



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

LINEE GUIDA PER L'APPLICAZIONE

DEGLI ACQUISTI PUBBLICI ECOLOGICI NEGLI APPALTI DI LAVORI:

utilizzo degli sfridi delle cave di marmo e granito nel settore delle costruzioni stradali



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

Gruppo di lavoro:

Franca Leuzzi – Assessorato della Difesa dell'Ambiente, Direttore Generale, Coordinatore del gruppo di lavoro

Gianluca Cocco – Assessorato della Difesa dell'Ambiente, Direttore del Servizio della sostenibilità ambientale, valutazione impatti e sistemi informativi ambientali

Patrizia Chessa – Assessorato della Difesa dell'Ambiente, Servizio della sostenibilità ambientale, valutazione impatti e sistemi informativi ambientali

Alessandro Di Gregorio – Assessorato della Difesa dell'Ambiente, Servizio Tutela dell'Atmosfera e del Territorio

Antonio Demartini – Assessorato dell'Industria, Servizio attività estrattive e recupero ambientale

Giuliana Virdis – Assessorato dell'Industria, Servizio attività estrattive e recupero ambientale

Piero Persod – ARPAS, Direttore del Servizio valutazione e analisi ambientale

Elisa Polverino – Assessorato dei Lavori Pubblici, Servizio appalti, contratti e segreteria UTR

Mauro Coni, Silvia Portas – Università di Cagliari, Facoltà di Ingegneria, Dipartimento di Ingegneria del Territorio



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

Indice

1	FINALITÀ DEL DOCUMENTO.....	4
1.1	Il Piano per gli Acquisti Pubblici Ecologici.....	4
1.2	Applicazione degli acquisti pubblici ecologici al settore delle costruzioni stradali.....	6
1.3	La pianificazione regionale nel settore dei trasporti.....	7
2	ATTIVITÀ ESTRATTIVA IN SARDEGNA.....	12
2.1	Premessa.....	12
2.2	Inquadramento normativo.....	13
2.2.1.	Il Regio Decreto n. 1443/1927.....	13
2.2.2.	La Legge Regionale n. 30 del 1989.....	13
2.2.3.	Il D.Lgs. 117/2008.....	14
2.2.4.	La pianificazione regionale.....	15
2.2.5.	Il catasto delle cave.....	16
2.3	Inquadramento dell'attività di cava in Sardegna.....	17
2.4	I materiali lapidei di pregio della Sardegna.....	20
2.5	I materiali di scarto dell'attività di cava.....	23
2.5.1	Prodotto secondario o sfrido.....	24
2.5.2	Rifiuti di estrazione.....	25
3	PERCORSO METODOLOGICO PER L'UTILIZZO DEGLI SFRIDI.....	27
3.1	Premessa.....	27
3.2	Percorso metodologico.....	27
4	SPECIFICHE TECNICHE PER LA POSA DEL MATERIALE.....	31
4.1	Voce di capitolato per impieghi nei rilevati, riempimenti e sottofondi.....	31



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

1 FINALITÀ DEL DOCUMENTO

1.1 Il Piano per gli Acquisti Pubblici Ecologici

Gli acquisti pubblici ecologici (GPP - Green Public Procurement) rappresentano uno strumento per lo sviluppo sostenibile volto a rivedere le pratiche degli acquisti nella pubblica amministrazione, favorendo l'utilizzo di beni e servizi che riducono l'uso delle risorse naturali, la produzione dei rifiuti, le emissioni inquinanti, i pericoli e i rischi ambientali per la salute e l'utilizzo di fonti energetiche non rinnovabili. Ciò si esplica attraverso la scelta, da parte della Pubblica Amministrazione, di prodotti e servizi migliori, sulla base dell'impatto ambientale che essi producono durante tutto il ciclo della loro vita, dall'estrazione delle materie prime alle fasi di fabbricazione, distribuzione, uso/consumo e di "fine vita" (recupero, riciclo o smaltimento).

La Regione Sardegna ha fatto propria la politica del GPP attraverso il Piano regionale per gli Acquisti Pubblici Ecologici della Regione Sardegna (PAPERS), approvato e adottato con la Deliberazione di Giunta n. 37/16 del 30 luglio 2009, la cui strategia si basa sull'analisi del settore degli appalti dei lavori pubblici al fine di agire con atti programmatici e legislativi e realizzare delle azioni sperimentali nelle diverse tipologie di lavori.

Applicare gli acquisti pubblici ecologici nel settore degli appalti pubblici implica l'adozione di un metodo di progettazione e realizzazione degli interventi che prenda in considerazione il ciclo di vita a essi connesso e persegua l'obiettivo di ridurre gli impatti ambientali garantendo al tempo stesso la sicurezza nella realizzazione, nell'uso, nella manutenzione e nella dismissione di opere, la salute dei lavoratori e degli utenti, nonché la qualità dell'intervento rispetto al contesto territoriale. Ciò premesso, la stazione appaltante deve ideare, progettare ed eseguire i lavori in modo da non dare luogo a sprechi di risorse non rinnovabili e non esercitare effetti negativi sull'ambiente e sulla salute degli abitanti, ricercando, al contempo, uno sviluppo armonioso e sostenibile rispetto ai valori e all'identità culturale e ambientale dei luoghi.

La scelta dei materiali e delle tecnologie da impiegare nelle lavorazioni dovrà essere fatta orientandosi verso prodotti eco-compatibili; essi devono presentare prestazioni ambientali e standard uguali o superiori rispetto ai materiali convenzionali e devono rispondere ad alcuni requisiti prioritari come, ad esempio:

- l'igienicità e la sicurezza per la salvaguardia della salute: il materiale deve risultare esente da emissioni o rilasci nocivi (radioattività, vapori, polveri, particelle, ecc.) sia in fase di produzione, posa in opera ed uso, sia al momento della sua eliminazione;



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

- la durabilità: ovvero la capacità di mantenere nel tempo le proprie caratteristiche fisiche e prestazionali, ma anche la facilità di riparazione e l'adattabilità alle eventuali ristrutturazioni e trasformazioni d'uso della fabbrica;
- l'ecologicità: il prodotto deve derivare da materie prime abbondanti, deve richiedere ridotti consumi energetici per la trasformazione e il trasporto e consentire condizioni di lavoro non pericolose per la salute;
- la reperibilità in loco e la caratterizzazione rispetto alle tradizioni storico - architettoniche locali: non solo per ridurre i consumi energetici connessi al trasporto, ma soprattutto per valorizzare la tradizione e l'esperienza dell'industria e dell'artigianato locali e per salvaguardare gli aspetti formali e di scelta di materiali caratterizzanti l'identità del territorio di intervento;
- le proprietà termiche e acustiche: in particolare privilegiando i buoni valori di isolamento e la capacità di conservare il calore in inverno e di ritardarne l'ingresso all'interno dell'abitazione nei mesi estivi (inerzia termica);
- la riciclabilità e il riuso: ovvero l'attitudine dei prodotti finiti ad essere reimpiegati per usi diversi o uguali a quello per cui sono stati originariamente prodotti;
- la sicurezza in caso d'incendio: ovvero, se impiegati a fini strutturali, il mantenimento delle caratteristiche di resistenza meccanica per un periodo di tempo sufficiente a consentire la fuga dei residenti e comportamento al fuoco tale da non produrre gas velenosi o comunque nocivi per la salute;
- la resistenza: ossia la capacità di sopportare le sollecitazioni (meccaniche, termiche, chimiche, etc.) senza danni o rotture, sia durante la messa in opera sia durante la vita utile dell'opera.

Ai fini del conseguimento degli obiettivi generali posti dal PAPERS che prevede, tra l'altro, l'inserimento di criteri di ridotto impatto ambientale nel 20% degli appalti di lavori effettuati direttamente dalla Regione nel quinquennio 2009-2013, l'Assessorato regionale dei Lavori Pubblici sta predisponendo un disegno di legge per la modifica della Legge regionale 7 agosto 2007, n. 5, recante "Procedure di aggiudicazione degli appalti pubblici di lavori, forniture e servizi, in attuazione della direttiva comunitaria n. 2004/18/CE del 31 marzo 2004 e disposizioni per la disciplina delle fasi del ciclo dell'appalto".

Tra le modifiche che si intendono apportare è previsto l'inserimento, nelle finalità e ambito di applicazione della legge e al fine di perseguire gli obiettivi di efficienza, efficacia, trasparenza e qualità del ciclo dell'appalto, nonché nell'ottica della salvaguardia, tutela e valorizzazione



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

dell'ambiente naturale, dell'incentivazione all'utilizzo nei settori di pertinenza degli sfridi di cava, derivanti dall'attività delle cave ornamentali di marmo e granito attive in Sardegna.

Lo stesso disegno di legge nell'articolo inerente "Linee guida e capitolati" prevede, inoltre, che la Giunta regionale approvi con proprie deliberazioni idonee Linee Guida per le stazioni appaltanti e capitolati relativi a specifiche tipologie di appalto. Tali documenti dovranno fornire indicazioni finalizzate al rispetto degli obblighi vigenti in materia di acquisto di beni realizzati con materiali riusati o riciclati e limitare il consumo di risorse naturali, incentivando l'utilizzo, nel settore della realizzazione di opere civili, di materiali locali e, ove possibile, degli sfridi provenienti dalle cave ornamentali di marmo e granito attive in Sardegna.

1.2 Applicazione degli acquisti pubblici ecologici al settore delle costruzioni stradali

Il presente documento, predisposto al fine di dare attuazione al Piano per gli Acquisti Pubblici Ecologici, è finalizzato all'incentivazione dell'utilizzo nel settore delle costruzioni stradali, degli sfridi prodotti in cava, con particolare riferimento alle cave ornamentali di marmo e granito attive in Sardegna.

In considerazione del fatto che, come si vedrà nel seguito, nel territorio regionale sono in corso di attuazione o sono programmati nel breve periodo importanti interventi sulle infrastrutture stradali, la possibilità di utilizzare dei materiali quali gli scarti della lavorazione del marmo e del granito, ad oggi fuori mercato dal punto di vista economico ma non per questo privi di valore, si inquadra a pieno titolo nella logica che muove le azioni del GPP, attraverso la riduzione dei prelievi ambientali e del trasporto dei materiali.

Le presenti linee guida intendono rappresentare un riferimento per i tecnici delle stazioni appaltanti, per i progettisti, per i direttori dei lavori e i responsabili della sicurezza nella valutazione della qualità ambientale delle costruzioni e consentire loro di operare nei termini della sostenibilità ambientale, migliorando la qualità di vita di utenti e lavoratori nel rispetto dei seguenti principi:

- la riduzione dei prelievi ambientali e del trasporto dei materiali;
- la riduzione dei consumi delle materie non rinnovabili e delle emissioni inquinanti;
- la conservazione della biodiversità e la tutela del patrimonio culturale ed ambientale esistente;
- la possibilità di rinnovo delle risorse ambientali, l'uso di fonti rinnovabili e la valorizzazione delle risorse disponibili;
- l'equilibrio tra sistemi naturali e sistemi antropici;
- la promozione di comportamenti sostenibili da parte di produttori e utenti;



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

- la riduzione degli impatti sulla fauna;
- la riduzione della produzione di rifiuti.

In sostanza, si intende orientare il processo di progettazione e di realizzazione di opere stradali verso una maggiore attenzione alle tematiche ambientali.

È evidente come la realizzazione di un'infrastruttura stradale richieda ingenti movimenti di terra non solo per i volumi necessari alla formazione del solido stradale ma anche per le bonifiche dei sottofondi, lo scotico superficiale e il miglioramento delle fondazioni dei rilevati.

In primo luogo occorrerà provvedere, già in fase di progettazione ed in seguito attraverso l'oculata gestione delle attività di cantiere, alla compensazione tra le opere di scavo e rilevato; questi processi rientrano nelle buone pratiche già in uso, quali l'ottimizzazione dei movimenti di materia all'interno di un cantiere stradale che si esegue in relazione alla natura dei terreni attraversati, ai costi di trasporto, e alle condizioni per l'approvvigionamento dei materiali necessari alla costruzione dei rilevati e per il conferimento di quelli in esubero o scadenti.

Risulta comunque quasi sempre necessario l'approvvigionamento esterno al cantiere di materiale inerte di varia tipologia proveniente da recupero o, più spesso, da attività di cava.

La possibilità di ricorrere al recupero di sfridi provenienti da cave in esercizio permette di giungere ad una ottimizzazione ambientale nei lavori di costruzione di un'infrastruttura stradale, sia perché limita il consumo di una risorsa non rinnovabile, sia perché consente il riutilizzo di parte degli scarti prodotti durante altre attività lavorative e conseguentemente la riduzione dei rifiuti.

Il settore delle costruzioni stradali è stato scelto come prioritario in quanto dall'analisi eseguita dalla Facoltà di Ingegneria dell'Università di Cagliari, riguardo i 54 interventi in corso di realizzazione sulla viabilità statale di competenza ANAS nel territorio regionale, emerge un ingente fabbisogno di materiali inerti. Ad oggi, le strade maggiormente interessate dai movimenti di terra sono le Statali n.131, n. 125, n. 195, n. 597 e n.199 (Sassari-Olbia). Circa il 50% degli interventi sulla rete statale è in corso di realizzazione o in fase di appalto, mentre la restante parte è in fase di approvazione.

1.3 La pianificazione regionale nel settore dei trasporti

Il Piano Regionale dei Trasporti (PRT) è stato adottato con deliberazione n. 66/23 del 27 novembre 2008. Nell'ambito della procedura di VAS è stato predisposto il Rapporto di scoping e alla fine del 2008 si è svolta la prima consultazione pubblica con i soggetti competenti in materia ambientale. Il Piano è attualmente in fase di revisione. Successivamente, insieme con il Rapporto ambientale, sarà sottoposto ad una fase di consultazione pubblica per essere poi approvato definitivamente da



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

parte dell'autorità competente, previa emissione del parere motivato ai sensi dell'art. 15 del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i.

Il suddetto Piano individua gli interventi di natura infrastrutturale, gestionale ed istituzionale, finalizzati al conseguimento di un sistema integrato dei trasporti regionali, descrive lo stato attuale del sistema viario e, in particolare, evidenzia che la rete viaria regionale è oggetto di un ampio processo di adeguamento e ammodernamento.

Il progetto del sistema stradale proposto nel Piano prevede la realizzazione di un complesso di collegamenti viari tra i capoluoghi di Provincia e gli insediamenti residenziali e produttivi di più rilevante importanza regionale, nonché delle relazioni di integrazione tra fascia costiera e zone interne.

La rete stradale di livello fondamentale della Regione Sardegna risulta individuata dalla S.S. 131 "Carlo Felice" che collega Cagliari, Sanluri, Oristano, Sassari e Porto Torres, dalla S.S. 130, S.P. 85 e S.P. 2, che collegano Cagliari, Decimo, Iglesias e Carbonia; dalla S.S. 131 DNC che unisce Oristano, Abbasanta, Nuoro e Olbia; dalla S.S. 291 Nuova Sassari-Alghero e dalla S.S. 597 e S.S. 199 che va da Sassari a Olbia e include il collegamento con Golfo Aranci, dalla S.S. 125, S.S.133 e S.S. 133 bis che da Olbia, dall'innesto S.P.16 per G. Aranci, porta ad Arzachena-Palau-Santa Teresa di Gallura, dalla S.S. 125 Cagliari-Tortoli-Arbatax, dalla S.S. 389/198 Tortoli-Lanusei-Nuoro ed infine dalla S.S. 195 – Dorsale Casic - nuova circonvallazione esterna di Cagliari.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA



Figura 1 : Rete stradale fondamentale

Per questa viabilità il PRT prevede si debbano garantire livelli di funzionalità di tipo autostradale, con sezioni tipo B strade extraurbane principali (D.M. 05 aprile 2001), fatta eccezione per la S.S. 125 Cagliari-Tortolì e le S.S. 389 e 198 e la Palau – Arzachena – Santa Teresa di Gallura, alle quali sono state assegnate, nelle realizzazioni in corso, caratteristiche di strada tipo C.

Alcuni degli interventi necessari al completamento di questa rete di livello fondamentale sono stati inseriti nella Legge Obiettivo (S.S. 131, S.S. 291, S.S. 125). Alcuni sono in corso di realizzazione mentre altri sono in appalto o in progettazione. Altri interventi infrastrutturali sono previsti nella rete stradale di I e II livello.

Complessivamente, sulla base di uno studio condotto dall'Università di Cagliari, sulla sola rete fondamentale saranno oltre 50 gli interventi che si prevedono conclusi nel prossimo decennio, con



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

circa 33 milioni di m³ di rilevati e 12 milioni di m³ di scavi. A questi devono essere aggiunti gli interventi previsti sulla rete provinciale e comunale.

Nella figura 2 e in tabella 1 viene riportato l'assetto geografico della rete stradale rispetto all'ubicazione delle cave esistenti e le opere stradali in programma o in realizzazione. Da questi si evince come sia possibile ridurre la necessità di aprire nuove cave attraverso la valorizzazione degli sfridi delle coltivazioni in essere.

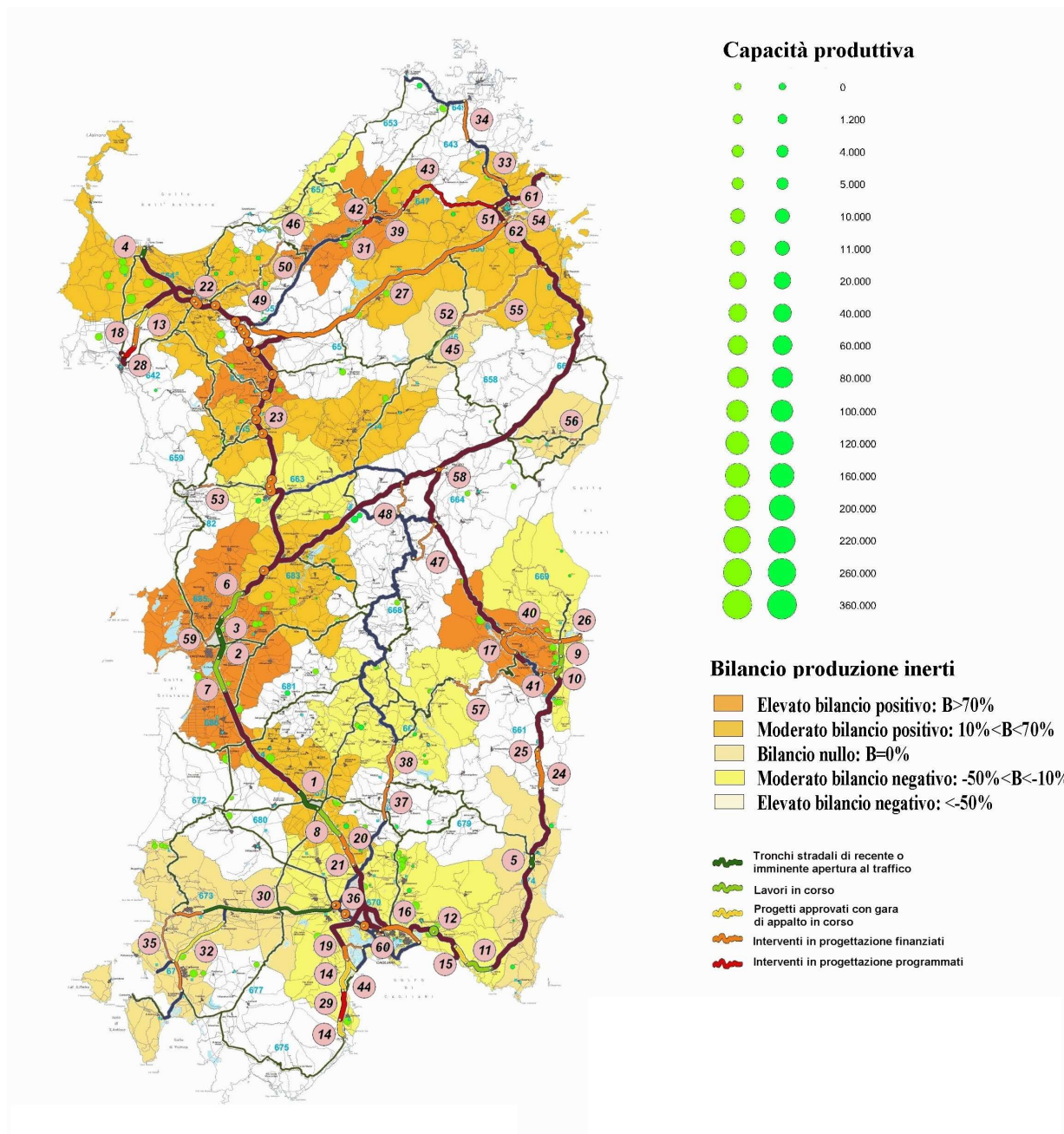


Figura 2: assetto geografico della rete stradale rispetto all'ubicazione delle cave esistenti.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

Tabella 1. Opere stradali

RETE DI PRIMO LIVELLO			
N.	STRADA	DENOMINAZIONE	
Tronchi stradali di recente o imminente apertura al traffico			158.2
1	SS 131 Carlo Felice	Lavori di adeguamento e ammodernamento dal Km 41.100 al Km. 47.600 - Variante Sanluri	41.1
2	SS 131 Carlo Felice	Lavori di adeguamento e ammodernamento dal Km 88.357 al Km. 93.400 - Uras Macomer 3 Lotto 1 Stralcio	42.8
3	SS 131 Carlo Felice	Lavori di adeguamento e ammodernamento dal Km 93.400 al Km. 99.500 - Uras Macomer 3 Lotto 2 Stralcio	49.9
4	SS 131 Carlo Felice	Collegamento SS 131 con Porto Torres - Camionale A.S.I.	5.2
5	SS 125 Cagliari - Tortoli	Tronco Terrenia San Priamo - 4 Lotto 1 stralcio	19.3
Lavori in corso			251.0
6	SS 131 Carlo Felice	Lavori di adeguamento e ammodernamento dal Km 99.500 al Km. 108.300 - Uras Macomer 4 Lotto (36.3 M€)	36.3
7	SS 131 Carlo Felice	Lavori di adeguamento e ammodernamento dal Km 79.500 al Km. 88.357 - Uras Macomer 2 Lotto (42.8 M€)	42.8
8	SS 131 Carlo Felice	Lavori di adeguamento e ammodernamento dal Km 32.300 al Km. 41.000 - Svincolo Villasanta (27.0 M€)	27.0
9	SS 125 Cagliari - Tortoli	Lavori di costruzione della nuova SS.125 - Tronco Terrenia Tortoli - 4 Lotto 2 Stralcio (13.8 M€)	13.8
10	SS 125 Cagliari - Tortoli	Lavori di costruzione della nuova SS.125 - Tronco Terrenia Tortoli - 4 Lotto 1 Stralcio (24.0 M€)	24.0
11	SS 125 Cagliari - Tortoli	Lavori di costruzione della nuova SS.125 - Tronco Terramala Capo Boi - 1 Lotto (92.6 M€)	92.6
12	SS 125 Cagliari - Tortoli	Lavori di completamento della variante esterna in alternativa alla SS 554 - 1 Lotto 2 Str. - Sv. Flumini (14.4 M€)	14.4
Progetti approvati con gara di appalto in corso			370.0
13	SS 291 Sassari - Alghero	Lavori di costruzione della SS 291 - Bivio Olmedo-Alghero-Aerop.Fertilia - Olmedo - Int SS 291 esistente (54.7 M€)	54.7
14	SS 195 Cagliari - Pula	Tratto Cagliari-Pula - 1 e 3 lotto (16.0 M€)	16.0
15	SS 125 Cagliari - Tortoli	Tronco Terramala Capo Boi - 2 Lotto (151.3 M€)	151.3
Interventi in progettazione finanziati			843.7
16	SS 554 Cagliari/Itana	Adeguamento funzionale e messa in sicurezza dell'attuale SS. 554 - 1 e 2 lotto (60.5 M€)	60.5
17	SS 389	Tronco Villanova-Lanusei-Tortoli - Lotto bivio Villagrande-Svincolo Arzana (42.0 M€)	42.0
18	SS 291 Sassari - Alghero	Lavori di costruzione della SS 291 - Bivio Olmedo-Alghero-Aerop.Fertilia - Tratto bivio Rudas - Olmedo (48.4 M€)	48.4
19	SS 195 Cagliari - Pula	Collegamento della nuova SS 195 alle direttrici regionali (30.0 M€)	30.0
20	SS 131 Carlo Felice	Nuraminis - Sovrappasso sulla SS 131 per la strada comunale Muracescus (2.0 M€)	2.0
21	SS 131 Carlo Felice	Lavori di adeguamento e ammodernamento dal Km 23.320 al Km.32.300 (61.1 M€)	61.1
22	SS 131 Carlo Felice	Innesto della variante di Sassari - Tronco Reale - Porto Torres al km 209.400 (2.5 M€)	2.5
23	SS 131 Carlo Felice	Adeguamento Svincoli e messa in sicurezza dal km 108 al km 209 (120.0 M€)	120.0
24	SS 125 Cagliari - Tortoli	Lavori di costruzione della nuova SS 125 - Tronco Terrenia San Priamo - 1 Lotto 2 stralcio (60.7 M€)	60.7
25	SS 125 Cagliari - Tortoli	Lavori di costruzione della nuova SS 125 - Tronco Terrenia San Priamo - 1 Lotto 1 stralcio (45.0 M€)	45.0
26	SS 125 Cagliari - Tortoli	Collegamento con il porto di Arbatax (1.5 M€)	1.5
27	SS 597 / S.S. 199	Collegamento Sassari-Olbia (370.0 M€)	370.0
Interventi in progettazione programmati			71.4
28	SS 291 Sassari - Alghero	Lavori di costruzione della SS 291 - Bivio Olmedo-Alghero-Aerop.Fertilia - Tratto Alghero - bivio Rudas (71.4 M€)	71.4
29	SS 195 Cagliari - Pula	Tratto Cagliari-Pula - 2 lotto 75.0 M€)	75.0

RETE DI SECONDO LIVELLO			
N.	STRADA	DENOMINAZIONE	
Tronchi stradali di recente o imminente apertura al traffico			13.8
30	SS 130 / SS 126	Lavori di installazione di una barriera spartitraffico centrale dal Km 16.800 al km 50.200 (13.8 M€)	13.8
Lavori in corso			17.3
31	SS 127 Settentrionale Sarda	Lavori di ammodernamento e sistemaz. - Scala Ruja - Tempio - 1 lotto 1 stralcio (17.3 M€)	17.3
Progetti approvati con gara di appalto in corso			2.0
32		Interventi miglioramento sicurezza SP 2 Carbonia-Villamasargia (2.0 M€)	2.0
Progetti in corso di perfezionamento con copertura finanziaria dei lavori			209.5
33	SS 125 / SS 133 bis	Lavori di costruzione e riassetto funzionale della SS 125 / SS 133 bis Olbia - Arzachena (57.7 M€)	57.7
34	SS 125 / SS 133 bis	Lavori di costruzione della nuova SS125 Olbia - S.Teresa - Stralcio funzionale del 4 e 5 lotto, dallo svincolo Arzachena Nord al Km 351 (25.0 M€)	25.0
35	SS 291 / SS 126	Lavori di ammodernamento- Tratto Carbonia-Iglesias - 1 Lotto (27.7 M€)	27.7
36	SS 130	Eliminazione degli svincoli a raso tra Cagliari e Decimomannu (41.7 M€)	41.7
37	SS 128 Centrale Sarda	Circonvallazione Senorbi-Suelli (21.7 M€)	21.7
38	SS 128 Centrale Sarda	Adeguamento funzionale tratto Serri - Mandas (16.1 M€)	16.1
39		Riqualificazione itinerario Tempio - Olbia - circonvallazione Tempio (6.0 M€)	6.0
40		Riqualificazione della SP27 - Tratto SS 389 bivio Villagrande - SS 125 bivio Tortoli (9.7 M€)	9.7
41		Interconnessione SS 389 - SS 125 in territorio di Loceri - Barisardo (3.9 M€)	3.9
Progetti in corso di perfezionamento in attesa del finanziamento lavori			106.6
42	SS 127 Sett. Sarda	Lavori di ammodernamento e sistemaz. - Scala Ruja - Tempio - 1 lotto 2 stralcio (46.5 M€)	46.5
43		Riqualificazione itinerario Tempio - Olbia - riqualificazione SS127 - SP 136 - SP 38 1 lotto (60.0 M€)	60.0

RETE DI TERZO LIVELLO			
N.	STRADA	DENOMINAZIONE	
Tronchi stradali di recente o imminente apertura al traffico			11.0
44	SS 195 Cagliari - Pula	Vecchia SS 195 - Messa in sicurezza (11.0 M€)	11.0
Lavori in corso			30.5
45	SS 389	Prosecuzione collegamento con la prov. Abbasanta-Budduso-Olbia - Bitti-Budduso (20.7 M€)	20.7
46		Strada di accesso a Sedini dalla SS 134 alla SP 13M (9.9 M€)	9.9
Progetti in corso di perfezionamento con copertura finanziaria dei lavori			151.5
47	Trasversali Sarde	Collegamento Oristano-Tortoli - Tratto SS 389 (Jenna e Ferru) - SS 128 (Ponte Aratu) (10.0 M€)	10.0
48		Interventi di razionalizzazione viabilità del Mndrolisai e del collegamento con la SS 131 DCN (6.3 M€)	6.3
49		Completamento strada dell'Anglona 2 lotto - Osilo - Nulvi (2.0 M€)	2.0
50		Completamento strada dell'Anglona 3 lotto - Nulvi - Sedini (6.3 M€)	6.3
51	SS 597 / SS 199	Lavori di ammodernamento della SS 199 - adeguam. tra Olbia e la SS 131 DCN (8.0 M€)	8.0
52	SS 389	Collegamento alla Abbasanta-Budduso-Olbia - Tratto Ala dei Sardi-bivio Padru (15.5 M€)	15.5
53	SS 129 bis	Tratto Sindia-Suni (12.9 M€)	12.9
54	SS 125	Ponte sul Rio Padrongianus (Olbia) al km 311.860 (2.0 M€)	2.0
55	SS 125 - SS 131 DCN	Collegamento tra la SS 389 e la nuova SS 125 "Orientale Sarda" Ala dei Sardi e Padru (9.8 M€)	9.8
56		Collegamento delle S.S. 125-129 e nuovo ponte sul Cedrino (6.7 M€)	6.7
57	Trasversali Sarde	Riqualificazione della SS198 nel tratto Seui - Ussassai - Gairo Taquisara (9.7 M€)	9.7
58	Accessi urbani	Interconnessione SS 131 DCN con le principali arterie stradali confluenti nell'area urbana di Nuoro	20.0
59	Accessi urbani	Viabilità di ingresso Oristano Nord (7.3 M€)	7.3
60	Accessi urbani	Interconnessione Asse Mediano di Scorrimento di Cagliari con le SS 130, 131, 554 e 195 (35.0 M€)	35.0
Progetti in corso di perfezionamento in attesa del finanziamento lavori			26.0
61		SS 131 DCN - Completamento Circonvallazione di Olbia e collegamento con il porto industriale (7.7 M€)	7.7
62		SS 199 - SS 597 - Interconnessione con l'aeroporto di Olbia (19.0 M€)	19.0



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

2 ATTIVITÀ ESTRATTIVA IN SARDEGNA

2.1 Premessa

L'attività di cava in Sardegna si è sviluppata in epoche storiche molto lontane, con lo sfruttamento del granito nella parte settentrionale dell'Isola. Da allora si è assistito ad un grande sviluppo del settore estrattivo che non ha mai conosciuto sosta e ha interessato tutte le principali litologie presenti.

Negli anni '70 si è avuto uno sviluppo marcato del settore dei lapidei, con numerose attività che sono evolute verso sistemi di produzione di tipo industriale. In questo periodo sono state riattivate vecchie cave e si sono sviluppati nuovi interventi legati al settore delle rocce ornamentali, per lo più al granito, con una sempre maggiore richiesta da parte del mercato nazionale ed estero. La crescita del settore, non disciplinata e controllata, da un lato aumentava l'importanza economica del comparto, dall'altro determinava importanti conseguenze ambientali e rilevanti danni al territorio naturale.

Al fine di razionalizzare le attività, nel 1987 l'Ente Minerario Sardo (EMSA) aveva realizzato un primo censimento di tutte le cave attive e inattive presenti sul territorio regionale. Tuttavia, nonostante il censimento consentisse di fare chiarezza, per la prima volta in Sardegna, sulle attività in essere e su quelle dismesse, la carenza normativa determinava uno sviluppo non controllato delle cave, specie nella Gallura, dove quelle destinate alla produzione di materiali lapidei per uso ornamentale aumentavano di continuo, generando spesso situazioni di degrado, in contrasto con le esigenze di tutela ambientale.

Nel 1989 la Regione Sardegna ha finalmente inteso colmare il vuoto legislativo con la Legge regionale 7 giugno 1989, n. 30. Questa aveva l'obiettivo di riorganizzare e razionalizzare lo sfruttamento delle risorse, promuovendo lo sviluppo socio-economico compatibilmente con il rispetto dei beni culturali e ambientali. Gli strumenti attuativi previsti nella Legge Regionale 30/89 prevedono, tra le altre cose, la redazione di un Piano Regionale delle Attività Estrattive (PRAE) e del Catasto Regionale dei Giacimenti di Cava. In particolare, il Catasto Regionale dei Giacimenti di Cava costituisce la banca dati di riferimento.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

2.2 Inquadramento normativo

2.2.1. *Il Regio Decreto n. 1443/1927*

A livello nazionale, il R.D. 29 luglio 1927, n. 1443, costituisce tuttora la principale fonte dell'ordinamento italiano in materia di attività estrattive.

Tale Decreto disciplina l'utilizzo delle sostanze minerali istituendo due diverse categorie di lavorazioni:

- la prima categoria, denominata miniera, relativamente alla coltivazione e ricerca di sostanze minerali di importanza strategica e pertanto patrimonio indisponibile dello stato, il cui esercizio avviene in regime di concessione;
- la seconda categoria, denominata cava, relativamente alla coltivazione di materiali la cui disponibilità è lasciata ai proprietari dei fondi e che sono sfruttabili in regime autorizzativo o di concessione.

2.2.2. *La Legge Regionale n. 30 del 1989*

In assenza di una legge-quadro statale le Regioni hanno predisposto un sistema normativo ed amministrativo di pianificazione, di autorizzazione e di controllo che, seppur eterogeneo e difforme sul territorio nazionale, ha certamente limitato i dissesti ambientali, paesaggistici e idrogeologici che avrebbe potuto causare l'incontrollato e disordinato sfruttamento delle risorse di cave e torbiere.

La Regione Sardegna, avendo, sulla base del proprio Statuto (L. Cost. 26 febbraio 1948, n. 3), potestà legislativa in materia di acque minerali e termali e di esercizio dei diritti demaniali e patrimoniali relativi a miniere, cave e saline, ha provveduto a disciplinare le attività di cava attraverso la Legge 7 giugno 1989, n. 30, e s.m.i. In detta legge vengono distinti, sulla base della destinazione d'uso, i seguenti gruppi di materiali:

- 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 diverse tipologie di cava, così come sullo stesso giacimento



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

possono essere rilasciate 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.

L'autorizzazione all'attività di coltivazione è normata dal Titolo IV, art.19, della suddetta Legge regionale.

L'istanza di autorizzazione deve essere corredata dal progetto di coltivazione contenente, tra l'altro, la descrizione delle caratteristiche geologiche e giacimentologiche dei suoli interessati, la descrizione delle fasi di preparazione, di estrazione, di ripristino, nonché delle aree di discarica dei materiali di rifiuto (oggi regolamentate dal D.Lgs. 117/2008), la relazione illustrativa degli elementi essenziali di operatività (durata presunta dell'attività, produzione annua, presunte rese, occupazione, eventuale verticalizzazione). Il progetto di coltivazione deve, cioè, individuare in via preventiva i quantitativi e le tipologie di materiali estratti che saranno oggetto della produzione ed i quantitativi di materiale di scarto (costituente il "rifiuto di estrazione" ai sensi del D.Lgs. 117/2008).

Ai fini del rilascio dell'autorizzazione, devono inoltre essere preventivamente acquisiti i nulla osta o, qualora necessarie, le autorizzazioni paesaggistiche, forestali e della sovrintendenza archeologica nonché espletate le procedure di verifica o VIA.

2.2.3. Il D.Lgs. 117/2008

Con l'entrata in vigore, il 22 luglio 2008, del D.Lgs. 30 maggio 2008, n. 117, di attuazione della Direttiva 2006/21/CE relativa alla gestione dei rifiuti delle industrie estrattive, vengono dettate speciali disposizioni normative che assicurano tutela ambientale e sanitaria ai rifiuti risultanti dalla prospezione, dall'estrazione, dal trattamento, dall'ammasso di risorse minerali o dallo sfruttamento delle cave. Tale materia risulta esclusa dal campo di applicazione della parte IV del D.Lgs. 03 aprile 2006, n. 152, ai sensi dell'art. 185 e dal campo di applicazione del D.Lgs. 13 gennaio 2003, n. 36, come previsto al comma 6 dell'art. 2 del D.Lgs. 117/2008.

Il Decreto rientra nell'ambito delle normative speciali attinenti il settore minerario come il R.D. 29 luglio 1927, n. 1443, e le correlate normative di sicurezza rappresentate dal D.P.R. 09 aprile 1959, n. 128 e dal D.Lgs. 624/1996, in sintonia con le speciali direttive europee.

Il D.Lgs. 117/2008 stabilisce le misure, le procedure e le azioni necessarie per prevenire o per ridurre il più possibile eventuali effetti negativi per l'ambiente, in particolare per l'acqua, l'aria, il suolo, la fauna, la flora e il paesaggio, nonché eventuali rischi per la salute umana, conseguenti alla gestione dei rifiuti prodotti dalle industrie estrattive.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

Preme evidenziare che la norma in questione si limita a disciplinare la gestione dei rifiuti di estrazione esclusivamente all'interno del sito (l'area del cantiere estrattivo come individuata e perimetrata nell'atto autorizzativo) e nelle strutture di deposito, con un limite del dominio di applicazione. Qualora la gestione dei rifiuti di estrazione avvenga fuori dal sito o dalle strutture di deposito, la stessa rientrerà automaticamente nell'ambito di applicazione della parte IV del D.Lgs. 152/2006.

Risultano escluse dal campo di applicazione tutte le tipologie di rifiuti che non sono specifiche delle industrie estrattive, anche nel caso traggano origine nel normale esercizio delle attività medesime e che rimangono soggette alla disciplina generale in materia di rifiuti di cui alla parte IV del D.Lgs. 152/2006. Inoltre, non si applica agli scarichi di acque nel sottosuolo e nelle acque sotterranee, ai rifiuti radioattivi ed ai rifiuti dell'attività di prospezione o di ricerca, di estrazione e di trattamento in offshore delle risorse minerali, in quanto già regolamentati da normative specifiche.

Una delle novità introdotte dal D.Lgs. 117/2008 è il "Piano di Gestione dei rifiuti di estrazione" che costituisce parte integrante del progetto di coltivazione predisposto al fine dell'ottenimento dell'autorizzazione.

Il Piano di Gestione dei rifiuti di estrazione è volto a:

- prevenire o ridurre la produzione dei rifiuti di estrazione e la loro pericolosità già nella fase di progettazione scegliendo in modo appropriato sia il metodo di estrazione che quello per il trattamento e prevedendo di ricollocare, per quanto possibile, i rifiuti nei vuoti prodotti dall'escavazione; le scelte progettuali devono essere tecnicamente fattibili e sostenibili dal punto di vista economico ed ambientale;
- incentivare il recupero dei rifiuti di estrazione attraverso il riciclaggio, il riutilizzo o la bonifica dei rifiuti di estrazione se queste operazioni sono conformi alle normative vigenti e non comportano problemi per l'ambiente;
- assicurare lo smaltimento sicuro dei rifiuti di estrazione a breve e a lungo termine prevedendo in fase progettuale sia la gestione durante l'esercizio che dopo la sua chiusura.

2.2.4. La pianificazione regionale

La Legge regionale 30/89, che disciplina il settore delle cave in Sardegna, individua nel Piano Regionale delle Attività Estrattive (PRAE), lo strumento di programmazione di settore e il riferimento operativo. Il PRAE, a suo tempo predisposto dall'Assessorato dell'Industria, non è stato, tuttavia, presentato in Consiglio regionale per la necessaria approvazione; in sua assenza vige il cosiddetto



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

“Piano Stralcio” approvato in Consiglio regionale in data 30 giugno 1993 e pubblicato sul BURAS n. 29 del 28 luglio 1993.

Il Piano Stralcio individua in modo assai cautelativo le aree suscettibili per l'attività estrattiva, residuali rispetto alle aree individuate quali gravate da vincoli ostativi per la medesima attività o con risorse territoriali meritevoli di tutela, individuando i seguenti ambiti territoriali:

- Aree Strato A: aree 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 L.R. 31/89, mai istituiti e con vincoli decaduti.
- Aree Strato B: aree 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 altitudine 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 libere da vincoli e risorse territoriali in cui è consentita l'apertura di nuove attività estrattive previo espletamento dell'iter autorizzativo.

2.2.5. *Il catasto delle cave*

Il pubblico registro delle autorizzazioni di indagine, dei permessi di ricerca, delle concessioni minerarie e delle cave e torbiere, rilasciate in concessione a norma dell'art. 45 del Regio Decreto 29 luglio 1927, n. 1443, è stato istituito presso l'Assessorato regionale dell'Industria con la Legge Regionale 15/1957, art. 22, mentre, successivamente, con Legge regionale n. 30/89 “Disciplina dell'Attività di Cava” è stato istituito il “Catasto Regionale dei giacimenti di cava”, (comprendente sia le cave in concessione che quelle autorizzate), aggiornato annualmente dallo stesso Assessorato.

Il “Catasto Regionale dei giacimenti di cava” ed il “Pubblico registro dei titoli minerari”, sono consultabili in un unico documento pubblicato sul sito della Regione Sardegna. In tale documento le attività estrattive di cava sono rappresentate unitamente alle attività estrattive di prima categoria o “miniere”, in modo da avere un'informazione territoriale completa ed esauriente relativamente alle aree interessate dall'uso estrattivo. Tali aree sono sempre associate al titolo minerario in modo da conoscere il tipo di materiale estratto, il provvedimento autorizzativo e lo stato di attività. La cava



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

autorizzata ai sensi della Legge 30/89 è rappresentata da due oggetti geografici: l'area in disponibilità per l'attività estrattiva e l'area effettivamente utilizzata per l'attività estrattiva rilevata mediante fotointerpretazione delle ortofoto a colori della R.A.S. dell'anno 2006.

Le cave dismesse storiche, cioè le cave la cui attività estrattiva è cessata ante L.R. 30/89, sono state riclassificate sulla base di una ricognizione dello stato generale di rinaturalizzazione o recupero dell'area ex estrattiva. Sulla base di tale ricognizione un rilevante numero di siti di cave dismesse, in cui non sono più riscontrabili significativi segni dell'attività estrattiva passata o nei quali è avvenuta una rinaturalizzazione dell'area, o l'area stessa è stata riqualificata a nuovo uso, è stato riclassificato come ex area estrattiva.

2.3 Inquadramento dell'attività di cava in Sardegna

Dal punto di vista amministrativo, nel Catasto regionale le cave sono classificate nel modo seguente:

- cave "*in regime di prosecuzione in istruttoria*", in esercizio già prima dell'entrata in vigore della L.R. 30/89 e pertanto fatte salve ai sensi dell'art. 42 della stessa Legge;
- cave "*in regime di prosecuzione autorizzate*", in esercizio già prima dell'entrata in vigore della L.R. 30/89 e il cui iter istruttorio si è concluso con il rilascio di un'autorizzazione;
- cave "*nuove*" entrate in esercizio dopo il 1989 a seguito di autorizzazione alla coltivazione rilasciata ai sensi della L.R. 30/89;
- cave "*cessate*", per le quali la cessazione delle attività è stata decretata con atto formale dell'Assessorato dell'Industria;
- cave "*dismesse storiche*", nelle quali le attività produttive sono concluse prima dell'entrata in vigore della L.R. 30/89, censite e catalogate nel 1° Catasto regionale dei giacimenti di cava e nei successivi aggiornamenti.

Le cave dismesse storiche sono state oggetto, da parte dell'Assessorato dell'Industria, di una ulteriore specifica investigazione e catalogazione di dettaglio, che ha comportato l'esame della cartografia CTR 1:10.000, dei mappali catastali, degli atti di sopralluogo del 1993 ai fini della realizzazione del sistema informativo per le attività di cava (SIPAC), nonché l'interpretazione delle ortofoto a colori rilevate nel 2006 e la classificazione del singolo areale di cava. Tale lavoro ha consentito di suddividere le cave dismesse storiche nel modo seguente:

- cave dismesse storiche non recuperate o rinaturalizzate;
- cave dismesse storiche parzialmente rinaturalizzate;
- aree ex estrattive recuperate, riqualificate, rinaturalizzate.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

Il quadro riepilogativo su base regionale del numero di cave per stato amministrativo, è esposto nella seguente tabella.

Tabella 2. Suddivisione delle cave per stato amministrativo

Sardegna	
CATASTO REGIONALE DEI GIACIMENTI DI CAVA	
(aggiornamento al 2 marzo 2007)	
CAVE PER STATO AMMINISTRATIVO	Nr cave
Cave in regime di prosecuzione ai sensi dell'Art. 42 LR 30/89 <u>in istruttoria</u> per l'autorizzazione all'attività estrattiva ai sensi della LR 30/89	232
Cave ex regime di prosecuzione Art. 42 LR 30/89 <u>autorizzate</u> all'attività estrattiva ai sensi della LR 30/89	87
Nuove cave post LR 30/89 <u>autorizzate</u> all'attività estrattiva ai sensi della LR 30/89	78
Subtotale cave autorizzate	165
Subtotale cave in esercizio (ATTIVE)	397
Cave in prosecuzione <u>cessate</u>	181
Nuove cave <u>cessate</u>	16
Cave in prosecuzione <u>in chiusura</u> (cave inattive con procedura di cessazione in corso)	12
Cave ex regime di prosecuzione autorizzate <u>in chiusura</u> (cave inattive con procedura di cessazione in corso)	1
Nuove cave <u>in chiusura</u> (cave inattive con procedimento di cessazione in corso)	6
Subtotale cave dismesse o in dismissione con attività estrattiva cessata post LR 30/89	216
Subtotale cave attive e dismesse ai sensi della LR 30/89	613
Cave <u>dismesse storiche</u> (attività estrattiva cessata ante LR 30/89) non recuperate o rinaturalizzate	136
Cave <u>dismesse storiche</u> (attività estrattiva ante LR 30/89) parzialmente rinaturalizzate	508
Subtotale cave dismesse storiche (attività estrattiva cessata ante LR 30/89)	644
Subtotale cave dismesse o in fase di dismissione (INATTIVE)	860
TOTALE CAVE attive e dismesse	1267



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

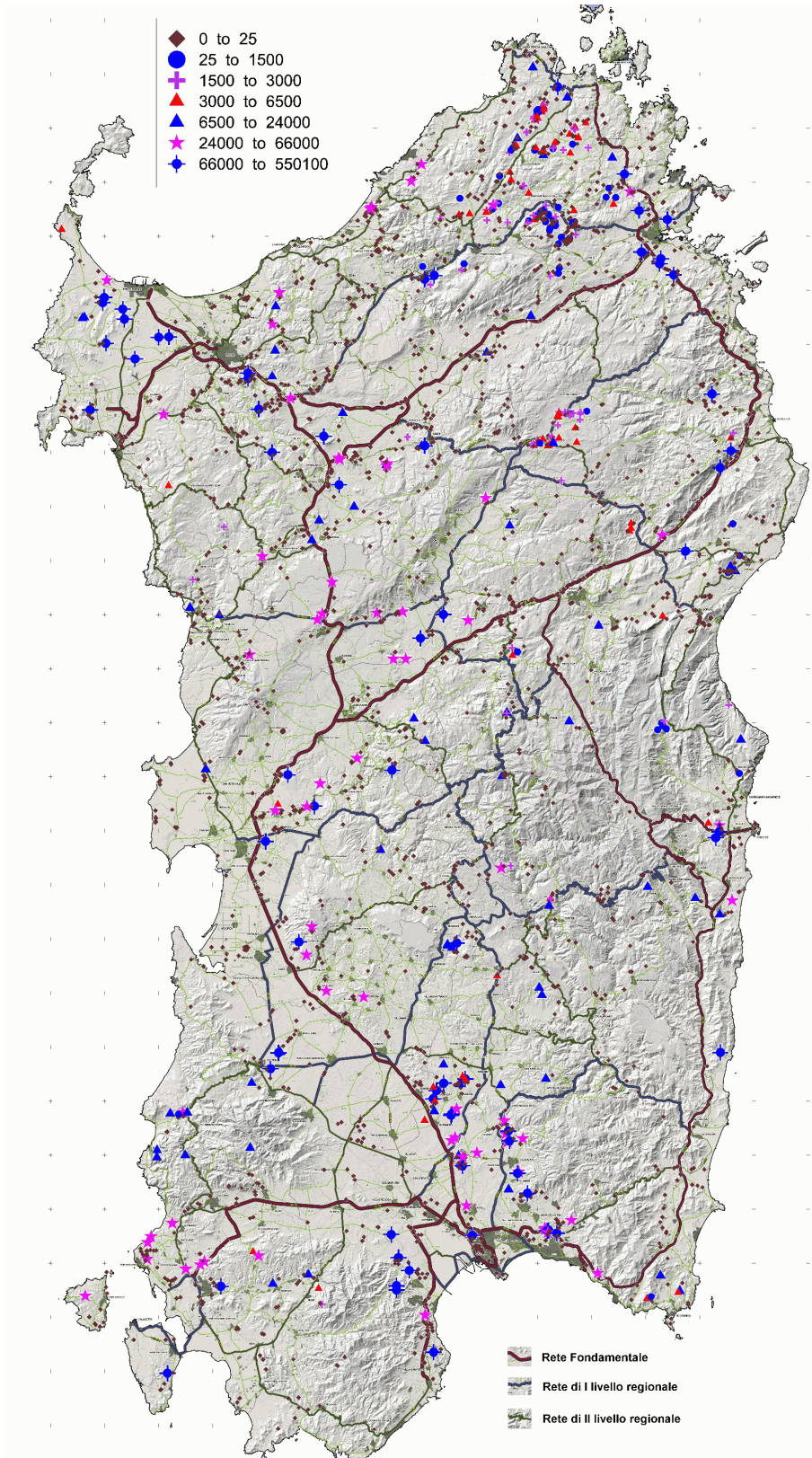


Figura 3: distribuzione della cave distinte per capacità produttiva



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

Come detto in precedenza, i materiali prodotti nelle cave hanno tre destinazioni principali: ornamentale, industriale, opere civili. All'interno di quest'ultima possiamo distinguere due grandi categorie:

1. inerti pregiati prevalentemente destinati alla produzione di calcestruzzo, conglomerato bituminoso, malte e intonaci;
2. inerti "non di pregio" utilizzati per rilevati stradali e riempimenti.

La percentuale delle cave di inerti per conglomerati raggiunge da sola il 78% del totale di cave civili mentre quella di materiali per rilevati e riempimenti si attesta all'11%.

La produzione annua delle cave destinate alla realizzazione di opere civili è di circa 10 milioni di m³. Le cave che producono esclusivamente materiali per rilevati e riempimenti, senza alcun processo di frantumazione e vagliatura, soddisfano i bisogni saltuari dell'impresa titolare e hanno, quale destinazione principale, i movimenti terra nei cantieri stradali. Impiegate prevalentemente nella manutenzione di strade non pavimentate e per rilevati stradali, sono ubicate soprattutto nelle zone montane o in prossimità di importanti strade dove, storicamente aperte per la realizzazione della strada stessa, sono poi rimaste in attività sia pure in modo discontinuo.

È stato stimato, inoltre, che in Sardegna almeno il 20% della produzione delle cave di inerti per conglomerati (circa 2.000.000 m³) sia destinato ad impieghi differenti, specie per rilevati e riempimenti, senza essere sottoposto all'intero processo di frantumazione e classificazione. Il 15% delle cave per uso civile ha una capacità produttiva compresa tra i 10.000 e i 30.000 m³/anno, e complessivamente fornisce circa il 70% della produzione. La produzione complessiva è di circa 2.500.000 m³/anno, distribuita nelle diverse tipologie commerciali, con una netta prevalenza di cave che producono argille per laterizi e granulati per leganti. Il comparto sardo dei materiali destinati ad uso ornamentale rappresenta una quota importante, in particolare per i graniti, dell'intero mercato nazionale. La quota prevalente della produzione è destinata all'esportazione, ma negli ultimi anni è aumentata la parte destinata ad essere trasformata direttamente nell'Isola. Circa il 30% dei marmi e circa il 25-30% dei graniti estratti in Sardegna, è attualmente soggetto ad un processo di trasformazione in loco. Risulta quindi molto evidente come nell'Isola prevalga nettamente la produzione rispetto alla trasformazione dei materiali.

2.4 I materiali lapidei di pregio della Sardegna

Gli estesi affioramenti di rocce massive presenti nell'Isola, di varia origine e natura (graniti, basalti, marmi), hanno rappresentato i potenziali giacimenti di cava da cui estrarre i materiali primari per realizzare le strutture civili e pubbliche sia del passato che attuali. Si è sviluppata un'attività



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

estrattiva spontanea di antica tradizione, che ha dato origine, già in epoche passate, ad una molteplicità di piccole e medie imprese impegnate nella lavorazione della pietra da costruzione.

La produzione dei materiali lapidei di pregio della Sardegna è storicamente caratterizzata da due prodotti: graniti e marmi; oltre a tali materiali si lavorano i basalti. La notevole varietà litologica della Sardegna consente di definire vere e proprie regioni geografiche e di caratterizzare i contesti geomorfologici, paesaggistici ed urbani delle sue diverse regioni storico culturali.

In Sardegna oltre l'85% della produzione di rocce ornamentali è costituita da graniti. L'altra importante categoria di pietre ornamentali, i calcari, si attesta intorno al 10%, mentre la produzione degli altri tipi commerciali risulta allo stato attuale molto bassa (intorno al 5%), anche se negli ultimi anni è aumentata la produzione di marmi.

Ad oggi, nell'ambito del territorio regionale le litologie massive interessate da attività di coltivazione e commercializzate con denominazioni differenti a seconda del colore, della località di estrazione e della natura geolitologica, sono i granitoidi, i calcari e marmi, le vulcaniti (basalto e ignimbrite) e le metamorfite (scisti).

Per queste rocce massive si è riscontrato, dall'elaborazione dei dati del censimento delle singole attività di cava, che la corrispondenza tra tipo litologico e classe commerciale risulta ben definita e significativa tanto da rendere possibile l'individuazione di "poli estrattivi", ossia ambiti territoriali dentro i quali sono presenti cave accomunate da una specifica tipologia commerciale e all'interno dei quali sarà possibile rinvenire altri giacimenti dello stesso tipo.

Nell'ambito del territorio regionale, rispetto agli estesi affioramenti di rocce granitiche, basaltiche, calcaree e metamorfiche, sono state individuate 8 aree geografiche corrispondenti ad altrettanti poli estrattivi, in ognuno dei quali sono localizzate cave di litotipi petrograficamente omogenei; di questi, quattro riguardano litologie granitiche, uno il calcare-marmo, due le vulcaniti e uno le metamorfite.

In particolare, i poli estrattivi delle cave di marmo e granito, cui sono in particolare riferite le presenti linee guida, sono distribuiti come di seguito riportato:

1. i Poli estrattivi delle cave di granito:
 - il polo di "Arzachena-Luogosanto";
 - il polo di "Tempio Pausania-Calangianus";
 - il polo di "Buddusò-Alà dei Sardi";
 - il polo di "Ovodda";
2. il Polo estrattivo dei marmi di "Orosei".



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

Al fine di dotarsi di un quadro di conoscenze puntuale ed aggiornato sulla situazione delle cave operanti in Sardegna è stata realizzata, dall'Assessorato regionale dell'Industria – Servizio delle attività estrattive e recupero ambientale, una ricognizione del comparto dei materiali lapidei ad uso ornamentale di marmo e granito con la quale sono state individuate 138 cave in esercizio, autorizzate o in regime di prosecuzione ai sensi dell'art. 42 della L.R. 30/89, che abbiano già ottenuto la regolare chiusura, con esito positivo di compatibilità ambientale o di non assoggettamento a Valutazione d'Impatto Ambientale (VIA), dei procedimenti di VIA/Verifica avviati ai sensi dell'art. 8 comma 2 della L.R. 15/2002, distribuite nel territorio regionale come di seguito riportato:

Tabella 3. Cave di marmo e granito operanti in Sardegna (fonte: Assessorato dell'industria - giugno 2011)

Quantità	Comune	Prov
Cave di granito		
1	Aggius	OT
3	Alà dei Sardi	OT
13	Arzachena	OT
30	Buddusò	OT
12	Calangianus	OT
23	Luogosanto	OT
9	Luras	OT
7	Olbia	OT
7	S. Antonio di Gallura	OT
1	Telti	OT
16	Tempio Pausania	OT
1	Orosei	NU
Cave di marmo		
15	Orosei	NU
138	Totale	



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

2.5 I materiali di scarto dell'attività di cava

Nelle cave di materiali per uso industriale gli scarti consistono in misti terra-roccia e, generalmente, si limitano al ricoprimento del giacimento di interesse con volumi trascurabili rispetto a quelli prodotti nelle cave di ornamentali. Analoghe considerazioni possono essere svolte per quanto riguarda le cave di materiali per uso civile.

Il problema della produzione di sfridi presenta, invece, aspetti del tutto particolari nelle cave di rocce ornamentali, per l'entità dei volumi in gioco, per la natura del materiale e per l'ubicazione delle cave stesse, che spesso insistono in zone montane dove sono presenti valori paesaggistici e naturalistici da salvaguardare.

Laddove non si valorizzino le parti di giacimento non idonee all'utilizzo ornamentale, infatti, la sistemazione degli sfridi non utilizzati comporta un notevole consumo di suolo (in quanto occorre destinare spazi idonei per l'accumulo di tali materiali) e spesso limita la coltivabilità stessa trovandosi di frequente grosse porzioni di giacimento, ancora potenzialmente sfruttabili, sepolte sotto ingenti quantitativi di materiale di scarto.

La composizione di tali cumuli può essere la più variabile, passando da frazioni fini, terrose, ad elementi più grossolani fra loro casualmente commisti ed interposti.

Nell'ambito dell'estrazione di lapidei ornamentali esiste una specifica difficoltà nell'operare, sin dalla fase di progettazione, una differenziazione certa tra prodotti vendibili e scarti, avendo molte delle tipologie di scarti un potenziale valore economico seppur con una richiesta di mercato molto variabile e difficilmente programmabile. Infatti, il processo produttivo (estrazione e lavorazione) dei lapidei ornamentali genera le seguenti tipologie materiali:

- blocchi di prima scelta, che per dimensioni e qualità estetiche sono adatti ad un sicuro utilizzo per la realizzazione di prodotti ornamentali;
- blocchi di seconda e terza scelta, di dimensioni non appropriate o di qualità estetiche inferiori;
- informi di grandi dimensioni, eccessivamente irregolari o di volume insufficiente per una lavorazione di tipo industriale;
- informi di piccolo volume, con dimensione massima inferiore a 0,5 m;
- crostoni terminali del taglio in telaio dei blocchi;
- frammenti di lastre rotte, danneggiate o esteticamente insoddisfacenti;
- fanghi residui del taglio e della lavorazione.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

Tra questi, i fanghi residui del taglio e della lavorazione possono presentare caratteristiche chimiche diverse da quelle del materiale originario a seguito dell'aggiunta di sostanze estranee impiegate nel processo (residui metallici derivanti dal consumo delle lame e della degradazione della graniglia di acciaio e calce, idrocarburi di lubrificazione dei macchinari utilizzati per il taglio, ecc.); il riutilizzo possibile risulta pertanto spesso limitato.

Per il resto, la composizione e le proprietà chimiche dei materiali sopra elencati sono identiche a quelle della roccia di provenienza.

Negli ultimi decenni la maggiore quota di materiale trasformato in loco ha permesso di utilizzare, per la commercializzazione di materiali ad alto valore aggiunto, anche i blocchi di seconda scelta, che in passato venivano invece scartati e accantonati in quanto l'esportazione privilegiava i materiali completamente esenti da difetti. Questi blocchi vengono oggi utilizzati per la realizzazione di pavimentazioni esterne (marciapiedi, piazze, strade di centri storici, viali, cortili, portici, magazzini, cordoli), per i rivestimenti e, in buona misura, nella costruzione di elementi destinati all'arredo urbano e al completamento delle opere di viabilità.

Attualmente la valorizzazione dei blocchi di seconda e terza scelta e degli inforni di grandi dimensioni in settori economicamente più remunerativi, esclude la possibilità di utilizzo per la realizzazione di rilevati stradali, non preclusa, invece, per gli inforni di piccolo volume.

Infatti, per gli sfridi di dimensioni inferiori a 50 cm, ottenuti in fase di riquadratura dei blocchi o derivanti dalla demolizione delle parti fratturate del giacimento, l'utilizzazione logica appare quella della frantumazione e classificazione per la produzione di inerti per conglomerati cementizi e bituminosi, per fondazioni e strati di sottofondo, o in generale per il corpo stradale. Inoltre, prove eseguite con riferimento agli inerti per calcestruzzo hanno dimostrato che è possibile ottenere prodotti da frantumazione del granito che presentano i requisiti per il confezionamento dei misti cementati. Fra gli impieghi sopraelencati il più diretto appare quello per la realizzazione dei rilevati, dei sottofondi e delle fondazioni stradali.

Il materiale di scarto dell'attività di coltivazione, sia esso prodotto secondario o rifiuto di estrazione (come definito dal D.Lgs. 117/2008), opportunamente ripreso e trattato, potrebbe, peraltro, trovare una valida ricollocazione sul mercato.

2.5.1 Prodotto secondario o sfrido

Nel caso delle attività di cava di rocce ornamentali, possono essere commercializzati come prodotti secondari o sfridi tutti i materiali ottenuti nell'ambito del processo estrattivo del prodotto ornamentale, per i quali sia certo l'impiego (richiesta di mercato) e che soddisfino i requisiti tecnici



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

per l'uso al quale verrà destinato (vedasi a riguardo il DM 11.04.07 "Applicazione della direttiva n. 89/106/CE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di aggregati") nonché relativi alla protezione della salute e dell'ambiente.

Qualora la possibilità di commercializzare del prodotto secondario non sia stata definita al momento della progettazione, in relazione alla sopraesposta difficoltà nel preventivare le richieste di mercato, dovrà essere richiesta, dal titolare dell'attività di cava, apposita autorizzazione al Servizio Attività Estrattive e Recupero Ambientale, il quale dovrà verificare la coerenza con il progetto di coltivazione e recupero ambientale approvato. Inoltre, affinché lo stesso materiale possa ritenersi idoneo alla commercializzazione, è opportuno che soddisfi le seguenti condizioni:

- a) sia certo l'utilizzo da parte del produttore o di terzi;
- b) il materiale possa essere utilizzato direttamente senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale;
- c) il materiale soddisfi per l'utilizzo specifico, tutti i requisiti pertinenti la protezione della salute e dell'ambiente e non dia luogo a impatti complessivi negativi sull'ambiente o la salute umana.

2.5.2 *Rifiuti di estrazione*

Il D.Lgs. 117/08, all'art. 3 comma 1, definisce "rifiuti di estrazione" i rifiuti (ossia i materiali di cui il detentore si disfi o abbia l'intenzione o abbia l'obbligo di disfarsi) derivanti dalle attività di prospezione o di ricerca, di estrazione, di trattamento e di ammasso di risorse minerali e dallo sfruttamento delle cave.

Sono quindi da escludersi dalla definizione di rifiuto di estrazione oltre, evidentemente, i prodotti principali dell'attività di cava:

- i prodotti secondari o sfridi per i quali già in fase autorizzativa sia stata prevista la commercializzazione;
- i prodotti secondari per i quali si sia ottenuta successiva autorizzazione alla commercializzazione;
- i materiali provvisoriamente stoccati nei piazzali di deposito dei prodotti in attesa dell'autorizzazione, di cui al punto precedente, alla commercializzazione (è palese infatti la mancata volontà di disfarsi del materiale) e per i quali non vi sia, a qualsiasi titolo, obbligo di disfarsi;



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

- i materiali stoccati che, pur derivanti da attività di coltivazione e lavorazione della pietra, non rientrano nell'ambito di applicazione del D.Lgs. 117/2008, in quanto esterni alle aree perimetrare nell'atto autorizzativo e a strutture di deposito. Si precisa che l'atto autorizzativo deve essere efficace, risultando quindi escluse dall'applicazione del Decreto le cave dichiarate cessate e le cave dismesse storiche.

Sono, invece, rifiuti di estrazione i materiali stoccati nelle strutture di deposito come definite all'art. 3, comma 1, lett. r, del D.Lgs. 117/2008, compresi quindi i cumuli di rifiuti estrattivi non inerti non pericolosi, dopo un periodo di accumulo o di deposito superiore a un anno, ed i cumuli di terra non inquinata nonché i rifiuti estrattivi inerti, dopo un periodo di accumulo o di deposito superiore a tre anni.

Il riutilizzo dei rifiuti di estrazione, da incentivarsi ai sensi del D.Lgs. 117/2008, deve essere autorizzato ai sensi dello stesso Decreto con la presentazione, al Servizio attività estrattive e recupero ambientale dell'Assessorato regionale dell'Industria, di apposito Piano di gestione (o di modifica del Piano già approvato).

Tale Piano dovrà specificare, oltre i quantitativi di materiale oggetto di interesse, la destinazione degli stessi e le specifiche tecniche di idoneità all'uso.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

3 PERCORSO METODOLOGICO PER L'UTILIZZO DEGLI SFRIDI

3.1 Premessa

Ai fini delle presenti linee guida e con lo scopo di garantire la minimizzazione degli impatti ambientali e l'ottimizzazione dell'utilizzo di risorse non rinnovabili, nella scelta dei materiali da costruzione da utilizzarsi nelle opere stradali dovrà essere data la preferenza ai materiali di scarto provenienti da cave ornamentali di granito e marmo, autorizzate o in regime di prosecuzione ai sensi della L.R. 30/89, che abbiano già ottenuto la regolare chiusura dei procedimenti di VIA/Verifica avviati ai sensi dell'art. 8 comma 2 della L.R. 15/2002, con esito positivo di compatibilità ambientale o di non assoggettamento a VIA.

Il riutilizzo potrà avvenire a seguito di specifico trattamento ed a fronte di idonee caratteristiche litologiche, in modi diversi, quali, in particolare, massi da scogliera e misti granulari per riempimenti e rilevati.

Tali materiali, non idonei all'utilizzo ornamentale, dovranno essere in esubero rispetto alle esigenze ricompositive e di reinserimento paesaggistico ambientale, alle quali dovrà in ogni caso essere data la precedenza nel rispetto del progetto di coltivazione approvato.

3.2 Percorso metodologico

Il materiale di scarto dell'attività di coltivazione, sia esso prodotto secondario o rifiuto di estrazione (come definito dal D.Lgs. 117/2008), dovrà essere opportunamente ripreso e trattato e trovare così una valida ricollocazione sul mercato.

Di seguito si schematizza quale sia l'iter da seguirsi per l'autorizzazione alla commercializzazione per i materiali suddetti.

Per entrambe le tipologie (prodotto secondario e rifiuti estrattivi da recuperare) dovrà essere dimostrata la coerenza con il progetto di coltivazione già approvato, con particolare riferimento alla sovrabbondanza del materiale per il quale si richiede l'alienazione rispetto ai volumi necessari per il progetto di riassetto ambientale approvato.

Dovranno, inoltre, essere descritte le modalità operative di prelievo e lavorazione del materiale, verificata la compatibilità con la normale conduzione dell'attività di cava e, laddove necessario, aggiornato il Documento di Salute e Sicurezza redatto ai sensi del D.Lgs. 624/96 in relazione alle nuove attività previste e alla verifica, ai sensi dell'art. 50 dello stesso Decreto, della stabilità dei cumuli.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

Al fine di garantire la massima tutela ambientale dovrà, inoltre, essere verificato il rispetto dei parametri di cui alla Tabella 1 dell'Allegato 5 alla parte IV del D.Lgs. 152/2006, ovvero il non superamento dei valori di fondo espressi dal sito di utilizzo.

In particolare, per l'utilizzo in strade di tipo A, B e C dovrà essere verificato il rispetto dei limiti di cui alla colonna B della suddetta Tabella 1.

Per quanto concerne l'utilizzo degli stessi materiali, per la realizzazione di strade in aree sensibili comprese nella Rete Natura 2000, dovrà essere verificato, invece, il rispetto dei limiti di cui alla colonna A della medesima Tabella.

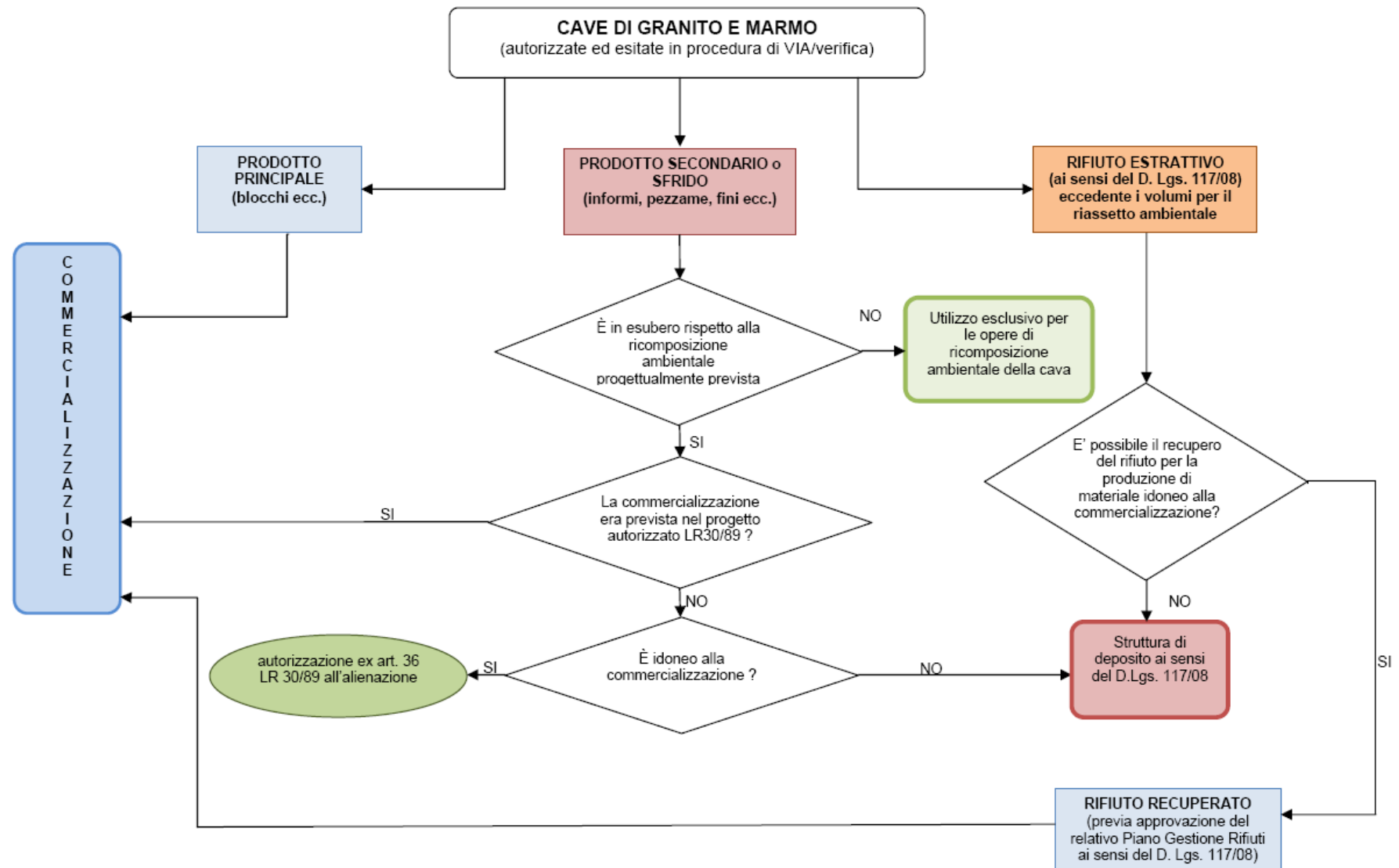
Il percorso metodologico è rappresentato nel seguente diagramma di flusso:



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA





REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

4 SPECIFICHE TECNICHE PER LA POSA DEL MATERIALE

L'utilizzo di materiali da riciclo per la realizzazione del corpo dei rilevati è consentito purché interessi tutta l'impronta del rilevato stesso. Non sono ammesse miscele con altri materiali da riciclo; in senso orizzontale, invece, deve essere comunque garantita l'omogeneità dei materiali utilizzati. In fase di progettazione, nel capitolato speciale d'appalto, dovranno essere indicati i materiali di riciclo o riuso che saranno impiegati, le fonti di approvvigionamento e i luoghi e le modalità di utilizzo.

I materiali di riciclo potranno essere utilizzati per eseguire sottofondi o rilevati, oppure in prossimità di opere d'arte, confinandoli preferibilmente tra opere quali tombini, attraversamenti, opere d'arte ecc., onde evitare che, al contatto con materiali di caratteristiche differenti, si formino giunti o superfici di discontinuità.

Il materiale di riciclo deve essere steso in strati di ridotto spessore (in genere non superiori a 30 cm) e costipato mediante rullatura leggera, a causa della frantumabilità dello stesso e dovrà essere messo in opera con il contenuto d'acqua ottimo per ottenere il massimo delle prestazioni. La superficie degli strati deve avere una pendenza trasversale pari a circa il 4% e, comunque, tale da garantire lo smaltimento delle acque meteoriche; deve essere evitata la formazione di avvallamenti o solchi.

4.1 Voce di capitolato per impieghi nei rilevati, riempimenti e sottofondi

I materiali debbono essere sottoposti, prima del loro impiego, ad adeguate verifiche e, se necessario, a prove di laboratorio per accertarne l'idoneità alla particolare utilizzazione prevista; gli oneri delle prove e delle verifiche sono a totale ed esclusivo carico dell'Impresa.

Salvo diverse e più restrittive prescrizioni, motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione (o altrimenti detto di compressibilità) M_d , determinato sul piano di posa (naturale o bonificato), secondo la norma CNR 146/92, al primo ciclo di carico, nell'intervallo compreso tra $0,05 \div 0,15 \text{ N/mm}^2$, deve risultare non inferiore a:

- 15 N/mm^2 (valore minimo per consentire il corretto costipamento degli strati sovrastanti), quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è maggiore di 2,00 m;
- 20 N/mm^2 , quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è compresa tra 1,00 e 2,00 m;



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

- 30 N/mm², quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è compresa tra 0,50 e 1,00 m;

Per distanze inferiori a 0,50 m si applicano i requisiti richiesti ai sottofondi.

Le caratteristiche di portanza del piano di posa del rilevato devono essere accertate in condizioni di umidità rappresentative delle situazioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli, di lungo termine, con la frequenza stabilita dalla Direzione Lavori in relazione all'importanza dell'opera, all'omogeneità del terreno di posa e, comunque, in misura non inferiore ad una prova ogni 5000 m².

La stesa del materiale deve essere eseguita con regolarità per strati di spessore costante inferiore ai 40 cm, con modalità e attrezzature atte a evitare segregazione, brusche variazioni granulometriche e del contenuto d'acqua che deve essere prossimo a quello ottimo ottenuto in laboratorio.

La granulometria dei materiali costituenti i differenti strati del rilevato deve essere il più omogenea possibile. In particolare, deve evitarsi di porre in contatto strati di materiale roccioso, a granulometria poco assortita o uniforme (tale, cioè, da produrre nello strato compattato elevata percentuale dei vuoti), a strati di terre a grana più fine che, durante l'esercizio, per effetto delle vibrazioni prodotte dal traffico, possano penetrare nei vuoti degli strati sottostanti, provocando cedimenti per assestamento del corpo del rilevato.

Durante le fasi di lavoro si deve garantire il rapido deflusso delle portate meteoriche conferendo agli strati pendenza trasversale non inferiore al 4%.

Ciascuno strato può essere messo in opera, pena la rimozione, soltanto dopo avere accertato, mediante prove di controllo, l'idoneità dello strato precedente.

L'impresa che esegue i lavori è tenuta a fornire e, quindi, ad impiegare mezzi di costipamento adeguati alla natura dei materiali da mettere in opera e, in ogni caso, tali da permettere di ottenere i requisiti di densità e di portanza richiesti per gli strati finiti; in particolare potranno essere richiesti mezzi compattatori leggeri in funzione della frammentazione del materiale alla prova Los Angeles.

Per il migliore rendimento energetico dei mezzi di costipamento è opportuno sceglierne la tipologia più idonea ed operare con umidità prossima a quella ottimale determinata in laboratorio mediante la prova AASHTO EN 13286-2:2005. Se non occorre modificare il contenuto d'acqua, una volta steso il materiale, lo strato deve essere immediatamente compattato. La compattazione deve assicurare sempre un addensamento uniforme all'interno dello strato.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

Per garantire una compattazione uniforme, anche lungo i bordi del rilevato, le scarpate debbono essere riprofilate, una volta realizzata l'opera, rimuovendo i materiali eccedenti la sagoma di progetto. La stesa ed il costipamento del materiale, pertanto, devono tener conto di una sovrallarghezza di almeno 0,50 m, per entrambi i lati del rilevato.

Salvo diverse prescrizioni motivate in sede di progetto, i controlli di qualità degli strati finiti, effettuati mediante misure di densità e di portanza, debbono soddisfare i requisiti indicati nella tabella alla fine del presente paragrafo.

Si deve garantire la sistematica e tempestiva protezione delle scarpate mediante la stesa di uno strato di terreno vegetale di circa 30 cm di spessore; questo andrà sistemato a strisce orizzontali, opportunamente assestato, seguendo progressivamente la costruzione del manufatto. Per la sua necessaria ammorsatura si debbono predisporre gradoni di ancoraggio, salvo il caso in cui rivestimento venga eseguito contemporaneamente alla formazione del rilevato stesso. Il terreno vegetale deve essere tale da assicurare il pronto attecchimento e sviluppo del manto erboso, seminato tempestivamente, con essenze (erbe ed arbusti del tipo previsto in progetto) scelte per ottenere i migliori risultati in relazione al periodo operativo ed alle condizioni locali. La semina deve essere ripetuta fino ad ottenere un adeguato ed uniforme inerbimento.

Nel caso in cui si preveda un'interruzione dei lavori di costruzione del rilevato di più giorni, l'Appaltatore è tenuto ad adottare ogni provvedimento per evitare infiltrazioni di acque meteoriche nel corpo del rilevato. Allo scopo, le superfici, ben livellate e compattate, debbono risultare sufficientemente chiuse e presentare pendenza trasversale non inferiore al 6%.

Nel caso di sospensione prolungata della costruzione, alla ripresa delle lavorazioni la parte di rilevato già eseguita deve essere ripulita dalle erbe e dalla vegetazione che vi si fosse insediata; inoltre lo strato superiore deve essere scarificato, praticandovi dei solchi, per il collegamento dei nuovi strati; è prudente in questo caso ripetere le prove di controllo dell'addensamento e della portanza.

Il ripristino di cavi di fondazione intorno a strutture, il rinterro di cavi praticati nel corpo stradale per diversi scopi (ad esempio posa di sottoservizi), il riempimento a ridosso di murature ed opere di sostegno, presentano problemi speciali. La compattazione, generalmente difficoltosa per la ristrettezza degli spazi e per la delicatezza dei manufatti interessati, non deve giustificare rinuncia di sorta alle portanze prescritte.

Per questi motivi occorre impiegare materiale granulare selezionato, efficacemente sensibile al costipamento per vibrazione.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

A tergo di tali strutture debbono essere impiegati mezzi di compattazione leggeri, quali piastre vibranti e rulli azionati a mano, avendo cura di garantire i requisiti di deformabilità e addensamento richiesti, operando su strati di spessore ridotto.

Nella formazione dei riempimenti ovvero di tratti di rilevato rimasti in sospeso per la presenza di tombini, canali, cavi, ecc., si deve garantire la continuità con la parte realizzata, impiegando materiali e livelli di compattazione identici.

Il livello prestazionale degli strati posti in opera può essere accertato, in relazione alla granulometria del materiale impiegato, attraverso il controllo dell'addensamento raggiunto, rispetto al riferimento desunto dalle prove AASHO di laboratorio, e/o attraverso il controllo della capacità portante.

Le prove di controllo della portanza devono essere effettuate mediante misure del modulo di deformazione M_d , al primo ciclo di carico, secondo quanto previsto dalla norma CNR 146/92.

Il controllo mediante misure di densità in sito può essere applicato soltanto se, come previsto dalla norma CNR 69/1978, la frazione di materiale trattenuta al crivello 25 UNI 2334 non supera il 35% della massa totale.

In questo caso le prove di controllo in cantiere riguardano:

- misure di umidità dei materiali compattati, secondo la norma CNR-UNI 10008/63;
- misure di massa volumica (densità) apparente.

Quando per le caratteristiche dimensionali del materiale non sia possibile procedere al controllo prestazionale con misure di densità, per valutare il grado di costipamento si possono realizzare prove di modulo a doppio ciclo di carico (CNR 146/92).

La determinazione del modulo al secondo ciclo di carico permette, in ogni modo, di ottenere più ampi elementi di giudizio sulla qualità meccanica degli strati posti in opera, ivi compresi quelli sottostanti lo strato provato; inoltre, essa risulta necessaria quando le prove di portanza non sono eseguite immediatamente dopo l'ultimazione del costipamento e, pertanto, è ragionevole temere che le misure al primo ciclo possano risultare influenzate dal disturbo prodotto dagli agenti atmosferici sulla parte più superficiale dello strato.

In alternativa, od anche ad integrazione delle misure di modulo di deformazione, il controllo della portanza degli strati finiti può essere effettuato mediante misure di deflessione, operando con la trave di Benkelmann (CNR 141/92) o con mezzi ad elevato rendimento. Le soglie da raggiungere debbono essere determinate, preliminarmente, sulla base delle correlazioni stabilite in campo prova tra il parametro misurato in questi casi ed il modulo di deformazione, tenuto conto della struttura e



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

della natura della terra in questione. Le misure di deflessione (anche quelle puntuali) risultano, generalmente, più rapide dalle misure di modulo di deformazione e, pertanto, si prestano bene se occorre determinare la distribuzione spaziale della portanza dei sottofondi realizzati ed il sezionamento della strada in tronchi omogenei di portanza.

Per gli strati di sottofondo, tenuto conto delle situazioni localmente presenti, possono assumersi soglie minime diverse da quelle riportate nella tabella 3, purché considerate nel progetto della pavimentazione e giustificate sotto il profilo tecnico-economico.

Tabella 4 Valori di riferimenti per le verifiche in cantiere

Criteri di qualità e requisiti per gli strati di rilevato e di sottofondo				
STRATO	Tipo di strada	Addensamento [% $\gamma_{s\ max}$]	Modulo di deformazione Md [MPa]	Δh ⁽⁴⁾ [mm]
Sottofondo	Autostrade ed Extraurbane Principali	≥ 95 % AASHO Mod	≥ 50	$< 2,5$
	Altre	≥ 100 % AASHO St.	≥ 40	$< 3,0$
Rilevato	Autostrade ed Extraurbane Principali	≥ 92 % AASHO Mod	≥ 30	$< 4,0$
	Altre	≥ 97 % AASHO St.	≥ 25	$< 5,0$

Per i materiali a granulometria grossolana, per i quali non è possibile determinare riferimenti rappresentativi da prove di costipamento AASHO di laboratorio, come pure nel caso in cui non sia possibile procedere a misure di modulo di deformazione Md (presenza di blocchi e/o elementi di grossa dimensione), il controllo degli strati finiti può essere effettuato in modo rapido, mediante misure del cedimento permanente (Δh) prodotto dal passaggio di un autocarro con asse posteriore di 10 t, in accordo alla norma SNV 670 365. Inoltre, trattandosi di misure ad elevato rendimento, le prove con autocarro con asse di 10 t sono convenientemente predisposte per ottenere una rappresentazione della variazione della portanza dei sottofondi sull'intera estensione della strada, sia in senso longitudinale, sia in senso trasversale, se ciò è ritenuto necessario, come nel caso degli ampliamenti e delle sezioni di mezza costa.

Le misure di cedimento permanente sono di base per la scelta dei punti in cui effettuare misure del modulo di deformazione Md e, quindi, sulla scorta dei risultati del modulo, per il sezionamento della strada in tronchi omogenei di portanza dei sottofondi.