università di Roma "La Sapienza"; Ufficio Parchi Regione Lazio; Ufficio Speciale Prevenzione e Protezione Università di Roma "La Sapienza"; Dipartimento Produzione Vegetale, Università della Tuscia, Viterbo*

riguarda la fruizione che avrebbe assunto l'area al termine del recupero, diventando riserva naturale. Si tratta di un'area collinare, intensamente boscata con notevoli emergenze sia ambientali che naturalistiche. La fruizione del sito, riconosciuto per le sue peculiarità dalla Regione Lazio come di interesse geologico, ed inserito al n. 397 dell'Atlante "La geodiversità del Lazio. Geositi e geoconservazione nel sistema delle aree protette", si è concretizzata con la realizzazione di un sentiero che permette di accedere in sicurezza all'interno dell'alveo del Fosso Mandrione. La connotazione didattica dell'area ha come sviluppo finale la realizzazione di laboratori scientifico-didattici da impiantare negli ex locali a servizio della cava⁴⁸. Nella cava del "Bianchi", lo spazio è stato riorganizzato con il fine del riuso ma, la trasformazione avvenuta in questo caso è stata meno marcata. In questo caso specifico infatti, alcuni interventi effettuati volgono alla sistemazione e messa in sicurezza degli spazi come in un ripristino ambientale, altri, come il sentiero che permette l'accesso all'alveo e la realizzazione di laboratori scientifico-didattici, negli ex locali della cava sono interventi di riuso che fanno sì che la cava sia fruibile dalla popolazione. Questa riorganizzazione dello spazio colloca questo tipo di recupero in un modello intermedio fra quello del riuso e quello del ripristino ambientale.

⁴⁸ Cresta S., Fattori C., Mancinella D., Basilici S., (2005), La geodiversità del Lazio. Geositi e geoconservazione nel Sistema delle Aree protette. Regione Lazio, Agenzia regionale parchi



Figura 9: Esempio di recupero ad uso didattico.
Fonte:
http://www.artasicilia.eu/old_site/web/servizio_7_dra/site/AMIANTOWEB/Prese ntazione_PAPACCHINI_BURRA GATO.pdf

Per recupero di una cava abbandonata, si intende ogni intervento che ha come obiettivo quello di ristabilire una condizione di equilibrio con il territorio limitrofo ad essa. Questo indica che il recupero di un'area estrattiva cambia a seconda della forma, del contesto e del valore delle aree. Il valore storico od ambientale individua un tipo di recupero diverso e meno trasformativo dal riuso degli spazi. Le aree che sono destinate a questo tipo di intervento sono ugualmente fruibili dalla popolazione ma hanno un diverso traguardo. La finalità dell'intervento di **ripristino** è quella di instaurare un processo di evoluzione naturale senza la necessità di azioni successive. L'intervento dell'uomo deve avere solamente lo scopo di accelerare i tempi di naturalizzazione del sito dismesso, che altrimenti si prolungherebbero eccessivamente. La buona riuscita di un intervento di naturalizzazione è data dall'impegno che si ha nella realizzazione con un riguardo particolare alla scelta delle specie da introdurre. Il risultato è la dimostrazione di come un'area fortemente compromessa può essere trasformata in un sito rinaturalizzato⁴⁹. Un esempio d'intervento di ripristino ambientale, adeguatamente determinato sulle basi del contesto, è quello promosso

⁴⁹ Costagliola C. (2007), Le cave dismesse si possono recuperare, attraverso una rinaturalizzazione mirata e adeguata, Estratto Atti convegno: "L'ingegneria naturalistica nella riqualificazione ambientale delle cave in Campania", Napoli 12 Giugno 2007

dall'amministrazione provinciale di Pesaro e Urbino con il PERCD (Programma Esecutivo Ripristino Cave Dismesse) con il quale l'amministrazione costituisce uno strumento di censimento analisi ed intervento volto al recupero di ex siti di cava attualmente in stato di degrado. "Il PERCD ha l'obiettivo di individuare le aree che versano in stato di degrado paesaggistico, ambientale ed idrogeologico, a seguito di passate attività estrattive, configurandole come siti il cui ripristino e recupero riveste un interesse pubblico generale prioritario. Attraverso il presente programma e la sua realizzazione, l'Amministrazione Provinciale intende mettere in atto, con formulazione e sviluppo di specifiche ipotesi progettuali e di intervento, una rilevante linea di interventi volti alla riqualificazione territoriale ed ambientale di alcune zone del territorio provinciale, mediante il recupero ambientale di aree degradate utilizzate in passato come siti di cava e costituenti delle vere e proprie ferite del nostro territorio"⁵⁰. Il programma trattato in questo caso studio è strutturato in diverse fasi; la prima fase è quella di individuazione e catalogazione delle aree estrattive dismesse che consiste nell'individuazione geografica dei siti e nella loro catalogazione in base alle caratteristiche. La seconda e la terza fase consistono nell'analisi dei siti e nell'aggiornamento del PPAE (Piano Provinciale delle Attività Estrattive) derivata dalle verifiche dello stato dei luoghi. Nella quarta fase si determina lo stato morfologico dei luoghi al fine di individuare le prime indicazioni circa gli interventi da poter attuare per il recupero delle aree. Successivamente a questa fase si definiscono le indicazioni progettuali per gli interventi di recupero delle aree prioritarie. Infine l'ultima fase è quella del monitoraggio che consiste nell'osservazione e controllo continuo delle aree dai medesimi punti d'osservazione con cadenza biennale, in modo che nel tempo sia possibile documentare oggettivamente il processo di rinaturalizzazione⁵¹.

⁵⁰ Amministrazione Provinciale di Pesaro e Urbino (2012), programma esecutivo ripristino cave dismesse, relazione tecnico illustrativa generale

⁵¹ ibidem

	Versante in avanzata fase di ricomposizione ambientale (recupero vegetazionale con essenze: erbacee, arbustive ed arboree tipiche dell'area)	Figura 10 esempio di recupero ambientale con seguente monitoraggio Fonte: Legambiente
	Area interessata dalla fase di messa a dimora di essenze arbustive ed arboree	
	Area interessata dalla fase di semina	
	Area interessata dalla fase di recupero morfologico	
	Area interessata dalla fase di escavazione	

All'interno di questo caso studio è interessante analizzare gli interventi previsti nella cava in località "Col Lungo" (comune di Apecchio). In quest'area di cava sono state svolte le analisi di carattere geomorfologico ed idrografici in modo che l'intervento di naturalizzazione sia opportunamente contestualizzato. Successivamente sono state studiate le specie animali e vegetali presenti sia nell'ex area estrattiva che nell'area limitrofa alla cava. Quest'analisi ha portato alla catalogazione delle specie animali e vegetali presenti nelle diverse aree che compongono la cava in modo da avere un quadro conoscitivo completo di queste. "L'intervento che si prevede per la cava di Col Lungo è strettamente mirato al recupero ambientale e alla rinaturalizzazione del sito. E questa un'antica cava di detrito dove la vegetazione naturale ha già in parte mitigato gli effetti della attività di escavazione. Per comprendere la vocazione dell'area e le modalità d'intervento, sono stati fondamentali l'analisi dello stato di fatto e la verifica delle normative urbanistiche vigenti. Il progetto di recupero, da attuare attraverso tecniche adeguate, si propone di accelerare il processo di rinaturalizzazione già iniziato, in modo da risanare

l'alterazione rappresentata dalla attività estrattiva"⁵². Una delle caratteristiche fondamentali e prioritarie di questo intervento è la regimazione delle acque con opere di canalizzazione che impediscano l'esondazione e l'erosione. A questo intervento è affiancato quello della rinaturalizzazione del fronte cava e del consolidamento e riduzione delle pendenze nei versanti. L'importo per gli interventi di naturalizzazione è stimato in circa 50.000 €"⁵³.

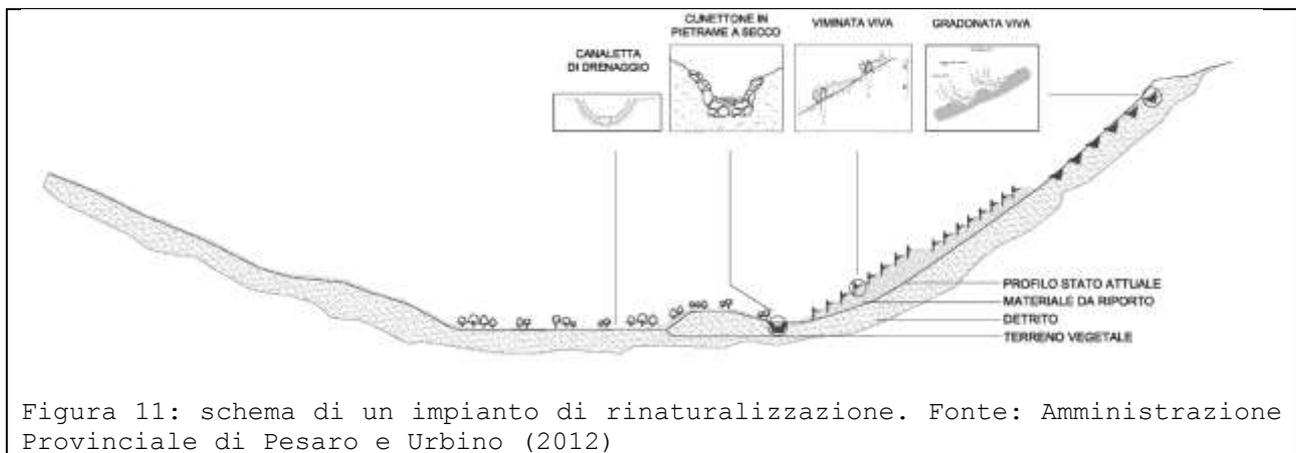


Figura 11: schema di un impianto di rinaturalizzazione. Fonte: Amministrazione Provinciale di Pesaro e Urbino (2012)

Generalmente il ripristino ambientale (se si considerano i riempimenti delle aree cavate in profondità) ha un costo di realizzazione molto elevato. Come riporta Zagari *"si deve anche risolvere un diffuso problema di comunicazione, fondato su pregiudizi anche giustamente condivisi, visti i numerosi casi di infelice ripristino, che induce la comunità locale a percepire "l'attività estrattiva come sottrazione di ricchezze" [...] invece che come un'opportunità economica, estetica e di conoscenza, essendo questo, più di altri, un "paesaggio tra innovazione e tradizione"*"⁵⁴. Considerando il fatto che le operazioni di ripristino ambientale vanno incontro a costi molto alti, possono essere considerati altri tipi di riqualificazione come quelli orientati alla riqualificazione

⁵² Amministrazione Provinciale di Pesaro e Urbino (2012), programma esecutivo ripristino cave dismesse, schede progettuali delle cave dismesse oggetto di intervento di ripristino e recupero ambientale

⁵³ Ibidem

⁵⁴ Zagari F., (2009), Giardini. Manuale di progettazione, Mancosu Editore, Roma

a scopi energetici. Un caso studio riguardante la riqualificazione a fini energetici di un'area estrattiva dismessa che si ricollega alla struttura di questo lavoro, è quello della riconversione della cava "Ghiara delle Montate" (PR)⁵⁵. In quest'area estrattiva per la riconversione è stato installato un impianto fotovoltaico con potenza di picco di 2,3 MW. All'interno di questo tipo di progetto, è importante capire quali sono le principali fasi di realizzazione ed inoltre quali sono i problemi e le considerazioni a livello ambientale ed economico. L'area di progetto è situata in una superficie morfologicamente alterata, si interseca con un'area prevalentemente agricola che non presenta elementi idrici all'interno e risulta completamente priva di elementi vegetazionali, anche singoli. Pertanto, in un'area di questo tipo è stato pensato un inserimento che evitasse, per quanto possibile soluzioni fortemente impattanti che incidessero in maniera negativa in un contesto già particolarmente delicato per la presenza di un'infrastruttura e di un'area residenziale nelle dirette vicinanze. Questo progetto prevede la messa in opera di alcune tipologie vegetazionali che permettono di schermare l'area dell'impianto dalle aree residenziali limitrofe, evitando l'insorgenza di abbagliamento verso l'esterno. Le aree interne all'impianto fotovoltaico, infine, dovranno essere inerbite con un idoneo miscuglio di specie erbacee autoctone, in modo da garantire il mantenimento della fertilità del suolo. Questi interventi, hanno lo scopo prevalente di schermare le opere in progetto dalle aree residenziali e agricole circostanti, migliorandone pertanto l'inserimento paesaggistico⁵⁶.

⁵⁵ Regione Emilia Romagna, Provincia di Parma, comune di Fontanellato (2010), impianto fotovoltaico "cava Ghiara delle montate", località Albareto, Fontanellato (PR), relazione illustrativa

⁵⁶ Ibidem



Figura 12: Esempio d'installazione energetica in un'area estrattiva. Fonte: impianto fotovoltaico "cava Ghiara delle montate"

In questo caso studio, viene messo in evidenza come un'area compromessa dalle attività estrattive, alla fine della sua fase produttiva, possa riacquistare nuovamente una funzione produttiva e quindi essere destinata alla produzione di energia pulita. Questo tipo di riconversione, non restituisce all'area l'omogeneità persa precedentemente ma, consente un ripristino che presenta maggiori possibilità di compimento, considerato l'attuale interesse alla produzione di energia da fonti rinnovabili. Allo stesso tempo questa nuova reinterpretazione dello spazio, tutela indirettamente le aree produttive e ne preserva il consumo, privilegiando queste aree dismesse e compromesse a queste destinazioni d'uso. Come dice Burtynsky: *"di questi luoghi non abbiamo in genere un'esperienza diretta e, tuttavia, con i loro prodotti interagiamo quotidianamente. Le mie immagini vogliono essere una metafora del dilemma dell'esistenza moderna e inseguono un dialogo fra attrazione e repulsione, seduzione e paura. L'uomo è attratto dal desiderio, dalla possibilità del benessere ma, allo stesso tempo, più o meno consciamente è consapevole dei danni inferti al mondo dalle sue conquiste. La dipendenza dalla natura in quanto fonte dei materiali necessari ai suoi consumi e la preoccupazione per la salute del pianeta lo stringono in una contraddizione profonda. Dal mio punto di vista, queste immagini sono come specchi che riflettono la nostra*

epoca"⁵⁷. In accordo con la visione di Burtynsky, le aree estrattive sono specchi che riflettono la nostra epoca e, non per forza devono spingersi verso il ripristino forzato, ma a seconda del contesto in cui si trovano, possono nuovamente svolgere una funzione produttiva, ma con una sensibilità diversa per l'ambiente. Trasi, analogamente, osserva che "mentre un tempo le cave sono state essenziali per fare architettura, ora l'architettura è necessaria per le cave"⁵⁸, pertanto un intervento di riconversione atto alla produzione di energia esprime la necessità di intervenire sulle cave. La ricerca intende individuare e definire metodologie di analisi e ipotesi progettuali innovative, che, superando la nozione di "risarcimento" e "restauro" del paesaggio derivanti da operazioni di sola "mitigazione ambientale", proponano progetti di paesaggio fondati sulla "capacità di stabilire relazioni fra gli elementi di varia natura"⁵⁹. I casi studio presi in analisi presentano, in base ai loro contenuti, una prima linea di coerenza con la strategia che questo progetto intende seguire e che verrà spiegata nei paragrafi successivi.

3.5.1 Mitigazione dell'impatto ambientale nelle aree estrattive

L'esercizio delle attività estrattive è vincolato da un insieme di norme tecniche, che si tramutano sotto forma di continui controlli, affinché le ripercussioni sull'ambiente siano le minori possibili. Una delle norme principali che regola le attività estrattive sostiene che gli interventi di mitigazione e riqualificazione ambientale, siano elementi imprescindibili dal progetto di coltivazione stesso e ne autorizzano o meno l'esercizio. L'intervento di recupero (parte essenziale del Piano di coltivazione) consiste nel definire tutti gli interventi e nell'impostare la metodologia di recupero dell'area

⁵⁷Burtynsky E., (2006), in "Lotus international: rivista d'architettura", n. 128, pp. 84-89

⁵⁸Trasi N., (2001), Paesaggi rifiutati paesaggi riciclati, Prospettive e approcci contemporanei, Dedalo, Roma

⁵⁹Calcagno Maniglio A., (2010), Progetti di paesaggio per i luoghi rifiutati, Gangemi, Roma

una volta dismessa. Il Piano, inoltre, deve tener conto dello stato della cava nelle varie fasi e nei vari periodi di estrazione affinché, sia monitorato il suo impatto ambientale nel complesso. L'equilibrio del sistema ecologico e faunistico rappresenta l'obiettivo principale del recupero-in attività e favorisce un recupero ottimale quando la coltivazione si esaurisce. La miglior soluzione da adottare sarebbe far arrivare le cave alla loro dismissione in un contesto in cui la mitigazione è stata fatta di pari passo, oltre che per l'efficacia degli interventi, ma anche per il minor costo dei possibili recuperi ambientali da eseguire a cavatura esaurita⁶⁰. Nelle cave di versante, gli interventi di trasformazione del fronte devono essere progettati in modo tale che si inseriscano adeguatamente nel contesto paesistico, evitando morfologie regolari e tagli netti. Per far sì che la sistemazione morfologica sia ottimale devono essere valutati i seguenti criteri:

- Ricostruzione della morfologia mediante riempimento;
- Arretramento del ciglio superiore e nelle zone di contatto laterali di cava, in modo che l'asportazione anche irregolare del materiale permetta la relazione non regolare e "mascherata" con il contesto circostante;
- Rendere la forma regolare illeggibile attraverso l'abbattimento di alcuni tratti dei ciglio superiore dei gradoni;
- Formare rampe di raccordo fra gradoni, per consentire i flussi della fauna e per consentire una disposizione della vegetazione irregolare;
- "Invecchiamento" naturale mediante l'irrorazione a pressione di sostanze che accelerano il processo di invecchiamento (solamente in casi dove ci sono evidenti discontinuità cromatiche ed il materiale è lucido e riflettente).

Per far sì che la naturalizzazione si svolga nella maniera migliore, deve essere svolta l'analisi delle componenti vegetazionali e

⁶⁰ Regione Liguria, Dipartimento Ambiente, Linee guida per la progettazione, gestione e risanamento ambientale delle attività estrattive a cielo aperto e in sotterraneo e opere connesse

faunistiche presenti nell'area di cava e nell'area limitrofa ad essa. Devono essere attuati interventi che permettano la resistenza all'erosione, in misura simile per caratteristiche alle aree limitrofe. È necessario inoltre, per favorire il recupero naturale della vegetazione, l'inerbimento attraverso idrosemina, riutilizzando ove possibile il terreno e le specie vegetali locali, con opere di stabilizzazione quali palizzate etc.⁶¹ Tali operazioni sono efficaci ed essenziali per accelerare il processo di evoluzione e produzione di terreno "maturo" adatto ad ospitare un sistema vegetale completo. Il miglioramento del terreno e la protezione dagli agenti atmosferici, che garantisce il manto erboso, prepara il terreno per la successiva messa a dimora di giovani esemplari di specie arboree. Successivamente a questa fase, la copertura vegetale potrà essere lasciata libera di evolvere spontaneamente. Le tecniche di ingegneria naturalistica devono essere applicate sostituendo nel caso presenti, piante tradizionali (come ad esempio i salici che hanno la funzione di frangivento) con piante autoctone ed idonee climatiche e fisiche del sito, in maniera che ci siano maggiori possibilità di sviluppo e che i costi di manutenzione siano limitati.



Figura 13 Figura 12 Esempio di mitigazione in un settore esaurito di un'area estrattiva. Fonte: Pizzadili A. (2011-2012)

⁶¹ Ministero dell'ambiente e della tutela del mare, (2006), Manuale di indirizzo delle scelte progettuali per interventi di ingegneria naturalistica

Nel caso la rinaturalizzazione avvenga attraverso la creazione di una zona umida, la piantumazione delle specie vegetali lungo le sponde, deve essere fatta, mantenendo se possibile, alcuni tratti subverticali privi di vegetazione che permettano la nidificazione di alcune specie animali ⁶².

⁶² Regione Liguria, Dipartimento Ambiente, Linee guida per la progettazione, gestione e risanamento ambientale delle attività estrattive a cielo aperto e in sotterraneo e opere connesse

4 Scenario di riconversione del sistema di cave dismesse di Buddusò: il parco dell'energia sostenibile

Alla luce dell'analisi e dei casi di studio che sono stati presi come esempio all'interno del lavoro, è necessario iniziare a spiegare come intende muoversi il progetto che prevede gli interventi in merito al parco delle cave del territorio di Buddusò. La situazione economica e sociale del territorio, legata anche alle problematiche sulle questioni ambientali e paesaggistiche, mette in luce la necessità di trovare esigenze che colleghino tutti questi aspetti. Sarà fondamentale, all'interno del progetto proposto, il concetto di sostenibilità, cioè quell'idea che vuole che le risorse di un territorio siano adoperate - e non sfruttate - in maniera tale che le generazioni successive possano usufruirne nella stessa misura. Per questo motivo gli obiettivi e le azioni del progetto cercheranno di muoversi in direzione di interventi sostenibili sia dal punto di vista ambientale che economico al fine di poter far fronte alle diverse richieste che il territorio, esplicitamente o meno, avanza in questo momento.

Proprio per potersi muovere in direzione delle più grandi esigenze territoriali, il progetto proposto prende in considerazione la componente partecipativa; questa dovrà essere d'aiuto alla definizione sia delle linee strategiche che degli obiettivi. L'introduzione della componente partecipativa all'interno del lavoro sarà un metodo che permetterà di dialogare apertamente con tutti gli attori locali che hanno avuto un ruolo fondamentale nelle trasformazioni che conosciamo oggi. La parte partecipativa, che può essere considerata una sorta di fase preliminare del lavoro, potrà promuovere eventuali partnerships tra settore pubblico e privato e cercherà di mettere al centro del progetto l'intera comunità di Buddusò, al fine di arrivare alla definizione di linee strategiche e obiettivi che possano fornire nuovi indirizzi di utilizzo a quelle aree che, attualmente, presentano i numerosi problemi che sono stati individuati nel corso dell'analisi.

La partecipazione della comunità all'interno del progetto è ritenuta necessaria al fine di non approcciarsi al territorio in maniera rigida, puramente paternalistica, ma di trovare modalità di sviluppo e interventi coerenti con il contesto locale e sociale all'interno del quale si intende intervenire⁶³. All'interno di un progetto ampio che si propone di interessare e interagire con l'intero territorio, comprendere e confrontarsi con la volontà locale è una questione di fondamentale importanza. Un progetto che non intende calarsi rigidamente sul contesto al quale si riferisce deve sapere di poter contare sulle risorse e sulle capacità del territorio. Compito del progetto sarà attrarre dall'esterno nuove energie e capitali capaci di rendere competitivo il contesto locale in una rete più ampia. I nuovi centri abitati sono caratterizzati da attività complesse e differenziate (basti pensare al numero di relazioni e spostamenti per motivi di lavoro fra diversi centri), per questo bisogna immaginare come rendere compatibili e potenziare più linee di sviluppo che permettano la competitività dei centri ad un livello sovra locale ma con ricaduta a livello locale. Ciò richiede capacità organizzativa, non solo della amministrazione pubblica, ma anche dell'impegno degli attori locali, in un clima di cooperazione. Di fatto la città vive e si sviluppa (soprattutto in questo periodo) di iniziative ed azioni private dove la libertà di proposta e la capacità di innovazione devono essere riconosciute e sostenute dalle amministrazioni pubbliche. Per questo una nuova progettazione e pianificazione di un territorio deve rappresentare uno schema aperto, composto da soggetti pubblici e privati che collaborano e mettono in campo tutte le esperienze e la conoscenza per far sì che

⁶³ Nel caso di pianificazioni con forti componenti di partecipazione di carattere urbano può essere interessante l'esempio teorico delle pianificazioni condotte in India da Patrick Geddes. L'approccio portato avanti e considerato fondamentale era quello dell'introduzione delle comunità all'interno del meccanismo di pianificazione che era presentato agli attori come un gioco al quale tutti potevano partecipare portando sia le loro opinioni e i loro interessi; un altro scopo della partecipazione delle comunità all'interno della pianificazione urbana (in questo lavoro non ci si riferisce al centro abitato ma alla comunità che vive gli spazi attorno ad esso) era quello di portare dalla parte del progetto gli interessi della comunità e, quindi, avere dalla propria parte la comunità stessa. Si vedano Ferraro, 1998, Geddes (1915) e Geddes (1917)

il territorio si sviluppi e non esaurisca le linee di possibile sviluppo locale.

Per questi motivi, il progetto sulla rete delle cave non può presentarsi come l'elenco delle richieste che una comunità rivolge alle Amministrazioni. Deve essere, piuttosto, un accordo tra tutti coloro che fanno parte di un percorso di sviluppo riconosciuto come condivisibile e possibile. La chiave di un progetto che mira non soltanto a delineare un preciso obiettivo, ma ad incanalare in quella direzione risorse umane ed economiche, è fortificata dalla partecipazione di attori privati locali in grado di investire in progetti che, con la collaborazione conoscitiva dell'amministrazione, portano all'aumento della condizione economica di tutti ed ad una conservazione e salvaguardia del territorio che altrimenti andrebbe incontro ad una decadenza inesorabile. Il confronto, anche conflittuale, dei valori e degli interessi di tutti, è necessario per un progetto capace di reggersi. Per far sì che la partnership fra pubblico e privato funzioni e sia efficace è necessario tener conto di quali sono gli interessi non comuni delle due figure. Il settore pubblico di gestione territoriale ha come fine ultimo quello della salvaguardia del territorio ed in parallelo la necessità di costruire un nuovo sistema economico per il territorio; il settore privato (inteso come associazione di finanziatori e proprietari locali), nonostante sia composto da membri del luogo ed interessati al territorio, generalmente ha fini di lucro. Queste due figure rappresentano l'organo politico del giudizio che ha bisogno di essere affiancato da un parere scientifico e tecnico affinché sia garantita la correttezza delle procedure dell'intero progetto. Il gruppo di lavoro che si viene a formare - composto da tutti coloro che prendono parte al progetto - ha il compito, riunendosi, di creare reti di cooperazioni e di dialogo fra i vari attori ed inoltre gestire le varie fasi ed azioni di sviluppo del progetto. La previsione del lavoro, infatti, non si sviluppa con rigidità, vuole uno sviluppo rigido delle azioni in successione "meccanica", ma richiede che ciascuna azione sia in armonia con una visione comune locale.

In questo modo, il progetto tenta di riunire, in un quadro chiaro e analitico, un insieme di azioni condivise che si susseguono nel momento in cui i diversi attori, comprese le istituzioni di rappresentanza, fanno partire il ciclo in base alle diverse necessità pratiche e tecniche.

La componente partecipativa, quindi, può anche essere considerata come una fase preliminare del progetto che cerca di introdurre gli attori locali al suo interno, siano essi in forma pubblica che privata. In questo modo sarà il progetto stesso a porre una base di lavoro che si appoggia direttamente al contesto sociale del territorio.

Per questo motivo è anche utile osservare i dati su occupazione e disoccupazione all'interno del comune di Buddusò, al fine di comprendere con che struttura sociale ci si confronterà nel corso del progetto. Il tasso di disoccupazione del comune è pari al 22.79%, quello di occupazione, invece, al 40.65%; all'interno degli occupati, la suddivisione mostra il 16.69% di attivi in agricoltura, il 31.30% in industria e il 51.58% nel terziario⁶⁴. Il contesto sociale a cui ci si rivolge, dunque, può influire - in base alla sua formazione e alla suddivisione dei lavoratori nei tre settori - sulla definizione degli obiettivi o anche delle strategie. L'ipotesi di progetto avanzata in questo lavoro, si rivolge a quella parte di comunità che, con la forte crisi che ha investito il settore dell'estrazione del granito, ha contribuito ad aumentare la percentuale di disoccupazione. Le osservazioni su occupazione e disoccupazione del comune di Buddusò, danno anche un primo indirizzo alle strategie del progetto cercando di trovare nuovi utilizzi a quegli spazi che oggi descrivono il declino economico e ambientale di questo territorio.

In maniera più diretta, è necessario dare una descrizione primaria e generale del progetto. La struttura dell'intervento, al fine di portarsi in linea di coerenza con l'analisi, e con le considerazioni sui casi studio e tutti gli aspetti che ne sono emersi, partirà dalla

⁶⁴ Atlante Nazionale Del Territorio Rurale, Dossier del Sistema Locale di Buddusò, Ministero delle Politiche Agricole.

definizione di tre strategie d'intervento che guideranno il progetto nel suo intervento diretto sul territorio. Le linee strategiche serviranno per fornire una prima risposta alle criticità; la prima delle tre linee (denominata T1 negli schemi progettuali) è quella indirizzata al ripristino ambientale e mette in risalto l'importanza di riportare le aree interessate dall'attività estrattiva all'interno del contesto ambientale e paesaggistico, facilitando la ripresa dei processi ambientali all'interno di quei territori che oggi si presentano fortemente compromessi dalle attività di cava. Questa strategia porta all'interno del progetto una forte sensibilità per l'ambiente naturale inteso come generatore di risorse fondamentali per un settore estremamente importante dell'economia di Buddusò, ovvero quello delle produzioni primarie. La sensibilità ambientale che guida la prima linea strategica non è, quindi, una semplice difesa dell'ambiente naturale, votata a un ripristino che potrebbe convertirsi in una tutela rigida e vincolante, ma è orientata ad un nuovo e possibile utilizzo degli spazi oggi compromessi con quelle attività non impattanti e perfettamente sostenibili che contribuiscono a generare economia all'interno del territorio e possono ancora farlo in un margine temporale estremamente ampio. La sensibilità di questo lavoro riguardo al sistema ambientale e i suoi processi, può anche essere vista come un mantenimento di strutture economiche che - come già successo in passato in questo territorio - potranno giocare ruoli fondamentali nella vita delle comunità.

La seconda linea strategia è quella che ricoprirà il ruolo di protagonista all'interno del progetto: la linea T2 prevedrà, infatti, tutti gli interventi in materia di riqualificazione e progettazione energetica degli spazi delle cave. In questo modo, gli spazi delle aree estrattive dismesse potranno tornare ad avere funzioni economiche e lavorative di alto livello. Diverse analisi cartografiche, hanno permesso di studiare l'attitudine del territorio alle produzioni energetiche sostenibili, in questo modo è stato possibile comprendere quali siano gli spazi più adatti delle

aree estrattive ad accogliere interventi in materia di pianificazione energetica.

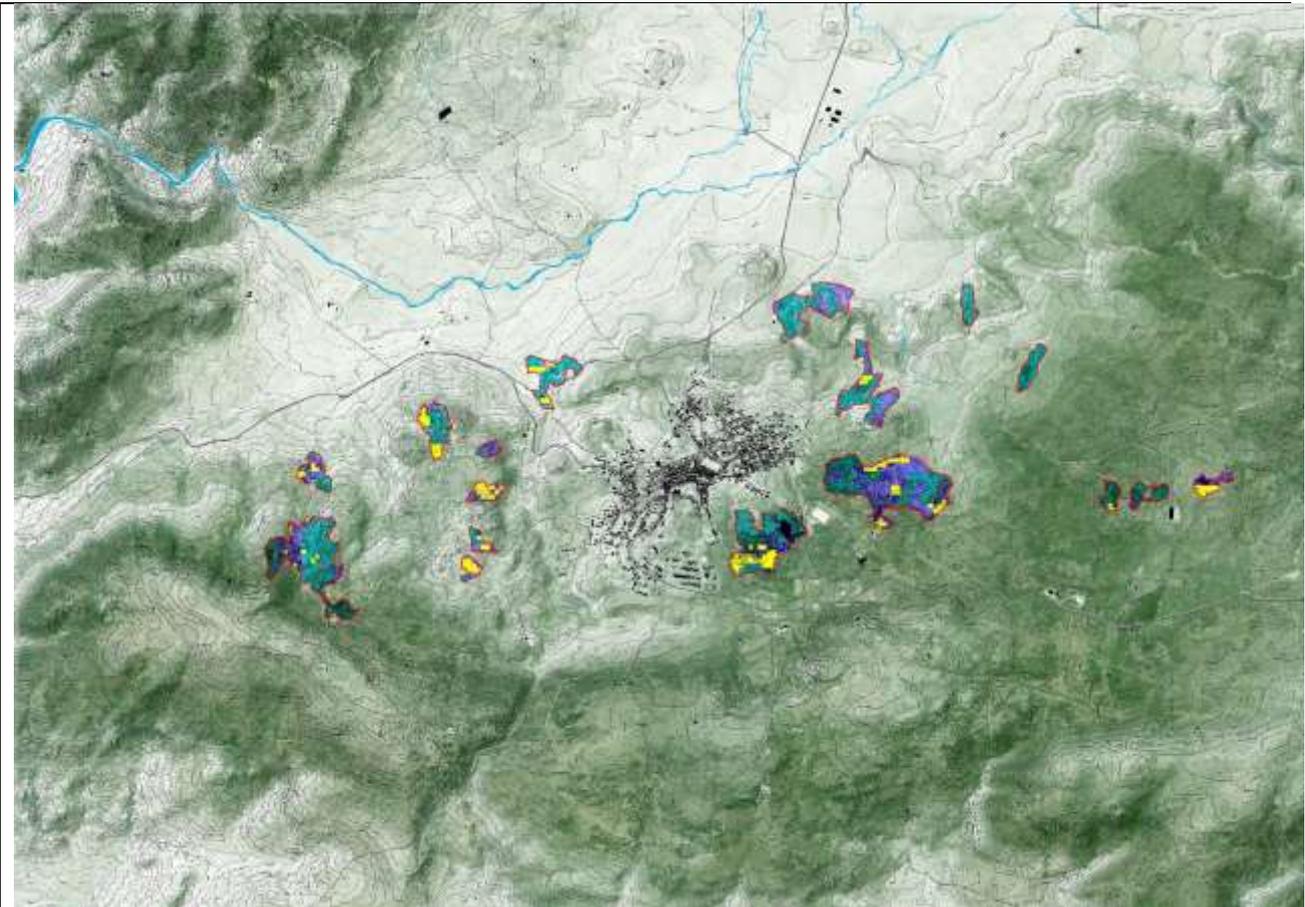


Figura 14 attitudine alla produzione all'interno delle aree di cava. Le aree gialle rappresentano quelle con attitudine massima alla produzione solare, quelle blu alla produzione eolica e quelle verdi media per entrambi i tipi di produzione solare. Elaborazione propria tramite software ArcGis

La linea T2 cerca una riconversione delle aree dismesse attraverso attività economiche che abbiano riscontri diretti ed economicamente validi. Dal momento che un ripristino ambientale totale non è possibile ovunque, l'utilizzo ideale verso il quale il progetto si orienta, in vista di un basso impatto ambientale e di produzioni sostenibili, diventa quello delle produzioni energetiche. Con questi interventi, oltre che restituire destinazioni d'uso a spazi ormai vuoti e senza funzioni, si cerca di ottenere un primo circuito finanziario interno che permetta di sostenere economicamente i costi delle linea strategica T1 (riferita alla riqualificazione ambientale). Inoltre, considerati i costi e i ricavi delle produzioni energetiche previste all'interno di questa linea strategica, è previsto anche un utile diretto che viene destinato interamente

all'amministrazione locale e che può rappresentare una potenzialità di investimento in nuove attività, anche di carattere più urbano. Un punto molto importante della linea strategica T2 è che, oltre alle produzioni di energia, si prevedono anche misure e interventi in merito all'innovazione tecnologica e alla ricerca basata sempre sulla produzione di energia sostenibile. In questo modo si cercherà, in un margine temporale medio-lungo, di diversificare le produzioni energetiche e l'efficienza stessa dei metodi di produzione.

L'ultima linea strategica, infine, è quella orientata al riuso; questa linea, denominata T3 negli schemi progettuali, mira i suoi interventi al riuso degli spazi di cava periurbani e che non presentano caratteristiche tali da prestarsi alla riqualificazione ambientale o energetica. Gli interventi che verranno previsti in questo senso, infatti, mireranno a portare un'integrazione tra questi spazi e il sistema urbano e alla progettazione di nuovi spazi pubblici che possano essere un nuovo collante tra il centro abitato e il suo territorio. La linea strategica del riuso, tenterà di introdurre le aree estrattive periurbane all'interno delle dinamiche urbane ripensandole come spazi pubblici, aree parco, o "aree cuscinetto" che aiutano il centro abitato a trovare un nuovo sistema di continuità con il suo territorio di pertinenza.

È necessario, comprendere come le linee strategiche trovino un primo riscontro territoriale, e cioè con quali criteri il progetto prevedrà il perseguimento di una linea strategica in una cava o nell'altra all'interno del territorio interessato. Per poter definire quali strategie utilizzare, le cave sono state suddivise in tre categorie basate sulle loro caratteristiche fisico-morfologiche e produttive⁶⁵; pertanto, sono stati individuati 3 fattori principali che permettono una categorizzazione delle stesse:

⁶⁵ Per caratteristiche produttive si intende l'attitudine alla produzione energetica da fonte solare e eolica elaborata attraverso l'utilizzo di software GIS

Linee strategiche d'intervento
Categorizzazione delle cave nelle linee strategiche

T1

ripristino ambientale

estensione_ da 1 a 5 ha (peso 30%)
attitud. di produzione_ indifferente (peso 0%)
tipo coltivazione_ sbancamento (peso 70%)

T2

Produzione energetica

estensione_ indifferente (peso 0%)
attitud. di produzione_ tutte le produzioni (peso 80%)
tipo coltivazione_ tutte le coltivazioni (peso 20%)

T3

Riuso

estensione_ tutte le estensioni (peso 10%)
attitud. di produzione_ bassa (peso 15%)
tipo coltivazione_ sbancamento (peso 75%)

Figura 15: Parametri di categorizzazione delle cave secondo le diverse linee di intervento

Secondo una categorizzazione di questo tipo, sarà possibile definire un primo aspetto del sistema generale del progetto poiché le cave seguiranno una determinata strategia in base alle caratteristiche fisiche che presentano in questo momento. Questo sistema di classificazione porta all'individuazione spaziale diretta degli obiettivi e degli interventi che il progetto intende perseguire a partire dalle tre linee strategiche principali.

Nome cava	Tipo Intervento
Oddastra Sa Serra	T3/T2
Oddastra (2)	T2
Iselle	T2/T1/T3
**Sas Laddas	T2/T1/T3
*Pascalineddu	T2/T1/T3
Biralò	T2
S'istria Sos Arestes	T3
Bozzano	T3
Ludurru	T3
Sa crapa	T1/T2/T3
Su nodu 'e sa matta	T1/T2/T3
Su nodu 'e sa matta (2)	T1
Sa tanca manna	T1
Potoine	T1/T2/T3
Ludurru (2)	T2

* Le cave Pascalineddu sono due una a Nord e una a Sud, nello specifico si ipotizza la linea T1 e T3 per quella Nord e la linea T2 per quella Sud

** Per questi toponimi sono presenti due cave separate

Figura 16: Categorizzazione delle cave in base alle loro caratteristiche fisico-morfologiche

A questo punto, sarà necessario spiegare le linee strategiche in maniera più dettagliata. Per ogni strategia il progetto prevede degli obiettivi e delle azioni che possono trasformarsi in interventi diretti sullo spazio delle cave. Con la spiegazione nel dettaglio delle azioni di progetto si cercherà, di spiegare in maniera più dettagliata come l'intera proposta progettuale cerca di contestualizzarsi con il contesto e cerca di perseguire gli obiettivi principali che sono stati definiti nelle tre principali linee strategiche.

4.1 La linea strategica T1: il ripristino ambientale

Come già anticipato nel paragrafo precedente, ogni linea strategica del progetto si articola in obiettivi e azioni di progetto. Per una migliore spiegazione della struttura della proposta progettuale, il discorso si concentrerà sull'obiettivo e le azioni ad esso relative. In questo modo sarà più semplice comprendere come ogni azione cercherà di agire in maniera tale da perseguire l'obiettivo dal quale scaturisce.

Seguendo, quindi, lo schema progettuale generale, il primo obiettivo della linea strategica T1 è la **riqualificazione ambientale**. Attraverso quest'obiettivo si intende restituire gli spazi delle cave ai processi ambientali ai quali sono stati sottratti. La fine dell'economia estrattiva del granito, oggi, mostra le cave dismesse come profonde ferite all'interno di un territorio prevalentemente governato dai processi dell'ambiente naturale e da azioni antropiche non impattanti come le attività pastorali. Oggi, i segni territoriali delle cave marcano fisicamente una profonda contraddizione tra l'ambiente naturale e le economie che l'uomo ha sviluppato in questi ultimi anni. La loro forte presenza e la loro inattività, adesso, danno la vera immagine dell'attività estrattiva e cioè un'immagine di un'economia non sostenibile, con impatti ambientali e paesaggistici enormi cui è necessario porre rimedio. In realtà anche la legislazione vigente mette in primo piano la necessità di ripristinare dal punto di vista ambientale le aree estrattive, una volta concluse le attività⁶⁶, ma questo sistema di obbligazione non sembra, comunque, avere dei riscontri tangibili sul territorio, soprattutto per via di due fattori principali: in primo luogo i costi elevati delle opere di ripristino iniziano a giocare contro questo sistema, in secondo luogo, il ripristino stesso è considerato come un puro ritorno alla "natura primigenia"⁶⁷ e quindi come se fosse il ritorno a un qualcosa di sacro e inviolabile, strettamente tutelato e vincolato e, per questo, economicamente poco importante. L'ipotesi

⁶⁶ Si riveda il paragrafo 3.4.2 "Normativa Regionale"

⁶⁷ Sereni E. (1961), Storia del paesaggio agrario italiano, Laterza, Roma

di ripristino e riqualificazione ambientale del progetto, invece, non propone solamente opere che riportino gli spazi delle cave a un aspetto di naturalità pura, ma vuole reinserire questi spazi, sì nei cicli dell'ambiente naturale, ma anche nelle dinamiche antropiche di produzione non impattanti. In questo modo, oltre a riuscire a restituire la qualità ambientale a tali porzioni di territorio, si trova anche un modo che faccia sì che queste aree abbiano un interesse economico, ed esista, quindi, un interesse di una parte della comunità ad incentivare il ripristino. Il ripristino ambientale, come inteso da questo progetto, può anche essere considerato come una reintegrazione delle aree di cava all'interno delle unità di paesaggio dei pascoli e delle sugherete; la reintegrazione di queste aree, quindi, non potrà essere associata a una forma di tutela vincolistica dell'aspetto territoriale, ma dovrà passare per incentivi (non per forza monetari) di tutte quelle funzioni costitutive del paesaggio agrario del territorio di Buddusò⁶⁸. Agendo in questo modo sui processi promossi dal progetto in materia di ripristino e riqualificazione ambientale, si evita di rivolgersi alle aree interessate con dei vincoli e si cercherà di dare loro un'integrazione attiva che passi da attività sostenibili ed economicamente importanti. Per quest'insieme di motivi, le azioni e gli interventi riferiti a questo obiettivo sono:

⁶⁸ "Il paesaggio è oggi interpretato come il risultato dell'integrazione dei processi economici, sociali ed ambientali nel territorio, piuttosto che una semplice "bellezza naturale" di Crociana memoria, incorporando le tematiche ambientali al suo interno piuttosto che viceversa. [...]"

Se il riconoscimento dell'importanza della sua conservazione per la prevenzione del rischio idrogeologico inizia ad essere esplicitata con chiarezza, vedi il caso delle Cinque Terre, molto più problematico e carico di significati simbolici è, ad esempio, l'idea dei rapporti tra paesaggio e natura diffusa nel Paese. Come altri paesi occidentali l'Italia ha incorporato nella pubblica opinione e nella legislazione il concetto di "ritorno alla natura" per migliorare ambiente e paesaggio, in omaggio a correnti di pensiero nord americane e nord europee, che tali culture "forti" hanno esportato in tutto il mondo, assieme a molti altri aspetti della globalizzazione, ma fortemente sostenuto nella letteratura scientifica. Da un po' di tempo si è però iniziato a riflettere in modo meno superficiale sulle strategie fin qui seguite. Se, come scriveva Emilio Sereni, il nostro paesaggio rurale sono le forme impresse dall'uomo alla base naturale per le esigenze delle attività agricole, pastorali e forestali, la sua conservazione non può essere interpretata come il ritorno alla "natura primigenia" (Agnolletti, 2012, Viva l'Italia dei Paesaggi) (Sereni, 1961, Storia del paesaggio agrario italiano)

- Ripristino delle aree non produttive;
- Interventi sulla riduzione del rischio di frane e smottamenti;
- Interventi preliminari di ripristino con attività di permacultura;
- Limitare lo spreco di suolo dovuto a diverse attività preferendo l'utilizzo primario delle aree degradate;

Come già accennato prima, gli interventi cercheranno di evitare quanto più possibile le misure vincolistiche che caratterizzano i ripristini dell'ambiente naturale ma cercheranno di porsi come misure che facilitino l'integrazione tra processi ambientali e antropici che non siano compromettenti per l'ambiente naturale ma che, possano essere d'aiuto al reinserimento delle sue dinamiche nelle aree compromesse. L'azione che riguarda il ripristino delle aree estrattive non produttive riguarda in maniera particolare alcuni interventi in materia di ingegneria naturalistica molto semplici da pianificare e mettere in opera, grazie alle tecnologie con le quali sono stati sviluppati fino ad adesso. Le azioni di progetto orientate a questo obiettivo, infatti, prevedono tecniche come l'idrosemina sulle pareti createsi in seguito agli scavi, messa a dimora di talee e piante endemiche, costruzione di strutture come le gradonate e le palizzate; in questo senso, gli interventi di progetto sulle aree estrattive dismesse si muovono anche in direzione dell'azione che prevede una messa in sicurezza di questi spazi dal pericolo di frane e smottamenti che rappresentano - soprattutto con la conclusione delle attività di cava e il conseguente abbandono delle aree estrattive - dei pericoli sempre più concreti che mettono sempre più a rischio la potenzialità di queste aree di tornare a integrarsi con il territorio e il paesaggio circostanti.

Le altre due azioni previste in questa parte di progetto, infine, sono quelle sulle **attività di permacultura** e quelle sulla **limitazione dello spreco di suolo**. Partendo dalle attività di permacultura, è necessario innanzitutto darne una definizione che aiuti a spiegare di cosa, si tratti e che rapporto hanno queste attività con lo schema generale progettuale.

"La permacultura si può definire come un sistema di progettazione per insediamenti umani ecosostenibili, fondati sulla centralità dell'agricoltura e su un'attenzione particolare al territorio. Si può definire anche come ecologia applicata, i cui principi di riferimento sono estrapolati dall'osservazione della natura. A monte di questa osservazione c'è una domanda precisa: come fanno i cicli naturali a ripetersi instancabilmente nel tempo? In che modo la fertilità di un bosco o di un pascolo naturale si rinnova automaticamente senza bisogno di concimi, lavorazioni e altri interventi colturali? Da questa osservazione, Bill Mollison e David Holmgren hanno ricavato i principi di base della permacultura, termine che nasce dalla fusione di "*permanent*" e "*agriculture*", a significare l'importanza di passare da un modello agricolo basato in gran parte su colture annuali energivore a uno schema che invece, su esempio degli ecosistemi naturali, punta alla creazione di colture pluriennali caratterizzati da bassi consumi e impiego ridotto di lavoro umano"⁶⁹.



Figura 19: Schema di un sito realizzato con il sistema della permacultura. Fonte: <http://www.earthactionmentor.org/>

⁶⁹ Tratto da Terra Nuova Maggio 2007 di F.G., Editrice A.A.M. Terra Nuova s.r.l., Firenze

La permacultura vede nelle pratiche agricole estensive e sostenibili un motore di riqualificazione ambientale; ovviamente va osservato come questa riqualificazione abbia stretta necessità dell'azione umana e non si può basare solamente su un ripristino dei fattori naturali. In questa visione, le attività agricole tornano ad essere motore di sviluppo ambientale, di ripristino degli equilibri dell'habitat e dell'aumento della biodiversità. La permacultura, come presentata dalla letteratura odierna, è quindi un nuovo modello di riqualificazione che mette il lavoro dell'uomo sulla terra al centro del discorso sull'ambiente naturale e sul suo equilibrio. Tuttavia, volgendo lo sguardo alla storia del territorio vanno fatte alcune osservazioni fondamentali; l'ambiente e il paesaggio sardo, contrariamente a come ci si presenta durante i nostri giorni, era un ambiente fortemente segnato dalle attività agricole; il territorio di ogni comune aveva una struttura ben precisa che si basava fondamentalmente solo sulle attività agro-pastorali e ad esse doveva il suo equilibrio nella rigenerazione delle risorse naturali. Tutte le dinamiche produttive della società pastorale sarda erano dinamiche volte alla rigenerazione delle risorse e ad una produzione sostenibile ed erano indissolubilmente legate alla struttura territoriale. In base a questo sistema produttivo che era proprio di ogni comune o villaggio della Sardegna, il modello teorizzato della permacultura, intesa nel suo senso letterale come agricoltura permanente che deve mantenere l'equilibrio ambientale, non è per niente estraneo a questo territorio, anzi, è proprio nel contesto sardo che una permacultura "ante-litteram" ha preso piede e si è sviluppata per secoli, con modelli e dinamiche produttive che si basavano su regole non scritte di sostenibilità ambientale e produttiva⁷⁰.

⁷⁰ Si può parlare, per la comunità sarda di villaggio, d'uno sfruttamento razionale del suolo, se con questo termine si intende lo sfruttamento spontaneo, imposto come il più utile dalle sole condizioni naturali. La più importante di queste condizioni, l'isolamento, implicava rigorosamente la necessità di produrre tutto quello che era indispensabile per l'esistenza, in modo da non doversi attendere nulla dall'esterno.

[...]

Questa organizzazione [del territorio dei villaggi] implicava generalmente una disposizione concentrica dei suoi elementi, in cui *i saltus* riservati alle greggi

Presi in considerazione questi concetti e la compatibilità tra i modelli teorizzati e quanto, ci racconta la storia del territorio sardo, l'utilizzo di tecniche di permacultura per la riprogettazione delle aree delle cave in direzione di una riqualificazione del loro ambiente è un modo per integrare all'interno di questi spazi quelle dinamiche proprie delle attività agricole che faciliteranno il recupero di queste grandi porzioni di territorio e allo stesso tempo si potrà portare avanti un'operazione di nuova conoscenza e anche nuovo studio delle antiche dinamiche agro-pastorali dell'intero territorio di Buddusò che, tramite i processi di permacultura - organizzati in relazione alla descrizione della struttura storica del villaggio - trovano una nuova rappresentazione in una scala ridotta all'interno di aree degradate che il progetto intende riqualificare.

All'interno della linea strategica T1, è necessario parlare anche del secondo obiettivo che il progetto intende perseguire e cioè **dell'occupazione di personale locale all'interno degli interventi diretti sulla riqualificazione ambientale**. Questo obiettivo mira a promuovere, all'interno dell'intero progetto - fin dalla definizione delle linee strategiche generali - la formazione professionale e l'introduzione negli interventi di una buona parte di popolazione (in riferimento ai dati sull'occupazione e la disoccupazione che sono stati trattati in precedenza). Con queste azioni e questo obiettivo, il progetto cerca di riferirsi, quindi, alla comunità stessa di Buddusò, con l'idea che sia necessario un suo intervento diretto sul territorio. Inoltre, rivolgersi alla comunità in termini lavorativi facilita i sistemi di partecipazione da parte della collettività che potrebbe anche rimanere estranea a interventi di questo tipo. Infine, l'idea che muove l'obiettivo dell'occupazione di personale locale all'interno degli interventi è quella di favorire più possibile il mantenimento dei sistemi ambientali ripristinati

erano i più lontani, le vigne e gli orti i più vicini all'abitato vero e proprio. Tra quelli e questi si stendeva lo spazio aperto dei campi coltivati e dei maggessi. I *saltus* riservati al bestiame erano estensioni immense quasi deserte. Tutto il resto costituiva, invece, l'*habitatione*. Non si tratta soltanto dell'insieme delle case, ma delle vigne, degli orti e dei campi coltivati". Le Lannou M. (2006), *Pastori e contadini di Sardegna*, Della Torre, Cagliari.

attraverso un lavoro diretto sul campo e non con tutele e restrizioni.

4.1.1 Esempi di intervento nella linea strategica T1

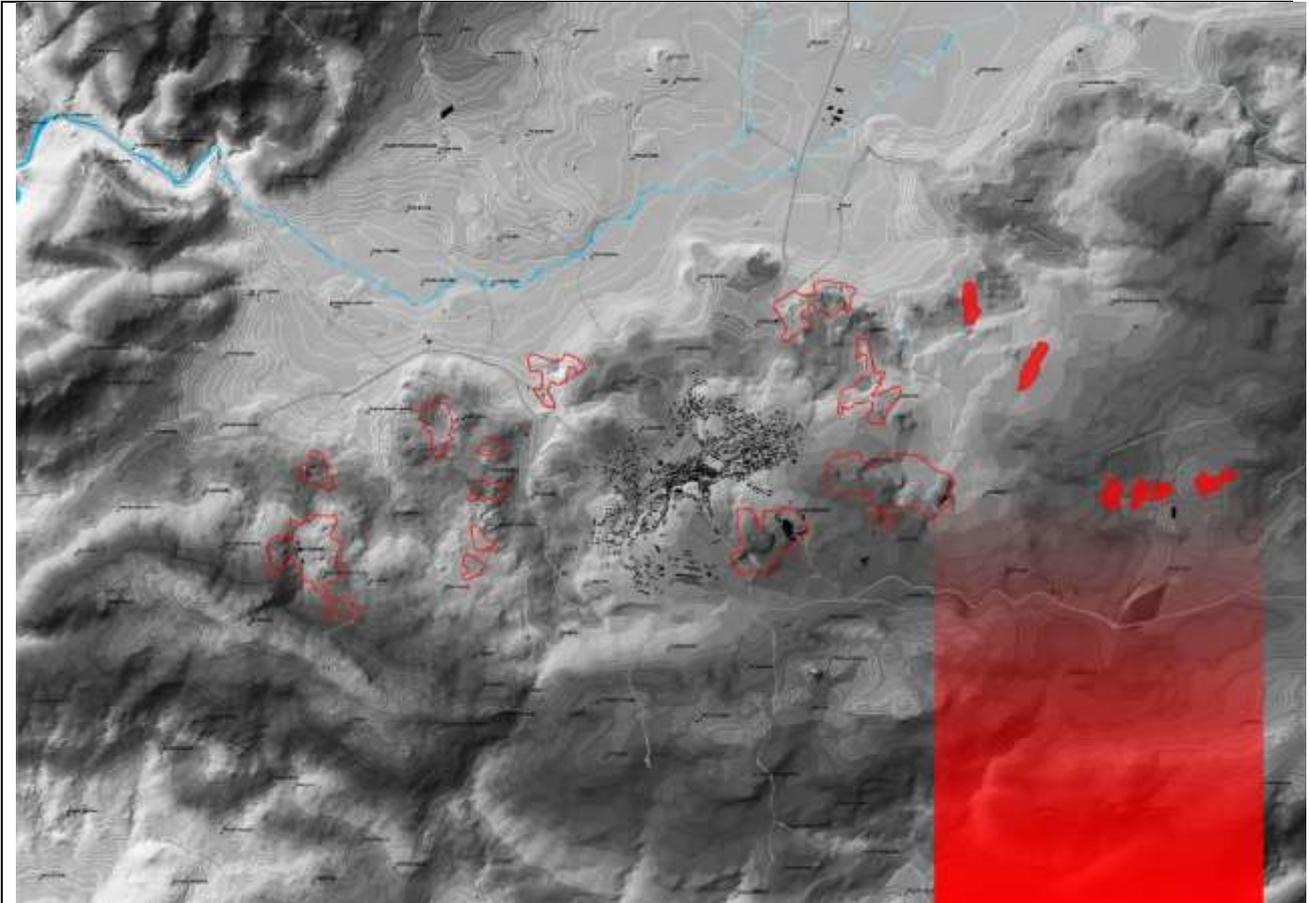


Figura 18: Inquadramento generale delle cave "potoine", "sa tanca manna", "sa crapa" e "su nodu e sa matta"

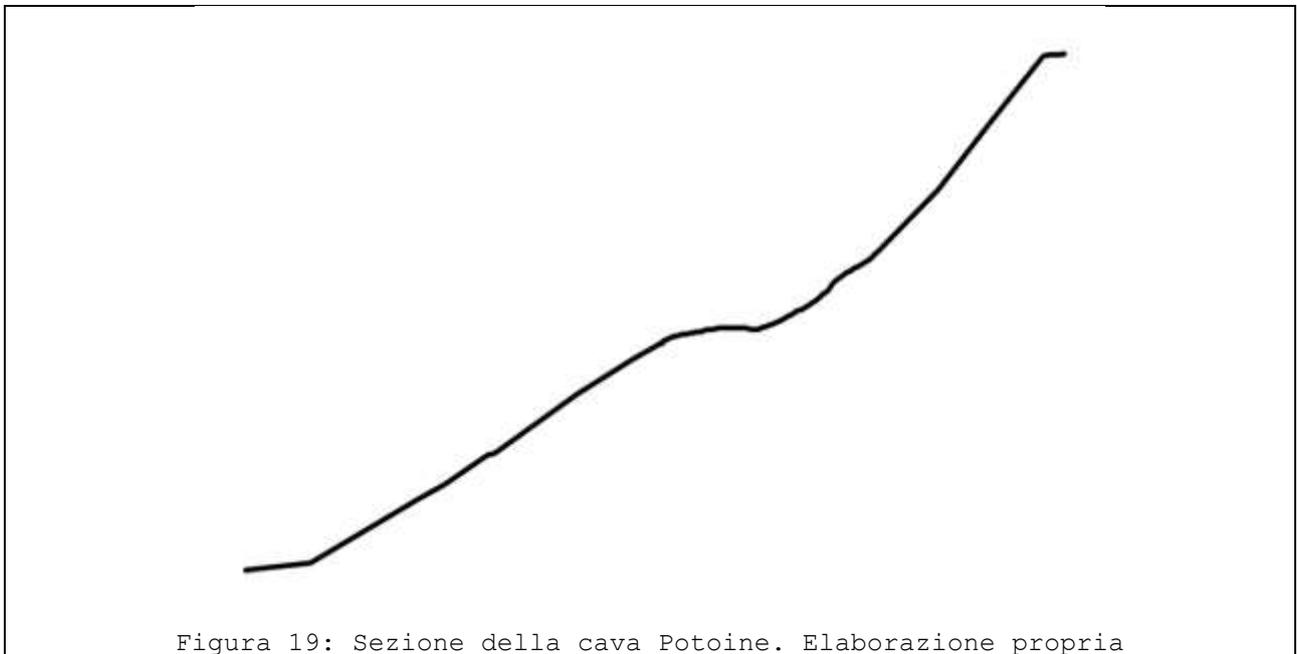
I processi di ripristino e riqualificazione ambientale possono cambiare al variare degli approcci che la progettazione intende seguire nelle linee del progetto. Come già detto in precedenza, la linea strategica T1, nella previsione dello schema generale di pianificazione, si pone due obiettivi generali che riguardano i processi di carattere ambientale rivolti al recupero delle aree estrattive ormai dismesse.

Tuttavia, specialmente all'interno di un sistema socio-economico come quello di Buddusò, al tempo zero - cioè al tempo di partenza - con l'utilizzo di tecniche di ingegneria naturalistica molto semplici, la riqualificazione ambientale non necessita di grandi

sforzi di formazione professionale come necessita, per esempio, la progettazione dal punto di vista energetico di un'altra cava dismessa. Per questo motivo, i primi processi di ripristino non trovano una grande difficoltà nella formazione degli operai e nella gestione del lavoro quanto nei metodi da adottare per ottenere un eccellente risultato finale. Il problema dei metodi di ripristino da adottare, infatti, nonostante ci si stia interessando a un contesto territoriale relativamente ristretto, non possono essere semplificati poiché gli interventi di ingegneria naturalistica necessari vanno adattati e scelti in base alla conformazione morfologica e quindi considerati caso per caso. Per questo motivo è necessario, innanzitutto, comprendere come sono strutturate le cave al loro interno, in modo da chiarire quali tipi di intervento vengono consigliati al fine di ottenere il miglior risultato possibile.

Analizzando, dunque, gli aspetti morfologici cava per cava si possono delineare modelli di riqualificazione e ripristino che si adattino alla conformazione del terreno. Il primo caso è rappresentato dalla

cava Potoine:

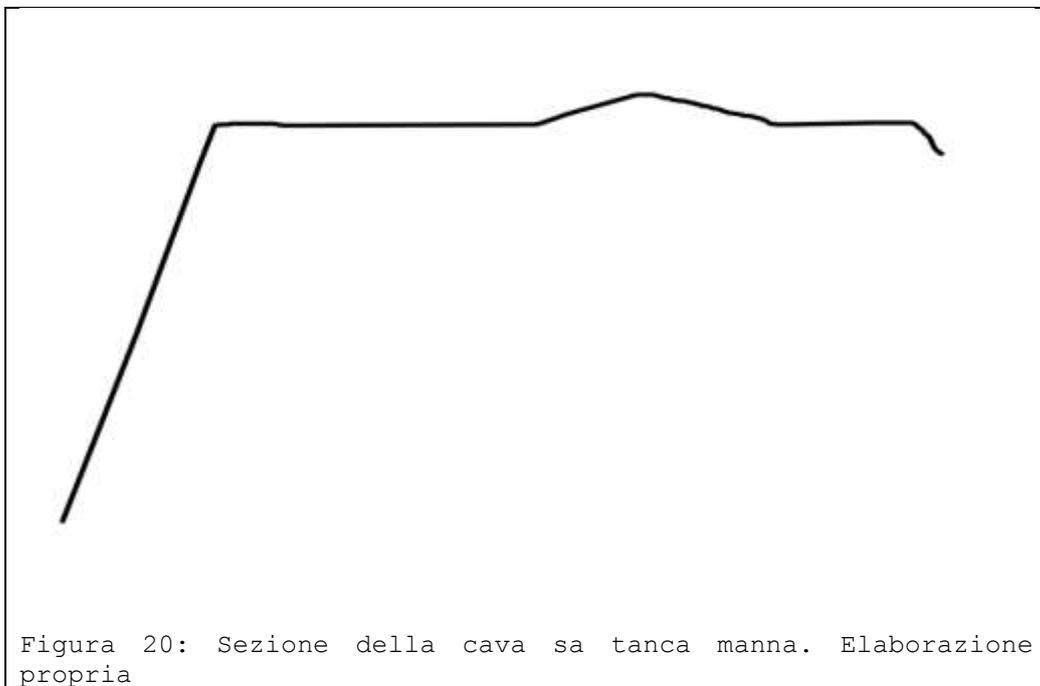


Analizzandone la sezione e considerando l'andamento pressoché regolare del suo profilo, quest'area si presta a un tipo di intervento che può essere considerato - in qualche modo - preliminare si tratta del procedimento di idrosemina. "Questo procedimento è

altamente consigliato per terreni con una pendenza medio alta, e per superfici caratterizzate da assenza o, comunque, scarsità di humus, superfici ripide o scarsamente accessibili, aree di notevole sviluppo superficiale. L'effetto anti erosivo è immediato per la presenza della pellicola dovuta al collante e, in seguito, del reticolo radicale approfondito nel terreno (10 - 30 cm). In breve tempo si sviluppa un ambiente idoneo per la microfauna⁷¹". Come già accennato in precedenza, questo processo può essere considerato preliminare perché attraverso di esso, in un termine temporale medio, si viene a formare uno strato di terreno naturale dove si inizia a sviluppare un micro-habitat che può andare incontro a nuovi interventi di ripristino, con l'aggiunta e il potenziamento di specie vegetali endemiche, oppure può essere lasciato a una ricolonizzazione completamente naturale che, però, richiederebbe sicuramente più tempo per reintegrare l'intera area nei processi del territorio circostante. Per questo motivo il procedimento dell'idrosemina, considerato in base alla formazione morfologica del terreno, può essere considerato sia un procedimento diretto, sia un punto preliminare per il completo ripristino dell'area.

Altri processi simili all'idrosemina, che possono essere altresì previsti per queste tipologie di intervento, riguardano le bi-stuoie e le stuoie sintetiche bitumate: con queste tecniche, alla piantumazione dei specie endemiche che trattengono lo strato superiore del terreno dall'erosione sono aggiunte degli strati di stuoia in juta o in cocco che evitano l'erosione dei versanti da parte dei fenomeni meteorologici. In secondo luogo, può essere prevedibile un intervento basato sulla posizione di palizzate vive che permettono la messa in sicurezza delle scarpate da scavo e dei versanti, con modifiche della morfologia che tendono a restituire un aspetto unitario al territorio.

⁷¹ Ministero dell'ambiente e della tutela del mare, (2006), Manuale di indirizzo delle scelte progettuali per interventi di ingegneria naturalistica

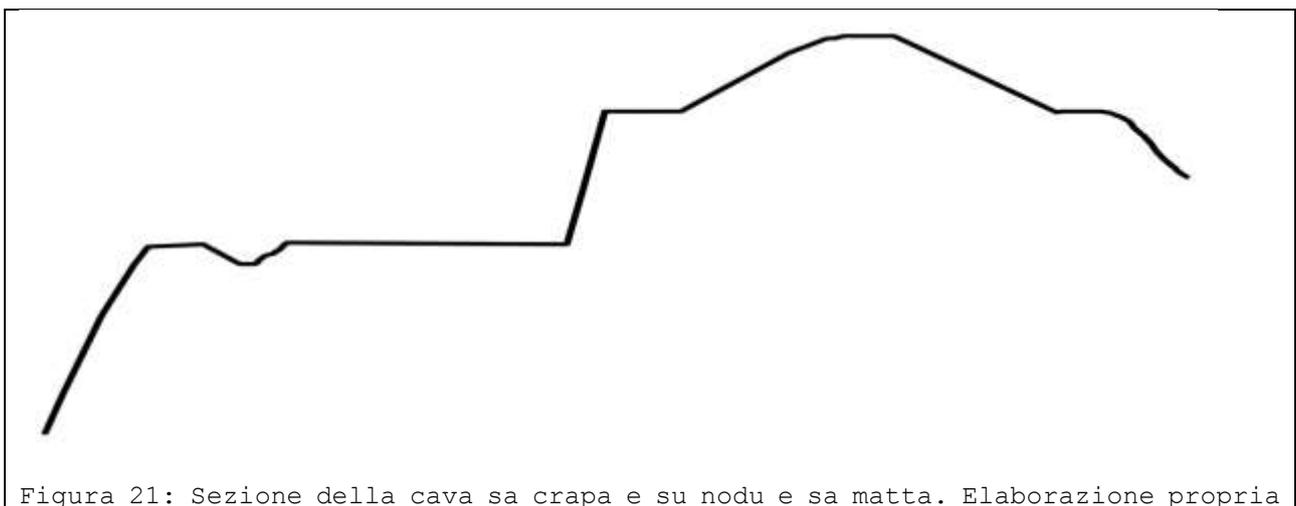


Volgendo l'attenzione al secondo caso di ripristino, bisogna concentrarsi sulla cava **Sa tanca manna**, situata a poca distanza da quella analizzata precedentemente. Questa cava presenta una morfologia più irregolare che può essere riassunta in due parti: una è rappresentata da una scarpata, o meglio, da una parete molto alta e con una fortissima pendenza dovuta allo scavo dell'attività estrattiva; l'altra parte, quella superiore, è caratterizzata da una morfologia prevalentemente piana che non presenta particolari trasformazioni e segue un andamento lineare. Inutile, quindi, dire che la parte piana di questa cava sia quella che più facilmente si presta a una riqualificazione immediata con una integrazione nel contesto naturale e paesaggistico delle sugherete.

Partendo dalla parte morfologica più difficoltosa, cioè quella rappresentata dalla parete ricavata dalle estrazioni del granito, è possibile procedere, in maniera diretta - e volendo, come già considerato prima, in maniera preliminare - con il procedimento dell'idrosemina a spessore: "si tratta di uno spargimento in due passate mediante idroseminatrice di una miscela di sementi, ammendanti, collanti, fibra organica (mulch) e acqua per il rivestimento di superfici. La distribuzione deve essere omogenea e gli strati avranno spessore da 0,5 a 2 cm. L'impiego di sostanze collanti favorisce il fissaggio delle sementi al substrato e la formazione di una pellicola antierosiva, di supporto nelle fasi iniziali di germinazione delle sementi. L'impiego della fibra organica (mulch) esalta le funzioni di trattenimento dell'umidità e di supporto organico, facilitando la germogliazione dei semi e lo sviluppo delle piante⁷²". In questo modo si possono ricoprire le vaste porzioni di terreno - per così dire spoglio - con strati che permettono una prima crescita di piante endemiche e quindi un primo reinsediamento di microfauna. In seguito a questo intervento, successivamente e in base alle esigenze che il progetto porterà nel lungo termine temporale, potranno essere ipotizzati anche dei movimenti terra - possibili utilizzando i materiali di scarto delle estrazioni - in modo da attenuare il dislivello esistente tra le due parti della cava e restituire un'immagine morfologicamente unitaria a tutto il complesso. Volgendo lo sguardo alla seconda parte della cava, quella che si è detto essere la più semplice per via della morfologia regolare, è possibile procedere a un ripristino ambientale che non passi da procedimenti preliminari dovuti alle pendenze. In questo punto, dove l'unico problema risulta essere, a tratti, la mancanza di uno strato superficiale di suolo, i metodi che possono essere adottati sono diversi ma è ritenuta ottimale la piantumazione di alberi con stretta preferenza per la specie del *Quercus suber* proprio per restituire quest'area ai processi naturali ai quali era stata sottratta ai tempi dell'estrazione del granito.

⁷² Ministero dell'ambiente e della tutela del mare, (2006), Manuale di indirizzo delle scelte progettuali per interventi di ingegneria naturalistica

Stando agli esempi già riportati di sistemi di ingegneria naturalistica, la messa a dimora di alberi endemici è un procedimento consigliato per "superfici a bassa pendenza con presenza di suolo organico. Nei terreni privi di tale sostanza è opportuno preparare delle buche nel substrato e riempirle con una certa quantità di terreno vegetale, fibra organica e fertilizzanti atti a garantire l'attecchimento delle piante; in tali terreni sarà comunque da preferire la scelta di piante a comportamento pioniero degli stadi corrispondenti della serie dinamica potenziale naturale del sito. Gli alberi sono anche da abbinare con le stuoie e rivestimenti vari, mentre non vanno assolutamente abbinati a grate e palificate, terre rinforzate etc. per ovvi motivi di incompatibilità nello stadio adulto con tali strutture"⁷³. Infine, per integrare meglio la parte pianeggiante della cava con le dinamiche paesaggistiche, è anche consigliabile dare il via alla promozione di pratiche agro-pastorali che concorrano alla pulizia del terreno e al mantenimento di questa unità di paesaggio ripristinata. Le ultime tre cave interessate interamente dal ripristino ambientale, infine, sono quelle denominate **Sa crapa**, e le due che portano lo stesso toponimo - perché praticamente adiacenti - chiamate **su nodu e sa matta**.



Sempre comprese all'interno di un territorio strettamente rurale, e in virtù della loro espansione relativamente ristretta, la loro

⁷³ Ministero dell'ambiente e della tutela del mare, (2006), Manuale di indirizzo delle scelte progettuali per interventi di ingegneria naturalistica

riqualificazione e il loro ripristino ambientale trova un ostacolo solamente nella formazione morfologica che hanno adottato a causa dell'attività estrattiva.

La morfologia di queste cave si presenta fortemente irregolare con due scarpate (pareti ricavate dagli scavi) e due aree caratterizzate da una parte pianeggiante e una con pendenze medio-basse. Il problema maggiore all'interno del ripristino di quest'area rientra, appunto, nell'irregolarità di questa morfologia poiché sarebbe necessario attenuare il dislivello tra le aree al fine di ottenere un ripristino più veloce dal punto di vista delle dinamiche ambientali e dal punto di vista paesaggistico. Tuttavia, a monte dei movimenti che possono variare il profilo delle aree dismesse, è possibile prevedere degli interventi preliminari, come quelli previsti per le altre aree, che diano il via al ripristino. Partendo dai bassi costi di messa in opera, il procedimento dell'idrosemina può tornare utile alle due pareti poiché porterebbe alla formazione di uno strato di suolo naturale che darebbe un habitat adatto alla microfauna e alle prime piante endemiche caratteristiche della ricolonizzazione; con questo intervento antierosivo si procede in maniera tale da non permettere il consumo di suolo dovuto ai fenomeni atmosferici e meteorologici e, quindi, riuscendo a mettere in sicurezza - in maniera preliminare - l'area nonostante non vi siano, inizialmente, modifiche della morfologia. Il secondo passo è quello più complesso e riguarda appunto le modifiche fisiche alle aree della cava: L'obiettivo è quello di ristabilire una morfologia simile a quella naturale o comunque coerente con essa al fine di permettere lo sviluppo di tutte le dinamiche ambientali e paesaggistiche che, nel lungo termine, permetteranno il mantenimento di questi territori in un completo e totale ripristino. Il primo passaggio ottimale per la messa in sicurezza delle scarpate formatesi in conseguenza alle estrazioni riguarda il processo chiamato *palizzata viva*; "si tratta di un Intervento per la stabilizzazione di scarpate consistente nella realizzazione di strutture in legname trasversali alla linea di massima pendenza, composte da due file sovrapposte di tronchi fissati

con picchetti in ferro, messa a dimora di talee tra i due tronchi e messa a dimora di arbusti a monte nel gradone ottenuto.

Tale intervento è caratterizzato da una ampia valenza applicativa, limitatamente alla stabilizzazione superficiale di scarpate.

I campi di applicazione ottimali sono le scarpate in scavo, consolidamento di solchi di erosione, stabilizzazione superficiale di rilevati e/o accumuli di materiale sciolto, versanti percorsi a incendi, etc"⁷⁴. Attraverso questo passaggio, con la messa a dimora di talee e arbusti autoctoni si mette in sicurezza la scarpata dal rischio di frane superficiali - rischio molto alto in questi contesti - e quindi si procede a un passo preliminare che può dare un grande aiuto nella riqualificazione completa dove si può prevedere un graduale ripristino della morfologia. Successivamente a questo sistema, infatti, può essere adottato il procedimento della *gradonata viva*; vengono formati dei gradoni o terrazzamenti (con l'utilizzo del materiale di scarto dell'estrazione, quindi con costi di trasporto e movimento terra molto contenuti), al loro interno vengono messe a dimora delle piante legnose con capacità di riproduzione vegetativa (salici, tamerici, etc.) e/o arbusti radicati autoctoni successiva copertura con il materiale proveniente dagli scavi superiori. Si ottiene una radicazione profonda con effetto di drenaggio; viene impedita sia l'erosione sia il movimento del terreno; il ruscellamento superficiale viene rallentato. La messa a dimora di latifoglie radicate tra le file consente di raggiungere più rapidamente uno stadio evoluto della serie della vegetazione potenziale. La tecnica risulta costosa per l'elevato fabbisogno di materiale vegetale. Nel caso del rilevato la messa a dimora delle piante contemporaneamente alla formazione del rilevato a strati determina un effetto simile a quello delle terre rinforzate, per il consolidamento in profondità"⁷⁵.

Con l'integrazione di diverse tecniche di ingegneria naturalistica, relativamente semplici sia per la loro esecuzione sia per i costi

⁷⁴ Ministero dell'ambiente e della tutela del mare, (2006), Manuale di indirizzo delle scelte progettuali per interventi di ingegneria naturalistica

⁷⁵ Ministero dell'ambiente e della tutela del mare, (2006), Manuale di indirizzo delle scelte progettuali per interventi di ingegneria naturalistica

che esse comportano, è possibile dare degli input molto importanti alla riqualificazione ambientale delle aree estrattive dismesse localizzate all'interno delle sugherete di Buddusò. Visti i cicli naturali e le dinamiche paesaggistiche, non si può certo ammettere che gli interventi fisici di questo tipo siano alla fine del ciclo di ripristino naturale, questo perché all'interno di un territorio sono sempre presenti delle attività fortissime di modifica e mantenimento delle unità di paesaggio e dell'ambiente stesso. Nel caso specifico è necessario sempre fare riferimento alle attività come la pastorizia e l'estrazione del sughero che formano una fetta importante dell'economia di questo territorio e dimostrano di essere dinamiche di paesaggio molto forti. Gli interventi fisici, quindi, saranno degli input nel breve e medio termine temporale poiché saranno le attività rurali a gestire - direttamente o meno - i cicli ambientali e paesaggistici di queste aree ripristinate.

Considerando, invece, le linee guida generali del progetto, e la sua evoluzione temporale prevista, il sistema di incentivi e finanziamento per i processi di riqualificazione e ripristino ambientale delle aree estrattive dismesse dovrebbe passare per la linea strategica che prevede la progettazione energetica (cioè la linea strategica T2). In linea di massima si può considerare che dalla pianificazione energetica, e dalla nuova produzione di energia della **rete delle cave**, possono essere destinati dei fondi per la riqualificazione ambientale e paesaggistica in maniera da ottenere un circuito economico interno al progetto stesso e non dover attendere finanziamenti esterni che potrebbero risolversi con il rallentamento delle strategie di progetto previste. Tuttavia, esistono anche incentivi normativi, che avrebbero anche possibilità di tradursi in incentivi finanziari, esterni al progetto, che possono essere presi in considerazione, ma che rimangono comunque marginali e secondari rispetto alla previsione di circuito economico interno. In questo senso, possono essere prese in considerazione, qualora si presenti la necessità, le norme della PAC e del Piano di Sviluppo Rurale della Regione Autonoma della Sardegna relativo agli anni 2007-2013 che riguardano la riqualificazione paesaggistica di aree

compromesse ⁷⁶; l'integrazione tra i processi di ingegneria naturalistica e le attività agro-pastorali e di estrazione del sughero possono giocare un ruolo di collante tra le strategie del progetto e quelle delle normative europee e sarde in maniera tale da ottenere, qualora fosse necessario, incentivi che arrivino da un sistema esterno a patto che non vengano rallentate le previsioni temporali della strategia del progetto. Tuttavia, queste norme rimangono comunque marginali all'interno del sistema del progetto che preferisce un sistema economico interno permettendo agli utili e agli investimenti un circolo più veloce e meno burocratico, quindi più diretto al territorio e alle attività dell'area oggetto di studio.

Partendo da alcuni esempi di riqualificazione di aree estrattive dismesse, inoltre, è possibile fare una stima degli investimenti necessari per la riqualificazione ambientale.

Il costo generico per i processi di idrosemina da 1.10€/mq a 1.40€/mq⁷⁷ (quindi da 11.000 a 14.000 € per ettaro). Per quanto riguarda la messa a dimora di alberi, il costo medio è di 8,66€/mq⁷⁸ quindi 86.600€ per ogni ettaro. Tuttavia va considerato che il ripristino delle unità di paesaggio delle sugherete non prevede una copertura totale dei terreni ma è da mettere in relazione con le attività pascolative trovando un equilibrio adatto alle due produzioni. La linea strategica quindi consiglia una copertura del 60% di sughera e di 40% di pascolo, in maniera tale che, nel lungo termine temporale, le dinamiche produttive ed economiche continuino a integrare queste aree nel paesaggio della regione. In questo modo il costo di messa a dimora delle piante, per ogni ettaro da ripristinare, si riduce del 40% scendendo da 86.600€ a 34.640€. Il

⁷⁶I pagamenti verdi della PAC nella previsione temporale fino al 2020 prevedono norme in materia di conservazione e ripristino delle unità di paesaggio compromesse. Le politiche europee prevedono la tutela delle zone di interesse ecologico attraverso la restaurazione della biodiversità, la conservazione degli elementi di paesaggio, di aree tampone e delle zone forestali. Ramon i Sumoy R. (2012), Aspectos medioambientales de la nueva Política Agrícola Comun Una PAC más verde?, Madrid

⁷⁷<http://www.vulcaplant.it/idrosemina.html>

⁷⁸http://www.regione.toscana.it/documents/10180/23748/Prezzario%20regionale%20all'egato%20delibera%201091_2008/9becd9ac-4e78-4a14-ad0b-515b00d30bcd

costo del movimento terra è invece di 700 € a metro cubo⁷⁹, questa azione sarebbe quella che aumenterebbe i costi delle opere poiché si rivela essere la più dispendiosa. Infine, i procedimenti di messa in sicurezza delle scarpate con l'utilizzo della palizzata viva hanno un prezzo che si aggira intorno ai 28.00 €/m⁸⁰.

Di seguito si riporta la stima generale dei prezzi relativi agli interventi di ingegneria naturalistica previsti per le cave che andranno incontro ai processi di riqualificazione ambientale. Va precisato, inoltre, che i prezzi sono stimati per le intere estensioni delle cave ma esistono ancora, al loro interno, i laghi di cava che possono essere conservati - quindi andrebbero esclusi dalle stime - oppure inclusi anch'essi all'interno delle strategie di ripristino.

Cava Potoine (2.12 ha)

Procedimento	Prezzo	Dimensionamento Intervento	Costo
Idrosemina	14000 €/ha	2.12 ha	29680 €
Palizzata viva	28,00 €/m	400 m	11200 €

Cava Sa tanca manna (2.60 ha)

Procedimento	Prezzo	Dimensionamento Intervento	Costo
Idrosemina	14000 €/ha	0.78 ha	10920 €
Palizzata viva	28,00 €/m	400 m	11200 €
Messa a dimora di alberi	34640 €/ha	1.82 ha	63000 €

Cava Sa Crapa, Su nodu 'e sa matta (1), Su nodu 'e sa matta (2)

⁷⁹<http://www.zhitov.ru/it/ditch>

⁸⁰Prezziario regionale delle opere pubbliche Regione Marche

(6.60 ha)

Procedimento	Prezzo	Dimensionamento Intervento	Costo
Idrosemina	14000 €/ha	2.64 ha	36960 €
Palizzata viva	28,00 €/m	240 m	6720 €
Messa a dimora di alberi	34640 €/ha	3.96 ha	137000 €



Figura 22: Schizzo indicativo di un intervento di ripristino ambientale

4.2 La linea strategica T2: la riqualificazione energetica

La seconda linea strategica dello schema generale di progetto è quella - come si è già detto in precedenza - che ricoprirà il ruolo più importante all'interno dell'intero progetto. Essa prevede la riqualificazione energetica delle aree che, attraverso le elaborazioni cartografiche spiegate in precedenza presentano le caratteristiche adatte per poter rientrare in questo tipo di sviluppo. Gli obiettivi di questa strategia progettuale sono molteplici e fanno capo a molte azioni; nello specifico essi riguardano:

Pagina |
100

- Riduzione dell'inquinamento delle aree dismesse e produzione energetica diversificata
- Raggiungimento dell'autosufficienza energetica della rete delle cave
- Integrazione tra ambiente, produzione energetica e formazione
- Occupazione di personale locale
- Finanziamento delle attività di ripristino ambientale (della linea strategica T1 spiegata in precedenza)
- Sviluppo del potenziale innovativo dell'apparato produttivo
- Benefici economici per l'amministrazione locale

Come in ogni linea strategica ad ogni obiettivo corrispondono diverse azioni che rappresentano gli interventi del progetto.

- In relazione al primo obiettivo, l'azione proposta dal progetto è la **produzione di energia attraverso le risorse territoriali**; quest'azione, scelta dal progetto in relazione alle diverse osservazioni e alle analisi cartografiche che supportano l'intero lavoro, sceglie di destinare le cave dismesse che rientrano nella linea strategica T2 alla produzione di energia sostenibile attraverso osservazioni sull'attitudine alla produzione di energia da fonte eolica e solare. La possibilità effettiva di avviare queste produzioni gioca, quindi, un ruolo primario all'interno di questa strategia che decide di destinare un'intera azione (che peraltro risulta essere tra le

più importanti dell'intero progetto) ai metodi di trasformazione e nuova gestione delle aree dismesse in direzione di produzioni energetiche che siano sostenibili e adattabili al contesto cui il progetto si rivolge. Sempre all'interno della tematica della produzione energetica rientra, il secondo obiettivo della linea strategica e cioè **il raggiungimento dell'autosufficienza energetica** della nuova rete delle cave. La questione dell'autosufficienza sarà fondamentale all'interno della riuscita generale del progetto poiché permetterà, fin da subito, l'inizio di un circuito economico che possa fare in modo che i guadagni effettivi di una linea strategica possano essere reinvestiti nelle altre strategie del progetto. L'obiettivo dell'autosufficienza energetica, quindi, farà in modo che non si renda necessario ricorrere a fonti esterne al progetto per il funzionamento degli apparati e dei sistemi di gestione dell'insieme. Le azioni individuate dalla strategia progettuale che aiuteranno il progetto al perseguimento di questo obiettivo sono **la promozione dell'efficienza energetica e l'aumento dell'autonomia energetica attraverso la diversificazione nella produzione**. Questi due processi faranno sì che all'interno delle aree riprogettate con la produzione di energia sostenibile si produca con sistemi via via diversificati e migliorati che diventino più efficienti con il tempo, anche in relazione agli obiettivi del progetto che intendono promuovere la ricerca e l'innovazione al fine di migliorare progressivamente le produzioni interne. Proprio in relazione all'aumento dell'efficienza delle produzioni che il progetto intende localizzare nelle aree estrattive dismesse, il terzo obiettivo della strategia T2 (quello che riguarda **l'integrazione tra ambiente, produzione energetica e formazione**) propone tre azioni di progetto:

- Generare una rete produttiva di collegamento fra le aree estrattive all'interno di aree di interesse ambientale;

- Promuovere una produzione energetica diffusa attraverso l'utilizzo di impianti di piccola media dimensione che non siano impattanti anche ubicati all'esterno dalle aree delle cave;
- Favorire l'innovazione e la formazione professionale sul tema della produzione di energia sostenibile.

Con queste azioni di progetto si intende incrementare la produzione energetica e trovare il modo di incentivare le ricerche adatte per l'aumento dell'efficienza energetica dell'intero progetto. Si può, infatti, ipotizzare che parte degli utili guadagnati alle produzioni trovino un nuovo investimento nella ricerca promossa dal progetto al fine di migliorare i sistemi che si trovano al suo interno o trovare il modo di introdurne degli altri.

Particolarmente importante risulta l'azione sulla costruzione della rete di collegamento tra le cave. Quest'azione di progetto è quella che, attraverso un'elaborazione cartografica, arriva a definire il collegamento fisico tra le varie aree delle cave. La definizione della rete di collegamento è il risultato dell'incrocio di diversi aspetti ambientali che sono stati elaborati attraverso le piattaforme GIS⁸¹.

⁸¹ La rete di collegamento delle cave è derivata dall'elaborazione cartografica di cinque parametri territoriali. Ognuno dei parametri presi in considerazione per la progettazione della rete ha ricoperto un certa importanza. Attraverso l'elaborazione di un diagramma di flusso che riesce a incrociare questi parametri dal punto di vista spaziale è stato possibile arrivare alla struttura ideale della rete.

I parametri territoriali presi in considerazione che hanno contribuito alla progettazione e alla strutturazione della rete sono:

- Attitudine alla produzione energetica
- Uso del suolo
- Idrografia
- Infrastrutture viarie
- Presenze archeologiche
- Morfologia

Il diagramma di flusso che ha elaborato il risultato finale dell'incrocio di questi parametri ha prodotto il risultato di determinate preferenze basate su aspetti caratteristici dei parametri.

Per esempio, il diagramma di flusso, disegnando la rete, ha tenuto conto di preferenze come un'attitudine alta alla produzione, un uso del suolo non produttivo, una certa distanza di tutela dagli elementi idrici, dalle strutture viarie e dalle presenze archeologiche e una morfologia regolare. Il risultato è una rete di collegamento che spazialmente passa in punti che soddisfano tutte queste caratteristiche.

Legato a questo obiettivo, troviamo quello costante nelle tre linee di strategia, cioè **l'occupazione di personale locale** all'interno dei circuiti di produzione e gestione del progetto. Il fatto che questo obiettivo sia costante in tutte e tre le linee strategiche deriva dal fatto che l'intero lavoro, fin dalla sua analisi, porta l'idea di relazionarsi con la comunità di Buddusò e di favorirne l'ingresso nell'intero processo di pianificazione non solo come partecipazione in via di definizione di obiettivi e strategia ma anche come personale attivo nell'intera gestione del progetto dopo il suo avvio. Riguardo al sistema economico e finanziario che si verrà a generare all'interno del progetto proposto, gli ultimi obiettivi della strategia cercano di trovare linee di gestione degli utili che si possono ricavare dalle attività e dagli interventi proposti. Uno di questi obiettivi è **il finanziamento delle attività di ripristino ambientale** (attività previste nella strategia T1), questo obiettivo prevede azioni volte al reinvestimento degli utili delle produzioni energetiche nelle opere di ripristino che possono trovare difficoltà di attuazione per via dei loro costi elevati. Attraverso azioni simili di reinvestimento finanziario interno al sistema di progetto, si intende fare in modo di rendere le attività che richiedono esborsi monetari indipendenti da fattori esterni come i finanziamenti messi a disposizione dal settore pubblico che, benché possano essere molto utili nell'attuazione e nella realizzazione di alcune opere, rischiano di rallentare l'intero sistema promosso e sostenuto dal progetto con iter burocratici dai tempi molto lunghi. Infine, sempre in relazione al sistema finanziario che gravita intorno al progetto e alle sue azioni, gli ultimi due obiettivi della linea strategica T2 (**lo sviluppo del potenziale produttivo e il beneficio economico per le amministrazioni locali**) cercano, contrariamente ai contributi che introducono un sistema finanziario esterno, di portare i ricavi delle produzioni energetiche al di fuori dell'insieme del progetto favorendo investimenti pubblici all'interno del territorio di Buddusò. Queste misure mirano, indirettamente, a fornire opportunità di realizzazione di opere di interesse pubblico che non per forza

siano strettamente collegate con gli obiettivi e le finalità del progetto della rete delle cave.

4.2.1 Esempi di interventi o azioni nella linea strategica T2

Partendo dalle ricerche effettuate, per comprendere quali tipi di produzione di energia possano essere ideali e più produttive all'interno del territorio interessato dal progetto, è necessario spiegare in che modo alcune produzioni si inseriscono nel contesto e quanto incidono nel sistema generale del progetto.

Gli interventi relativi alla linea strategica T2, quindi, saranno elencati e spiegati in base alla tipologia di produzione, considerando quale sarà la loro contestualizzazione e il loro inserimento territoriale in base alle caratteristiche che le diverse aree presentano e quindi alla loro attitudine ad accogliere una tipologia piuttosto che un'altra.

4.2.1.1 Produzione di energia tramite CSP (Concentrating Solar Power)

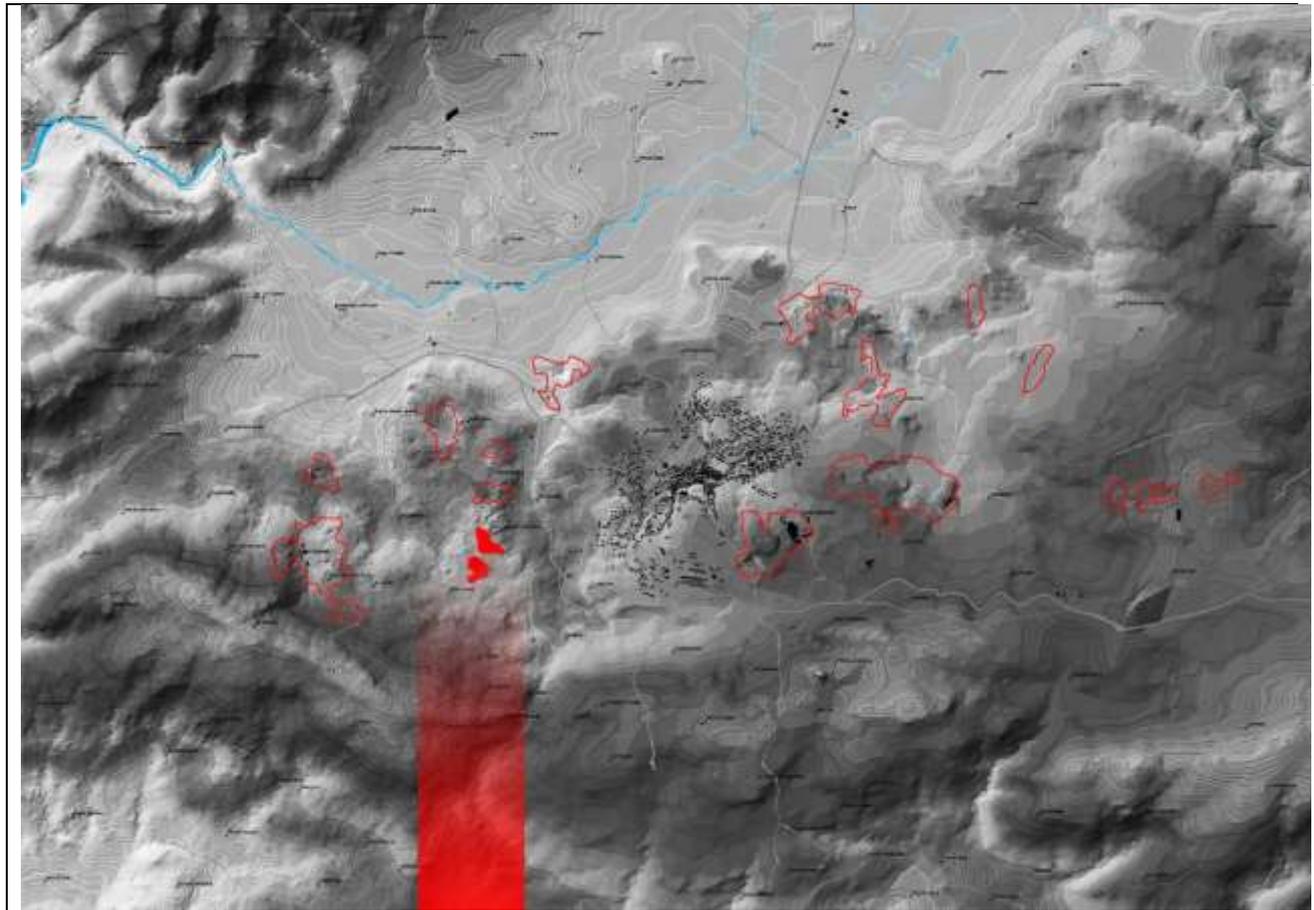


Figura 23: Inquadramento generale cava "sas ladas"

In molte applicazioni tecnologiche è richiesta una notevole potenza che l'energia che arriva direttamente dal sole non è in grado di fornire se non viene opportunamente concentrata. Con la sigla CSP, *Concentrating Solar Power*, si indica, all'interno dei discorsi riguardanti la produzione di energia, la tecnologia solare termodinamica. Scopo della tecnologia solare termodinamica è convertire l'energia solare in energia termica a temperatura media ed elevata. L'energia prodotta con questa tecnica può essere utilizzata in diverse applicazioni (*solar cooling*, dissalazione, processi industriali, ecc.). L'applicazione più diffusa e rilevante per il CSP è la produzione di energia elettrica. Attualmente, sono disponibili diverse tecnologie che hanno in comune il fatto di concentrare i raggi solari in un punto focale attraverso superfici riflettenti (specchi o superfici in alluminio che seguono

costantemente la posizione del sole). In base alle tecnologie utilizzate variano le temperature che si possono raggiungere e di conseguenza le applicazioni. Il CSP, grazie all'accumulo, permette di fornire "energia" anche in assenza di radiazione solare, e essendo modulare le sue applicazioni possono andare dalle centinaia di kW alle centinaia di MW. La tecnologia del solare termodinamico, detto anche solare a concentrazione può utilizzare pertanto diverse soluzioni impiantistiche a seconda del ciclo termodinamico utilizzato (Rankine, Brayton, Stirling)⁸². Un altro elemento che caratterizza gli impianti solari a concentrazione è la necessità di un sistema di inseguimento della traiettoria del sole, dal momento che questi impianti funzionano esclusivamente se irradiati direttamente da esso. L'energia solare disponibile per i sistemi a concentrazione è rappresentata dalla radiazione diretta incidente dei raggi solari su una superficie normale (la cosiddetta Direct Normal Irradiation, DNI). Questi dispositivi raccolgono l'energia disponibile e la inviano ad un ricevitore di superficie minore, che la trasferisce a sua volta al fluido termovettore. Il fluido termovettore può raggiungere così temperature anche superiori a 1000- 1200 °C, e può essere utilizzato, oltre che per la produzione di energia meccanica (e quindi elettrica) mediante cicli termodinamici, anche per usi industriali ad alta temperatura.

⁸² D'Aguanno B., (2011), Rapporti tra ricerca, tecnologia ed applicazioni industriali nel campo dell'Energia Solare a Concentrazione, CRS4 - Parco Tecnologico, Cagliari. <http://www.slideshare.net/CRS4/rapporti-tra-ricerca-tecnologia-ed-applicazioni-industriali-nel-campo-dellenergia-solare-a-concentrazione>

Il sistema preso in considerazione è quello lineare con Concentratori Fresnel.

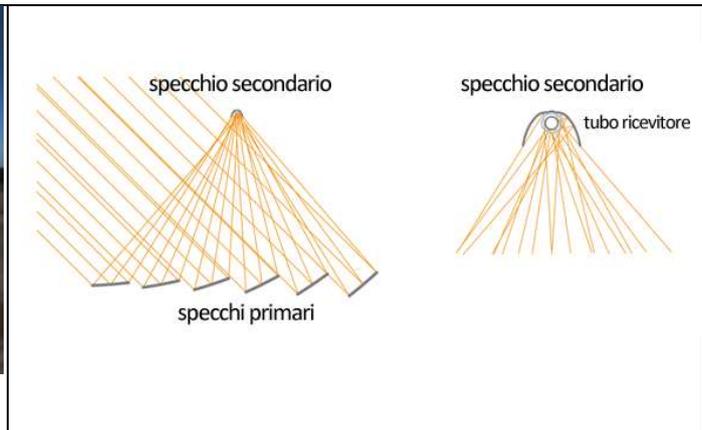


Figura 24 Esempio di impianto lineare "Fresnel" installato a terra:
http://www.assindca.it/docs/convegno_135_12515.pdf

Figura 25 Schema di un concentratore lineare "Fresnel" Fonte: ENEA

La tecnologia descritta, partendo dalla principale risorsa del territorio, si propone di risollevarlo e di portare verso un nuovo sviluppo l'economia del comune, utilizzando alcune parti le aree estrattive più idonee ad ospitare un impianto termico, attribuendo a questi spazi un nuovo ruolo produttivo ed avendo un ritorno economico senza che siano impiegate e compromesse le aree già fonte di reddito del comune. Questo tipo di impianto ha un'importante capacità produttiva ma allo stesso tempo l'impatto visivo rilevante causato ne scoraggia l'impiego; si suppone però che la scelta della loro collocazione all'interno delle aree estrattive dismesse, che



Figura 26 Schema di impianto solare termodinamico a concentrazione con accumulo a sali fusi. Fonte ENEA

presentano pareti molto simili cromaticamente, possa attenuare questo problema.

La tecnologia CSP fa parte di una serie di altre tecnologie che, all'interno del progetto generale, utilizzano l'energia solare come fonte di energia. Questo tipo di installazione rappresenta un esempio pratico di inserimento di strutture produttive all'interno di aree dismesse alle quali si rivolge il progetto.

Gli impianti di taglia superiore al MW e in zone a forte irraggiamento diretto, consentono costi di produzione dell'energia elettrica molto vantaggiosi. Il fluido termovettore può raggiungere temperature anche superiori a 1000-1200 °C, e può essere utilizzato, oltre che per la produzione di energia meccanica (e quindi elettrica) mediante cicli termodinamici, anche per usi industriali ad alta temperatura. La tecnologia che l'ENEA sta sviluppando combina alcune caratteristiche dei sistemi a collettori parabolici lineari puntando su innovazione tecnologica in quanto tecnologia più "matura"; con l'utilizzo, come fluido termovettore, di sali fusi ($\text{KNO}_3 - \text{NaNO}_3$) già utilizzati negli impianti a torre in quanto permettono di raggiungere temperature più elevate rispetto agli oli termodinamici e in caso di rottura non inquinano l'area. Come previsto per tutti gli impianti di produzione di energia parte degli utili della produzione saranno reinvestiti in nuovi impianti di produzione di energia, e parte verranno riutilizzati per il ripristino ambientale delle aree individuate con questo obiettivo. La quota per i finanziatori prevede il 10% del capitale investito. Per un ipotetico impianto solare a concentrazione da 2,2 MWe con pannelli piani posizionato in una zona favorevole dal punto di vista dell'irraggiamento solare (cava Sas Ladas) con radiazione diretta pari a 1800 kWh/ (m² anno)⁸³ si può stimare un costo totale di 1.700.000 € su un'area di 15.000 m² con una superficie di irraggiamento di 9000 m²⁸⁴ ed una produttività di 10.000 MWh/anno

⁸³ DNI stimato nell'impianto pilota del progetto ESTATE LAB nell'area industriale Macchiareddu (Ca)

⁸⁴ Basso C., (2011), Fabbrica energie rinnovabili alternative, CSP Linear Fresnel: Progetto FREeSuN. (Con il CSP a pannelli lineari la superficie è ridotta del 50% rispetto ad un impianto con pannelli parabolici, e la superficie captante è il 20% più estesa con minori strutture per la trasformazione)

considerando la presenza nell'impianto di un accumulatore termico che permette una produttività annua stimata di 3500 ore⁸⁵. I ricavi prodotti da questo impianto si possono stimare nel seguente modo:

Ricavo totale (R)	€7.280.000	Costo impianto	€
PUN (€MW)	€ 64⁸⁷		8.000.000⁸⁶
CV (€MW)	€ R*1⁸⁸	% costo esercizio e manutenzione	2%
Incentivi (€MW)	€ 300⁸⁹	Produttività annua (ore)	3500
Spese varie	€ 160.000	Potenza MW	2,2
Spese ammortamento	€ 800.000	Anni di durata ammortamento	11
Utile netto annuo	€ 6.320.000	% tasso di interesse	7%
Utile reinvestito per energia	€ 5.820.000	Totale costo con interessi	€
Utile netto reinvestito per ripristino ambientale	€ 500.000		8.560.000

L'attività del CSP risponde alle caratteristiche dello sviluppo sostenibile, consente l'attivazione di processi economici e produttivi senza avere impatto negativo eccessivo sull'ambiente perché si serve di risorse naturali rinnovabili e se non consideriamo quelle utilizzate per la realizzazione di tutti gli impianti non emette sostanze inquinanti. Considerato che per la produzione di energia attraverso il CSP è necessaria l'esposizione dei pannelli

⁸⁵ Miliozzi A., Giannuzzi G.M., (2008), Studio ed analisi critica dei sistemi di accumulo termico a media temperatura, ENEA - Dipartimento Tecnologie per l'Energia, Fonti Rinnovabili e Risparmio Energetico Centro Ricerche Casaccia, Roma. [Il sistema di accumulo termico con Sali fusi permette di stoccare energia termica da usare quando l'impianto non riceve energia solare (nell'impianto è previsto un accumulatore termico da 12 ore)]

⁸⁶ Stima effettuata tramite proporzione di un impianto presente nella tesi di dottorato di: Gaggioli W., (2007), tesi di dottorato in energetica, università degli studi di Roma La Sapienza

⁸⁷Fonte: Elaborazione AEEG su dati GME novembre 2013

⁸⁸ Le modalità di erogazione dei certificati verdi sono regolati dalla Legge Finanziaria 2008, così come modificata dalla Legge 23/7/2009 n. 99. Fonte: GSE procedura applicativa per l'emissione, la gestione e il ritiro dei certificati verdi (2014)

⁸⁹Art. 28 del D M 6 luglio 2012:1. "Per gli impianti solari termodinamici che entrano in esercizio successivamente al 31 dicembre 2012 continuano ad applicarsi le condizioni stabilite dal decreto del Ministro dello sviluppo economico 11 aprile 2008 recante criteri e modalità per incentivare la produzione di energia elettrica da fonte solare mediante cicli termodinamici". Il testo di legge prosegue definendo le tariffe incentivanti attraverso la frazione di integrazione.

alla luce solare (campo solare), questo impianto sarà posizionato nella parte della cava Sas Ladas Nord con l'esposizione a sud. Per ammortizzare l'impatto estetico del sistemi di accumulo e produzione, lo spazio in cui sarà posizionato il campo solare accoglierà piccole aree fruibili dai cittadini e dai visitatori che desiderano svolgere una visita formativa. Per quanto riguarda la parte incentivante e finanziaria la collaborazione pubblico/privato offre la possibilità di avere finanziamenti da soggetti privati, che investono i loro capitali e contribuiscono in buona parte alla realizzazione della rete. In tutti i casi, va sempre precisato che questi interventi hanno la possibilità di sostenersi attraverso fondi erogati dalla parte pubblica tramite i *finanziamenti europei per l'ambiente e l'azione per il clima*⁹⁰, gli incentivi per la produzione di energia verde⁹¹ e i certificati verdi⁹².

90 Regolamento UE n. 1293/2013 del parlamento europeo e del consiglio dell'11 dicembre 2013

91 Art. 28 del D M 6 luglio 2012:1. "Per gli impianti solari termodinamici che entrano in esercizio successivamente al 31 dicembre 2012 continuano ad applicarsi le condizioni stabilite dal decreto del Ministro dello sviluppo economico 11 aprile 2008 recante criteri e modalità per incentivare la produzione di energia elettrica da fonte solare mediante cicli termodinamici". Il testo di legge prosegue definendo le tariffe incentivanti attraverso la frazione di integrazione.

92 Le modalità di erogazione dei certificati verdi sono regolati dalla Legge Finanziaria 2008, così come modificata dalla Legge 23/7/2009 n. 99. Fonte: GSE procedura applicativa per l'emissione, la gestione e il ritiro dei certificati verdi (2014)

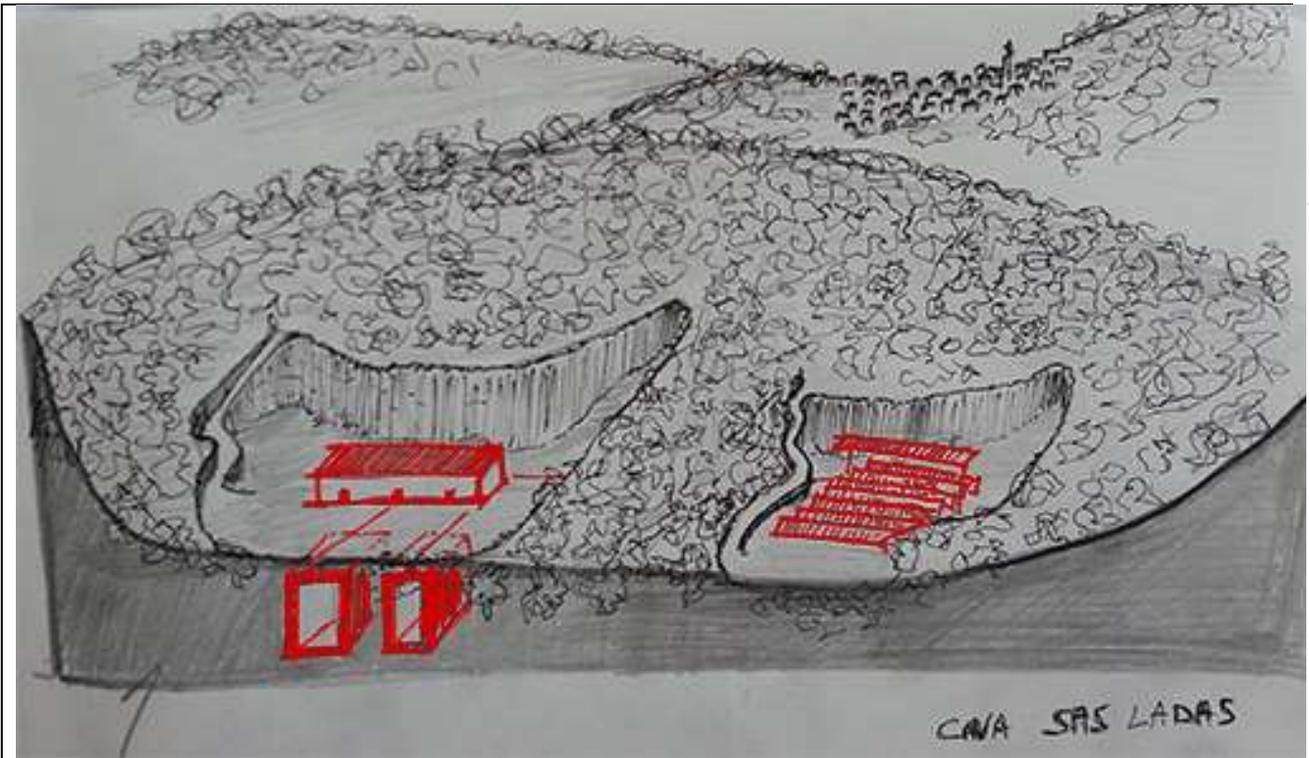


Figura 27: Schizzo indicativo sull'installazione del CSP

4.2.1.2 Produzione di energia tramite CPS DISH (Concentrating Solar Power a specchio sferico o parabolico)

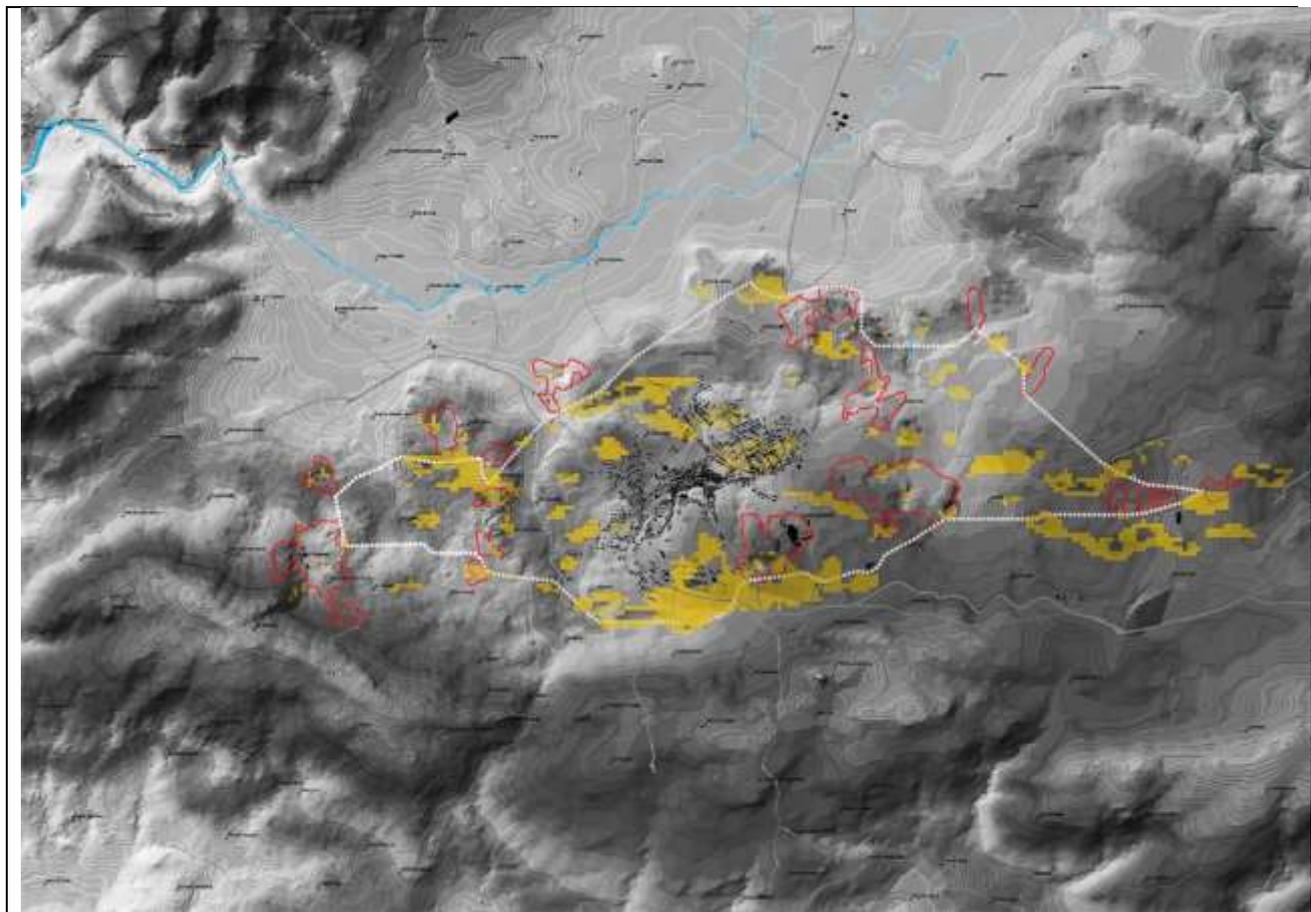


Figura 28: Rete delle cave. In giallo le aree con attitudine maggiore alla produzione solare

Gli impianti fotovoltaici non sono l'unico sistema che può essere utilizzato per convertire l'energia solare in energia elettrica. Infatti, nel caso in cui l'energia solare venga captata sotto forma di energia termica ad alta temperatura, questa può essere poi agevolmente convertita in energia meccanica attraverso un ciclo termodinamico convenzionale. La tecnologia del solare termodinamico, detto anche solare a concentrazione (Concentrating Solar Power, CSP) può utilizzare pertanto diverse soluzioni impiantistiche a seconda del fluido termovettore (acqua, olio diatermico, sali fusi, aria) e del ciclo termodinamico utilizzato (Rankine, Brayton, Stirling). Per ottenere elevati rendimenti del ciclo termodinamico, è necessario che l'energia termica sia resa disponibile ad alta

temperatura. I collettori solari piani non consentono di produrre fluidi con temperature superiori a circa 100°C , cosicché sia necessario utilizzare sistemi a concentrazione, quali lenti, specchi e parabole. Un altro elemento che caratterizza gli impianti solari a concentrazione è la necessità di un sistema di inseguimento della traiettoria solare, dal momento che possono utilizzare solo la componente diretta della radiazione solare. L'energia solare disponibile per i sistemi a concentrazione è pertanto rappresentata dalla radiazione solare diretta incidente su una superficie normale ai raggi solari (la cosiddetta Direct Normal Irradiation, DNI). Gli specchi raccolgono l'energia solare incidente sulla loro superficie e la inviano ad un ricevitore, caratterizzato da una minore superficie, che la trasferisce a sua volta al fluido termovettore. Il fluido termovettore può raggiungere così temperature anche superiori a $1000-1200^{\circ}\text{C}$, e può essere utilizzato, oltre che per la produzione di energia meccanica (e quindi elettrica) mediante cicli termodinamici, anche per usi industriali ad alta temperatura.

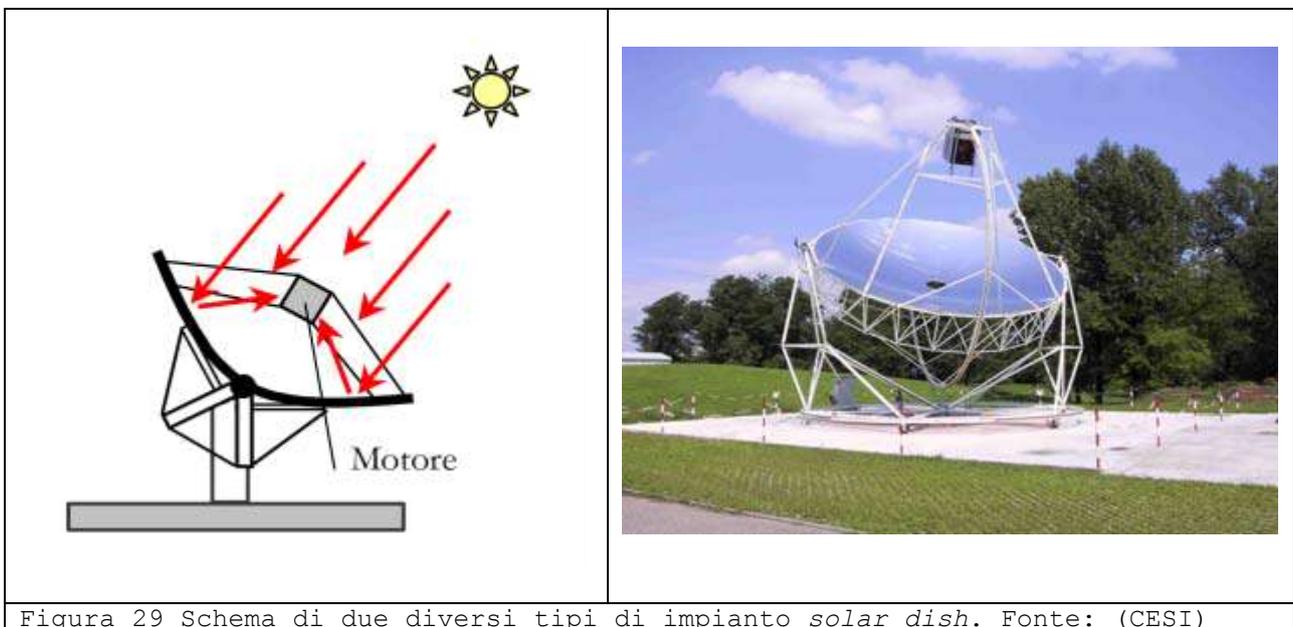


Figura 29 Schema di due diversi tipi di impianto *solar dish*. Fonte: (CESI)

Questo tipo di tecnologia, considerando la sua somiglianza con quella descritta precedentemente, tende ad occupare spazi con caratteristiche simili a quelli che potrebbero ospitare gli impianti

di produzione CSP. La differenza sostanziale tra questi due tipi di produzione energetica ricade nel modo in cui essi si relazionano allo spazio, il CPS, infatti, può essere strutturato in moduli, necessitando di grandi spazi vuoti. Il CSP DISH, invece, può essere localizzato in maniera - per così dire - sparsa, non necessitando di grandi moduli ma di un solo impianto per volta. L'utilizzo di questa tecnologia, attraverso la sua collocazione spaziale, cerca di attribuire agli spazi delle cave il ruolo di propulsori delle attività economiche e territoriali di Buddusò; inoltre, la possibilità di una collocazione sporadica permette l'utilizzo di spazi marginali restituendogli una importante funzione economica. Tali tipologie di impianti puntuali saranno installati lungo la rete di collegamento fra le cave che quindi acquisteranno oltre ad uno scopo ludico e didattico la funzione di una vera e propria "rete di produzione" di interconnessione fra i principali poli estrattivi. Il progetto prevede la realizzazione di un parco dell'energia, il CSP fa parte di una serie di tecnologie che utilizzano l'energia solare come fonte di energia.

Questa tecnologia, che finora ha avuto applicazione principalmente negli Stati Uniti, potrebbe essere vista come in competizione rispetto alla tecnologia fotovoltaica, già relativamente diffusa e in forte espansione in Europa; in realtà ciò è vero solo in parte. Due aspetti sono da considerare al riguardo: la tecnologia fotovoltaica sfrutta sia la radiazione diretta che la radiazione diffusa, quindi è adatta anche a zone, quali l'Europa settentrionale, la tecnologia CSP invece sfrutta solo la radiazione diretta. Per impianti di taglia attorno o superiori al MW e in zone a forte irraggiamento diretto, consente costi di produzione dell'energia elettrica inferiori rispetto alla tecnologia fotovoltaica, e il vantaggio, in questo caso specifico, è destinato a permanere abbastanza a lungo a meno di radicali progressi tecnologici nel settore fotovoltaico. Questo tipo di impianto modulare e puntuale permette di iniziare il ciclo produttivo perfino con capitali iniziali poco consistenti. Ogni modulo (generalmente composto da due collettori) ha un prezzo totale di circa 20.000 € ed una produzione

totale termico/elettrica di 15,5 kWp, 4,5 kWp (3,1 kWe) di energia elettrica ed 11 kWp (7,5 kWt) di energia termica. Questo tipo di impianto con motore stirling^{93 94} inoltre ha una resa superiore del 30% rispetto ad una tecnologia tradizionale e permette grazie alla conformazione dei suoi specchi una produzione elettrica attesa di 8.500 kWh/anno ed una produzione termica di 20 MWh/anno con un funzionamento di circa 2.000 ore/anno⁹⁵ per ogni singolo modulo. Prevedendo un impianto composto da 150 moduli, con un investimento di 3.000.000 di € si arriva ad una produzione di circa 930 MWh di energia elettrica e 2.250 MWh di energia termica annui.

L'energia termica prodotta dagli impianti non può essere direttamente trasformata in energia elettrica poiché la tecnologia attuale ancora non è competitiva e quindi i costi sarebbero insostenibili⁹⁶. Per questo motivo si è scelto di destinare l'energia termica prodotta ad un accumulatore di Sali fusi (con caldaia di back up da 2MW)⁹⁷ e raggiungendo in questa maniera un'efficienza maggiore al 75%. Così facendo questa energia viene immagazzinata ed utilizzata durante la notte o quando gli impianti non raggiungono la potenza utile giornaliera.

⁹³ <http://www.genoastirling.com/the-stirling-engine.php>

⁹⁴ Barelli L., Bidini G., Bonucci F., (2006), Analisi di cogenerazione con motore stirling, dipartimento di ingegneria industriale - università degli studi di Perugia

⁹⁵ http://www.qualenergia.it/sites/default/files/NEFERTI_Z20.pdf

⁹⁶ Mura P. G., Baccoli R., Carlini U., Innamorati R., Mariotti S., Proposte per la produzione di idrogeno da fonti rinnovabili in Sardegna per impianti industriali di grande potenza. CREAS - Sezione Fisica Tecnica ed Energetica, Facoltà d'Ingegneria, Università di Cagliari

⁹⁷ Stima effettuata tramite proporzione di un impianto presente nella tesi di dottorato di: Gaggioli W., (2007), tesi di dottorato in energetica, Studio dell'impiego delle tecnologie di processo a Sali fusi e del solare termodinamico a concentrazione ad alta temperatura, sviluppate dall'ENEA, in sistemi trigenerativi di piccola-media taglia asserviti a processi termici in applicazioni civili e industriali, Università degli studi di Roma La Sapienza

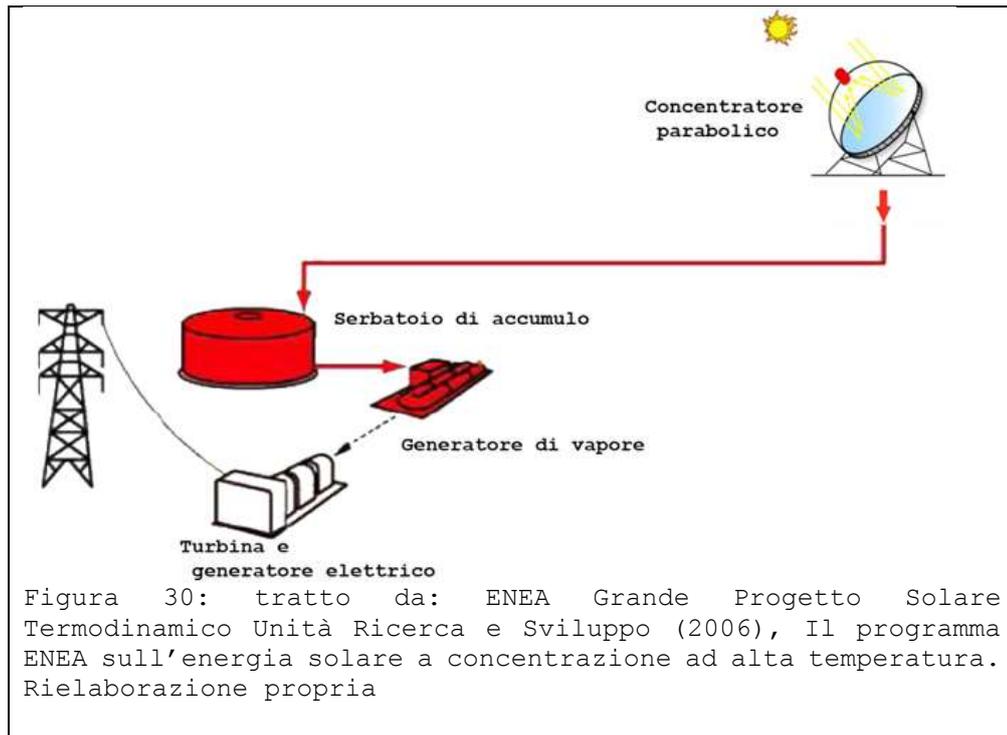


Figura 30: tratto da: ENEA Grande Progetto Solare Termodinamico Unità Ricerca e Sviluppo (2006), Il programma ENEA sull'energia solare a concentrazione ad alta temperatura. Rielaborazione propria

Come previsto per tutti gli impianti di produzione di energia parte degli utili della produzione saranno reinvestiti in nuovi impianti di produzione di energia, e parte verranno riutilizzati per il ripristino ambientale delle aree individuate con questo obiettivo.

La quota per i finanziatori prevede il 10% del capitale investito.

Ricavo totale (R)	€ 677.000
PUN (€MW)	€ 64 ⁹⁸
CV (€MW)	€ R*1 ⁹⁹
Incentivi (€MW)	€ 300 ¹⁰⁰
Spese varie	€ 20.000
Caldaia back up a Sali fusi	€ 100.000 ¹⁰¹
Carica Sali fusi	€ 296.000 ¹⁰²
Spese ammortamento	€ 250.000
Utile netto annuo	€ 11.000
Utile reinvestito per energia	€ 11.000

Costo impianto	3.100.000
% costo esercizio e manutenzione	3%
Produttività annua (ore)	2000
Potenza MW	0,0045*150
Costo installazione	€ 20.000*150
Anni di durata ammortamento	13
% tasso di interesse	10%
Totale costo con interessi	€ 3.410.000

Il secondo anno l'utile netto non sarà più 11.000 € ma 407.000 € perché la caldaia di back up ed i Sali fusi per permettere l'accumulo dell'energia sono un investimento iniziale da sostenere solamente al tempo 0.

L'attività del CSP dish risponde alle caratteristiche dello sviluppo sostenibile, consente l'attivazione di processi economici e produttivi senza però avere un forte impatto sull'ambiente. Questo

⁹⁸ Fonte: Elaborazione AEEG su dati GME novembre 2013

⁹⁹ Le modalità di erogazione dei certificati verdi sono regolati dalla Legge Finanziaria 2008, così come modificata dalla Legge 23/7/2009 n. 99. Fonte: GSE procedura applicativa per l'emissione, la gestione e il ritiro dei certificati verdi (2014)

¹⁰⁰ Decreto 5 luglio 2012. Allegato 5 - Tariffe incentivanti spettanti agli impianti fotovoltaici. Il testo di legge prosegue definendo le tariffe incentivanti attraverso la frazione di integrazione.

¹⁰¹ Gaggioli W., (2007), tesi di dottorato in energetica, Studio dell'impiego delle tecnologie di processo a Sali fusi e del solare termodinamico a concentrazione ad alta temperatura, sviluppate dall'ENEA, in sistemi trigenerativi di piccola-media taglia asserviti a processi termici in applicazioni civili e industriali, Università degli studi di Roma La Sapienza

¹⁰² Ibidem

tipo di impianto puntuale è pensato come parte di una rete¹⁰³ che collega le cave passando attraverso aree con attitudine alla produzione di energia ed attraverso aree caratterizzate da pregio ambientale. Questa conformazione permette la produzione di energia distribuita e con integrazione ambientale maggiore grazie anche ad un impatto visivo minore rispetto ad un impianto concentrato. Inoltre essendo posizionati in una rete di valenza paesaggistica e qualità ambientale elevata fruibile dalle persone questi impianti favoriscono la sensibilizzazione e l'interesse alla produzione di energia con fonti rinnovabili.

Per quanto riguarda la parte incentivante si possono ritenere validi gli stessi meccanismi espressi per le tecnologie CSP attraverso meccanismi che possono essere formati da pubblici, privati o da normative che prevedono leggi su finanziamenti in merito.

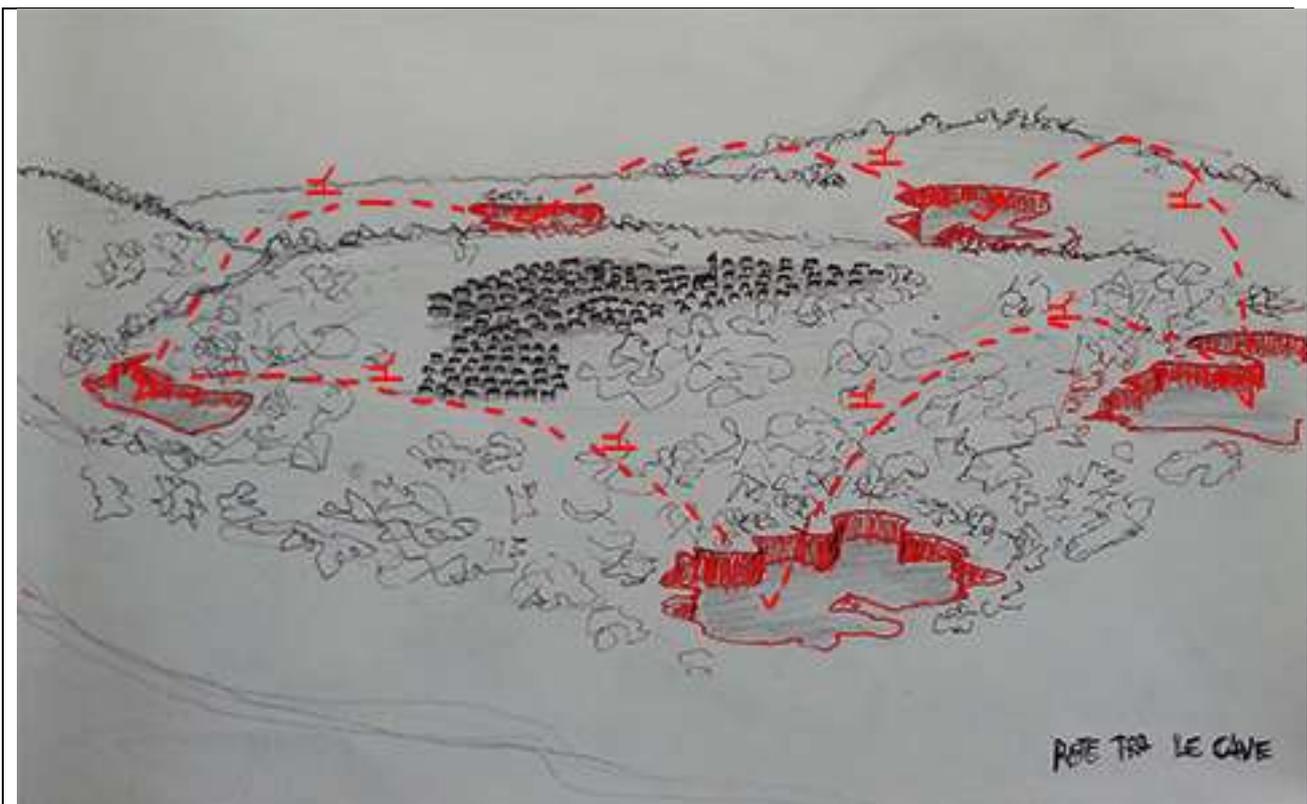


Figura 31: Schizzo indicativo sull'installazione del CSP Dish

¹⁰³ La rete "Quarry.net" che collega tutte le aree estrattive è il risultato dell'incrocio di sei fattori, che attraverso l'elaborazione GIS hanno portato all'individuazione delle aree con migliore attitudine produttiva ed alle aree con una maggiore valenza paesaggistica. Elaborazione propria.

4.2.1.3 Produzione di energia tramite Kite Gen

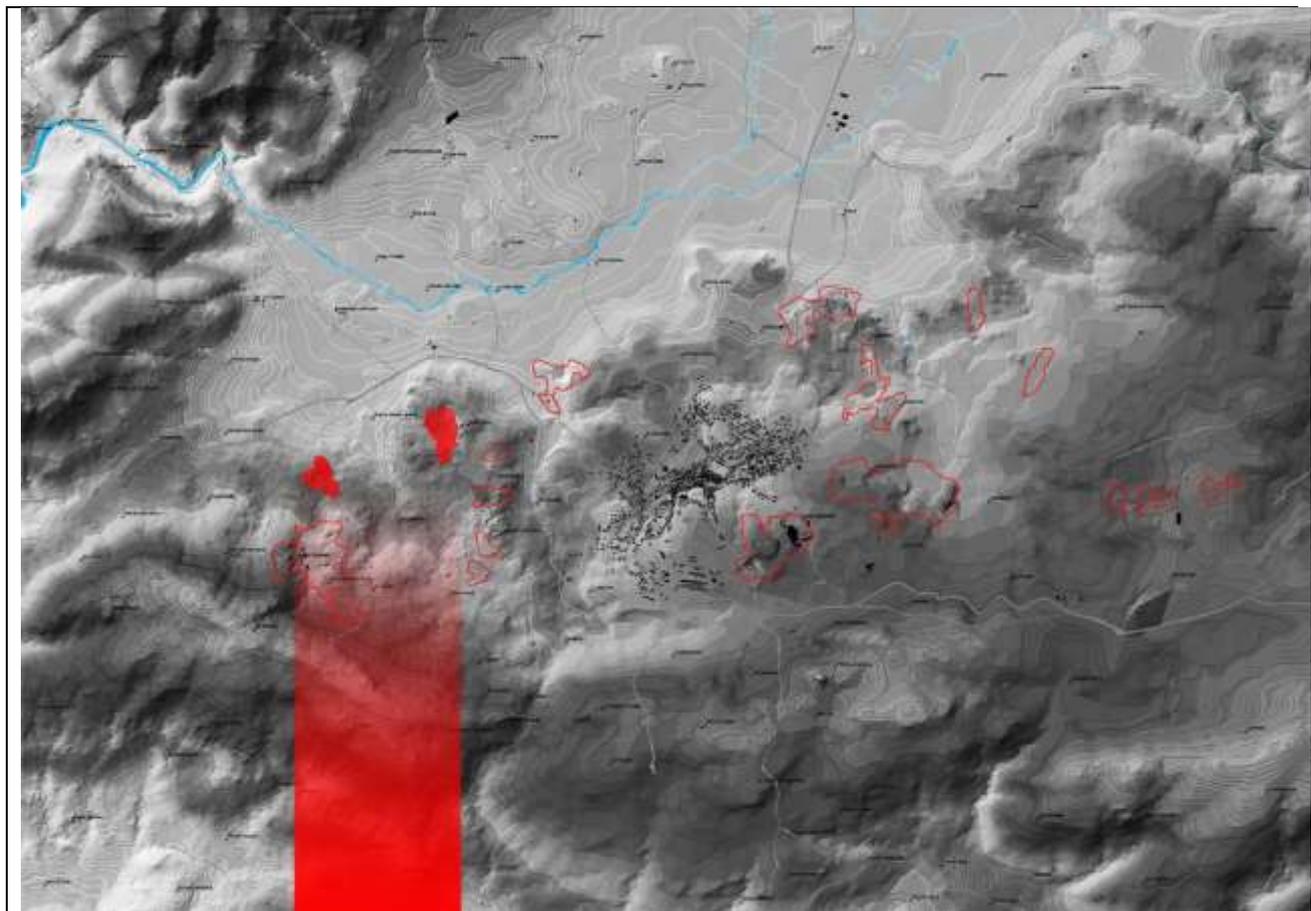


Figura 32: Inquadramento generale cave "oddastra 2" "iselle"

Kite Gen è la tecnologia dello sfruttamento dei venti d'alta quota (forti e molto più costanti di quelli a bassa quota utilizzati dalle torri eoliche tradizionali). La ricerca di applicazioni di un avanzato sensore di posizione triassiale ha consentito di ipotizzarne l'utilizzo a bordo di un "kite", un profilo alare che, mosso dai venti d'alta quota, debba essere pilotato automaticamente. Il sensore di posizione triassiale SeTAC consente infatti di calcolare esattamente la posizione e le accelerazioni del kite e permette ad un computer di comandarlo a distanza mediante due cavi di controllo, esattamente come farebbe un pilota umano nel direzionare il suo parapendio. La trazione esercitata dall'ala sui cavi che la tengono ancorata ai macchinari di produzione dell'energia elettrica fornisce l'energia meccanica che viene trasformata in energia elettrica da un alternatore.

Il meccanismo automatico di controllo brevettato del Kite Gen fa compiere al profilo alare un percorso simile ad un otto, mentre l'ala si allontana progressivamente da terra producendo energia. Essendo i cavi di lunghezza limitata il profilo alare non può tuttavia allontanarsi indefinitamente, pertanto il ciclo di produzione prevede un momento di riavvolgimento dei cavi, che viene effettuato dopo aver minimizzato la portanza dell'ala, in cui la macchina assorbe energia invece di produrla; ma il bilancio di ciascun ciclo è comunque ampiamente positivo. Questa descrizione corrisponde ad un impianto a torre, denominato anche "Stem", che utilizza un singolo kite e può raggiungere una potenza nominale di 3 MW.

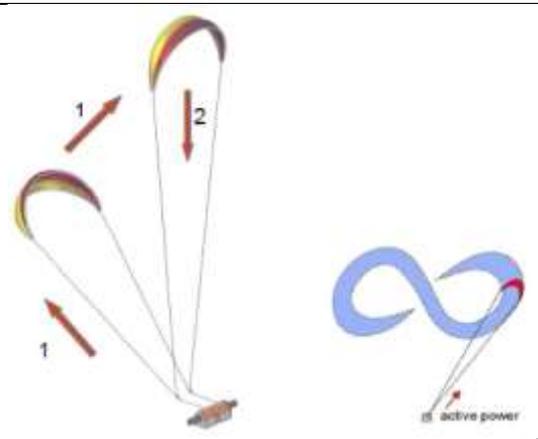


Figura 33 Comportamento (semplificato) del profilo alare Kite Gen: a sinistra fasi di volo - fase 1 decollo e produzione, fase 2 ritorno alla quota minima operativa in scivolata d'ala. Fonte: Saraceno E., (2010), Le proposte di KiteGen Resarch per un Nuovo Piano Energetico Nazionale basato sugli obiettivi UE 20-20-20

Figura 34 Kite Gen in configurazione "Stem". Fonte: www.kitegen.com

Il progetto all'interno delle previsioni della linea strategica T2, prevede interventi riguardanti il Kite Gen nell'ottica dello sviluppo di una serie di tecnologie che utilizzano l'energia eolica come fonte di energia. La caratteristica economica fondamentale della tecnologia Kite Gen è il basso costo per kW dell'impianto che, unitamente alla mancanza di spese per il combustibile, permettono

di raggiungere la competitività con le fonti energetiche fossili¹⁰⁴. Per iniziare il processo di produzione, all'interno del progetto, possono essere previsti due impianti del tipo "Stem" da 3 MW ognuno. Le aree estrattive che meglio si adattano alle prime due installazioni sono quella di "Oddastra 2" e "Iselle" che, avendo un'area coltivata in profondità non possono essere riutilizzate per la produzione di energia attraverso lo sfruttamento dell'energia solare. Il costo stimato è di circa 3 Mln di €¹⁰⁵ per ogni impianto, la produttività stimata, sulla base di studi riguardanti l'intensità dei venti in quota, per questa tipologia di impianti che lavorano a quote operative superiori a 800 m può superare le 5-6.000 ore equivalenti, pertanto si può ipotizzare che un generatore Stem da 3 MW produca 16.500 MWh annui. Le società operative svilupperanno il business della produzione di energia elettrica (siti, autorizzazioni, impianti, mercati, incentivi). I primi impianti usufruiranno dei Certificati Verdi¹⁰⁶ e venderanno l'energia sul mercato elettrico al ricavo medio dato dal Prezzo Unico Nazionale medio (PUN). Ogni anno parte degli utili della produzione saranno reinvestiti in nuovi impianti di produzione di energia, e parte per il ripristino ambientale delle aree individuate con questo obiettivo. La politica per determinare l'entità del reinvestimento dovrà consentire di distribuire annualmente ai soci il 10% del capitale investito. È, infine, necessario aggiungere che il sistema di incentivi finanziari è regolato tramite leggi europee sulle produzioni sostenibili di energia. A tal proposito si esprime il Regolamento UE n. 1293/2013 del parlamento europeo e del consiglio dell'11 dicembre 2013 "1 Art. 32 del D M 6 luglio 2012. Attuazione

¹⁰⁴ Casale C., Viani S., Marcacci P., (2009), Valutazioni sui sistemi "kite wind generator", CESI ricerca

¹⁰⁵ Saraceno E., (2010), Le proposte di KiteGen Resarch per un Nuovo Piano Energetico Nazionale basato sugli obiettivi UE 20-20-20

¹⁰⁶ Secondo quanto disposto dalla legge 244/07, la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili in impianti entrati in esercizio o ripotenziati a partire dal 1° aprile 1999 fino al 31 dicembre 2007, ha diritto alla certificazione di produzione da fonti rinnovabili (certificato verde) per i primi dodici anni di esercizio. La produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili in impianti entrati in esercizio o ripotenziati a partire dal 1° gennaio 2008, invece, ha diritto alla certificazione di produzione da fonti rinnovabili per i primi quindici anni di esercizio.

dell'art. 24 del decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28, recante incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti a fonti rinnovabili diversi dai fotovoltaici. "Tariffe incentivanti e incentivi per i nuovi impianti".

Le modalità di erogazione dei certificati verdi sono regolati dalla Legge Finanziaria 2008, così come modificata dalla Legge 23/7/2009 n. 99¹⁰⁷.

Con queste misure, quindi, si può fare in modo di trovare i finanziamenti necessari per un primo avvio degli impianti e delle produzioni energetiche.

Ricavo totale (R)	€ 11.880.000
PUN (€MW)	€ 64 ¹⁰⁸
CV (€MW)	€ R*1,5 ¹⁰⁹
Incentivi (€MW)	€ 176 ¹¹⁰
Spese varie	€ 600.000
Spese ammortamento	€ 800.000
Utile netto annuo	€ 10.480.000
Utile reinvestito per la ricerca	€ 2.000.000
Utile reinvestito per energia	€ 8.480.000

% costo esercizio e manutenzione	10%
Produttività annua (ore)	6000
Potenza MW	2*3
Costo installazione	€ 2*3.000.000
Anni di durata ammortamento	8
% tasso di interesse	10%
Totale costo con interessi	€ 6.600.000

¹⁰⁷ GSE (2014), procedura applicativa per l'emissione, la gestione e il ritiro dei certificati verdi

¹⁰⁸ Elaborazione AEEG su dati GME novembre 2013

¹⁰⁹ Le modalità di erogazione dei certificati verdi sono regolati dalla Legge Finanziaria 2008, così come modificata dalla Legge 23/7/2009 n. 99. Fonte: GSE procedura applicativa per l'emissione, la gestione e il ritiro dei certificati verdi (2014)

¹¹⁰ Art. 32 del D M 6 luglio 2012. Attuazione dell'art. 24 del decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28, recante incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti a fonti rinnovabili diversi dai fotovoltaici. "Tariffe incentivanti e incentivi per i nuovi impianti".

Dal punto di vista delle strutture produttive, gli impianti *Kite Gen stem* hanno dimensioni a terra limitate (la cupola è alta 6 metri ed i supporti 20 metri con uno spessore ridotto) che danno la possibilità di una produzione di energia abbondante con un inquinamento visivo ridotto. I cavi sono invisibili già a poca distanza e l'ala, lavorando prevalentemente ad altezze dell'ordine del km, è difficilissima da notare. Sfruttando i venti d'alta quota, che sono presenti in tutta la fascia temperata, non è necessario posizionarsi in località particolarmente ventose. Questa caratteristica permette l'installazione della "cupola" in una delle aree estrattive con metodologia di estrazione a cavatura senza incidere sul valore paesaggistico dell'area e consentendo ad essa il riacquisto della vocazione produttiva risparmiando le onerose pratiche di riempimento e bonifica. I profili alari avendo una dimensione di circa 100 volte minore della distanza che li separa dal suolo non producono nessuna ombra ed hanno una bassa sonorità (50dB a 200 metri)¹¹¹. Gli impatti sull'avifauna sono inferiori a quelli imputati alle torri in quanto i *Kite* volano a quote molto elevate e la velocità a cui si muovono i cavi diminuisce con il diminuire della quota¹¹². Inoltre questo tipo di impianti ha un'estensione a terra ridotta e quindi permette l'utilizzo delle aree circostanti per attività agricole e per la realizzazione di aree attrezzate in modo da espandere la fruibilità delle aree in uso dall'impianto anche ai cittadini in modo da favorire l'interazione fra l'abitato le nuove aree produttive che diversamente non sarebbero vissute in alcun modo.

¹¹¹ www.kitegen.com

¹¹² *Ibidem*

Gli incentivi a queste produzioni sono regolate dai *finanziamenti europei per l'ambiente e l'azione per il clima*¹¹³, gli incentivi per la produzione di energia verde¹¹⁴ e i certificati verdi¹¹⁵.

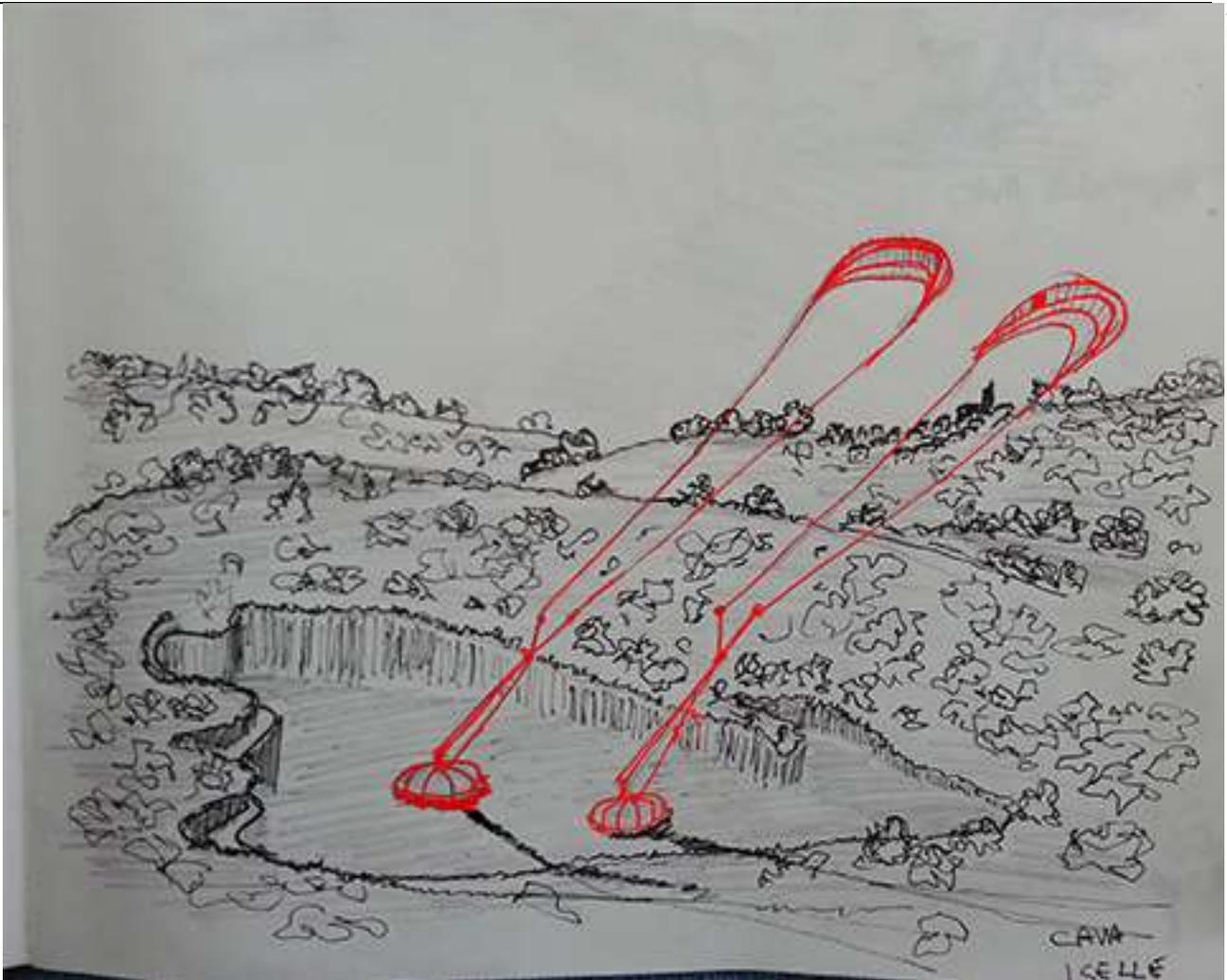


Figura 35: Schizzo indicativo sull'installazione del Kite Gen

¹¹³ Regolamento UE n. 1293/2013 del parlamento europeo e del consiglio dell'11 dicembre 2013

¹¹⁴ Art. 32 del D M 6 luglio 2012. Attuazione dell'art. 24 del decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28, recante incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti a fonti rinnovabili diversi dai fotovoltaici. "Tariffe incentivanti e incentivi per i nuovi impianti".

¹¹⁵ Le modalità di erogazione dei certificati verdi sono regolati dalla Legge Finanziaria 2008, così come modificata dalla Legge 23/7/2009 n. 99. Fonte: GSE procedura applicativa per l'emissione, la gestione e il ritiro dei certificati verdi (2014)

4.2.1.4 Nuove tecniche di produzione energetica da fonte solare sperimentali: The artificial leaf

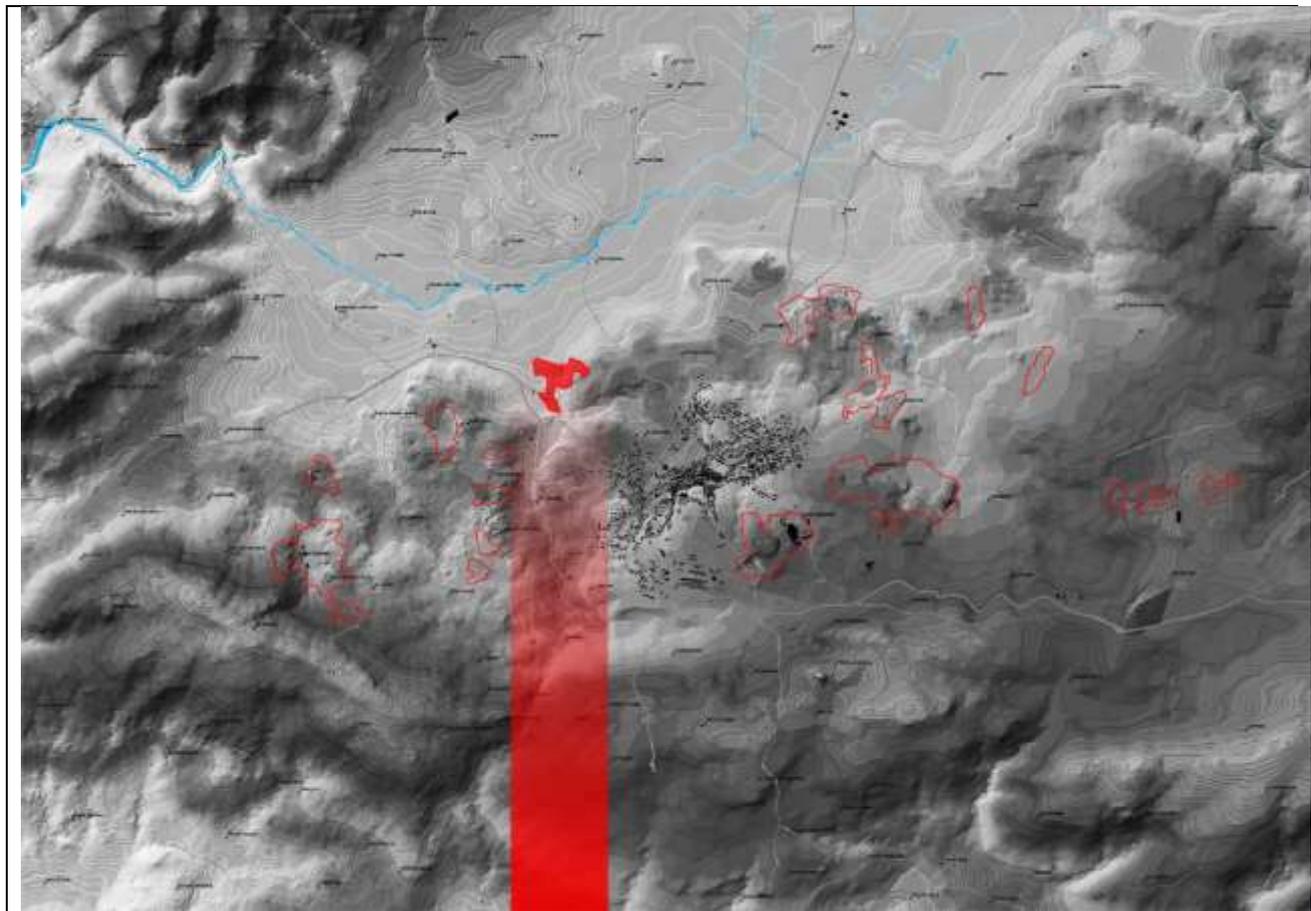


Figura 36: Inquadramento generale cava "biralò"

La "artificial leaf" (conosciuta come foglia artificiale) è un wafer di silicio delle dimensioni di una carta da gioco (circa 55 cm²) che quando viene immerso nell'acqua, attraverso le sue proprietà di catalizzatore è in grado di scindere l'idrogeno dall'ossigeno, in maniera tale che essi possano essere utilizzati per alimentare una cella a combustibile. "Un materiale sintetico, per realizzare la conversione di energia solare simile alla foglia, deve assorbire un fotone solare che viene trasformato in corrente wireless per poter essere utilizzato dai catalizzatori che guidano la reazione di scissione dell'acqua sotto una radiazione solare di 100 mW/cm²"¹¹⁶. Per far sì che una centrale ad idrogeno di questo tipo funzioni, è necessario che l'area dove vengono installate le vasche abbia una

¹¹⁶ Nocera Daniel G., (2011), The Artificial Leaf, Department of Chemistry, 6-335, Massachusetts Institute of Technology

radiazione solare sufficientemente forte ed una continuità consistente. La foglia artificiale concepita e realizzata dal team del Dottor Daniel Nocera del Massachusetts Institute of Technology permette di ricavare da ogni singola foglia con due ore di irradiazione (100 mWcm^{-2}) si producono 6.0×10^{-8} moli di idrogeno¹¹⁷.

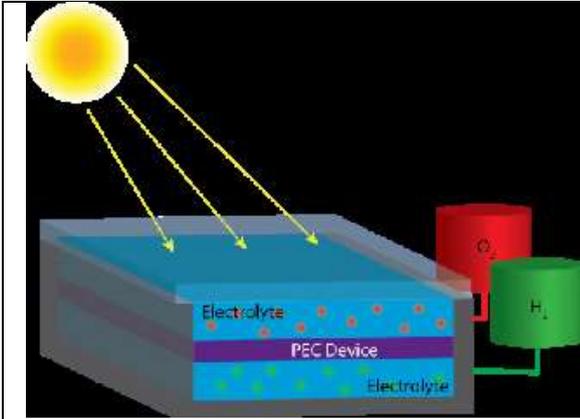


Figura 37: Schema del processo di idrolisi che svolge la foglia artificiale. Fonte: Modestino M. and Segalman R., (2013), Artificial Solar-Fuel Generators for Artificial Photosynthesis, California

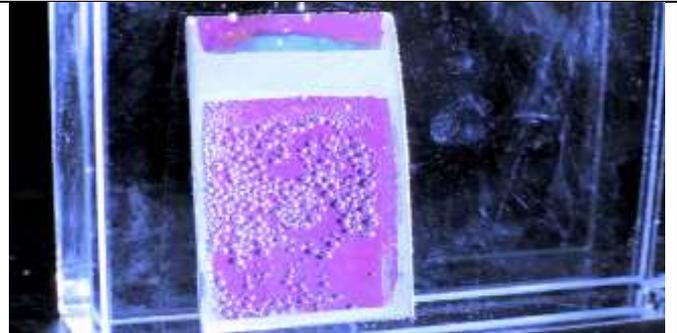


Figura 38: Dispositivo durante il funzionamento: Fonte: Reece Steven Y., Hamel Jonathan A., Sung K., Jarvi Thomas D., Esswein Arthur J., Pijpers Joep J. H., Nocera Daniel G., (2011), Wireless Solar Water Splitting Using Silicon-Based Semiconductors and Earth-Abundant Catalysts, Science 334, 645-648

La tecnologia sperimentale relativa alla foglia artificiale, si propone come un nuovo sistema in via di sviluppo con un impatto ambientale estremamente basso; questo permette la crescita di un sistema economico che non alteri il paesaggio. Questo tipo di impianto può essere installato nelle aree estrattive che si trovano lungo un corso d'acqua o che hanno disponibilità sufficiente di acqua. La tecnologia portata avanti dalla foglia artificiale permette di attribuire a spazi marginali, come quelli delle cave, un nuovo ruolo produttivo che non porti con sé impatti ambientali o paesaggistici. Questo sviluppo tecnologico rappresenta, quindi, un grandissimo passo verso una produzione energetica sostenibile non solo dal punto di vista del consumo delle risorse, ma anche dal punto

¹¹⁷ Amao Y., Hamano A., Shimizu K., (2012), Development of artificial leaf for solar hydrogen production, World Hydrogen Energy Conference 2012, Published by Elsevier Ltd. Selection and/or peer-review under responsibility of Canadian Hydrogen and Fuel Cell Association.

di vista dell'impatto territoriale, paesaggistico, ambientale e sociale.

I metodi di produzione basati sulla tecnologia della foglia artificiale, tra tutti quelli proposti dalle azioni all'interno del progetto proposto, risultano essere i meno impattanti e i più sostenibili, tuttavia, va anche precisato che questo tipo di produzione è ancora in fase sperimentale e quindi il progetto - come già spiegato negli obiettivi e nelle azioni - promuove l'innovazione di questo tipo di produzioni e la ricerca ad esse correlate.

Considerando la localizzazione spaziale degli impianti delle foglie artificiali, grazie all'abbondanza d'acqua dell'area cavata in profondità ed alla presenza di un corso d'acqua di medio - piccola portata adiacente l'area estrattiva, la cava sita in località Biralò presenta le caratteristiche migliori per ospitare un impianto di produzione di idrogeno attraverso questa tecnologia. Un impianto di produzione di questo tipo ha bisogno di uno spazio che possa ospitare il campo solare con le vasche dove verranno collocate le foglie, un'area annessa dove siano collocate le celle a combustibile, le strutture varie ed i serbatoi di accumulo dell'idrogeno. La cava di Biralò ha un'estensione totale di 50.000 m² del quale circa 20.000 m² adeguati alla produzione dell'energia solare¹¹⁸. Quest'area è molto adatta, grazie alla presenza di un corso d'acqua adiacente ad essa, ad ospitare una vasca di accumulo naturale con capienza di 200.000 m³ ed una superficie piana di circa 20.000 m² idonea all'alloggio di tutti gli impianti di produzione e dei silos per lo stoccaggio dell'idrogeno. Per quanto riguarda la produzione, i dati indicano che in ogni litro d'acqua circa l'11% (in peso) è composto da idrogeno¹¹⁹. La foglia allo stato di sviluppo attuale ha un'efficienza che si aggira intorno al 10%. Ogni foglia per svolgere la scissione continua dell'acqua ha bisogno di un irraggiamento di 100 mWcm⁻² e

¹¹⁸ L'area che permette l'installazione di quest'impianto è stata prodotta attraverso l'elaborazione tramite software ArcGIS di fattori ambientali, produttivi e restrittivi. (Elaborazione propria)

¹¹⁹ http://idrogeno.assocastecnici.federchimica.it/portale_idrogeno/home.nsf/0/8BB24BE1C69B1B66C125734E0032D48C?OpenDocument

del ricircolo dell'acqua nel catalizzatore¹²⁰. Pertanto con 3,7 l d'acqua ed un irraggiamento solare adeguato ogni foglia estrae 0,04 l di idrogeno ogni 2 ore che, in un anno di produzione (2000 ore di illuminazione adeguata) permettono ad ogni singola foglia di estrarre da 400 litri di acqua 40 litri di idrogeno. In un ipotetico impianto composto da 12.500 foglie che occupano un'area di 1000 m²¹²¹ ed utilizzano 5000 m³ di acqua all'anno si possono ottenere 500.000 litri (35.000 Kg allo stato liquido) di idrogeno. Il costo per realizzare questo impianto è dato dal costo delle foglie, stimato in circa 100.000 €¹²², dalle vasche presenti nel campo solare (circa 1.500.000 €)¹²³ ed infine dalle strutture di stoccaggio dell'idrogeno (circa 1.100.000 €)¹²⁴.

Ricavo totale (R)	€ 3.800.000
CV (€)	€ R*1 ¹²⁶
Incentivi (€*MW equivalente)	€ 110*(1260 ¹²⁷ 128)=140.000
Spese varie	€ 135.000
Spese ammortamento	€ 400.000
Utile netto annuo	€ 3.265.000
Utile reinvestito per la ricerca	€ 2.000.000
Utile reinvestito per energia	€ 1.265.000

Costo impianto	€ 2.700.000
% costo esercizio e manutenzione	5%
Produttività annua (ore)	2000
Ricavi (€/litro)	3,6 ¹²⁵
Anni di durata ammortamento	8
% tasso di interesse	10%
Totale costo con interessi	€ 2.970.000

¹²⁶ Le modalità di erogazione dei certificati verdi sono regolati dalla Legge Finanziaria 2008, così come modificata dalla Legge 23/7/2009 n. 99 (fonte GSE procedura applicativa per l'emissione, la gestione e il ritiro dei certificati verdi 2014). Per questo tipo di tecnologia non sono presenti coefficienti di moltiplicazione (in quanto sperimentale) e sono stati applicati quelli relativi all'uso dell'energia idraulica.

¹²⁷ Art. 32 del D M 6 luglio 2012. Attuazione dell'art. 24 del decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28, recante incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti a fonti rinnovabili diversi dai fotovoltaici. "Tariffe incentivanti e incentivi per i nuovi impianti". Considerando il fatto che ancora non esistono delle tariffe incentivanti per questo tipo di tecnologia considero i finanziamenti riguardanti gli impianti fotovoltaici con un incremento del 10% per l'innovazione tecnologica.

Il progetto dedica molta importanza a questa tecnologia poiché il suo utilizzo, seppur sperimentale, permette oltre alla produzione di energia da una fonte rinnovabile, il riutilizzo dei laghi di cava, che dopo la dismissione delle aree estrattive vanno incontro all'abbandono ed al totale inutilizzo. Inoltre, per mitigare l'impatto paesaggistico di questo tipo di installazione sono previsti interventi di compensazione ed ottimizzazione del campo solare attraverso processi che aiutano la ripopolazione delle specie endemiche¹²⁹.

Gli incentivi finanziari per l'avvio di questi impianti di produzione prevedono dei possibili investimenti privati, ma esistono fondi erogati dalla parte pubblica attraverso i *finanziamenti europei per*

¹²² In questa fase sperimentale non esiste un prezzo di mercato. Il costo della foglia è stato stimato attraverso la proporzione della superficie e della composizione di un pannello fotovoltaico poiché presenta una struttura di produzione simile a quella della foglia artificiale.

¹²³ Stima effettuata attraverso il catalogo della società S.M.A.C S.r.l.

¹²⁴ Il DOE ha stabilito che nel 2010 il costo dei sistemi di accumulo sarà di circa \$4/kWh

(~\$133/kg H₂), che dovrebbe ridursi a \$2/kWh (~\$67/kg H₂) entro il 2015. Per questo impianto ho stimato un serbatoio con una capienza di 20.000 Kg ed un prezzo di 50 €. Fonte: Sistemi di accumulo per l'idrogeno. *Tesi di laurea*, Dipartimento di ingegneria elettrica. *Jelicic Boris. 2010*

¹²⁵ L'idrogeno ha un valore commerciale minimo di 0,8 €/Nm³ (basso grado di purezza ed elevate quantità di acquisto) e un costo massimo di 3,6 €/Nm³ (puro al 99,9999 % e quantità minima di acquisto). Fonte: Jelicic B., (2010), *tesi di laurea*, Sistemi di accumulo per l'idrogeno, Università degli studi di Padova

¹²⁶ Le modalità di erogazione dei certificati verdi sono regolati dalla Legge Finanziaria 2008, così come modificata dalla Legge 23/7/2009 n. 99 (fonte GSE procedura applicativa per l'emissione, la gestione e il ritiro dei certificati verdi 2014). Per questo tipo di tecnologia non sono presenti coefficienti di moltiplicazione (in quanto sperimentale) e sono stati applicati quelli relativi all'uso dell'energia idraulica.

¹²⁷ Art. 32 del D M 6 luglio 2012. Attuazione dell'art. 24 del decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28, recante incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti a fonti rinnovabili diversi dai fotovoltaici. "Tariffe incentivanti e incentivi per i nuovi impianti". Considerando il fatto che ancora non esistono delle tariffe incentivanti per questo tipo di tecnologia considero i finanziamenti riguardanti gli impianti fotovoltaici con un incremento del 10% per l'innovazione tecnologica.

¹²⁸ L'idrogeno ha un potere calorifero di circa 36 kWh/Kg. Fonte: www.fisr-h2-fc.unige.it/index.php?mod=05_Tecnologie/05_Tabella_dati_H

¹²⁹ Per mitigazione e compensazione si intendono opere di "ottimizzazione" del progetto come ad esempio l'installazione dei generatori in base ai criteri ambientali della carta dell'attitudine (elaborazione propria) ed interventi non strettamente legati all'opera atti a "compensare", come ad esempio la rivegetazione di siti degradati od il miglioramento della biodiversità attraverso la facilitazione dell'integrazione ambientale. Fonte: APAT (Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici), (2004), *Le misure di mitigazione e di compensazione*, Agrigento

*l'ambiente e l'azione per il clima*¹³⁰, gli incentivi per la produzione di energia verde¹³¹ e i certificati verdi¹³².



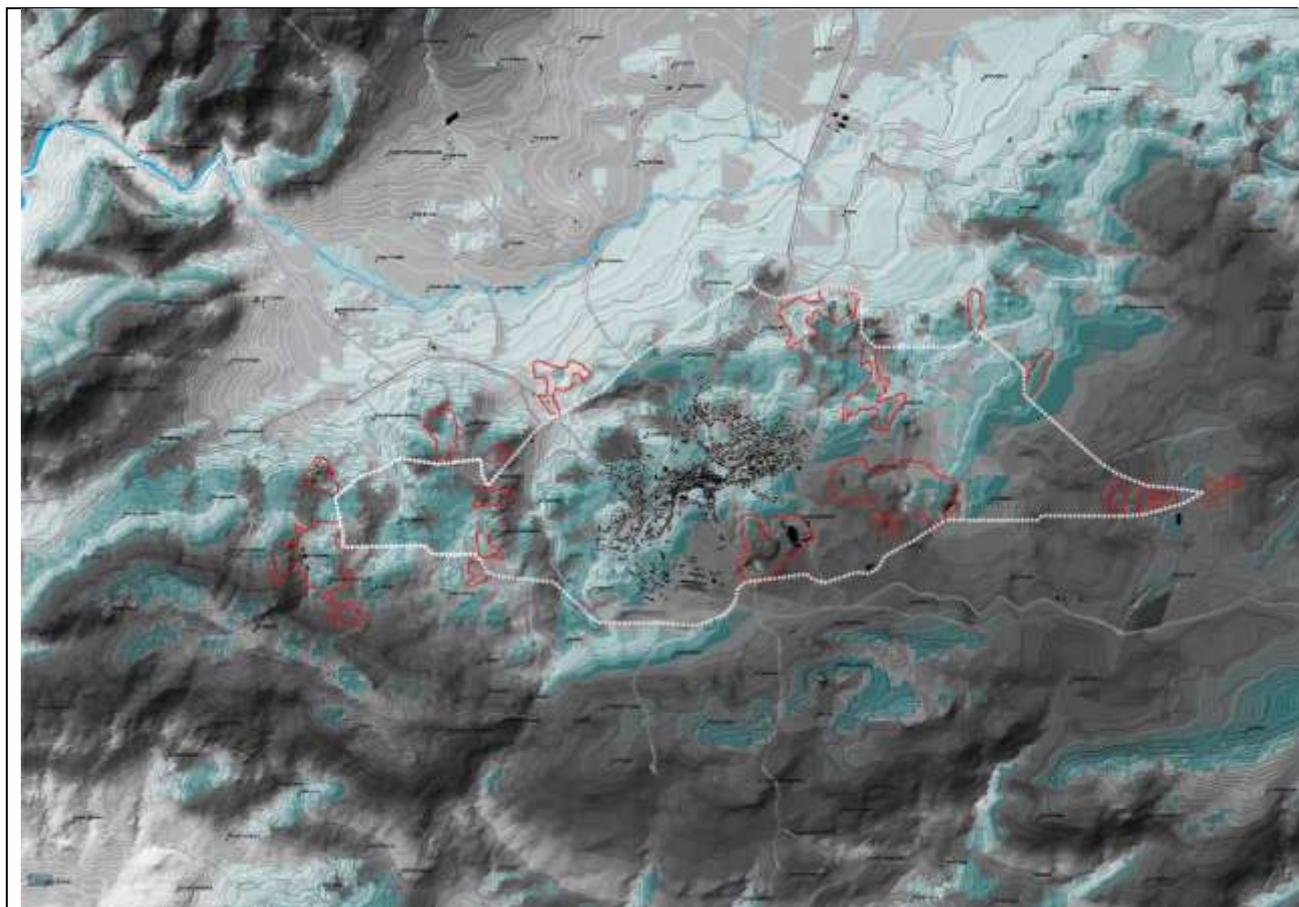
Figura 39: Schizzo indicativo sull'installazione della foglia artificiale

¹³⁰ Regolamento UE n. 1293/2013 del parlamento europeo e del consiglio dell'11 dicembre 2013

¹³¹ Art. 32 del D M 6 luglio 2012. Attuazione dell'art. 24 del decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28, recante incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti a fonti rinnovabili diversi dai fotovoltaici. "Tariffe incentivanti e incentivi per i nuovi impianti". Considerando il fatto che ancora non esistono delle tariffe incentivanti per questo tipo di tecnologia considero i finanziamenti riguardanti gli impianti fotovoltaici con un incremento del 10% per l'innovazione tecnologica.

¹³² Le modalità di erogazione dei certificati verdi sono regolati dalla Legge Finanziaria 2008, così come modificata dalla Legge 23/7/2009 n. 99. Fonte GSE procedura applicativa per l'emissione, la gestione e il ritiro dei certificati verdi (2014). Per questo tipo di tecnologia non sono presenti coefficienti di moltiplicazione (in quanto sperimentale) e sono stati applicati quelli relativi all'uso dell'energia idraulica.

4.2.1.5 Nuove tecniche di produzione di energia eolica: Tornado Like



Pagina |
131

Figura 40: Rete delle cave. In azzurro le aree con attitudine maggiore alla produzione eolica

Il *Tornado Like* è un dispositivo in fase finale di sperimentazione che utilizza le ridotte velocità del vento per produrre energia green e non impattante. Il particolare interesse nel *Tornado Like* è dovuto alla dimensione estremamente ridotta del generatore ed ha il vantaggio di non avere le pale e dunque di poter essere mimetizzata molto meglio nell'ambiente. Il dispositivo ha la base a forma tronco conica superiormente al quale è posto un altro corpo, sempre a forma tronco conica cava. Le superfici interne sono lavorate e sono costituite da incavi a forma sferica. Tale lavorazione permette alle correnti di vento che entrano tra le due forme tronco-coniche di aumentare la velocità del vento. Le dimensioni sono di circa 6 m di altezza per 3 di diametro e permettono di produrre energia anche con brezze di vento da 2-5 m/s¹³³. La resa energetica è superiore a quella

¹³³ <http://www.iltamtam.it/2008/03/19/sui-sibillini-un-nuovo-tipo-di-impianto-eolico/>

di un normale aerogeneratore e il costo inferiore al 30%¹³⁴. Il Tornado Like è stato progettato da un gruppo di ingegneri russi e ingegnerizzato dalla «Western & co», società di San Benedetto del Tronto specializzata nelle tecnologie rinnovabili, è stato presentato a Firenze durante «Lavori verdi», summit sull'energia alternativa al quale hanno partecipato esperti da tutta Europa¹³⁵.



Figura 41: Render esplicativo di un generatore Tornado Like. Fonte: A cura di Sara Francesconi in collaborazione con Legambiente Pistoia.



Figura 42: fonte: <http://www.iltamtam.it/wp-content/plugins/adrotate/adrotate-out.php?track=MjUsMSwwLGh0dHA6Ly93d3cucHJlc2VwaWRpdGFsaWEuaXQ>

La dimensione di questi generatori permette una loro facile integrazione nel paesaggio e una loro diffusione capillare nella rete delle cave dove le analisi cartografiche indicano un'opportuna attitudine alla produzione eolica. Inoltre con questo tipo di impianti puntuali e non invasivi si effettuano produzione di piccola scala consentendo un uso migliore della risorsa ed evitando le grandi concentrazioni.

All'interno del progetto, l'inserimento del Tornado Like - così come si era detto per l'*artificial leaf* - rappresenta la parte innovativa e di ricerca a livello produttivo ed ambientale. Sebbene non si tratti di una tecnologia matura, le sperimentazioni a riguardo dimostrano che lo sviluppo porterà ad un uso molto più ampio ed un miglioramento proporzionale nel tempo.

¹³⁴ M. Gasperetti, (2014), Corriere.it

¹³⁵ Ibidem

Il generatore è alto sei metri e largo tre, per una potenza di circa 8 Kw, ed è in grado di operare al massimo dell'efficienza anche con velocità del vento dell'ordine di 2-5 m/s. Il generatore, a velocità del vento di 3-4 m/s ne assicura la potenza meccanica di 100/200 watt. La tecnologia proposta è finalizzata ad aumentare l'efficienza energetica dell'impianto ed a permettere il suo funzionamento a partire da sorgenti di flussi termici onde poter ridurre i costi di produzione attualmente di 3.500 euro per 1 kW prodotto di energia eolica¹³⁶. Questo permetterebbe di utilizzare l'energia termica prodotta dagli impianti *CSP Dish* in maniera diretta, ed abbinando in aree opportune per la produzione di entrambi gli impianti si otterrebbe un'efficienza generale molto elevata. La tecnologia del Tornado Like come si deduce dal nome riproduce ad una scala adeguata ed in maniera controllata il medesimo processo che produce un tornado. I test di laboratorio dimostrano che con un simulatore si riesce ad accelerare il flusso d'aria in ingresso ed a produrre energia¹³⁷.

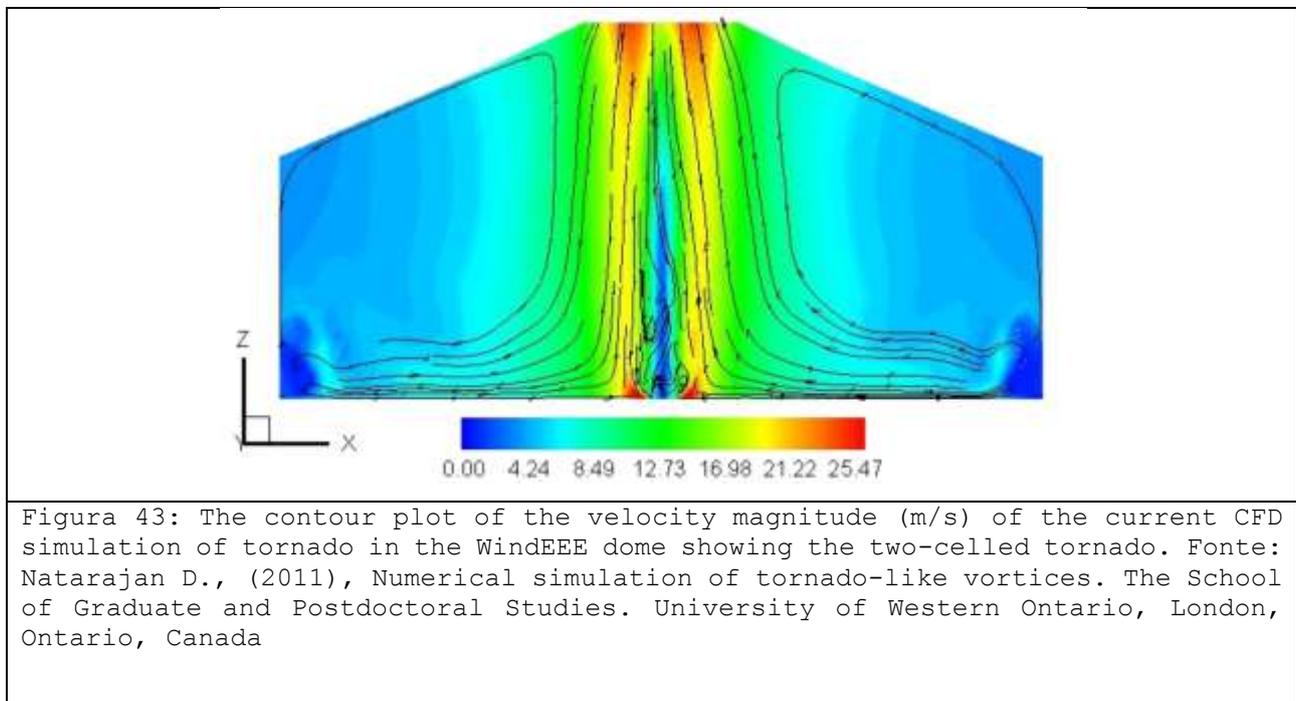
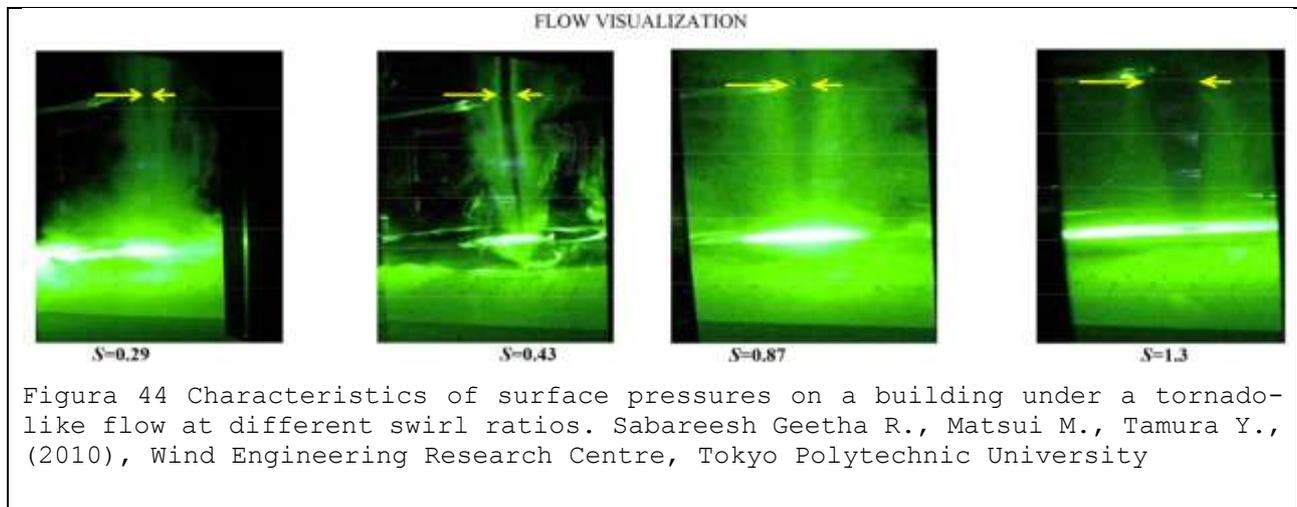


Figura 43: The contour plot of the velocity magnitude (m/s) of the current CFD simulation of tornado in the WindEEE dome showing the two-celled tornado. Fonte: Natarajan D., (2011), Numerical simulation of tornado-like vortices. The School of Graduate and Postdoctoral Studies. University of Western Ontario, London, Ontario, Canada

¹³⁶ <http://www.iltamtam.it/2008/03/19/sui-sibillini-un-nuovo-tipo-di-impianto-eolico/>

¹³⁷ Natarajan D., (2011), Numerical simulation of tornado-like vortices. The School of Graduate and Postdoctoral Studies. University of Western Ontario, London, Ontario, Canada

L'obiettivo della simulazione attuale è quello di dimostrare che la configurazione modificata di WindEEE (questo il nome del prototipo di produzione) a cupola arriva a produrre un $S = 2.0$ (F4)¹³⁸.



È stato osservato che con le velocità normali e tangenziali in ingresso rispettivamente di $U_{in} = 15,182$ m/s e $V_{in} = 5,05$ m/s e con l'angolo della feritoia d'ingresso $\theta = 18.4^\circ$) si produce un tornado con valori attorno a $S = 2$ ¹³⁹. Dal momento che i dati disponibili sono solamente quelli a livello sperimentale, si ritiene necessario eseguire le stime economiche degli impianti e della produzione comparando il Tornado Like con i generatori eolici ad asse verticale. Attualmente, nei Paesi che sono di riferimento nello sviluppo della tecnologia eolica, il costo specifico di realizzazione di un impianto si colloca nell'intervallo tra 1500 e 1600 €/kW installato.

Il costo della macchina può ritenersi compreso fra i 2/3 ed i 3/4 del costo totale di installazione in funzione delle caratteristiche orografiche del sito. Il costo annuo di esercizio e manutenzione è, in genere, pari al 3% dell'investimento, pari a circa 18.000 € per un generatore compreso d'installazione¹⁴⁰. Il costo di produzione

¹³⁸ F4 rappresenta l'intensità dei tornado in base alla scala Fujita. Fonte: Wang H., B.S., (2002), a thesis in mechanical engineering, Fluid-structure interaction of a tornado-like vortex with low-rise structures, Texas tech University

¹³⁹ Natarajan D., (2011), Numerical simulation of tornado-like vortices. The School of Graduate and Postdoctoral Studies. University of Western Ontario, London, Ontario, Canada

¹⁴⁰ Il prezzo è calcolato utilizzando come riferimento l'aerogeneratore "Field3 MK1". Fonte: Mozzato A., (2009-2010), tesi di Laurea: Analisi dell'efficienza e

varia in funzione della ventosità del sito, della taglia delle macchine delle opere infrastrutturali¹⁴¹. Indicativamente, un impianto mini eolico da 4,2 kW¹⁴² installato in un sito con velocità media annua fra 5 e 6 m/s, è in grado di produrre in un anno complessivamente 1.000-1.800 kWh per ogni kW di potenza nominale installata¹⁴³. Come previsto per tutti gli impianti di produzione di energia parte degli utili della produzione saranno reinvestiti in nuovi impianti di produzione di energia, e parte verranno riutilizzati per il ripristino ambientale delle aree individuate con questo obiettivo. La quota per i finanziatori prevede il 10% del

capitale investito.

Ricavo totale (R)	€ 1.700.000	Costo impianto	€ 3.600.000
PUN (€MW)	€ 64 ¹⁴⁴	% costo esercizio e manutenzione	3%
CV (€MW)	€ R*1 ¹⁴⁵	Produttività annua (ore)	2800 ¹⁴⁷
Incentivi (€MW)	€ 291 ¹⁴⁶	Potenza MW	0,0042*200
Spese varie	€ 108.000	Costo installazione	€ 18.000*200
Spese ammortamento	€ 400.000	Anni di durata ammortamento	10
Utile netto annuo	€ 1.192.000	% tasso di interesse	10%
Utile reinvestito per la ricerca	€ 692.000	Totale costo con interessi	€ 3.960.000
Utile reinvestito per energia	€ 500.000		

delle prestazioni elettriche delle turbine eoliche, Università degli studi di Padova

¹⁴¹ Ibidem

¹⁴² Ibidem

¹⁴³ Fire (federazione italiana per l'uso razionale dell'energia), (2011), Impianti eolici e fotovoltaici di piccola taglia: guida tecnica

¹⁴⁴ Elaborazione AEEG su dati GME (novembre 2013)

¹⁴⁵ Le modalità di erogazione dei certificati verdi sono regolati dalla Legge Finanziaria 2008, così come modificata dalla Legge 23/7/2009 n. 99 (fonte GSE procedura applicativa per l'emissione, la gestione e il ritiro dei certificati verdi (2014)

¹⁴⁶ Art. 32 del D M 6 luglio 2012. Attuazione dell'art. 24 del decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28, recante incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti a fonti rinnovabili diversi dai fotovoltaici. "Tariffe incentivanti e incentivi per i nuovi impianti".

¹⁴⁷ Per questo tipo di impianto si considera una produttività annua maggiore del 30% in quanto il Tornado Like riesce a sfruttare le basse e più costanti velocità del vento.

La dinamicità dei generatori *Tornado Like* permette che questo tipo di installazioni rispondano ai requisiti dello sviluppo sostenibile, consentendo interessanti processi economici che non sono irreversibilmente impattanti sull'ambiente e il paesaggio. Queste installazioni, entrano a far parte della rete¹⁴⁸ che collega le cave passando attraverso aree con attitudine alla produzione di energia ed attraverso aree caratterizzate da pregio ambientale. Questa conformazione permette la produzione di energia distribuita e con integrazione ambientale maggiore grazie anche ad un impatto visivo minore rispetto ad un impianto concentrato. Una delle maggiori perplessità sull'installazione di generatori di energia, dipende dalle preoccupazioni delle popolazioni locali sul loro impatto ambientale, è quindi opportuno sottolineare le caratteristiche di questa installazione, il cui impatto ambientale si limita attraverso una buona progettazione ed attraverso misure di mitigazione e compensazione¹⁴⁹. Il territorio necessario per l'installazione di questo tipo di impianto è vasto ma come già detto poco denso, e pertanto la parte del territorio non occupata fisicamente dalle macchine può essere impiegata per altri scopi.

Trattandosi di sistemi innovativi di produzione non esistono finanziamenti ed incentivi a riguardo. Per poter eseguire le stime si è scelto di utilizzare come modello di comparazione le agevolazioni fiscali esistenti per gli impianti eolici tradizionali di media potenza. Per questo motivo, gli incentivi finanziari da prendere in considerazione per questo tipo di produzione energetica possono essere quelli rappresentati dalle stesse leggi che sono state prese in esempio per le produzioni tramite *Kite Gen*¹⁵⁰.

¹⁴⁸ La rete "Quarry.net" che collega tutte le aree estrattive è il risultato dell'incrocio di sei fattori, che attraverso l'elaborazione GIS hanno portato all'individuazione delle aree con migliore attitudine produttiva ed alle aree con una maggiore valenza paesaggistica. Elaborazione propria.

¹⁴⁹ Per mitigazione e compensazione si intendono opere di "ottimizzazione" del progetto come ad esempio l'installazione dei generatori in base ai criteri ambientali della carta dell'attitudine (elaborazione propria) ed interventi non strettamente legati all'opera atti a "compensare", come ad esempio la rivegetazione di siti degradati od il miglioramento della biodiversità attraverso la facilitazione dell'integrazione ambientale. Fonte: APAT (Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici), (2004), Le misure di mitigazione e di compensazione, Agrigento

¹⁵⁰ Si rivedano le note num. 66, 67 e 68.

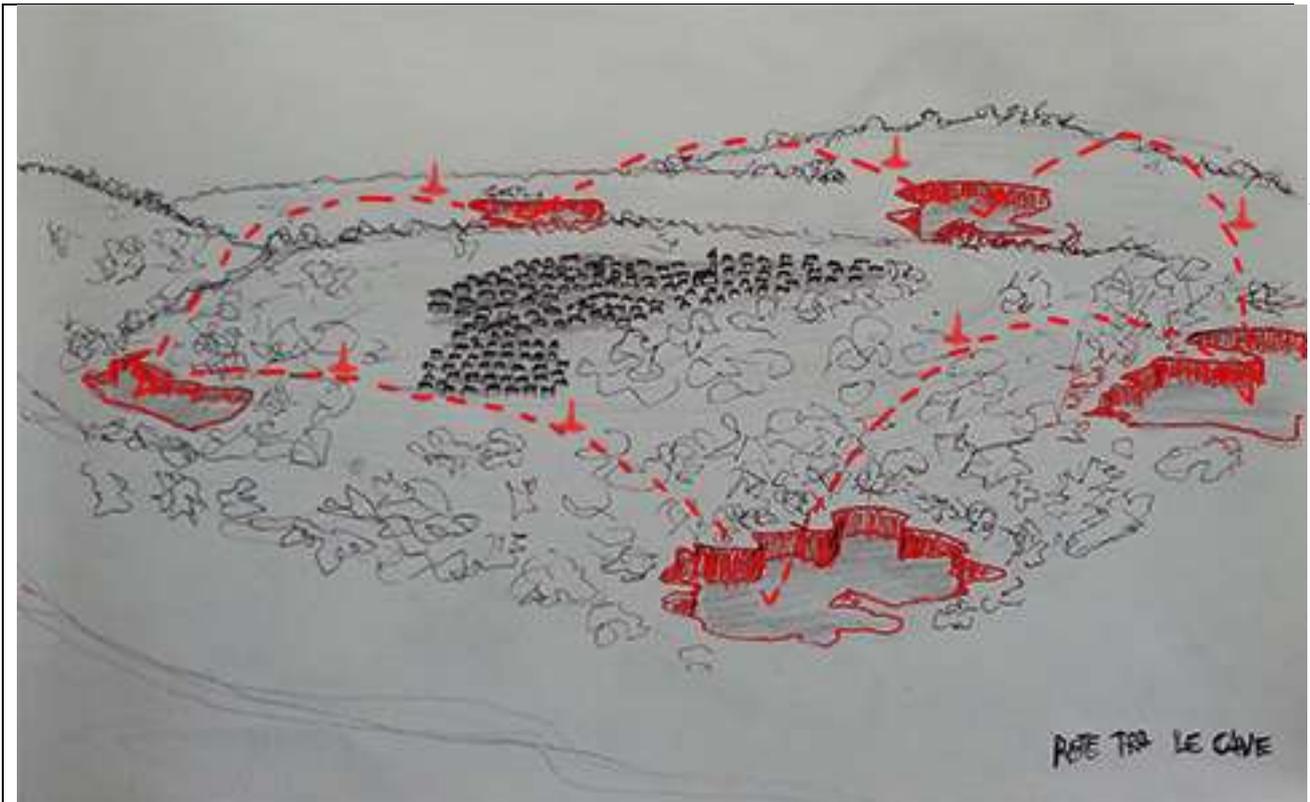
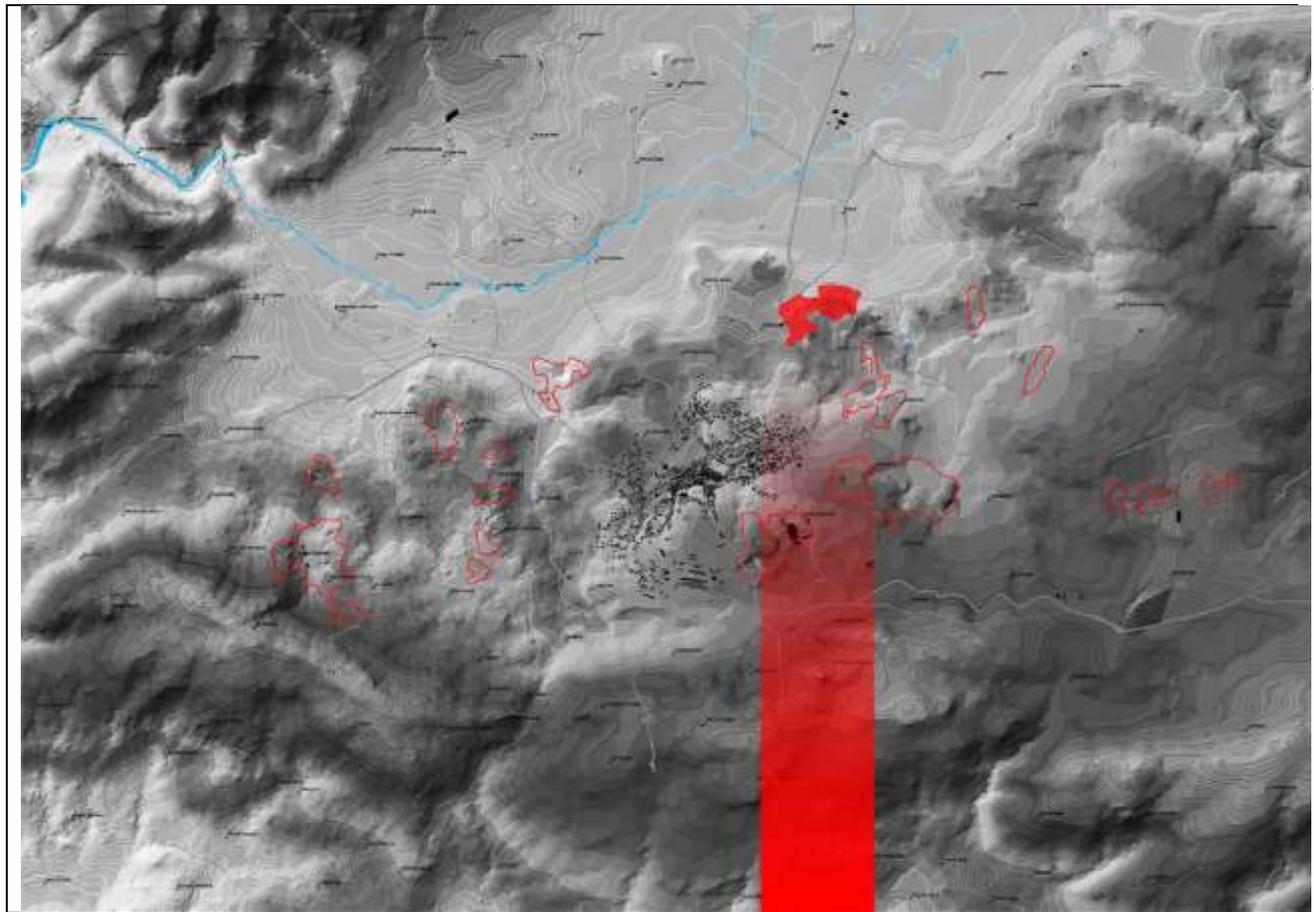


Figura 45: Schizzo indicativo sull'installazione del CSP Dish

4.2.1.6 Nuove tecniche di produzione energetica: Vibro-wind



Vibro-Wind, si presenta come alternativa alla produzione di energia per via eolica. Il progetto è una sorta di rielaborazione di quanto presentato per la prima volta circa due anni fa da Shawn Frayne, vincitore del premio *Breaktrought Award* 2007, della rivista *Popular Mechanics*, che con il suo dispositivo *Wind Belt*¹⁵¹ aveva per la prima volta colto la possibilità di ottenere energia elettrica dal vento, grazie ai movimenti oscillatori che questo era in grado di assicurare. L'idea originaria pensata da Shawn Frayne fu quella, di un tessuto da tirare alle due estremità in modo da oscillare e creare una carica elettrica, con dei costi assolutamente bassi. Oggi, *Vibro Wind*, dopo una fase sperimentale non ancora terminata, garantisce la possibilità di produrre quantitativi, se pur minimi, di energia. Caratteristica distintiva principale del *Vibro Wind* è quella di non

¹⁵¹ http://www.humdingerwind.com/#/wi_large/

essere dotato di pale e turbine come i modelli tradizionali, e di non aver bisogno di grandi spazi e di forti venti per la sua installazione. Il dispositivo si compone infatti di una serie di piccoli blocchi di schiuma solidificata¹⁵², montati su delle barre verticali, che sono in grado di oscillare al minimo soffio di vento e di consentire, tramite dei trasduttori piezoelettrici, di trasformare questa movimento in energia elettrica.

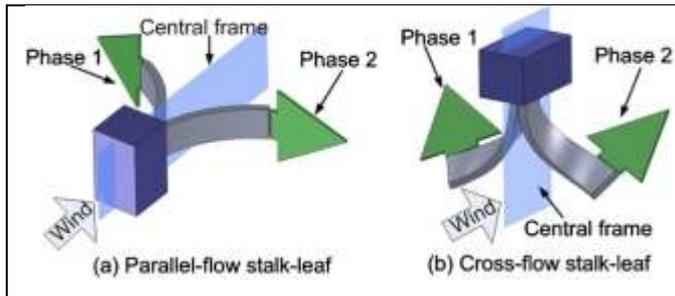


Figura 46 Due diversi tipi di conformazione del sistema vibro-Wind. Fonte: Li S., Yuan J. and Lipson H., (2011), Ambient wind energy harvesting using cross-flow fluttering, College of Astronautics, Northwestern Polytechnical University, Xi'an, Shaanxi; ; Sibley School of Mechanical and Aerospace Engineering, Cornell University, Ithaca, New York

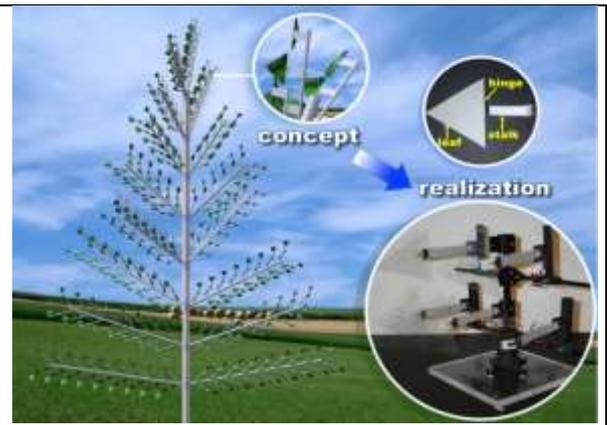


Figura 47 Schema concettuale di un dispositivo vibro-Wind. Fonte: Li S., Lipson H., (2009), Vertical-stalk flapping-leaf generator for wind energy harvesting, Proceedings of the ASME 2009 Conference on Smart Materials, Adaptive Structures and Intelligent Systems

La ridotta dimensione del vibro-Wind ed il limitato impianto di esercizio fa sì che questi generatori possiedano facilità di installazione anche in aree non idonee per altri tipi di generatori. Nel caso specifico questo dispositivo con opportune tecniche di fissaggio permette l'installazione nelle pareti di scavo verticale. Così facendo queste superfici acquistano un ruolo produttivo all'interno delle nuove aree produttive.

¹⁵² Nella versione sperimentale si presenta come una foglia composta da polimeri e materiale piezoelettrico. Fonte: Li S., Yuan J. and Lipson H., (2011), Ambient wind energy harvesting using cross-flow fluttering, College of Astronautics, Northwestern Polytechnical University, Xi'an, Shaanxi; Sibley School of Mechanical and Aerospace Engineering, Cornell University, Ithaca, New York



Figura 48 Ipotesi di installazione vibro-Wind nella parete verticale della cava Ludurru 2. Fonte: elaborazione propria

La tecnologia *Vibro-Wind* è una delle tecnologie innovative di fase sperimentale che rappresenta la parte innovativa e di ricerca a livello produttivo ed ambientale. Questa tecnologia ha dimostrato nelle diverse prove sperimentali che ha una produttività di $0,13 \text{ W/m}^2$ ¹⁵³. Nelle sperimentazioni è stato considerato il flusso turbolento ed irregolare del vento affinché la produttività stimata fosse il più possibile attendibile. In funzione dell'imprevedibilità del flusso del vento e dei diversi fattori ambientali che entrano in gioco, il dispositivo è composto da materiale piezoelettrico flessibile (Fluoruro di polivinilidene [PVDF]) in maniera che quando il vento attraversa il corpo "vibrante" questo produrrà una flessione e di conseguenza energia¹⁵⁴. La caratteristica principale di questa nuova tecnologia è la possibilità di poter sfruttare un gap di velocità molto ampio che può variare da un minimo di $1,5$ ¹⁵⁵ ad un

¹⁵³Li S., Yuan J. and Lipson H., (2011), Ambient wind energy harvesting using cross-flow fluttering, College of Astronautics, Northwestern Polytechnical University, Xi'an, Shaanxi; Sibley School of Mechanical and Aerospace Engineering, Cornell University, Ithaca, New York

¹⁵⁴ Li S., Lipson H., Moon F. C., (2010), Flapping Piezo-Leaf Generator for Wind Energy Harvesting. Cornell Creative Machines Lab.

¹⁵⁵ Li S., Yuan J. and Lipson H., (2011), Ambient wind energy harvesting using cross-flow fluttering, College of Astronautics, Northwestern Polytechnical University, Xi'an, Shaanxi; Sibley School of Mechanical and Aerospace Engineering, Cornell University, Ithaca, New York

massimo di 8 m/s¹⁵⁶. I micro-generatori hanno dimensioni di circa 88 mm², per una potenza che varia da 0,1 a 5 mW ed un costo compreso fra i 2 ed i 50 € per Watt¹⁵⁷. Un impianto con superficie coperta di 30.000 m² avrebbe una potenza di picco stimata di circa 3.9 kW e con un'attività di 2800 ore fornirebbe 10.9 MWh/anno di energia elettrica¹⁵⁸. Gli utili (stimati) di questo tipo di impianto saranno reinvestiti integralmente nella produzione di energia affinché questa tecnologia si possa sviluppare ulteriormente nel minor tempo possibile. La quota per i finanziatori prevede il 10% del capitale investito.

Ricavo totale (R)	€ 7.750
PUN (€MW)	€ 64 ¹⁵⁹
CV (€MW)	€ R*1 ¹⁶⁰
Incentivi (€MW)	€ 291 ¹⁶¹
Spese varie	€ 250
Spese ammortamento	€ 5.000
Utile netto annuo	€ 5.000
Utile reinvestito per la ricerca	€ 2.500

Costo impianto	€ 58.500
% costo esercizio e manutenzione	3%
Produttività annua (ore)	2800 ¹⁶²
Potenza W	0,13*30.000
Anni di durata ammortamento	13
% tasso di interesse	10%
Totale costo con interessi	€ 64.350

¹⁵⁶ Li S., Lipson H., (2009), *Vertical-stalk flapping-leaf generator for wind energy harvesting*, Proceedings of the ASME 2009 Conference on Smart Materials, Adaptive Structures and Intelligent Systems, California

¹⁵⁷ Li S., Yuan J. and Lipson H., (2011), *Ambient wind energy harvesting using cross-flow fluttering*, College of Astronautics, Northwestern Polytechnical University, Xi'an, Shaanxi; Sibley School of Mechanical and Aerospace Engineering, Cornell University, Ithaca, New York

¹⁵⁹ Elaborazione AEEG su dati GME (novembre 2013)

¹⁶⁰ Le modalità di erogazione dei certificati verdi sono regolati dalla Legge Finanziaria 2008, così come modificata dalla Legge 23/7/2009 n. 99 (fonte GSE procedura applicativa per l'emissione, la gestione e il ritiro dei certificati verdi (2014)

¹⁶¹ Art. 32 del D M 6 luglio 2012. Attuazione dell'art. 24 del decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28, recante incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti a fonti rinnovabili diversi dai fotovoltaici. "Tariffe incentivanti e incentivi per i nuovi impianti".

¹⁶² Per questo tipo di impianto si considera una produttività annua maggiore del 30% in quanto il Vibro-Wind riesce a sfruttare le basse e più costanti velocità del vento.

La dimensione e la versatilità di questi micro generatori permette di installare un impianto *Vibro-Wind* in aree che non solo non sarebbero utilizzate né utilizzabili da nessuna tecnologia attuale, ma contribuirebbero ad aumentare l'abbandono dello stato attuale ed il degrado generale delle attività estrattive. Infatti i processi economici che si sviluppano dall'impiego di questo tipo di tecnologia nonostante minimi, non sfruttano nessun'area a valenza paesaggistico-ambientale. Oltre a ciò in aree parzialmente riqualificate la produzione di energia può essere affiancata dalle produzioni agricoli senza nessun conflitto fra le due attività. Come per le altre tecnologie di produzione energetica proposte il sistema finanziario che permette il loro impianto e l'avvio è rappresentato dai *finanziamenti europei per l'ambiente e l'azione per il clima*¹⁶³, gli incentivi per la produzione di energia verde¹⁶⁴ e i certificati verdi¹⁶⁵ ¹⁶⁶.

¹⁶² Per questo tipo di impianto si considera una produttività annua maggiore del 30% in quanto il *Vibro-Wind* riesce a sfruttare le basse e più costanti velocità del vento.

¹⁶³ Regolamento UE n. 1293/2013 del parlamento europeo e del consiglio dell'11 dicembre 2013

¹⁶⁴ Art. 32 del D M 6 luglio 2012. Attuazione dell'art. 24 del decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28, recante incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti a fonti rinnovabili diversi dai fotovoltaici. "Tariffe incentivanti e incentivi per i nuovi impianti".

¹⁶⁵ Le modalità di erogazione dei certificati verdi sono regolati dalla Legge Finanziaria 2008, così come modificata dalla Legge 23/7/2009 n. 99. Fonte: GSE procedura applicativa per l'emissione, la gestione e il ritiro dei certificati verdi (2014)

¹⁶⁶ Essendo un impianto innovativo non esistono finanziamenti ed incentivi a riguardo. Per poter eseguire le stime si è scelto di utilizzare come modello di comparazione le agevolazioni fiscali esistenti per gli impianti eolici tradizionali di media potenza.



4.3 La linea strategica T3: riuso in funzione urbana degli spazi delle cave dismesse

L'ultima linea strategica prevista dallo schema di progetto generale, infine, è quella indicata come T3 e indica tutti quegli obiettivi e quelle azioni indirizzate al riuso e all'attribuzione di funzioni urbane e di spazi pubblici di relazione alle cave dismesse di Buddusò. Questa linea strategica trova la sua collocazione spaziale nelle cave con carattere prevalentemente periurbano, cioè quelle che si localizzano in prossimità del centro abitato. All'interno di questa linea strategica rientrano anche quegli spazi delle cave che, pur non trovandosi in prossimità del centro abitato, non possono avere indirizzi di gestione orientati alla produzione energetica per via della loro bassa altitudine ad accogliere tali funzioni. Gli obiettivi generali di questa linea strategica progettuale, con alcuni punti in comune (che, come si è già detto, rappresentano una costante negli obiettivi e nelle azioni), sono:

- L'occupazione di personale locale;
- La valorizzazione del patrimonio culturale e produttivo del passato;
- Favorire il riciclo e l'utilizzo razionale delle risorse.

Come in ogni linea strategica, il progetto prevede delle azioni o degli interventi che permettano il perseguimento di questi obiettivi al fine di raggiungere l'obiettivo principale della strategia e, quindi, provare a dare alle aree estrattive dismesse, oggi marginali, un nuovo ruolo all'interno del territorio di Buddusò.

Come già detto nella descrizione delle linee strategiche precedenti, l'obiettivo dell'occupazione di personale locale è una costante interna al progetto, non solo per una questione puramente economica, ma anche per una questione di partecipazione e coinvolgimento della comunità all'intero svolgimento di tutte le azioni del progetto.

Gli altri due obiettivi, individuano azioni che cercano di dare agli spazi delle cave dei caratteri - per così dire - di spazio pubblico, di socialità, cultura e istruzione. Parlando della valorizzazione

del patrimonio culturale relativo alle produzioni che dobbiamo considerare passate, il progetto prevede di **favorire la protezione di aree dove siano presenti macchinari e impianti della passata attività economica per scopi didattici e di rappresentazione storica**. Azioni di questo tipo permettono di conferire, ad aree sempre più marginali rispetto alle dinamiche giornaliere della popolazione, delle funzioni peculiari che possono essere orientate al mantenimento della memoria dei luoghi. Allo stesso modo in cui, molto spesso si tenta di restituire immagini rivolte alla memoria di alcuni luoghi considerati ormai scomparsi, appartenenti ad altri contesti sociali - e quindi ad altri contesti economici - gli interventi sulle cave, che pensano di destinare alcuni spazi a funzioni di istruzione e informazione riguardo alle attività estrattive passate, saranno metodi che conserveranno, all'interno del territorio, segni forti di un'attività che ha interessato e influenzato fortemente la comunità di Buddusò durante tutto il dopoguerra. Procedendo ad una riconversione - ambientale o energetica - di tutte le aree estrattive dismesse, non si può neanche completamente ignorare che funzione sociale ed economica fondamentale abbia ricoperto l'attività estrattiva e quindi la sua funzione storica attuale. I segni che oggi rimangono sul territorio sono la testimonianza di questa attività, del suo impatto, non solo misurato in termini ambientali, ma anche in termini sociali. Per questo motivo, e per il ruolo che l'estrazione del granito ha giocato nella vita della comunità buddusoina, trovare metodi di riconversione dello spazio di queste attività che aiutino a ricordare il loro funzionamento e la loro importanza serve a mantenere, all'interno del progetto (e dell'intero territorio) la memoria di come un'economia dona una forma all'ambiente, al paesaggio e alla società. Come afferma Lynch: *"Il recupero è motivato altrettanto spesso dall'orgoglio civico e dal calcolo economico. In alcuni casi gli stessi cumuli di residui sono segni storici, da rimodellare e recuperare ma non da rimuovere. In realtà alcuni storici temono che il totale recupero del suolo rischi di cancellare il nostro passato*

industriale. Gran parte delle aree industriali esaurite del XIX secolo sono col tempo diventate romanticamente attraenti"¹⁶⁷.

L'ultimo obiettivo della linea strategica, infine, si riferisce a quelle cave che ancora esercitano l'attività di estrazione, ma che hanno un margine temporale di attività relativamente breve (il termine più lungo per le cave di Buddusò è di 23 anni). L'obiettivo rivolto al riciclo e all'utilizzo razionale delle risorse propone tre azioni di progetto.

La prima azione è favorire l'utilizzo degli inerti nella coltivazione al fine di limitare l'impatto ambientale delle attività e non compromettere le discariche di cava con materiali di scarto che, alla fine dell'attività, diventano pesanti fardelli da smaltire. Proprio una legislazione di difficile interpretazione unita ad una lenta burocrazia in merito allo smaltimento degli inerti delle cavazioni, spinge la strategia di progetto a incentivare l'utilizzo di questi materiali nell'ottica che, alla fine dell'attività, essi potranno essere riutilizzati in probabili dinamiche di ripristino ambientale.

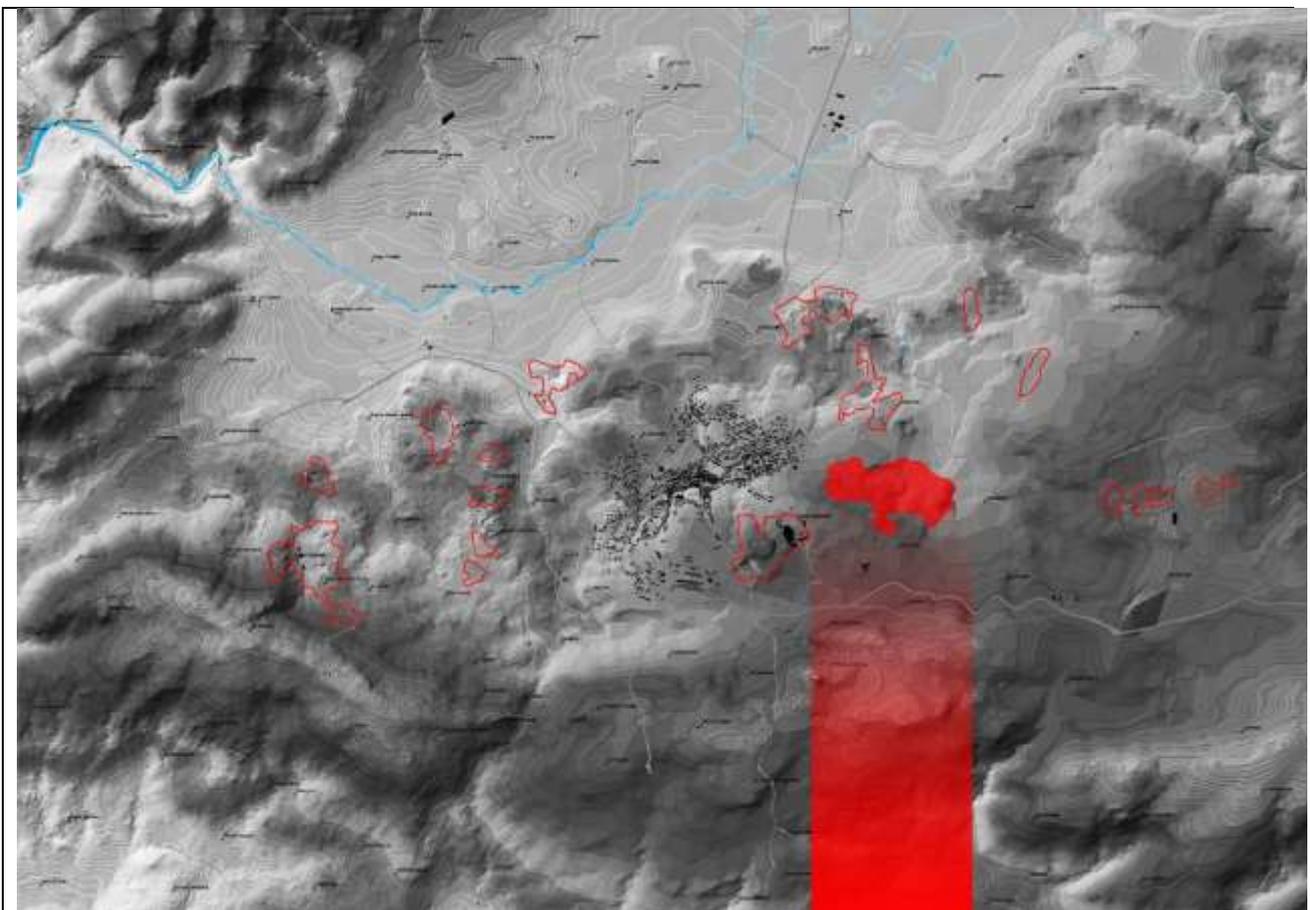
La seconda azione riguarda una limitazione delle estrazioni con l'obiettivo di provare ad allungare il termine temporale dell'attività e ridurre l'impatto ambientale. La proposta di progetto di introdurre imposte basate sui metri cubi scavati cerca di limitare le attività con tutti gli impatti che ne conseguono. Questa misura non incide sul bilancio delle esportazioni delle materie di cava poiché oggi il mercato è rivolto ad altri margini e, anzi, una limitazione di produzione di questa grande risorsa - considerando anche la sua eccellente qualità rispetto ai materiali concorrenti di tutto il mondo - potrebbe accrescerne il prezzo su eventuali mercati esteri.

La terza azione proposta in relazione alle cave ancora attive riguarda l'incentivo a entrare nel progetto della rete delle cave

¹⁶⁷ Lynch K., Andriello V., (1992), (a cura di), Southworth M. (a cura di), Deperire: rifiuti e spreco nella vita di uomini e città, Napoli, Cuen

(una volta conclusa l'attività) attraverso sgravi sui processi di ripristino ambientale che, altrimenti, sarebbero completamente a carico dei proprietari delle cave. Rendendo un prezzo più basso sulla riqualificazione ambientale (comunque obbligatoria per legge, che ci si trovi all'interno del progetto della rete o no), i proprietari delle cave saranno incentivati a entrare nella rete trovando, oltre allo sgravio su queste onerose operazioni, anche una relativa facilità di riconversione degli spazi di loro proprietà evitandone così il decadimento e il completo disuso. Infine, sempre nell'ottica della limitazione dell'impatto ambientale delle attività in corso, il progetto prevede l'introduzione di specie vegetali all'interno delle aree di cava, in prossimità dei laghi, in maniera tale che le acque possano essere purificate e non entrino nei bacini idrografici portando con sé gli inquinanti derivati dalle attività di estrazione.

4.3.1.1 *Esempi di interventi o azioni all'interno della linea strategica T3*



Gli interventi sul riuso previsti dal progetto sulla rete delle cave sono riferiti, nel breve termine, a quelle aree estrattive ormai dismesse che si trovano più vicine al centro abitato di Buddusò, mentre nel lungo termine a quelle cave che ancora hanno un margine di produzione; nello specifico, le uniche due cave che stanno ancora mandando avanti l'attività estrattiva sono quelle in località *S'istria sos arestes*, con un margine temporale previsto di 13 anni e quella in località *Ludurru* con un margine produttivo di 23 anni¹⁶⁸. Le misure rivolte al riuso delle aree dismesse o in via di esaurimento delle risorse minerarie avranno un carattere più urbano e rivolto alla restituzione degli spazi ormai compromessi fisicamente alla comunità tramite interventi che possono variare dalla progettazione con fini di inserimento paesaggistico all'inserimento di strutture di carattere urbano al fine di ottenere una prima integrazione di questi spazi con il centro abitato di Buddusò. La grande espansione delle cave che vengono inserite in questa tematica di progetto permetterà una diversificazione degli interventi che può contribuire alla generazione di nuovi spazi da ripensare e riprogettare per un loro migliore utilizzo da parte dell'intera comunità.

Il contesto all'interno del quale va a inserirsi la linea strategica del riuso è quello delle cave più estese e più prossime al centro abitato. Situate in aree che, di fatto, segnano il confine tra il territorio rurale e il centro abitato, esse possono rappresentare, oltre che la porta urbana del parco delle cave collegate attraverso la rete energetica, anche la nuova porta del centro urbano verso lo spazio rurale che ricopre un'importanza fondamentale per la comunità di Buddusò. Attraverso una riorganizzazione dello spazio di queste cave, e utilizzando al meglio la relazione fisica che tra di esse si intende mettere in opera, le cave destinate alla strategia del riuso potranno diventare, quindi, il collante tra *bidde* e *foraidda*

¹⁶⁸Il margine temporale produttivo delle cave è stato ricavato dal PRAE: Catasto regionale dei giacimenti di cava, cave in esercizio della provincia di Olbia-Tempio (2007)

nell'ottica di una restituzione delle aree estrattive alle dinamiche urbane, ambientali e paesaggistiche del territorio.

I processi e le linee generali di progetto per il riuso possono variare da caso a caso, l'obiettivo dell'integrazione di queste aree nelle dinamiche urbane, con l'inserimento di determinate strutture o attività, richiede idee che possono essere le più varie e riguardare diversi aspetti della progettazione degli spazi di confine tra l'urbano e il rurale. Trattando il tema del riuso in maniera generale, definendo, cioè, alcune linee di intervento che possono perseguire l'obiettivo generale della linea strategica, si può chiarire cosa si intende per riuso all'interno del progetto della rete delle cave. In maniera generale e schematica il riuso rientra in cinque linee guida generali che possono andare a interessare, in parte o interamente, le aree estrattive che rientrano in questa linea di strategia di pianificazione:

- Progettazione paesaggistica integrata ai processi di permacultura;
- Ripristino ambientale parziale;
- Progettazione di spazi pubblici di carattere urbano e aree sportive attrezzate;
- Inserimento di strutture reversibili per l'utilizzo degli spazi per mostre o manifestazioni;
- Integrazione di questi spazi con strutture pubbliche verdi o sportive già presenti per un'integrazione migliore con il sistema urbano.

La prima linea guida è quella che mette in risalto il fattore estetico dell'area da riqualificare in relazione con i processi ambientali ed economici caratteristici del territorio di Buddusò. Scegliere la progettazione paesaggistica è una maniera per integrare i processi ambientali, soprattutto quelli legati alle attività agricole, nelle dinamiche urbane. All'interno di questa linea guida vengono anche previste le attività di permacultura, cioè quei metodi che fanno delle strutture agricole esempi di riqualificazione di intere aree anche solo per motivi estetici e di decoro. Nell'ottica

di integrare queste aree con il sistema urbano, è possibile utilizzare le tecniche della permacultura al fine di ottenere aree verdi periurbane caratterizzate dalla presenza di spazi ambientalmente sani. Inoltre, considerando il contesto nel quale si intende intervenire, le tecniche di permacultura possono essere utilizzate per ricostruire spazi che richiamino alla prima economia del luogo, cioè quella agro-pastorale, seguendo le antiche strutture territoriali proprie del paesaggio agrario sardo fino ad ottenere una integrazione con il contesto circostante caratterizzato dalla costante presenza delle sugherete. Con interventi di carattere paesaggistico, si intende restituire alla città un'area sana dal punto di vista ambientale, fruibile come un qualsiasi spazio pubblico e pienamente inserita nel contesto che la ospita dal punto di vista ambientale, economico, sociale e paesaggistico.

La seconda linea guida è quella impostata sul ripristino ambientale; questa linea guida si riferisce non tanto a opere di ingegneria naturalistica come nel caso della strategia interamente dedicata a questi interventi, ma a piccoli interventi atti a favorire l'ingresso delle sugherete nei terreni estrattivi dismessi. In alcuni casi, la ricolonizzazione naturale è già iniziata, come conseguenza all'interruzione delle attività; in questo caso la linea guida vedrebbe solo dei piccoli interventi di miglioramento lungo i bordi della cava favorendo l'ingresso della vegetazione fino al formarsi di un'area cuscinetto tra la cava e il territorio rurale circostante. Queste misure, vanno a relazionarsi con quelle sulla permacultura trovando una sorta di complementarità nella loro esecuzione e nella loro gestione.

Come già detto precedentemente, le aree destinate al riuso sono quelle di carattere più urbano e quindi può essere presumibile anche la progettazione di alcune parti del loro spazio come verde urbano attrezzato o aree sportive. In questo modo, le aree trovano dinamiche di carattere urbano che tendono a integrarle all'interno del centro abitato; sempre in quest'ottica è prevista anche la quarta linea guida cioè quella sull'inserimento di strutture reversibili al fine di ottenere spazi adatti per mostre o manifestazioni, in questo modo

si verrebbero a generare nuovi spazi pubblici integrati tra spazio urbano e spazio rurale che in questo momento mancano al centro abitato. Proprio in funzione di queste possibili previsioni di intervento, l'ultima linea guida è quella che prevede un'apertura fisica di queste aree verso la città, al fine di trovare un'integrazione anche strutturale che magari passi da spazi e strutture di interesse pubblico, come le aree sportive, e si ottenga, in questo modo, un nuovo insieme di spazi che mettono sempre più in relazione Buddusò con il suo territorio. In questa idea di intervento specifico sul riuso si intersecano tutte le linee strategiche attraverso la produzione di energia diffusa dell'area adiacente la rete, il ripristino ambientale parziale e infine l'utilizzo di alcune aree a scopi ludici e ricreativi.

Considerando le aree soggette al riuso come una sorta di cuscinetto tra *bidda* e *foraidda*, è fondamentale mettere in relazione le dinamiche urbane e quelle ambientali. All'interno delle aree dismesse, il processo ambientale più forte che si osserva è la ricolonizzazione naturale progressiva; il suo sviluppo è il sintomo più visibile dell'interruzione delle dinamiche economiche all'interno di quell'area. Per questo motivo è necessario dire che le dinamiche ambientali, in queste aree, sono già fortemente attive, mentre quelle urbane ne sono praticamente escluse. Con alcuni interventi di ripristino, legati alle linee guida spiegate precedentemente, le dinamiche urbane entrano in queste aree trovando un incontro con quelle ambientali, contrariamente a quanto è successo con le attività estrattive che, invece, hanno rappresentato un vero scontro tra ambiente e attività antropiche. La riprogettazione delle aree estrattive, al fine di restituire spazi pubblici al centro abitato di Buddusò, rappresenta un incontro tra le dinamiche urbane di progettazione, sistemazione dello spazio pubblico, utilizzo di attrezzatura e organizzazione di eventi di qualsiasi tipo con processi ambientali dettati da attività agricole volte al miglioramento ambientale e riqualificazioni volte al ripristino di unità di paesaggio.

Per quanto riguarda la parte incentivante, considerando le linee guida generali del progetto, e la sua evoluzione temporale prevista, il sistema di incentivi e finanziamento per gli interventi di riuso sono considerati in linea con quelli previsti per la riqualificazione e il ripristino ambientale delle aree estrattive dismesse. Questo sistema incentivante passa attraverso le altre linee strategiche che prevedono la progettazione energetica delle cave. In linea di massima si può considerare che dalla pianificazione energetica, e dalla nuova produzione di energia della rete delle cave, possono essere prelevati dei fondi da destinare al riuso in maniera da ottenere un circuito economico interno al progetto stesso e non dover attendere finanziamenti esterni che potrebbero risolversi con il rallentamento delle strategie di pianificazione previste.

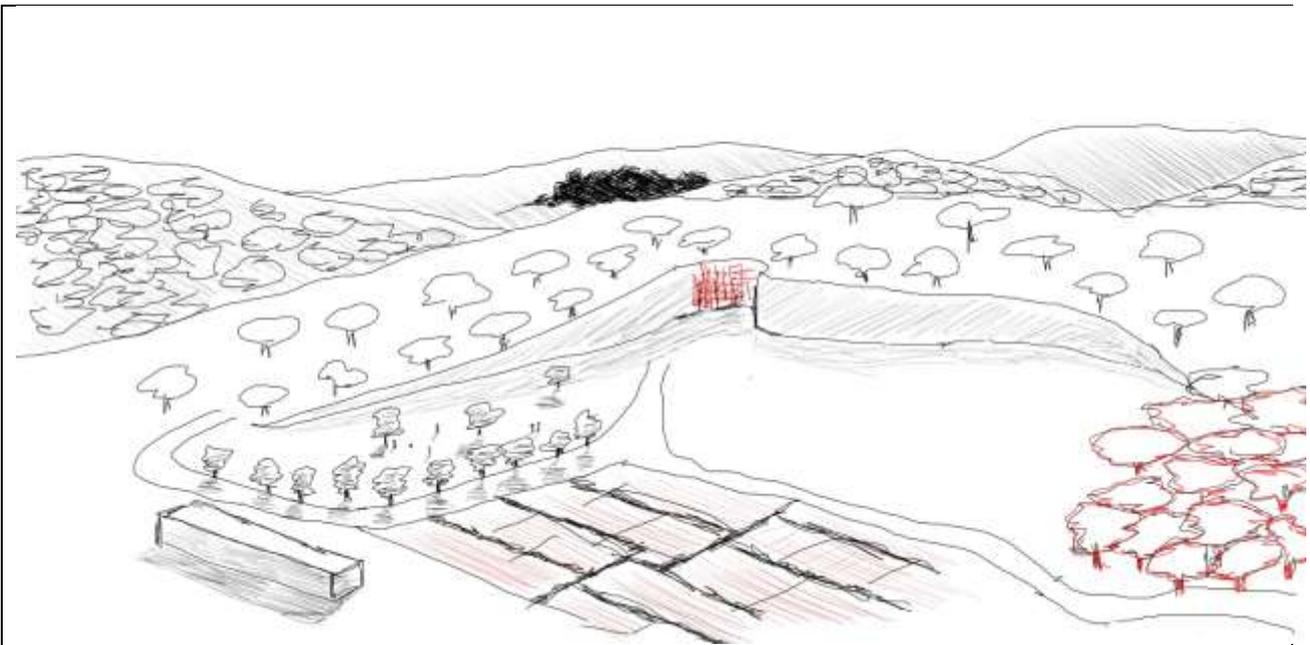
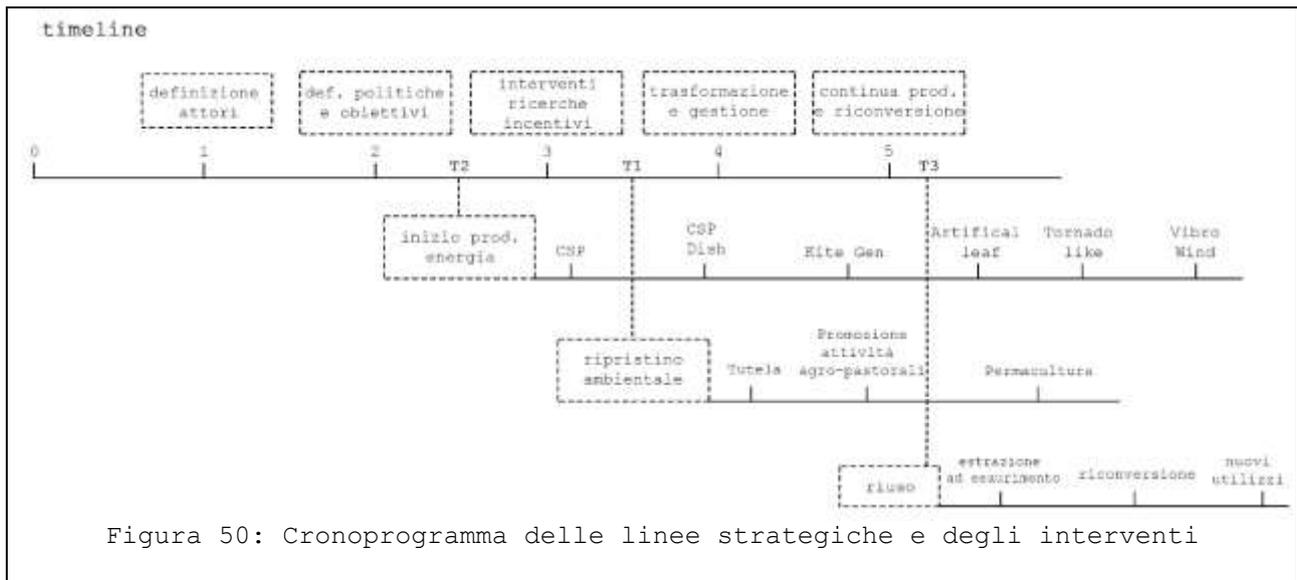


Figura 49: Schizzo indicativo della sistemazione di un'area dismessa

4.4 Timeline, evoluzione temporale del progetto

Affinché la struttura proposta trovi un riscontro effettivo, è necessaria la definizione di una "**timeline**" degli interventi, che permette di capire quali sono le azioni prioritarie all'interno del progetto di riconversione delle aree di cava.



La successione temporale che il progetto prevede per le linee strategiche e gli interventi, è dettata dalla necessità di avere un ricavo che possa essere reinvestito all'interno del circuito di progetto e, successivamente, in altre iniziative all'interno dell'intero territorio comunale. Per questo motivo, la linea strategica che prevede la **riqualificazione energetica**, la quale ha un margine di guadagno rilevante nel breve termine, precede temporalmente le altre due strategie (il ripristino ambientale e il riuso) che non potrebbero, altrimenti, essere attuate, se non attraverso un ingente sforzo economico esterno al progetto.

5 Bibliografia

- Agnoletti M. (2012), *Viva l'Italia dei paesaggi*, www.eddyburg.it.
- Amao Y., Hamano A., Shimizu K., (2012), *Development of artificial leaf for solar hydrogen production*, *World Hydrogen Energy Conference 2012*, Elsevier Ltd. Selection and/or peer-review under responsibility of Canadian Hydrogen and Fuel Cell Association.
- Amministrazione Provinciale di Pesaro e Urbino (2012), *Programma esecutivo ripristino cave dismesse, relazione tecnico illustrativa generale.*!
- Amministrazione Provinciale di Pesaro e Urbino (2012), *Programma esecutivo ripristino cave dismesse, schede progettuali delle cave dismesse oggetto di intervento di ripristino e recupero ambientale.*
- APAT (Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici), (2004), *Le misure di mitigazione e di compensazione*, Agrigento
- Atlante Nazionale Del Territorio Rurale, *Dossier del Sistema Locale di Buddusò*, Ministero delle Politiche Agricole.
- Barelli L., Bidini G., Bonucci F., (2006), *Analisi di cogenerazione con motore stirling*, dipartimento di ingegneria industriale - università degli studi di Perugia.
- Basso C., (2011), *Fabbrica energie rinnovabili alternative*, CSP Linear Fresnel: Progetto FREeSuN

- Battaino C., Zecchin L. (2009), *Extrascares, oltre le cave: il progetto di ricomposizione del territorio scavato*, Edizioni della laguna.
- Boaretto M. (2006), *Nuova disciplina regionale sull'attività estrattiva, premessa per uno sviluppo compatibile*.
- Burragato F.; Cresta S.; Papacchini L., Rossini F. (Roma, 27-28 Aprile 2007), *Recupero e riutilizzo di una cava di "rocce verdi" nell'ambito di una riserva naturale del Lazio*, Dipartimento di Scienze della Terra Università di Roma "La Sapienza"; Ufficio Parchi Regione Lazio; Ufficio Speciale Prevenzione e Protezione Università di Roma "La Sapienza"; Dipartimento Produzione Vegetale, Università della Tuscia, Viterbo.
- Burtynsky E., (2006), in "Lotus international: rivista d'architettura", n. 128, pp. 84-89
- Calcagno Maniglio A. (2010), *Progetti di paesaggio per i luoghi rifiutati*, Gangemi, Roma
- Casale C., Viani S., Marcacci P., (2009), *Valutazioni sui sistemi "kite wind generator"*, CESI ricerca
- Cit. in Bauman Z. (2005). *Vite di scarto*. Laterza Roma, Bari.
- Cocchi I. (1871), *Introduzione. In Memorie per servire alla descrizione della Carta geologica d'Italia*, pubblicate a cura del R. Comitato Geologico del Regno, Vol. 1, Firenze
- Costagliola C. (2007), *Le cave dismesse si possono recuperare, attraverso una rinaturalizzazione mirata e adeguata*, Estratto

Atti convegno: "L'ingegneria naturalistica nella riqualificazione ambientale delle cave in Campania", Napoli.

- Cresta S., Fattori C., Mancinella D., Basilici S., (2005), *La geodiversità del Lazio. Geositi e geoconservazione nel Sistema delle Aree protette*, Agenzia regionale parchi, Regione Lazio.
- D'Aguanno B., (2011), *Rapporti tra ricerca, tecnologia ed applicazioni industriali nel campo dell'Energia Solare a Concentrazione*, CRS4 - Parco Tecnologico, Cagliari.
- Dansero E., Governa F. (2001), *Un approccio allo studio dei patrimoni industriali nell'ottica dello sviluppo locale*.
- Del Bono C. (1994), *Il granito in Sardegna, estrazione e lavorazione*, Banco di Sardegna.
- Drugman F. (1999), *Il Museo diffuso in recenti esperienze italiane*, convegno musei enti locali e d'interesse locale. Viterbo
- European Landscape convention, Florence, (2000) *Paesaggio inteso come: (Area, as perceived by people, whose character is the result of the action and interaction of natural and/or human factor*.
- Fire (federazione italiana per l'uso razionale dell'energia), (2011), *Impianti eolici e fotovoltaici di piccola taglia: guida tecnica*.
- Gelsomino G. (1996), *Salvatore Fiore intervista sul granito*, arti grafiche editoriali "chiarella", Sassari.
- ISPRA (istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale) (2009), *Recupero e valorizzazione delle miniere*

dismesse: lo stato dell'arte in Italia, atti della sessione V3,
AIPAI, Rimini.

- Le Lannou M. (2006), *Pastori e contadini di Sardegna*, Ed. Della Torre, Cagliari.
- Li S., Lipson H., (2009), *Vertical-stalk flapping-leaf generator for wind energy harvesting*, Proceedings of the ASME 2009 Conference on Smart Materials, Adaptive Structures and Intelligent Systems, California.
- Li S., Lipson H., Moon F. C., (2010), *Flapping Piezo-Leaf Generator for Wind Energy Harvesting*. Cornell Creative Machines Lab.
- Li S., Yuan J. Lipson H., (2011), *Ambient wind energy harvesting using cross-flow fluttering*, College of Astronautics, Northwestern Polytechnical University, Xi'an, Shaanxi; Sibley School of Mechanical and Aerospace Engineering, Cornell University, Ithaca, New York.
- Lynch K. (1972), *What time is this place?*, The MIT press, London,
- Lynch K., Andriello V., (1992), (a cura di), M. Southworth (a cura di), *Deperire: rifiuti e spreco nella vita di uomini e città*, Cuen, Napoli.
- Miliozzi A., Giannuzzi G.M, (2008), *Studio ed analisi critica dei sistemi di accumulo termico a media temperatura*, ENEA, Roma.

- Ministero dell'ambiente e della tutela del mare, (2006), *Manuale di indirizzo delle scelte progettuali per interventi di ingegneria naturalistica*.
- Modestino M. and Segalman R., (2013), *Artificial Solar-Fuel Generators for Artificial Photosynthesis*, California.
- Mura P. G., Baccoli R., Carlini U., Innamorati R., Mariotti S., *Proposte per la produzione di idrogeno da fonti rinnovabili in Sardegna per impianti industriali di grande potenza*, CREAS - Sezione Fisica Tecnica ed Energetica, Facoltà d'Ingegneria, Università di Cagliari.
- Natarajan D., (2011), *Numerical simulation of tornado-like vortices*. The School of Graduate and Postdoctoral Studies, University of Western Ontario, London, Ontario, Canada.
- Nocera Daniel G., (2011), *The Artificial Leaf*, Department of Chemistry, 6-335, Massachusetts Institute of Technology.
- Pavan V., (2010), (a cura di), *Architetture di cava*, Motta Architettura, Milano.
- Pittaluga P., (2010), *"Superare l'approccio conservativo al progetto del paesaggio"*, in Maciocco G. *Studi sul progetto del paesaggio*, Franco Angeli editore.
- Ponzi G., Masi F. (1873), *Catalogo ragionato dei prodotti minerali italiani ad uso edilizio decorativo*, Ed. Coltellini, Roma.

- Provincia di Sassari (2006), *Piano Territoriale di Coordinamento*.
- Ramon i Sumoy R. (2012), *Aspectos medioambientales de la nueva Política Agrícola Comun Una PAC màs verde?*, Madrid.
- Reece Steven Y., Hamel Jonathan A., Sung K., Jarvi Thomas D., Esswein Arthur J., Pijpers Joep J. H., Nocera Daniel G., (2011), *Wireless Solar Water Splitting Using Silicon-Based Semiconductors and Earth-Abundant Catalysts*, Science 334, 645-648.
- Regione Emilia Romagna, Provincia di Parma, comune di Fontanellato (2010), *Impianto fotovoltaico "cava Ghiara delle montate"*, località Albareto, Fontanellato (PR), relazione illustrativa.
- Regione Liguria, Dipartimento Ambiente, *Linee guida per la progettazione, gestione e risanamento ambientale delle attività estrattive a cielo aperto e in sotterraneo e opere connesse*.
- Sabareesh Geetha R., Matsui M., Tamura Y., (2010), *Wind Engineering Research Centre*, Tokyo Polytechnic University.
- Saraceno E., (2010), *Le proposte di KiteGen Resarch per un Nuovo Piano Energetico Nazionale basato sugli obiettivi UE 20-20-20*.
- Trasi N. (2001), *Paesaggi rifiutati paesaggi riciclati, Prospettive e approcci contemporanei*, Dedalo, Roma.

- Tuccone T. (2003), *Buddusò la storia e le immagini*, Stampacolor, Muros.
- UNESCO (2003), "Convenzione per la salvaguardia del patrimonio culturale immateriale", Parigi.
- Wang H., B.S., (2002), *A thesis in mechanical engineering, Fluid-structure interaction of a tornado-like vortex with low-rise structures*, Texas tech University.
- Zagari F., 2009, *Giardini. Manuale di progettazione*, Mancosu Editore, Roma.
- Zillio L. (2009), *Le cave dismesse: da paesaggio di rifiuto a opportunità di paesaggio*.

6 Tesi consultate

- Pizzadili A. (2011-12), *Il recupero e la gestione degli scarti nelle cave di granito*, tesi di laurea, Università degli studi di Cagliari, Cagliari.
- Gaggioli W., (2007), *Studio dell'impiego delle tecnologie di processo a sali fusi e del solare termodinamico a concentrazione ad alta temperatura, sviluppate dall'ENEA, in sistemi trigenerativi di piccola-media taglia asserviti a processi termici in applicazioni civili e industriali*, tesi di dottorato in energetica, Università degli studi di Roma La Sapienza, Roma.
- Jelacic B., (2010), *Sistemi di accumulo per l'idrogeno*, tesi di laurea, Università degli studi di Padova, Padova.
- Mozzato A., (2009-2010), *Analisi dell'efficienza e delle prestazioni elettriche delle turbine eoliche*, tesi di Laurea, Università degli studi di Padova, Padova.

7 Sitografia

<http://chemistry.pnas.org/>

<http://creativemachines.cornell.edu/>

http://ec.europa.eu/environment/ecoap/about-eco-innovation/good-practices/eu/179_it.htm

http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/art6/provision_of_art6_it.pdf

<http://europaconcorsi.com/projects/25971-Ciudad-Del-Medio-Ambiente-Santomera>

<http://gcep.stanford.edu/>

http://idrogeno.assogastecnici.federchimica.it/portale_idrogeno/home.nsf/0/8BB24BE1C69B1B66C125734E0032D48C?OpenDocument

<http://iet.jrc.ec.europa.eu/>

http://igem.org/Main_Page

<http://it.wikipedia.org/wiki/Idrosemina>

http://it.wikipedia.org/wiki/Impianto_solare_termodinamico

<http://nocera.harvard.edu/Home>

<http://phys.org/news/2011-04-solar-power-cells-hidden-magnetic.html>

<http://scitation.aip.org/content/aip/journal/jap/109/2/10.1063/1.3525045>

<http://web.mit.edu/>

<http://www.altaerosenergies.com/>

<http://www.ambiente.parma.it/page.asp?IDCategoria=2402&IDSezione=15916&ID=408417>

<http://www.anepila.it/>

<http://www.architetturadi Pietra.it/wp/?p=4515>

http://www.assindca.it/docs/convegno_135_12515.pdf

<http://www.biasion.it/idrosemina/>

<http://www.colacem.it/>

http://www.comune.milano.it/portale/wps/portal/CDM?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/wps/wcm/connect/ContentLibrary/Ho%20bisogno%20di/Ho%20bisogno%20di/AreeVerdi_ParchieGiardini_Parco%20delle%20Cave

<http://www.dailytexanonline.com/>

<http://www.e-cology.it/2010/10/18/trinum-lo-specchio-ustore-per-produrre-elettricit4234>

<http://www.ediltecnico.it/2430/il-recupero-delle-terre-e-rocce-da-scavo/>

http://www.emanuelestival.eu/cave_pra/caveprae.htm

<http://www.energia2020.it/finanziamenti-incentivi-produzione-energia-rinnovabile/71.htm>

<http://www.energy.ca.gov/siting/solar/>

<http://www.energy.eu/#saving>

<http://www.energyharvestingjournal.com/?sessionid=1>

<http://www.esrl.noaa.gov/psd/>

<http://www.estif.org/>

<http://www.ferasrl.it/>

<http://www.fotomol.uu.se/Forskning/Biomimetics/consortium/index.shtm>

<http://www.fotomol.uu.se/Forskning/Biomimetics/solarh/>

<http://www.genitronsviluppo.com/tag/csp/>

<http://www.genoastirling.com/the-stirling-engine.php>

<http://www.greenme.it/abitare/bioedilizia-e-bioarchitettura/5889-matrix-bioedilizia-inceneritori>

<http://www.gsaservizi.net/i-nostri-servizi-gsa/ripristini-ambientali.html>

<http://www.humdingerwind.com/>

http://www.humdingerwind.com/#/wi_large/

<http://www.iltamtam.it/2008/03/19/sui-sibillini-un-nuovo-tipo-di-impianto-eolico/>

<http://www.iltamtam.it/wp-content/plugins/adrotate/adrotate-out.php?track=MjUsMSwwLGh0dHA6Ly93d3cucHJlc2VwaWRpdGFsaWEuaXQ>

http://www.impresaoggi.com/it2/378-le_cave/

<http://www.infosardegna-sostenibile.it/pa/content/view/221/435/1/1/>

<http://www.ingegneri-ca.net/documenti/informazione/info105-b.pdf>

<http://www.ingegneri-ca.net/documenti/informazione/info92-g.pdf>

<http://www.legambiente.it/>

<http://www.maccaferrialdoinformazione.it/palificate%20vive.html>

http://www.museo.isprambiente.it/collezioni_litomineralogiche.page-

<http://www.museo.isprambiente.it/home.page>

<http://www.museo.isprambiente.it/Repertorio.page>

[\[energia.com/index.php?option=com_content&view=article&id=136:mappa-radiazione-solare&catid=42:google-maps\]\(http://www.nea-energia.com/index.php?option=com_content&view=article&id=136:mappa-radiazione-solare&catid=42:google-maps\)](http://www.nea-</p></div><div data-bbox=)

<http://www.permacultura.it/>

<http://www.provincia.pu.it/usodelsuolo/attivita-estrattive/programma-esecutivo-per-il-ripristino-delle-cave-dismesse/>

<http://www.psa.es/webesp/index.php>

<http://www.pureenergyblog.com/>

http://www.qualenergia.it/sites/default/files/NEFERTI_Z20.pdf

<http://www.regione.sardegna.it/j/v/25?&s=85362&v=2&c=205&t=1>

<http://www.regione.sardegna.it/j/v/25?s=3111&v=2&c=149&t=1>

http://www.regione.toscana.it/documents/10180/23748/Prezzario%20regionale%20allegato%20delibera%201091_2008/9becd9ac-4e78-4a14-ad0b-515b00d30bcd

<http://www.saet-trentino.com/ricerca-e-sviluppo/39-dalle-biomasse-all-idrogeno-un-progetto-per-la-produzione-di-energia-pulita>

http://www.sciencedaily.com/news/earth_climate/renewable_energy/

<http://www.sciencedaily.com/releases/2013/04/130403104104.htm>

<http://www.slideshare.net/CRS4/rapporti-tra-ricerca-tecnologia-ed-applicazioni-industriali-nel-campo-dellenergia-solare-a-concentrazione>

<http://www.solarmillennium.de/english/archives/technology/references-and-projects/andasol-spain/index.html>

<http://www.studioambientale.it/interno/articoli/il%20sole%20in%20cava.pdf>

http://www.swas.polito.it/services/Rassegna_Stampa/dett.asp?id=4028-126839030

<http://www.ttu.edu/>

<http://www.uu.se/>

http://www.viedelgranito.it/index.php?option=com_content&view=article&id=7&Itemid=258&lang=it

<http://www.vulcaplant.it/idrosemina.html>

<http://www.zhitov.ru/it/ditch>

https://www.comune.milano.it/portale/wps/portal/CDM?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/wps/wcm/connect/ContentLibrary/Ho%20bisogno%20di/Ho%20bisogno%20di/AreeVerdi_ParchieGiardini_Parco%20delle%20Cave

https://www.comune.milano.it/portale/wps/portal/CDM?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/wps/wcm/connect/ContentLibrary/Ho%20bisogno%20di/Ho%20bisogno%20di/AreeVerdi_ParchieGiardini_Parco%20delle%20Cave

<https://www.regione.vda.it/gestione/riviweb/templates/asp/environnement.aspx?pkArt=1659>

www.alternativasostenibile.it

www.apat.gov.it/site/Files/SitiMinerariItaliani1870_2006.pdf

www.fisr-h2-fc.unige.it/index.php?mod=05_Tecnologie/05_Tabella_dati_H

www.kitegen.com

www.sciencedirect.com

<http://www.earthactionmentor.org/>

8 Videografia

<https://www.youtube.com/watch?v=5-UpSPUULI4>

<https://www.youtube.com/watch?v=8uOZkFyPrXU>

<https://www.youtube.com/watch?v=G3bsT8TCteg>

<https://www.youtube.com/watch?v=nVuUcPBWGoc>

https://www.youtube.com/watch?v=pLJoB_tW5HU

<https://www.youtube.com/watch?v=rY4w6lsQlm8>

<https://www.youtube.com/watch?v=-SsJBobMpAk>

<https://www.youtube.com/watch?v=sSo005x9hCc>

<https://www.youtube.com/watch?v=TKCIgiNcVHI#t=181>

<https://www.youtube.com/watch?v=X7LY1DC3HsQ>

<https://www.youtube.com/watch?v=zsxQ9vSKKJk>