

Politecnico di Torino

Collegio di Ingegneria Civile ed Edile
Laurea V.O. in Ingegneria Civile
(Ordinamento previgente il D.M. 509/99)

Pietre naturali negli appalti pubblici proprietà tecniche e aspetti legati alla sostenibilità



**Politecnico
di Torino**

Relatore

prof. Rossana Bellopede

Candidato

Antonia Pistininzi

Luglio 2025

*Papà,
mi manchi in ogni istante, ma oggi, in
questo giorno così speciale della mia vita, la
tua assenza si fa sentire ancora di più. Eri
il mio rifugio, la mia guida. Anche se
fisicamente non sei più accanto a me, il tuo
amore continua a essere una presenza
costante dentro di me*

Sommario

Abstract.....	
Capitolo I - Le pietre ornamentali.....	1
1.1 Le pietre ornamentali.....	2
1.2 End and Waste, aggregati recuperati. Sostenibilità delle attività estrattive. Cenni alla normativa di riferimento regionale	9
1.3 L'utilizzo della pietra ornamentale in edilizia.....	28
CAPITOLO II - Proprietà tecniche, prestazioni, caratteristiche e normativa di riferimento delle pietre ornamentali.....	38
2.1 Proprietà, caratteristiche fisiche e tecniche delle pietre ornamentali utilizzate come materiale da costruzione.....	39
2.2 Regolamento UE n° 305/2011 e nuovo Regolamento UE n° 3110/2024.....	43
Norme di riferimento e marcatura CE per i prodotti da costruzione	43
2.3 La marcatura CE delle pietre naturali ai sensi del CPR 305.....	55
2.4 Norme armonizzate UNI EN e UNI delle pietre ornamentali per la classificazione e la valutazione delle proprietà tecniche e della marcatura CE.....	59
2.5 La pietra naturale sostenibilità Life Cycle Assesment (LCA)	62
CAPITOLO III - Lavori pubblici e sostenibilità. Esempi d'utilizzo della pietra ornamentale nei lavori pubblici	72
3.1 Cenni sul quadro normativo nazionale, dei contratti pubblici	73
3.2 Procedure per l'affidamento di appalti di lavori	82
3.3 Criteri d'aggiudicazione dei lavori pubblici	84
3.4 Strumenti di sostenibilità nei contatti pubblici: Green Public Procurement; Criteri Minimi Ambientali CAM e Criteri Sociali.....	85
3.5 Attività per lo sviluppo di strumenti di supporto ai CAM ed alla sostenibilità: Progetto APE, prezzario Regione Piemonte, capitolati speciali d'appalto	93
3.6 Utilizzo delle pietre ornamentali nelle riqualificazioni ambientali degli spazi pubblici	95
CAPITOLO IV - Appalti pubblici per pavimentazioni in pietra, caso studio Piazza Arbarello-Viale Corso Siccardi; Torino	102
4.1 Le pavimentazioni in pietra ornamentale per la riqualificazione degli spazi urbani	103

4.2 riqualificazione ambientale Piazza Arbarello e valorizzazione del Viale di Corso Siccardi, Torino.....	104
4.3 Esecuzione dei lavori.....	126
4.4 Discussione dei risultati.....	130
Conclusioni	133
Bibliografia e sitografia	135
Ringraziamenti	138

Indice Figure

Figura 1 Cupola della Mole Antonelliana rivestita in lastre di Luserna	3
Figura 2 Parlamento di Malta Parete ventilata in blocchi di pietra	3
Figura 3 Riqualificazione Piazza Liberty Milano in beola grigia	4
Figura 4 Ripartizione dei principali materiali di estrazione per comparto.....	13
Figura 5 Distribuzione geografica dei siti estrattivi: Piemonte fino al 2018.....	17
Figura 6 I siti di reperimento di materiale ornamentale storico.....	19
Figura 7 Schema dei possibili prodotti di trasformazione degli scarti lapidei e dei sottoprodotti.....	22
Figura 8 Sito estrattivo del granito dell'area di Buddusò.....	22
Figura 9 Alcune località d'attività estrattive	24
Figura 10 Estratto di località attività estrattive nel distretto del Verbano Cusio Ossola-Valle Sesia,.....	25
Figura 11 Recupero della cava di gesso di Murisengo (AL).....	26
Figura 12 Dall'ex Cava Roncino a un Teatro permanente" TONES TEATRO NATURA	27
Figura 13 Il Parco Scultura La Palomba a Matera	28
Figura 14 Particolare ancoraggio per parete ventilata rivestita in pietra.....	35
Figura 15 Facciata ventilata Rinascente di Torino	35
Figura 16 Via Monferrato; Torino, prima e dopo la riqualificazione.....	37
Figura 17 Esempi di pavimentazioni lapidee	37
Figura 18 Il quadro legislativo vigente In Italia.....	45
Figura 19 Marcatura CE nel mondo	47
Figura 20 Indicatori Ambientali.....	49
Figura 21 Informazioni contenute nel DPP.....	51
Figura 22 Digital Product Passport (DPP) timeline.....	51
Figura 23 Graduale sostituzione delle EN approvate con il CPR 305 con l'EN approvate con il nuovo il CPR 3110	53
Figura 24 Il processo che porta alla pubblicazione di una norma tecnica armonizzata può essere riassunto come segue.....	54

Figura 25 Esempio di DoP.....	56
Figura 26 Esempio di marcatura CE.....	58
Figura 27 Logo Arcadia.....	63
Figura 28 Ripartizione delle attività di cava per tipologia di materiale estratto (Rielaborazione di Università degli Studi di Bergamo/autori da Legambiente, 2021)	66
Figura 29 Impatti sul cambiamento climatico di 1 m ² di lastra (spessore 2 cm) per i materiali analizzati e indicazione del valore medio.....	69
Figura 30 Contributo percentuale delle varie fasi del processo sull'indicatore del cambiamento climatico	70
Figura 31 Struttura del nuovo codice.....	78
Figura 32 Loop normativo.....	82
Figura 33 Art 50 D.lgs. 36/2023.....	83
Figura 34 Principali obiettivi del GPP	87
Figura 35 Bambini spaccapietre.....	91
Figura 36 Magazzini della Pietra della Città di Torino	98
Figura 37 Materiali lapidei stoccati nei Magazzini della Pietra della Città di Torino.....	98
Figura 38 Particolare stratigrafico della posa dei masselli e porfido in Piazza IV Marzo; Torino.....	99
Figura 39 Piazza IV Marzo prima e dopo	99
Figura 40 Particolare costruttivo via Roma, Torino	100
Figura 41 Particolare pavimentazione masselli a cinque facce via Cesare Lombroso, Torino	101
Figura 42 Planimetria asse di Corso Galileo Ferraris-Corso Siccardi, da Corso Matteotti a Piazza Arbarello; Torino	105
Figura 43 Planimetria passeggiata ciclo pedonale del Viale-Parco	106
Figura 44 Inquadramento generale e PRG	107
Figura 45 Sondaggi archeologici	109
Figura 46 Piazza Arbarello prima della riqualificazione	110
Figura 47 Lotto 1 Piazza Planimetria stato di fatto.....	110
Figura 48 Lotto 2 Viale Planimetria stato di fatto	111
Figura 49 Planimetria Generale Di Progetto.....	112
Figura 50 Lotto 1 Piazza Planimetria di progetto.....	114
Figura 51 Lotto 1 Piazza Sezione A.A di progetto.....	114
Figura 52 Lotto 1 Piazza Sezione B-B di progetto	114
Figura 53 Lotto 1 Piazza particolare 1 pavimentazione.....	116
Figura 54 Lotto 1 Piazza particolare 2 pavimentazione	117
Figura 55 Lotto 1 Piazza stratigrafia di progetto pavimentazione in masselli.....	119
Figura 56 Lotto 1 Piazza stratigrafia di progetto pavimentazione in porfido.....	119
Figura 57 Lotto 2 Viale Planimetria di progetto.....	121
Figura 58 Lotto 2 Viale stratigrafia.....	122

Figura 59 Lotto 2 Viale particolare 1.....	122
Figura 60 Lotto 2 Viale particolare 2.....	122
Figura 61 Simulazione Della Piazza.....	123
Figura 62 Simulazione Del Viale.....	123
Figura 63 Allineamenti.....	127
Figura 64 Foto di cantiere.....	128
Figura 65 Lotto 1 Piazza particolari di pavimentazione realizzati.....	128
Figura 66 lotto 1 Piazza abbattimento barriere architettoniche.....	129
Figura 67 Lotto 2 Viale cantiere.....	129
Figura 68 La Piazza oggi.....	130

Indice Tabelle

Tabella 1 Principali trattamenti per le pietre naturali.....	29
Tabella 2 Le proprietà delle pietre.....	39
Tabella 3 Contenuti della DoP.....	57
Tabella 4 Norme armonizzate.....	60
Tabella 5 Principali Norme armonizzate UNI EN che definiscono i metodi di prova delle pietre naturali per la valutazione delle proprietà di tipo a), ai fini della marcatura CE.....	61
Tabella 6 Siti estrattivi e stato di attività per regione nell'anno 2018. (Rielaborazione di Università degli Studi di Bergamo/autori da ISTAT, 2020).....	65
Tabella 7 Ripartizione delle attività di cava per tipologia di materiale estratto (Rielaborazione di Università degli Studi di Bergamo/autori da Legambiente, 2021).....	65
Tabella 8 Norme sui contratti pubblici.....	77
Tabella 9 Timeline nuovo codice.....	77
Tabella 10 Le principali differenze tra il nuovo e il vecchio codice.....	79
Tabella 11 Art 70 e art 76 sopra soglia.....	84
Tabella 12 Andamento prezzi prodotti lapidei.....	97

Abstract

Questa tesi si propone di esaminare in dettaglio l'utilizzo delle pietre naturali, con un focus sull'analisi degli strumenti normativi attualmente in vigore volti a garantire la sostenibilità ambientale. In particolare, l'obiettivo è valutare il loro impiego come materiale da costruzione per la realizzazione di opere pubbliche, con particolare attenzione alla riqualificazione degli spazi pubblici.

Le pietre ornamentali hanno trovato impiego per millenni come materiali da costruzione, grazie alle loro proprietà tecniche e caratteristiche morfologiche. Il loro uso rappresenta un elemento distintivo di specifici luoghi e dell'architettura locale, risultando strettamente legato al territorio da cui vengono estratte.

È noto come l'attività estrattiva di cava abbia in termini ambientali, un impatto estremamente elevato, a volte devastante, soprattutto in contesti ambientali dall'alto valore paesaggistico; pertanto, consiste nella riduzione dell'estrazione diretta dai giacimenti, accompagnata da un consistente aumento delle pratiche di recupero e riciclo dei materiali. Questa strategia è pienamente allineata alle direttive stabilite dalle normative europee e nazionali, con particolare attenzione al principio della trasformazione *"da rifiuto a risorsa"*.

La normativa nazionale che quella europea richiedono l'uso di prodotti da costruzione ambientalmente sostenibili, in linea con l'obiettivo del Green Deal e del Green Public Procurement, GPP. L'obiettivo è ridurre l'impatto ambientale dell'industria delle costruzioni, contribuire alla transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio e sostenere e sviluppare l'economia circolare. Uno degli strumenti per valutare l'impronta ambientale di un prodotto nell'intero ciclo di vita è la valutazione del LCA. Infatti, si stanno sviluppando diversi progetti ad esempio *ARCADIA, "Approccio ciclo di vita nei contratti pubblici e banca dati italiana LCA per l'uso efficiente delle risorse"*. sviluppato e coordinato dall'ENEA, il cui obiettivo è rafforzare le competenze delle Pubbliche Amministrazioni per integrare la metodologia LCA in modo corretto nei bandi di appalto pubblici, soprattutto per le infrastrutture e opere pubbliche, nonché per gli acquisti verdi. Altri strumenti normativi che riflettono i principi di sostenibilità ambientale e sociale includono i Criteri Minimi Ambientali (CAM), oltre a clausole e criteri sociali disciplinati dal nuovo codice dei contratti pubblici.

Le pietre rappresentano una risorsa naturale limitata e non rinnovabile, ma possono essere riutilizzate. In un contesto di sostenibilità ambientale, volto a evitare il consumo di suolo e

¹ Il concetto di sostenibilità, nel senso moderno del termine, è stato principalmente coniato e diffuso dal Rapporto Brundtland (o "Our Common Future") del 1987, elaborato dalla Commissione Mondiale sull'Ambiente e lo Sviluppo delle Nazioni Unite. Questo rapporto definisce lo sviluppo sostenibile come "uno sviluppo che soddisfa i bisogni del presente senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare i propri".

promuovere un'economia circolare, il loro recupero costituisce una soluzione ideale per i progetti di riqualificazione degli spazi pubblici situati nei centri storici. L'impiego di materiali lapidei provenienti dai magazzini della pietra o recuperati e riutilizzati nelle zone interessate dagli interventi ha permesso alla Città di Torino di realizzare significativi progetti di riqualificazione ambientale. L'utilizzo della pietra recuperata, oltre a rispettare i principi di sostenibilità ambientale, ha contribuito in modo significativo anche alla riduzione dei costi delle opere realizzate. Nella tesi è stato analizzato in particolare, il progetto relativo alla *"riqualificazione ambientale Piazza Arbarello e valorizzazione del Viale di Corso Siccardi"*.

Negli ultimi anni, la città di Torino ha portato avanti diversi progetti di riqualificazione ambientale degli spazi pubblici, restituendo alla comunità piazze, strade e angoli urbani. Questi luoghi, trasformati da semplici "spazi" a veri e propri "luoghi", sono stati liberati dal traffico veicolare, arricchiti con aree verdi e aiuole, e resi accessibili e inclusivi per tutti i cittadini. Così rivitalizzati, hanno assunto un ruolo fondamentale come tessuto connettivo della città, riportando vivacità al contesto urbano e stimolando anche l'economia dei quartieri vicini.

Progetti volti a trasformare specifici angoli urbani mediante interventi di riprogettazione orizzontale degli spazi e il rinnovamento delle pavimentazioni con l'impiego di materiali lapidei hanno reso possibile la creazione di autentici tappeti ornamentali. Questi non solo arricchiscono l'estetica degli ambienti, ma stabiliscono anche un dialogo visivo e tattile con coloro che li attraversano, valorizzando l'interazione tra gli spazi pubblici e i loro utenti.

Capitolo I - Le pietre ornamentali

1.1 Le pietre ornamentali

I materiali lapidei ornamentali si riferiscono comunemente a tutte quelle rocce che, grazie alle loro proprietà petrografiche, fisio-meccaniche ed estetiche, trovano impiego in vari ambiti delle costruzioni. Questi materiali possono assolvere sia funzioni strutturali sia finalità architettoniche.

Le pietre naturali rappresentano i primi materiali da costruzione utilizzati nella storia. Oltre al fascino legato alla loro millenaria esistenza, sono rinomate per la resistenza, la compattezza e la durata che le caratterizzano. Numerose opere testimoniano la loro capacità di affrontare il passare del tempo e le intemperie: le monumentali Piramidi d'Egitto, le enigmatiche strutture monolitiche di Stonehenge, il maestoso Colosseo di Roma e le innumerevoli cattedrali sparse in tutto il mondo.

La pietra ornamentale trova ampio impiego sia nelle piazze e pavimentazioni urbane, sia come rivestimento strutturale o elemento decorativo negli edifici. Il suo utilizzo riesce a dare carattere a ogni tipo di costruzione, dalla semplice abitazione unifamiliare alle moderne megastrutture. Tradizionalmente, la pietra è utilizzata per rivestire zoccolature a livello stradale, compare talvolta nelle fasce marcapiano e quasi sempre in soglie e davanzali. All'interno delle abitazioni assume un ruolo centrale in pavimentazioni, rivestimenti e complementi d'arredo.

Nel 1863 l'architetto Antonelli scelse di utilizzare questo materiale per il rivestimento della copertura di un monumento che oggi costituisce uno dei simboli distintivi dello skyline di Torino (figura 1). L'edificio, all'epoca la struttura in muratura più alta del mondo, richiedeva materiali dotati di proprietà eccezionali in termini di resistenza, solidità e capacità di protezione dagli agenti atmosferici. La decisione ricadde sulla pietra di Luserna, apprezzata per le sue caratteristiche tecniche idonee a soddisfare tali requisiti.

Negli ultimi anni l'impiego della pietra ha assunto connotati sempre più moderni e innovativi. Un esempio significativo è rappresentato dal nuovo Parlamento di Malta (figura 2). Questo progetto si distingue per l'utilizzo creativo della pietra e dei rivestimenti: i grandi blocchi sono impiegati come strumenti per modulare la luce naturale all'interno degli ambienti, contribuendo così a un controllo climatico ottimale e a una maggiore efficienza energetica. Firmato da Renzo Piano, il progetto rappresenta una perfetta combinazione tra la tradizione, legata alla scelta dei materiali, e l'innovazione tecnologica.



Figura 1 Cupola della Mole Antonelliana rivestita in lastre di Luserna



Figura 2 Parlamento di Malta Parete ventilata in blocchi di pietra²

Grazie alle caratteristiche di resistenza agli agenti atmosferici e di lunga durata, la pietra trova un ottimo impiego nelle pavimentazioni di strade e piazze. Oggi si sta riscoprendo il loro vero valore di bene ambientale e culturale, contrastando la tendenza diffusa negli anni passati, a realizzare sconsideratamente pavimentazioni in asfalto.

Le caratteristiche di solidità e indistruttibilità necessarie nei luoghi pubblici ha fatto sì che molti elementi di arredo urbano, quali dissuasori, panchine, fontane vengano realizzate in pietra naturale, questo inoltre consente di avere degli spazi pubblici integrati e in sintonia con le caratteristiche storiche di centri cittadini.

La riqualificazione urbana di molte aree soprattutto nei centri storici si prefigge di realizzare sempre più isole pedonali; pertanto, molti spazi con pavimentazione realizzate in asfalto vengono riqualificate utilizzando pietre naturali che valorizzano il contesto urbano storico e

² Tratta da <https://www.alamy.it/la-nuova-casa-del-parlamento-valletta-malta-image219831778.html>

monumentale restituendo tali spazi ai cittadini rigenerati ambientalmente e architettonicamente.

L'utilizzo delle pietre locali ha fortemente influenzato l'aspetto dell'ambiente urbano architettonico e monumentale dei luoghi geograficamente limitrofe ai giacimenti lapidei, un esempio è l'intervento di riqualificazione di Piazza Liberty a Milano (figura 3).

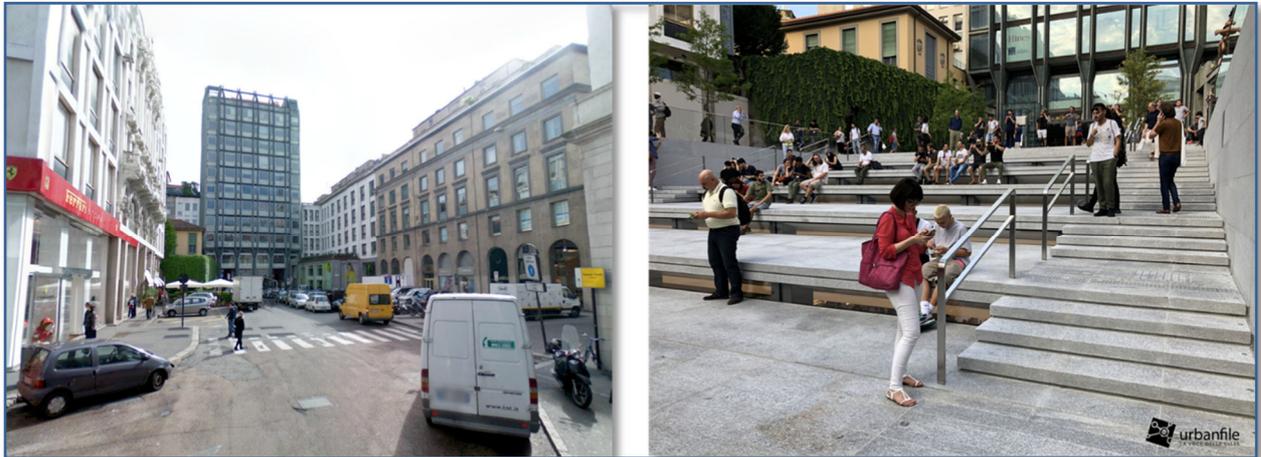


Figura 3 Riqualificazione Piazza Liberty Milano in beola grigia³

³ Tratta da <https://blog.urbanfile.org/tag/piazza-liberty/>

❖ Cenni sulla formazione e classificazione petrografica delle rocce

Si definisce roccia un'associazione naturale costituita da un aggregato mono o polimineralico che rappresenta il risultato tendenzialmente di equilibrio di un processo genetico che si ripete in modo regolare e/o che si sviluppa a grande scala.

Le rocce sono generalmente costituite da un numero limitato di specie minerali. In alcune è presente un solo minerale essenziale: i calcari, ad esempio, sono costituiti quasi interamente da calcite; in altre si trovano diversi minerali: i conglomerati, ad esempio, possono avere una composizione mineralogica molto complessa.

La determinazione della composizione mineralogica di una roccia è molto importante per la sua conoscenza e la sua classificazione

Dopo aver determinato al microscopio la composizione mineralogica di una roccia, condizione necessaria, ma non sufficiente, si procede all'osservazione della struttura. La struttura è caratteristica di ogni tipo di roccia. Ad esempio, rocce con eguale associazione mineralogica ed eguale composizione chimica possono avere strutture diverse: un caso molto semplice può essere rappresentato da un calcare di Viggiù e da un marmo di Carrara. Entrambe le rocce sono costituite da calcite per la quasi totalità e la loro composizione chimica è quasi esclusivamente rappresentata da carbonato di calcio. La loro struttura risulta tuttavia completamente diversa: nel calcare si nota la struttura oolitica (presenza di ooliti, corpuscoli sferici e subsferici; nel marmo si nota la struttura granoblastica in cui i cristalli di calcite sono disposti a mosaico)

La classificazione in base alla genesi:

- rocce magmatiche o ignee;
- rocce sedimentarie;
- rocce metamorfiche.

Le rocce magmatiche o ignee sono rocce formatesi in seguito alla cristallizzazione di un magma, dove il magma è una massa a temperatura elevata formata da un miscuglio di liquido, gas, cristalli. Le rocce magmatiche possono classificarsi a loro volta in: rocce plutoniche e rocce vulcaniche.

Le rocce magmatiche plutoniche o intrusive sono rocce formatesi all'interno della crosta terrestre e possono trovarsi in superficie per cause tettoniche e geomorfologiche;

Le rocce magmatiche vulcaniche o effusive sono rocce formatesi sulla superficie terrestre; il magma è portato in superficie attraverso il fenomeno del vulcanismo (fuoriuscita di lava).

La classificazione di Streckeisen, basata sulla composizione mineralogica e sulla struttura delle rocce, permette di identificare alcune rocce magmatiche particolarmente rilevanti in edilizia. Le rocce intrusive, che si formano all'interno della crosta terrestre, includono granito, gabbro, sienite e diorite. Le rocce effusive, che solidificano in superficie, comprendono porfido, basalto e riolite.

Le rocce sedimentarie sono rocce costituite da materiali (detti sedimenti) provenienti dalla disgregazione, attraverso processi di varia natura, di rocce preesistenti. La loro formazione avviene in quattro fasi, chiamate "ciclo sedimentario":

I fase: alterazione delle rocce preesistenti sulla superficie terrestre con formazione di detriti solidi e di sostanze in soluzione.

II fase: trasporto del materiale detritico e di quello in soluzione ad opera dei fiumi, dei venti, dei ghiacciai, ecc.

III fase: deposizione (sedimentazione) del materiale in ambienti diversi (continentale, marino, ecc.). La sedimentazione avviene per strati successivi.

IV fase: formazione della roccia (litificazione dei sedimenti) dovuta alla pressione esercitata da altri sedimenti che si accumulano via via sopra di essi. I processi nel loro insieme prendono il nome di diagenesi (processi diagenetici).

Si distinguono due gruppi: le rocce detritiche e le rocce di precipitazione chimica e biochimica. La differenza è basata sui diversi modi di trasporto e di sedimentazione dei materiali. Le rocce detritiche o clastiche derivano dal materiale trasportato in forma solida; le rocce di precipitazione chimica e biochimica derivano dal materiale trasportato in soluzione.

Le rocce detritiche o clastiche si suddividono in quattro gruppi: *conglomerati* (ghiaia e breccia), *arenarie* (sabbia), *argille* (laterizi), *tufi*. (peperino, pozzolana per la realizzazione di malte idrauliche)

Le rocce di sedimentazione chimica e biochimica si suddividono in tre gruppi: *calcari* (travertino), *dolomie*, *marne* (in molti casi esse sono utilizzate nell'industria del cemento Portland, non utilizzabili come pietra da costruzione in quanto sono sottilmente stratificate e spesso per la loro struttura è scagliosa), *evaporiti* (gesso usato come legante nelle malte e l'anidrite).

Le rocce metamorfiche sono rocce che hanno subito modificazioni nella composizione mineralogica o nella struttura e nella tessitura in seguito a mutamenti di temperatura e pressione (metamorfismo). Il metamorfismo avviene sempre in profondità nella crosta terrestre; le rocce possono venire in superficie in seguito a fenomeni orogenetici e geomorfologia. Tutte le rocce (magmatiche, sedimentarie, metamorfiche) possono essere soggette al metamorfismo.

I processi metamorfici possono essere considerati come una serie di interazioni, allo stato solido, fra i diversi minerali che compongono la roccia originaria. Le reazioni, rese possibili dalla presenza di piccole quantità di fluidi intercristallini, non portano a cambiamenti nella composizione chimica elementare, si avranno quindi gli stessi elementi chimici già presenti nella roccia originaria.

I tipi di metamorfismo: metamorfismo regionale (su grandi estensioni), di contatto (localizzato presso corpi magmatici intrusivi), dinamico (localizzato presso fratture o faglie). I fattori che influenzano il metamorfismo sono i seguenti.

Gradiente geotermico: aumento di temperatura (gradiente) con la profondità (circa 3°C ogni cento metri); non è uniforme, ma varia a seconda della stabilità delle aree della crosta terrestre (scudi continentali, aree stabili = gradiente basso; catene montuose, aree instabili = gradiente alto).

Pressione di carico: è la pressione prodotta dalle rocce e dai sedimenti che sovrastano una determinata zona della crosta; essa dipende dalla profondità e dalla densità delle rocce soprastanti. L'aumento è di circa 30 atmosfere per chilometro. La pressione di carico si sviluppa uniformemente in tutte le direzioni (pressione idrostatica).

Pressione orientata: è causata dalle spinte e dalle deformazioni orogenetiche; essa non è uniforme e produce strutture e tessiture diverse da quelle prodotte dall'aumento di temperatura. È sempre presente nel metamorfismo regionale ed è assente in quello di contatto.

Pressione della fase fluida: la fase fluida, presente negli interstizi, esercita una pressione generalmente eguale alla pressione di carico che interessa la fase solida.

Le principali rocce metamorfiche sono: gli argilloscisti, le filladi, i micascisti, la quarzite, i marmi, i serpentini, gli gneiss le granuliti, ecc.

❖ [Classificazione commerciale dei materiali lapidei ai sensi delle UNI EN 12670 e UNI EN 12440](#)

È una caratteristica del settore delle pietre ornamentali l'assenza di una terminologia univoca e di una classificazione tecnica universale dei litotipi impiegati; si ricorre infatti ad una terminologia commerciale, che raramente coincide con quella scientifica, dalla quale ha però mutuato alcuni termini. Il risultato è che i materiali e molte delle loro caratteristiche non sono identificati univocamente, rischiando così di generare confusioni ed inconvenienti. Non è così infrequente, infatti, trovare sotto lo stesso nome commerciale pietre tra loro differenti o, pur se consimili, con differente provenienza, così come talvolta denominazioni commerciali assolutamente dissimili sono riferite allo stesso litotipo.

Le norme europee chiariscono le condizioni di base relative alle pietre naturali al fine di unificare e identificare univocamente i materiali lapidei da costruzione commercializzati. La *UNI EN 12407:2019* (Metodi di prova per pietre naturali - Esame petrografico), fornisce le indicazioni per l'esecuzione degli esami necessari per l'attribuzione del nome petrografico. La *UNI EN 12670:2019* (Pietre naturali - Terminologia) stabilisce le basi terminologiche per le definizioni geologiche e petrologiche della Pietra Naturale e la sua classificazione. Incorpora anche la maggior parte della terminologia commerciale.

Infine, la *UNI EN 12440:2017* (Pietre naturali - Criteri per la denominazione) specifica i criteri di designazione. In particolare, l'obiettivo di questa norma è unificare i criteri di designazione

delle varietà di pietra naturale, mantenendo i nomi tradizionali e introducendo termini legati alla sua natura petrolifera, colore tipico e luogo di origine. Elenca le pietre estratte in Europa. La classificazione commerciale, descritta nella norma *UNI 8458:1983* (sostituita dalla *EN 12670:2003*) suddivide le rocce naturali in differenti categorie in base alle caratteristiche geologiche e petrografiche utilizzando particolari e specifiche terminologie secondo la seguente schematizzazione⁴:

Marmo: Pietra naturale commercialmente compatta e lucidabile, utilizzata nella decorazione e nell'edilizia, costituita principalmente da minerali con durezza compresa tra 3 e 4 della scala Mohs (come calcite, dolomite o serpentino), ad esempio marmi secondo la definizione scientifica e marmi cipollino, nonché le seguenti pietre naturali, purché in grado di assumere una lucidatura a specchio: marmi calcarei, calcari, dolomiti, brecce calcaree, travertini e serpentiniti (vedi scala di Mohs)

Granito: Pietra naturale commercialmente compatta e lucidabile, utilizzata nella decorazione e nell'edilizia, costituita principalmente da minerali con durezza compresa tra 5 e 7 della scala Mohs, come quarzo e feldspato, es. granito secondo la definizione scientifica, altre rocce plutoniche, rocce vulcaniche con struttura porfirica, rocce metamorfiche con composizione mineralogica simile a granitoidi come gneiss, graniti neri e calcari in alcune regioni d'Europa

Travertino: roccia calcarea sedimentaria di deposito chimico con caratteristica struttura vacuolare, da decorazione e costruzione, lucidabile o non lucidabile in base alla varietà. In questo caso la definizione commerciale coincide con quella petrografica.

Pietra: tutte le rocce non lucidabili indipendentemente dalla loro origine, durezza e composizione mineralogica. Vi rientrano materiali molto diversi: rocce sedimentarie come l'arenaria o alcune calcareniti (calcere cavernoso o pietra da torre), rocce piroclastiche (tufi di varia natura), magmatiche effusive (basalto e trachite) o infine le pietre da spacco naturale come l'ardesia e la quarzite.

Cenni sui metodi di estrazione

Le pietre utilizzate come materiale da costruzione vengono estratte dalle cave in forma di locchi, mentre quelle impiegate come aggregati per conglomerati, malte o massicciate provengono da corsi d'acqua, dalla frantumazione dei blocchi stessi o dal recupero del materiale detritico delle cave.

I metodi di estrazione delle cave variano in base alle condizioni geologiche, minerarie e morfologiche locali, nonché al tipo di roccia da lavorare. Le principali tecniche estrattive comprendono l'uso del filo diamantato, la perforazione con o senza esplosivi, il water jet, il taglio termico e l'impiego di tagliatrici a catena.

⁴ UNI EN 12760:2019- Pietre naturali- Terminologia / BS EN 12760:2019 – Natural stones Terminology;

1.2 End and Waste, aggregati recuperati. Sostenibilità delle attività estrattive. Cenni alla normativa di riferimento regionale

Qualsiasi attività estrattiva porta ad una trasformazione del territorio in modo significativo, è necessario pertanto prevedere nella pianificazione delle attività estrattive attraverso i Piani Regionale delle Attività Estrattive, *PRAE*, il recupero dei siti cercando di attenuare il più possibile l'impatto ambientale al fine della sostenibilità e del recupero del paesaggio naturale.

È noto come l'attività estrattiva di cava abbia in termini ambientali, un impatto estremamente elevato, a volte devastante, soprattutto in contesti ambientali dall'alto valore paesaggistico; pertanto, il primo obiettivo è quello di ridurre il prelievo di cava ed incrementare il recupero e il riciclo dei materiali

La regolamentazione di un settore dotato di tali forti impatti territoriali e di così considerevoli interessi economici è affidata, a livello nazionale, a un Regio Decreto del 1927 n.º 1443, un approccio ormai del tutto superato in un contesto nel quale le ricadute territoriali delle attività estrattive non vengono minimamente considerate. Nel 1977, tali competenze sono state trasferite alle Regioni; nonostante tutto, alcune regioni continuano a presentare evidenti criticità, sia per quanto riguarda il livello del quadro normativo, sia in merito alla distanza tra pianificazione e realtà, con processi di concessioni non proprio trasparenti. Il quadro si presenta più avanzato nel nord e soprattutto nel centro-nord, ove il sistema normativo è perlopiù arrivato a un grado di completezza, i Piani Cava vengono annualmente aggiornati e i segnali di inversione del trend si moltiplicano. A partire da una riduzione delle quantità di materiale estraibile e al rilascio di nuove concessioni, come testimoniato dal caso Liguria. Ancora più promettenti i segnali provenienti dal Veneto e dal Piemonte. In quest'ultimo caso, dall'elaborazione di un Piano cave si è passati a un Piano Regionale delle Attività Estrattive anche grazie alla legge regionale n. 23 del 2016.

Oltre al recupero dei territori interessati dalle cave il primo obiettivo è quello di ridurre il prelievo, incrementando il quantitativo di materiali recuperati e riciclati

❖ Da rifiuto a risorsa

La gestione dei rifiuti è un elemento chiave dell'edilizia circolare perché permette di chiudere il cerchio e, recuperando, riciclando, riutilizzando quei materiali di scarto del processo edilizio dovuti alle fasi di costruzione e demolizione (C&D), li reimmette nel circuito, evitando così di estrarre nuove risorse vergini.

Rispetto agli altri grandi Paesi europei la produzione in Italia di aggregati riciclati e artificiali utilizzabili al posto di materiali da cava è molto ridotta⁵. Dunque, per costruire la transizione verso l'**economia circolare** il primo dato a cui guardare è quello dei rifiuti da costruzione e demolizione, per capire come recuperarli e trasformarli in aggregati da riutilizzare. Questa direzione è spinta dalla *Direttiva Europea 2008/98/CE* che prevedeva che il recupero di materiali da costruzione e demolizione dovesse raggiungere quota 70% entro il 2020. Tale Direttiva in particolare, l'articolo 11, paragrafo 1, che prevede, tra l'altro, che gli Stati membri adottano misure intese a promuovere la demolizione selettiva onde consentire la rimozione e il trattamento sicuro delle sostanze pericolose e facilitare il riutilizzo e il riciclaggio di alta qualità tramite la rimozione selettiva dei materiali;

Il secondo obiettivo è rendere economicamente vantaggioso l'utilizzo di materiali provenienti da recupero e riciclo a fronte di quelli provenienti da cava. Per spingere questa prospettiva occorre aumentare i canoni sulle attività estrattive e sul conferimento in discarica, in modo da spingere le imprese a trovare vantaggio economico dal recupero e riciclo di materiali.

Il terzo obiettivo è facilitare il recupero, riciclo e riutilizzo in edilizia di rifiuti provenienti da tutti i settori e garantire sbocchi di mercato a questi materiali. La strada è tracciata, anche qui, da norme europee che individuano il percorso per trasformare rifiuti in materie prime seconde, come definite dalla direttiva 2008/98/CE

L'End of Waste, ovvero la cessazione della qualifica di rifiuto, si riferisce ad un procedimento per il quale un rifiuto, sottoposto ad un processo di recupero, perde tale qualifica per acquisire quella di prodotto. La nozione di End of Waste nasce in ambito comunitario con la direttiva 2008/98/CE del 19 novembre 2008, direttiva quadro in materia di rifiuti.

In Italia i criteri del End and Waste sono stati recepiti con Il D.L. n. 77/2021, convertito con L. n. 108/2021, che ha modificato l'art 184-ter del D.lgs. 152/2006 dal *DM 278 del 15 luglio 2022 (in vigore dopo 180 gg dalla pubblicazione)*, dal DM 27 settembre 2022, n. 152, che stabiliva, nello specifico, le condizioni alle quali gli scarti inerti dell'edilizia (rifiuti da demolizione e costruzione) cessano di essere un rifiuto, quest'ultimo decreto è stato abrogato dal decreto 28 giugno 2024, n. 127 entrato in vigore il 26 settembre del 2024. *"Regolamento recante disciplina della cessazione della qualifica di rifiuto dei rifiuti inerti da costruzione e demolizione, altri rifiuti inerti di origine minerale"*.

Un rifiuto cessa di essere tale (End of Waste) quando è stato sottoposto a un'operazione di recupero, incluso il riciclaggio e la preparazione per il riutilizzo, e soddisfa criteri specifici.

IL regolamento n° 127 prevede la revisione dei criteri per la cessazione della qualifica dei rifiuti e l'ampliamento delle possibilità di utilizzo dei materiali riciclati.

⁵ Rapporto cave 2021 Legambiente "La transizione dell'economia circolare nel settore delle costruzioni"

Ai produttori sono richiesti precisi adempimenti:

- attribuire i codici dei rifiuti e valutarne le caratteristiche di pericolo;
- compilare il Formulario di Identificazione del Rifiuto (FIR);
- attestare il rispetto dei criteri per la cessazione della qualifica di rifiuto mediante una dichiarazione di conformità.
- dotarsi di un sistema di gestione che garantisca il rispetto dei criteri stabiliti, comprendente controllo di qualità e automonitoraggio.

Le opere edili producono un'ingente quantità di scarti di lavorazione. I cosiddetti rifiuti inerti, derivanti dalle attività di demolizione e ricostruzione di manufatti sottoposti a demolizione selettiva, nonché dalle attività di scavo, se rispettati determinati criteri, possono essere riutilizzati.

Come tutti i regolamenti di End of Waste, il Decreto Inerti n° 127 è una norma di fondamentale importanza per la gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione, perché disciplina e promuove il riciclo e l'uso sostenibile degli aggregati recuperati.

L'aggregato recuperato può essere utilizzato in diversi ambiti previsti dal regolamento e deve rispettare le norme tecniche specificate e rispettare i requisiti alla conformità alle norme armonizzate europee/prestazioni. Per tutti gli utilizzi si applica la Marcatura CE.

Il provvedimento si occupa della cessazione della qualifica di rifiuto del materiale che rientra nel suo campo di applicazione, affinché questo possa essere riciclato, avere una seconda vita e possa essere reimmesso agevolmente sul mercato come prodotti competitivi rispetto alle materie prime vergini.

Secondo i dati dell'ISPRA⁶, nel 2022 l'Italia ha prodotto 60 milioni di tonnellate di rifiuti da costruzione e demolizione, con un tasso di riciclo del 79,8%, superiore all'obiettivo UE del 70%. Questo trend positivo potrà essere ulteriormente rafforzato grazie alle nuove normative.

Il Decreto "End of Waste" n° 127 del 2024 rappresenta, dunque, non solo un obbligo normativo, ma anche un'enorme opportunità per le imprese, in quanto si ha una riduzione dei costi di approvvigionamento di materie prime, contribuendo a ridurre la pressione sulle risorse naturali, come le cave, la possibilità di utilizzo dei materiali recuperati nei settori delle infrastrutture e delle costruzioni sostenibili ed inoltre è di supporto alla sostenibilità: con l'introduzione dei nuovi Criteri Ambientali Minimi strade, l'uso di aggregati riciclati sarà incentivato, contribuendo a ridurre l'uso di materiali naturali e promuovendo un'edilizia più sostenibile e dell'economia circolare.

⁶<https://gruppoecosafety.it/end-of-waste-2024/>

Un passo in avanti per l'utilizzo di questi materiali provenienti dal recupero è la marcatura CE, prevista anche per gli aggregati riciclati, perché le norme comunitarie sui materiali da costruzione secondo la direttiva europea 89/106/CE, abrogata dal regolamento **CPR 305/2011**, anche esso abrogato (parzialmente) dal **Regolamento (UE) 3110/2024** sui prodotti da costruzione prevedono che i materiali da utilizzare nelle costruzioni non siano più distinti in base alla loro provenienza (naturale, artificiale o da riciclaggio) ma secondo le loro **prestazioni tecniche**.

Occorre garantire che i materiali riciclati si possano candidare ai cantieri delle opere pubbliche, e fare in modo che sia in vigore esclusivamente un vincolo prestazionale nella scelta dei materiali e che si introducano percentuali minime di utilizzo crescenti al fine di incrementarne sempre più l'utilizzo a favore dei materiali naturali proveniente dalle attività di estrattive.

Il nostro Paese ha intrapreso questa strada con l'approvazione dei Criteri ambientali minimi (CAM). L'approvazione dei criteri è stata importante perché ha permesso di introdurre definizioni e specifiche tecniche, percentuali minime di materiali provenienti da recupero e riciclo.

Oggi non esistono più motivi tecnici, prestazionali o economici che possano essere utilizzati come scuse per non utilizzare materiali provenienti dal riciclo nelle costruzioni, infatti vi sono molti esempi sparsi in Italia di applicazione delle buone pratiche per il riutilizzo dei materiali da costruzione provenienti da demolizione selettive, in particolare nella città di Torino, *Il Palaghiaccio di Torino*, costruito nell'ambito delle realizzazioni per i Giochi Olimpici invernali per Torino 2006, rappresenta un interessante esempio di applicazione di materiali riciclati. In particolare, l'aggregato riciclato è stato utilizzato per la realizzazione di tutto il sottofondo sia interno che esterno alla struttura. L'opera ha visto l'impiego di 20.000 metri cubi di aggregati riciclati. Un esempio di recupero e riutilizzo di materiale derivato dalla demolizione di strutture esistenti è quello dello Stadio della Juventus. La sua costruzione ha infatti visto il recupero dei materiali dismessi del vecchio Stadio "Delle Alpi" che sono stati poi reimpiegati nel nuovo cantiere. che ha portato anche un notevole risparmio economico stimato in circa 2 milioni di euro.

❖ **Sostenibilità attività estrattive attraverso la pianificazione. Normativa della Regione Piemonte**

In Piemonte, la legge regionale L.R. 23/2016 regola l'attività estrattiva, prevedendo la pianificazione, il suo esercizio, la valorizzazione e la tutela delle risorse minerarie, nel rispetto della tutela ambientale e del paesaggio. La legge mira a coniugare le attività estrattive con le politiche di sviluppo sostenibile, contenimento del consumo di suolo e riqualificazione

ambientale. La pianificazione è realizzata attraverso il Piano regionale delle attività estrattive (PRAE).

Il PRAE è suddiviso nei tre comparti estrattivi seguenti, tenuto conto delle loro caratteristiche ed esigenze (figura 4):

- a) aggregati per le costruzioni e le infrastrutture;
- b) pietre ornamentali;
- c) materiali industriali.



Figura 4 Ripartizione dei principali materiali di estrazione per comparto

La Regione Piemonte ha adottato il PRAE con delibera della Giunta Regionale **D.G.R. n.° 20-525 del 16 dicembre 2024**, che costituisce il quadro di riferimento unitario delle attività estrattive di cava ai sensi della legge regionale n. 23/2016 ed è volto a perseguire il corretto equilibrio tra i valori territoriali, l'attività estrattiva e il mercato di riferimento.

La modifica della L.R. 23/2016, avvenuta con l'inserimento dell'art. 4.bis da parte della L.R. 6 del 14 marzo 2024, ha introdotto la possibilità di adottare il PRAE per stralci successivi, al fine di consentire gli approfondimenti e le specifiche valutazioni riferite a singoli comparti, può adottare il PRAE per stralci successivi relativi a specifici comparti, pertanto, sono stati adottati i piani dei seguenti comparti:

- comparto I: aggregati per le costruzioni e le infrastrutture;
- comparto III: materiali industriali.

Tale modifica normativa ha consentito di stralciare dall'adozione del PRAE il comparto II, relativo alle pietre ornamentali.

Le finalità della LR 23/2016 sono elencate nell' art. 2 e sono:

"1. La Regione pianifica le attività estrattive e ne regola l'esercizio, nonché valorizza e tutela le risorse minerarie nel rispetto delle disposizioni in materia di tutela ambientale e del paesaggio, in coerenza con le strategie di sviluppo sostenibile del territorio, di tutela ambientale e paesaggistica e di contenimento del consumo di suolo.

2. La Regione persegue, altresì, le seguenti finalità:

a) orientare le attività estrattive verso un migliore equilibrio nella produzione industriale e l'ottimizzazione degli interventi ai fini del recupero e della riqualificazione ambientale e della valorizzazione di siti degradati e dismessi;

*b) ridurre la compromissione di suolo, al fine di limitarne il consumo, attraverso **il riciclo di sfridi e materiali di risulta compatibili provenienti da cava, l'utilizzo degli aggregati inerti da recupero provenienti da attività di costruzione e demolizione e l'incentivazione dell'uso di materiali alternativi ai prodotti di cava;***

c) promuovere la salvaguardia e la valorizzazione dei minerali solidi di cava e di miniera e delle attività a queste correlate, anche nella prospettiva della valorizzazione del patrimonio minerario dismesso sotto il profilo culturale e ambientale loro caratteristico;

d) migliorare la sicurezza nelle attività degli addetti ai lavori, promuovendo efficaci azioni di prevenzione.

*3. Per le finalità di cui al comma 2, lettera b), **la Regione promuove all'interno del piano di gestione dei rifiuti di cui all' articolo 199 del d.lgs. 152/2006 l'utilizzo degli aggregati inerti da recupero provenienti da attività di costruzione e demolizione.**"*

Nell'articolo 4 comma 2 elenca quali obiettivi persegue il PRAE:

a) definire le linee per un corretto equilibrio fra i valori territoriali, quali il territorio, l'ambiente e il paesaggio, l'attività estrattiva e il mercato di riferimento;

b) tutelare e salvaguardare i giacimenti in corso di coltivazione, quelli riconosciuti e le relative risorse, considerando i giacimenti minerari e l'attività estrattiva come risorse primarie per lo sviluppo socio-economico del territorio;

c) valorizzare i materiali coltivati attraverso il loro utilizzo integrale e adeguato alle loro specifiche caratteristiche;

d) uniformare l'esercizio dell'attività estrattiva sull'intero territorio regionale;

e) orientare le attività estrattive verso un migliore equilibrio nella produzione industriale e l'ottimizzazione degli interventi ai fini del recupero e della riqualificazione ambientale e della valorizzazione di siti degradati e dismessi;

f) promuovere, tutelare e qualificare il lavoro e le imprese;

g) favorire il recupero di aggregati inerti provenienti da attività di costruzione e demolizione, nonché l'utilizzo di materiali inerti da riciclo;

h) assicurare il monitoraggio delle attività estrattive;

i) favorire sinergie ambientali ed economiche derivanti da interventi di sistemazione e manutenzione delle aste fluviali e dei bacini idroelettrici;

j) fornire indicazioni per l'approvvigionamento dei materiali necessari alla realizzazione delle opere pubbliche. '

Tra Indirizzi programmatici del PRAE per la pianificazione delle attività estrattive in Piemonte vi sono:

- **Ottimizzazione/Razionalizzazione.** Questo principio fa riferimento alla necessità di favorire un corretto uso delle risorse litoidi, incentivando l'uso di tutte le frazioni del materiale estratto individuandone ed incentivandone i potenziali impieghi. Il modello dell'economia circolare costituisce un riferimento importante per l'ottimizzazione e la razionalizzazione dei processi produttivi delle attività estrattive e della loro pianificazione a livello regionale, soprattutto nella misura in cui consente di risparmiare materiale di cava non rinnovabile. Il **modello dell'economia circolare** è oggi riconosciuto a livello internazionale, e la Commissione Europea ne sancisce la piena applicabilità a livello delle attività estrattive di cava.
- **Integrazione/Messa a sistema.** Questo principio fa riferimento alla necessità di una maggiore e migliore integrazione tra le informazioni disponibili, così come tra le misure di policy. Nel primo caso, si tratta di una integrazione di tipo tecnico. Il modello di riferimento in questo caso è quello dei Sistemi informati vi integrati e della co-costruzione di conoscenza. Nel secondo caso, si tratta di una integrazione politica. Il modello di riferimento è quello della governance orizzontale, ossia l'implementazione di un processo decisionale cooperativo e partecipativo a livello di competenze differenti.
- **Salvaguardia/Valorizzazione.** Questo principio fa riferimento alla necessità di trovare un giusto equilibrio tra:
 - I. le esigenze di tutela delle risorse minerarie, degli elementi eco-sistemici, paesaggistici e territoriali rispetto a cui l'attività estrattiva genera delle pressioni;
 - II. le esigenze degli esercenti e del comparto estrattivo, nonché la domanda di materiali litoidi per l'edilizia e l'industria;
 - III. i vincoli legislativi, tecnici e territoriali esistenti.

Il modello di riferimento è quello della "sostenibilità", da declinare con modalità da concordare di volta in volta, prevedendo la difesa dell'esistente ma anche la possibilità di modifica a fronte di opportune modalità compensative.

- **Sicurezza.** Questo principio fa riferimento alla necessità di tutelare la sicurezza ambientale e la salute e la sicurezza dei lavoratori che operano nel comparto delle

cave, promuovendo comportamenti virtuosi anche basati su sistemi di gestione quali EMAS⁷, ISO⁸, CEN⁹, UNI-INAIL¹⁰ ecc.

Il PRAE permette agli operatori regionali di avere chiarezza sugli sviluppi futuri delle attività estrattive e di programmare gli investimenti in modo mirato. In sostanza, il PRAE funge da guida per la pianificazione delle attività di cava, definendo le linee per un equilibrio tra la tutela del territorio, le attività estrattive e il mercato, prefiggendosi come obiettivi quelli della Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile, dei Green Deal europeo e dell'Agenda 2030 dell'ONU.

L'attività estrattiva è un importante emettitore di CO₂, al fine del raggiungimento degli obiettivi sopra descritti, la valutazione del ciclo di vita (LCA), (la metodologia di analisi per la LCA è stabilita dalle norme ISO 14040 e ISO 14044) e la carbon footprint, all'interno del settore, stanno diventando sempre più diffusi e nelle Norme Tecniche di Attuazione del PRAE, sono previsti dei dispositivi normativi al fine del monitoraggio della produzione di CO₂, per la valutazione della sostenibilità ambientale, energetica. Un'analisi di tali parametri consente di attuare strategie aziendali per la riduzione delle emissioni introducendo anche tecniche e lavorazioni innovative, di efficientare i costi ed introdurre incentivi per le aziende virtuose.

Lo scenario di sviluppo dell'industria estrattiva è caratterizzato da maggiore regolamentazione dell'attività con politiche pubbliche di controllo per la difesa dell'ambiente, del paesaggio, la sostenibilità energetica e la sicurezza del lavoro. L'attività estrattiva ha degli effetti negativi sull'ambiente, sotto forma di modifiche del paesaggio e varie forme di inquinamento dovuto ad esempio alle polveri nell'aria, ad eventuali versamenti nella falda e nel suolo, inquinamento acustico nelle vicinanze dei siti di lavorazione, l'inquinamento dovuto alle attività logistiche e di trasporto ecc.

La politica pubblica può intervenire al fine di ridurre tali effetti negativi ma anche incentivando l'uso della pietra naturale locale per incrementare lo sviluppo economico dei luoghi interessati dall'estrazione. Gli strumenti normativi da parte della politica devono indirizzare le imprese ad assumere un comportamento socialmente e ambientalmente responsabile ed a fornire maggiore consapevolezza ai consumatori finali delle caratteristiche naturali della pietra e dei prodotti industriali derivati dall'estrazione di materie prime in cava, ad esempio introdurre nella normativa regionale paesaggistica e nei regolamenti edilizi l'obbligo di utilizzo delle pietre locali al fine del rispetto dei valori

⁷La registrazione EMAS (acronimo di Eco-Management and Audit Scheme) è un sistema volontario di gestione ambientale a cui possono aderire le organizzazioni, sia private che pubbliche, che intendono valutare e migliorare le proprie prestazioni ambientali e fornire al pubblico informazioni in merito ad esse

⁸The International Organization for Standardization.

⁹Comitato Europeo di Normazione

¹⁰Linee Guida Sistema di gestione della salute e sicurezza

d'identità territoriale , esempio tetti in losa, ma anche di sostenibilità ambientale, nelle ristrutturazioni edili e nei lavori pubblici.

Dalla mappa indicata (figura 5) vediamo la distribuzione geografica dei siti estrattivi suddivisa per comparti, da prendere in considerazione al fine di incentivare l'utilizzo dei materiali "locali", in un'ottica di sostenibilità e mitigazione degli effetti negativi dell'attività estrattiva.

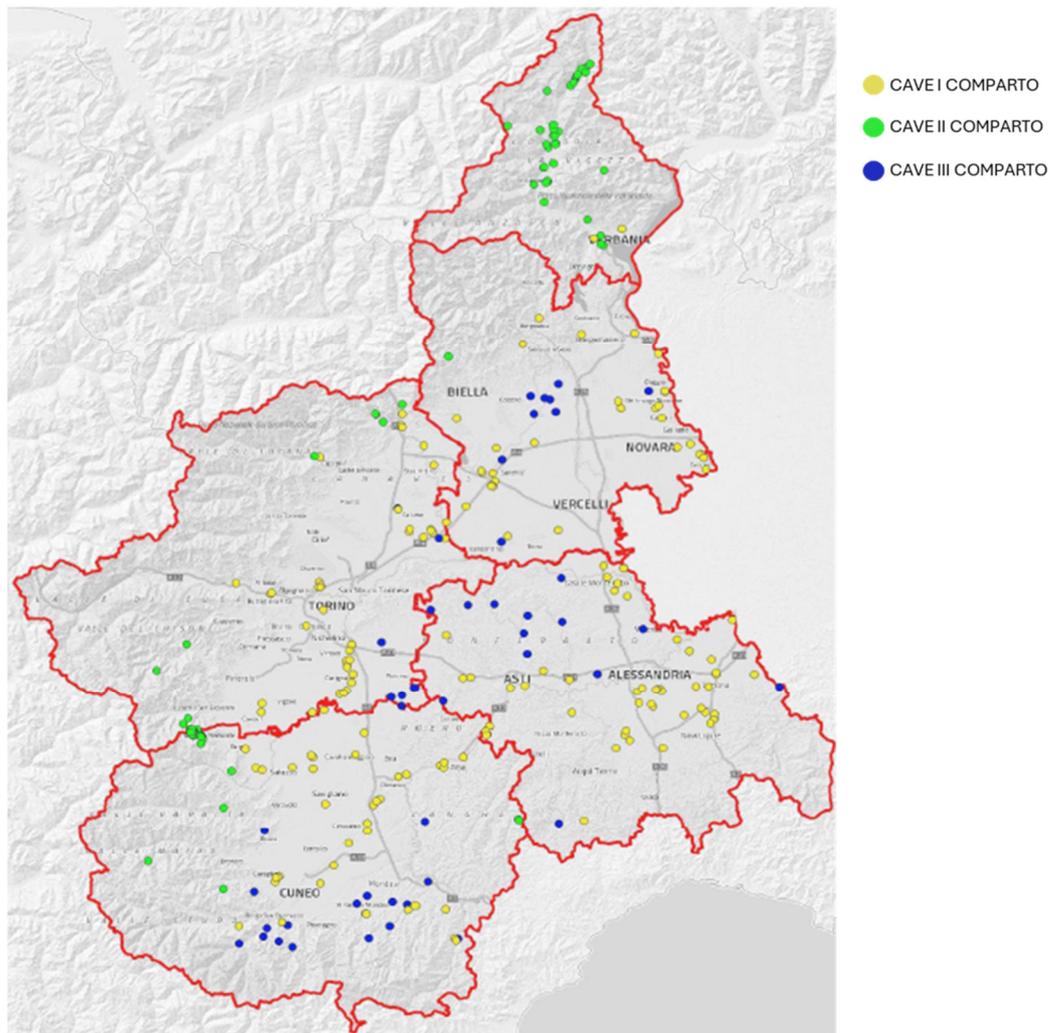


Figura 5 Distribuzione geografica dei siti estrattivi: Piemonte fino al 2018¹¹

Nelle NTA del PRAE è stato inserito l'Art. 10. *"Tutela e valorizzazione dei materiali ornamentali storici e criteri per il loro reperimento e la loro coltivazione"*.

¹¹Tratta da Pag. 185 della relazione PRAE Regione Piemonte

“I siti di reperimento di materiale ornamentale storico individuati nell’ambito del presente Piano e riportati nello specifico elaborato cartografico (figura 6) ad essi dedicato, costituiscono un quadro di riferimento conoscitivo per la redazione di eventuali atti di governo del territorio.

Tali siti rappresentano infatti una risorsa da tutelare sia per la loro valenza culturale, storica e territoriale, sia per soddisfare eventuali esigenze di reperimento di materiali indispensabili per il restauro sostitutivo, la manutenzione, il recupero edilizio e la conservazione di monumenti e di opere pubbliche nelle quali sono stati storicamente impiegati.”

Tale disposizione normativa ha lo scopo di tutelare e garantire il reperimento di materiali utilizzati, in considerazione dell’elevato significato storico-culturale.

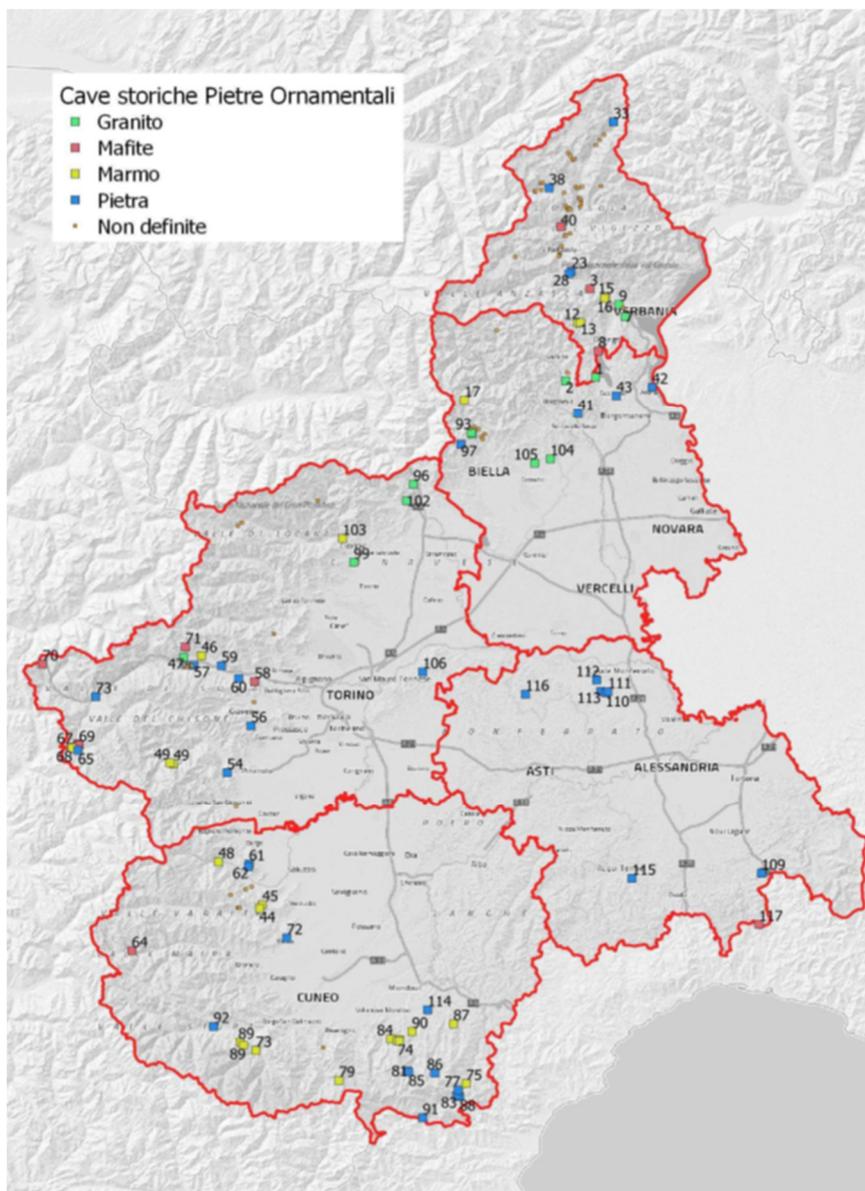


Figura 6 I siti di reperimento di materiale ornamentale storico¹²

❖ **Recupero degli scarti dell'industria lapidea, materia prima "seconda"**

La gestione dei rifiuti derivanti da attività estrattive è regolata dalla Direttiva CE 2006/21/CE, recepita in Italia col D.lgs. n° 117/2008. Questa normativa, a cui si riferisce il testo, ha stabilito le basi per la gestione di tali rifiuti in tutti gli Stati membri, prevedendo misure specifiche per

¹² Tratta da Pag. 216 della relazione PRAE Regione Piemonte

la loro produzione, il recupero e lo smaltimento. Il D.lgs. 117/2008 ha introdotto, tra le altre cose, la necessità di un *piano di gestione dei rifiuti di estrazione*, parte integrante del piano complessivo dell'attività estrattiva. Il piano di gestione dei rifiuti, mira a minimizzare la produzione di rifiuti di estrazione, trattarli, recuperarli e smaltirli in modo sostenibile. L'obiettivo è incentivare il settore dell'estrazione verso l'innovazione, aumentando il recupero del materiale di cava e promuovendo l'uso di materiale riciclato, soprattutto per gli inerti.

Oggi gli scarti dei lapidei sono quasi interamente recuperati. In effetti, non c'è dimensione o forma che non possa trovare la sua giusta utilizzazione: dalle scogliere artificiali posate a difesa delle coste contro la violenza delle mareggiate alle massicciate ferroviarie e stradali; dai riempimenti vari alla preparazione di granulati con le dimensioni diametrali dei costituenti adatte alle varie richieste; dalle polveri da usare in cosmetica o medicina a quelle da spandere nei campi al fine di ridurre l'acidità del terreno; e ancora recupero in edilizia dalla formazione di conglomerati quale materiale inerte alla realizzazione di pavimentazioni e di sottofondi vari. In sostanza, si è passati dal rifiuto nel vero senso del termine a tutto quanto è recuperabile.

Le "materie prime seconde" derivanti dalle lavorazioni del materiale lapide nelle cave e all'interno dei laboratori di trasformazione, sono le *risulte degli scavi minerari*, il *cocciame* e i *fanghi di segagione* che derivano dalle acque di lavorazione.

Il quantitativo e la qualità delle *risulte degli scavi minerari* sono molto variabili, in quanto dipende dalle caratteristiche del giacimento e dalla tecnica di estrazione. L'estrazione di blocchi di roccia ha una resa della cava molto bassa, pertanto, il riutilizzo di quelli che un tempo venivano considerati scarti oltre ad un valore ambientale ha un impatto sul valore economico/sociale dell'attività estrattiva; attraverso la trasformazione del rifiuto in risorsa.

Le risulte degli scavi vengono usate, in funzione alle pezzature e alle caratteristiche mineralogiche e meccaniche di resistenza per rilevati stradali, per le opere di regimazione idraulica dei corsi d'acqua, e trattati per la produzione di granulati per la preparazione di calcestruzzi, ecc sottoponendo gli scarti a comminazione con tecniche idonee¹³ ad incrementare le caratteristiche tecniche per il conferimento di alte resistenze ai calcestruzzi.

I *fanghi di segagione* per poter essere recuperati devono essere identificati con codice (Codice Europeo dei Rifiuti 010413, privo di sostanze pericolose altrimenti il loro smaltimento deve essere eseguito con metodologie e tecniche specifiche al fine di evitare la contaminazione dell'ambiente con sostanze pericolose). Negli ultimi anni si sono susseguite numerosi studi¹⁴, aventi come obbiettivo comune quello di trovare validi riutilizzi

¹³ <https://progettoqualita.com/2024/07/10/calcestruzzo-architettonico-dai-residui-di-cava-di-marmo/>

¹⁴ Tesi Riutilizzo dei fanghi di segagione nelle malte cementizie a resistenza controllata CLSM di Michela Airoidi 2017-2018 Politecnico di Torino

Tesi "Da rifiuto a risorsa: reimpiego di un rifiuto come materia prima secondaria per la produzione di un blocco di fango di segagione e cocciopesto alcali-attivato, utile alla realizzazione di chiusure verticali opache" di Martina Avenoso 2020-2021 Politecnico di Torino

al fango di segazione. La difficoltà più grande risulta tuttora il contenimento dei costi legati al trattamento, allo stoccaggio e al trasporto, che se eccessivi spingerebbero le aziende ad un più economico smaltimento in discarica.

I fanghi provenienti da lavorazioni di materiali lapidei, come marmi e graniti, devono essere separati in base alla loro natura (carbonatici o silicatici) per consentire il riutilizzo differenziato dei materiali ottenuti. È fondamentale evitare la contaminazione degli scarti con sostanze potenzialmente inquinanti durante le lavorazioni superficiali. Dopo addensamento e filtropressatura, si ottiene un materiale solido fine che può essere utilizzato in diversi modi, tra cui:

- produzione di elementi per l'edilizia, con particolare attenzione ai componenti cellulari (blocchi e pannelli) per l'isolamento termico e acustico.
- Smagranti per manufatti in laterizio.
- Filler per conglomerati bituminosi.
- Materiale di base per la produzione di pietre agglomerate.
- Materiale di base per la produzione di manufatti decorativi e di arredo.
- Fondente in impasti per grès colorato.
- Impermeabilizzante e coibentante in discariche.
- In agricoltura in forma di fertilizzante nei terreni a scopo agro-pastorale.

In conclusione, il riutilizzo del materiale di risulta delle cave di pietre ornamentali, è una operazione senz'altro conveniente i seguenti aspetti:

- valorizzazione integrale della risorsa
- riduzione del consumo del suolo
- tutela ambientale
- riduzione delle discariche

dando non solo vantaggio all'azienda in termini di costi complessivi, ma anche beneficio alla collettività con minori impatti dell'attività di cava in generale. L'obiettivo delle aziende è quello di riuscire ad avere la marcatura CE dei materiali così detti di sottoprodotto e del recupero di quello scarto, al fine della commercializzazione degli stessi e della trasformazione dei costi di smaltimento in risorsa economica (figura 7).

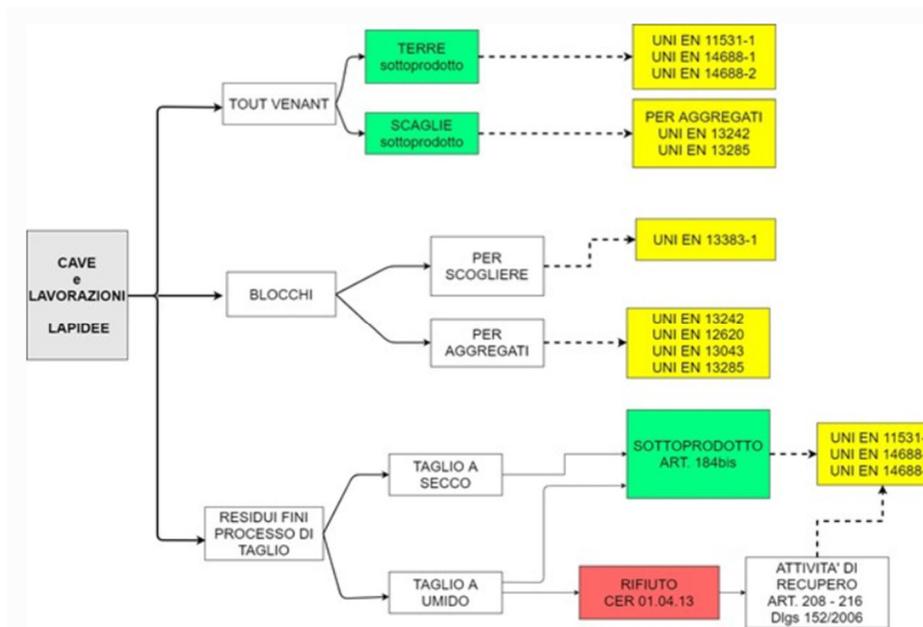


Figura 7 Schema dei possibili prodotti di trasformazione degli scarti lapidei e dei sottoprodotti¹⁵

Progetto LIFE-REGSII Trasformare gli scarti di cava di rocce granitoidi in nuove risorse.



Figura 8 Sito estrattivo del granito dell'area di Buddusò¹⁶

Il progetto europeo LIFE REGS II rientra nel percorso delineato dal Green Deal per un approvvigionamento più sicuro e sostenibile di minerali industriali e materie prime critiche, propone la realizzazione di un impianto pilota dimostrativo, in cui i rifiuti di lavorazione del

¹⁵ Tratta Da Progetto_Ambiente_Settore_Lapideo.pdf -webinar " Azioni per la promozione dell'economia circolare nel settore lapideo " Dott. Luca Marrucci.

¹⁶ <https://www.nb2studios.com/life-regs-ii/>

granito ornamentale prodotti nel polo estrattivo di Buddusò-Alà dei Sardi (figura 8) possano diventare risorse utili a soddisfare la richiesta di quarzo e feldspati dell'industria ceramica e vetraria italiana ed estera.

Considerando che l'estrazione del granito produce una medesima quantità di scarti di lavorazione, il progetto ha lo scopo principale di rendere l'estrazione del granito sostenibile sia in termini ambientali che economici, attraverso la trasformazione degli sfridi in materie prime secondarie. Contribuisce in questo modo al raggiungimento degli obiettivi comunitari di riduzione del consumo del suolo e del recupero delle risorse. anche considerando che la metà dei rifiuti prodotti nell'UE (1,6 trilioni di tonnellate/anno) sono prodotti dall'industria delle costruzioni e delle miniere.

Gli obiettivi del progetto sono:

- ✓ Riduzione del volume di scarti prodotti dall'attività di cava attraverso azioni pilota idonee a trasformare gli sfridi da rifiuto a prodotto, attuando modelli di circolarità nell'approvvigionamento delle georisorse lapidee con conseguente recupero del suolo degradato;
- ✓ Riduzione dell'uso del suolo e del trasporto per l'approvvigionamento dei feldspati, materiale di base per l'industria ceramica, attraverso la trasformazione dello sfrido di granito in materie prime seconde con identiche proprietà dei feldspati virgini.
- ✓ Ottimizzazione dei processi di riciclo delle risorse attraverso soluzioni innovative e sostenibili, basati sull'utilizzo di energie rinnovabili e senza consumo dell'acqua
- ✓ Ampia consapevolezza sulle soluzioni in Europa e replicabilità in svariati contesti

❖ **Recupero ambientale dei siti estrattivi**

Il recupero ambientale delle aree estrattive, come le cave, si ottiene al meglio con una pianificazione e attuazione parallela all'attività di cava. Questo approccio permette di minimizzare l'impatto sull'ambiente, assicurando la tutela del paesaggio, la stabilità geologica, la gestione delle polveri, del rumore e della risorsa idrica. Il ripristino dovrebbe puntare a ripristinare le condizioni originali, con la riattivazione di funzioni ed habitat simili a quelli precedenti, evitando cambiamenti morfologici marcati.

In Piemonte il recupero dei siti è requisito di legge previsto dall'art 30 della LR 23/2016 *"Il recupero ambientale dei siti estrattivi definito dalla vigente normativa è l'insieme delle azioni, da esplicarsi sia durante i lavori di coltivazione della cava sia alla conclusione degli stessi, aventi il fine di ricostruire, sull'area ove si è svolta l'attività estrattiva, un assetto finale dei luoghi ordinato e funzionale alla salvaguardia dell'ambiente naturale e alla conservazione delle possibilità di riuso del suolo."* Nel capitolo 11 paragrafo 8 della Relazione generale di piano *"Censimento delle aree estrattive non recuperate"* sono stati analizzati i siti abbandonati e si è proceduto ad una analisi delle condizioni di recupero ambientale.

A tal proposito, sono state identificate le cave che non presentavano carattere di operatività al 31/12/2018 e che risultavano quindi "inattive.

Dall'analisi è emerso che le cave inattive analizzate sono risultate tutte recuperate, ad eccezione di alcuni casi che sono stati segnalati all'Ufficio Competente (10 cave non recuperate di cui 5 per il primo comparto, 4 per il secondo ed 1 per il terzo; 8 parzialmente recuperate di cui 2 per il primo comparto, 3 per il secondo e 2 per il terzo; 2 cave sono attualmente in recupero di cui 1 per il secondo comparto ed una per il primo); Nella figura 9 sono riportate alcune cave, sia attive sia inattive, situate nella Regione Piemonte. La figura 10, invece, rappresenta le cave localizzate in uno specifico distretto regionale caratterizzato da una significativa presenza di attività estrattiva.

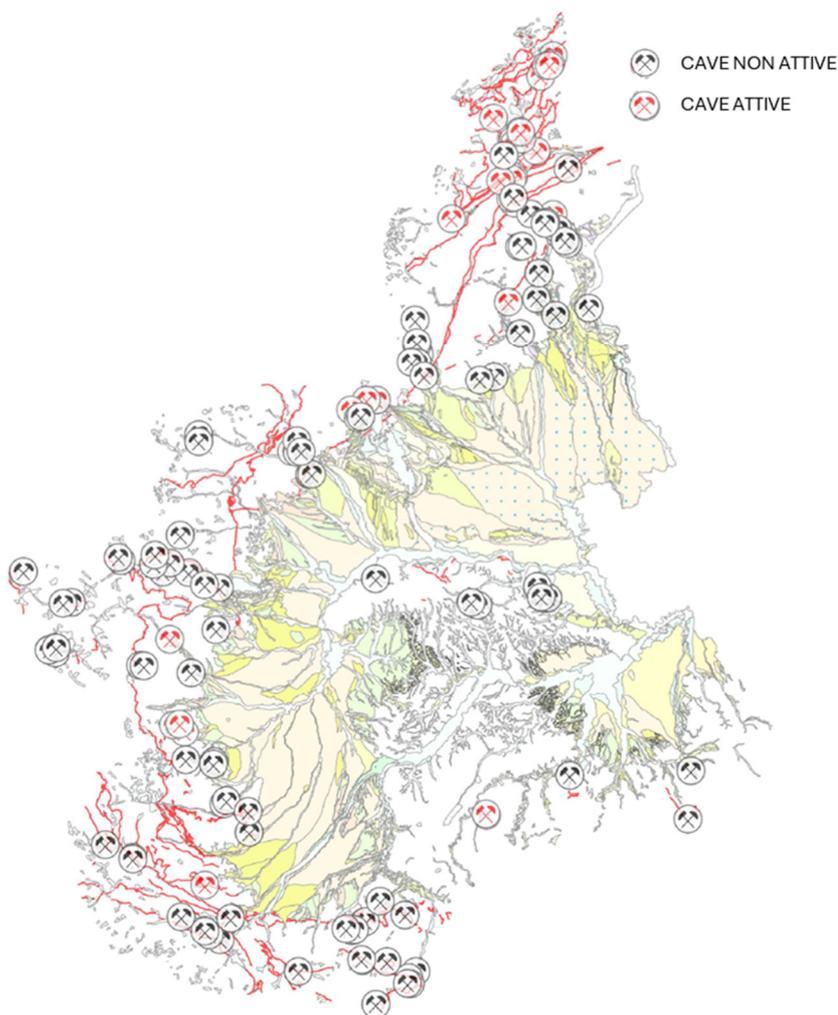


Figura 9 Alcune località d'attività estrattive¹⁷

¹⁷ Mappa elaborata con Qgis, metadati scaricati da CSI atlante ARPA PIEMONTE

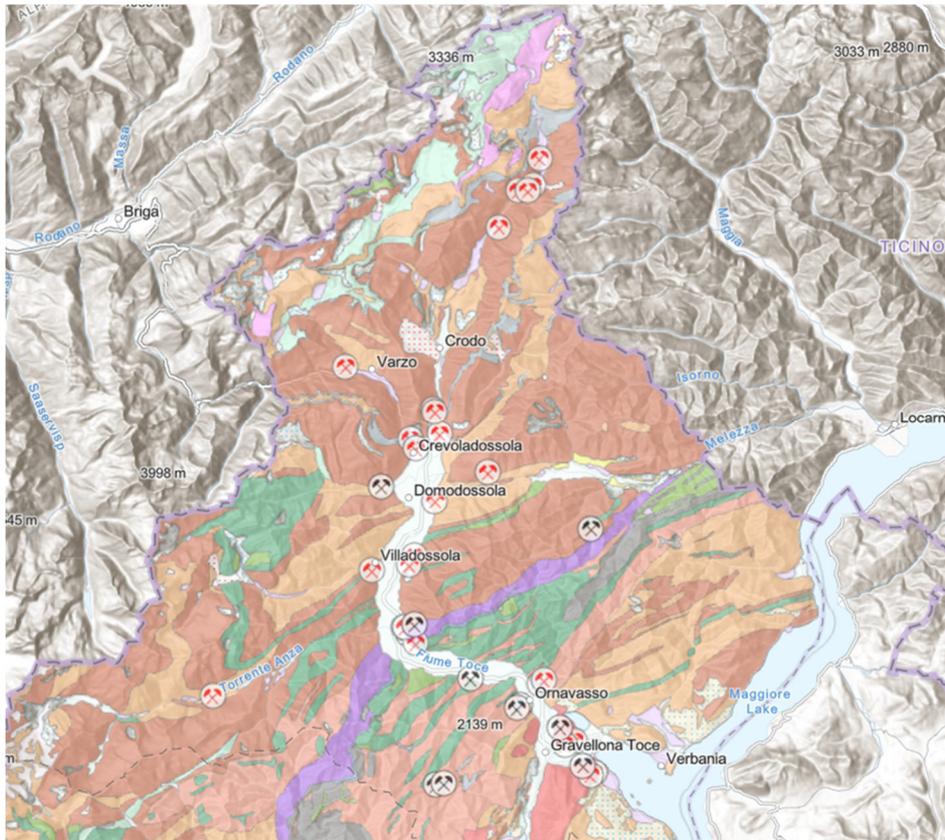


Figura 10 Estratto di località attività estrattive nel distretto del Verbanio Cusio Ossola-Valle Sesia¹⁸,

Il recupero dei siti oltre ad avere un'importanza ambientale paesaggistica di messa in sicurezza e per la biodiversità può essere un'opportunità di sviluppo turistico socioculturale ed economico per il territorio, rendendo sostenibile i costi dell'intervento.

Esempi di siti estrattivi recuperati in Piemonte e Basilicata

- cava di gesso di Murisengo (AL)

Il progetto di recupero della cava di gesso è stato prima di tutto un atto di restituzione al territorio del Monferrato di una sua parte, a lungo ignorata e nascosta ai suoi stessi abitanti. Il progetto ha messo in luce questi spazi facendoli dialogare un'altra volta con il paesaggio circostante e vi ha insediato nuovi usi (figura 11).

¹⁸ Mappa scaricata da <https://webgis.arpa.piemonte.it/agportal/apps/webappviewer/index.html?id=6eale38603d6469298333c2efbc76c72>



Figura 11 Recupero della cava di gesso di Murisengo (AL)¹⁹

– trasformazione dell'ex Cava Roncino in un Teatro permanente "TONES TEATRO NATURA"

La cava Roncino, situata nel borgo di Oira in Val d'Ossola, è un'ex cava di granito che è stata trasformata in un teatro a cielo aperto, Tones Teatro Natura. Questa

¹⁹ Immagini tratte dal Fascicolo Regione Piemonte "PARCO DELLA CAVA DI GESSO" Comune di Murisengo

riqualificazione ha visto l'abbandono della cava dismessa per più di dieci anni, che era diventata un luogo dimenticato, ed è stata trasformata in uno spazio polifunzionale a disposizione dei residenti della Val d'Ossola e di cittadini provenienti da ogni angolo d'Italia e del mondo. L'iniziativa ha richiesto un percorso impegnativo che ha portato alla costruzione di un teatro e di uno spazio polifunzionale, garantendo anche una riqualificazione ambientale per l'area che una volta era un'area produttiva diventa oggi un luogo di cultura e spettacolo: un recupero ambientale esemplare. È evidente, infatti, come il progetto valorizzi e coniughi tutti gli aspetti rilevanti dello sviluppo sostenibile da quello sociale a quelli economici ed ambientali (figura 12).



Figura 12 Dall'ex Cava Roncino a un Teatro permanente" TONES TEATRO NATURA²⁰

– Il Parco Scultura La Palomba a Matera

Il Parco Scultura "La Palomba" nasce in una cava di tufo esaurita, a Matera, che dà un'idea dell'artista Antonio Paradiso si è trasformata in una mostra di arte contemporanea all'aperto

Per la sua unicità, dopo qualche anno dalla sua fondazione, il Parco Scultura è rientrato tra i luoghi della manifestazione Matera Capitale della Cultura 2019 diventando, inoltre, una scenografia suggestiva per ospitare spettacoli teatrali e mostre temporanee di giovani artisti internazionali. Il Parco Scultura può essere considerato un vero e proprio progetto di rigenerazione di un sito dismesso (figura 13).

²⁰ Immagini dal sito <https://www.tonesteatronatura.com/tones-teatro-natura-ossola/>



Figura 13 Il Parco Scultura La Palomba a Matera²¹

1.3 L'utilizzo della pietra ornamentale in edilizia

❖ Lavorazione della materia prima per la produzione di prodotti per l'edilizia

Le lavorazioni applicabili a un materiale lapideo dipendono dal tipo di roccia e dal suo valore commerciale. Quest'ultimo, infatti, dipende non solo da qualità tecniche e di resistenza della roccia, ma anche da caratteristiche cromatiche ed estetiche e dalla disponibilità.

Un elemento determinante per stabilire il tipo di lavorazione cui sarà sottoposto il blocco di cava è l'utilizzo finale del materiale lapideo. Questo comprende applicazioni come pavimentazioni, rivestimenti, manufatti, arredamento urbano, elementi strutturali e arte statuaria, distinguendone l'impiego in ambienti interni o esterni, oltre alle diverse finiture superficiali (lucidato, bocciardato, fiammato ecc.) necessarie per conferirgli specifiche caratteristiche tecniche e commerciali, in linea con i requisiti previsti dalla normativa vigente. Dopo essere stato estratto e riquadrato per raggiungere dimensioni adatte al trasporto, il blocco di cava viene generalmente trasferito in laboratorio. Qui si procede con lavorazioni che trasformano il blocco grezzo in semilavorati, come lastre, e prodotti finiti quali masselli, cordoli, rivestimenti e altri manufatti come panchine o fontane. Al termine di questa fase, si passa alla finitura superficiale del materiale lapideo.

Anche le tecniche di finitura vengono applicate perché sottolineino le proprietà estetiche del materiale, valutando caratteristiche come la tessitura, il colore, la scabrezza, il disegno, la ruvidezza, ecc. In alcuni casi, i trattamenti superficiali non sono limitati alla mera scelta estetica, ma mirano a migliorare la resistenza alla corrosione del materiale o a ridurre la

²¹ Immagini tratte da Rapporto Cave 2021

capacità di assorbire l'umidità. Tali trattamenti possono essere classificati in diverse categorie riportati in tabella 1.

Tabella 1 Principali trattamenti per le pietre naturali

Trattamenti ottenibili mediante disgiunzione naturale ed artificiale della roccia	Trattamenti ottenibili mediante lavorazioni ad urto (meccaniche)	Trattamenti ottenibili mediante azione termica	Trattamenti ottenibili mediante azioni meccaniche da rasamento	Trattamenti ottenibili mediante l'utilizzo di prodotti chimici
Superficie a piano di cava Superficie a "spacco" Superficie a piano-sega da telaio Superficie a piano-sega da tagliablocchi Superficie a piano-sega da filo diamantato	Bocciardatura Spuntatura Rigatura Gradinatura Sabbatura Anticatura	Fiammatura	Calibratura; Levigatura; Lucidatura	Resinatura; Stuccatura Anticatura

Trattamenti ottenibili mediante disgiunzione naturale ed artificiale della roccia:

Superficie a piano di cava, superficie "a spacco", presentano molte similitudini e, per questo motivo, vengono spesso trattate insieme. Entrambe mantengono le caratteristiche grezze e naturali del materiale, che rimangono inalterate durante la posa in opera. L'operazione di spacco, pur causando la rottura del materiale, ne preserva l'aspetto naturale. Il materiale rivela la sua conformazione strutturale attraverso lo spacco, che può essere ottenuto tramite forza meccanica o grazie alla sua naturale facilità di fenditura. Esistono varie modalità naturali per dividere il materiale lapideo. Alcuni materiali, come la Pietra di Barge o il Porfido atesino, si presentano già lastrificati in cava. Altri, come l'Ardesia ligure o la Pietra del Cardoso, sono abbastanza compatti da formare blocchi mediante segagione con telaio o si possono sfaldare facilmente con un'azione di percussione. Infine, ci sono alcuni materiali particolarmente compatti, come le Beole o la Pietra di Luserna, che possono generare blocchi tramite segagione a telaio ma che possono anche essere ridotti a spessori millimetrici. *Con il termine superficie a piano di cava* si intende quella categoria di materiali già naturalmente lastrificati in cava, in cui la produzione di blocchi è impedita dalla stessa conformazione del materiale. *Con superficie a spacco*, invece, si fa riferimento ai materiali la cui superficie naturale è ottenuta attraverso il processo dello spacco, un'operazione più o meno semplice da eseguire, anche con strumenti vari. Nei materiali granitoidi e nelle quarziti queste superfici offrono una buona rugosità, resistenza all'usura e notevoli caratteristiche meccaniche complessive, rendendole ideali per pavimentazioni e altre applicazioni esterne. Per quanto riguarda le superfici a spacco, è necessario distinguere tra spacco manuale e spacco meccanico. La principale differenza risiede nell'uso di macchinari, ma il risultato finale è pressoché identico in entrambi i casi.

Superficie a piano-sega da telaio: questa superficie si ottiene tramite l'utilizzo di telai multilama. Il risultato finale varia in base all'abrasivo impiegato nel processo, che può essere costituito da diamante o graniglie. Per i graniti, vengono utilizzate graniglie

metalliche specifiche, mentre per i marmi si adoperano lame diamantate. Di conseguenza, la superficie finale può presentare un grado di regolarità diverso a seconda del materiale lavorato.

Superficie a piano-sega da tagliablocchi: si realizza mediante macchine tagliablocchi dotate di dischi diamantati e produce una superficie semi-levigata. Grazie all'elevata precisione dei dischi diamantati, le imperfezioni dovute a irregolarità o rigature sono minimizzate. Questo conferisce al prodotto finale, ad esempio marmo o travertino, un aspetto complessivamente regolare e una buona planarità. Le macchine tagliablocchi sono ampiamente impiegate in contesti dove è accettabile un certo grado di tolleranza rispetto agli spessori e alle dimensioni estremamente precise, come nelle zoccolature, pavimentazioni per esterni o elementi architettonici usati come rivestimenti.

Superficie a piano-sega da filo diamantato: si ottiene grazie all'operazione di segagione eseguita con macchine a filo diamantato. Questo procedimento, caratterizzato da altissima precisione, permette di creare superfici con irregolarità minime, ideali come base per ulteriori lavorazioni e trasformazioni del materiale. Anche questa tecnica è utilizzabile in applicazioni dove non sono richieste tolleranze particolarmente rigorose, come per elementi edilizi di copertura destinati a un uso pratico più che estetico.

Trattamenti ottenibili mediante lavorazioni ad urto (meccaniche):

Le lavorazioni meccaniche ad urto si realizzano attraverso l'impiego di utensili a percussione, tra cui bocciarde, scalpelli, martelline, penne, gradine, raschini e altri strumenti simili. A seconda della varietà di utensili utilizzabili, tali processi lavorativi assumono denominazioni differenti, tra cui si annoverano spuntatura, rigatura, bocciardatura, martellinatura, puntinatura, graffiatura, rullatura, scalpellatura e gradinatura.

Bocciardatura: questo tipo di lavorazione è uno dei più antichi, viene effettuata soprattutto per elementi esterni e conferisce alla superficie un particolare aspetto scolpito poiché essa risulta, al termine del processo, scabra ed in rilievo.

Questo tipo di lavorazione è adattabile a qualsiasi tipologia di pietra, anche se storicamente veniva maggiormente utilizzata per i marmi. La bocciardatura consente di lavorare sulla superficie anche per ridurre la scivolosità in quelle zone soggette a calpestio (gradini).

La bocciardatura si è evoluta nel tempo, alla percussione manuale è subentrata quella meccanica (martello a fitte punte piramidali).

La bocciardatura di tipo meccanico può essere suddivisa in due tipologie: manuale o automatica.

Nella bocciardatura meccanica-manuale si opera sulla superficie del materiale mediante strumenti di tipo pneumatico che coprono, mediante spostamento manuale di un addetto, tutta la superficie della pietra. Tale soluzione è adottabile maggiormente nei casi in cui l'elemento da lavorare abbia forma complessa e non presenti elevate dimensioni.

La bocciardatura meccanica-automatica si avvale di strumentazioni più complesse quali frese a ponte che sono dotate di uno o più martelli che, scorrendo lungo la superficie (definita in questo caso "ponte") colpiscono la superficie di lastre sottostanti.

Un limite di questo tipo di lavorazione è il fatto che i bordi non sono facilmente lavorabili poiché essa è una lavorazione meccanica per urto che sottopone quindi la parte in lavorazione ad elevate sollecitazioni di tipo meccanico che spesso causano la rottura in corrispondenza degli spigoli.

Spuntatura: è la lavorazione più antica effettuata manualmente da abili operatori per mezzo di punta e mazzuolo. Questa lavorazione consiste in una pressione effettuata mediante scalpelli a percussione manuale che determinano varie dimensioni del prodotto. Sulla superficie si creano delle zone di depressione e, in base al risultato finale che si vuole ottenere e dal grado di spuntatura, si sceglie tra spuntato fine, medio o grosso.

Nell'ambito della spuntatura si può fare un cenno anche alla martellinatura che rappresenta una delle operazioni di finitura che, storicamente, veniva applicata sui blocchi appena estratti in cava.

I materiali che risultano maggiormente idonei per questo tipo di lavorazione sono quelli che possiedono grana fine o medio fine.

Gradinatura: questa specifica lavorazione è una variante della rigatura. La differenza principale è il risultato estetico delle due lavorazioni; nella gradinatura vi è una superficie finale striata in maniera più fitta e irregolare rispetto alla rigatura.

Sabbiatura: consiste nel proiettare ad alta velocità e pressione, sul prodotto da lavorare, una miscela abrasiva di aria e sabbia. Una volta sabbiata la superficie assume un aspetto ruvido ma non tagliente e spesso risulta essere morbida e priva di grosse discontinuità. Tale lavorazione è molto invasiva, per la quantità di materiale abrasivo trasportato. Oggigiorno è utilizzata soprattutto per ripulire le superfici lapidee annerite e degradate nel corso degli anni dall'azione degli agenti atmosferici.

Trattamenti ottenibili mediante azione termica:

Fiammatura: è una superficie che si ottiene successivamente ad un trattamento con fiamma ad elevata temperatura e viene prodotta da strumenti appositi quali cannelli (singoli o multipli) che, mediante l'ossigeno usato come comburente e il propano e il traetene come combustibile, investono la superficie del materiale, la quale può raggiungere temperature pari a 2500C°.

La superficie, investita dalla fiamma, subisce elevati shock termici e, in conseguenza di ciò, vetrifica formando una scabrezza ed un rilievo caratteristici di questo trattamento.

Tale tipologia di lavorazione è specificatamente adatta per i graniti, a causa della loro composizione polimineralica, i quali ottengono un'ottima resa cromatica, mentre sono scarsi i risultati per le altre categorie di materiale lapideo. Il risultato finale, per quanto riguarda i graniti, risulta inoltre essere ottimale a causa dei differenti coefficienti di dilatazione termica dei vari aggregati polimineralici, che contribuiscono ad un risultato finale eccellente. La dilatazione termica, provocata dalla fiamma, risulta essere differenziale e induce a sollevamenti, disgiunzioni e distacchi di cristalli in punti differenti della superficie. La fiammatura è spesso utilizzata come trattamento per quei materiali lapidei utilizzati per esterni poiché questo processo aumenta il grado di resistenza agli agenti atmosferici.

Trattamenti ottenibili mediante azioni meccaniche da rasamento:

I trattamenti ottenuti mediante azioni di rasamento vengono effettuati mediante utensili abrasivi quali mole, piatti, rulli, ecc. Normalmente si fa riferimento a tre operazioni principali: la calibratura, la levigatura e la lucidatura. La successione di tali lavorazioni presenta aspetti differenti a seconda che si applichino su semilavorati di tipo standardizzato come le marmette o su lastre di grandi dimensioni.

Calibratura: lo scopo di questo trattamento è quello di rendere il più planare possibile la superficie del materiale in lavorazione e di controllare la superficie asportando qualora le eccedenze formatesi durante il processo di segagione.

Il controllo dello spessore e della planarità di un manufatto risultano essere di estrema importanza per una corretta posa in opera e per la buona riuscita delle successive due fasi di lavorazione di levigatura e lucidatura.

Levigatura e Lucidatura: sono le due operazioni che consentono di portare la superficie del materiale in lavorazione rispettivamente allo stato liscio elucido.

Il processo di lucidatura si differenzia a seconda che si effettui su di un marmo o su di un granito. Sul marmo la lucidatura avviene per mezzo di un processo chimico mediante lucidanti a base di acido ossalico. Riducendo l'acqua nella fase finale del trattamento abrasivo si provoca un riscaldamento del materiale che forma una patina sulla sua superficie. Per i graniti la lucidatura è essenzialmente costituita da un fenomeno meccanico per mezzo di feltri con ossido di Piombo e di Stagno che effettuano la "chiusura" del materiale mediante l'applicazione di abrasivi a grana progressivamente sempre più fine. La lucidatura viene effettuata qualora si voglia ottenere un elevato grado di esaltazione delle qualità estetiche e decorative del materiale lapideo. La traslucenza è un trattamento che rientra nell'ambito della lucidatura, essa rappresenta quella trasparenza che permette di percepire l'immagine di un determinato oggetto senza però distinguere nettamente e nitidamente i contorni dello stesso.

La traslucenza risulta essere un'interessante applicazione in edilizia, in quanto le pietre naturali, ridotte a spessori sottili, si lasciano attraversare facilmente dalla luce sia naturale che artificiale. Ciò permette di creare suggestivi giochi di luce negli interni di moderne architetture e di esaltare determinati ambienti con variegate tessiture di materiale che vengono riflesse sulle pareti.

Trattamenti ottenibili mediante l'utilizzo di prodotti chimici:

I trattamenti mediante prodotti chimici rispondono ad innumerevoli esigenze:

- Azioni di rinforzo e consolidamento;
- Particolare effetto estetico superficiale;
- Incremento della resistenza ad agenti meteorici

Resinatura: è un'operazione che determina un aumento della resistenza del materiale che viene rinforzato mediante resine per conferire una maggiore compattezza. Le resine utilizzate per questo trattamento sono: resine epossidiche, e resine poliestere. La pratica di resinatura si effettua sia su lastre che su blocchi di pietra, solitamente si applica su

entrambe le facce della lastra, in funzione della debolezza che mostra il materiale. Questa lavorazione è poco adatta ai graniti, in casi eccezionali viene utilizzata per otturare piccoli buchi visibili sulla superficie.

Stuccatura: in questa operazione, effettuata tipicamente sui travertini, fratture e cavità vengono sigillate mediante mastici e stucchi di tonalità adeguate al colore del materiale. Le operazioni di stuccatura possono essere manuali (spatole da stucco) o automatiche (macchine stuccatrici). Una volta resinate e stuccate, le pietre vengono lucidate o levigate un'ultima volta prima di venire posate in opera nella fase finale. Il termine "superficie anticata" viene adoperato quando si vuole rendere una superficie di aspetto antico mediante una simulazione di invecchiamento causato dal tempo e dall'usura. I materiali più consoni per questo tipo di processo sono quelli che possiedono una durezza medio-limitata quali i marmi, i travertini o le brecce molto compatte.

L'anticatura si può ottenere sia con mezzi meccanici, i pezzi lapidei vengono inseriti in macchine denominate buratti, uniti ad acqua e mescolati tramite rotolamento o altri tipi di movimento meccanico e sia con prodotti chimici, per le i materiali lapidei a composizione carbonatica si usa l'acidatura che ossida la parte superficiale della pietra conferendone un aspetto anticato.

Dalla lavorazione del materiale lapideo derivano numerosi prodotti impiegati in edilizia, ciascuno scelto in base alle proprie caratteristiche. Tra questi si includono masselli, binderi, cubetti, cordoli e guide, canalette per il deflusso delle acque, lastre e basole, pannelli di rivestimento, dissuasori, panchine e altri elementi di arredo urbano, oltre ad altri manufatti specifici.

❖ Esempi di utilizzo delle pietre ornamentali in edilizia

La pietra appare oggi, una materia eterna che si ripresenta a noi identica a quella del passato. Le sue proprietà intrinseche, il peso, la durezza, la resistenza al fuoco e agli agenti atmosferici hanno reso possibile la realizzazione di costruzioni staticamente solide, la cui durata si calcola non in anni ma in secoli.

Per lungo tempo, fino all'inizio del XX secolo, la pietra è stata il materiale edilizio preferito, eccettuati quei luoghi in cui il suo reperimento risultava impossibile o il trasporto da altre aree era economicamente insostenibile. Tuttavia, con l'avvento di tecnologie e materiali più economici e agevoli da lavorare, la pietra ha progressivamente perso la sua preminenza nel settore delle costruzioni. L'elevato costo di estrazione, trasformazione e trasporto, insieme al significativo ingombro fisico che i muri in pietra comportano rispetto alle tecnologie più recenti, ha contribuito a limitarne l'impiego come materiale strutturale.

Di conseguenza, ciò che per secoli è stato il fulcro della progettazione edilizia si trova oggi relegato a un ruolo secondario rispetto a materiali moderni quali l'acciaio e il calcestruzzo. Attualmente, i materiali lapidei sono impiegati prevalentemente per scopi decorativi e di finitura architettonica. Tale cambiamento riflette un orientamento verso la razionalizzazione

e l'ottimizzazione dei metodi costruttivi tradizionali, favorendo l'utilizzo di elementi di dimensioni più contenute.

Il principale ambito di applicazione contemporaneo della pietra rimane dunque quello delle facciate e dei rivestimenti. In tal senso, sono state sviluppate tecniche avanzate sia per la produzione in loco sia per la realizzazione di pannelli innovativi, volti a conferire ai rivestimenti lapidei nuove caratteristiche estetiche e funzionali.

- ✓ migliori caratteristiche prestazionali e di sicurezza statica;
- ✓ possibilità di impiego in nuove costruzioni e/o in interventi di recupero;
- ✓ semplicità di posa in opera e di eventuale sostituzione manutentiva;
- ✓ integrabilità con sistemi costruttivi odierni;
- ✓ metodologie produttive tendenzialmente automatizzate.

La conoscenza approfondita e specifica dei processi produttivi rappresenta un requisito fondamentale e irrinunciabile per il progettista che ambisce a operare in sintonia con le esigenze e le evoluzioni della propria epoca. Tale conoscenza, infatti, non solo consente di adeguarsi ai mutamenti tecnologici e culturali, ma favorisce anche una gestione consapevole e innovativa dei materiali disponibili.

In particolare, i materiali lapidei, sebbene siano tradizionalmente impiegati come rivestimenti per ambienti interni ed esterni o come elementi decorativi, ambiti in cui trovano la loro maggiore diffusione, vengono oggi reinterpretati anche in applicazioni contemporanee caratterizzate da un utilizzo intensivo e strutturale. Questo ampliamento delle possibilità applicative è frutto di un approccio progettuale che combina la conoscenza dei processi produttivi alla comprensione delle proprietà fisico-meccaniche intrinseche di ciascun materiale lapideo.

È proprio tale processo di approfondimento e analisi che apre le porte alla piena valorizzazione del potenziale creativo di questi materiali. Attraverso tale percorso si può non solo esplorarne i limiti tradizionali, ma anche individuare nuove prospettive e modalità d'impiego, contribuendo così alla definizione di soluzioni progettuali innovative e al passo con i tempi.

Come, per esempio, l'impiego della pietra per la costruzione *di facciate ventilate* offre elevate prestazioni tecniche, contribuendo significativamente all'efficientamento energetico (figure 14, 15).



Figura 14 Particolare ancoraggio per parete ventilata rivestita in pietra²²

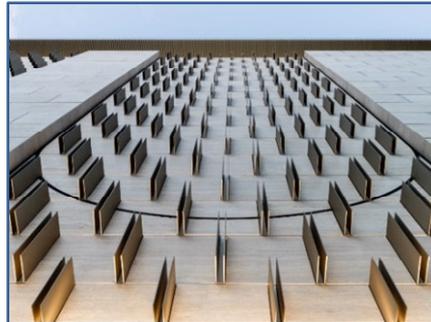


Figura 15 Facciata ventilata Rinascente di Torino²³

Le pietre ornamentali, grazie alla loro elevata resistenza all'usura, agli agenti atmosferici e alle notevoli qualità estetiche, sono state utilizzate fin dall'antichità nella costruzione di strade, piazze, arredi urbani e monumenti. Questi materiali hanno contribuito a conferire ai centri storici una forte identità culturale e architettonica tipica del contesto locale. Negli ultimi anni, il ricorso ai materiali lapidei è divenuto sempre più fondamentale per gli interventi di recupero e riqualificazione urbana. La pietra, infatti, sostituisce l'asfalto, restituendo agli spazi urbani la loro originaria bellezza architettonica e migliorandone le condizioni ambientali. Oltre al pregio estetico, l'utilizzo di specifici materiali lapidei, come le pietre naturali di tonalità chiare, rientrando nella categoria dei cosiddetti "cool materials" o materiali freschi grazie all'elevato indice di riflettanza solare (SRI), costituisce uno strumento passivo particolarmente efficace nella progettazione di architetture e spazi sostenibili e confortevoli, pertanto, il loro impiego contribuisce significativamente alla

²² ²³ <https://www.adermalocatelli.it/it/profilo-di-ancoraggio-facciate-ventilate-prefabbricazione-calcestruzzo-fissaggi-impianti-e-acciaio-referenza/ancoraggi-per-facciate-ventilate-referenze/la-rinascente-torino-italia/>

mitigazione dell'effetto isola di calore, fenomeno che influisce negativamente sui centri urbani delle grandi città.

L'attenta progettazione delle stratigrafie che compongono le pavimentazioni in materiale lapideo, unita alle diverse soluzioni di sigillatura disponibili, consente di ottenere superfici pavimentate con differenti livelli di drenaggio. Questa caratteristica è particolarmente vantaggiosa nelle ampie aree pedonali, poiché aiuta a mitigare il rischio di allagamenti, sempre più frequenti a causa delle intense piogge improvvise, note come "bombe d'acqua". Inoltre, contribuisce a incrementare l'indice di permeabilità del suolo nelle zone urbane costruite.

La pianificazione della riqualificazione urbana attraverso l'uso di pietre ornamentali, unita a strategie progettuali appropriate e resa possibile dall'ampia varietà di prodotti lapidei, permette di creare spazi inclusivi e armonizzati. In questo modo, l'ambiente rinnovato diventa un elemento vitale del tessuto urbano. Le figure 16 e 17 illustrano esempi di interventi di riqualificazione che impiegano la pietra naturale come materiale per la realizzazione delle pavimentazioni.



Figura 16 Via Monferrato; Torino, prima e dopo la riqualificazione²⁴

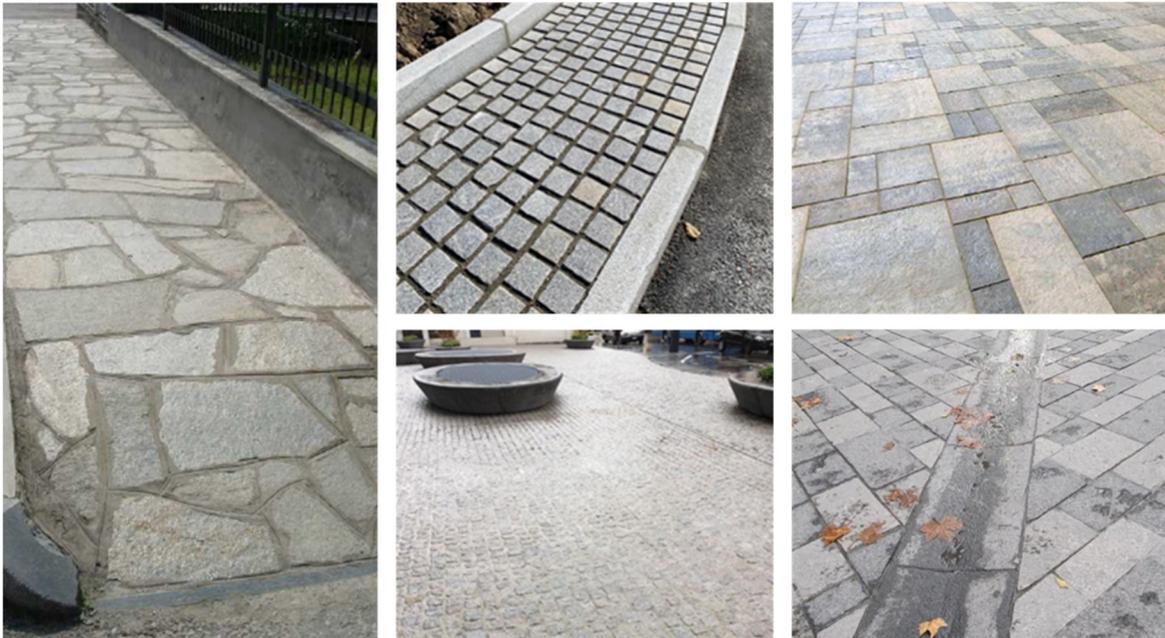


Figura 17 Esempi di pavimentazioni lapidee²⁵

²⁴ https://torino.repubblica.it/cronaca/2019/06/21/foto/torino_400_ombrelli_colorati_rendono_magica_via_monferrato-229318915/1/
<https://torino.mobilita.org/2017/03/10/via-monferrato-pdonale-presto-realta/>

²⁵ immagini tratte dal sito <http://www.pietrainedilizia.com/>

CAPITOLO II – Proprietà tecniche, prestazioni, caratteristiche e normativa di riferimento delle pietre ornamentali

2.1 Proprietà, caratteristiche fisiche e tecniche delle pietre ornamentali utilizzate come materiale da costruzione

❖ Proprietà tecniche, prestazioni e caratteristiche delle pietre ornamentali

I materiali lapidei, per essere utilizzati nelle costruzioni, devono soddisfare molteplici requisiti relativi alle caratteristiche estetiche, di solidità e di resistenza nel tempo. La rilevanza dei diversi requisiti varia a seconda della destinazione d'uso prevista per il materiale: in base alla natura e all'entità delle sollecitazioni e delle aggressioni che potrebbero interessare l'elemento lapideo posto in opera, infatti, alcune caratteristiche risultano maggiormente significative di altre. Si deve, pertanto, valutare se il litotipo prescelto possiede ad un livello adeguato le caratteristiche maggiormente significative in rapporto all'uso specifico previsto.

Qualunque materiale lapideo, lavorato e posto in opera è soggetto a numerose sollecitazioni ed azioni perturbanti di tipo meccanico, fisico, chimico, chimico-fisico e biologico. Tali azioni e sollecitazioni sono diverse a seconda dell'applicazione del materiale e possono arrecare danni più o meno gravi e irreversibili, compromettendo così non solamente aspetto e struttura della pietra stessa, ma l'integrità e la funzione dei manufatti, con rischio talvolta anche per la pubblica incolumità.

Quindi, per effettuare scelte progettuali consapevoli ed evitare il manifestarsi di fenomeni di degrado più o meno gravi, risulta necessaria un'accurata conoscenza delle proprietà tecniche dei diversi litotipi. Le proprietà tecniche sono quindi le caratteristiche che un materiale deve possedere per svolgere in modo adeguato ed affidabile la funzione per la quale viene scelto, e rivestono un'importanza fondamentale in quanto da esse dipendono l'effettiva idoneità all'impiego del materiale stesso, nonché la funzionalità, la sicurezza e la durevolezza di un'opera. In tabella 2 si riportano le principali proprietà delle pietre.

Tabella 2 Le proprietà delle pietre

Le proprietà delle pietre
Colore
Durabilità
Durezza
Lavorabilità
Igroscopticità
Gelività
Massa volumica e porosità
Proprietà termiche
Resistenza all'usura o logorabilità
Proprietà meccaniche

Proprietà tecniche e tecnologiche:

le proprietà tecniche sono relative alle attitudini dei materiali lapidei di subire lavorazioni meccaniche.

Colore: I materiali lapidei caratterizzati da un unico colore o da più colori si definiscono rispettivamente monocromi e policromi. Relativamente alla colorazione, inoltre, si distinguono rocce idiocromatiche allocromatiche: nelle prime il colore è conferito dai soli componenti mineralogici, mentre nelle seconde è conferito dalla presenza di componenti pigmentanti, quali ossidi di ferro, diffusi o disposti in "pellicole avvolgenti gli individui cristallini. La colorazione della roccia può variare nel tempo per la natura alterabile delle sostanze pigmentate.

Durabilità: La durabilità o durevolezza è "la resistenza che una roccia, posta in opera nelle costruzioni, oppone al complesso delle azioni meccaniche, fisiche e chimiche dell'atmosfera e all'azione biologica. La durabilità dipende sia da fattori intrinseci legati al tipo di pietra quali la composizione mineralogica, lo stato di alterazione e la presenza di difetti strutturali generatisi per cause meccaniche, come ad esempio l'uso di esplosivo in fase di estrazione, e da fattori estrinseci connessi alle condizioni ambientali in cui la pietra è posta in opera, tali fattori sono costituiti dagli agenti atmosferici e sostanze inquinanti che determinano l'alterazione delle caratteristiche delle pietre ornamentali.

Durezza. La composizione mineralogica dei materiali rocciosi presenta raramente uniformità di componenti, e così una roccia può presentare componenti con durezze differenti e diversità di comportamento se sottoposta ad una sollecitazione esterna. Per esempio, le rocce imbevute d'acqua perdendo coesione, perdono pure durezza, certi tufi cavati umidi dalle cave sono facilmente tagliabili, nell'asciugarsi assumono compattezza e maggior durezza;

Lavorabilità: Capacità della roccia di essere lavorata mediante strumenti semplici (scalpelli, bocciarde, ecc.) o complessi (seghe diamantate, taglierine a percussione, ecc.). Tale proprietà prevede quattro tipi di interventi: spaccabilità, segabilità, scolpibilità, lucidabilità.

Igroscoptività. Attitudine ad assorbire umidità dall'atmosfera;

Gelività. rappresenta la tendenza di un materiale a fratturarsi in seguito alle sollecitazioni causate dai cicli di gelo e disgelo. Questo termine è comunemente impiegato per descrivere il comportamento dei materiali lapidei utilizzati in edilizia. Un classico esempio si verifica quando l'acqua, congelandosi a temperature uguali o inferiori a zero gradi, si trasforma in ghiaccio, aumentando di volume. In queste circostanze, i materiali porosi saturi d'acqua tendono a sviluppare crepe o a frammentarsi. Il fenomeno della gelività è strettamente legato, sebbene in maniera non del tutto proporzionale, al coefficiente d'assorbimento d'acqua dei materiali.

Proprietà fisiche:

Le principali caratteristiche fisiche delle pietre sono determinate dalla natura e dalla struttura chimica degli elementi che le costituiscono e riguardano:

Massa volumica e porosità: Queste due grandezze sono strettamente correlate la norma di riferimento per la loro determinazione è la EN 1936, la quale prende in considerazione quattro grandezze la massa volumica *apparente e reale* e la porosità *totale ed aperta*. La massa volumica è definita dal rapporto tra la massa di una roccia e il suo volume, espresso in Kg/m^3 . Tutte le rocce in natura sono formate da una parte piena e una parte vuota data dall'insieme di fessure, pori e cavità ed è proprio la parte vuota che definisce la porosità. Che è espressa in percentuale.

La massa volumica *apparente* si ottiene dividendo la massa del provino di lapideo per il suo volume totale costituito sia dalla parte solida che dalla parte vuota. Per determinare invece la massa volumica *reale* il provino viene ridotto in polvere ai fini della determinazione del volume effettivo privato dei vuoti.

La porosità *totale* viene espressa come il rapporto tra il volume di tutti i pori (aperti, cioè, accessibili e chiusi non accessibili non comunicanti con l'esterno) e il volume del provino della roccia. Mentre la porosità *aperta* viene espressa come il rapporto tra il volume dei pori aperti e il volume apparente del provino.

La massa volumica e la porosità sono in stretta relazione con altre proprietà del materiale, come la resistenza meccanica, la permeabilità e la conducibilità termica. Una maggiore porosità, ad esempio, può ridurre la resistenza meccanica, mentre la permeabilità aumenta con l'aumento della porosità. La presenza di pori aperti, in particolare, è un fattore critico. Questi pori possono permettere l'ingresso di acqua, liquidi e agenti atmosferici, causando reazioni chimiche e meccaniche che possono alterare il materiale e ridurre la sua resistenza.

Coefficiente d'Assorbimento d'acqua: indica la capacità di assorbire acqua. Si calcola come il rapporto tra la massa di acqua assorbita da un provino di pietra portato a saturazione e la massa del provino essiccato. Un alto coefficiente di imbibizione può rendere la pietra più vulnerabile ai danni causati da gelo e sbalzi termici, poiché l'acqua assorbita può congelare ed espandersi, causando micro-fratture. Tale coefficiente è influenzato dalla porosità del materiale.

Coefficiente di dilatazione termica: è in genere modesto poiché le rocce sono tutte più o meno rigide.

Coefficiente di conducibilità o conduttività termica. In genere è modesta.

Proprietà meccaniche:

Le proprietà meccaniche riguardano la capacità dei materiali di resistere all'azione di forze o sollecitazioni esterne (pressioni, urti, trazioni, ecc.), in particolare:

Resistenza a compressione: capacità di sopportare le forze che tendono alla rottura per schiacciamento, è uno dei requisiti più importanti richiesti alle pietre ornamentali e da costruzione. Si esprime mediante il rapporto tra il carico necessario a provocare la rottura

di un provino cubico o cilindrico di materiale e l'area della relativa sezione trasversale, (norma EN 1926).

Le pietre sono caratterizzate da resistenze alla compressione molto diverse. Nelle rocce omogenee la resistenza a compressione aumenta con la diminuzione della dimensione dei grani mentre nelle rocce stratificate i valori di resistenza sono diversi a seconda dell'angolo di stratificazione I fattori rilevanti che possono influenzare i risultati delle prove sono la presenza di acqua nel materiale e l'esposizione a condizioni di gelività

Le resistenze a rottura per compressione delle varie pietre variano moltissimo e per le pietre da opera passano da minimi di 20 MPa per alcune arenarie e tufi fino ai massimi di 250-400 MPa per alcuni graniti, calcari compatti, porfidi quarziferi e basalti.

Resistenza a flessione. Capacità di sopportare gli sforzi connessi all'incurvamento, importante nel caso di manti di copertura, di architravi, di pavimenti sopraelevati. La resistenza a flessione di una roccia è correlata ai caratteri generali del materiale che risultano importanti anche ai fini di una sua buona resistenza alla trazione: pertanto, le pietre che presentano una buona resistenza a trazione sono generalmente caratterizzate da valori più elevati di resistenza a flessione, (norma EN 12372).

Resistenza a trazione. La resistenza a trazione di un materiale lapideo indica la sua capacità di resistere alla rottura sotto forze di stiramento, ed è generalmente molto inferiore alla resistenza a compressione. Le rocce con struttura compatta, omogenea e con poca porosità, come quelle a cristalli lamellari o struttura reticolare, presentano valori di resistenza a trazione più elevati. Per le rocce scistose, la resistenza a trazione può variare a seconda se la forza è applicata parallelamente o perpendicolarmente ai piani di scistosità, essendo più alta nel secondo caso.

Resistenza all'urto. La resistenza all'urto di un materiale, come le rocce, indica la sua capacità di resistere a colpi di oggetti contundenti senza rompersi. Questa caratteristica è particolarmente importante in applicazioni come pavimentazioni e rivestimenti. Le rocce possono essere classificate in base alla loro resistenza all'urto in rocce tenaci e rocce fragili

Resistenza all'abrasione. Capacità di sopportare l'attrito radente prodotto da corpi rigidi in movimento. Per stabilire la resistenza all'usura dei diversi litotipi si impiegano prove di usura per attrito radente e prove di usura al getto di sabbia, al termine delle quali si misura lo spessore dello strato abraso (norma EN 14157)

La resistenza all'usura delle rocce è una proprietà fondamentale da considerare quando si sceglie un materiale lapideo per un'applicazione specifica, soprattutto in contesti ad alto traffico. La logorabilità di una roccia, ovvero la sua tendenza ad essere consumata dall'attrito, è strettamente legata alla sua composizione minerale e alla forza dei legami che tengono insieme i suoi componenti.

Tutte le proprietà tecniche delle pietre naturali, che sono utilizzate come materiali da costruzione, vengono determinate attraverso prove di laboratorio standardizzate e normate. Queste prove hanno lo scopo di accertare le proprietà fisiche, chimiche, meccaniche e petrografiche delle rocce

La commercializzazione dei prodotti da costruzione all'interno della Unione Europea è fissata dal Regolamento Prodotti da Costruzione (UE) N. 305/2011, CPR, (Construction Products Regulation) che ha sostituito la Direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, CPD (Construction Products Directive) e fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione e l'apposizione del logo CE sui materiali per le costruzioni. Il CPR 305/2011

Il Regolamento (UE) 3110/2024, entrato in vigore il 7 gennaio 2025, aggiorna il Regolamento UE n. 2011/305 sull'etichettatura CE dei prodotti da costruzione. Sebbene il nuovo regolamento sia in vigore, la sua applicazione è graduale e i prodotti esistenti possono continuare ad essere utilizzati fino alla sostituzione delle specifiche norme che li regolano.

2.2 Regolamento UE n° 305/2011 e nuovo Regolamento UE n° 3110/2024 Norme di riferimento e marcatura CE per i prodotti da costruzione

❖ Quadro normativo

Il nuovo Regolamento europeo per la marcatura CE dei prodotti da costruzione (Regolamento (UE) 2024/3110), in vigore il 7 gennaio 2025, CPR, sarà pienamente applicabile dall'8 gennaio 2026. È fondamentale sottolineare che l'effettiva applicazione dipenderà dalla pubblicazione delle norme armonizzate di prodotto nella Gazzetta Ufficiale Europea, comportando una **coesistenza temporanea tra vecchio e nuovo regolamento**.

Come previsto dall'art 94: *Il regolamento (UE) n. 305/2011 è abrogato a decorrere dall'8 gennaio 2026, fatta eccezione per l'articolo 2, gli articoli da 4 a 9, gli articoli da 11 a 18, gli articoli 27 e 28, gli articoli da 36 a 40, gli articoli da 47 a 49, gli articoli 52 e 53, l'articolo 55, gli articoli da 60 a 64 del regolamento e i relativi allegati III e V che sono abrogati a decorrere dall'8 gennaio 2040.*

Infatti, tutti gli articoli a eccezione di quelli che stabiliscono principi e procedure di elaborazione delle norme di prodotto, subito applicabili cominceranno a produrre effetti dal 8 gennaio 2026. Inoltre, le norme armonizzate (**EN o hEN**) oggi in vigore ai sensi dell'attuale Regolamento ovvero le norme che fissano le caratteristiche essenziali e le modalità di dichiarazione delle prestazioni dei prodotti da costruzione continueranno a essere applicabili, fino a quando non verranno sostituite dalle nuove norme armonizzate ai sensi del nuovo Regolamento.

Come previsto dall' art 95 comma 3 *"Le norme armonizzate i cui riferimenti sono inclusi nell'elenco pubblicato in conformità dell'articolo 17, paragrafo 5, del regolamento (UE) n. 305/2011 che sono in vigore l'8 gennaio 2026 restano valide a norma del regolamento (UE) n. 305/2011 fino a quando non sono ritirate dalla Commissione o altrimenti abrogate."*

Le prime norme armonizzate saranno pubblicate all'incirca tra 5 anni, mentre i relativi obblighi per i fabbricanti diverranno applicabili un anno dopo l'atto di esecuzione delle stesse norme (in modo da lasciare tempo per conformarsi). La conclusione della sostituzione delle norme armonizzate è prevista tra 15 anni, per cui restano **utilizzabili tutti i prodotti da costruzione in commercio** marcati CE secondo le attuali norme armonizzate approvate con la norma precedente. Il principio fondamentale che guiderà questa transizione è la continuità operativa: fino a quando una norma armonizzata non sarà ufficialmente aggiornata secondo i requisiti del nuovo CPR, i produttori continueranno ad applicare il Regolamento UE 305/2011, emettendo la Marcatura CE e la Dichiarazione di Prestazione in conformità con quest'ultimo. Questo approccio garantisce che non si verifichino vuoti normativi o discontinuità nella certificazione dei prodotti da costruzione durante la fase di implementazione del nuovo regolamento.

Il 4 aprile 2011 venne pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea il Regolamento UE n. 305/2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abrogò la Direttiva 89/106/CEE, il regolamento entrò in vigore il 1° luglio del 2013.

Fino ad allora lo strumento di base della strategia della Commissione Europea, per assicurare la libera circolazione dei prodotti da costruzione, era stata la Direttiva 89/106/CEE, recepita in Italia con il regolamento di attuazione D.P.R. n. 246 del 1993, modificato dal D.P.R. n. 499 del 1997.

Tale Direttiva nasceva con l'intento di superare i notevoli elementi di diversificazione del settore dei prodotti da costruzione, che limitavano fortemente il commercio tra i vari Stati Membri. Nel tempo si è avvertita la necessità di semplificare e chiarire il quadro normativo derivante dalla Direttiva e, al contempo, di migliorare la trasparenza e l'efficacia delle misure da essa previste. In questo modo le Autorità europee hanno provveduto all'adozione di un Regolamento che mantenesse l'impianto fondamentale della Direttiva, modificando alcune disposizioni al fine di rendere più snella e semplice l'applicazione delle procedure di valutazione e verifica delle prestazioni dei prodotti da costruzione da parte degli operatori economici e degli organismi autorizzati a svolgere la funzione di parte terza nello stesso processo di valutazione.

L'obiettivo, tanto della Direttiva quanto del Regolamento, è garantire la qualità nelle costruzioni, intesa come rispondenza a requisiti minimi prefissati in tutti i Paesi dell'Area Economica Europea. Una sintesi delle norme vigenti in Italia è riportata nella figura 18.



Figura 18 Il quadro legislativo vigente in Italia²⁶

❖ Regolamento prodotti da costruzione (CPR Construction Product Regulation) 305/2011/UE. e novità introdotte dal Regolamento 3110/2024/UE

Il CPR 305/2011 si propone di abbattere le barriere tecniche al commercio dei prodotti da costruzione all'interno del Mercato Unico Europeo. Per raggiungere l'obiettivo, il CPR si avvale di quattro elementi principali:

- un sistema di specifiche tecniche armonizzate
- un sistema concordato di valutazione della conformità per ogni famiglia di prodotto
- una rete di organismi notificati
- la marcatura CE dei prodotti.

Il CPR 305 armonizza le condizioni per l'immissione o la messa a disposizione sul mercato di prodotti da costruzione stabilendo disposizioni per la descrizione della prestazione di tali prodotti. Il CPR non disciplina l'idoneità all'impiego dei prodotti che rimane competenza dei singoli Stati Membri.

Infatti, gli Stati Membri hanno la possibilità di disciplinare l'uso dei prodotti stabilendo valori soglia delle prestazioni di un prodotto da costruzione relative alle caratteristiche essenziali per una particolare destinazione d'uso; tuttavia, tali valori devono essere espressi mediante il medesimo linguaggio tecnico utilizzato nelle specifiche tecniche armonizzate. In Italia, ad esempio, l'utilizzo dei materiali e prodotti per uso strutturale è disciplinato dalle *Norme Tecniche per le Costruzioni NTC 2018, capitolo 11.1, "Si definiscono materiali e prodotti per*

²⁶ Tratta da Immagine corso "Gestione dei prodotti da costruzione in cantiere secondo il Regolamento Europeo CPR (EU) 305/11" Consiglio Nazionale degli Ingegneri

uso strutturale, utilizzati nelle opere soggette alle presenti norme, quelli che consentono ad un'opera ove questi sono incorporati permanentemente di soddisfare in maniera prioritaria il requisito base delle opere n.1 "Resistenza meccanica e stabilità" di cui all'Allegato I del Regolamento UE 305/2011".

Tra gli obiettivi del CPR vi è anche l'eliminazione dell'uso di altri marchi, infatti, il punto 33 prevede che *La marcatura CE dovrebbe essere l'unica marcatura che attesta che il prodotto da costruzione è conforme alla prestazione dichiarata e risponde ai requisiti applicabili relativi alla normativa di armonizzazione dell'Unione. Altre marcature possono tuttavia essere utilizzate, a condizione che contribuiscano a migliorare la protezione degli utilizzatori di prodotti da costruzione e non siano contemplate dalla normativa esistente di armonizzazione dell'Unione.*

La marcatura CE è apposta solo sui prodotti da costruzione per i quali il fabbricante ha redatto una dichiarazione di prestazione **Dop.** (Declaration of Performance)

Apponendo o facendo apporre la marcatura CE, i fabbricanti dichiarano di assumersi la responsabilità della conformità del prodotto da costruzione alla dichiarazione di prestazione e della conformità a tutti i requisiti applicabili stabiliti nel Regolamento Europeo 305/2011.

Tale etichettatura è accettata e richiesta in molti altri paesi anche extraeuropei in particolari ove non vi sono presenti sistemi di certificazione quali università o enti certificatori, la figura 19 presenta, in modo schematico, una mappa che illustra i Paesi nel mondo in cui è riconosciuta la marcatura CE.

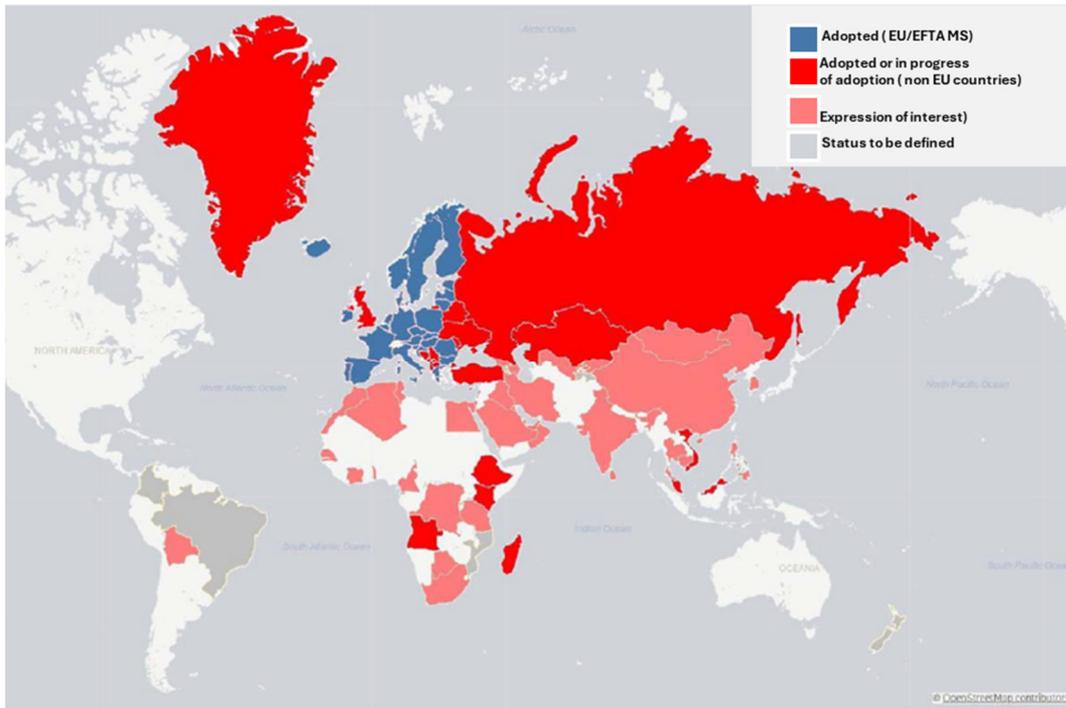


Figura 19 Marcatura CE nel mondo²⁷

Le principali novità del Regolamento 3110/2024/UE rispetto al 305/2011/UE.

La riforma si inserisce nel quadro strategico del Green Deal europeo e del piano d'azione per l'economia circolare, con l'obiettivo di promuovere un'edilizia più sostenibile e circolare.

Il nuovo CPR si propone come strumento chiave per armonizzare le norme di prodotto, facilitare la libera circolazione dei prodotti all'interno del mercato unico e ridurre gli oneri amministrativi per le imprese. L'intento primario è potenziare la sicurezza, la sostenibilità e l'innovazione nell'edilizia, generando benefici sia per gli operatori economici che per i consumatori finali.

- L'innovazione principale del CPR 3110/2024 è l'integrazione strutturale degli aspetti di **sostenibilità ambientale** nella valutazione dei prodotti da costruzione. La sostenibilità, la trasparenza e la responsabilità ambientale sono al centro del nuovo CPR. Il nuovo regolamento impone ai produttori di dichiarare in modo chiaro e dettagliato l'impatto ambientale dei loro prodotti lungo l'intero ciclo di vita. Dalle emissioni di gas serra all'uso delle risorse naturali, ogni aspetto dovrà essere valutato e reso pubblico.

²⁷ Tratta da corso "Gestione dei prodotti da costruzione in cantiere secondo il Regolamento Europeo CPR (EU) 305/11" Consiglio Nazionale degli Ingegneri

Così come previsto dal punto 7 “Il perseguimento degli obiettivi **ambientali**, compresa la lotta ai **cambiamenti climatici e la transizione verso un’economia circolare**, rende necessario, senza aumentare in modo sproporzionato la burocrazia e i costi per gli operatori economici, specie per le piccole e medie imprese (PMI), stabilire nuovi obblighi ambientali e gettare le basi per lo sviluppo e l’applicazione di un metodo di valutazione per il calcolo della sostenibilità ambientale dei prodotti da costruzione. I calcoli dovrebbero riguardare il ciclo di vita del prodotto utilizzando i metodi stabiliti mediante la standardizzazione. Per i nuovi prodotti, i cicli di vita calcolati dovrebbero includere tutte le fasi della vita di un prodotto, dall’acquisizione delle materie prime o dalla produzione a partire da risorse naturali al loro smaltimento finale, compresi i potenziali benefici e carichi al di fuori dei limiti. Per i prodotti usati e rifabbricati, il ciclo di vita calcolato dovrebbe iniziare con la disinstallazione da un’opera di costruzione e dovrebbe includere tutte le fasi successive fino allo smaltimento finale”

- La principale novità, rispetto all’attuale disciplina, è rappresentata dai requisiti di base delle opere di costruzione (allegato I), con l’introduzione di un nuovo requisito (al numero 7) e la riformulazione degli altri:
 1. *Integrità strutturale delle opere di costruzione*
 2. *Sicurezza antincendio delle opere di costruzione*
 3. *Protezione contro impatti negativi sull’igiene e sulla salute connessi alle opere di costruzione*
 4. *Sicurezza e accessibilità delle opere di costruzione*
 5. *Resistenza al passaggio del suono e proprietà acustiche delle opere di costruzione*
 6. *Efficienza energetica e prestazioni termiche delle opere di costruzione*
 - 7. Emissioni nell’ambiente esterno delle opere di costruzione (novità) del CPR 3110/2024**
 8. *Uso sostenibile delle risorse naturali delle opere di costruzione*

- nuovo sistema di valutazione della costanza della prestazione, **VVCP 3+**, rispetto al VVCP previsto dal 305 introduce standard ancora più rigorosi per garantire che i materiali utilizzati siano davvero sostenibili come previsto dal Regolamento delegato (UE) 2769/2024.

- La Dichiarazione di Prestazione (**DoP**) e di Conformità dovrà includere dettagli precisi sulle prestazioni ambientali del prodotto, dovrà includere l’impatto ambientale del prodotto lungo l’intero ciclo di vita, in pratica un calcolo del Life Cycle Assessment, LCA, con caratteristiche ambientali che entreranno in vigore secondo un calendario progressivo: fornendo agli operatori del settore dati affidabili e verificabili. (cfr. art. 15).

Nella (DoP) i fabbricanti di materiali da costruzione saranno tenuti a rendicontare i seguenti indicatori ambientali relativi al ciclo di vita del prodotto (figura 20).

DICHIARAZIONE DI PRESTAZIONE E CONFORMITÀ- REGOLAMENTO CPR

INDICATORI AMBIENTALI

EFFETTI SUL CLIMA

a) effetti dei cambiamenti climatici – totale;
b) effetti dei cambiamenti climatici – combustibili fossili;
c) effetti dei cambiamenti climatici – biogenici;
d) effetti dei cambiamenti climatici – uso del suolo e cambiamento di uso del suolo.

ALTRI IMPATTI

e) riduzione strato di ozono;
f) potenziale di acidificazione;
g) eutrofizzazione acque dolci;
h) eutrofizzazione acque marine;
i) eutrofizzazione terrestre;
j) ozono fotochimico;
k) impoverimento abiotico – minerali, metalli;
l) impoverimento abiotico – combustibili fossili;
m) consumo di acqua.

EFFETTI SU SALUTE E BIODIVERSITÀ

n) particolato;
o) radiazioni ionizzanti, salute umana;
p) ecotossicità, acque dolci;
q) tossicità per gli esseri umani, effetti cancerogeni;
r) tossicità per gli esseri umani, effetti non cancerogeni;
s) impatti legati all'uso del suolo.



Figura 20 Indicatori Ambientali²⁸

Questi fattori di impatto diventeranno obbligatori a scadenze progressive:

Dall'8 gennaio 2026 → lettere da a) a d)

Dal 9 gennaio 2030 → lettere da e) a m)

Dal 9 gennaio 2032 → lettere da n) a s)

Inoltre, la dichiarazione deve includere anche le cosiddette **caratteristiche essenziali**. Si tratta di tutte quelle proprietà che riguardano la prestazione del prodotto stesso: queste, vanno sempre dichiarate, per garantire che il prodotto soddisfi i requisiti di sicurezza delle opere di costruzione così come è previsto anche nel CPR 305. (Allegato X)

- La definizione di prodotto da costruzione è stata aggiornata per comprendere anche tecnologie innovative di fabbricazione, quali la stampa **3D** (cfr. art. 3).
- Il Regolamento 2024/3110 stabilisce l'obbligo di fornitura della **dichiarazione per via elettronica** (articolo 16, comma 1), a partire dall'8 gennaio 2026. Il fabbricante potrà anche rendere disponibile su un sito web la dichiarazione di prestazione e di conformità. L'applicazione uniforme delle nuove norme armonizzate si baserà su un nuovo sistema di **passaporti digitali dei prodotti (DPP)** da costruzione, prevista dall'art. 75 del nuovo Regolamento europeo dei Prodotti da Costruzione. Il sistema di passaporti digitali è stato concepito per essere pienamente compatibile con il passaporto digitale dei prodotti sostenibili già esistente a livello europeo, garantendo al contempo un'integrazione efficace con il Building Information

²⁸ Tratto da <https://ollum.it/blog/regolamento-cpr/#:~:text=PUNTI%20CHIAVE,scelta%20strategica%20per%20le%20aziende>

Modelling (BIM). Questa interoperabilità permetterà di creare un ecosistema digitale coerente per tutti i prodotti da costruzione, facilitando la gestione delle informazioni lungo l'intera catena del valore. Il sistema assegnerà a ciascun prodotto-tipo un codice di identificazione univoco, fungendo da carta d'identità digitale che accompagnerà il prodotto durante tutto il suo ciclo di vita ed è accessibile per un periodo di 25 anni.

Il DPP è un record digitale che conterrà informazioni essenziali su un prodotto da costruzione durante tutto il suo ciclo di vita. L'obiettivo principale è migliorare la tracciabilità, la sostenibilità e la trasparenza nel mercato dei materiali da costruzione. Il passaporto dovrà includere la dichiarazione di prestazione e di conformità (DoP), informazioni generali sul prodotto, istruzioni per l'uso e informazioni sulla sicurezza, nonché la documentazione tecnica (figura 21). Il DPP diventerà obbligatorio entro 18 mesi dall'adozione di un atto delegato specifico che integrerà il regolamento. L'articolo 80 chiarisce infatti che 6 mesi dopo l'entrata in vigore dell'atto delegato il sistema può considerarsi completamente operativo, e 18 mesi dopo gli obblighi pienamente applicabili. La piena applicazione del DPP e del CPR 2024 è un processo graduale e dipendente dalla revisione degli standard armonizzati (figure 22 e 23).



Figura 21 Informazioni contenute nel DPP

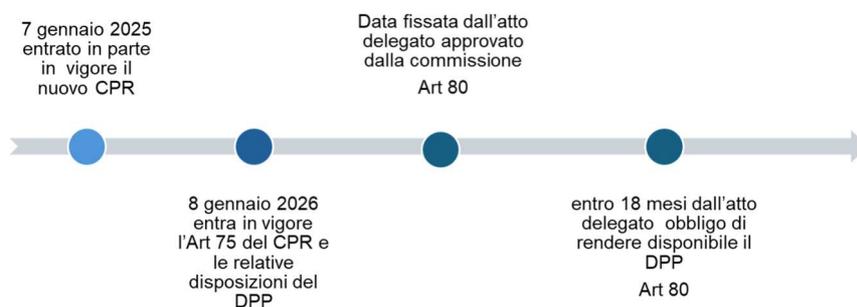


Figura 22 Digital Product Passport (DPP) timeline

- Il Regolamento CPR 3110/2024 introduce un innovativo **sistema di incentivazione** per i prodotti da costruzione che dimostrano prestazioni **ambientali superiori**.
- A partire dal termine del 2026, il CPR 3110/2024 rafforzerà significativamente il ruolo degli appalti pubblici come strumento di trasformazione del mercato edilizio. L'articolo 83 del regolamento sancisce l'introduzione di requisiti obbligatori per il **Green Public Procurement (GPP)** specificamente dedicati ai materiali da costruzione, trasformando gli acquisti pubblici in un potente volano per l'innovazione sostenibile nel settore. Questi requisiti si applicano alle procedure di appalto che rientrano nell'ambito di applicazione delle direttive sugli appalti pubblici e le

amministrazioni aggiudicatrici e gli enti aggiudicatori devono applicare tali requisiti minimi obbligatori quando richiedono prestazioni minime di sostenibilità ambientale per i prodotti da costruzione. In Italia tali principi sono contenuti nei CAM.

- Nel Regolamento 3110/2024 resta invariato, rispetto al Regolamento UE n. 305/2011, il principio secondo cui un prodotto da costruzione coperto da una norma armonizzata deve essere in possesso di una dichiarazione di prestazione e di conformità alla stessa norma armonizzata, ai fini della sua immissione sul mercato della UE e quindi del suo utilizzo nelle opere di costruzione.
- Nel nuovo regolamento si stabilisce che “nella dichiarazione di prestazione e di conformità non può essere apposta altra marcatura oltre alla marcatura CE “. (punto 44)
- Il CPR 3110/2024 avrà i suoi pieni effetti a partire dal 2040, solo da tale data sarà totalmente abrogato il CPR 305/2011, pertanto, avremo la coesistenza dei due regolamenti, (cfr. art 94).

In conclusione, Il nuovo Regolamento Europeo (UE) 3110/2024, che riguarda la marcatura CE dei prodotti da costruzione, è stato introdotto per modernizzare le regole e favorire la sostenibilità ambientale. Tuttavia, il passaggio a queste nuove norme non è immediato, ma sarà graduale. I prodotti che rispettano le norme armonizzate attuali, che definiscono le caratteristiche essenziali e le modalità di dichiarazione delle prestazioni, possono continuare ad essere commercializzati.

Questo significa che i costruttori e i produttori hanno tempo per adeguarsi alle nuove norme, ma possono continuare ad utilizzare prodotti che rispettano le norme attuali, anche dopo l'entrata in vigore del nuovo Regolamento, fino alla sostituzione delle norme.

Si ricorda che una norma armonizzata è una norma, prodotta dal Comitato europeo di normalizzazione, CEN, su mandato della Commissione europea e resa obbligatoria dalla Commissione europea in seguito a un atto di esecuzione, che stabilisce le caratteristiche essenziali rispetto alla prestazione del prodotto (cfr. art 5).

La marcatura CE, accompagnandosi alla dichiarazione di prestazione e di conformità del prodotto (DoP), costituisce garanzia della conformità del prodotto alle prestazioni dichiarate dal fabbricante. Per questo motivo, il riferimento alla “conformità” è stato aggiunto alla “dichiarazione di prestazione” oggi valida (cfr. articoli 13-15).

In virtù della marcatura CE correttamente apposta, il prodotto da costruzione può essere commercializzato sul territorio dell'Unione europea e utilizzato nelle opere da costruzione, previa verifica di eventuali livelli o classi di prestazione che potrebbero essere stabiliti in modo differenziato dai singoli Stati membri. In tal modo viene garantita trasparenza delle informazioni, sicurezza nell'uso e concorrenzialità nel mercato.

Il decreto legislativo n. 106/2017 ad oggi in vigore declina in ambito nazionale gli obblighi previsti dallo stesso regolamento 305/2011, identifica ruoli e competenze dei soggetti coinvolti, condizioni per l'immissione sul mercato ed impiego dei prodotti da costruzione, requisiti, modalità di autorizzazione e notifica degli organismi, e definisce le **sanzioni** per il mancato rispetto dei precetti normativi. È quindi innovativo solamente nella parte relativa al sistema sanzionatorio in capo al fabbricante inadempiente che omette la predisposizione della dichiarazione dei prodotti e per i soggetti che violano gli obblighi di utilizzo delle stesse. Il Dlgs 106/2017, infatti, stabilisce pesanti sanzioni per violazioni dei seguenti obblighi:

- obblighi di dichiarazione di prestazione e marcatura CE da parte dei fabbricanti;
- obblighi di impiego dei prodotti da costruzione in capo a costruttore, direttore dei lavori, direttore dell'esecuzione o collaudatore e il progettista;
- obblighi degli operatori economici;
- obblighi di certificazione posti in capo agli organismi notificati o laboratori.

❖ Norme Armonizzate, EN. approvate con i dispositivi previsti dal CPR 305 e ad oggi valide fino a nuova approvazione con CPR 3110

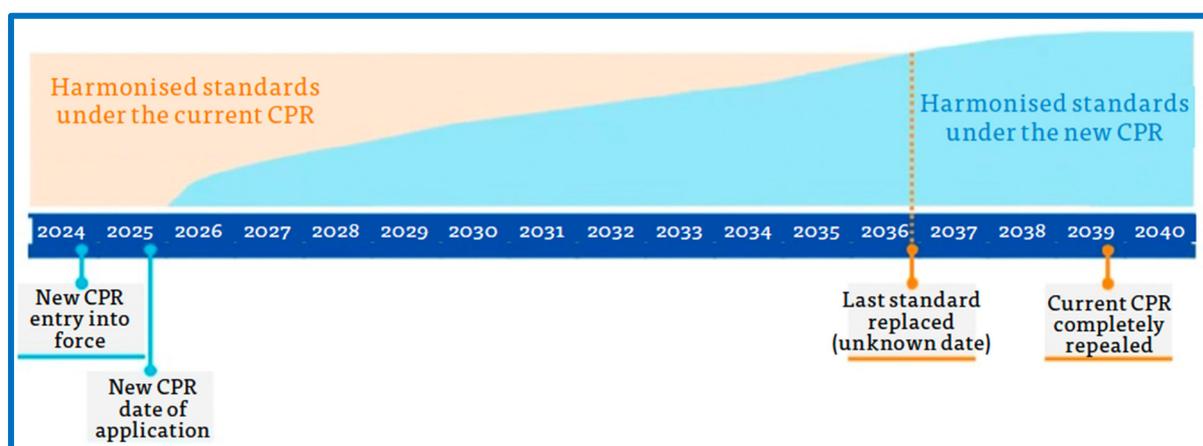


Figura 23 Graduale sostituzione delle EN approvate con il CPR 305 con l'EN approvate con il nuovo il CPR 3110²⁹

Le norme armonizzate sono stabilite dagli organismi europei di normalizzazione. CEN Comitato europeo di normalizzazione, CENELEC Comitato europeo di normalizzazione elettrotecnica e ETSI Istituto europeo norme e telecomunicazioni. Quelle relative ai PDC sono

²⁹ Tratto da <https://fastenerandfixing.com/construction-fixings/is-the-new-construction-product-regulation-going-to-stop-innovation/>

rilasciate dal CEN. Tali norme vengono recepite dagli organismi nazionali di normalizzazione (UNI in Italia).

Le norme europee armonizzate forniscono una base tecnica per valutare le prestazioni dei prodotti da costruzione. Consentono ai produttori di redigere la dichiarazione di prestazione come definita nel regolamento sui prodotti da costruzione e di apporre la marcatura CE. Le Norme Armonizzate si trovano sul sito NANDO-New Approach Notified and Designated Organizations³⁰.

Specifica Tecnica	Norma Armonizzata
Da chi viene richiesta?	Commissione Europea mediante opportuno "Mandato"
Chi la sviluppa, la verifica e la redige?	CEN, CENELEC, ETSI - Organismi Europei di Normazione
Come è strutturata?	Struttura "armonizzata" che prevede: - descrizione del prodotto, - usi previsti, - dettaglio delle caratteristiche essenziali - APPENDICE ZA
Dove si trovano?	Gazzetta Ufficiale EU, Sito NANDO



Figura 24 Il processo che porta alla pubblicazione di una norma tecnica armonizzata può essere riassunto come segue.³¹

In figura 24 è schematizzato il processo di pubblicazione di una norma tecnica armonizzata nell'Unione Europea è un percorso complesso che coinvolge diversi attori e fasi.

Le norme armonizzate sono generalmente divise in quattro parti:

- 1) INTRODUZIONE che specifica il campo di applicazione ed eventuali esclusioni;

³⁰ <https://webgate.ec.europa.eu/single-market-compliance-space/notified-bodies>

³¹ <https://masterblob.com/norme-armonizzate-cosa-sono>

- 2) REQUISITI TECNICI che specificano le caratteristiche geometriche e fisico-meccaniche;
- 3) VALUTAZIONE DELLA CONFORMITA' che definisce le prove iniziali di tipo e il controllo di produzione di fabbrica;
- 4) ALLEGATI che definiscono i metodi di campionatura e i metodi di prova e il livello di attestazione ai fini della marcatura CE.

In particolare, l'allegato ZA è comune a tutte le norme armonizzate relativi ai prodotti da costruzione ed elenca le caratteristiche rilevanti che trovano posto nella dichiarazione di prestazione, indicando se tali caratteristiche siano descrivibili mediante l'appartenenza a una classe oppure mediante la valutazione numerica di una certa grandezza. Nell'allegato ZA sono anche specificati i sistemi di VVCP che identificano le responsabilità del fabbricante e dell'organismo notificato.

2.3 La marcatura CE delle pietre naturali ai sensi del CPR 305

Essendo le pietre naturali materiali da costruzione devono essere conformi a quanto prescritto dal regolamento CPR ai fini della loro commercializzazione e utilizzazione. Pertanto, l'obbligo di conformarsi alla CPR spetta a chiunque produca o faccia produrre un prodotto lapideo per immetterlo sul mercato con il proprio nome/marchio. Tale soggetto viene definito dal Regolamento come "Fabbricante". Che è qualsiasi persona fisica o giuridica che fabbrichi e/o commercializzi un prodotto lapideo con il proprio nome o marchio e quindi coinvolge tutti i soggetti che in qualche misura partecipano alla filiera del settore (cavatori, trasformatori, commercianti, posatori, importatori, ecc).

Il fabbricante è obbligato a redigere una dichiarazione di prestazione, **DoP** (figura 25) per ogni tipo di prodotto immesso sul mercato e deve accompagnare il prodotto sul mercato con la marcatura CE i cui contenuti fanno riferimento alla DoP (tabella 3).

DICHIARAZIONE DI PRESTAZIONE N° 01

ai sensi della CPR 305/2011 e del Regolamento UE 574/2014

- Identificazione del prodotto tipo:
n°0C - Elementi in pietra naturale per murature
- Identificazione del prodotto da costruzione:
- nome commerciale: **Porfido Trentino**
- designazione pitagorica: **Ignimbrite Riolitica**
- luogo di provenienza: **Trentino - Italia**
- Uso previsto:
Murature portanti e non
- Denominazione del fabbricante:
- ragione sociale: **PROGETTO PORFIDO s.n.c. di Avi Luca & C.**
- indirizzo: **Via Nazionale n°20 - LONA LASES (TN)**
- partita IVA / e.f.: **1492630221**
- indirizzo e-mail: **info@progetto-porfido.it**
- Riferimento mandataro:
non applicabile
- Sistema di valutazione e verifica (allegato V della CPR 305/2011):
sistema 4
- Nome e numero di identificazione dell'organismo notificato:
non applicabile
- Nome e numero di identificazione dell'organismo di valutazione tecnica:
non applicabile
- Prestitazione dichiarata:

Caratteristiche essenziali	Valori dichiarati	Specifiche armonizzate
Reazione al fuoco	classe	
Resistenza a flessione	valore minimo atteso	19,7 Mpa
	valore medio	25,8 Mpa
	deviazione standard	3,1 Mpa
Durabilità della resistenza	valore medio prima del getto	25,8 Mpa
	valore medio dopo 56 cicli	24,5 Mpa
Resistenza termica		EN 771-6:2011
Densità apparente	valore medio	2549 kg/mc
Assorbimento d'acqua	valore massimo atteso	1,1%
Resistenza a compressione durabilità	valore minimo atteso	165 Mpa
	valore medio prima del getto	195 Mpa
	valore medio dopo 56 cicli getto	207 Mpa

Si forniscono inoltre le seguenti informazioni supplementari ai fini dell'utilizzo:

Caratteristiche	Prestitabili	Metodo di
Isolamento acustico - valore di progetto	2500-2700 kg/mc	EN 10456:2007
Conduttività termica - valore di progetto	3,5 W/(m·K)	
Resistenza all'usura - valore massimo atteso	15,1 mm	EN 14157:2004
Resistenza agli shock termici cicli	-0,01%	EN 14066:2003
Stabilità dimensionale	non rilevante	
Stabilità dimensionale	classe A	EN 14682
Assorbimento per capillarità C ₁₀₀ (mm)	0,716	EN 1925:2000
Resistenza cristallizzazione dei sali	0,0%	EN 12370:2001
Dilatazione lineare termica/mm °C	7,01 x -610	EN 14581:2005
Determinazione del radonacido gamma(L)	0,97 ± 0,02	UNI 10797:1999

10. La prestazione del prodotto di cui ai punti 1 e 2 è conforme alla prestazione dichiarata di cui al punto 9.

Si rilascia la presente dichiarazione di prestazione sotto la responsabilità esclusiva del fabbricante di cui al punto 4 da parte del

Avi Luca (legato rappresentante)
(specificare nome e funzione aziendale)

Lases, 30 gennaio 2016
(luogo e data)

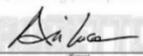

PROGETTO PORFIDO s n c
 di Avi Luca & C.
 Via Nazionale, 20
 38040 Lona Lases (TN)
 P.IVA 01492630221

Figura 25 Esempio di DoP³²

³² Tratta da [da https://progetto-porfido.it/porfido-certificazione/](https://progetto-porfido.it/porfido-certificazione/)

Tabella 3 Contenuti della DoP

I contenuti essenziali della DoP ai sensi dell'allegato III del CPR 305	I contenuti essenziali della DoP ai sensi dell'allegato V del CPR 3110
<ul style="list-style-type: none"> ➤ un numero progressivo di identificazione del documento ➤ identificazione del prodotto tipo (1) e della famiglia di appartenenza (2) ➤ l'uso previsto del prodotto (3) ➤ nome e indirizzo del "Fabbricante" (4) ➤ riferimenti mandatario qualora nominato (5) ➤ sistema di valutazione secondo le norme armonizzate (6) ➤ caratteristiche essenziali del prodotto (9) secondo le norme armonizzate di riferimento del prodotto tipo (1) ed eventuali informazioni aggiuntive specifiche per l'uso (NB: le caratteristiche essenziali previste nelle norme armonizzate vanno in ogni caso riportate anche se non determinate e nel caso indicate con NPD) ➤ indicazione chiara della persona che si assume la responsabilità della dichiarazione e relativa firma. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Nome del fabbricante codice di dichiarazione ➤ Descrizione del prodotto, codice di identificazione unico del prodotto-tipo (1) ➤ Permalink o supporti dati (informazioni generali relative ai prodotti, istruzioni d'uso ecc (2) ➤ nome e indirizzo ed ecc. del "Fabbricante" (3) ➤ riferimenti mandatario (4) ➤ organismo Notificato (ente di certificazione riconosciuto es. CEN) (5) ➤ organismo di valutazione (TAB. Technical Assessment Bodies) (6) ➤ Riferimento ai certificati o alle relazioni di convalida emessi dagli organismi notificati e dai TAB (7) ➤ Documenti tecnici di riferimento (8) ➤ Prestazioni e caratteristiche in termini di sostenibilità dichiarate, calcolo del Life Cycle Assessment del intero ciclo di vita, LCA (9) ➤ I requisiti dei prodotti applicabili indicati dalle specifiche tecniche armonizzate (10) ➤ Dichiarazioni con indicazione chiara della persona che si assume la responsabilità della dichiarazione e relativa firma (11)

La DoP è attualmente il documento fornito al cliente su supporto cartaceo o elettronico nella lingua dello Stato membro in cui viene commercializzato il prodotto a cui si riferisce ed è separato dall'etichetta CE che invece deve accompagnare fisicamente il prodotto ma che dal 2026 sarà in formato elettronico non modificabile, e inseguito sarà contenuta del DPP.

La Dichiarazione di Prestazione (DoP) si riferisce a un prodotto "tipo" e può essere consegnata in fase di offerta o inizio fornitura, mentre il marchio CE deve essere applicato su ogni singolo prodotto e deve essere visibile sull'imballaggio o sul documento di accompagnamento

 ANNO: 2015	Norma di riferimento: UNI EN 1469:2005 Prodotto: Lastre di pietra naturale per rivestimenti Codice unico prodotto: LRLS-15 Dichiarazione di prestazione n°: 4/2015 Denominazione UNI EN 12440: Pietra di Luserna Luogo di origine: Località Giassetto - Comune di Bagnolo Piemonte (CN) Nome petrografico: Gneiss Nome commerciale: Pietra di Luserna Destinazione d'uso: Rivestimento muri e soffitti esterni Finitura superficiale: a spacco Trattamenti superficiali: nessuno	
	MORINA MAURO & C. sas Via delle Rocchette, 2 10060 - BIBIANA (TO)	
CARATTERISTICHE MARCATURA CE	VALORI DICHIARATI	METODO DI PROVA
Reazione al fuoco	Classe: A1	Nessuna prova (Decisione 96/603/EC)
Resistenza a flessione	Valore medio: 25.3 MPa	UNI EN 12372
	Deviazione standard: 2.4 MPa	
	Minimo atteso: 20.5 MPa	
Resistenza a flessione dopo 56 cicli di gelo/disgelo	Valore medio: 23.9 MPa	UNI EN 12371
	Deviazione standard: 3.3 MPa	
	Minimo atteso: 17.4 MPa	
Massa volumica apparente	Valore medio: 2620 Kg/m³	UNI EN 1936
	Dev. St. 5	
Porosità aperta	Valore medio: 0.9 %	UNI EN 1936
	Dev. St. 0.0	
Resistenza allo shock termico	Variaz. media della porosità aperta: -3.3 %	UNI EN14066
	Dev St. della porosità aperta: 5.9	UNI EN14066
	Variazione UPV 5.3 %	
	Dev. St. UPV 1.0	
	Variaz. resistenza a flessione -8 %	
Carico di rottura in corrispondenza dei fori di fissaggio	NPD	UNI EN13364
Rilascio sostanze pericolose	NPD	--
Note:		

Figura 26 Esempio di marcatura CE³³

I contenuti essenziali del marchio sono quelli riportati nella DoP a cui il prodotto commercializzato si riferisce e quindi: le norme armonizzate di riferimento, il numero della DoP, destinazione d'uso, ecc (figura 26).

Il marchio deve anche riportare, qualora si tratti di una pietra naturale estratta negli Stati europei, la denominazione della pietra secondo la EN 12440.

Chiaramente deve riportare denominazione ed indirizzo del "Fabbricante" e non contenere marchi o simboli di altro tipo (aziendali o di prodotto) e tutti i valori dichiarati secondo quanto indicato nell'allegato ZA delle norme armonizzate di riferimento del prodotto.

È vietata la circolazione e la commercializzazione sul territorio della Comunità Europea di qualsiasi prodotto lapideo non provvisto del marchio CE per i quali esiste una norma europea armonizzata.

³³ https://medias.groupe-samse.fr/Fiche_technique/Fiche_technique_98395.pdf

La marcatura CE attesta che le informazioni che accompagnano il prodotto sono state ottenute in accordo con il regolamento CPR e attesta che esso possiede i requisiti essenziali fissati da una o più normative comunitarie, conferisce al prodotto la libera circolazione sul territorio comunitario. Tutta via non è sinonimo di qualità e non rappresenta idoneità all'uso essa presuppone che i prodotti che la presentano siano idonei all'impiego previsto e specificato dalla norma armonizzata rappresenta Sta al progettista scegliere adeguatamente i materiali in relazione a quanto prescritto per l'opera di costruzione.

Gran parte dei prodotti in pietra naturale sono compresi in specifiche norme armonizzate (EN.....) e comportano quindi gli obblighi precedentemente indicati.

2.4 Norme armonizzate UNI EN e UNI delle pietre ornamentali per la classificazione e la valutazione delle proprietà tecniche e della marcatura CE

L'attività di normazione si sviluppa su tre livelli Internazionale (ISO) europeo (CEN) e nazionale. In generale i prodotti per il mercato europeo sottostanno al CEN e ai singoli Enti Nazionali che recepiscono le direttive comunitarie declinandole allo specifico mercato nazionale, ad esempio, il mercato italiano viene unificato dalle norme UNI. Le esportazioni e il mercato negli Stati Uniti invece sono normate da ASTM che sviluppa i propri standard indipendentemente.

Al fine di creare un insieme uniforme di standard per la pietra naturale per i membri dell'ISO, oltre 150 paesi, è stato istituito il comitato tecnico ISO 327 sulle pietre naturali. L'importanza della standardizzazione della pietra naturale a livello globale è intrinseca nella natura stessa della pietra naturale; infatti, la sua 'unicità è specifica di quella cava. ma il suo utilizzo e la sua lavorazione spesso avvengono in paesi differenti dall'estrazione, pertanto, la sua commercializzazione a livello globale richiede una standardizzazione di definizioni requisiti e metodi di prova in particolare il **ISO/TC 327** si sta occupando dei blocchi grezzi, lastre, semilavorati e prodotti finiti.

Per i seguenti usi in applicazioni sia interne che esterne: pavimentazione, scale, rivestimento ecc.

Questa standardizzazione include requisiti per dimensioni e tolleranze, standard e metodi di prova per proprietà fisiche, proprietà meccaniche, petrografia, prestazioni degli attacchi, durata, degrado dovuto a influenze ambientali e metodi di attacco.

La commercializzazione e l'utilizzo a livello globale della pietra trarrà dei vantaggi dalla standardizzazione, avere standard unificati attraverso l'ISO darà a tutte le parti un terreno comune su cui fare affidamento al fine del miglior utilizzo dei prodotti lapidei.

Di seguito vengono elencate le norme armonizzate a cui tutti i paesi europei devono fare riferimento per l'utilizzo e la commercializzazione della pietra come materiale da costruzione e la definizione dei metodi di prova al fine della classificazione e determinazione delle proprietà fisiche e tecniche (tabella 4).

Tabella 4 Norme armonizzate

Norme armonizzate relative alle pietre naturali ai fini della classificazione come prodotto da costruzione.

UNI EN 12670 Pietre naturali - Terminologia

UNI EN 12440 Pietre naturali – Criteri per la denominazione

UNI EN 771-6 Specifica per elementi per muratura – Parte 6: Elementi di pietra naturale per muratura

UNI EN 1341 Lastre di pietra naturale per pavimentazioni esterne – Requisiti e metodi di prova

UNI EN 1342 Cubetti di pietra naturale per pavimentazioni esterne – Requisiti e metodi di prova

UNI EN 1343 Cordoli di pietra naturale per pavimentazioni esterne – Requisiti e metodi di prova

UNI EN 1467 Pietre naturali – Blocchi grezzi - Requisiti

UNI EN 1468 Pietre naturali – Lastre grezze - Requisiti

UNI EN 1469 Prodotti di pietra naturale – Lastre per rivestimenti - Requisiti

UNI EN 12057 Prodotti di pietra naturale – Marmette modulari - Requisiti

UNI EN 12058 Prodotti di pietra naturale – Lastre per pavimentazioni e scale – Requisiti.

UNI EN 13373 Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione delle caratteristiche geometriche degli elementi

Le proprietà tecniche possono essere valutate:

- a) in maniera unica (standardizzata) e quantitativa, con una Norma Tecnica di riferimento;
- b) qualitativamente o quantitativamente, senza norme tecniche di riferimento.

Per le proprietà di tipo a) si utilizzano le prove in laboratorio standardizzate e codificate da una norma armonizzata. Ciò significa, poter esprimere quantitativamente il risultato, attraverso i numeri, indipendenza dall'operatore, poter ripetere la prova, e che nell'ambito della stessa prova di laboratorio, si possono eseguire comparazioni tra materiali diversi (tabella 5).

Per le proprietà di tipo b) non esistono prove standard di laboratorio, alcuni esempi di proprietà tecniche senza norme di riferimento europee per le pietre naturali sono la igroscopicità, la permeabilità all'aria o ai gas, la conducibilità, la lavorabilità ecc.

Tabella 5 Principali Norme armonizzate UNI EN che definiscono i metodi di prova delle pietre naturali per la valutazione delle proprietà di tipo a), ai fini della marcatura CE

PROVE DI LABORATORIO		norma armonizzata UNI EN						
		1341	1342	1343	1469	12058	12057	12057
tipo	Metodo di prova	LASTRE	CUBETTI	CORDOLI	LASTRE	LASTRE	MARMETTE	MARMETTE
	UNI EN	pavimenti	pavimenti		rivestimenti	Pavimenti e scale	rivestimenti	pavimenti
Esame petrografico	12407							
Massa volumica apparente e porosità aperta	1936							
Resistenza a compressione	1926							
Resistenza a compressione dopo gelo-disgelo	12371		56 cicli					
Resistenza a flessione a flessione a momento costante	12372 13161							
Resistenza a flessione dopo gelo-disgelo	12371	56 cicli		56 cicli	14 cicli	48 cicli	14 cicli	48 cicli
Assorbimento d'acqua a pressione atmosferica	13755							
Resistenza all'usura per abrasione	14157							
Resistenza allo scivolamento	14231							
Assorbimento d'acqua per capillarità A contatto con terreno e porosità > 1%	1925							
Resistenza all'abrasione	14157							
Resistenza allo shock termico Obbligatoria per uso esterno	14066 12372							
Carico di rottura al fissaggio con tasselli	13364							
Determinazione della resistenza del marmo ai cicli termici e di umidità	16306							
		LEGENDA						
			prove obbligatorie					
			prove volontarie					

Principali norme nazionali, UNI, di riferimento per l'utilizzo delle pietre naturali.

UNI/TS 11881:2022 Utilizzo della pietra naturale in ambienti con presenza, contatto e interazioni non occasionali con l'acqua nelle sue diverse fasi.

UNI/TR 11351 Istruzioni complementari per l'applicazione della marcatura CE sulle pietre naturali

UNI 11714-1 Rivestimenti lapidei di superfici orizzontali, verticali e soffitti – Parte 1: Istruzioni per la progettazione, la posa e la manutenzione.

UNI 11714-2:2019 Rivestimenti lapidei di superfici orizzontali, verticali e soffitti – Parte 2: Requisiti di conoscenza, abilità e competenza per posatori di rivestimenti lapidei di superfici orizzontali, verticali.

UNI 11812:2021 “Metodi di prova per pietre naturali – Determinazione delle resistenze ai singoli punti di ancoraggio di componenti lapidei.

2.5 La pietra naturale sostenibilità Life Cycle Assesment (LCA)

Come già evidenziato nei paragrafi precedenti, sia la normativa nazionale che quella europea richiedono l'uso di prodotti da costruzione ambientalmente sostenibili, in linea con l'obiettivo del Green Deal e del GPP. L'obiettivo è ridurre l'impatto ambientale dell'industria delle costruzioni, contribuire alla transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio e sostenere e sviluppare l'economia circolare.

Uno degli strumenti per valutare l'impronta ambientale di un prodotto nell'intero ciclo di vita è la valutazione del LCA, con una metodologia standardizzata stabilita dalle norme UNI EN ISO 14040-44 che definiscono i principi e le procedure per condurre lo studio.

Il Life Cycle Assessment (LCA), comunemente tradotto come "Analisi del Ciclo di Vita", è una metodologia di analisi che valuta l'impatto ambientale di un prodotto, servizio o processo durante tutto il suo ciclo di vita, dall'estrazione delle materie prime fino alla gestione del fine vita. L'LCA permette di quantificare l'impronta ambientale in diverse fasi, permettendo anche confronti tra prodotti o processi diversi e aiutando a identificare gli interventi per migliorarne la sostenibilità.

❖ Studi basati sulla analisi del LCA della filiera della pietra ornamentale

– ARCADIA³⁴

Negli ultimi anni si sono condotti diversi studi sull'analisi del LCA della pietra ornamentali uno dei più importanti e significativi è stato sviluppato e coordinato dall'ENEA, iniziato nel 2019 e conclusosi nel 2023, all'interno del progetto ARCADIA, “Approccio ciclo di vita nei contratti pubblici e banca dati italiana LCA per l'uso efficiente delle risorse”.

³⁴STUDIO LCA DI FILIERA DELLE PIETRE ORNAMENTALI Autori*: Elisabetta Palumbo, Chiara Panozzo, Marilisa Cellurale, Caterina Rinaldi
-Dipartimento di Ingegneria e Scienze Applicate (DISA), Università degli Studi di Bergamo
-ENEA, Dipartimento Sostenibilità, circolarità e adattamento al cambiamento climatico dei Sistemi Produttivi e Territoriali



Figura 27 Logo Arcadia³⁵

L'obiettivo principale di ARCADIA è rafforzare le competenze delle Pubbliche Amministrazioni per integrare la metodologia LCA in modo corretto nei bandi di appalto pubblici, soprattutto per le infrastrutture e opere pubbliche, nonché per gli acquisti verdi. Questo si traduce in due azioni fondamentali:

1. un'analisi preliminare sullo stato di implementazione di approcci e metodologie per la valutazione degli aspetti ambientali, degli aspetti economici e dei costi esterni del ciclo di vita legate agli appalti pubblici e acquisti verdi (nazionali ed europei) in applicazione della Direttiva 2014/24/UE, recepita con D.Lgs. n. 50/2016. Saranno anche valutate le novità di rilievo introdotte in Italia su alcuni temi ambientali quali la prevenzione e la gestione dei rifiuti, il Green Public Procurement (GPP), l'obbligo di utilizzare i Criteri Ambientali Minimi (CAM) negli appalti pubblici, l'economia circolare, l'impronta ambientale, il Regolamento Made Green in Italy, schema nazionale volontario per la valutazione e la comunicazione dell'impronta ambientale dei prodotti;
2. **La realizzazione di una banca dati nazionale LCA**³⁶ per 15 filiere, che sia uno strumento per:
 - a) facilitare la diffusione della metodologia LCA a livello nazionale e promuovere iniziative di mitigazione degli impatti avendo fra i destinatari pubblica amministrazione, imprese, ONG e università / ricerca;
 - b) promuovere e sviluppare iniziative di sviluppo sostenibile ed economia circolare basate su approccio di ciclo di vita, che coinvolgano gli stakeholder del territorio;
 - c) sostenere l'elaborazione e la regolamentazione delle politiche pubbliche;

³⁵ Tratto da <https://www.arcadia.enea.it/>

³⁶ BDI-LCA rappresenta uno strumento strategico per promuovere eco-innovazione e per supportare azioni di economia circolare lungo le filiere produttive nazionali. Contiene al suo interno i dataset relativi ad oltre 20 filiere produttive nazionali, afferenti ai settori agroalimentare, edilizia-costruzioni, energia e legno arredo. La banca dati è in continuo aggiornamento man mano che nuovi studi di filiera vengono completati, e l'utilizzo dei dataset è gratuito, previa registrazione

d) promuovere l'acquisizione di etichette ambientali come EPD (Environmental Product Declaration), PEF (Product Environmental Footprint), "Made Green in Italy" utilizzabili nell'ambito degli "appalti verdi" dai diversi operatori pubblici e soggetti privati.

In sostanza, ARCADIA punta a promuovere l'uso del LCA come strumento per rendere gli appalti pubblici più sostenibili ed efficienti, sia dal punto di vista economico che ambientale.

Il settore dell'edilizia e delle costruzioni è uno dei comparti strategici per promuovere l'economia circolare e di interesse prioritario per il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica nell'ottica di supportare l'applicazione dei CAM e del GPP. Le valutazioni del Ciclo di vita nell'ambito edilizio, e in particolare nella fase di progettazione, sono fondamentali per individuare gli indicatori ambientali per la valutazione della sostenibilità delle opere pubbliche.

Tra i settori dell'edilizia e costruzione lo studio della filiera delle pietre ornamentali è di notevole importanza classificandosi come sesto Paese produttore di materia prima litica grezza su scala mondiale (Marmomacchine, 2023), pertanto, tale filiera ha degli impatti importanti il primo di tipo economico il secondo di tipo ambientale legato all'attività estrattiva e in stabilimento. Come si può rilevare dalla tabella 6 tutto il territorio italiano è interessato dalle attività estrattive.

Tabella 6 Siti estrattivi e stato di attività per regione nell'anno 2018. (Rielaborazione di Università degli Studi di Bergamo/autori da ISTAT, 2020)³⁷

REGIONI	STATO DI ATTIVITÀ			
	Siti attivi	Di cui produttivi nell'anno	Siti non attivi	Totale
Piemonte	314	197	40	354
Valle d'Aosta	27	15	3	30
Liguria	61	45	17	78
Lombardia	382	274	55	437
Provincia Autonoma di Bolzano	119	90	22	141
Provincia Autonoma di Trento	131	99	9	140
Veneto	351	136	24	375
Friuli – Venezia Giulia	54	42	8	62
Emilia - Romagna	173	142	36	209
Toscana	287	221	54	341
Umbria	60	48	13	73
Marche	166	48	11	177
Lazio	175	102	30	205
Abruzzo	128	72	28	156
Molise	42	36	7	49
Campania	60	37	15	75
Puglia	341	137	61	402
Basilicata	51	39	11	62
Calabria (c)	42	30	6	48
Sicilia (c)	247	186	61	308
Sardegna	124	85	82	206
<i>Nord-Ovest</i>	784	551	115	899
<i>Nord-Est</i>	828	509	99	927
<i>Centro</i>	688	419	108	796
<i>Sud</i>	664	351	128	792
<i>Isole</i>	371	271	143	514
ITALIA	3.335	2.081	593	3.928

La Tabella 7 illustra, in particolare, la ripartizione delle attività estrattive in funzione delle diverse tipologie di materiale prelevato.

Tabella 7 Ripartizione delle attività di cava per tipologia di materiale estratto (Rielaborazione di Università degli Studi di Bergamo/autori da Legambiente, 2021)

DESCRIZIONE TIPOLOGIA MATERIALE ESTRATTO	RIPARTIZIONE N CAVE AUTORIZZATE	RIPARTIZIONE DELLE QUANTITÀ DI MATERIALE ESTRATTO
Basalto/tufo/argilla	4,7%	4,2%
Argilla	5,9%	5,2%
Calcare e gesso	32,5%	39%
Torba	0,3%	0,1%
Pietre ornamentali	24,9%	9%
Sabbia e ghiaia	31,7%	42,5%

³⁷ Tab 6 e 7 e figura 28 tratte da STUDIO LCA DI FILIERA DELLE PIETRE ORNAMENTALI

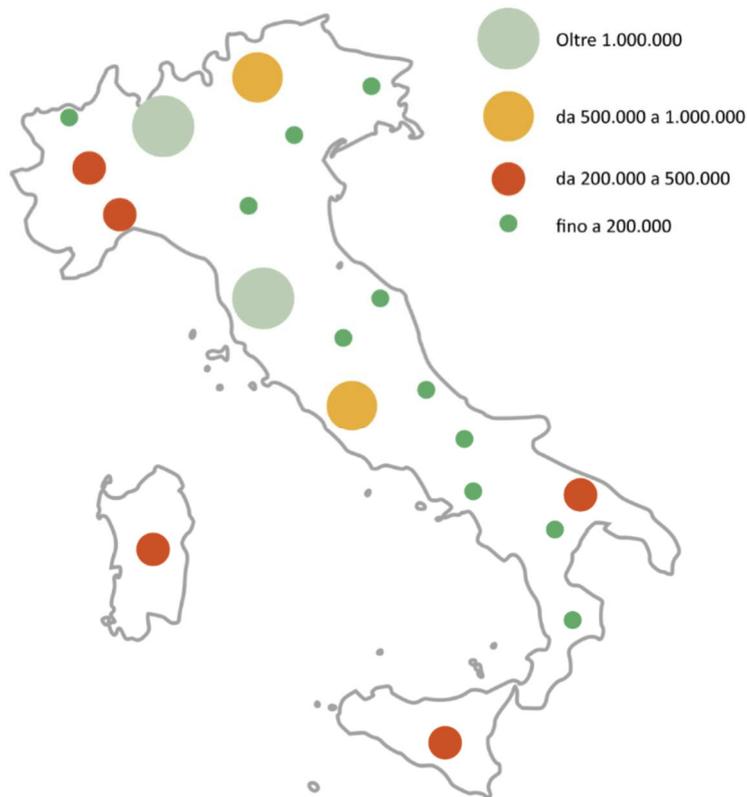


Figura 28 Ripartizione delle attività di cava per tipologia di materiale estratto (Rielaborazione di Università degli Studi di Bergamo/autori da Legambiente, 2021)

Come è evidente la filiera estrattiva delle pietre ornamentali ha un impatto su tutto il territorio nazionale ed assume un notevole peso dal punto di vista ambientale (figura 28). Da qui la necessità di approfondire le modalità di produzione con il fine di proporre alle aziende migliorie e accorgimenti mirati alla riduzione degli impatti nel ciclo di vita, e rendere disponibili all'interno della Banca Dati Italiana LCA (BDI LCA), dataset relativi ai processi di produzione di materiali ritenuti significativi del settore edile, nell'ottica di orientare gli appalti della PA nel settore delle costruzioni verso gli Acquisti Verdi. La volontà di indirizzare la famiglia di pietre ornamentali verso un ridotto impatto ambientale è anche negli indirizzi presi nell'ambito dei Criteri Ambientali Minimi per gli interventi edilizi (MiTe, DM 2022), che stabilendo il criterio 2.5.10.1 sulle pavimentazioni dure, richiede che la rispondenza al criterio avvenga attraverso il possesso dell'etichetta europea Ecolabel (Decisione 2021/476), che viene assegnato solo a quei prodotti che dimostrano di avere un ridotto impatto ambientale durante il ciclo di vita.

Lo studio del LCA consente inoltre di poter opporre ai materiali prodotti le etichettature ambientali armonizzate riconosciute a livello globale, le pietre ornamentali possono ottenere il marchio **Ecolabel europeo**, o EU Ecolabel, che è un marchio di qualità ecologica

di tipo I, come definito dalla norma ISO 14024 (Etichette e dichiarazioni ambientali - Etichettatura ambientale di Tipo I - Principi e procedure), che certifica prodotti a basso impatto ambientale. I criteri presi in esame dallo schema Ecolabel prevedono valori minimi, o di soglia e riguardano non solo gli aspetti ambientali, tra cui l'uso dell'energia, dell'acqua, delle sostanze chimiche e la produzione di rifiuti, ma anche la funzionalità del prodotto e la qualità delle sue prestazioni, Un altro strumento per le aziende è l'**EPD (Environmental Product Declaration)**, o Dichiarazione Ambientale di Prodotto, che è un documento che fornisce informazioni trasparenti e comparabili sull'impatto ambientale di un prodotto durante il suo intero ciclo di vita, dalla produzione all'uso e allo smaltimento. L' EPD permette di adempiere ai requisiti ambientali previsti dai CAM.

Lo studio ha analizzato i dati dei processi forniti da quattro aziende ed ha preso in considerazione la produzione di una lastra di rivestimento in pietra ornamentale, destinata all'utilizzo in pavimentazioni, l'Unità Funzionale (UF) adottata ai fini dello studio è 1 m² di lastra di pietra ornamentale di diversa tipologia litica e relativa densità (valori tra 1980 e 2550 kg/m³), in due differenti spessori, 2 e 3 cm, rispettivamente, senza e con lavorazioni superficiali nell'arco temporale di 60 anni. Il packaging del prodotto resta escluso dall'UF.

Il confine di sistema all'interno del quali sono state fatte le analisi è definito con un approccio "dalla culla al cancello" (*from Cradle to gate*). Include quindi tutte le fasi di estrazione della materia prima in cava, il trasporto dalla cava allo stabilimento di lavorazione, e le diverse lavorazioni eseguite nello stabilimento produttivo, ovvero segazione del blocco in lastre, fresatura della lastra e, solo per una tipologia litica quattro diverse lavorazioni superficiali.

I risultati dello studio condotto hanno consentito di realizzare 18 dataset per le diverse tipologie litiche e lavorazioni analizzate.

Gli esiti dello studio LCA, basati sul metodo di valutazione degli impatti EF 3.0³⁸, hanno messo in luce che le categorie di impatto normalizzate il cui contributo è almeno l'80% dell'impatto totale risultano essere, rispettivamente:

- Resource use, fossil (variabile da 11,5% a 17,9%);
- Ecotoxicity, freshwater (variabile da 12,1% al 17,1%);
- Particulate matter (variabile da 6,9% al 18,0%);
- Photochemical ozone formation (variabile da 6,5% al 12,0%);
- Eutrophication fresh water (variabile da 6,5% al 9,7%);
- Climate change CO₂ (variabile da 6,6% al 9,6%);
- Acidification (variabile da 6,4% al 7,5%);

³⁸ EF 3.0 è un metodo di valutazione del ciclo di vita (LCA), che prende in considerazione diverse categorie d'impatto, il cambiamento climatico, CO₂, l'uso dell'acqua del suolo, le polveri sottili ecc

- Eutrophication, terrestrial (variabile da 5,9% al 9,7%);
- Eutrophication, marine (variabile da 8,0% al 7,4%);
- Water use (variabile da 8,4% al 9,4%).

Inoltre, dallo studio è emerso che valutando le tre principali fasi del ciclo di vita, si evince che gli impatti sono fortemente legati alle diverse tecniche estrattive e alla vetustà del macchinario utilizzato. La fase di estrazione della pietra in cava varia con un'incidenza sul totale da 20,3% (breccia monogenica estratta in galleria con segatrice a catena) a ca. l'63,1% (arenaria estratta con esplosivo). Il trasporto grava solamente tra lo 0,2% e il 10,1% in base alla distanza di trasporto dei blocchi dalla cava allo stabilimento, mentre le lavorazioni nel sito produttivo incidono tra il 33,6% e 79,6% principalmente a causa del consumo dei diversi macchinari utilizzati.

– Analisi LCA media settoriale del prodotto "lastre di Pietra Naturale Autentica", PNA.³⁹

Un altro significativo studio è stato promosso da Rete PNA - Pietra Naturale Autentica che ha commissionato al Politecnico di Torino uno studio avente l'obiettivo di quantificare gli impatti ambientali di 1 m² di lastra avente spessore di 2 cm. e con finitura superficiale di 12 differenti litotipi estratti e lavorati da diverse aree geografiche dell'Italia. Lo studio è stato condotto come da normativa ISO e basato sul metodo di valutazione degli impatti EF 3.0, come quello di ARCADIA. Anche in questo caso i dati in input sono stati forniti da alcune aziende che operano nel settore e i dati mancanti ai fini dell'analisi sono stati recuperati dalla letteratura. Dall'Analisi di Inventario (LCI) per ciascuna fase (estrazione, taglio e finitura), sono stati raccolti i seguenti dati:

- Consumi di energia, acqua, materie prime e materiali;
- Tipologia, quantità e destinazione degli scarti;
- Quantità e tipologia di eventuali emissioni in aria, acqua e suolo;
- Sistemi di trasporto impiegati e distanze.

I suddetti dati sono stati necessari per realizzare l'analisi del LCA delle lastre di 12 litotipi differenti oggetto di studio.

39 Autori dello studio: Ric. Isabella Bianco, Prof. Gian Andrea Blengini - Politecnico di Torino, Ing. Claudia Chiappino

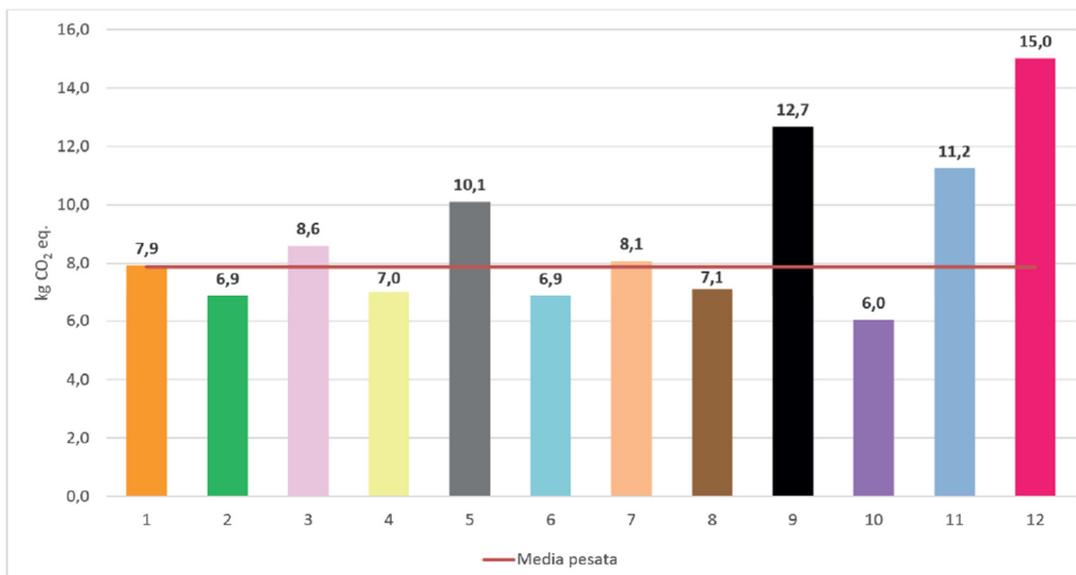


Figura 29 Impatti sul cambiamento climatico di 1 m² di lastra (spessore 2 cm) per i materiali analizzati e indicazione del valore medio⁴⁰

Per ogni materiale sono stati valutati gli impatti ambientali relativi a 1 m² di lastra. La figura 29 mostra l'impatto sul cambiamento climatico, che varia da 6,0 kg CO₂ eq/m² a 15,0 kg CO₂ eq/m², con un valore medio pari a 7,9 kg CO₂ eq/m². Questo dato medio è stato calcolato come media ponderata, tenendo conto dei quantitativi prodotti da ciascuna azienda nell'anno di riferimento che ha fornito i dati. Mentre la figura 30 mostra, per ogni materiale analizzato, la percentuale di impatto dovuta (i) all'energia utilizzata in fase di estrazione (energia elettrica e diesel), (ii) ai materiali consumati e agli scarti prodotti durante la fase di estrazione, (iii) al trasporto dalla cava all'impianto di trasformazione, (iv) all'energia utilizzata per le fasi di taglio/finitura e (v) ai materiali e agli scarti prodotti durante le fasi di taglio/finitura.

⁴⁰ Life Cycle Assessment (LCA) di settore per lastre in pietra naturale italiana <https://www.naturalstoneisbetter.com/it/sostenibilita/>

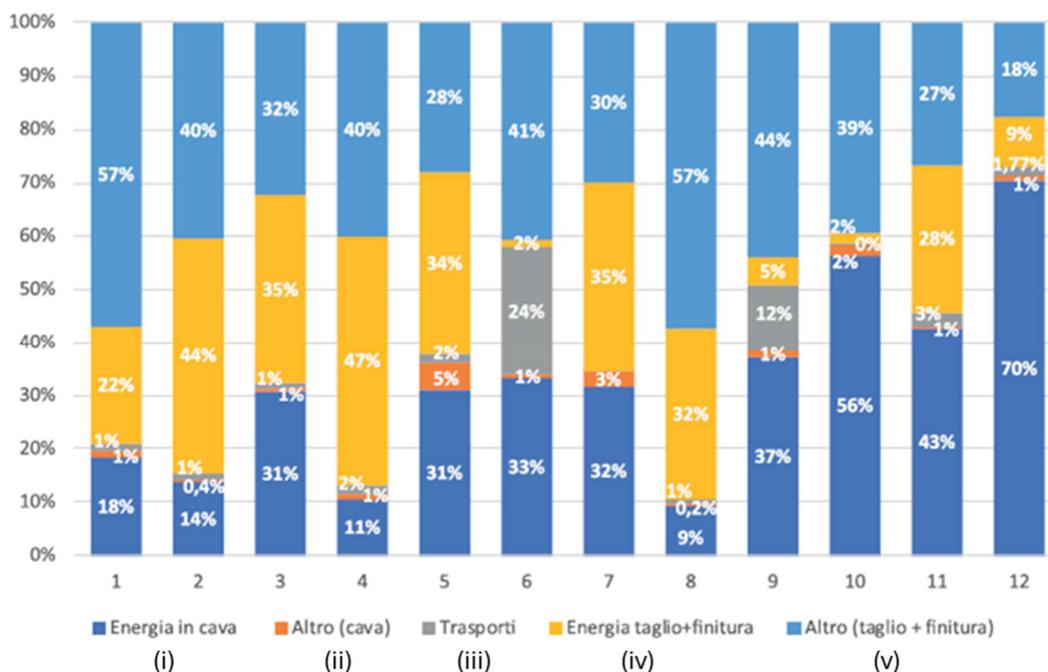


Figura 30 Contributo percentuale delle varie fasi del processo sull'indicatore del cambiamento climatico⁴¹

Dallo studio del LCA media di settore della lastra lapidea emerge che il suo impatto sul cambiamento climatico risulta compreso tra 6,0 kg CO₂ eq/m² e 15,0 kg CO₂ eq/m², con un valore medio di 7,9 kg CO₂ eq/m²

La variabilità del dato rappresenta un fattore fisiologico per la filiera lapidea, in cui i processi produttivi (e i relativi consumi di energia e materiali) variano a seconda delle caratteristiche meccaniche della pietra, così come il rendimento, specialmente durante la fase estrattiva.

Le principali problematiche ambientali derivanti dalla lavorazione delle pietre ornamentali sono strettamente connesse alle diverse tecniche di estrazione e alle numerose lavorazioni delle superfici.

L'analisi ha consentito in fine di confrontare la lastra di pietra utilizzata per rivestimenti con un altro materiale con la stessa destinazione d'uso, piastrella ceramica. Al fine di confrontare le performance ambientali delle lastre in pietra con le lastre in ceramica, è stata condotta una ricerca sulle dichiarazioni ambientali di prodotto EPD, delle ceramiche. Infatti, secondo le EPD disponibili, la piastrella ceramica ha un impatto variabile tra 15,5 e 29,9 kg CO₂ eq/m², a fronte di un impatto medio delle lastre in pietra di 7,9 kg CO₂ eq/m².

Come già trattato precedentemente la valutazione dell'LCA è prevista dal CPR 3110/2024 e sarà riportata nel DPP e nella DoP, ma è anche uno strumento obbligatorio per la valutazione

⁴¹ Life Cycle Assessment (LCA) di settore per lastre in pietra naturale italiana <https://www.naturalstoneisbetter.com/it/sostenibilita/>

dell'impatto socioeconomico e ambientale come obbligatoriamente previsto dalle normative di pianificazione quale il PRAE (Regione Piemonte).

La filiera delle pietre ornamentali rappresenta un esempio significativo della complessità legata alla sostenibilità nel settore dei materiali da costruzione, soprattutto se considerata e valutata in un'ottica di circolarità del sistema produttivo, pertanto, è necessario vista anche la durabilità dei prodotti lapidei sostenere e implementare il loro riutilizzo e il recupero dei materiali di scarto dell'attività estrattiva e di lavorazione.

CAPITOLO III - Lavori pubblici e sostenibilità. Esempi d'utilizzo della pietra ornamentale nei lavori pubblici

3.1 Cenni sul quadro normativo nazionale, dei contratti pubblici

La disciplina normativa relativa agli appalti pubblici ha origine nel periodo sabauda, con l'introduzione della Legge 23 marzo 1853 n. 1483, conosciuta anche come "Legge Cavour". Tale normativa sanciva il principio dell'evidenza pubblica, specificando nell'articolo 24 che *"tutti i contratti nell'interesse dello Stato avranno luogo mediante pubblici incanti"*. Successivamente, fu promulgata la Legge 20 marzo 1865 n. 2248, nota come Legge Lanza, Allegato F, riguardante le Opere Pubbliche. In particolare, nel Titolo VI, dedicato alla gestione amministrativa ed economica dei lavori pubblici, erano regolamentate le procedure dalla progettazione fino all'esecuzione dei lavori e alla loro contabilità. Con l'unificazione del Regno d'Italia, furono poi emanati i Regi Decreti n. 2440 dell'8 novembre 1923 e n. 827 del 23 maggio 1924, che per lungo tempo costituirono il principale riferimento normativo in materia di contratti pubblici.

L'intento principale di questo quadro normativo era quello di salvaguardare tempestivamente l'interesse della pubblica amministrazione, assicurando la scelta della controparte migliore. Quest'ultima doveva essere identificata come quella in grado di offrire le prestazioni più adeguate alle condizioni economiche più favorevoli per l'amministrazione stessa.

Tuttavia, l'affidamento degli appalti pubblici è stato spesso al centro di eventi di rilevanza penale. Proprio per questo motivo, già nel 1930, è stato introdotto il reato di "Turbata libertà degli incanti", disciplinato dall'articolo 353 del Codice penale (Codice Rocco).

Il presente quadro normativo rimase pressoché invariato fino all'introduzione delle direttive europee negli anni 70, in seguito alle quali le normative nazionali receperono tali indirizzi comunitari, il cui obiettivo principale era quello di garantire a tutti gli attori economici che operavano nei paesi degli stati membri l'opportunità di partecipare come concorrenti alle procedure di affidamento per l'esecuzione di appalti pubblici.

Le prime due direttive disciplinavano le procedure da adottare in caso di stipula di contratti di appalto di lavori (Dir. 71/305/CEE) e di forniture (Dir. 77/62/CEE), e furono recepite in Italia dalla legge 9 agosto 1977, n. 584 e s.m.i.

Il recepimento delle direttive diede inizio al percorso di allineamento della normativa nazionale a quella comunitaria, fino alla Legge Merloni "Legge 11 febbraio 1994 n. 109, Legge quadro in materia di lavori pubblici", che recependo la direttiva 93/37/CEE del 14 giugno 1993 si ebbe un superamento del quadro normativo precedente. Il nuovo quadro normativo comportò l'introduzione di maggiori limitazioni nelle procedure di affidamento al fine di garantire trasparenza e imparzialità dell'attività amministrativa.

La legge Merloni, emanata nel periodo storico di "tangentopoli" aveva come obiettivo principale di disciplinare in modo più rigoroso la procedura delle gare di appalto,

introducendo controlli accurati degli operatori economici a cui erano affidati i contratti pubblici, in particolare quelli che riguardavano l'esecuzione di lavori pubblici. Vista la complessità del periodo e della materia regolamentata la legge Merloni ebbe diverse difficoltà che si riscontrarono nella applicazione, per cui, subì diverse modifiche, fino all'approvazione della "Merloni quater".

Nel 2006 con l'emanazione del Decreto Legislativo del 12 aprile 2006 n. 163 "Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture", la legge Merloni fu abrogata.

Il codice con l'attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE, ebbe un effetto innovativo nella disciplina e traeva ispirazione dai principi comunitari di parità di trattamento, di trasparenza, di proporzionalità, e di non discriminazione, introducendo profonde novità allo scopo di modernizzare e rendere più flessibile la gestione dei contratti pubblici. Al Codice si è poi aggiunto il relativo regolamento di esecuzione e attuazione, il D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207.

Attraverso questo codice si avviò il percorso di unificazione delle norme relative ai tre ambiti della contrattualistica pubblica: lavori, servizi e forniture, precedentemente regolati in maniera disomogenea e settoriale.

L'applicazione del codice si riscontrò con differenti problematiche dovute alla notevole complessità della struttura del codice stesso; pertanto, i successivi interventi normativi crearono una inevitabile sovrapposizione tra norme ed articoli quasi mai coerenti con i precedenti. Si andò incontro ad uno stravolgimento della struttura originaria del testo del Codice.

Si deve all'emanazione di tre nuove direttive nel 2014 una svolta alla disciplina nazionale degli appalti, la direttiva 2014/24/UE sugli appalti pubblici, la direttiva 2014/25/UE sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali (cosiddetti settori speciali) e la direttiva 2014/23/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione. La legge delega del 28 gennaio 2016, n. 11 si prefiggeva entro il 18 aprile 2016 di recepire le citate direttive ed emanare un unico decreto legislativo per il riordino della disciplina in materia dei contratti pubblici; pertanto, fu pubblicato il Decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50 "Codice dei contratti pubblici".

Ancora una volta, l'obiettivo del nuovo Codice dei contratti, oltre al recepimento delle direttive comunitarie, è quello di cercare di riordinare la materia dei contratti pubblici, per ovviare alle complicazioni e generate dalla precedente situazione normativa generate da una struttura normativa complessa e di difficile applicazione, la quale ha generato una molteplicità di contenziosi tra le parti, si cerca, quindi, di semplificare e snellire l'apparato normativo garantendo la trasparenza e la lotta alla corruzione.

Riguardo l'aspetto giuridico, la principale novità rispetto alla normativa precedente è rappresentata dall'introduzione della *Soft law*, istituto innovativo per il nostro ordinamento,

che si differenzia dai normali strumenti di normazione (leggi, regolamenti, ecc), i quali producono norme dotate di efficacia vincolante per i destinatari.

La soft law è un tentativo da parte del legislatore di concedere alle pubbliche Amministrazioni una maggiore libertà di movimento all'interno delle norme contenute nel Codice dei contratti pubblici; la soft law si contrappone alla rigidità e ristrettezza della normativa contenuta nel precedente Codice degli appalti. Le restrizioni poste dal d.lgs. 163/2006 costringevano l'Amministrazione a una limitazione della discrezionalità, che diveniva fonte di inefficienza, poiché impediva la costruzione di procedure di affidamento e modelli contrattuali esattamente calibrati sul contratto da aggiudicare ed eseguire.

La soft law si attua attraverso l'emanazione delle linee guida vincolanti dell'ANAC, Autorità nazionale anticorruzione, e dei decreti ministeriali.

Il codice così come emanato conteneva diversi contrasti con le direttive europee e degli errori materiali, pertanto, è stato necessario apportare delle modifiche e integrazioni con il D.lgs. 56/2017. Il Decreto Correttivo interviene massicciamente sul testo del D.lgs. n. 50/2016, apportandovi numerose modifiche con la dichiarata finalità di "perfezionare l'impianto normativo senza intaccarlo, con lo scopo di migliorarne l'omogeneità, la chiarezza e l'adeguatezza in modo da perseguire efficacemente l'obiettivo dello sviluppo del settore.

Il decreto correttivo n. 56 del 2017 rese inoltre necessario anche l'adeguamento delle Linee Guida ANAC., proprio per eliminare quelle disposizioni, le quali divenivano contrastanti con l'emanazione del decreto correttivo stesso.

Tuttavia, nonostante il tentativo di correzione e adeguamento alle direttive comunitarie il 24 gennaio del 2019 (procedura di infrazione n. 2018/2273) la Commissione Europea invia una lettera di costituzione in mora con la quale contestava al nostro paese l'incompatibilità di alcune disposizioni contenute nel codice dei contratti pubblici rispetto a quanto disposto dalle direttive europee.

Inoltre, va sottolineato che le linee guida dell'ANAC. hanno portato a frammentazione e disordine di tutto l'apparato legislativo dei contratti pubblici rendendo difficile e complicata l'applicazione del codice stesso, Si potrebbe affermare che, forse, l'incertezza introdotta nel sistema dalle linee guida derivi proprio dalla eccessiva flessibilità concessa alle linee guida stesse. Le linee guida dell'ANAC. più e più volte sono state oggetto di modifica, ponendo problematiche di ricostruzione del regimento giuridico applicabile alla situazione concreta.

Alla luce delle problematiche su esposte il governo della XVIII con Decreto-legge n. 32 del 18 aprile 2019, come convertito dalla L. 55/2019 (Sblocca Cantieri), cerca di rimediare ai problemi creati con le infrazioni comunitarie e di rilanciare l'economia ponendosi come obiettivo quello della semplificazione e razionalizzazione degli affidamenti.

La finalità principale del D.L. 32/2019 è accelerare gli investimenti pubblici. Le revisioni introdotte vanno quindi in questa direzione facendo uso sia di modifiche permanenti al Codice, sia a sospensioni temporanee rese necessarie dalle more della riforma complessiva del codice e dalla necessità di rispettare principi e norme U

Con il presente decreto si cerca di superare il sistema del così detto, *soft law*, cioè delle Linee Guida ANAC in particolare di quelle vincolanti, che dovevano integrare la disciplina del Codice Appalti, a favore di un ritorno al passato, cioè al Regolamento Unico Appalti, che sarà di esecuzione, attuazione e integrazione del Codice.

L'entrata in vigore del decreto sblocca cantieri ha portato ad una complessa sovrapposizione di fonti normative, rendendo la situazione più difficile per gli operatori del settore. Nonostante l'obiettivo di semplificazione e adeguamento alle direttive europee, il quadro normativo risulta ancora più complesso, con una sovrapposizione di fonti, tra cui il D.lgs. 50/2016 (modificato), il Regolamento Unico 207/2010 (parzialmente in vigore), Linee Guida e decreti ministeriali ancora in vigore.

La situazione di caos e incertezza normativa ha subito un ulteriore aggravamento in seguito al periodo pandemico. A partire dal decreto noto come "Cura Italia" (D.L. 17 marzo 2020, n. 18), sono stati adottati numerosi provvedimenti volti a semplificare le procedure per l'acquisizione di servizi, lavori e forniture al fine di far fronte all'emergenza epidemiologica.

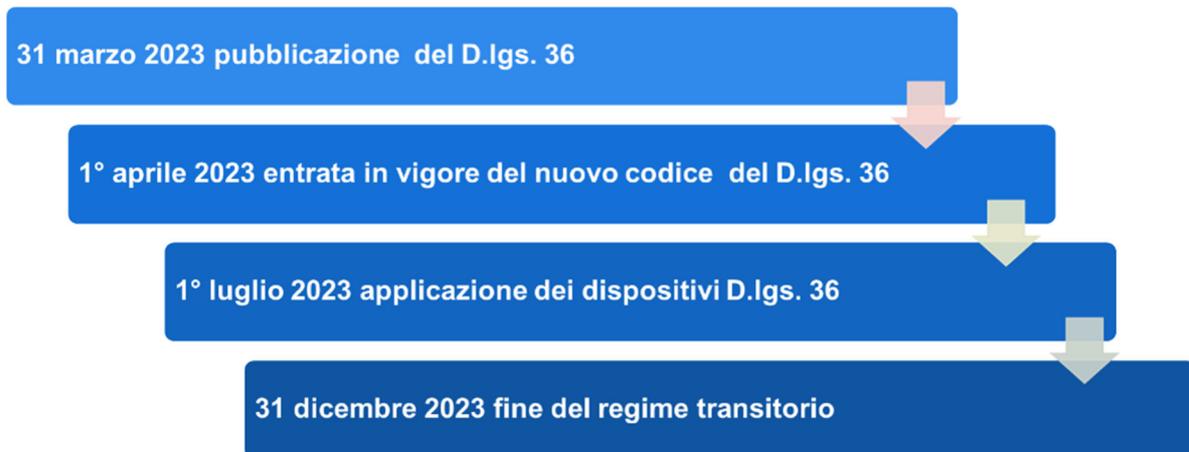
Il prolungamento dello stato pandemico, associato alla necessità di rilanciare l'economia, settore nel quale gli appalti pubblici costituiscono un motore fondamentale, ha determinato una proliferazione di decreti legislativi. Questa produzione normativa, da un lato, mira a semplificare le procedure di aggiudicazione degli appalti attraverso modifiche al codice dei contratti pubblici; dall'altro lato, prevede la sospensione temporanea di alcuni articoli fino alla conclusione dello stato di emergenza.

Successivamente, il 1° aprile 2023 è entrato in vigore il nuovo Codice dei Contratti Pubblici, D.lgs. 31 marzo 2023, n. 36, le cui disposizioni, insieme agli allegati, acquisiranno piena efficacia a partire dal 1° luglio 2023. Questo passaggio normativo dal D.lgs. 50/2016 al D.lgs. 36/2023 rappresenta una significativa evoluzione nell'ambito della regolamentazione dei contratti pubblici. Esso si pone l'obiettivo di modernizzare e digitalizzare il sistema degli appalti pubblici, allineandosi alle strategie e ai principi definiti dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR). La complessa struttura normativa è stata riassunta nella tabella 8, mentre la tabella 9 illustra le principali date di entrata in vigore delle disposizioni introdotte dal nuovo codice. Infine, la figura 31 rappresenta la struttura del D.lgs. 36/2023.

Tabella 8 Norme sui contratti pubblici

Il Nuovo Codice è l'evoluzione normativa:
il Regio decreto 23 maggio 1924, n. 827, Regolamento per l'amministrazione del patrimonio dello Stato, e alcune norme di settore, sono state progressivamente integrate e sostituite;
la legge Merloni, L.109/1994 normava l'acquisizione di lavori pubblici;
il D.lgs. 157/1995 che attuava la direttiva 92/50/CEE per gli acquisti di servizi;
il D.lgs. 158/1995 che attuava le direttive 90/531/CEE e 93/38/CEE per gli acquisti di beni;
il D.lgs. 163/2006 che attuava le direttive europee del 2004, 2004/17/CE e 2004/18/CE;
il D.lgs. 50/2016 che attuava le direttive europee del 2014, attualmente vigenti, 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori acqua, energia, trasporti;
il D.lgs. 36/2023 che sistematizza numerose istanze di riforma, diversi decreti emendativi in materia per velocizzare le procedure e per dare risposte alle necessità emergenti dalla pandemia da COVID, anche su propulsione dei progetti legati al PNRR, per migliorare la trasparenza, aumentare la digitalizzazione delle procedure, la loro dematerializzazione e piena tracciabilità;
il D.Lgs.209/2024 (Decreto "Correttivo" Codice Appalti) che recepisce i principali orientamenti giurisprudenziali emersi dopo l'entrata in vigore del Codice, nonché le criticità segnalate dall'Autorità nazionale anticorruzione (ANAC), al fine di garantire un'applicazione uniforme dei principi, soprattutto sui temi di particolare interesse come la "revisione prezzi", il concetto di "equivalenza" in relazione alle tutele previste dai contratti collettivi nazionali di lavoro e il principio dell'equo compenso, specificamente per i servizi di ingegneria e architettura

Tabella 9 Timeline nuovo codice



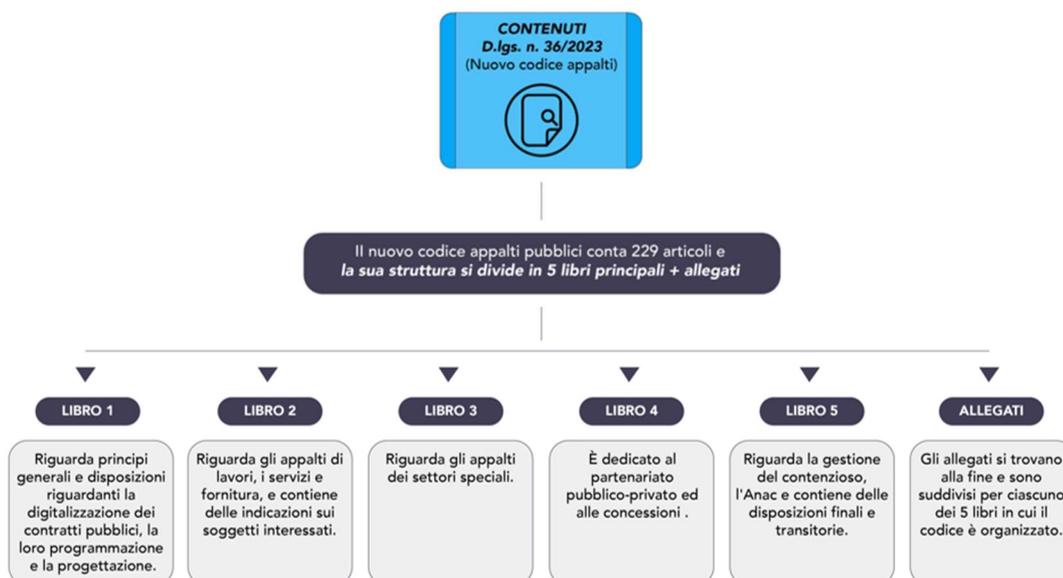


Figura 31 Struttura del nuovo codice⁴²

Periodo di transizione e coesistenza del vecchio e nuovo codice e principali differenze

A decorrere dal primo luglio 2023, le disposizioni del D.lgs. 50/2016 continuano ad applicarsi esclusivamente ai procedimenti in corso quali:

- le procedure e i contratti per i quali i bandi o avvisi con cui si indice la procedura di scelta del contraente siano stati pubblicati prima della data in cui il codice acquista efficacia;
- in caso di contratti senza pubblicazione di bandi o avvisi, le procedure e i contratti in relazione ai quali, alla data in cui il codice acquista efficacia, siano stati già inviati gli avvisi a presentare le offerte;
- per le opere di urbanizzazione a scomputo del contributo di costruzione, oggetto di convenzioni urbanistiche o atti assimilati comunque denominati, i procedimenti in cui le predette convenzioni o atti siano stati stipulati prima della data in cui il codice acquista efficacia;
- per le procedure di accordo bonario di cui agli articoli 210 e 211, di transazione e di arbitrato, le procedure relative a controversie aventi a oggetto contratti pubblici, per i quali i bandi o gli avvisi siano stati pubblicati prima della data in cui il codice acquista efficacia, ovvero, in caso di mancanza di pubblicazione di bandi o avvisi, gli avvisi a presentare le offerte siano stati inviati prima della suddetta data.

⁴² Tratto da <https://www.mela.work/it/blog/nuovo-codice-appalti-2023-sintesi-e-novit%C3%A0-in-pochi-minuti>

Il periodo di transizione ha dato origine a numerose problematiche, scaturite principalmente dalla confusione causata dalla sovrapposizione tra normative precedenti e nuove disposizioni.

Tabella 10 Le principali differenze tra il nuovo e il vecchio codice

Nuovo codice 36/2023	Vecchio codice 50/2016
<ul style="list-style-type: none"> ➤ principio del risultato, art. 1; principio della fiducia, art. 2; principio dell'accesso al mercato, art. 3, ecc. Vengono trattati in modo esplicito nei singoli articoli dedicati ➤ importanza della digitalizzazione è centrale, Art. 21. (Ciclo di vita digitale dei contratti pubblici) ➤ cambio nominativo del RUP, responsabile unico del progetto, art. 15 ➤ scendono a 2 i livelli di progettazione, progetto di fattibilità tecnico-economica e progetto esecutivo ➤ Inserimento di un articolo dedicato all'appalto integrato art. 44 ➤ Obbligo BIM per la progettazione e realizzazione (1° gennaio 2025 importi > 2.000.000 di euro) ➤ Eliminazione dei limiti del subappalto ➤ Riduzione del potere regolatorio dell'ANAC carattere di autoeclusività (Codice "chiaro", "digitale", "semplificato", "autoesecutivo"), Banca dati nazionale dei contratti pubblici, BDNCP, fascicolo virtuale dell'operatore economico ➤ Clausole sociali e CAM art. 57 obbligatori con alcune modifiche. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Si basava sui principi di trasparenza, concorrenza e parità di trattamento, utilizzando una struttura normativa complessa ➤ Importanza marginale ➤ responsabile unico del procedimento ➤ 3 livelli di progettazione ➤ prima contenuto all'interno di un articolo più ampio ➤ Limite di subappalto del 30% ➤ ANAC ruolo centrale di regolamentazione con le linee guida, regolamenti attuativi ➤ Art. 34 e art. 50

Le principali modifiche apportate dal nuovo codice 36 rispetto al codice 50. (tabella 10).

Uno degli aspetti fondamentali nel Nuovo Codice è l'introduzione di alcuni principi fondamentali:

- *principio del risultato, art. 1;*
- *principio della fiducia, art. 2;*
- *principio dell'accesso al mercato, art. 3.*

L'articolo 1, che riguarda il "*Principio del risultato*", stabilisce che le stazioni appaltanti e gli enti concedenti devono perseguire l'affidamento del contratto e la sua esecuzione nel modo più tempestivo possibile e con il migliore rapporto qualità-prezzo, nel rispetto dei *principi di legalità, trasparenza e concorrenza*.

Il "*principio della fiducia*", enunciato all'articolo 2 del codice, sancisce che l'esercizio del potere pubblico nei contratti pubblici deve basarsi sulla fiducia reciproca tra amministrazione, funzionari e operatori economici. Questo significa che l'amministrazione deve fidarsi dell'operato corretto e legittimo dei funzionari e degli operatori, mentre questi ultimi devono fidarsi della trasparenza e della corretta gestione dell'amministrazione

Il *"principio di accesso al mercato"*, stabilito dall'articolo 3 del codice impone alle stazioni appaltanti di favorire l'accesso degli operatori economici al mercato. Questo principio mira a creare un ambiente competitivo e trasparente, garantendo che gli operatori possano partecipare alle procedure ad evidenza pubblica in condizioni di pari opportunità

Questa è probabilmente la più rilevante novità del codice dei contratti pubblici: essi diventano, infatti, i *pilastri centrali su cui si basa l'intera azione amministrativa*, offrendo la chiave di lettura per la successiva interpretazione e applicazione di tutte le disposizioni. Nel vecchio codice, invece, questi principi erano sottintesi e menzionati in modo generico all'articolo 30. Un cambio di prospettiva radicale, dunque, che conferisce alle stazioni appaltanti una libertà d'azione maggiore.

Rispetto al vecchio codice il nuovo pone una attenzione *all'importanza della digitalizzazione*, introducendo diversi articoli dedicati *all'informatizzazione del ciclo di vita dei contratti*, tutte le fasi, dalla programmazione alla progettazione, fino all'esecuzione e al controllo, dovranno essere gestite tramite piattaforme telematiche certificate.

Quindi il Codice degli appalti 2023 rappresenta il passaggio decisivo verso un sistema degli appalti più moderno, efficiente e orientato al risultato. Le novità introdotte rispondono alla necessità di conciliare semplificazione e controllo, rapida esecuzione e legalità, promuovendo la sostenibilità ambientale, la digitalizzazione e la qualità dell'opera pubblica.

Per quanto riguarda la progettazione e la modalità di elaborazione del progetto il nuovo codice ha introdotto significativi cambiamenti vanno richiamati in particolare:

la semplificazione dei livelli di progettazione, con la riduzione degli stessi a due: il progetto di fattibilità tecnico-economica (PFTE) e il progetto esecutivo;

la crescente valorizzazione dell'uso di tecnologie digitali per l'attività di progettazione; Infatti l'art. 43 introduce l'obbligo dell'utilizzo del BIM (Building Information Modeling) per gli appalti pubblici dal 1° gennaio 2025 questo rappresenta uno dei capisaldi del processo di digitalizzazione dei contratti pubblici.

Il D.lgs. 36/2023, nuovo Codice dei Contratti Pubblici, ha eliminato i limiti generali al *subappalto*, permettendo un maggiore affidamento delle lavorazioni. *Il subappalto a cascata* (o di secondo livello) è ora consentito, ma non in modo automatico: le stazioni appaltanti possono ancora stabilire limiti e restrizioni specifici per il subappalto di secondo livello.

Da un punto di vista giuridico il nuovo codice cerca di superare il sistema della soft law, avendo carattere di *"autoesecutività"* ai sensi dell'art, 229 comma 2 " *in luogo dei regolamenti e delle linee guida dell'ANAC adottati in attuazione del codice dei contratti pubblici, di cui al decreto legislativo n. 50 del 2016, laddove non diversamente previsto dal presente codice, si applicano le corrispondenti disposizioni del presente codice e dei suoi*

allegati”, di fatto sostituendo le linee guida dell’ ANAC con gli allegati entrati in vigore con il codice stesso, pertanto, viene ridotto il potere regolatorio dell’ ANAC.

Uno dei principi fondamentali del nuovo codice, introdotto con il D.lgs. 36/2023, si basa così come previsto dall’art 57 sulla “*Sostenibilità ambientale, sociale ed economica*”, come elemento fondamentale per l’aggiudicazione e l’esecuzione degli appalti. Questo significa che le stazioni appaltanti devono valutare le offerte non solo in base al prezzo, ma anche in base ai loro impatti ambientali e sociali, nonché alla loro capacità di innovazione,

Ambiente: è prevista una maggiore attenzione alla riduzione dell’impatto ambientale dei progetti. Gli appalti pubblici devono incorporare criteri di efficienza energetica, uso di materiali sostenibili e pratiche di economia circolare, attraverso l’inserimento, nella documentazione progettuale e di gara, almeno delle specifiche tecniche e delle clausole contrattuali contenute nei criteri ambientali minimi (CAM).

Sociale: le stazioni appaltanti sono incoraggiate a dare priorità a offerte che promuovano il lavoro dignitoso, l’inclusione sociale e la parità di genere. Questi criteri riflettono l’impegno per uno sviluppo più equo e inclusivo.

La *sostenibilità economica* si traduce nel garantire che gli appalti siano eseguiti con responsabilità finanziaria, senza compromettere la qualità o i tempi di consegna.

Il nuovo codice dei contratti pubblici, progettato con l’obiettivo di garantire semplificazione e trasparenza, ha vissuto e vive un rapido susseguirsi di modifiche e integrazioni che, in parte, hanno compromesso i suoi principi cardine, ovvero “chiarezza”, “digitalizzazione”, “semplificazione” e “autoesecutività”. Nel corso di soli due anni, sono stati introdotti otto distinti atti normativi che hanno apportato variazioni, aggiunte e deroghe settoriali (figura 32). Tale processo ha dato luogo a una stratificazione normativa che non solo ostacola la comprensione immediata del codice, ma ne accresce ulteriormente la complessità.



Figura 32 Loop normativo

A supporto di questa analisi critica, si rileva che il D.lgs. 31 dicembre 2024 n. 209 (denominato “Primo correttivo” come intervento organico di revisione e aggiornamento del Codice) è composto da 87 articoli. Di questi, i primi 62 includono disposizioni di modifica e integrazione degli articoli del Codice, mentre gli articoli dal 63 all’87 riguardano la modifica degli allegati al Codice o l’inserimento di nuovi. Ciò evidenzia come il nuovo Codice sia in costante evoluzione, non rappresentando un testo statico o definitivo, ma piuttosto una base flessibile su cui ogni governo e settore può intervenire per adattare le normative alle esigenze contingenti. Questa dinamicità rende la legge soggetta a frequenti cambiamenti, generando possibili incertezze per gli stakeholder.

3.2 Procedure per l’affidamento di appalti di lavori

Per definire le procedure di affidamento degli appalti pubblici di lavori è fondamentale individuare se si è sopra o sottosoglia di rilevanza europea come da art 14 del codice. Che per gli appalti di lavori è pari a euro 5.538.000. Le soglie sono periodicamente rideterminate

con provvedimento della Commissione europea, pubblicato nella Gazzetta ufficiale dell'Unione europea.

Le soglie di rilevanza europea per gli appalti rappresentano i parametri principali per determinare le fasi di assegnazione dei lavori e dei servizi, inclusa la progettazione, offrendo una struttura chiara per la selezione delle procedure. Al di sotto di tali soglie, è prevista l'adozione di procedure più agili, quali l'affidamento diretto o la procedura negoziata.

L'art. 50 definisce le procedure di affidamento per lavori pubblici sottosoglia (figura 33):

"a) affidamento diretto per lavori di importo inferiore a 150.000 euro, anche senza consultazione di più operatori economici, assicurando che siano scelti soggetti in possesso di documentate esperienze pregresse idonee all'esecuzione delle prestazioni contrattuali anche individuati tra gli iscritti in elenchi o albi istituiti dalla stazione appaltante;

b) omissis

c) procedura negoziata senza bando, previa consultazione di almeno cinque operatori economici, ove esistenti, individuati in base a indagini di mercato o tramite elenchi di operatori economici, per i lavori di importo pari o superiore a 150.000 euro e inferiore a 1 milione di euro;

d) procedura negoziata senza bando, previa consultazione di almeno dieci operatori economici, ove esistenti, individuati in base a indagini di mercato o tramite elenchi di operatori economici, per lavori di importo pari o superiore a 1 milione di euro e fino alle soglie di cui all'articolo 14, salva la possibilità di ricorrere alle procedure di scelta del contraente di cui alla Parte IV del presente Libro;"

PROCEDURE DI AFFIDAMENTO ART. 50 DEL D.lgs. 36/2023

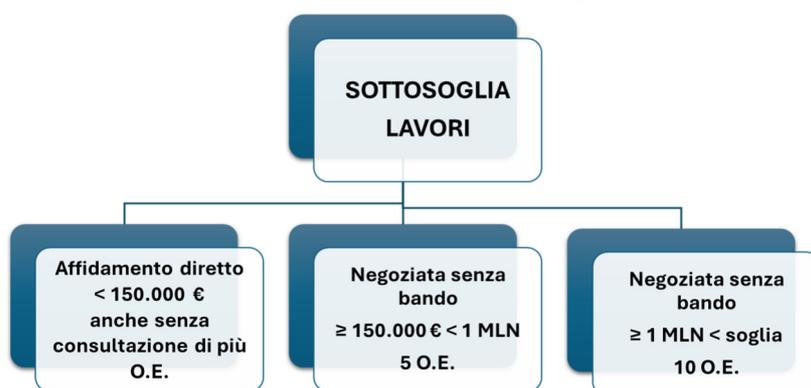


Figura 33 Art 50 D.lgs. 36/2023

I principi cardine per tutte le procedure di affidamento (o appalto) dei contratti pubblici sono: *economicità, efficacia, imparzialità, parità di trattamento, trasparenza, proporzionalità, pubblicità, tutela dell'ambiente e efficienza energetica.* Negli affidamenti

diretti deve essere garantito il principio di rotazione previsto dall' art. 49. In applicazione del *principio di rotazione* è vietato l'affidamento o l'aggiudicazione di un appalto al contraente uscente se non in casi particolari individuati nel citato articolo.

Per lavori con importi sopra soglia l'affidamento avviene tramite procedure ordinarie elencate nell' art 70 e sono: *la procedura aperta, la procedura ristretta, la procedura competitiva con negoziazione, il dialogo competitivo e il partenariato per l'innovazione*. In circostanze particolari e in determinate condizioni ci si può avvalere della procedura negoziata senza pubblicazione prevista dall' art. 76 (tabella 11).

Tabella 11 Art 70 e art 76 sopra soglia

PROCEDURE ORDINARIE SOPRA SOGLIA Art. 70
Per l'aggiudicazione di appalti pubblici le stazioni appaltanti utilizzano :
<ul style="list-style-type: none">➤ la procedura aperta (sempre utilizzabile) art. 71➤ la procedura ristretta (sempre utilizzabile) art. 72➤ la procedura competitiva con negoziazione (in particolari condizioni) art. 73➤ il dialogo competitivo (in particolari condizioni) art. 74➤ il partenariato per l'innovazione (in particolari condizioni) art. 75
PROCEDURE NON ORDINARIE SOPRA SOGLIA Art. 76
Le stazioni appaltanti possono aggiudicare appalti pubblici mediante
<ul style="list-style-type: none">➤ procedura negoziata senza pubblicazione di un bando di gara. Solo quando ricorrono dei presupposti e delle circostanze particolari previsti dall' art 76

3.3 Criteri d'aggiudicazione dei lavori pubblici

L'articolo 108 del decreto legislativo 36/2023, che regola i criteri di aggiudicazione degli appalti pubblici, stabilisce che l'aggiudicazione deve essere effettuata in base al *criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa, OEPV*, che può essere individuata sulla base:

- del migliore **rapporto qualità/prezzo**. Questo criterio considera sia la qualità dell'offerta che il prezzo.
- oppure dell'**elemento prezzo**. In alcuni casi, il criterio di aggiudicazione può essere semplicemente il prezzo più basso.

- oppure del **costo**, seguendo un criterio di comparazione costo/efficacia quale il costo del ciclo di vita, conformemente a quanto previsto dall'allegato II.8, con riguardo al costo del ciclo di vita.

Il comma 2 elenca i casi in cui è obbligatorio usare l'**OEPV** sulla base del migliore rapporto qualità/prezzo.

I documenti di gara stabiliscono i criteri di aggiudicazione dell'offerta, pertinenti alla natura, all'oggetto e alle caratteristiche del contratto. In particolare, l'offerta economicamente più vantaggiosa, individuata sulla base del miglior rapporto qualità/prezzo, è valutata sulla base di criteri oggettivi, (quali gli aspetti qualitativi, ambientali o sociali,) di impatto economico, sociale e ambientale, connessi all'oggetto dell'appalto.

Il comma 7 consente inoltre l'inserimento di *criteri premiali* che favoriscano.

- la partecipazione di determinate categorie di operatori, come le *PMI* o gli operatori con sede operativa nel territorio, purché la prossimità sia funzionale alla qualità dell'esecuzione, nel rispetto del principio di concorrenza.
- la fornitura di prodotti da costruzione che rientrano in un sistema di scambio delle emissioni per la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra.
- Le imprese per l'adozione di politiche tese al raggiungimento della parità di genere comprovata dal possesso della certificazione della *parità di genere*

Alla fine dell'aggiudicazione, anche le ultime modifiche normative in merito ai contratti pubblici, apportate dal D.lgs. 209/2024 correttivo al Codice dei Contratti Pubblici, mirano a favorire imprese che adottano politiche di sostenibilità ambientale e sociale, in linea con gli obiettivi europei sulla sostenibilità e la riduzione del carbon footprint. Questo decreto, che integra e corregge il D.lgs. 36/2023, introduce disposizioni che incentivano le imprese a adottare pratiche più sostenibili, sia dal punto di vista ambientale che sociale, per rendere gli appalti pubblici più responsabili e in linea con le direttive europee.

3.4 Strumenti di sostenibilità nei contatti pubblici: Green Public Procurement; Criteri Minimi Ambientali CAM e Criteri Sociali

Per garantire il rispetto dei principi di sostenibilità ambientale e sociale, in conformità con il Green Deal Europeo e le normative del Green Public Procurement (GPP), le stazioni appaltanti devono integrare tali principi in ogni fase dei processi di acquisto pubblico. Ciò include l'applicazione dei Criteri Ambientali Minimi (CAM) e dei criteri sociali lungo l'intero ciclo di vita delle opere pubbliche.

❖ [Green Public Procurement, GPP](#) .

Il GPP (Green Public Procurement), o acquisti pubblici verdi, è uno strumento di politica ambientale che promuove l'uso di prodotti e servizi a basso impatto ambientale da parte della Pubblica Amministrazione. Attraverso questo strumento, si incentivano la diffusione di tecnologie eco-compatibili e la produzione di beni più sostenibili, contribuendo a raggiungere gli obiettivi delle strategie europee sulla sostenibilità e l'economia circolare

Le autorità pubbliche che intraprendono azioni di GPP si impegnano sia a razionalizzare acquisti e consumi che ad incrementare la qualità ambientale delle proprie forniture ed affidamenti.

Nello specifico il GPP (figura 34):

- Favorisce l'innovazione: incoraggia le imprese a sviluppare prodotti e servizi più rispettosi dell'ambiente, stimolando l'innovazione tecnologica e la ricerca di soluzioni più sostenibili.
- Riduce l'impatto ambientale: spinge le amministrazioni pubbliche a scegliere prodotti e servizi con un minore impatto ambientale lungo tutto il ciclo di vita, dalla produzione allo smaltimento.
- Promuove la sostenibilità: contribuisce a raggiungere gli obiettivi di sostenibilità ambientale, sia a livello nazionale che europeo, promuovendo l'uso efficiente delle risorse e la transizione verso un'economia circolare.
- Obbliga le Pubbliche Amministrazioni: il Codice dei Contratti Pubblici stabilisce l'obbligo per le amministrazioni di applicare i Criteri Ambientali Minimi (CAM) negli appalti, a prescindere dall'importo della procedura.
- Sostenibilità e Economia Circolare: il GPP si inserisce in un quadro più ampio di politiche volte a promuovere la sostenibilità e l'economia circolare, incentivando il riutilizzo dei materiali e la riduzione dei rifiuti.
- Spesa pubblica responsabile: il GPP promuove un'impronta di spesa pubblica più responsabile, in linea con i principi di sostenibilità e di rispetto per l'ambiente.
- Obiettivi del Green Deal: il GPP è un importante strumento per raggiungere gli obiettivi del Green Deal, come la riduzione delle emissioni di gas serra e la tutela della biodiversità.



Figura 34 Principali obiettivi del GPP⁴³

Contesto normativo italiano

Con il Decreto Interministeriale dell'11 aprile 2008, (PAN GPP⁴⁴), recante l'approvazione del Piano d'azione nazionale sul GPP, è stato delineato anche a livello nazionale un quadro di riferimento complessivo utile a facilitare l'adozione e l'implementazione di pratiche di GPP, sia dal punto di vista tecnico che metodologico.

Il PAN GPP fornisce un quadro generale sul Green Public Procurement, definisce degli obiettivi nazionali, identifica le categorie di beni, servizi e lavori di intervento prioritarie per gli impatti ambientali e i volumi di spesa sulle quali definire i 'Criteri Ambientali Minimi.

Il GPP, o Green Public Procurement, è divenuto obbligatorio in Italia grazie alla legge n. 221/2015 (Collegato Ambientale), recepita successivamente nel Codice dei Contratti Pubblici. 50/2016. Questo dettato normativo è stato confermato anche nell'ultimo Codice, con l'articolo 57 comma 2 del decreto legislativo 31 marzo 2023, n. 36, che prevede l'obbligo di applicazione, per l'intero valore dell'importo della gara, delle "specifiche tecniche" e delle "clausole contrattuali", contenute nei criteri ambientali minimi (CAM). Lo stesso comma

⁴³ <https://gpp.mase.gov.it/Home/CosaEGPP>

⁴⁴ Piano d'Azione Nazionale Green Public Procurement

prevede che si debba tener conto dei CAM anche per la definizione dei “criteri di aggiudicazione dell’appalto” di cui all’art. 108, commi 4 e 5, del Codice.

L’adozione di questo strumento ha trovato negli ultimi anni una forte accelerazione nelle regole del PNRR⁴⁵ che prevedono di adottare il principio DNSH (Do No Significant Harm), ovvero non arrecare danni significativi all’ambiente. In Italia, infatti secondo la Guida Operativa che il Ministero dell’Economia e delle Finanze ha pubblicato a fine dicembre del 2021, il DNSH richiede l’adozione obbligatoria dei Criteri Ambientali Minimi, pertanto, non ci potrà essere un appalto finanziato dal PNRR che non rispetti il principio del DNSH e quindi i CAM.

Il protocollo d’intesa, stipulato tra ANAC e il Ministero dell’Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE) il 29 ottobre 2021, stabilisce una collaborazione per le attività regolatorie, di indirizzo, di monitoraggio e sorveglianza sull’applicazione dei Criteri Ambientali Minimi (CAM). Questa collaborazione mira a garantire che le pubbliche amministrazioni rispettino i CAM nelle loro procedure di appalto pubblico, promuovendo la sostenibilità ambientale.

I Criteri Ambientali Minimi (CAM) sono i requisiti ambientali definiti per le varie fasi del processo di acquisto, volti a individuare la soluzione progettuale, il prodotto o il servizio migliore sotto il profilo ambientale lungo il ciclo di vita.

I CAM sono definiti nell’ambito di quanto stabilito dal Piano per la sostenibilità ambientale dei consumi del settore della pubblica amministrazione, che con Decreto del Ministro dell’Ambiente e della Sicurezza Energetica, di concerto con il Ministro delle Imprese e del Made in Italy e con il Ministro dell’Economia e delle Finanze il 3 agosto 2023, è stata approvata l’edizione 2023. Tale documento sostituisce il PAN GPP approvato nel 2008. I CAM e sono adottati con Decreto del Ministro della Transizione Ecologica e pubblicato in G.U.

L’obbligo di utilizzare i CAM nei contratti pubblici è un elemento fondamentale per la politica nazionale di appalti pubblici “verdi”. Questo obbligo, infatti, non solo mira a ridurre l’impatto ambientale degli acquisti pubblici, ma anche a promuovere modelli di produzione e consumo più sostenibili, “circolari” e a generare posti di lavoro nei settori della filiera più sostenibile.

Oltre alla valorizzazione della qualità ambientale e al rispetto dei criteri sociali, l’applicazione dei Criteri Ambientali Minimi risponde anche all’esigenza della Pubblica amministrazione di razionalizzare i propri consumi, ottimizzando la spesa in un’ottica di medio-lungo periodo.

⁴⁵ Piano nazionale ripresa resilienza

❖ Criteri Ambientali Minimi CAM struttura

Al momento, sono stati approvati i CAM per 22 categorie, con aggiornamenti continui. Con il Decreto direttoriale del 6 febbraio 2025, n. 7, è stata definita la programmazione per il 2025. I CAM rappresentano riferimenti normativi in costante evoluzione e implementazione.

La struttura dei CAM è standardizzata ma varia a seconda delle categorie merceologiche. Per ogni categoria vengono specificate le normative ambientali rilevanti, dettagliate le modalità di gestione delle gare e descritto l'approccio per la loro definizione. Si distinguono in due tipologie: obbligatori ("base") e facoltativi ("premianti"). I CAM "base" devono essere rispettati per partecipare alle gare, mentre i CAM "premianti" attribuiscono punti supplementari e si utilizzano nella valutazione dell'offerta più vantaggiosa.

Le sezioni introduttive dei documenti forniscono linee guida per le stazioni appaltanti: analisi dei fabbisogni, indicazioni operative per le gare d'appalto e metodologia per la definizione dei criteri ambientali, in assenza di un supporto tecnico specifico.

I CAM interessano diverse fasi delle procedure di gara, con particolare attenzione a:

- Selezione dei candidati: prevede requisiti che dimostrano la capacità tecnica di eseguire l'appalto riducendo al minimo l'impatto ambientale. Sebbene previsti dal Codice dei contratti, non sono obbligatori.
- Clausole contrattuali: introdotte per garantire un'esecuzione rispettosa dell'ambiente e definite come obbligatorie ai sensi dell'articolo 57, comma 2, del Codice dei contratti.
- Specifiche tecniche: disciplinate dall'Allegato II.5 del Dlgs. 36/2023, definiscono le caratteristiche richieste per lavori, servizi o forniture, includendo processi produttivi e altri aspetti del ciclo di vita. Anche queste specifiche sono obbligatorie secondo l'articolo 57, comma 2.
- Criteri premiati: requisiti opzionali che identificano offerte con prestazioni ambientali superiori alle specifiche tecniche di base. Sono utilizzati per calcolare il punteggio tecnico nelle aggiudicazioni e, sebbene non obbligatori, l'articolo 57, comma 2, richiede la loro considerazione nell'elaborazione dei criteri di aggiudicazione. Tra questi spicca il LCA, che permette una valutazione approfondita dell'impatto ambientale. Ad esempio, nel CAM Edilizia il LCA promuove una progettazione basata su dati scientifici; nel CAM Strade è richiesto in forma semplificata nella Relazione di Sostenibilità del progetto ed è considerato criterio premiante. Altri elementi introdotti includono l'etichettatura ambientale (Ecolabel UE, Made Green Italy, EPD) e la registrazione EMAS per i siti di produzione.

Nel contesto degli appalti pubblici di lavori sono stati approvati tre CAM fondamentali:

- CAM Edilizia (DM 23 giugno 2022)
- CAM Strade (DM 5 agosto 2024)

➤ CAM Arredo Urbano (DM 7 febbraio 2023)

L'adozione di questi CAM mira a ridurre l'impatto economico e ambientale dei lavori pubblici, contribuendo alla sostenibilità e all'economia circolare.

Nei CAM Edilizia e Strade è previsto l'obbligo di demolizione selettiva, recupero e riciclo dei materiali. In particolare, nel CAM Strade si richiede l'impiego di quantità minime di materiale riciclato, con un focus sul disassemblaggio e la gestione del fine vita delle opere: devono essere garantiti quantitativi minimi di recupero dopo la demolizione. Allo stesso modo, nel settore dell'arredo urbano è obbligatorio l'uso di materiali riciclati (plastica, legno, vetro, calcestruzzo ecc.), con specifiche percentuali definite. Per pietre naturali provenienti da paesi a elevato rischio di violazione dei diritti umani e del lavoro dignitoso, l'approvvigionamento è consentito solo previa verifica rigorosa tramite audit non preannunciati, interviste indipendenti ai lavoratori, sindacati e ONG locali.

❖ **Clausole Sociali e criteri sociali**

Le clausole sociali e i criteri sociali rappresentano due strumenti rilevanti per assicurare un impatto positivo dei contratti pubblici sul tessuto sociale, differenti per finalità e modalità di utilizzo. *Le clausole sociali* consistono in obblighi contrattuali specifici, generalmente focalizzati sulla tutela del personale in caso di subentro di un nuovo appaltatore. *I criteri sociali*, invece, sono principi più ampi volti a orientare le decisioni verso soluzioni contrattuali vantaggiose per la collettività.

In conformità con l'articolo 57, comma 1, del Codice dei Contratti Pubblici, come modificato dal Decreto Legislativo 229/2024, l'adozione delle clausole sociali è obbligatoria per le stazioni appaltanti. Tale norma stabilisce che, per gli appalti di lavori e servizi non intellettuali e per le concessioni, sia necessario includere nei bandi, avvisi e inviti specifiche clausole sociali. Tra queste rientrano misure mirate a:

- Garantire pari opportunità generazionali, di genere e favorire l'inclusione lavorativa per persone con disabilità o in condizioni di svantaggio, oltre alla stabilità dell'occupazione, soprattutto nei settori legati ai beni culturali e al paesaggio;
- Assicurare il rispetto dei contratti collettivi nazionali e territoriali di settore, in linea con quanto previsto dall'articolo 11 del Codice.

La revisione normativa ha inoltre introdotto il comma 2 bis, che prevede criteri premianti per promuovere ulteriormente pari opportunità, inclusione e occupazione dignitosa.

L'impiego integrato di clausole e criteri sociali negli appalti consente alle autorità pubbliche di coniugare efficienza economica e obiettivi di sviluppo sociale. Tali strumenti incentivano le imprese a operare in maniera socialmente responsabile, superando la mera logica economica e dando peso anche agli impatti sugli individui e sulle comunità.

Un punto di riferimento in questa direzione è il Decreto del Ministero dell’Ambiente del 6 giugno 2012 (GURI n. 159/2012), contenente la Guida per l’integrazione degli aspetti sociali negli appalti pubblici. Questo documento fornisce indicazioni operative per includere criteri sociali nella redazione dei bandi nell’ambito della fornitura di beni, servizi o lavori, quale attuazione del Piano d’Azione Nazionale per il GPP. I criteri sociali, in tale contesto, promuovono il rispetto degli standard internazionali sui diritti umani e le condizioni di lavoro, definiti dalle Convenzioni fondamentali dell’Organizzazione Internazionale del Lavoro (ILO), (sulla salute e sicurezza nei luoghi di lavoro, sulla definizione di salario minimo, sui Diritti del Fanciullo”, ecc.).

L’inclusione di clausole e criteri sociali nei bandi di gara per gli appalti pubblici rappresenta un passo cruciale per assicurare che le opere pubbliche siano realizzate in maniera etica e sostenibile, rispettando i diritti umani e la dignità del lavoro. Un aspetto fondamentale riguarda l’impiego di pietre naturali provenienti da paesi a rischio di sfruttamento minorile, come il Benin, dove spesso i bambini” spaccapietre” sono costretti a lavorare in condizioni indegne e pericolose. Anche i CAM per l’arredo urbano, come già sottolineato, richiedono obbligatoriamente nelle specifiche tecniche l’utilizzo di pietre naturali realizzati in maniera etica e socialmente responsabile.



Clausole e criteri sociali per garantire appalti eticamente sostenibili

Figura 35 Bambini spaccapietre⁴⁶

Il tema della produzione di pietra naturale in condizioni non etiche e socialmente insostenibili non riguarda soltanto Paesi esteri, ma coinvolge anche l’Italia. a. A tal proposito, rimane di grande attualità il reportage pubblicato sulla stampa dal titolo *“Gli schiavi della pietra, Caporalato, paghe in nero e turni di lavoro infiniti. Una giornata nel Cuneese tra gli scalpellini sfruttati ”⁴⁷*, pertanto, è fondamentale attivare strumenti di monitoraggio e

⁴⁶ <https://www.missionicappuccini.it/bambini-spaccapietre/>

⁴⁷ LA STAMPA VENERDÌ 6 GIUGNO 2025

meccanismi di esclusione dalle gare per tutte quelle imprese che non assicurano il rispetto dei diritti umani, strumenti già previsti sia dalla normativa vigente che dai CAM.

❖ Le pietre naturali e i CAM

Per quanto concerne le pietre naturali, i CAM relativi all'edilizia e alle strade non includono specifiche tecniche riguardanti il loro utilizzo. L'unica eccezione è rappresentata dai CAM per l'arredo urbano, che prevedono l'impiego di pietre naturali esclusivamente a condizione che sia dimostrato che la loro produzione non abbia violato diritti umani né compromesso la dignità del lavoro. Questo criterio di base obbligatorio ha una natura essenzialmente sociale.

Nei CAM edilizia nei criteri premianti è stata inserita la Capacità tecnica dei posatori, cioè, è attribuito un punteggio premiante all'operatore economico che si avvale di posatori professionisti. Tale specializzazione è comprovata dal relativo certificato di conformità alla norma tecnica UNI che per la posa dei materiali lapidei fa riferimento alla UNI 11714-2.

L'analisi evidenzia chiaramente che l'utilizzo delle pietre naturali, in conformità ai CAM, deve basarsi su criteri generali e premiali. Tra questi rientrano l'uso di materiali lapidei dotati di etichettatura ambientale, caratterizzati da capacità drenante e durabilità, in grado di ridurre la manutenzione durante il ciclo di vita, mitigare l'effetto isola di calore negli ambienti urbani e rispettare pienamente i valori paesaggistici e storici. Poiché tali aspetti non sono esplicitamente trattati nelle specifiche tecniche e nelle clausole contrattuali degli attuali CAM, le stazioni appaltanti che desiderano impiegare le pietre nella realizzazione di opere devono predisporre capitolati speciali d'appalto, includendo al loro interno le caratteristiche tecniche ai fini della sostenibilità richieste per i materiali lapidei.

❖ CAM obblighi delle stazioni appaltanti e monitoraggio

Con l'entrata in vigore del nuovo Codice dei contratti pubblici, l'obbligo di includere i (CAM) nei documenti di gara è stato ulteriormente rafforzato. L'articolo 57 stabilisce che le stazioni appaltanti siano tenute a integrare nei bandi, negli avvisi e negli inviti almeno i criteri ambientali minimi definiti dai relativi decreti ministeriali.

Questa disposizione conferma che i CAM non sono semplici facoltà o linee guida, ma rappresentano veri e propri vincoli normativi, la cui applicazione è obbligatoria nei documenti di gara.

La mancata inclusione dei CAM può avere gravi ripercussioni sulla legittimità della procedura, configurando una violazione di norme imperative e portando potenzialmente all'annullamento o alla nullità degli atti di gara.

Le stazioni appaltanti sono tenute a:

- ✓ esaminare i CAM rilevanti in relazione all'oggetto dell'appalto;

- ✓ integrarli completamente nei documenti di gara;
- ✓ giustificare in maniera adeguata eventuali deroghe, limitatamente ai casi consentiti;
- ✓ monitorare che i CAM vengano effettivamente applicati durante la fase esecutiva del contratto.

La mancata osservanza dell'obbligo di inserimento non solo può esporre l'amministrazione a potenziali ricorsi giurisdizionali, ma potrebbe anche comportare responsabilità erariale a carico dei funzionari responsabili della predisposizione degli atti di gara.

L'ANAC riveste un'importante funzione nel monitoraggio dell'attuazione dei CAM negli appalti pubblici. Questo controllo si realizza attraverso la gestione dell'Osservatorio dei Contratti Pubblici e della Banca Dati Nazionale dei Contratti Pubblici, strumenti fondamentali per analizzare le procedure di gara e verificare il rispetto delle normative ambientali. La raccolta dei dati relativi agli acquisti verdi effettuati dalle stazioni appaltanti avviene ora unicamente tramite le piattaforme digitali integrate nell'Ecosistema nazionale di e-Procurement, come stabilito dal nuovo Codice dei contratti pubblici.

3.5 Attività per lo sviluppo di strumenti di supporto ai CAM ed alla sostenibilità: Progetto APE, prezzario Regione Piemonte, capitolati speciali d'appalto

APE - Acquisti Pubblici Ecologici

Per supportare le stazioni appaltanti nell'implementazione dell'applicazione dei CAM e favorire gli acquisti pubblici sostenibili, sono stati avviati numerosi progetti che coinvolgono i vari stakeholder.

La Città metropolitana di Torino coordina e anima la Rete APE con il supporto di Arpa Piemonte, sostenendo l'applicazione del GPP sul territorio metropolitano attraverso il Progetto APE, Acquisti Pubblici Ecologici. Ad oggi, la Rete APE è composta da 52 organizzazioni, amministrazioni pubbliche del territorio e più in generale organizzazioni che costituiscono "il lato della domanda", chiamate ad applicare i CAM; e associazioni di categoria, ordini professionali e altre organizzazioni che rappresentano il "lato dell'offerta", chiamato a produrre e offrire beni e servizi più performanti dal punto di vista dell'impatto ambientale.

Gli obiettivi della rete APE:

- ✓ consolidare le politiche sugli acquisti verdi;
- ✓ sperimentare appalti verdi innovativi;

- ✓ stimolare il mercato a produrre e offrire beni e servizi più performanti dal punto di vista dell'impatto ambientale;
- ✓ aumentare la visibilità delle azioni intraprese;
- ✓ favorire il dialogo fra le parti e con ulteriori soggetti della società civile.

Il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica ha avviato ulteriori iniziative per l'implementazione del GPP, tra cui il progetto *CReAMO PA*. Questo include una linea d'intervento specifica, denominata "*L1 - Integrazione dei requisiti ambientali nei processi di acquisto delle amministrazioni pubbliche*", dedicata agli acquisti verdi. Anche la Regione Piemonte è attivamente coinvolta nella promozione e nella formazione su tematiche legate al GPP, collaborando attraverso il progetto *Life PrepAIR*. In tale contesto, insieme ai partner delle Regioni del bacino padano, sono stati sviluppati strumenti pratici come manuali operativi, moduli di e-learning, convegni e webinar. L'obiettivo principale è promuovere l'applicazione dei CAM e raccogliere suggerimenti e osservazioni utili al miglioramento della loro efficacia.

Prezziario Regione Piemonte

Un ulteriore strumento messo a disposizione delle stazioni appaltanti è rappresentato dalla sezione tematica 30 del prezziario della Regione Piemonte, intitolata "*Prodotti da costruzione rispondenti ai Criteri Ambientali Minimi (C.A.M.) definiti nei decreti del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica - M.A.S.E.*". Questo strumento facilita la predisposizione dei documenti di gara, garantendo l'impiego di materiali conformi ai requisiti stabiliti dai CAM.

Capitolati speciali d'appalto

Ulteriori strumenti utili per l'applicazione delle disposizioni stabilite dai CAM sono senza dubbio i documenti di gara, come il capitolato speciale d'appalto (CSA). Si tratta di un documento tecnico che descrive in dettaglio le modalità di esecuzione dei lavori, i materiali da impiegare e le condizioni contrattuali tra la stazione appaltante e l'impresa appaltatrice. L'ANAC fornisce indicazioni e linee guida per la redazione di questo documento, con l'obiettivo di garantire trasparenza e correttezza nell'ambito degli appalti pubblici.

Prima di procedere con la preparazione dei documenti di gara, è fondamentale accertarsi che la progettazione e i lavori da appaltare siano conformi al campo di applicazione del CAM vigente. Nel caso in cui non rientrino in tale ambito, è comunque possibile includere requisiti minimi e specifiche tecniche relative ai materiali e alle lavorazioni, garantendo così la sostenibilità ambientale delle opere pubbliche, in linea con le normative nazionali ed europee. Nel rispetto dei principi di partecipazione e concorrenza, garantendo che le specifiche tecniche siano oggettive e non discriminanti, consentendo a un'ampia gamma di operatori economici di partecipare alla gara.

3.6 Utilizzo delle pietre ornamentali nelle riqualificazioni ambientali degli spazi pubblici

L'utilizzo delle pietre ornamentali nei lavori pubblici, come già affrontato, non è soggetto a normative specifiche legate alla sostenibilità, in quanto attualmente non esistono CAM dedicati a questo ambito. Tuttavia, le normative di settore condividono i principi fondamentali di sostenibilità ambientale, economia circolare e sostenibilità sociale. Nelle operazioni di riqualificazione di spazi pubblici, in particolare nei centri storici delle nostre città, le pietre ornamentali rivestono un ruolo significativo sia dal punto di vista economico, incidendo notevolmente sul costo dell'opera, che per il loro rilevante impiego rispetto ad altri materiali da costruzione.

L'utilizzo di pietre ornamentali in architettura può effettivamente contribuire a una migliore integrazione tra gli spazi costruiti e il contesto circostante, creando un legame visivo e funzionale. Le pietre, grazie alla loro naturalezza e al vasto ventaglio di colori e texture, possono armonizzarsi con l'ambiente circostante, evidenziandone le caratteristiche e la storia, nel rispetto dei valori paesaggistici.

La pietra è un materiale duraturo e resistente che necessita di poca manutenzione e può essere riciclato al termine del suo ciclo di vita, rappresentando quindi una scelta sostenibile. Considerando la necessità di tutelare il suolo e le risorse naturali, il suo impiego nella riqualificazione si orienta verso l'utilizzo di materiali di recupero.

La sostenibilità, intesa come capacità di garantire una durata prolungata nel tempo, comporta un utilizzo efficiente e rispettoso delle risorse naturali. Parallelamente, la trasformazione degli spazi urbani da semplici "space" a veri e propri "place" evidenzia la necessità di creare luoghi autentici che promuovano l'interazione e il senso di appartenenza degli abitanti alla città.

Nel suo significato più ampio, la sostenibilità si riferisce alla capacità di soddisfare i bisogni della generazione attuale senza compromettere quelli delle generazioni future. Ciò richiede un approccio responsabile nell'uso delle risorse naturali e una particolare attenzione agli effetti ambientali delle trasformazioni urbanistiche.

Lo "space" rappresenta uno spazio fisico, mentre il "place" si definisce come uno spazio dotato di significato, storia, cultura e un legame con le persone che lo vivono. La conversione da "space" a "place" implica la creazione di ambienti in grado di stimolare la partecipazione, il senso di appartenenza e la formazione di comunità.

La riqualificazione degli spazi pubblici degradati non ha solo un impatto urbanistico e architettonico, ma genera anche significative ripercussioni socioeconomiche. Questi luoghi

riprogettati diventano aree di socializzazione per i cittadini, favorendo una vita sociale più vivace che a sua volta stimola lo sviluppo delle attività economiche nelle zone circostanti: aprono negozi, ristoranti e spazi di aggregazione. Inoltre, spesso ne beneficia anche il settore dell'edilizia privata, con un conseguente aumento del valore di mercato degli immobili. Questo processo porta vantaggi anche al turismo, attirando visitatori verso aree più organizzate e accoglienti. Gli spazi rigenerati tendono a diventare ambienti più sicuri per chi li vive o attraversa. Non di rado, gli edifici affacciati su piazze e strade esteticamente curate vengono interessati da interventi di ristrutturazione edilizia. Gli spazi riqualificati si percepiscono come spazi non solo pubblici ma propri, gli abitanti hanno maggiore rispetto e partecipano al mantenimento del decoro urbano.

La riqualificazione degli spazi pubblici deve essere guidata da un approccio inclusivo, con particolare attenzione alle scelte progettuali. Le pietre, in questo contesto, possono essere considerate come elementi fondamentali che seguono una sorta di grammatica progettuale, influenzando sia la composizione che l'estetica degli ambienti. In ambito architettonico, infatti, la selezione e il posizionamento delle pietre contribuiscono a creare un linguaggio visivo in grado di comunicare non solo con chi osserva ma anche con chi attraversa quegli spazi.

Questi materiali possono essere impiegati per realizzare segnaletica orizzontale permanente, favorendo l'accessibilità e l'inclusività all'interno degli spazi urbani, e rendendo così le città più accoglienti e funzionali per tutti.

La riqualificazione degli spazi urbani comprende anche interventi di tipo ambientale, mirati alla creazione di aree prive di traffico veicolare. Questo obiettivo viene raggiunto attraverso l'introduzione di isole pedonali, liberando tali zone dalla presenza di automobili, con lo scopo di ridurre l'inquinamento atmosferico e promuovere la mobilità sostenibile.

❖ La valorizzazione e la riqualificazione degli spazi pubblici attraverso l'impiego di pietre ornamentali *recuperate*

La valorizzazione e il recupero degli spazi pubblici mediante l'utilizzo di pietre ornamentali rigenerate rappresentano un approccio sostenibile alla riqualificazione urbana. Tale pratica mira a coniugare estetica e funzionalità, promuovendo al contempo il rispetto per l'ambiente e il riuso di materiali preesistenti, in linea con i principi dell'economia circolare evitando il consumo del suolo e delle risorse naturali.

Negli ultimi anni, Torino ha adottato l'uso di materiali di recupero nei progetti di riqualificazione, in particolare nel centro storico. Questi materiali provengono da siti dismessi o riconvertiti, come gli ex mercati generali Moi, e sono conservati nei magazzini

comunali. Questa scelta ha permesso di abbattere i costi delle opere, evitando l'acquisto di nuovi materiali lapidei, il cui prezzo è aumentato significativamente a causa del rincaro dei costi energetici. Tale approccio ha rappresentato una soluzione efficace per far fronte ai budget sempre più ridotti degli enti locali, consentendo di realizzare interventi altrimenti irrealizzabili e garantendo un notevole risparmio economico.

Si evidenzia come il costo dei materiali lapidei è in costante crescita in *tabella 12* sono stati presi in considerazione i prezzi di tre differenti materiali estrapolati dai tre prezziari della Regione Piemonte di edizioni differenti.

Tabella 12 Andamento prezzi prodotti lapidei

				Anno 2022	Anno 2022 Edizione speciale «Decreto aiuti»	Anno 2025
01	01.P18.R20	Masselli o conci in granito, sienite o diorite dello spessore da cm 14 a cm 16, lunghezza da una volta e un quarto a due volte la larghezza, lavorati a superficie perfettamente piana ed a punta grossa sulla faccia vista, a punta mezzana ed a perfetta squadra per almeno cm 5 di profondità sulle facce laterali, faccia inferiore grossamente spianata, tolleranza sullo spessore 1 cm in più o in meno, provvisti in corsi di larghezza uniforme per la completa utilizzazione senza tagli e rifilature				
01	01.P18.R20.005	Della larghezza da 30 a 45 cm	m ²	234,52	257,97	363,12
01	01.P18.R20.010	Delle dimensioni di cm 50x50	m ²	222,82	245,09	363,12
01	01.P18.M00	Pietra di luserna a spacco. cava, in lastre rettangolari a coste rifilate				
01	01.P18.M00.005	Spessore cm 3-5 - dimensioni fino a 30x15	m ²	50,75	55,82	56,31
01	01.P18.M00.010	Spessore cm 3-5 - dimensioni da 30x15 a 80x40	m ²	63,35	69,69	70,29
01	01.P18.M00.015	Spessore cm 3-5 - dimensioni oltre 80x40	m ²	76,01	83,62	84,34
01	01.P18.M00.020	Spessore cm 6-7 - dimensioni fino a 80x40	m ²	88,06	96,86	97,70
01	01.P18.M00.025	Spessore cm 6-7 - dimensioni oltre 80x40	m ²	88,06	96,86	97,70
01	01.P18.M00.030	Spessore cm 8-10 - dimensioni fino a 80x40	m ²	100,81	110,89	111,85
01	01.P18.R50	Cubetti scelti di porfido delle cave dell'Alto Adige o del Trentino, a facce piane e normali fra di loro, delle quali due opposte corrispondenti ai piani di cava				
01	01.P18.R50.005	Delle dimensioni di cm 4-6	q	34,76	38,24	38,57
01	01.P18.R50.010	Delle dimensioni di cm 6-8	q	32,62	35,89	36,20
01	01.P18.R50.015	Delle dimensioni di cm 8-10	q	29,40	32,33	32,61
01	01.P18.R50.020	Delle dimensioni di cm 10-12	q	27,37	30,11	30,37

La città, grazie alla disponibilità di materiale lapideo conservato nei propri magazzini, ha potuto proseguire le attività di riqualificazione e rigenerazione di aree urbane, come Piazza IV Marzo, via Carlo Alberto e altre zone (*figura 36 e 37*).



Figura 36 Magazzini della Pietra della Città di Torino



Figura 37 Materiali lapidei stoccati nei Magazzini della Pietra della Città di Torino

Il progetto per Piazza IV Marzo ha previsto l'impiego esclusivo di pietra recuperata, sottoposta a un trattamento superficiale di fiammatura, l'asfalto presente è stato sostituito dai masselli (figura 38). Questo processo ha permesso di far risaltare la tipica tessitura del granito bianco di Montorfano, rimuovendo incrostazioni e strati ossidati dovuti al tempo e all'inquinamento.

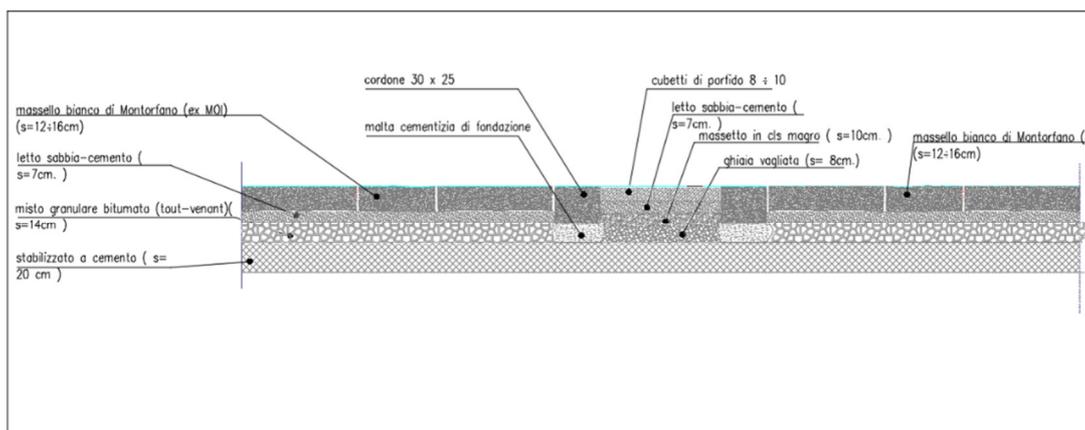


Figura 38 Particolare stratigrafico della posa dei masselli e porfido in Piazza IV Marzo; Torino

L'impiego di circa 2500 mq di masselli recuperati ha consentito una significativa riduzione dei costi, ciò ha permesso di poter riqualificare l'area che oggi è uno luogo vivace e ricco di attrattive (figura 39) Per armonizzarsi con il contesto circostante, anche gli elementi di arredo urbano, come i dissuasori, sono in granito bianco.

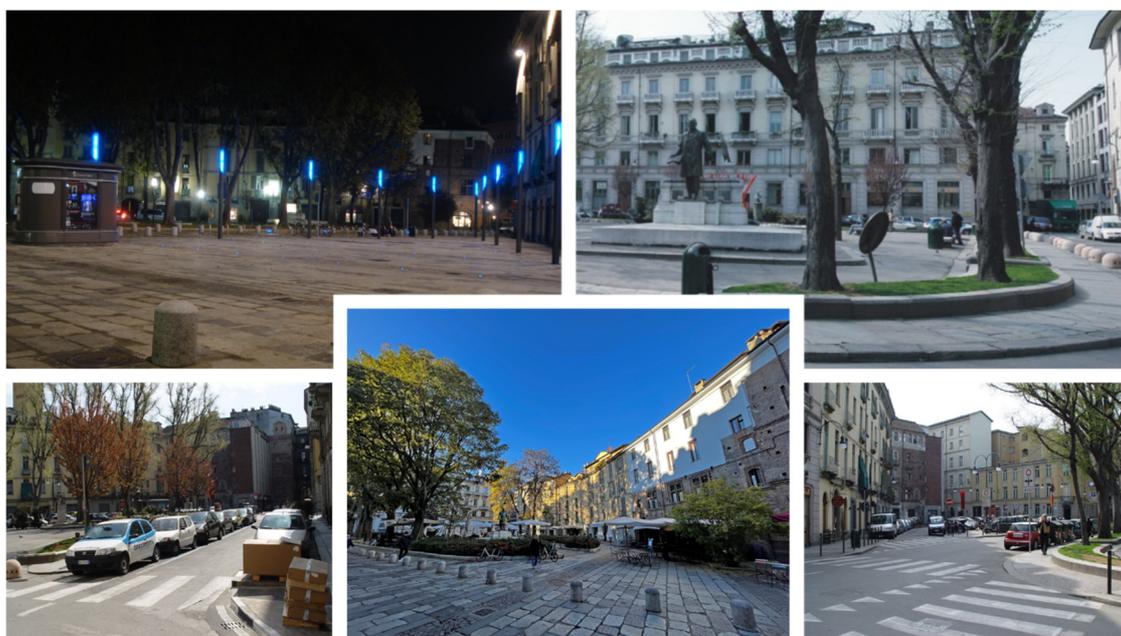


Figura 39 Piazza IV Marzo prima e dopo⁴⁸

Altro progetto in fase d'esecuzione è la pedonalizzazione e riqualificazione di via Roma, dove è prevista la realizzazione una pavimentazione completamente in pietra portata "a raso" con il piano dei marciapiedi e dei portici esistenti adottando la medesima qualità di elementi lapidei presenti nel tratto di via Roma tra piazza CLN e piazza Carlo Felice, ovvero

⁴⁸ Foto in primo piano da https://www.fctp.it/location_item.php?id=1137

diorite scura con finitura fiammata (figura 40). È prevista la posa di masselli con tagli svasati per la creazione di fessure per la raccolta delle acque meteorologiche.

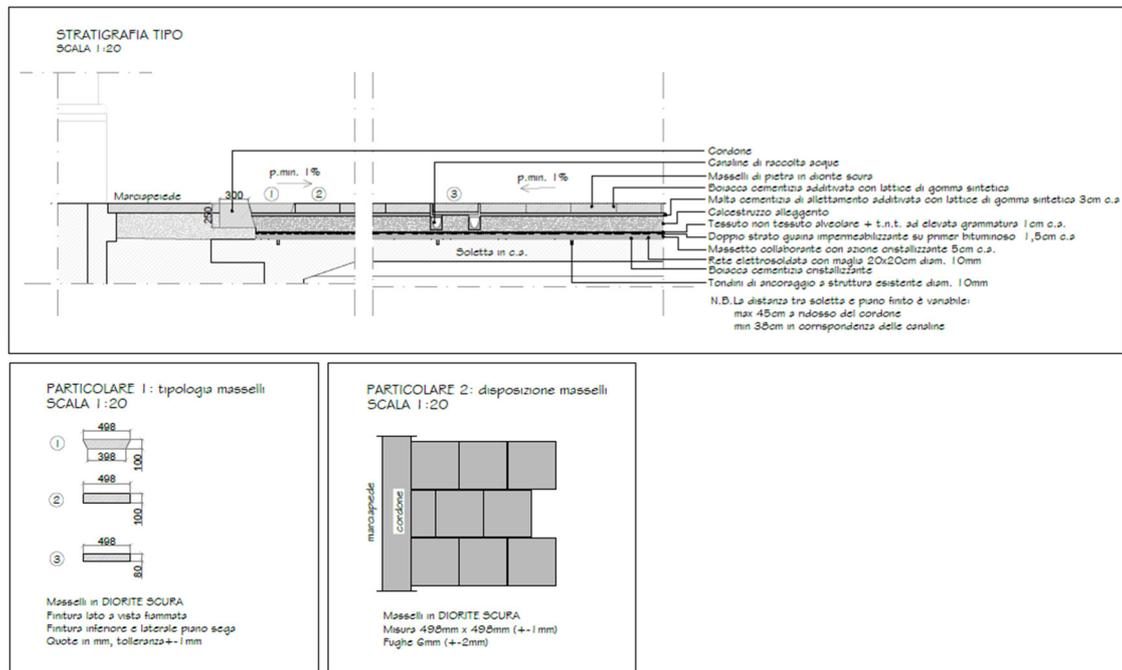


Figura 40 Particolare costruttivo via Roma, Torino

Nel progetto del terzo lotto ancora in fase di redazione, è previsto per la quasi totalità delle pavimentazioni l'utilizzo di materiale lapideo presente nei magazzini. Verranno utilizzate delle rotaie in pietra sottoposte a taglio per la creazione di masselli delle dimensioni di 50 x 50 e spessore 10 e sottoposti a fiammatura.

Anche in questo progetto, le pietre ornamentali svolgono nuovamente un ruolo centrale nella riqualificazione dello spazio pubblico, contribuendo a rendere gli ambienti più piacevoli e sostenibili.

Un altro aspetto positivo del recupero delle pietre consiste nella possibilità per la Città di disporre di materiali spesso non più reperibili sul mercato, a causa della chiusura delle cave o dell'esaurimento della risorsa naturale, per effettuare manutenzioni di pavimentazioni in contesti storici, garantendo il rispetto delle peculiarità architettoniche dei luoghi, o per migliorare la qualità degli spazi urbani. Un recente intervento di rifacimento della pavimentazione è stato effettuato impiegando masselli a cinque facce recuperati nei magazzini della Città. Grazie a un'attenta progettazione del modulo di posa, si è riusciti a ottenere un risultato estetico e architettonico molto gradevole (figura 41).



Figura 41 Particolare pavimentazione masselli a cinque facce via Cesare Lombroso, Torino

CAPITOLO IV – Appalti pubblici per pavimentazioni in pietra, caso studio Piazza Arbarello- Viale Corso Siccardi; Torino

4.1 Le pavimentazioni in pietra ornamentale per la riqualificazione degli spazi urbani

Le pavimentazioni costituiscono un elemento fondamentale nella progettazione degli spazi pubblici. Negli ambienti aperti destinati a usi collettivi o sociali, rivestono un ruolo chiave per le attività previste, dove qualità delle finiture, tonalità cromatiche e caratteristiche tecniche diventano aspetti di primaria importanza.

In tali contesti, le superfici pavimentate devono innanzitutto soddisfare esigenze pratiche, adattandosi al flusso e al transito del pubblico per assicurare facilità d'uso, comfort e soprattutto sicurezza. Al tempo stesso, le pavimentazioni contribuiscono a creare una coerenza formale e visiva negli spazi.

La costruzione o il rinnovo di una pavimentazione è quindi interpretata come un'occasione per rafforzare l'integrazione urbana, ottimizzare il sistema di connessioni e differenziare dal punto di vista tipologico e gerarchico i vari spazi. Questi vengono progettati per favorire attività diversificate come sostare, muoversi o semplicemente osservare.

Dal punto di vista estetico, le pavimentazioni di piazze, giardini e viali dovrebbero rispondere a esigenze percettive, paesaggistiche e storiche. Laddove possibile, è consigliabile recuperare le tradizioni locali in termini di tecniche costruttive, scelte cromatiche e materiali, adattandosi al contesto climatico, all'illuminazione naturale e al valore simbolico del luogo. La scelta del disegno e dei materiali deve tener conto non solo dell'impatto visivo, ma anche delle sensazioni tattili e acustiche offerte dalle varie superfici. Il passaggio tra texture ruvide e lisce, così come i contrasti cromatici, si trasformano in strumenti espressivi attraverso cui il progettista trasmette intenti estetici e funzionali.

Il rifacimento di una pavimentazione offre l'opportunità di mettere in risalto elementi di pregio già presenti, esaltando l'identità unica dei luoghi. Piazze e giardini pubblici, che rappresentano da sempre spazi centrali di socializzazione, incontro o contesti rispettosi per edifici storici.

La forma e la caratterizzazione di questi spazi dipendono non solo dalla struttura urbana o dalla qualità architettonica degli edifici circostanti, ma anche dai materiali utilizzati per le pavimentazioni. Questi ultimi contribuiscono a definire il disegno degli spazi stessi, dando identità al "vuoto" urbano e al suo sistema relazionale e connettivo.

L'impiego della pietra nella riqualificazione urbana delle aree pubbliche è una scelta diffusa per le sue caratteristiche tecniche, meccaniche e fisiche. La pietra naturale offre un'estetica versatile, resistente e durevole, rendendola ideale per il traffico pedonale e veicolare.

4.2 riqualificazione ambientale Piazza Arbarello e valorizzazione del Viale di Corso Siccardi, Torino⁴⁹

❖ Relazione generale e indirizzi progettuali

La realizzazione di strutture di parcheggio ipogee nel centro storico di Torino, comprese tra i "viali napoleonici" e il Po, ha permesso di liberare le superfici da auto, creando spazi pubblici pedonali da riqualificare.

Questo ha permesso di sostenere, senza problemi eccessivi, operazioni di valorizzazione fatte di poche opere, ma di grande impatto qualitativo delineato dai grandi scenari architettonici esaltati dall'assenza di auto parcheggiate.

Negli anni la Città di Torino perseguendo l'obiettivo della riqualificazione ambientale della restituzione degli spazi pubblici ai cittadini, come spazi da vivere e dove è lui protagonista, e non più i veicoli ha riqualificato piazze e vie rendendole pedonali.

Alcuni esempi noti sono: piazza San Carlo, Piazza Castello, Piazza Vittorio Veneto, Piazza Valdo Fusi, Piazza Bodoni, il complesso del Parco Archeologico delle Torri Palatine con Piazza IV Marzo, ed alcuni assi viari come Via Lagrange, via Carlo Alberto, Via Roma in fase di realizzazione, il viale centrale di Corso Galileo Ferraris, passeggiata ciclo-pedonale, ad oggi percorribile da Corso Matteotti a Via Cernaia.

In particolare, per quanto riguarda quest'ultimo, che fa parte del sistema dei Viali-Parco, figurava già negli obiettivi della più ampia politica di valorizzazione dello spazio pubblico cittadino fin dal 2007, anno in cui si sviluppò lo Studio di fattibilità sull'intero asse di Corso Galileo Ferraris-Corso Siccardi, da Corso Matteotti a Piazza Arbarello. In figura 42. si riporta la planimetria d'insieme dell'intero asse e della piazza oggetto di riqualificazione ambientale.

⁴⁹ Progetto della Città di Torino Divisione Infrastrutture e Mobilità Area Infrastrutture Servizio Urbanizzazioni – progettista architetto *Paola Giordano*
Gli elaborati grafici e documenti utilizzati sono stati redatti dagli uffici tecnici del Comune di Torino ed allegati al bando di gara, pubblicati sul sito <https://bandi.comune.torino.it/>



Figura 42 Planimetria asse di Corso Galileo Ferraris–Corso Siccardi, da Corso Matteotti a Piazza Arbarello; Torino

Tale studio ha tracciato il percorso di riqualificazione dello spazio pubblico di quest'area:

1. La realizzazione di un parcheggio pertinenziale privato nell'interrato della porzione nord della piazza rialzata degli Ex Giardini della Cittadella prevede anche la riqualificazione della superficie sovrastante, ovvero la parte alta della piazza, che oggi si presenta completamente libera dalle auto e pavimentata in pietra. Attualmente, l'area ha già iniziato a recuperare vitalità, in particolare grazie alla creazione di un campo per il gioco spontaneo della pallacanestro, che sta attirando numerosi giovani e contribuendo a ridare vita al luogo. Inoltre, alcune aiuole nell'area sono state riutilizzate seguendo un modello ispirato ai micro-orti urbani berlinesi, nell'ambito del *Programma di Progettazione Partecipata* e del progetto *"CuraTO è bello"*⁵⁰, promosso dal Comune con la collaborazione dei cittadini.
2. La realizzazione del parcheggio ipogeo destinato sia ad uso pubblico che privato in Corso Galileo Ferraris rappresenta un elemento centrale del progetto, insieme alla riqualificazione superficiale del viale alberato centrale. Quest'ultima prevede la quasi totale eliminazione delle auto in sosta, trasformando l'area in una passeggiata pedonale immersa tra filari di alberi e aiuole verdi. Lungo il viale sono inoltre previste due piste ciclabili protette, collocate lateralmente su una banchina rialzata, che si estendono da Corso Matteotti fino a Via Cernaia. Per completare gli obiettivi prefissati dallo Studio del 2007, rimane da terminare il prolungamento della passeggiata ciclopedonale del Viale-Parco di Corso Galileo Ferraris verso il Centro Storico, lungo Corso Siccardi, nel tratto compreso tra Via Cernaia e Piazza Arbarello. A ciò si aggiunge la prevista riqualificazione ambientale della stessa Piazza Arbarello, che il progetto intende restituire alla fruizione pedonale, trasformandola in un luogo di incontro e di osservazione.

Con il completamento dell'ultima sezione della passeggiata ciclo-pedonale del Viale-Parco e la rimozione dei baracconi, ormai dismessi dai venditori di libri usati, si apre una nuova

⁵⁰La Città di Torino, con l'obiettivo di promuovere la partecipazione attiva dei cittadini sia nella progettazione degli spazi pubblici che nella loro cura e manutenzione, ha introdotto diversi strumenti. Tra questi il Regolamento per il Governo dei Beni Comuni Urbani nella città di Torino.

prospettiva per il viale che collega i due monumenti di Vittorio Emanuele II e l'Obelisco di Piazza Savoia (figura 43). Fino ad oggi, tale collegamento non era percepibile a causa della presenza disordinata di vari elementi che creavano una barriera visiva, ostacolando la piena comprensione dell'asse monumentale.

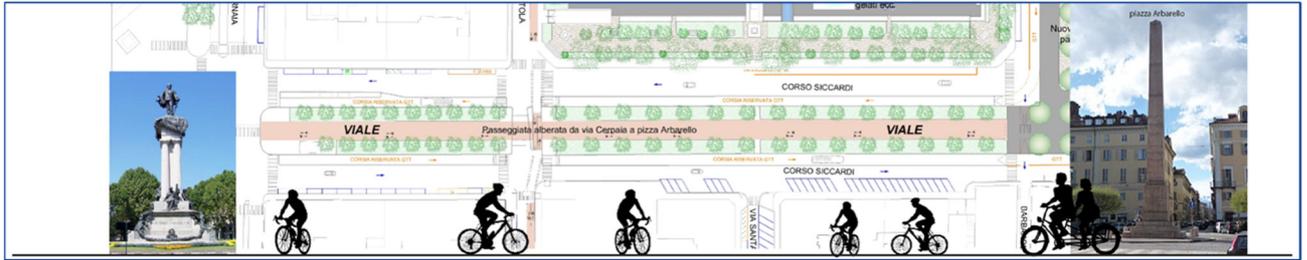


Figura 43 Planimetria passeggiata ciclo pedonale del Viale-Parco

❖ Il progetto

Per farsi che si potesse concretizzare la riqualificazione dell'area oggetto di studio, la Città cerca di coinvolgere soggetti interessati a sponsorizzare tali opere pubbliche, ai sensi dell'art 19 del allora vigente codice 50/2016, (trasposto per intero nell' art 134 del codice 36/2023), pertanto, l'amministrazione avvia la procedura prevista dal codice per la ricerca di eventuali interessati a presentare una manifestazione di interesse a stipulare un contratto di sponsorizzazione, con Deliberazione della Giunta Comunale mecc. N° 2019 01089/052.

A conclusione della procedura su citata si individuano due portatori d' interesse per il finanziamento delle opere di riqualificazione degli spazi:

- *la Società Reale Mutua*, acquisendo la maggior parte degli immobili dell'isolato tra le vie Santa Maria, San Dalmazzo, Bertola e corso Siccardi, ha realizzato la sua nuova sede direzionale di prestigio;
- *la Compagnia di San Paolo* ha portato avanti la trasformazione della precedente sede della facoltà di Economia e Commercio, per conto della Fondazione del Real Collegio Carlo Alberto, che da poco tempo vi si è insediato.

A seguito degli investimenti effettuati in quest'area entrambe hanno interesse per la riqualificazione degli spazi antistanti le loro sedi. il progetto essendo rivolto ad un ridimensionamento della mobilità a motore, a favore di un incremento di mobilità dolce per il benessere della comunità cittadina ha obiettivi ambientale previsti dalle *mission* di tutti i soggetti coinvolti.

L'Amministrazione, fortemente impegnata a incentivare forme di mobilità attiva e sostenibile a discapito dell'uso di veicoli privati a motore, ha deciso di ridurre in modo significativo gli spazi di sosta in superficie nell'area di Piazza Arbarello. Questo intervento ha permesso di progettare una piazza leggermente sopraelevata, con un dislivello tra i 18 e i 20 cm, pensato per garantire maggiore protezione dalle aree destinate al traffico veicolare. L'approccio adottato mira a creare un ambiente urbano che si configura come una Piazza-Giardino, ideale per una fruizione pedonale e per favorire l'integrazione con un contesto più verde e sostenibile.

La Piazza non ospiterà più auto parcheggiate nel suo spazio centrale, che sarà convertito in un'area verde con alberi, pensata per il passeggio pedonale e le attività ricreative. Parallelamente, il Viale si trasformerà nel principale accesso ciclo-pedonale al centro storico, armonizzandosi con la rete ciclabile di collegamento all'interno di un ambiente sicuro e immerso nel verde del Viale-Parco.

❖ Elaborati progettuali e principali documenti di gara d'appalto

Il progetto si propone principalmente di valorizzare il percorso di accesso al centro cittadino mediante il *viale-parco* e di procedere alla riqualificazione di Piazza Arbarello. Tale piazza sarà destinata esclusivamente alla pedonalizzazione, seguendo l'approccio già applicato ad altre piazze storiche situate nel cuore della città, con l'obiettivo di migliorarne la fruibilità per la cittadinanza e di mettere in risalto le sue peculiarità architettoniche e ambientali. Nella figura 44 è indicato l'inquadramento generale dell'intervento oggetto di studio.



Figura 44 Inquadramento generale e PRG

L'intervento complessivo è stato suddiviso in due Lotti

LOTTO 1 – PIAZZA prevede un progetto di riqualificazione ambientale relativo a Piazza Arbarello. L'intervento contempla la realizzazione di un'ampia area pedonale centrale sopraelevata, caratterizzata da una pavimentazione in pietra. In tale contesto, verranno predisposti due spazi di socializzazione arredati posizionati sotto due gruppi di alberi,

costituiti da otto nuove essenze arboree disposte intorno al maestoso albero centrale esistente.

LOTTO 2 – VIALE riguarda un intervento di valorizzazione del viale alberato di Corso Siccardi, concepito in continuità con i lavori precedentemente completati nel viale centrale di Corso Galileo Ferraris. L'obiettivo è quello di perfezionare il percorso ciclo-pedonale, che si estende da Corso Matteotti sino a Via Garibaldi, nel cuore del centro storico.

VINCOLI

Per quanto riguarda le indicazioni di PRGC e le aree di azzonamento ivi contenute, possiamo dire che l'intervento della Piazza si svolge prevalentemente su suolo viario; mentre il viale centrale di corso Siccardi è identificato verde pubblico (V), in continuità del viale centrale di corso Galileo Ferraris.

Per la presente tipologia d'intervento non risulta necessaria la procedura di VIA (Valutazione d'impatto ambientale).

Tutta l'area oggetto d'intervento è soggetta a vincolo di carattere storico ambientale, in quanto all'interno della Zona Centrale Storica della Città.

Nel luglio 2019, nel corso di un intervento di modesto scavo per la realizzazione di sottoservizi, è stata rilevata nella porzione nord-ovest di Piazza Arbarello la presenza di nuclei di sepolture affioranti a una profondità non superiore a 80 cm. Alla luce di tale scoperta, la Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per la Città Metropolitana di Torino ha giudicato necessario avviare la procedura di accertamento preventivo, ai sensi dell'articolo 25, comma 8 del D.Lgs. 50/2016 (oggi art 38 del D.lgs 36/2023). Tale procedura è stata attivata con l'obiettivo di garantire la tutela del patrimonio archeologico, subordinando il completamento della pianificazione esecutiva ai risultati delle indagini preventive. Queste ultime sono risultate fondamentali per valutare la fattibilità dell'intervento di riqualificazione previsto.

LOTTO N. 1 - Sondaggi archeologici preventivi



Figura 45 Sondaggi archeologici

In relazione ai risultati ottenuti nell'ambito dei sondaggi citati, riportati nella figura 45 la Soprintendenza competente ha autorizzato l'esecuzione degli scavi previsti dal progetto esecutivo dell'intervento di Riqualificazione di Piazza Arbarello, a condizione che essi siano condotti con il costante controllo di operatori archeologi specializzati, fino alle quote di progetto.

Lo stato di fatto.



Figura 46 Piazza Arbarello prima della riqualificazione⁵¹

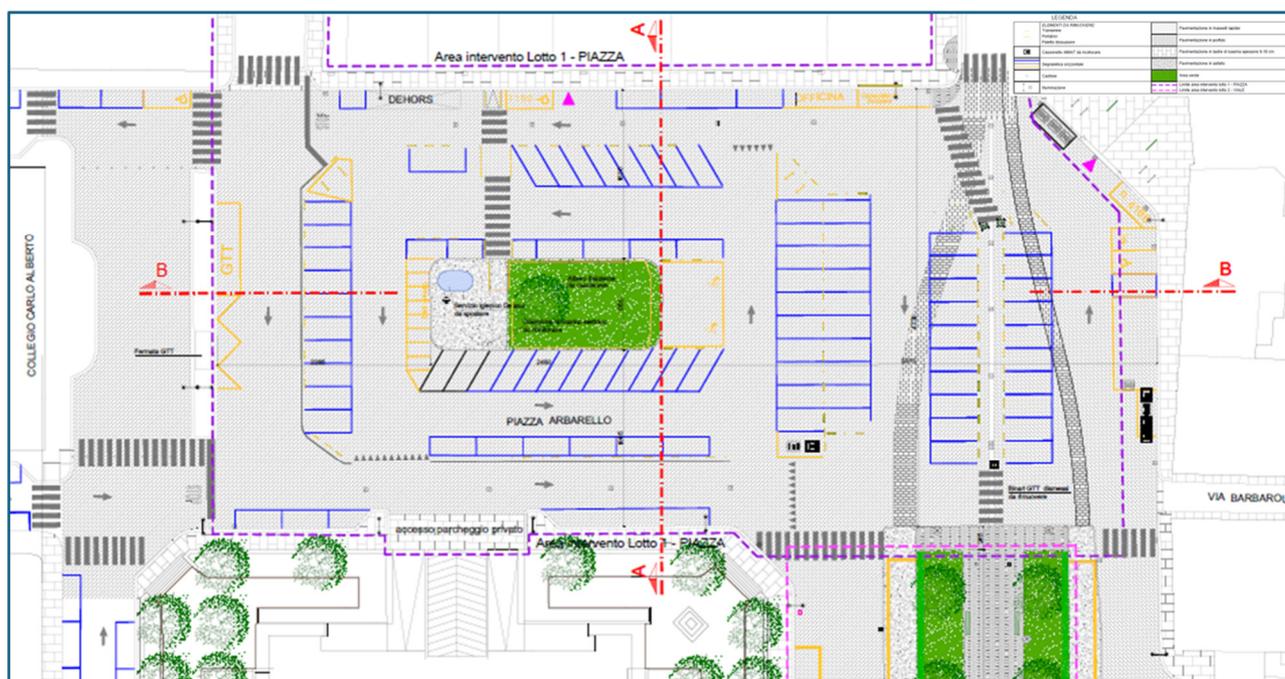


Figura 47 Lotto 1 Piazza Planimetria stato di fatto

⁵¹ immagini di Piazza Arbarello google earth.e bing mappe

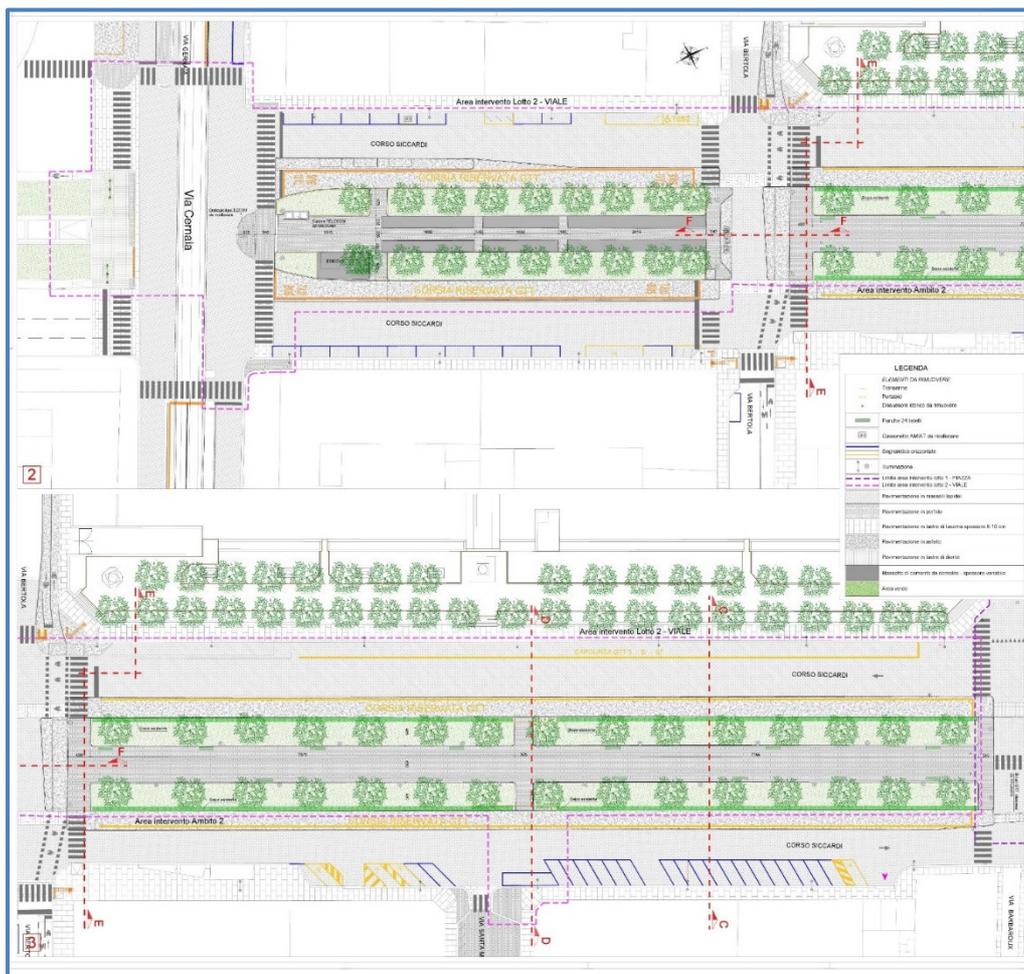


Figura 48 Lotto 2 Viale Planimetria stato di fatto

L'analisi dello stato di fatto presente metteva in luce una marcata predominanza di parcheggi e aree di sosta distribuiti lungo la totalità della superficie percorribile della piazza e del viale. La piazza, in particolare, risultava destinata quasi esclusivamente alla funzione di parcheggio, riducendo significativamente le possibilità di impiegarla come spazio pubblico finalizzato all'aggregazione sociale (si vedano le figure 46, 47 e 48). Questa configurazione limitava profondamente il potenziale della piazza quale luogo di rilevanza culturale o storico-artistica. Parallelamente, gli edifici prospicienti soffrivano una progressiva perdita della loro identità architettonica e del valore storico, venendo privati dell'importante ruolo distintivo che essi potevano rivestire nel contesto urbano di riferimento. Per quanto concerne i materiali, la piazza era prevalentemente realizzata in blocchi di sienite della Balma, mentre la camminata all'interno del viale era pavimentata con cubetti di porfido delimitato da due aiuole con la presenza di alberi. Le diverse superfici erano delimitate da cordoli che ne segnavano i confini. L'area oggetto dell'intervento era inoltre arricchita dalla presenza di vari elementi di arredo urbano, quali transenne, panchine e fioriere. Tuttavia, le pavimentazioni evidenziavano una significativa discontinuità e una certa disomogeneità nell'impiego dei materiali, determinando superfici che risultavano

irregolari e visivamente poco gradevoli. A ciò si aggiungeva la presenza di dislivelli e disconnessioni che comprometteva l'accessibilità per persone diversamente abili, riducendo in maniera rilevante l'inclusività generale dello spazio urbano.

Il progetto

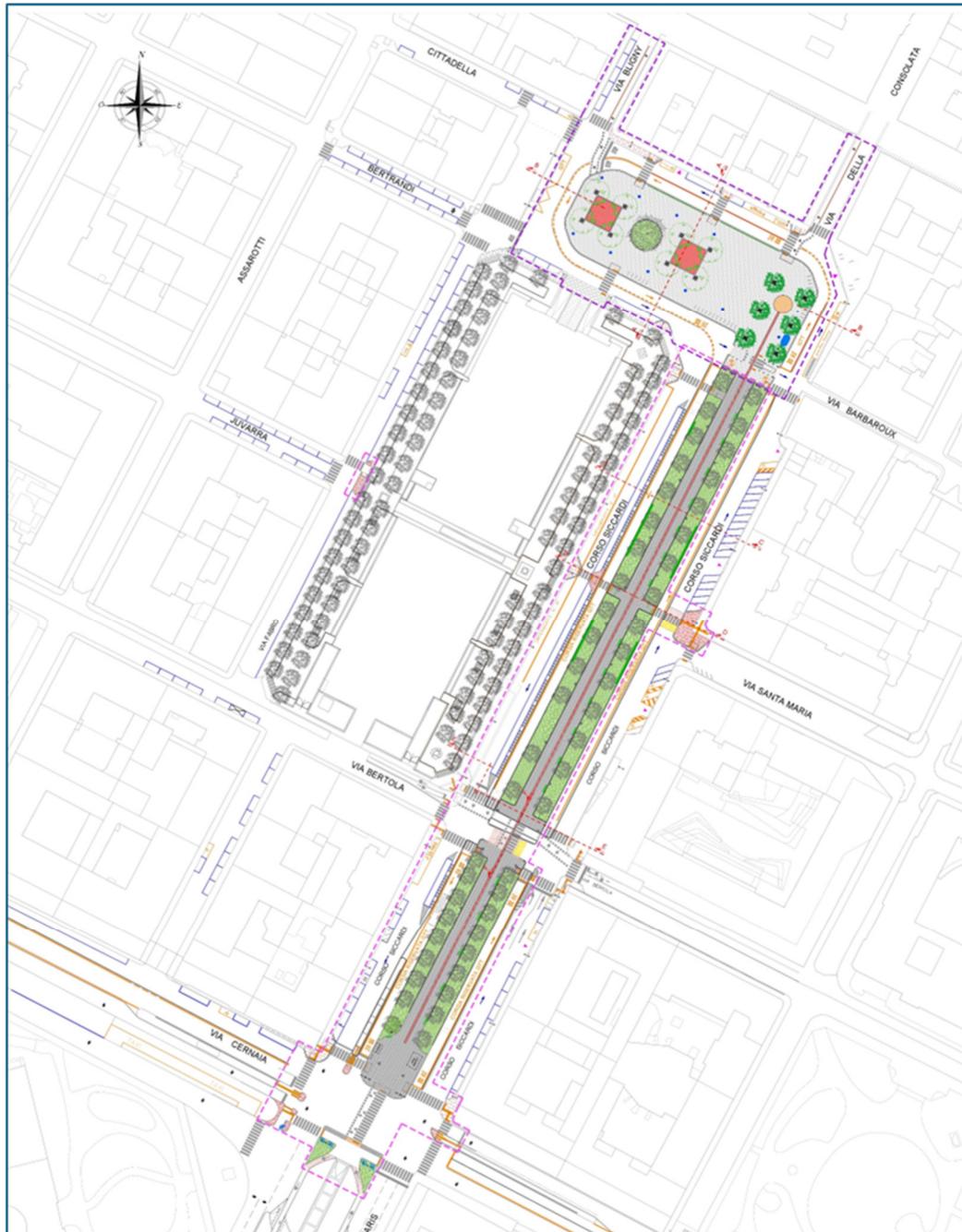


Figura 49 Planimetria Generale Di Progetto

DESCRIZIONE SOMMARIA DELLE OPERE

Il progetto complessivo di entrambi i lotti è stato sviluppato con l'obiettivo di armonizzare la porzione del viale già riqualificata con l'ultimo tratto, creando un collegamento fluido e coerente con la Piazza (figura 49).

LOTTO 1 – PIAZZA

Il progetto per la riqualificazione di Piazza Arbarello includeva le seguenti operazioni di demolizione e rimozione:

- Eliminazione di tutte le transenne e degli altri arredi urbani presenti nell'area interessata dall'intervento, con relativo trasporto presso i depositi della Città.
- Rimozione della pavimentazione in masselli, comprendente il taglio e lo smantellamento completo delle superfici esistenti all'interno della zona delimitata. Questo intervento è necessario per la costruzione della piattaforma rialzata e la continuazione del Viale di Corso Siccardi. I masselli rimossi verranno accatastati per un eventuale riutilizzo. Inoltre, la superficie sottostante sarà regolarizzata e compattata.
- Smantellamento dei binari presenti sulla sede stradale, inclusa la rimozione dell'intero pacchetto sottostante composto da traversine e massetto strutturale, nella porzione orientale della piazza.
- Rimozione dei cordoli e delle guide in pietra da alcune parti dei marciapiedi, con accatastamento per possibili riuso o trasporto ai magazzini comunali.
- Demolizione parziale delle pavimentazioni in conglomerato bituminoso, comprensiva di rifilatura mediante taglio.
- Smantellamento delle lastre in pietra di Luserna dei marciapiedi esistenti, con recupero, selezione e accatastamento per il successivo reimpiego o trasporto nei magazzini comunali.
- Rimozione di chiusini e griglie per un successivo riposizionamento alle quote della pavimentazione finita.
- Rimozione della segnaletica stradale verticale, con recupero per il reimpiego o trasporto nei magazzini comunali.
- Rifacimento della rete superficiale per la raccolta delle acque meteoriche, con posa di griglie in ghisa sferoidale.

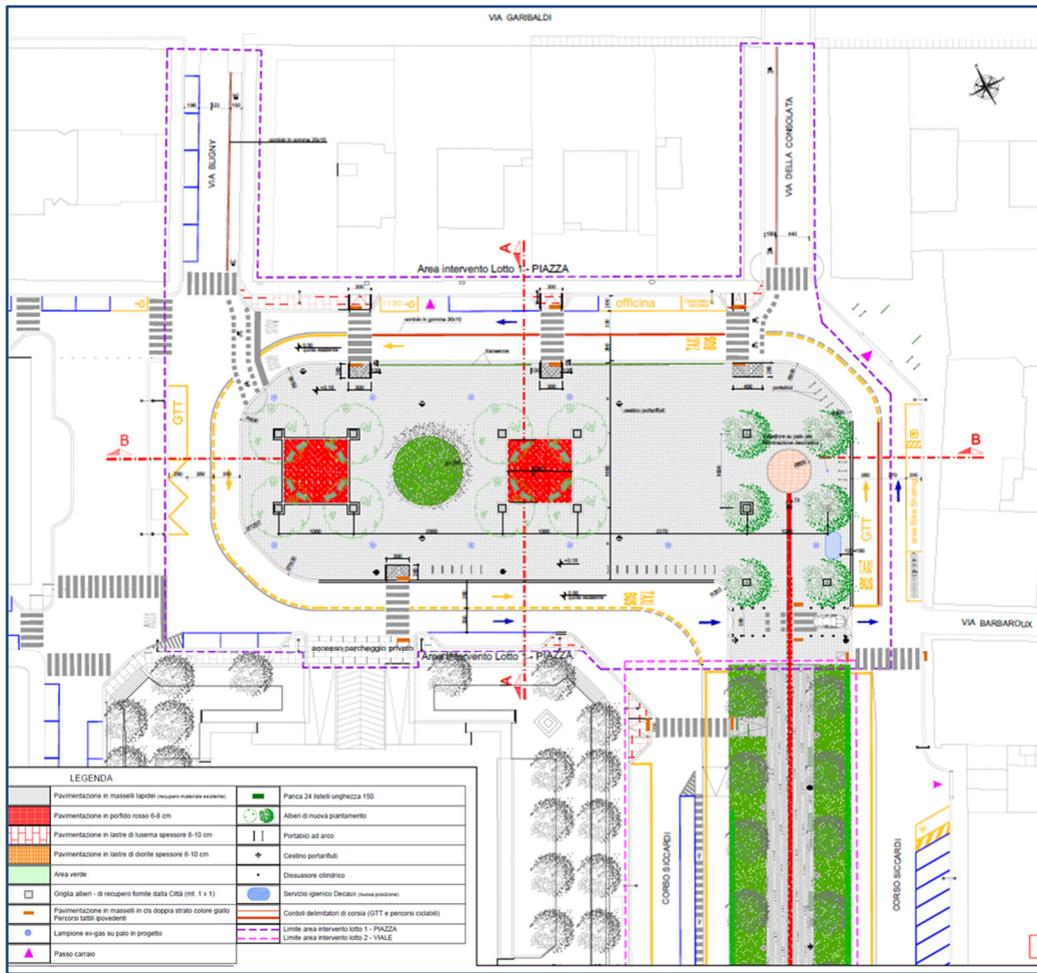


Figura 50 Lotto 1 Piazza Planimetria di progetto

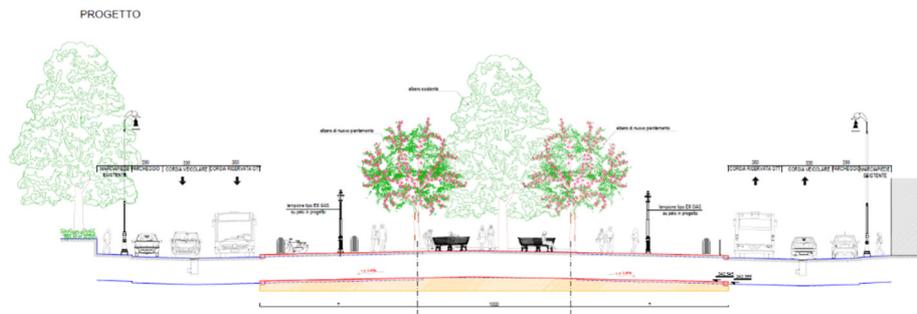


Figura 51 Lotto 1 Piazza Sezione A-A di progetto

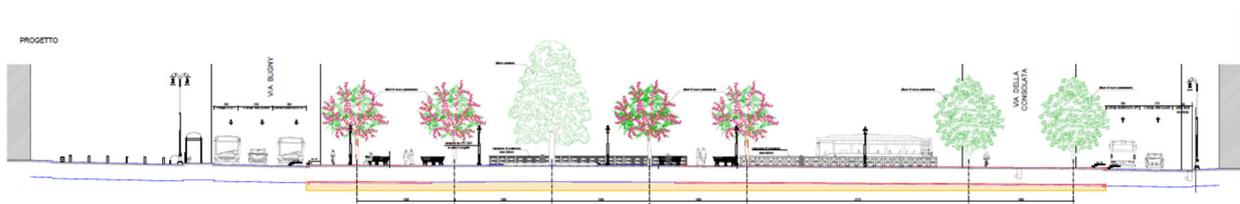
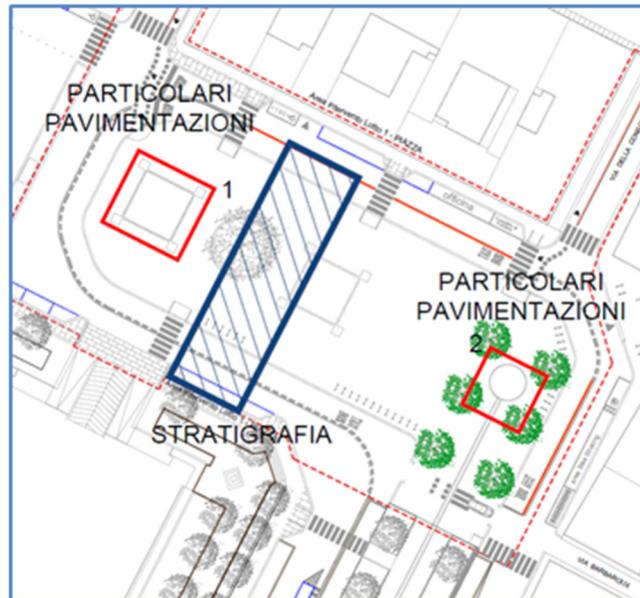


Figura 52 Lotto 1 Piazza Sezione B-B di progetto

Nella parte centrale di Piazza Arbarello è stata realizzata una banchina rialzata, circondata da cordoli in pietra e pavimentata in parte con masselli in pietra recuperati dalla pavimentazione precedente, che è stata smontata e riutilizzata, e in parte con cubetti di porfido di dimensioni 6x8 di nuova fornitura. Al centro della banchina sono stati piantati otto nuovi alberi di media grandezza, disposti intorno al maestoso albero esistente. La pavimentazione intorno ai gruppi arborei è stata realizzata con cubetti di porfido 6x8, conformemente ai disegni progettuali, creando un motivo decorativo, che si fonde armoniosamente con la pavimentazione complessiva in pietra. (figura 50 51 e 52).



Particolari di pavimentazione

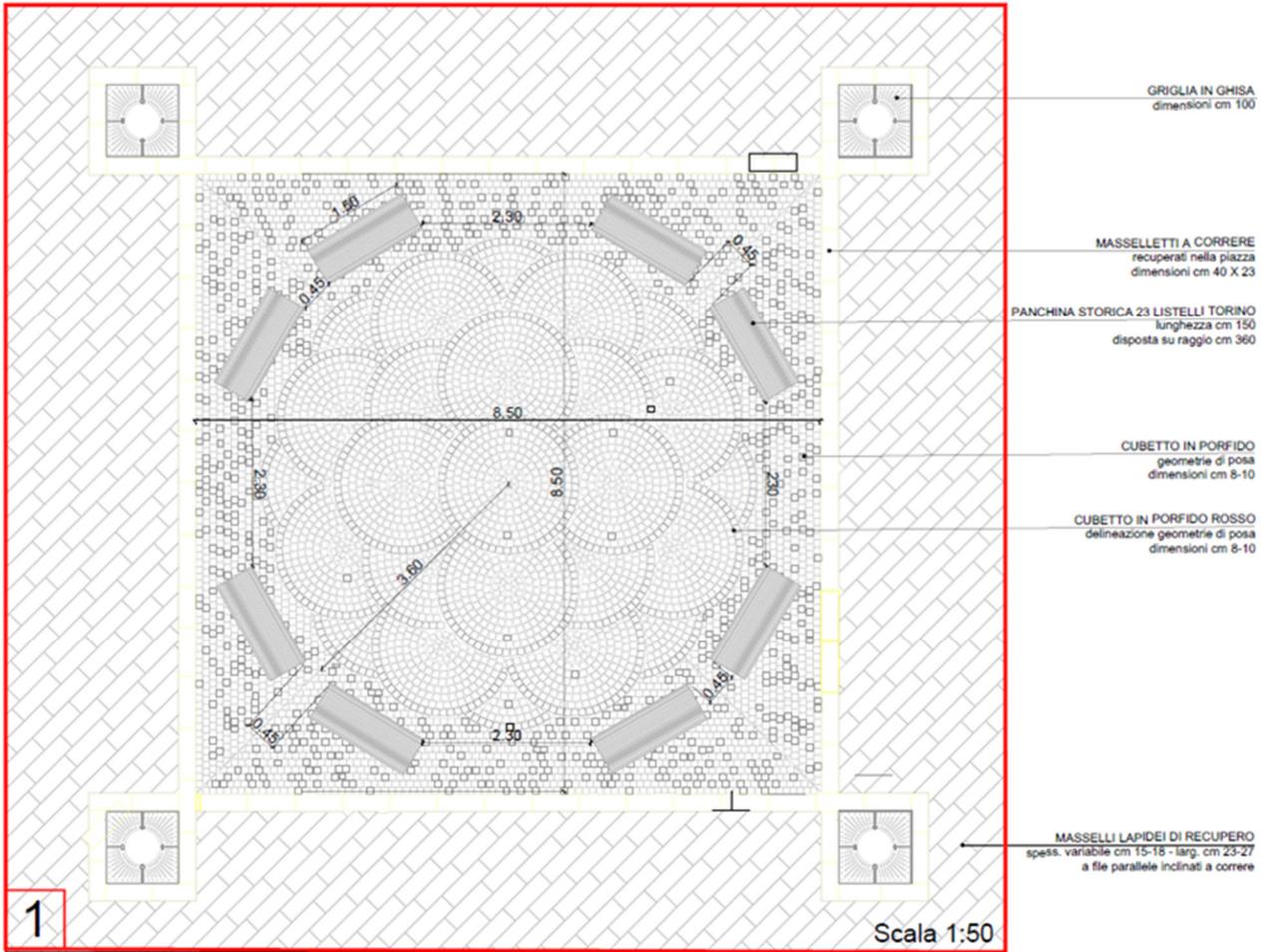


Figura 53 Lotto 1 Piazza particolare 1 pavimentazione

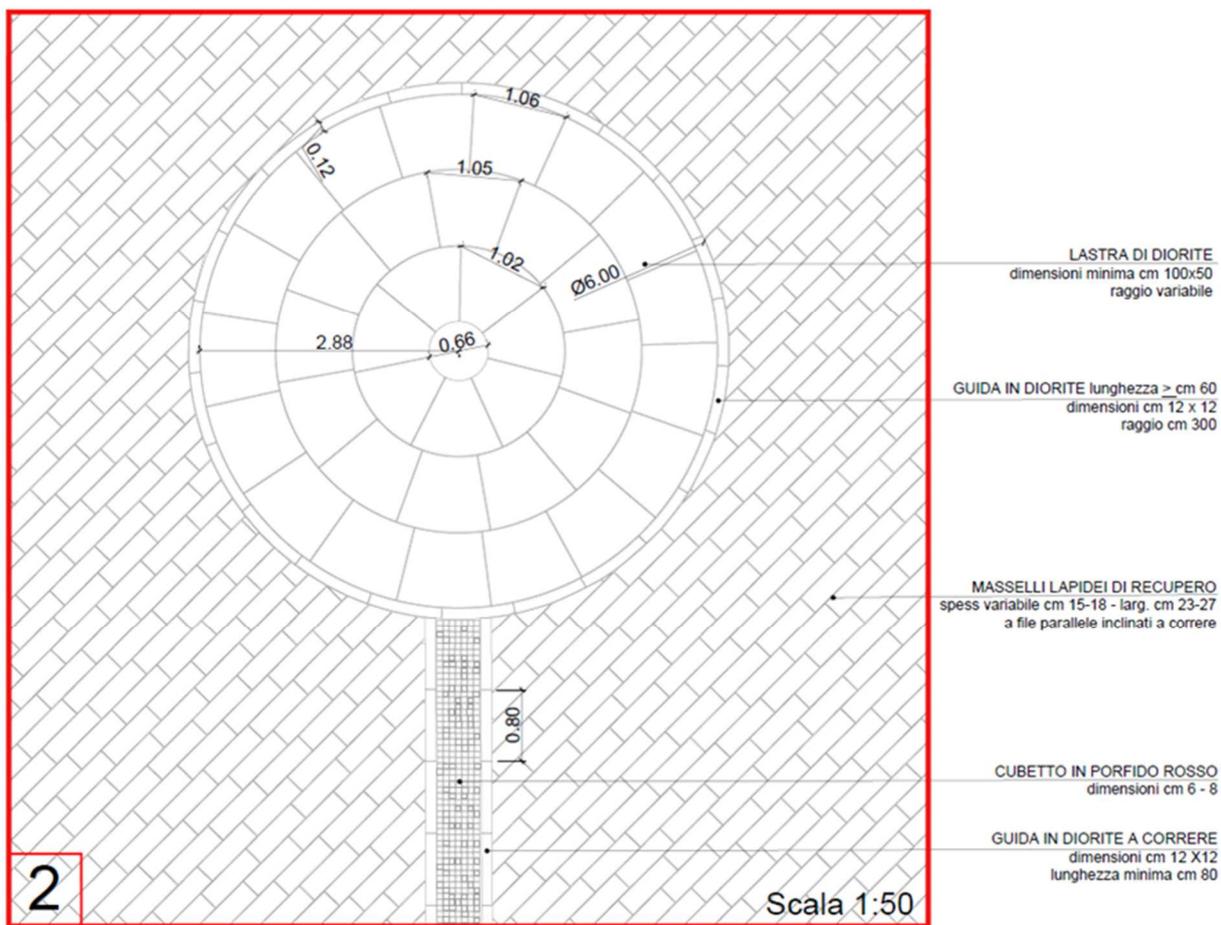


Figura 54 Lotto 1 Piazza particolare 2 pavimentazione

La piazza rialzata ha mantenuto continuità e allineamento con il viale alberato esistente di Corso Siccardi, prolungandone l'asse fino a Via della Consolata. Il camminamento ciclopedonale di Corso Siccardi è stato esteso completando il doppio filare esistente con sei nuovi alberi della stessa specie. Tra i filari, il percorso ciclopedonale è stato pavimentato anch'esso con masselli in pietra di recupero, arricchito al centro da una fascia decorativa in porfido che culmina in un elemento focale, particolare 2, (figura 54): un cerchio di pavimentazione del diametro di 3 metri, realizzato con lastre di diorite spesse 8 cm

Per consentire la messa a dimora dei 14 nuovi alberi previsti, è stato necessario effettuare scavi fino a una profondità di 60 cm rispetto alla quota preesistenti. Durante tali lavori è stata garantita la supervisione archeologica. Gli alberi sono protetti da tornelli in ghisa di lato 100 cm, recuperati dai magazzini del Verde della città e posizionati su appositi telai forniti.

Tutti gli alberi sono muniti di un sistema di irrigazione adeguato a garantire il loro mantenimento ottimale.

L'attraversamento veicolare del Viale in direzione Ovest-Est verso via Barbaroux è stato mantenuto, con la superficie rialzata e pavimentata utilizzando masselotti in pietra di recupero.

Per la realizzazione della Piazza pedonale, è stato necessario rimuovere la pavimentazione esistente costituita da masselotti, che sono stati reimpiegati sul posto. Questi sono stati stoccati vicino al cantiere prima di essere riutilizzati. Dopo lo smontaggio, la superficie della piazza è stata regolarizzata e compattata, quindi riempita con misto frantumato stabilizzato dello spessore di 10÷15 cm per raggiungere la quota di posa. Lo stesso procedimento è stato applicato per la zona est della Piazza, dove sono stati rimossi i binari esistenti e la struttura sottostante, comprensiva di traversine. Questa sezione è stata riempita con misto frantumato stabilizzato dello spessore di circa 30-35 cm per adeguarsi alla quota di posa. I masselotti sono stati posati su un letto di sabbia di allettamento di spessore compreso tra 8 e 10 cm, (figura 55). Al centro della piazza sono state create due aree quadrate di circa 8,5 metri per lato, concepite come salotti particolare 1, (figura 53). Queste sono state pavimentate con porfido fornito in pezzature di 6x8 cm, prevalentemente di colore rosso con una minima parte in grigio per realizzare i motivi decorativi previsti dalle tavole progettuali. La pavimentazione in porfido è stata posata su uno strato di misto granulare stabilizzato con cemento dello spessore di 15 cm, oltre a uno strato di sabbia e cemento dello spessore di 8-10 cm per l'allettamento dei cubetti. I cubetti sono stati sigillati con boiacca di cemento (figura 56).

La corsia dedicata ai mezzi pubblici lungo il lato est del Viale di Corso Siccardi prosegue formando un anello intorno alla Piazza pedonale e torna su Corso Siccardi in direzione sud. È stata, inoltre predisposta una nuova linea interrata per l'illuminazione pubblica, con la posa dei pali, fari e apparecchi per l'illuminazione decorativa.

L'intera Piazza pedonale è stata attrezzata con spazi dedicati alla sosta sotto gli alberi, dotati di panchine, cestini ed altri elementi utili al comfort dei cittadini.

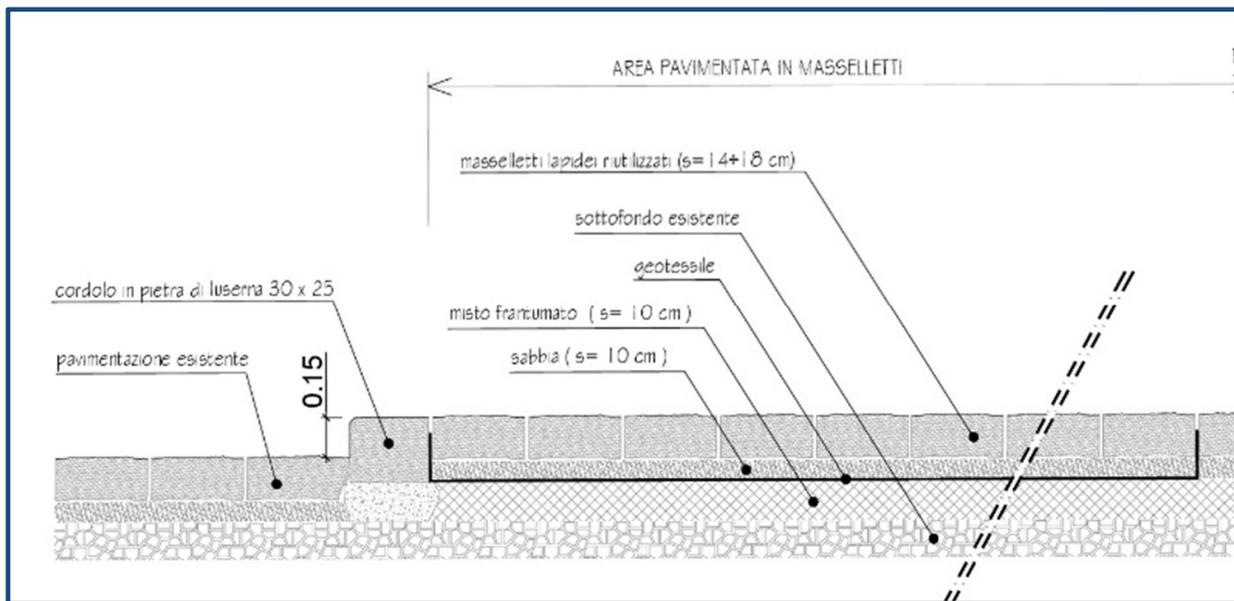


Figura 55 Lotto 1 Piazza stratigrafia di progetto pavimentazione in masselli

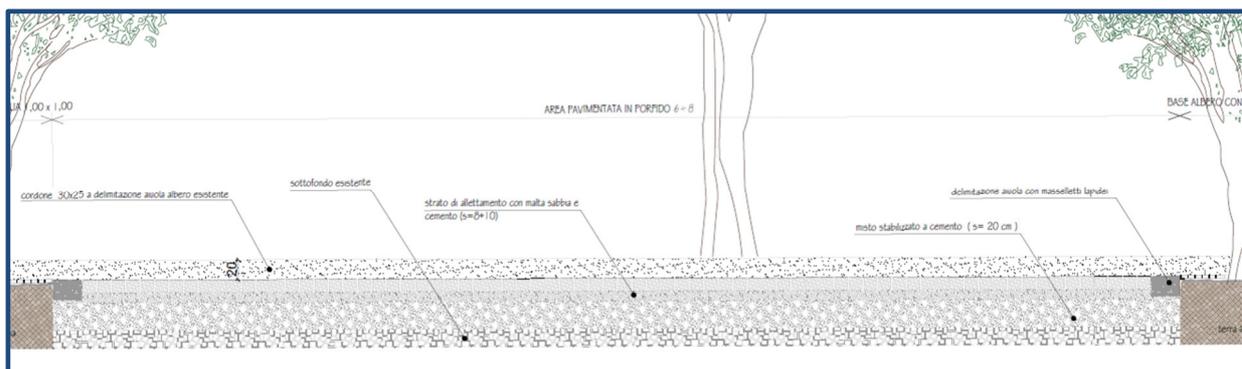


Figura 56 Lotto 1 Piazza stratigrafia di progetto pavimentazione in porfido

LOTTO 2 - VIALE

Il progetto di valorizzazione del Viale, (figura 57) includeva una serie di interventi preliminari di demolizione e rimozione, delineati come segue:

- Eliminazione di tutte le transenne e degli arredi presenti lungo il viale nella sezione oggetto d'intervento, con successivo trasporto degli elementi rimossi presso i magazzini comunali.
- Rimozione dell'intera pavimentazione esistente nella zona interessata, con accatastamento dei cubetti per un futuro riutilizzo.
- Scavi fino a una profondità di circa 20 cm.
- Smantellamento di griglie, caditoie e chiusini esistenti.

- Rimozione della segnaletica verticale stradale, anch'essa recuperata e trasferita presso i magazzini comunali.
- Ricostruzione delle caditoie e pozzetti con l'installazione di nuove griglie anti-tacco in ghisa sferoidale (40x40 cm), mantenendo l'attuale rete di smaltimento. È prevista, inoltre, la pulizia della rete mediante canal jet per assicurarne piena efficienza.
- Demolizione e rimozione delle pavimentazioni nelle aree coinvolte dall'adeguamento dell'impianto semaforico agli incroci tra Corso Siccardi e Via Cernaia, nonché tra Corso Siccardi e Via Bertola, per consentire la realizzazione delle opere accessorie necessarie.

La pavimentazione del viale nella sezione centrale tra le alberate è stata rifatta in porfido, posato su un sottofondo stabilizzato in cemento dello spessore di 15-20 cm, al di sopra di uno strato di allettamento composto da sabbia e cemento. I cubetti di porfido sono stati sigillati con boiaccia di cemento. La posa è avvenuta secondo il seguente schema, (stratigrafia figura 58):

- Una fascia centrale larga circa 50 cm, costituita da porfido di nuova fornitura (6-8 cm) di colore rosso, racchiusa da due fasce in diorite larghe 12 cm, spesse 12 cm e lunghe almeno 80 cm, disposte in maniera continua.
- Due fasce laterali, ciascuna larga circa 2,60 m, composte da cubetti di porfido recuperati, posati a coda di pavone con una conformazione a schiena d'asino.

Lungo il viale sono stati installati nuovi arredi urbani come panchine, cestini portarifiuti e dissuasori. Nelle aree verdi situate lungo le banchine alberate, nel tratto compreso tra Via Bertola e Via Cernaia, sono state piantumate edere. Per garantire l'approvvigionamento idrico a queste piante è stato creato un nuovo impianto di irrigazione.

Su tutti i percorsi di attraversamento sono stati eliminati gli ostacoli derivanti dalle *barriere architettoniche*, intervenendo anche nelle aree circostanti l'area interessata, laddove è stato necessario, (particolare 1 e 2 figura 59 e 60).

I materiali utilizzati per la pavimentazione sono stati prevalentemente recuperati dalle demolizioni di quelli già presenti, integrati con materiali simili di nuova fornitura. In particolare, per la riqualificazione della piazza, è stato previsto il riutilizzo dei masselli in pietra esistenti, opportunamente rimossi e successivamente ricollocati. Lungo il viale, invece, sono stati impiegati cubetti di porfido, anch'essi in gran parte derivanti dal recupero del materiale preesistente e completati, dove necessario, con elementi nuova fornitura

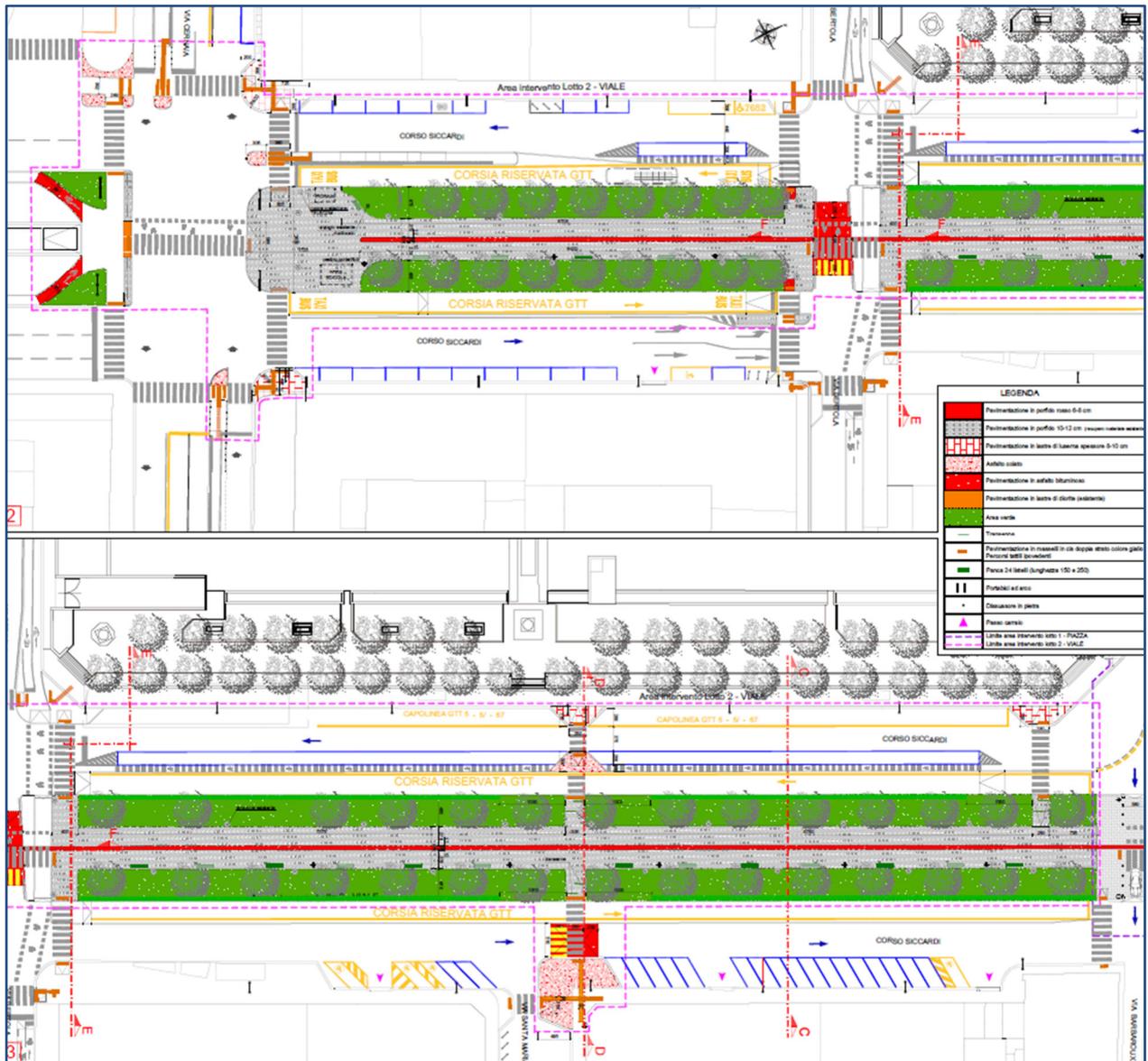
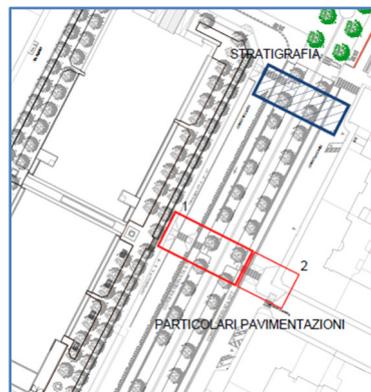


Figura 57 Lotto 2 Viale Planimetria di progetto



Particolari di pavimentazione

Nelle figure sottostante sono state riprodotte le simulazioni della Piazza e del Viale.



Figura 61 Simulazione Della Piazza



Figura 62 Simulazione Del Viale

QUADRO ECONOMICO GENERALE D'APPALTO⁵²

L'importo dei lavori oggetto della gara è ricavato dal quadro economico, che dettaglia tutti gli importi relativi all'opera. Nello specifico, l'importo totale dell'appalto per la riqualificazione ambientale prevista, che interessa una superficie complessiva di suolo pubblico di circa 8.100 mq, si riferisce al progetto generale suddiviso in due lotti. Questi sono finanziati con contributi a fondo perduto provenienti da due soggetti privati, rispettivamente.

LOTTO 1 – PIAZZA finanziamento contribuito da parte di Compagnia di San Paolo di Torino

LOTTO 2 – VIALE finanziamento contribuito da parte di Reale Foudation di Reale Group

L'importo complessivo di tutto l'intervento è pari a **€. 1.131.066,43** sulla base del quadro economico a seguito riportato:

Importo lavori a base di gara	850.976,74
Oneri sicurezza contrattuale	<u>28.000,00</u>
Totale importo dei lavori	878.976,74
IVA complessiva 10%	<u>87.891,08</u>
TOTALE COMPLESSIVO OPERE	966.874,41
Sommano:	
Fondo per incentivo attività tecnica 80% del 2% sulle opere (DL.vo 50/2016 art.116 c.3)	14.063,63
Importo per modifiche impianti semaforici IREN	26.486,99
Importo per impianto di illuminazione IREN	71.688,25
Imprevisti e allacciamenti	24.081,15
Assistenza Archeologica agli scavi - Incarico	<u>27.872,00</u>
IMPORTO COMPLESSIVO DEI LAVORI	1.131.066,43

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO⁵³

⁵² Il quadro economico è redatto secondo le prescrizioni dell'ALLEGATO I.7 - *Contenuti minimi del quadro esigenziale, del documento di fattibilità delle alternative progettuali, del documento di indirizzo della progettazione, del progetto di fattibilità tecnica ed economica e del progetto esecutivo*, art 5 del D.lgs. 36/2023.

Il Quadro Economico Generale d'Appalto (QEGA) è essenziale per la pianificazione e gestione degli appalti pubblici, offrendo una sintesi del costo previsto per l'opera o l'intervento. Questo documento offre una visione completa dei costi, organizzati in varie categorie, e viene elaborato con maggiore precisione e dettaglio durante lo sviluppo del progetto.

⁵³ Art. 87 D.lgs. 36/2023. (Disciplinare di gara e capitolato speciale)

IL CSA, che è il documento tecnico che regola il rapporto tra la stazione appaltante e l'aggiudicatario da allegare allo schema di contratto. Descrive dettagliatamente: le opere da eseguire, le modalità di realizzazione, i materiali da utilizzare, e tutte le specifiche tecniche e normative che devono essere rispettate dai materiali utilizzati, in particolare si fa riferimento alle norme di settore e a tutte le norme armonizzate vigenti e alle relative marcature CE.

Il direttore dei lavori avrà facoltà di predisporre controlli e verifiche di accettazione sui materiali e sulle lavorazioni, garantendo così la corretta esecuzione dell'opera

Considerata l'assenza di CAM specifici per la tipologia di interventi previsti dal progetto, non si dispone l'inclusione di criteri base o premianti nel presente caso.

❖ Espletamento della gara

A seguito dell'approvazione del progetto esecutivo con la deliberazione N. d 261 in data 30 marzo 2021 sopraccitata, nonché del Capitolato Speciale d'Appalto e dei relativi Allegati, con determina dirigenziale N. DD 2995 del 13/07/2021 è stato approvato l'affidamento mediante procedura negoziata. Tale procedura è stata condotta in conformità all'articolo 36, comma 6, del Decreto Legislativo 50/2016 allora vigente, (art 50 comma 2 bis del nuovo codice) trattandosi di un contratto di importo sottosoglia, con una base d'asta inferiore a 1.000.000 di euro.

Si è proceduto pertanto a pubblicare sul sito istituzionale della Città e sulla *piattaforma telematica di negoziazione Maggioli spa*⁵⁴ in uso, un avviso di indagine esplorativa di mercato al fine di poter individuare *n 30 operatori* economici interessati ad essere successivamente invitati alla suddetta procedura negoziata n. 77/2021.

L'aggiudicazione è avvenuta utilizzando il *criterio del minor prezzo* ex art. 1, comma 3 della L. 120/2020 di conversione. D.L. 76/2020 e si è proceduto all'esclusione automatica delle offerte che presentavano una percentuale di ribasso pari o superiore alla soglia di anomalia individuata ai sensi dell'art. 97 commi 2 e 2 bis del D.lgs. 50/2016.

Con Determina Dirigenziale ATTO N. DD 4973 del 27/10/2021 si sono individuati due distinte imprese appaltatrici per i due lotti interessati, il *Lotto 1 Piazza* è stato aggiudicato con un ribasso pari 21,889%, (soglia di anomalia – 21,91652%) e il *Lotto 2 Viale* con un ribasso pari 20,82%. (soglia di anomalia 21,35462%).

La durata dei lavori: era stata fissata in:

⁵⁴ <https://eprocurement.maggiolicloud.it/PortaleAppalti/it/homepage.wp>

LOTTO 1- PIAZZA, 210 (duecentodieci) giorni naturali e consecutivi, decorrenti dalla data del Verbale di Consegna dei lavori.

LOTTO 2- VIALE, 210 (duecentodieci) giorni naturali e consecutivi, decorrenti dalla data del Verbale di Consegna dei lavori

In realtà ci sono state due proroghe per interferenze non imputabile alle imprese aggiudicatarie con il cantiere e causa difficoltà a reperire i materiali per il caro materiali a seguito della crisi post Covid e del conflitto in Ucraina. Per il Lotto 1 Piazza di 60 gg e per il Lotto 2 Viale di 45 gg.

Visto il "Decreto Aiuti" si è proceduto alla revisione prezzi riconoscendo ad entrambi imprese una compensazione calcolata utilizzando il Prezziario Regione Piemonte edizione straordinaria luglio. L'importo compensativo derivante dall'applicazione dei prezzi, al netto dei ribassi formulati in sede di offerta, è riconosciuto dalla stazione appaltante nella misura del 90%, tale spesa aggiuntiva rientra nel quadro economico dell'opera, nell'ambito del ribasso di gara.

4.3 Esecuzione dei lavori

Per l'esecuzione dei lavori, al fine di garantire il rispetto delle prospettive architettoniche e l'allineamento con gli assi predefiniti, si rimanda alle prescrizioni dettagliate negli specifici elaborati progettuali. Nello specifico, la tracciatura della nuova piastra rialzata si basa sugli allineamenti degli edifici circostanti e sulla presenza del grande albero esistente (figura 63), che assume il ruolo di fulcro centrale nella ridefinizione dell'area. Intorno a questo punto focale viene sviluppata una zona di sosta attrezzata con due nuclei di incontro, o "salotti", che vengono disposti simmetricamente rispetto al baricentro identificato

Per quanto riguarda il viale, la progettazione si basa sugli assi generati dall'allineamento degli alberi, con l'obiettivo di esaltare l'impatto visivo dell'asse prospettico che unisce i due principali monumenti: il memoriale dedicato a Vittorio Emanuele II e l'Obelisco situato in Piazza Savoia. A tale scopo, è stata creata una fascia centrale in porfido che raccorda il viale alla piazza, culminando al centro del cosiddetto "tappeto rotondo", formato da lastre di diorite. L'intervento prevede inoltre l'integrazione di nuove piantumazioni e il rifacimento della pavimentazione, restituendo al viale la sua identità di *Parco-Viale*.

L'impiego delle caratteristiche delle pietre ornamentali riveste un ruolo fondamentale nella definizione dell'impatto estetico e architettonico del progetto. Grazie alla combinazione di materiali con colorazioni e texture differenti e all'adozione di diverse tecniche di posa, è possibile creare una pavimentazione che si configura come un autentico tappeto ornamentale di notevole pregio e valore architettonico.

LINEE GUIDA PER TRACCIAMENTI

- A1 - Linee guida principali
- A2 - allineamenti derivati da A1
- A3 - allineamenti derivati da A2
- A4 - allineamenti derivati da A3

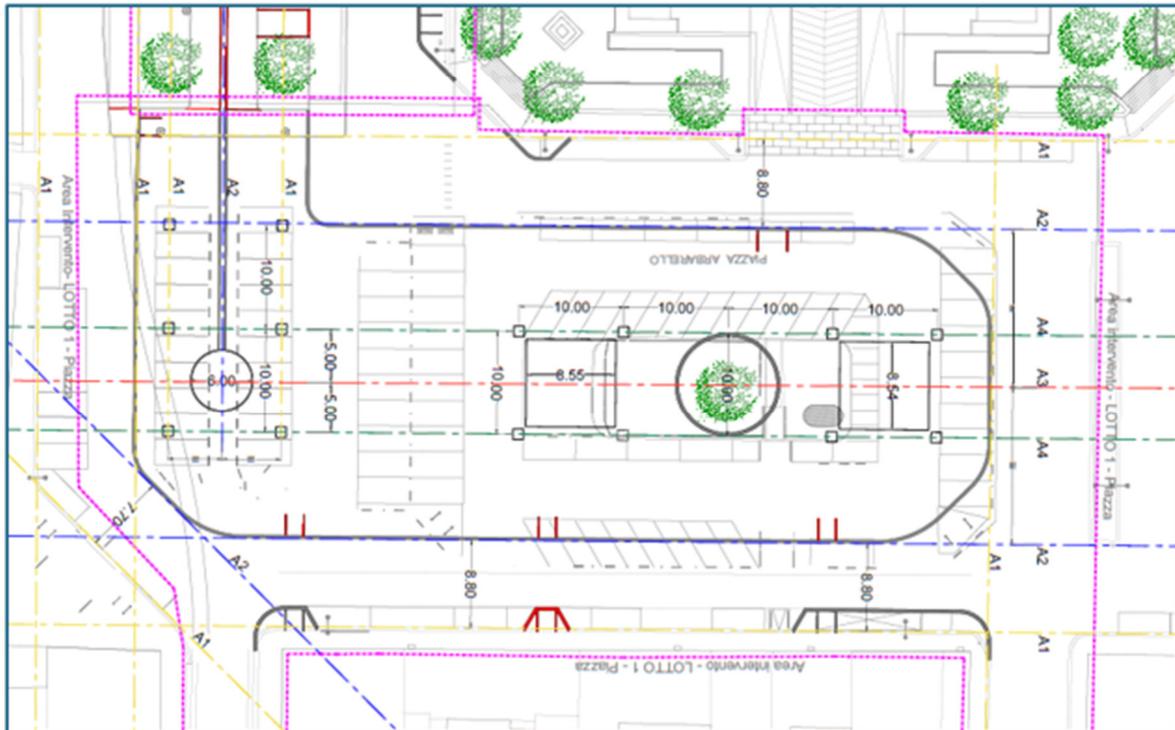


Figura 63 Allineamenti

❖ Documentazione fotografica

Le immagini riportate di seguito mostrano diverse fasi dei lavori in cantiere, riguardanti la posa dei materiali lapidei e la preparazione dei sottofondi, sia per la Piazza che per il Viale. Viene inoltre presentato lo stato attuale degli spazi riqualificati. L'attenzione è stata rivolta soprattutto ai dettagli delle pavimentazioni, valorizzando l'estetica e le diverse funzionalità delle pietre naturali utilizzate (figure 64,65,66,67 e 68).



Figura 64 Foto di cantiere



Figura 65 Lotto 1 Piazza particolari di pavimentazione realizzati



Figura 66 lotto 1 Piazza abbattimento barriere architettoniche



Figura 67 Lotto 2 Viale cantiere



Figura 68 La Piazza oggi

4.4 Discussione dei risultati

Con questo progetto, grazie alla sinergia tra settore pubblico e privato, Torino punta a un costante percorso di miglioramento, riconoscendo la rigenerazione urbana come un pilastro strategico per il futuro della città. L'iniziativa va oltre il semplice abbellimento degli spazi, concentrandosi sull'introduzione di nuovi usi funzionali. L'obiettivo è quello di bilanciare la salvaguardia del patrimonio storico con la trasformazione degli spazi urbani, rispondendo alle nuove esigenze sociali e promuovendo un modello di sviluppo sostenibile e integrato.

L'intervento di riqualificazione ha permesso alla piazza pedonale e al rinnovato viale alberato di ritrovare pienamente il loro ruolo come luoghi di incontro e socialità, contribuendo in modo concreto al miglioramento della qualità della vita dei cittadini. Il progetto ha generato effetti positivi per tutti gli abitanti delle aree circostanti, che hanno avuto modo di riappropriarsi degli spazi urbani. Attorno a questi luoghi è ripresa anche l'attività economica di negozi, bar e ristoranti, favorita non solo dal piacere di vivere in un ambiente esteticamente gradevole, ma anche da un aumento della sicurezza. Benefici rilevanti si registrano anche su scala cittadina, poiché la valorizzazione del viale incentiva l'uso di mezzi di mobilità sostenibile, facilitando il collegamento con il centro storico grazie alla presenza della pista ciclo-pedonale che è stata messa in sicurezza.

Il riuso delle pietre già presenti sull'intera area ha consentito la fattibilità dell'intervento, in quanto i costi finali sono stati notevolmente abbattuti, permettendo ai soggetti privati di poter finanziare l'intero progetto. Oltre ad evitare ulteriore consumo di risorse naturali nell'ottica del recupero dei materiali da costruzione derivanti da opere di demolizione

selettiva, le pietre rimosse e opportunamente accatastate sono state totalmente reimpiegate, alcuni elementi sono stati prelevati dai magazzini delle pietre che hanno consentito la fornitura di materiali con le stesse caratteristiche di quelle già presenti; consentendo di uniformare colori e tessiture. Maselli, lastre cubetti di porfido e qualsiasi altro elemento lapideo rimossi non rappresentano un rifiuto da smaltire ma una risorsa.

Il progetto ha prestato particolare attenzione alle tecniche di posa dei diversi materiali, garantendo la creazione di un'opera di elevato valore architettonico inserita in un contesto storico, in grado di esaltare le peculiarità di ciascun elemento lapideo ma anche di portare alla luce gli edifici circostanti. L'attenta progettazione dei particolari stratigrafici ha reso possibile la realizzazione di una pavimentazione funzionale, pienamente rispondente alle sue finalità e priva di ostacoli legati alla presenza di barriere architettoniche.

L'analisi accurata della stratigrafia e l'esecuzione a regola d'arte della posa, in relazione al tipo di traffico e alle specifiche funzioni delle diverse pavimentazioni in pietra naturale, sono elementi essenziali per prevenire sconnessioni e ridurre la necessità di frequenti interventi di manutenzione. Un'attenzione particolare deve essere rivolta alla realizzazione del sottofondo, sia esso destinato a pavimentazioni carrabili che pedonali, poiché un sottofondo adeguato garantisce una corretta distribuzione dei carichi. È inoltre cruciale avvalersi di posatori altamente qualificati e con significativa esperienza. Per questo motivo, durante la redazione del CSP, il progettista deve descrivere in dettaglio e richiamare tutte le normative di settore relative ai materiali e alle modalità esecutive dei lavori. In particolare, è indispensabile attenersi alle norme UNI 11714-1:2018 e UNI 11714-2:2019. Se i posatori dispongono delle certificazioni appropriate, quest'ultima norma rientra tra i criteri premianti introdotti dai CAM per l'edilizia nel 2022.

La scorretta realizzazione delle stratigrafie e la posa inefficace dei materiali lapidei causano disconnessioni che compromettono l'estetica e l'armonia architettonica degli spazi, oltre a rappresentare un rischio per i pedoni e gli utilizzatori delle aree pubbliche, con conseguenti richieste di risarcimento indirizzate all'amministrazione comunale. Nel caso delle pavimentazioni destinate al traffico veicolare, tali problematiche hanno anche ripercussioni ambientali significative: la presenza di superfici troppo irregolari e sconnesse aumenta il consumo di carburante e accelera l'usura degli pneumatici. Inoltre, il continuo ricorso ai sistemi frenanti determina un incremento delle emissioni di particolato e polveri sottili, aggravando l'impatto sull'ambiente.

Pertanto, accanto a una accurata progettazione, risulta fondamentale una attenta direzione dei lavori per garantire l'accettazione e la verifica di tutti i materiali e delle lavorazioni. Questo approccio si rivela ancora più efficace e riduce il rischio di contenziosi con le imprese appaltatrici se i documenti di gara e gli elaborati grafici sono redatti in maniera completa e dettagliata. Inoltre, risulta determinante che le ditte selezionate per

l'esecuzione dei lavori siano in possesso di qualificazioni adeguate, fondate su un sistema di certificazione di comprovata affidabilità.

Conclusioni

Il concetto legato alla *sostenibilità* dell'uso della pietra naturale come materiale da costruzione non può prescindere dalla sua natura di materiale *durevole e riutilizzabile*. La cui posa non richiede l'uso di sostanze chimiche o trattamenti inquinanti, non contiene sostanze nocive per l'uomo e rende gli ambienti ecocompatibili anche nel rispetto dei valori paesaggistici e storici dei luoghi. Grazie a queste qualità, la pietra rappresenta una scelta consapevole e sostenibile che combina tradizione e innovazione nel settore edilizio.

Grazie ai progressi tecnologici nei macchinari per l'estrazione e la lavorazione dei blocchi lapidei, oggi è possibile ridurre significativamente il materiale di scarto, promuovendo così un maggiore risparmio delle risorse naturali e il riutilizzo degli scarti di lavorazione. Inoltre, la versatilità della pietra, che si presta a diverse lavorazioni, permette di dotare i prodotti finali di caratteristiche tecniche ed estetiche uniche. Questo consente il loro impiego innovativo nella progettazione di ambienti e edifici, contribuendo anche al miglioramento dell'efficienza energetica e del comfort climatico. L'intero quadro normativo europeo e nazionale si fonda sui principi dell'economia circolare, del Green Deal europeo e del Green Public Procurement (GPP), adottati al fine di conseguire gli obiettivi stabiliti dall'Agenda 2030. In riferimento alle pietre naturali, tali principi sono stati integrati nell'ambito europeo attraverso il Regolamento per la marcatura CE dei prodotti da costruzione, identificato come CPR 3110/2024. A livello nazionale, l'obbligatorietà di conformarsi ai Criteri Ambientali Minimi (CAM) è stata introdotta per i contratti pubblici, mediante quanto previsto dal Decreto Legislativo 36 del 2023 e tramite l'emanazione di specifici decreti attuativi. L'intero quadro normativo si articola attorno al concetto di sostenibilità, analizzato in relazione all'intero ciclo di vita delle opere e dei prodotti. In tale contesto, risulta essenziale lo sviluppo di metodologie per il calcolo dell'Analisi del Ciclo di Vita (Life Cycle Assessment, LCA). Tuttavia, l'applicabilità di tali valutazioni presenta alcune limitazioni, in particolare nel settore estrattivo, a causa della molteplicità di variabili che influenzano significativamente i risultati ottenuti.

L'impiego della pietra ornamentale nei lavori pubblici, in particolare nelle piazze e nelle vie spesso soggette a progetti di riqualificazione urbana, rappresenta la soluzione ideale. Questo materiale si presta perfettamente agli interventi in ampie zone situate nei centri storici di alto rilievo architettonico, grazie alle sue qualità meccaniche, alla sua durezza, al suo valore estetico e alla sua notevole versatilità d'uso.

Di contro, va considerato che la pietra è un materiale da costruzione costoso, il cui utilizzo comporta spesso spese significative per le amministrazioni pubbliche, non sempre in grado di farvi fronte. In questo contesto, una gestione oculata dei materiali rimossi da siti demoliti o riconvertiti rappresenta frequentemente la soluzione per rendere fattibile un progetto. Il riutilizzo dei materiali lapidei non solo riduce i costi, ma garantisce anche la disponibilità di elementi indispensabili per la manutenzione o il restauro di spazi storici e di pregio, spesso non più reperibili sul mercato. Dal punto di vista della sostenibilità ambientale, il recupero e

il riuso permettono un risparmio delle risorse naturali e una riduzione dell'impatto climatico, contribuendo concretamente all'approccio dell'economia circolare. *L'analisi del caso studio ha confermato la validità di queste osservazioni.*

Dallo studio è emerso, inoltre, che l'impiego delle pietre naturali negli appalti pubblici non è regolamentato da disposizioni specifiche all'interno dei Criteri Ambientali Minimi (CAM), poiché attualmente non esiste un decreto specifico dedicato a tale materiale da costruzione. Tuttavia, il tema della sostenibilità ambientale non può essere separato dall'applicazione dei principi generali, che restano comunque obbligatori nell'ambito del Green Public Procurement (GPP), del Green Deal e dell'Agenda 2030. Lo stesso vale per le clausole e i criteri sociali, che richiedono particolare attenzione nelle verifiche. Ciò è particolarmente rilevante per l'industria della pietra, spesso soggetta a denunce relative al mancato rispetto dei diritti umani e dei lavoratori.

Per promuovere un utilizzo sostenibile dal punto di vista ambientale e sociale, in attesa dell'adozione di una normativa specifica sull'impiego della pietra naturale nei lavori pubblici, è fondamentale incentivare l'uso di materiali da costruzione dotati di etichettatura ambientale. È altrettanto importante vietare l'uso di materiali lapidei provenienti da paesi o aziende che non rispettino gli standard internazionali in materia di diritti umani e condizioni lavorative, come sancito dalle convenzioni fondamentali dell'Organizzazione Internazionale del Lavoro. Questo obiettivo può essere raggiunto sensibilizzando i progettisti e le amministrazioni pubbliche a introdurre criteri che favoriscano e premino le aziende appaltatrici impegnate nelle pratiche virtuose.

Bibliografia e sitografia

- ROBERTO BUGINI, LUISA FOLLI (a cura di), Lezioni di petrografia applicata, CNR Istituto per la Conservazione e la Valorizzazione dei Beni Culturali, 2008
- ELEMENTI DI PETROGRAFIA APPLICATA Piero Comin-Chiaramonti & Maurizio Mazzucchelli
- Tesi Riutilizzo dei fanghi di segazione nelle malte cementizie a resistenza controllata CLSM di Michela Airolodi 2017-2018 Politecnico di Torino
- TESI "Da rifiuto a risorsa: reimpiego di un rifiuto come materia prima secondaria per la produzione di un blocco di fango di segazione e cocciopesto alcali-attivato, utile alla realizzazione di chiusure verticali opache" di Martina Avenoso 2020-2021
- TESI "Scarti di lavorazione della pietra ornamentale: analisi di reimpiego in formulazioni geopolimeriche contenenti loppa d'altoforno" DI Sara Mancuso 2017-2018
- DARIOFLOCCOVIO estratto libro la geologia nella pratica edilizia
- Tesi dottorando "LA PIETRA MASSIVA NELLA PROGETTAZIONE" DI SILVIA Mariani 2017-2018
- Tesi "IL DIRITTO DEI CONTRATTI PUBBLICI ALLA LUCE DEL DECRETO "SBLOCCA CANTIERI" di Doina Filimon 2017-2018

Riviste e articoli online

- Fascicolo Regione Piemonte "PARCO DELLA CAVA DI GESSO" Comune di Murisengo
- Rivista PANGEA: n. anno 2021 articolo a cura di Piero Primavori e Rossana Bellopede
- VADEMECUM PER LA MARCATURA CE DELLE PIETRE NATURALI a cura di Mario Bertolini - anno 2013
- EDITORIALE: economia circolare e pianificazione delle attività estrattive Documenti ANIM 2021
- Documento "I contratti pubblici prima e durante l'emergenza sanitaria COVID-19: quali prospettive future?" di Michela Colistro.
- Quaderno delle urbanizzazioni-LE PAVIMENTAZIONI CITTA' DI TORINO - DIREZIONE INFRASTRUTTURE E MOBILITA' - S. URBANIZZAZIONI
- Rapporto Cave 2021. Legambiente
- LINEE GUIDA PER L'APPLICAZIONE DELLA DISCIPLINA END OF WASTE DI CUI ALL'ART.184 TER COMMA 3 TER DEL D.LGS. 152/2006. REVISIONE GENNAIO 2022 Delibera del Consiglio SNPA. Seduta del 23.02.22. Doc. n. 156/22
- Regolamento marcatura CE dei prodotti da costruzione n. 2024/3110 approfondimento ANCE

Sitografia

- <http://www.assomarmistolombardia.it/>
- <https://www.arketipomagazine.it/usi-celebri-della-pietra-di-luserna/>
- <https://www.teknoing.com/guide/guide-architettura/riconoscere-le-pietre-delledilizia-storica-le-rocce-magmatiche/>
- <https://www.regione.piemonte.it/web/temi/sviluppo/attivita-estrattive/competenze-regionali-materia-attivita-estrattive>
- <https://www.infobuild.it/approfondimenti/rifiuti-scarti-edili-corretto-processo-smaltimento/>
- <https://biblus.acca.it/regolamento-rifiuti-da-costruzione-e-demolizione/>
- <https://www.recyclingweb.it/Articles/ambiente-riciclaggio/scarti-nell-industria-lapidea.htm>
- <https://www.rinnovabili.it/economia-circolare/life-regs-ii-estrazione-sostenibile-granito-sardegna/>
- <https://www.holcim.it/tones-natura>
- <https://www.mapei.com/it/it/realta-mapei/dettaglio/economia-circolare-delle-pietre-ornamentali-in-val-d-ossola>
- <https://certimac.it/nuovo-regolamento-europeo-sui-prodotti-da-costruzione-cpr>
- <https://nicoletteassociati.it/le-grandi-novita-sulla-marcatura-ce-con-il-regolamento-ue-2024-3110/>
- <https://www.itc.cnr.it/home/innovazione/certificazione-obbligatoria/regolamento-ue-30511prodotti-da-costruzione/>
- <https://ollum.it/blog/regolamento-cpr/>

- <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/52375>
- <https://masterblob.com/norme-armonizzate-cosa-sono>
- <http://bstone.it/archivio/index.php?id=54>
- <https://www.naturalstoneinstitute.org/programs/iso-tc-327-everything-you-need-to-know/>
- <https://www.italiacircolare.it/it-it/la-pietra-naturale-autentica-italiana-ha-la-sua-prima-lca-media-di-settore.aspx>
- <https://www.naturalstoneisbetter.com/it/>
- <https://www.arcadia.enea.it/settori-di-intervento/edilizia/pietre-ornamentali.html>
- <https://www.osservatoriodiritti.it/2018/03/29/benin-bambini-spaccapietre-sfruttamento-edilizia/>
- <https://www.ingenio-web.it/articoli/dal-dlgs-50-2016-al-dlgs-36-2023-le-criticita-della-transizione-normativa-per-i-progetti-avviati-sotto-il-vecchio-codice-appalti/>
- <https://www.mela.work/it/blog/nuovo-codice-appalti-2023-sintesi-e-novit%C3%A0-in-pochi-minuti>
- <https://www.lavoripubblici.it/news/codice-contratti-pubblici-modifiche-continue-coerenza-smarrita-35619>
- <https://gpp.mase.gov.it/>
- <http://www.cittametropolitana.torino.it/cms/ambiente/green-economy-education/ape>
- <https://bandi.comune.torino.it/>
- <https://www.bosettiegatti.eu/>
- <https://www.gazzettaufficiale.it/>
- <https://eur-lex.europa.eu/homepage.html>
- <https://www.anticorruzione.it/>

Riferimenti normativi

- UNI EN 12407:2019 Metodi di prova per pietre naturali – Esame petrografico
- UNI EN 12670:2019 Pietre naturali – Terminologia
- UNI EN 12440:2017 Pietre naturali – Criteri per la denominazione
- UNI EN 771-6 Specifica per elementi per muratura – Parte 6: Elementi di pietra naturale per muratura
- UNI EN 1341 Lastre di pietra naturale per pavimentazioni esterne – Requisiti e metodi di prova
- UNI EN 1342 Cubetti di pietra naturale per pavimentazioni esterne – Requisiti e metodi di prova
- UNI EN 1343 Cordoli di pietra naturale per pavimentazioni esterne – Requisiti e metodi di prova
- UNI EN 1467 Pietre naturali – Blocchi grezzi – Requisiti
- UNI EN 1468 Pietre naturali – Lastre grezze – Requisiti
- UNI EN 1469 Prodotti di pietra naturale – Lastre per rivestimenti – Requisiti
- UNI EN 12057 Prodotti di pietra naturale – Marmette modulari – Requisiti
- UNI EN 12058 Prodotti di pietra naturale – Lastre per pavimentazioni e scale – Requisiti.
- UNI EN 13373 Metodi di prova per pietre naturali - Determinazione delle caratteristiche geometriche degli elementi
- UNI EN ISO 14040-44: 2020 Gestione ambientale – Valutazione del ciclo di vita – Principi e quadro-Requisiti e linee guida
- UNI 11714-1 Rivestimenti lapidei di superfici orizzontali, verticali e soffitti - Parte 1: Istruzioni per la progettazione, la posa e la manutenzione.
- UNI 11714-2:2019 Rivestimenti lapidei di superfici orizzontali, verticali e soffitti - Parte 2: Requisiti di conoscenza, abilità e competenza per posatori di rivestimenti lapidei di superfici orizzontali, verticali.
- Regio Decreto 29 luglio 1927, n. 1443 Norme di carattere legislativo per disciplinare la ricerca e la coltivazione delle miniere nel Regno
- Legge regionale n. 23 del 17 novembre 2016 Disciplina delle attività estrattive: disposizioni in materia di cave
- D.G.R. n. 20-525 del 16 dicembre 2024, PRAE e allegati, Regione Piemonte

- Direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 19 novembre 2008, relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive
- Il D.L. n. 77/2021, convertito con L. n. 108/2021 -Governance del Piano nazionale di ripresa e resilienza e prime misure di rafforzamento delle strutture amministrative e di accelerazione e snellimento delle procedure.
- Decreto 28 giugno 2024, n. 127 "End and Waste " Ministero Dell'ambiente E Della Sicurezza Energetica
- Regolamento Prodotti da costruzione 2011/305/CEE (CPR)
- Regolamento (UE) 2024/3110 | Norme per i Prodotti da Costruzione CPR
- Decreto legislativo n. 106/2017- Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE
- Legge n. 1483 del 23 marzo 1853 legge Cavour
- Legge 20 marzo 1865 n. 2248, nota come Legge Lanza
- Regi Decreti n. 2440 dell'8 novembre 1923 e n. 827 del 23 maggio 1924
- Legge Merloni "Legge 11 febbraio 1994 n. 109, Legge quadro in materia di lavori pubblici"
- Decreto Legislativo del 12 aprile 2006 n. 163 "Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture"
- D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207
- Decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50 "Codice dei contratti pubblici"
- D.lgs. 19 aprile 2017, n. 56 Disposizioni integrative e correttive al decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50
- Decreto-legge n. 32 del 18 aprile 2019, come convertito dalla L. 55/2019 (Sblocca Cantieri)
- D.lgs. 31 marzo 2023, n. 36 Codice dei contratti pubblici
- D.lgs. 31 dicembre 2024 n. 209 "Primo correttivo"
- Decreto Interministeriale dell'11 aprile 2008, (PAN GPP)
- CAM Edilizia (DM 23 giugno 2022)
- CAM Strade (DM 5 agosto 2024)
- CAM Arredo Urbano (DM 7 febbraio 2023)

Ringraziamenti

Questo lungo capitolo della mia vita si è finalmente concluso. Desidero esprimere la mia più sincera gratitudine a tutte le persone che mi sono state vicine, sostenendomi nei momenti difficili e senza le quali, forse, avrei rinunciato. Un ringraziamento speciale va a Nuccio, che con amore e pazienza ha saputo starmi accanto nei momenti più complicati. Un pensiero particolare va anche alla mia mamma, a mio fratellino, a mia sorella e a bimba Chiara. È stato proprio il suo esempio di forza e coraggio che negli ultimi anni mi ha permesso di trovare l'energia necessaria per affrontare ogni difficoltà.

Un sentito ringraziamento alla professoressa Rossana Bellopede, che con grande umanità e professionalità mi ha guidata lungo questo percorso.

Un pensiero va anche a tutti i miei amici e amiche che hanno sempre creduto in me, ai miei colleghi per il loro sostegno e il prezioso contributo per la redazione di questo lavoro e a tutte le persone a me care che anche da lassù, continuano a proteggermi e a farmi sentire il loro affetto.