

B.2 Processi produttivi e di trasformazione

Il procedimento di escavazione più diffuso e adottato per la produzione di blocchi è composto da un insieme di metodi, ovvero da una serie di operazioni o fasi sequenziali effettuate mediante utensili, macchine e attrezzature specifiche.

La prima fase consiste nella formazione di due piani tra loro ortogonali, uno verticale e uno orizzontale, anche derivati dall'escavazione di blocchi precedenti. Questi piani costituiscono i due lati in vista del potenziale blocco da estrarre.

Gli altri tre piani verticali che costituiscono il cosiddetto *taglio al monte*, ovvero le due facce laterali e quella posteriore vengono realizzati con metodi molto diversi: nel passato erano scavati a mano con utensili da urto a punta (picconi, subbie ecc.) effettuando la cosiddetta *tagliata*. Questa consisteva in una trincea di larghezza tale da permettere al lavoratore di operare.

La grande innovazione tecnologica costituita dal *filo elicoidale* ha permesso, fin dagli ultimi anni dell'Ottocento, un reale progresso in termini di rapidità, di efficacia, di costi del lavoro e di limitata produzione di scarti.

Successivi perfezionamenti del filo elicoidale e, soprattutto, l'introduzione delle moderne tagliatrici a filo diamantato, a catena, a idrogetto abrasivo e altre tecnologie sempre più evolute ed efficaci, hanno progressivamente e profondamente mutato e semplificato i metodi di escavazione.

Viene infine realizzata la faccia orizzontale che, per ultima, connette il blocco (o la bancata) alla compagine del giacimento. Per compiere tale operazione, con i metodi del passato, si procedeva al taglio orizzontale sostenendo contemporaneamente il blocco con puntelli (fig. B.2.27) o, anche, con la forzatura di cunei nelle discontinuità naturali; i metodi attuali consistono nell'esecuzione di tagli effettuati mediante le sudette moderne tagliatrici.

Successivamente alle operazioni di isolamento del blocco o della bancata che lo hanno condotto alla separazione dalla compagine rocciosa, viene eseguito il distacco controllato che può avvenire per ribaltamento o per varata. Nel primo caso il monolite ruota su se stesso e cade sul piazzale di cava in posizione orizzontale (fig. B.2.27). Il ribaltamento della bancata costituisce il metodo più diffuso nell'attuale escavazione delle pietre ornamentali.

Nel secondo caso il monolite scivola verso il piazzale, su un predisposto piano inclinato, mantenendo la sua posizione verticale (fig. B.2.28).

Il distacco controllato può anche venire effettuato adottando un sistema misto per scivolamento-ribaltamento, che comprende contemporaneamente quelli precedentemente descritti (fig. B.2.29).

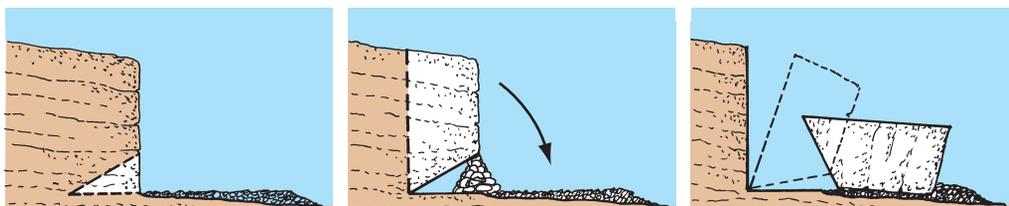


Fig. B.2.27 - Distacco controllato dei blocchi: per ribaltamento previa asportazione di un cuneo alla base.

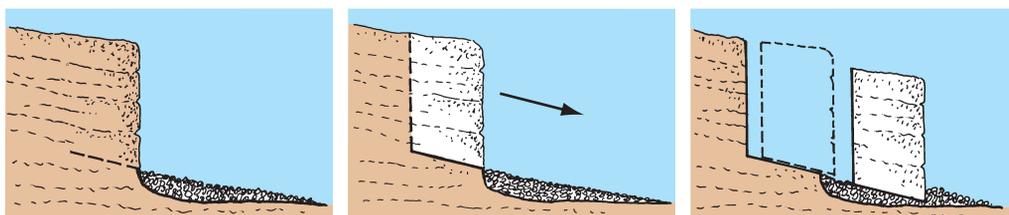


Fig. B.2.28 - Distacco controllato dei blocchi: per varata con taglio alla base inclinata di 25°-35° sull'orizzontale che funge da piano di scivolamento.

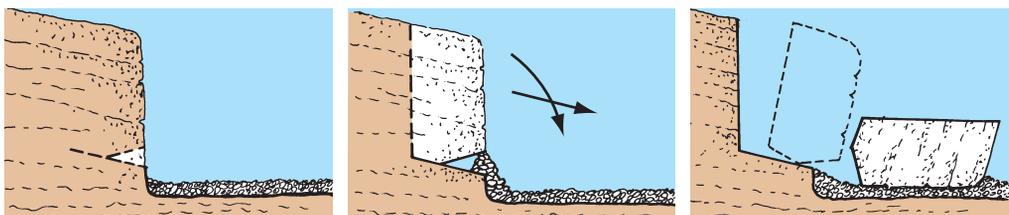


Fig. B.2.29 - Distacco controllato dei blocchi: sistema misto per scivolamento e ribaltamento.

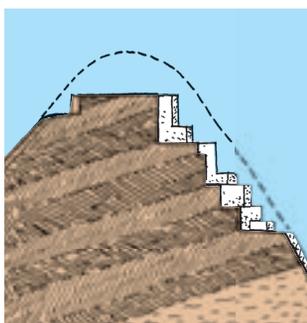


Fig. B.2.30 - Cava culminale.

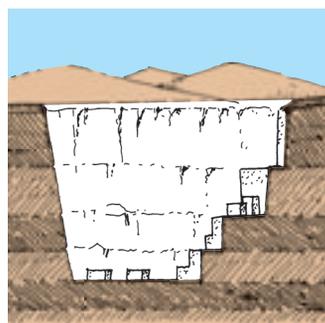


Fig. B.2.31 - Cava in fossa.

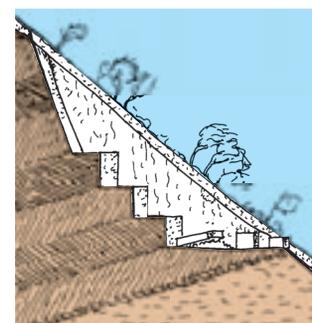


Fig. B.2.32 - Cava a mezza costa.

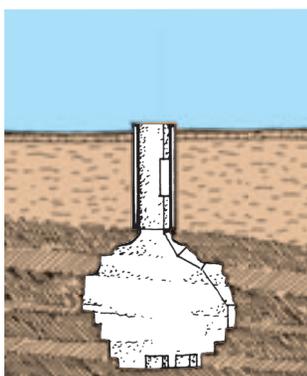


Fig. B.2.33 - Cava in pozzo.

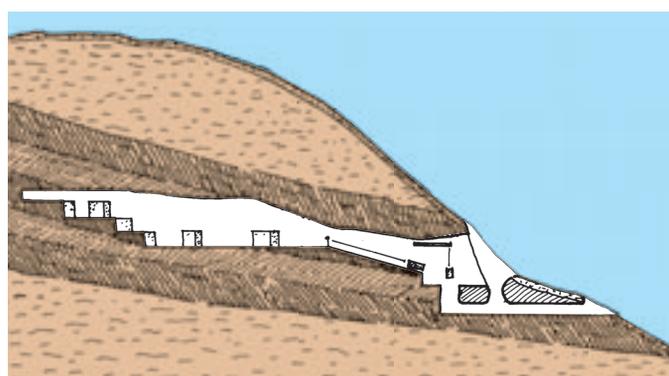


Fig. B.2.34 - Cava in sotterraneo.

B • Materiali e componenti

conservazione del patrimonio esistente (unico e insostituibile), che possono essere sintetizzate nella necessità di sostenibilità ambientale di ogni azione di trasformazione del territorio e, specialmente, di quelle maggiormente pervasive come quelle di escavazione delle pietre e dei marmi.

L'evoluzione della tecnologia delle macchine di escavazione, ovvero proprio quella che è stata mal impiegata fino a poco tempo fa, tende progressivamente a conciliare tali esigenze.

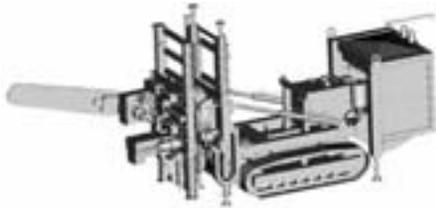


Fig. B.2.110 - Tagliatrice a catena con blocco motore montato su semovente cingolato predisposta per taglio verticale. (fonte Fantini Sud S.p.A.)

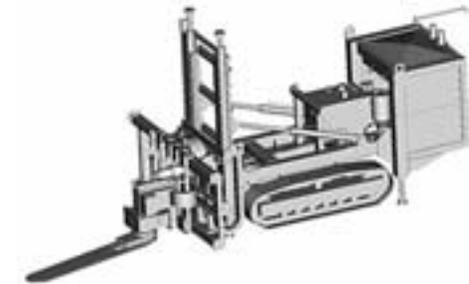


Fig. B.2.111 - Tagliatrice predisposta per taglio orizzontale basale. (fonte Fantini Sud S.p.A.)

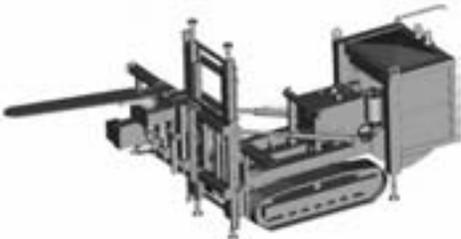


Fig. B.2.112 - Tagliatrice predisposta per tagli orizzontali intermedi. (fonte Fantini Sud S.p.A.)

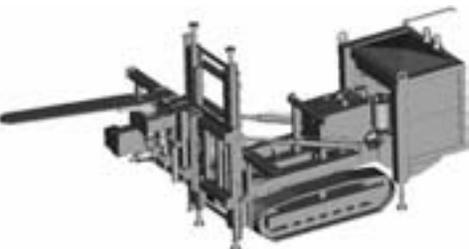


Fig. B.2.113 - Tagliatrice predisposta per tagli orizzontali a tetto. (fonte Fantini Sud S.p.A.)



Figg. B.2.114-119 - Conversione di una cava a cielo aperto in cava in sotterraneo. A sinistra dall'alto: tagliatrice a catena con blocco motore montato su semovente cingolato impegnata nell'esecuzione dei tagli orizzontali; il reticolo dei tagli frontali verticali e orizzontali è quasi completato; il reticolo dei tagli frontali verticali e orizzontali completato. A destra dall'alto: l'estrazione dei primi blocchi con la pala meccanica; aspetto del fronte dopo l'asportazione della prima serie di blocchi; la tagliatrice semovente si ripositiona per un ciclo successivo. (fonte Fantini Sud S.p.A.)

Fig. B.2.120 - Lo schema dei tagli è stato progressivamente sviluppato dentro alla parete sub-verticale del versante. È l'inizio di una coltivazione in sottoteca, in Turchia. (fonte Fantini Sud S.p.A.)



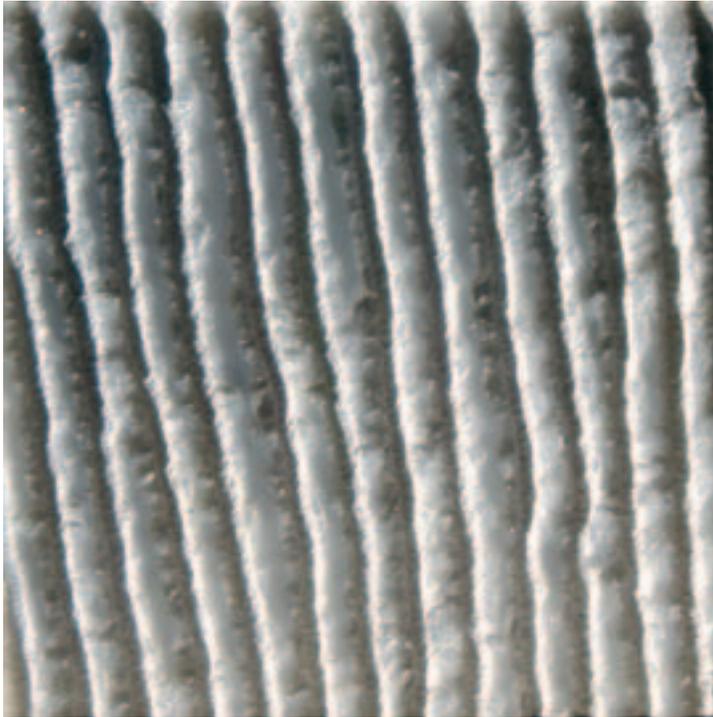


Fig. B.2.221 - Gradinato grosso a tre denti.



Fig. B.2.222 - Gradinato medio a tre denti.



Fig. B.2.223 - Gradinato fino a quattro denti.



Fig. B.2.224 - Boccia medio a quattro denti.

B • Materiali e componenti

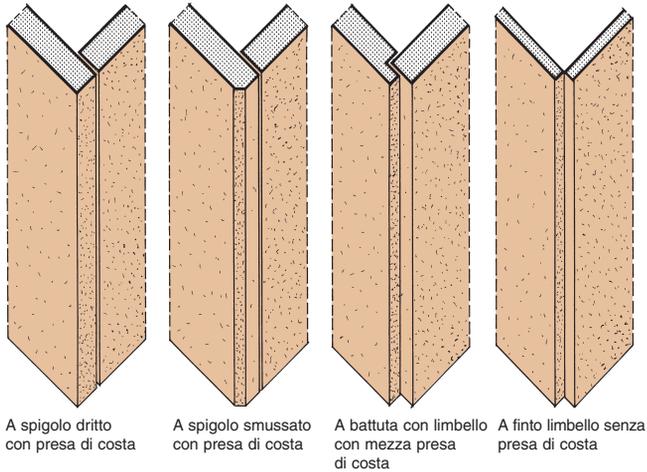
Processi produttivi e di trasformazione **B.2**



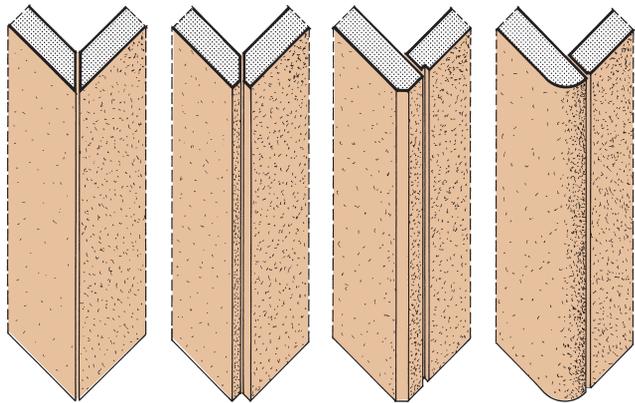
Figg. B.2.242-244 Enrico Del Debbio, *Stadio dei Marmi*, Foro Italico, Roma, Italia, 1928-1935. Elementi di Bianco di Carrara con superficie a spuntato gigante senza cordella. Ogni colpo è un vero e proprio cratere che determina un effetto chiaroscuro di forte espressività. È un tipo di lavorazione superficiale che può essere apprezzato soprattutto alla grande distanza. Da sinistra: parete della rampa dell'ingresso principale dello stadio; elementi di Bianco di Carrara con superficie a spuntatura gigante senza cordella; basamenti delle statue poste alla rampa dell'ingresso principale dello stadio.



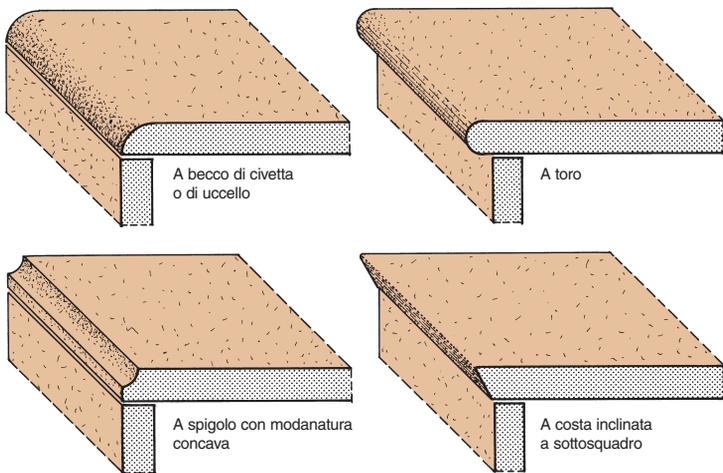
Figg. B.2.245/246 - Enrico Del Debbio, *Accademia di Educazione Fisica*, Foro Italico, Roma, Italia, 1927-1932. Basamento realizzato con lastre di rilevante spessore a perimetro scapezzato. Alcune lastre hanno superficie lavorata a spuntato grosso, altre a scapellatura. L'attacco a terra è realizzato con massello con la superficie verticale in vista anch'essa lavorata a spuntato grosso, la cornice superiore e quella delle finestre sono di forma toroidale. A sinistra, soluzione d'angolo realizzata con elemento massiccio con superficie lavorata a scapellatura. A destra, soluzione d'angolo realizzata con elemento massiccio con superficie lavorata a spuntato grosso.



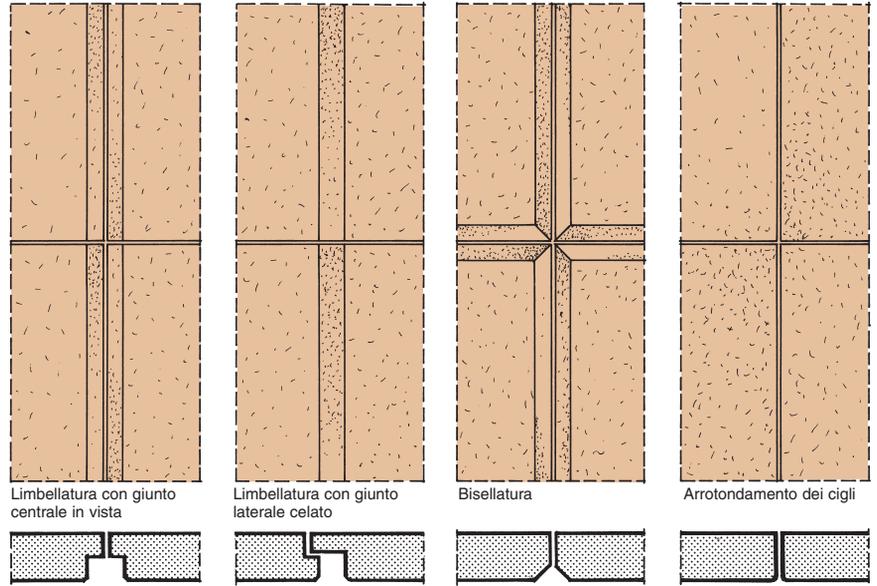
A spigolo dritto con presa di costa A spigolo smussato con presa di costa A battuta con limbello con mezza presa di costa A finto limbello senza presa di costa



A mitria o quartobuono A mitria con limbello A spigolo smussato con limbello laterale A becco di civetta o di uccello

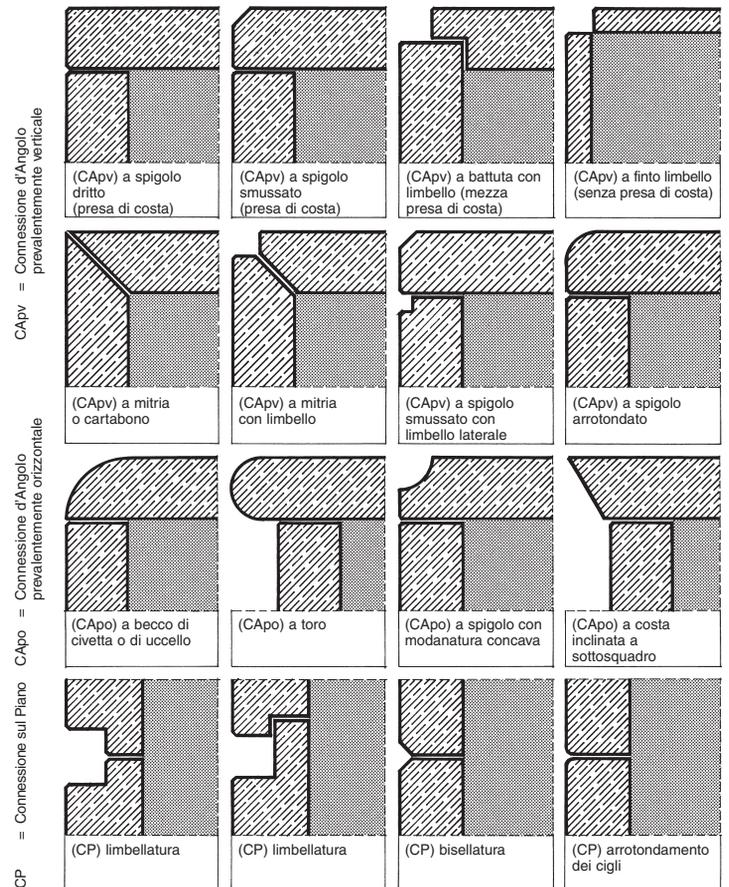


A becco di civetta o di uccello A toro A spigolo con modanatura concava A costa inclinata a sottosquadro



Limbellatura con giunto centrale in vista Limbellatura con giunto laterale celato Bisellatura Arrotondamento dei cigli

Fig. B.2.293 - Lavorazioni di bordo. Connessioni d'angolo prevalentemente verticali.



CApv = Connessione d'angolo prevalentemente verticale

CApo = Connessione d'angolo prevalentemente orizzontale

CP = Connessione sul Piano

Fig. B.2.294 - Lavorazioni di bordo.

NOME COMMERCIALE **Arabescato Orobico Rosso**

SINONIMI **Rosso Perlato**

NOME SCIENTIFICO **Breccia calcarea**

Nazione Italia

Regione Lombardia

Località Piazza Brembana (Bergamo)

Quantitativi prodotti

limitati medi grandi

Dimensioni blocchi

piccole medie grandi

Costo di segazione (riferito al mercato italiano)

base medio elevato molto elevato

Finitura superficiale

bocciardatura spessore minimo cm
 fiammatura spessore minimo cm
 lucidatura:
 agevole non agevole difficoltosa
 levigatura
 sabbiatura

Trattamenti

stuccatura resinatura
 resinatura su una faccia resinatura su due facce
 resinatura polivinilica

Lavorabilità delle coste

limitata buona ottima
 bisellatura obbligatoria

Principali applicazioni interne

pavimento a elevato calpestio scala
 pavimento a basso calpestio bagno
 rivestimento cucina
 elementi a sbalzo

Principali applicazioni esterne

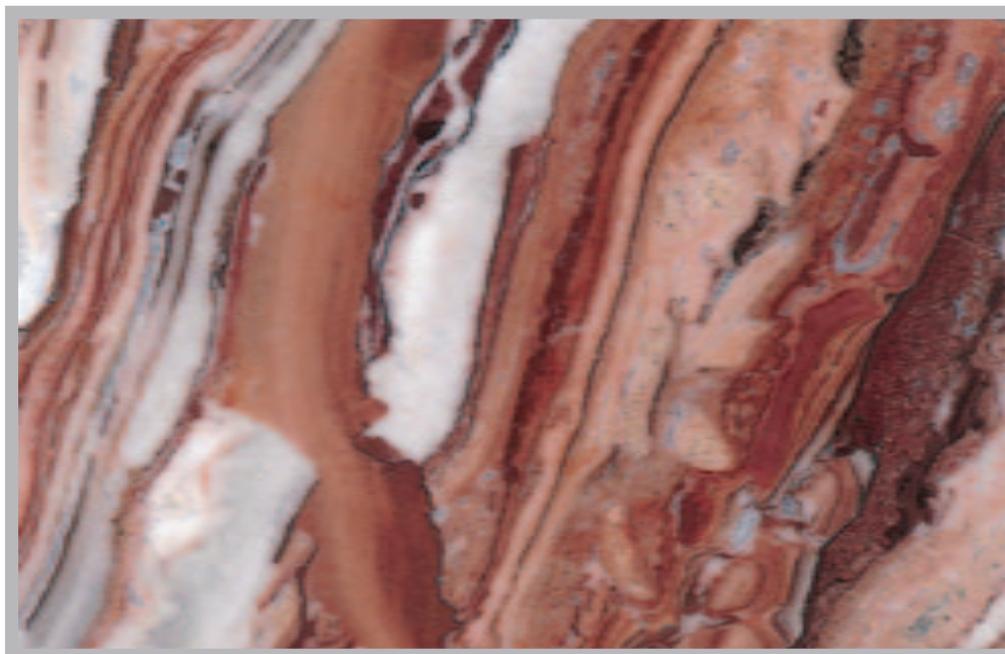
pavimentazione arredo urbano
 rivestimento funeraria

Ambienti potenzialmente dannosi

ambiente assoluto
 ambiente $\pm 0^\circ\text{C}$
 atmosfera inquinata
 ambiente salino

Fascia di prezzo

bassa media alta

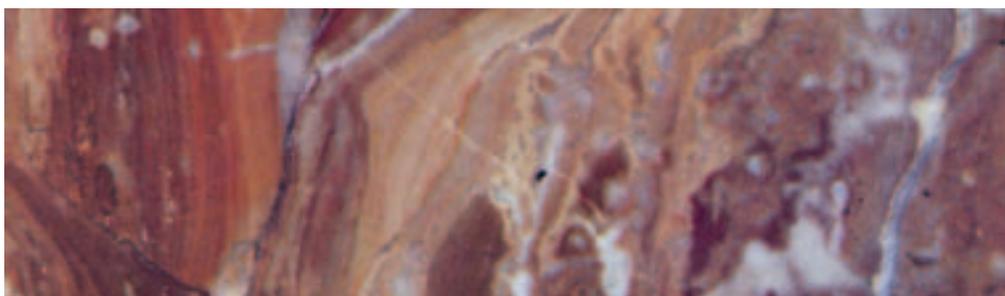


Caratteristiche estetiche e possibili difetti

Breccia calcarea, varietà dell'Arabescato Orobico con elementi di dimensioni molto varie, da plurimillimetriche a decimetriche. Anche i cromatismi degli elementi sono tra loro molto differenti variando dal biancastro, al rosso fegato attraverso diverse sfumature del rosa. Gli elementi di maggiore dimensione, in genere di forma allungata, presentano un orientamento preferenziale secondo il verso determinando il più complessivo disegno delle venature a reticolo bruno scuro e bianco. Il fondo è marrone chiaro con sfumature zonate. È un materiale molto secco che può presentare peli aperti.

Opere realizzate

Changi International Airport, Singapore; Saudi Arabian Ministry of Defense and Aviation, Jeddah (Arabia Saudita), Brown and Daltas.



Analisi fisico-meccaniche*

STANDARD ITALIANI		
Peso dell'unità di volume	kg/m ³	2.724
Coefficiente d'imbibizione (in peso)	‰	0,60
Carico di rottura a compressione semplice	kg/cm ²	1.818
C. di r. a compr. sempl. dopo trattamento di gelività	kg/cm ²	1.829
C. di r. a trazione indiretta mediante flessione	kg/cm ²	165
Modulo elastico in compressione semplice	kg/cm ²	-
Microdurezza Knoop	kg/cm ²	-
Resistenza all'urto: altezza minima di caduta	cm	35
Usura per attrito radente: coefficiente relativo di abrasione		0,79
Coefficiente di dilatazione lineare termica	mm/m°C	0,0051

NOME COMMERCIALE **Rosso Antico d'Italia**

SINONIMI

NOME SCIENTIFICO **Oficalce**

Nazione **Italia**

Regione **Liguria**

Località **Chiavari (Genova)**

Quantitativi prodotti

limitati medi grandi

Dimensioni blocchi

piccole medie grandi

Costo di segagione (riferito al mercato italiano)

base medio elevato molto elevato

Finitura superficiale

bocciardatura spessore minimo cm
 fiammatura spessore minimo cm
 lucidatura:
 agevole non agevole difficoltosa
 levigatura
 sabbiatura

Trattamenti

stuccatura retinatura
 resinatura su una faccia resinatura su due facce
 resinatura polivinilica

Lavorabilità delle coste

limitata buona ottima
 bisellatura obbligatoria

Principali applicazioni interne

pavimento a elevato calpestio scala
 pavimento a basso calpestio bagno
 rivestimento cucina
 elementi a sbalzo

Principali applicazioni esterne

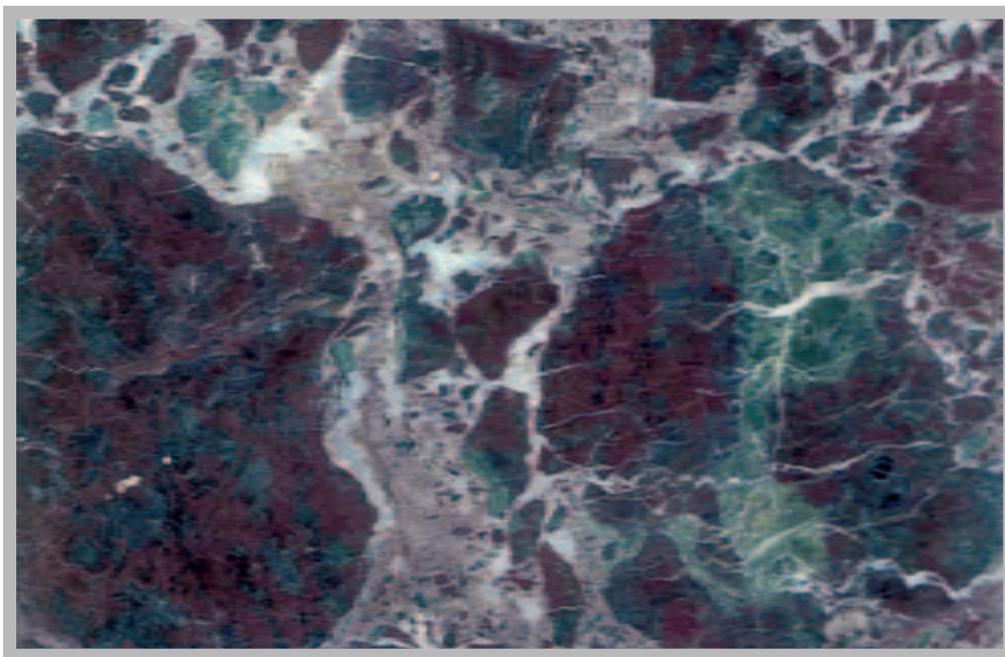
pavimentazione arredo urbano
 rivestimento funeraria

Ambienti potenzialmente dannosi

ambiente assoluto
 ambiente ± 0 °C
 atmosfera inquinata
 ambiente salino

Fascia di prezzo

bassa media alta

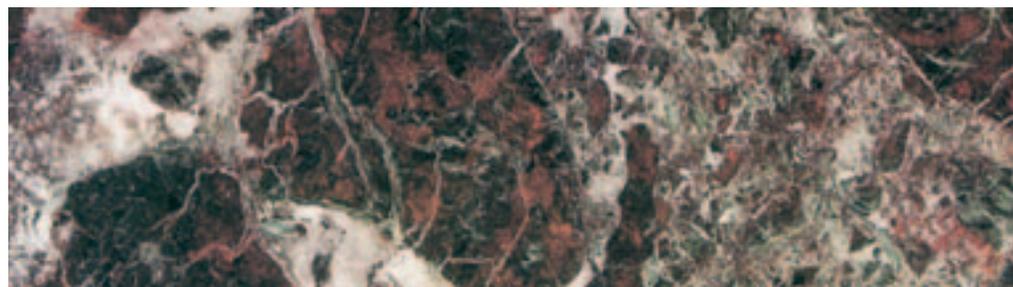


Caratteristiche estetiche e possibili difetti

Oficalce simile al Rosso Levante (vedi p. B 310) con fondo rosso sangue cupo e lunghe venature bianche madreperlacee.

Collocazione geologica: Pliocene (5-2 milioni di anni)

Analisi fisico-meccaniche*		
STANDARD ITALIANI		
Peso dell'unità di volume	kg/m ³	2.609
Coefficiente d'imbibizione (in peso)	%	9,35
Carico di rottura a compressione semplice	kg/cm ²	1.324
C. di r. a compr. sempl. dopo trattamento di gelività	kg/cm ²	1.066
C. di r. a trazione indiretta mediante flessione	kg/cm ²	89
Modulo elastico in compressione semplice	kg/cm ²	-
Microdurezza Knoop	kg/cm ²	-
Resistenza all'urto: altezza minima di caduta	cm	45
Usura per attrito radente: coefficiente relativo di abrasione		0,48
Coefficiente di dilatazione lineare termica	mm/m°C	0,0061



C • Sistemi costruttivi

C.2 Geometria di posa e apparecchiatura - Posa in opera

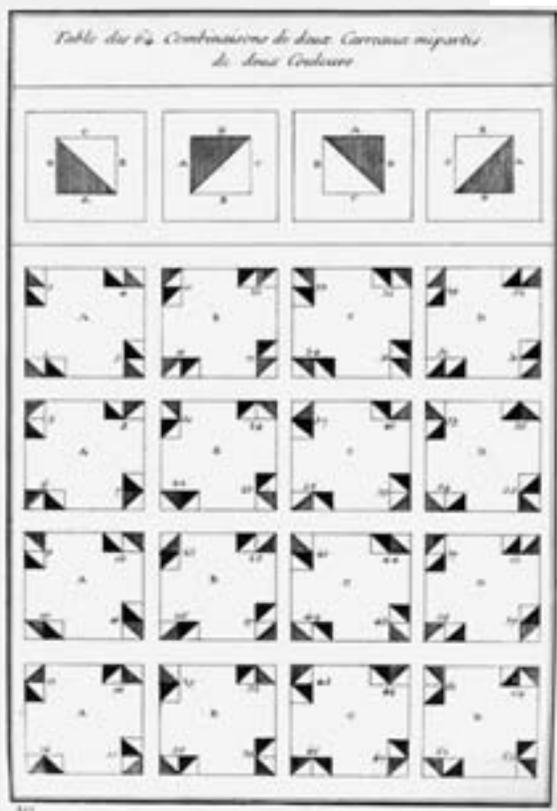


Fig. C.2.13 - Composizioni ottenibili con elementi quadrati formati da due triangoli di differente colore.
(fonte *L'Encyclopédie* di Diderot e D'Alembert)

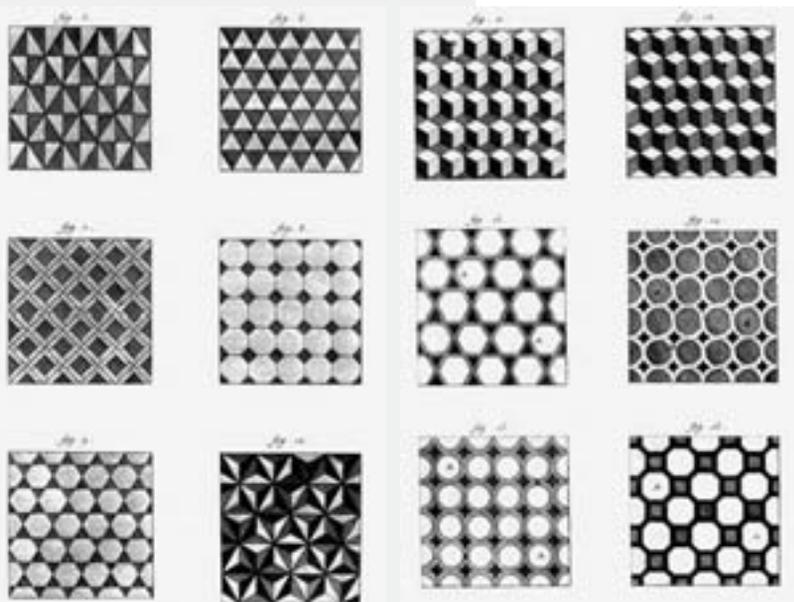


Fig. C.2.14 - Pavimenti con geometrie di posa a misura fissa, da uno a più formati di differente colore.
(fonte *L'Encyclopédie* di Diderot e D'Alembert)

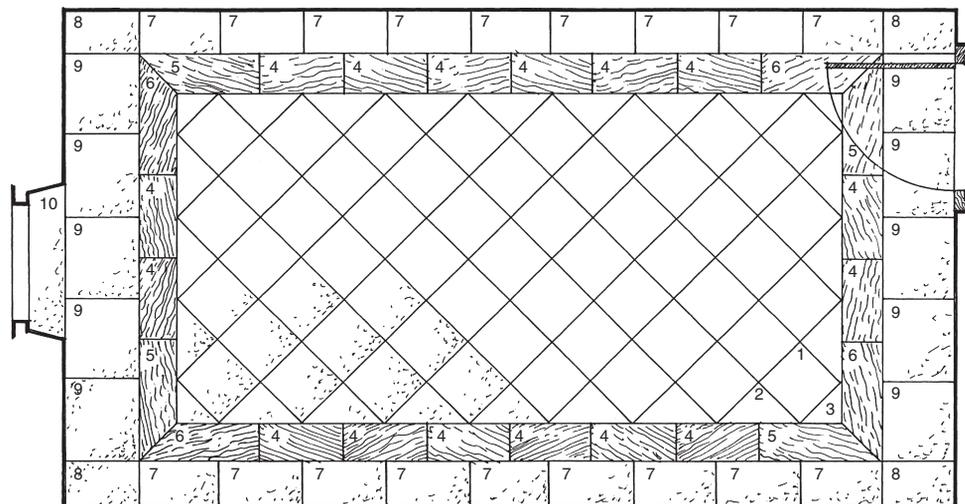
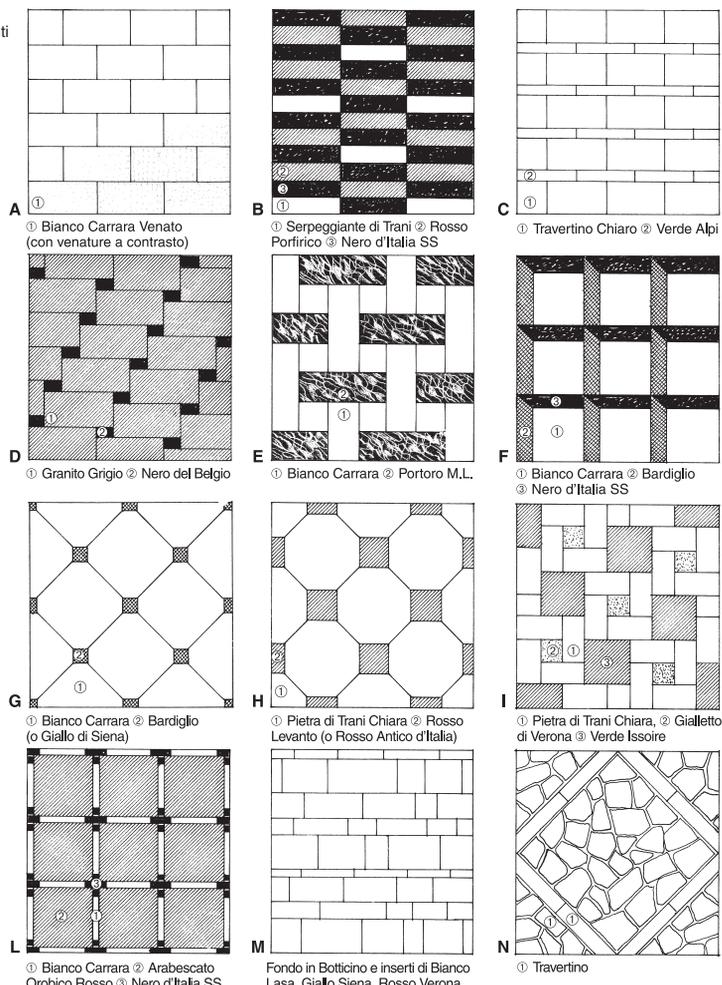


Fig. C.2.15 - Nel caso in cui il vano da pavimentare è di dimensioni elevate, oltre alla fascia rappresentata nella figura precedente, viene anche prevista una cornice più stretta che, in genere, viene ricavata da altro litotipo con colore a contrasto.

Fig. C.2.16 - Pavimenti con esempi d'impiego di differenti litotipi. Geometrie di posa a misura fissa, da uno a quattro formati:
A-B a un formato;
C-H a due formati;
I a tre formati;
L a quattro formati.
Geometrie di posa non a misura fissa:
M a correre;
N "alla palladiana" listato.



C • Sistemi costruttivi

C.3 Pavimentazioni



Fig. C.3.29
Acciottolato
a bicromia
con motivo a foglia
a Torino, Italia.

Fig. C.3.30
Acciottolato
con motivi circolari
a Capri (Napoli),
Italia.



Figg. C.3.31-35
Raffaè De Vico,
Piazza Mazzini,
Roma, Italia, 1927.
Le raffinate
pavimentazioni
a mosaico rustico
di ciottoli e ghiaia
circondano e
decorano la fontana
della piazza.

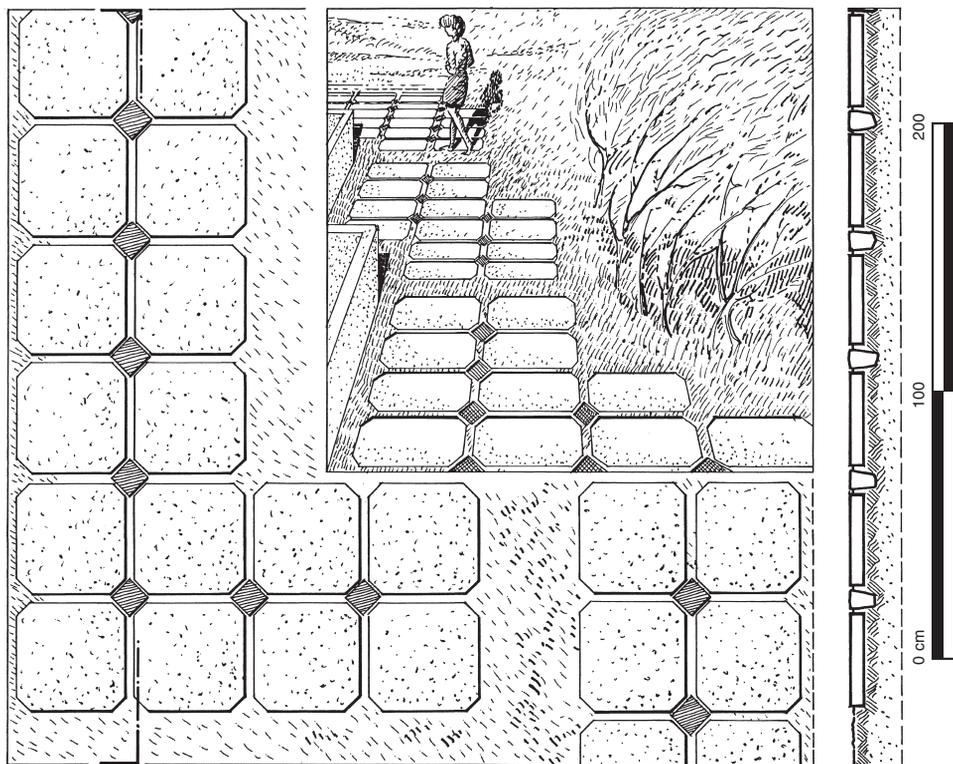


Fig. C.3.299 - Percorso pedonale con lastre di pietra distanziate e cubetti di porfido (o granito o basalto) e a cementazione botanica.

Percorso pedonale con lastre di pietra distanziate e cubetti di porfido (o granito o basalto) distanziate e a cementazione botanica
(cfr. fig. C.3.299)

Art. ...
Formazione di percorso pedonale con lastre di pietra distanziate dello spessore di 5 cm (o altro spessore adatto al tipo di pietra) e delle dimensioni di 40 x 40 cm sagomate e poste in opera come da disegno, con intercalati cubetti di porfido (o granito o basalto) delle dimensioni di 10 x 10 x 10 cm all'incrocio delle connesure delle lastre, il tutto posato a secco su terreno ben spianato e pilonato a perfetta regola d'arte, compresa la preparazione del terreno medesimo e il trasporto a rifiuto del materiale di risulta.

Al metro quadrato		= €	_____
n. ... Analisi del prezzo			
a) lastre in pietra			
40 x 40 x 5 cm	n. 5,3	a €	_____ = € _____
b) cubetti in porfido			
10 x 10 x 10 cm	n. 9	a €	_____ = € _____
c) posatore (operaio specializzato)	ore 1,20	a €	_____ = € _____
d) manovale comune	ore 0,60	a €	_____ = € _____
e) acqua	m ³ 0,01	a €	_____ = € _____
sommano			= € _____
spese generali e utile 30% delle voci di cui sopra			= € _____
sommano			= € _____
prezzo unitario di applicazione arrotondato			= € _____

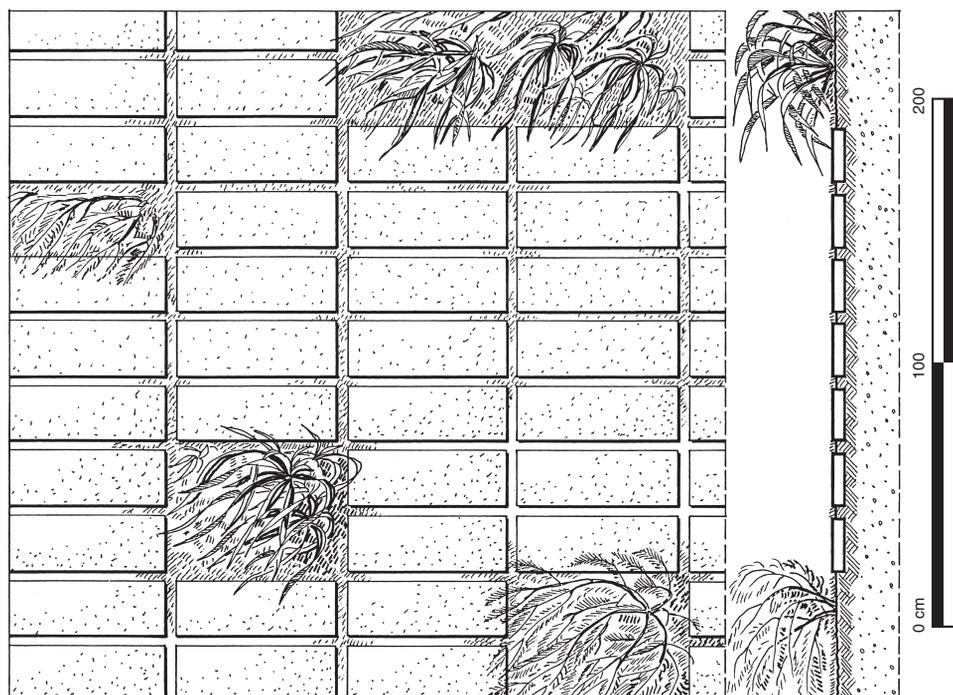


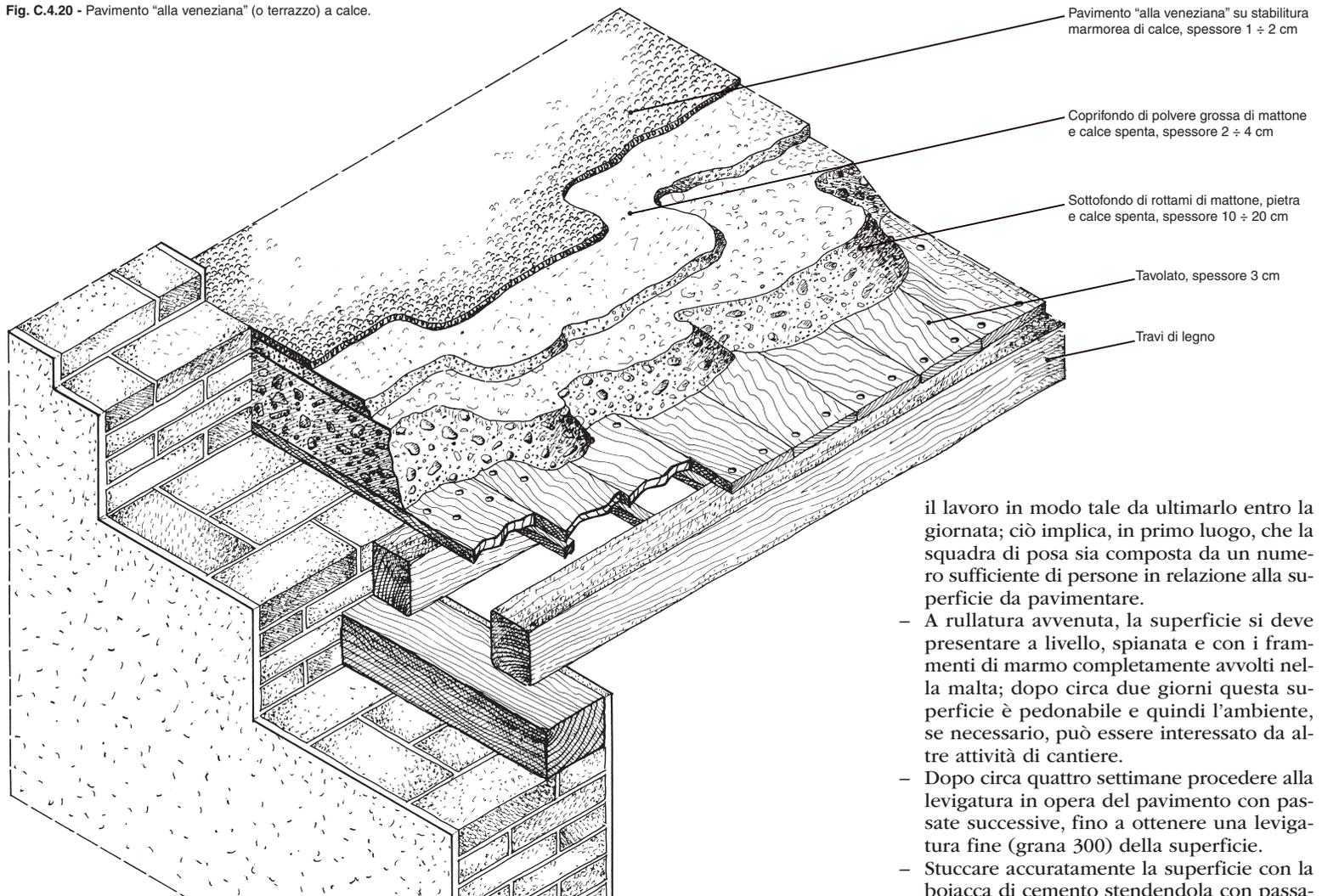
Fig. C.3.300 - Percorso pedonale con lastre di pietra distanziate e a cementazione botanica.

Percorso pedonale con lastre di pietra distanziate e a cementazione botanica
(cfr. fig. C.3.300)

Art. ...
Pavimentazione con lastre di pietra distanziate delle dimensioni di 120 x 16 cm e dello spessore di 5 cm (o altro spessore adatto al tipo di pietra) poste in opera come da disegno, compreso scavi, regolarizzazione e pilonatura del terreno con trasporto a rifiuto del materiale di risulta.

Al metro quadrato		= €	_____
n. ... Analisi del prezzo			
a) lastre in pietra			
120 x 16 x 5 cm	n. 4	a €	_____ = € _____
b) scavo, pilonatura e trasporto terra:			
- manovale	ore 0,5	a €	_____ = € _____
c) posa in opera lastre:			
- muratore	ore 0,60	a €	_____ = € _____
- manovale	ore 0,30	a €	_____ = € _____
e) acqua	m ³ 0,01	a €	_____ = € _____
sommano			= € _____
spese generali e utile 30% delle voci di cui sopra			= € _____
sommano			= € _____
prezzo unitario di applicazione arrotondato			= € _____

Fig. C.4.20 - Pavimento "alla veneziana" (o terrazzo) a calce.



il lavoro in modo tale da ultimarlo entro la giornata; ciò implica, in primo luogo, che la squadra di posa sia composta da un numero sufficiente di persone in relazione alla superficie da pavimentare.

- netrazione delle scaglie. Questa operazione è contemporanea alla fase della rullatura descritta al punto seguente).
- Quando l'impasto inizia a fare presa, procedere alla rullatura del pavimento. Il tempo opportuno è quando i frammenti entrano nella coperta ancora agevolmente, ma la consistenza della malta è tale da evitare uno sprofondamento del cilindro di acciaio impiegato per la rullatura.
- Si deve adottare ogni accorgimento e porre ogni cura, affinché il pavimento risulti privo di carie, screpolature, fessurazioni, o altri difetti di qualsiasi genere, creando, tra l'altro, appositi giunti a mezzo di lamine di battuta di ottone, di alluminio o di lega di zinco e titanio (opportunamente munite di zanche), alte 3 cm circa e dello spessore di 1 mm col-

- locate di costa, così da formare riquadrature regolari e di opportune dimensioni. Il pavimento così realizzato, nel caso in cui non fosse circondato completamente da muri, deve essere perimetrato, in tutto, o in parte, dalle lamine di battuta descritte.
- È di estrema importanza che tutte le operazioni di stesura della coperta, semina e rullatura siano eseguite nell'arco della giornata per tutta la superficie continua del pavimento all'interno di un ambiente; infatti, la moderna tecnica di posa del pavimento "alla veneziana" con malta cementizia non consente riprese, se non avvalendosi di giunti di metallo e/o motivi decorativi realizzati con altri materiali. Qualora fosse richiesto un pavimento "alla veneziana" con campo unico, è necessario organizzare e impostare

- A rullatura avvenuta, la superficie si deve presentare a livello, spianata e con i frammenti di marmo completamente avvolti nella malta; dopo circa due giorni questa superficie è pedonabile e quindi l'ambiente, se necessario, può essere interessato da altre attività di cantiere.
- Dopo circa quattro settimane procedere alla levigatura in opera del pavimento con passate successive, fino a ottenere una levigatura fine (grana 300) della superficie.
- Stuccare accuratamente la superficie con la boiaccia di cemento stendendola con passate successive, mediante un rastrello gommatto. A protezione del pavimento può essere lasciato un velo della medesima boiaccia.
- Dopo circa una settimana si può procedere alla lucidatura e all'esecuzione del trattamento superficiale, che ha lo scopo di proteggere il pavimento, migliorarne ulteriormente l'aspetto e renderlo più morbido. Questo trattamento può essere eseguito facendo uso di olio di lino crudo con pavimenti a colore di fondo non bianco e di tonalità calda; nel caso di pavimenti con fondo bianco e/o colori freddi occorre impiegare cere neutre. L'olio di lino crudo è particolarmente indicato per i pavimenti "alla veneziana" in quanto esso, penetrando all'interno dello strato superficiale, rende morbido il materiale, preservandolo da eventuali screpolature. Infatti, l'olio viene cosparso sulla

C • Sistemi costruttivi

C.7 La pietra nella scena urbana e nel territorio extraurbano



Figg. C.7.115/116 - Mies van der Rohe, *Nuova Galleria Nazionale*, Berlino, Germania.

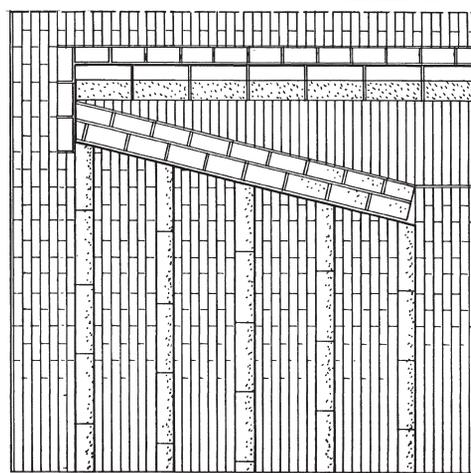
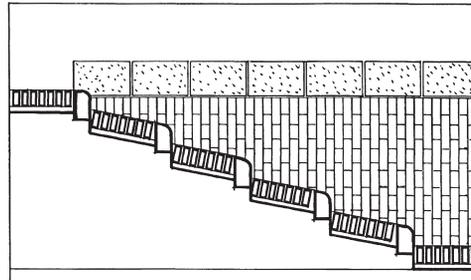
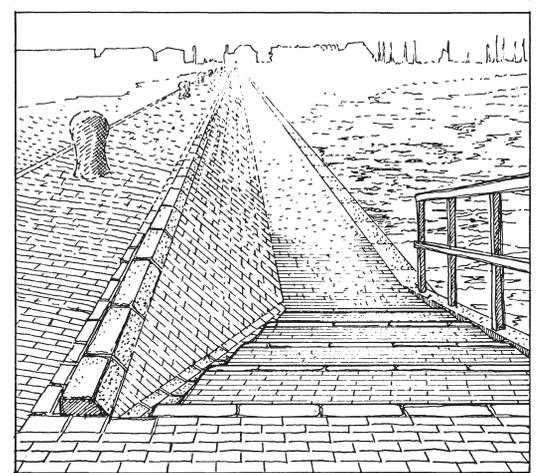
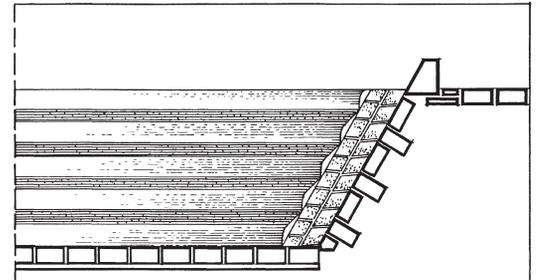


Fig. C.7.118 - Gradonata di pietra e mattoni di raccordo tra due livelli.



0 cm 100 200 300



Fig. C.7.117 - Gradonata servita da rampa pedonale davanti alla *Chiesa di S. Maria Maggiore*, Labro (Rieti), Italia.



Fig. C.7.119 - Alessandro Anselmi, *Municipio di Rezé-les-Nantes*, Francia. Raccordo tra gradinata e rampa pedonale.

C • Sistemi costruttivi

La pietra nella scena urbana
e nel territorio extraurbano

C.7



Figg. C.7.141/142 - Grande quadrante solare orizzontale di pietra e metallo a Londra, Gran Bretagna.



Figg. C.7.143/144 - Scuola *Architettura di Pietra: conoscenza ed esperienza* (diretta da Claudio D'Amato), *Parco dei quadranti solari* al Politecnico di Bari, Facoltà di Architettura, a.a. 1994-95. Dall'alto: modelli dei quadranti solari di Pietra Leccese; cava *Serpentane* ora dismessa: fase realizzativa di un quadrante solare di Pietra Leccese.



Figg. C.7.145/146 - A sinistra, Claudio Nardulli, meridiana a quadro orizzontale di Peperino di Vitorchiano e piano ellittico con segni zodiacali di Bianco di Carrara, supporto di Basaltina e sfera di cristallo ialino, 2000 (Appia Antica Marmi S.r.l.). A destra, Giorgio Blanco, orologi solari-calendari astronomici, 2000; in primo piano: quadro orizzontale di Bianco di Carrara e stilo di Peperino; sul fondo, quadro orizzontale di Travertino Romano, stilo e supporto di Peperino di Vitorchiano. (Appia Antica Marmi S.r.l.)



Figg. C.7.147/148 - Giorgio Blanco, *Ombre del Tempo*, giardini della Fiera di Verona, Italia, 2001. Orologio solare-calendario astronomico realizzato con centro di lavoro a controllo numerico. Quadro di Bianco Miele, supporto di Rosso di Verona e stilo di acciaio. (CMS S.p.A. - Costruzioni Macchine Speciali)



Figg. C.7.149 Giorgio Blanco e Claudio Nardulli, meridiana-calendario astronomico a quadro verticale in via Appia Antica, Roma, Italia, 2004. Quadro verticale di altezza 200 cm. Monolite del quadrante di Calacatta ed elemento lastriforme verticale con foro elliottrico di Bianco di Carrara.

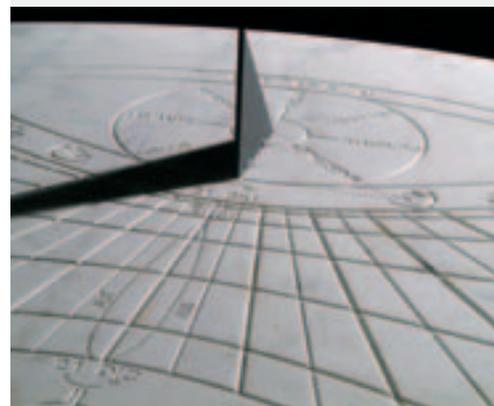
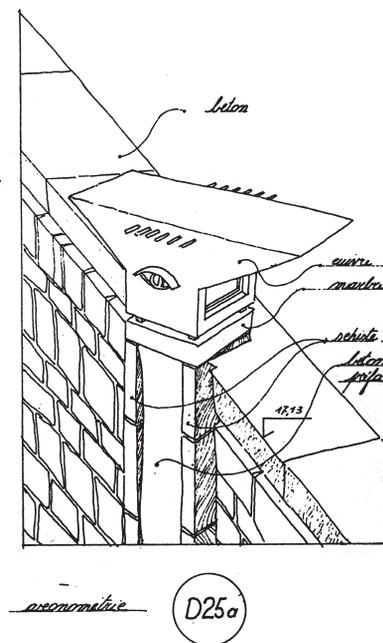
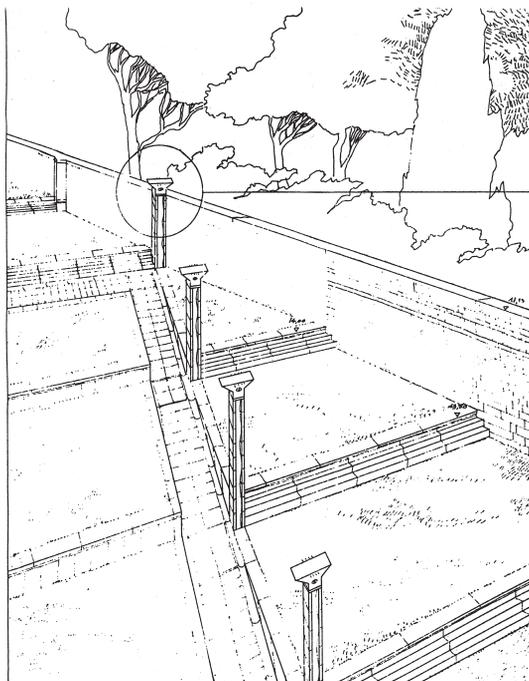


Fig. C.7.150 - Giorgio Blanco, *Ombre del Tempo*, giardini della Fiera di Verona, Italia, 2001. Dettaglio.

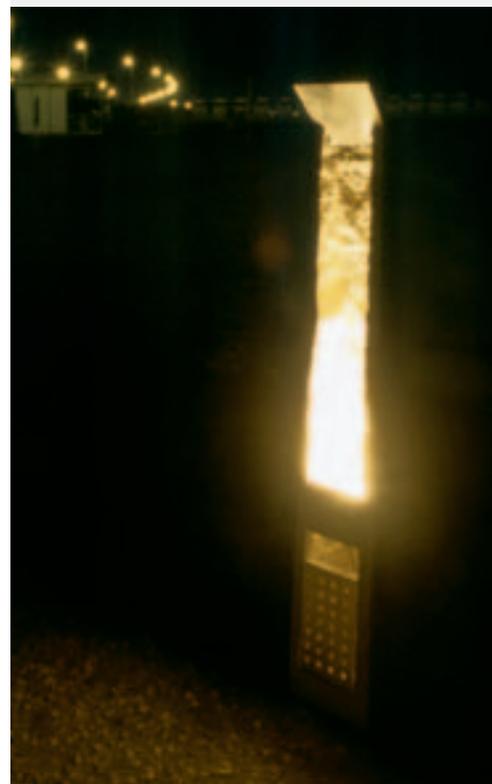


Figg. C.7.156/157 - Alessandro Anselmi, *Municipio di Rezé-les-Nantes*, Francia, 1986 (foto e disegno). In primo piano una serie di apparecchi d'illuminazione a "testa-palo" con supporto di ardesia e calcestruzzo e lanterna di rame.

Nella progettazione della scena urbana occorre sempre considerare una serie di aspetti tecnico-funzionali che molto condizionano le soluzioni da adottare nella progettazione degli spazi pubblici. La fruibilità e, dunque, l'accessibilità (cfr. C.7.3) di attrezzature funzionali tridimensionali esigono da parte del progettista un'attenta elaborazione (o scelta sul mercato), disposizione e ubicazione. Per questo motivo occorre esaminare le diverse modalità di fruizione degli oggetti, ma anche tener conto dei limiti di facile presa che possono condizionare persone appartenenti a particolari categorie: è il caso, ad esempio, dei disabili su sedia a ruote (cfr. fig. C.7.30).

È quindi importante l'analisi delle altezze e degli approcci di apparecchi di comando, prese d'acqua, fioriere, portarifiuti ecc. Soprattutto occorre prevedere e/o eliminare i pericoli costituiti da soluzioni disaccorte.

Sono da evitare spigoli appuntiti, bordi taglienti, punte o parti sporgenti la cui presenza (per forma, disposizione e ubicazione) può causare danni ai fruitori. Possibili danni sono, ad esempio, urti su parti dure pericolose a causa della loro conformazione e posizione, cadute per inciampata provocate da avvallamenti o da elementi modestamente sporgenti dalla pavimentazione e non segnalati, urti con parti alte



Figg. C.7.158/159 - Giorgio Blanco, apparecchio d'illuminazione della serie *Geolux* con scorza di Travertino Romano e lamiera di acciaio inox, 2001. (Appia Antica Marmi S.r.l.)

C • Sistemi costruttivi

La pietra nella scena urbana
e nel territorio extraurbano

C.7



Fig. C.7.357 - Ponte di Vara della Ferrovia Marmifera presso Carrara, Italia.

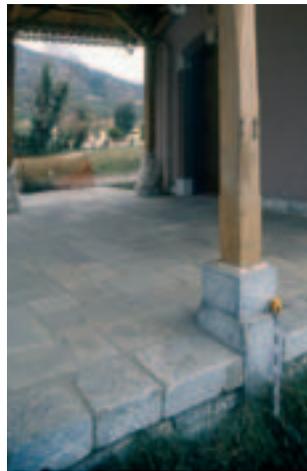


Fig. C.7.358/359 - Il viadotto di pietra *Caprareccia* lungo l'ardita ferrovia di montagna Spoleto-Norcia, che collega le due località della provincia di Perugia (Italia), progettata da Erwin Thomann, inaugurata nel 1926 e dismessa negli anni Settanta del Novecento.



Fig. C.7.360-363 - Stazione ferroviaria di recente restauro sul lungomare a est di Volos, Grecia. La ferrovia del Pelion, a scartamento ridotto, è stata progettata da Evaristo De Chirico e realizzata tra il 1894 (Volos-Lehonina) e il 1903 (fino a Milies).

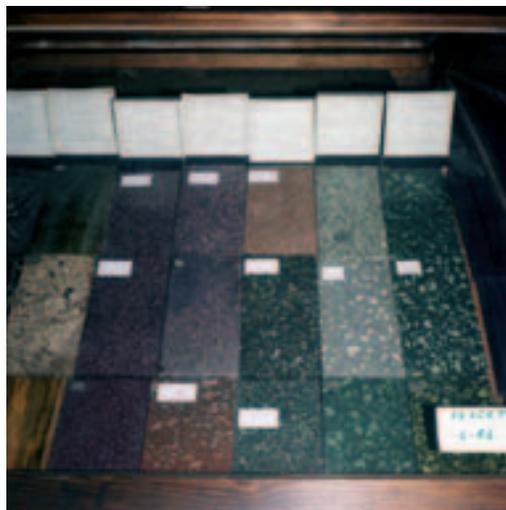
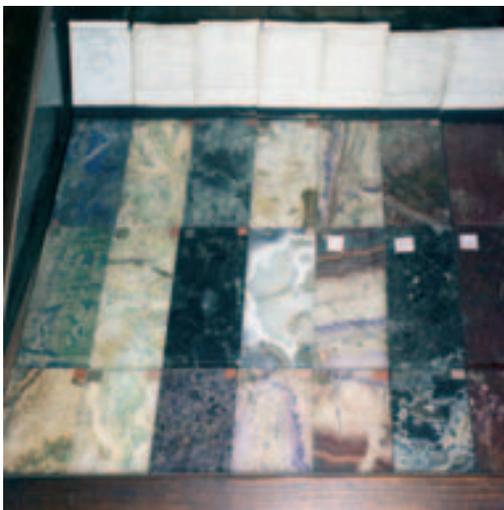
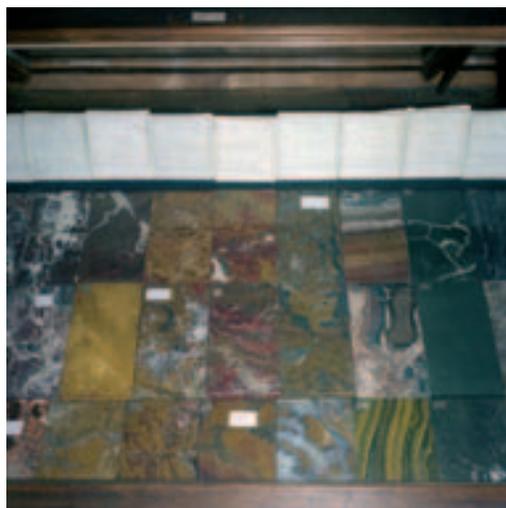
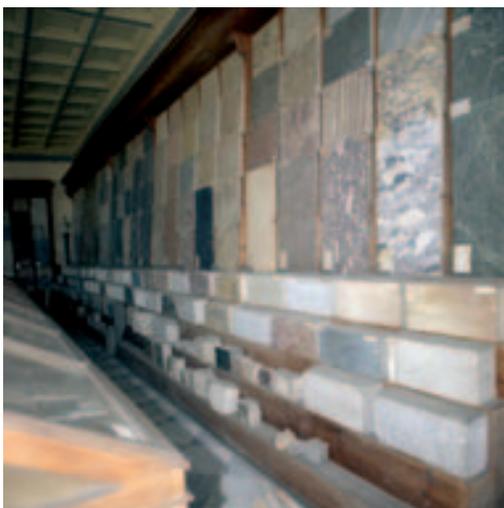
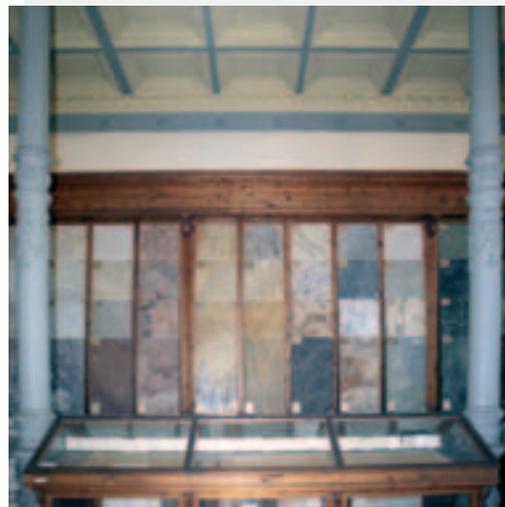
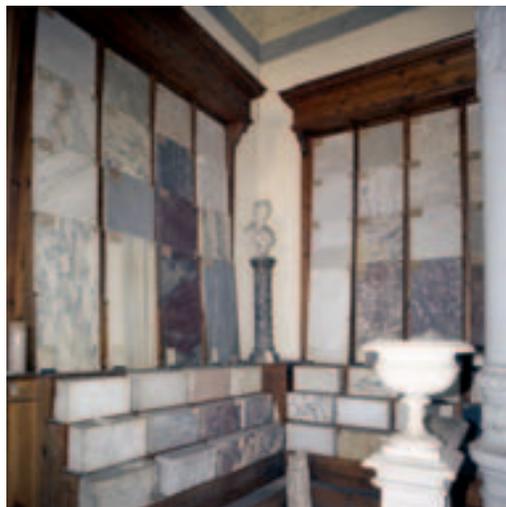
D.2 Marmi antichi



Fig. D.2.2 - Principali cave di marmo d'età romana nel Mediterraneo.

D • Materiali e tecnologie del passato

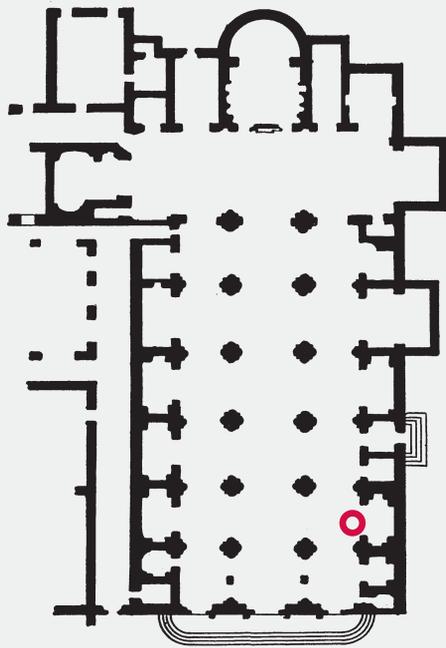
Marmi antichi *D.2*



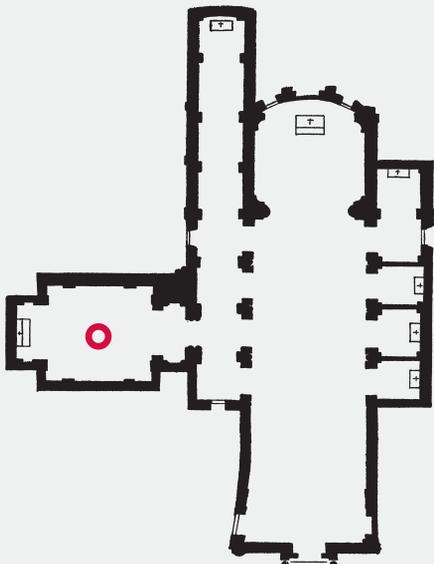
Figg. D.2.10-17 - Sala dei materiali edili e decorativi dell'Istituto Geologico d'Italia. L'Istituto aveva sede a Roma in largo S. Susanna, inizialmente fu istituito a Firenze come Regio Ufficio Geologico nel 1869. Vedute generali della sala e vetrine delle collezioni di pietre decorative antiche "Federico Pescetto" e "Pio De Santis". La sala è stata fotografata nel 1992 prima della soppressione dell'Istituto e lo smantellamento dei locali con conseguente dispersione e parziale recupero nei depositi delle preziose raccolte e documentazioni bibliografiche in esso conservati.

NOME **Breccia di Aleppo**

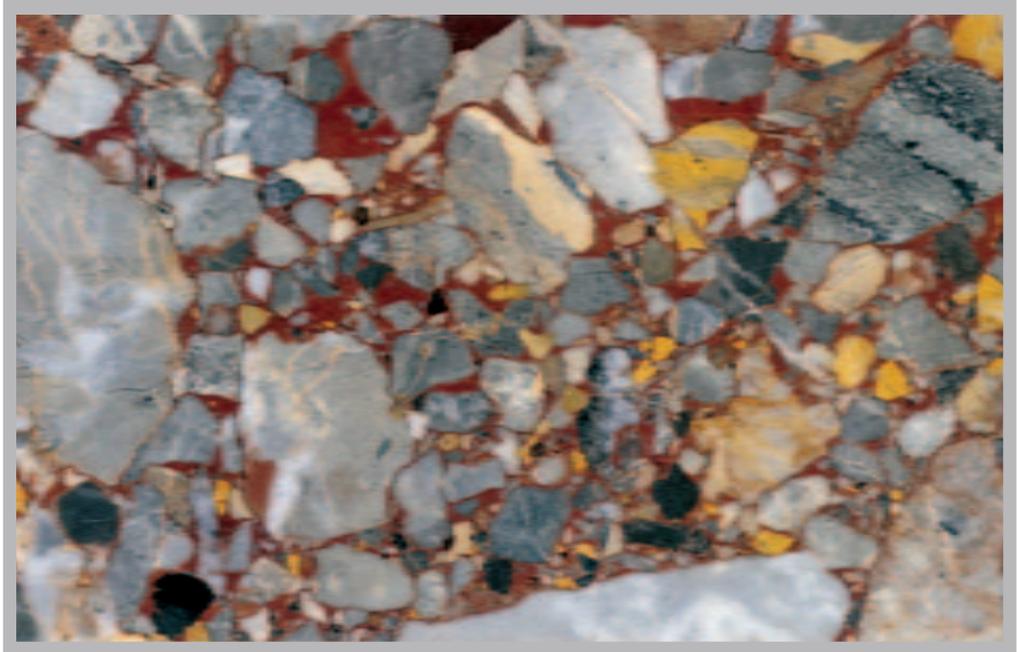
SINONIMI **Acqua di Mare**



Pianta della Chiesa di S. Maria sopra Minerva, Roma, Italia.



Pianta della Chiesa di S. Pudenziana, Roma, Italia.



(fonte Collezione Montemartini)

Acqua di Mare (Del Riccio; probabile denominazione). Così Gnoli: “Chi si recasse ad Aleppo cercherebbe invano la breccia che i pietrai romani del secolo scorso chiamavano ‘breccia di Aleppo’. All’origine di questo nome sta in effetti una gran confusione, dovuta ad una certa somiglianza (invero assai superficiale) fra questa breccia antica ed una breccia che nel XVII Sec. si cominciò a scavare in Francia, ossia la ‘breccia d’Alet’, presso Aix en Provence”.

Luogo di escavazione

Grecia o Asia Minore. Le cave probabilmente erano private.

Aspetto

Fondo rosso laterizio sul quale sono fittamente disposti frammenti angolosi, prevalentemente minuti, di colore bigio chiaro e anche giallo vivace e, più raramente, rosa corallo.

Varietà

Principe, Rossa. Quest’ultima, particolarmente bella, presenta i clasti di colore rosso carnicino o corallino che sostituiscono quelli gialli.

Periodo e tipo d’impiego

Adoperata dai Romani dall’inizio dell’Impero fino all’epoca flavia; non rara nelle residenze e nelle ville a Roma e nei dintorni; è anche presente a Pompei in alcuni pavimenti e botteghe.

Esempio di applicazione

A Città del Vaticano, nella *Galleria dei Candelabri* dei *Musei Vaticani*, rocchio di colonna (un pezzo di notevoli dimensioni). A Roma, nella *Chiesa di S. Maria sopra Minerva*, due lastrucce (Rossa, secondo Belli) nelle fiancate dell’altare della *Cappella di S. Rosa da Lima*; nella *Chiesa di S. Pudenziana*, *Cappella Caetani* (1595-1599), specchiatura parietale con emblemi araldici Cetani, fascia inferiore. A Fondi, in una villa romana di scavo recente, di fronte al *Castello Caetani*, alcune mattonelle (Rossa). Ad Atene, un blocco circolare sull’Acropoli, adiacente al *Tempio di Asclepio*.

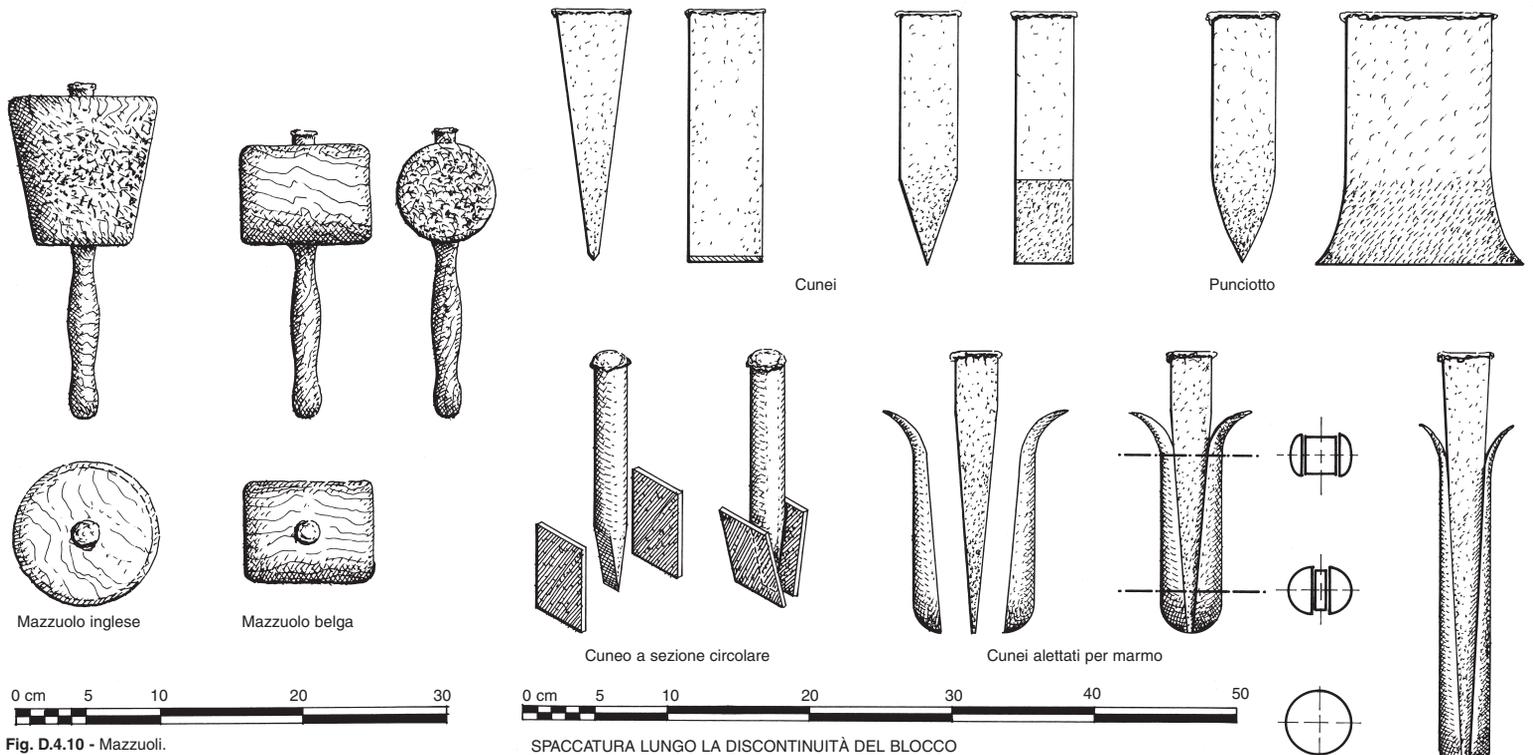


Fig. D.4.10 - Mazzuoli.

SPACCATURA LUNGO LA DISCONTINUITÀ DEL BLOCCO

Foro da praticare per l'inserimento del cuneo

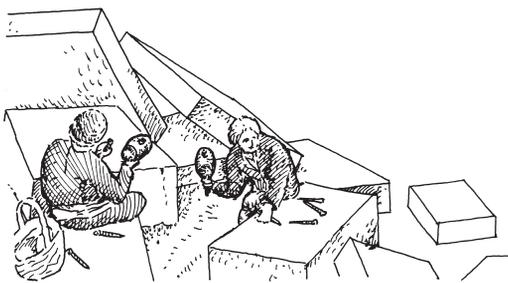


Fig. D.4.11 - Peter Bruegel, *La grande torre di Babele* (1563), *Kunsthistorisches Museum*, Vienna, Austria: lavorazione dei blocchi con impiego di mazzuolo belga di legno.

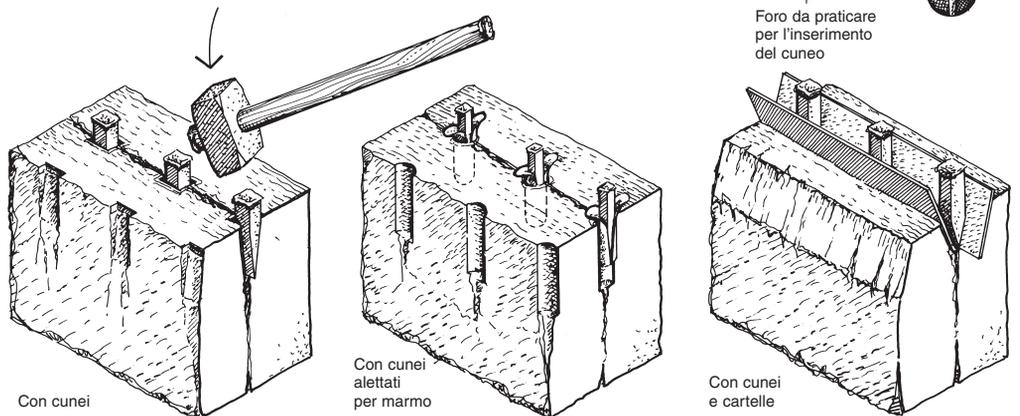
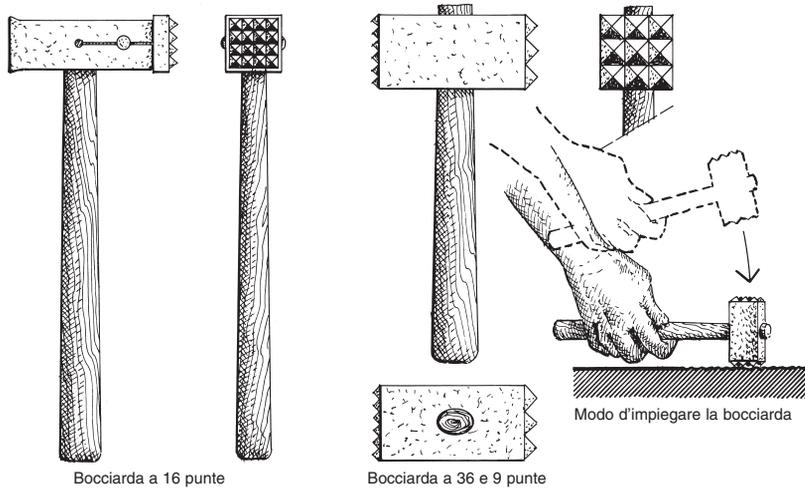


Fig. D.4.12 - Cunei, punciotto, cartelle.

quelli metallici sono forgiati a mano e privi di scorie per limitarne al massimo la deformabilità. Hanno lunghezza da 135 a 300 mm e diametro da 12 a 40 mm; attualmente i cunei vengono impiegati soprattutto nella fase di riquadratura del blocco. Cunei di legno venivano, nel passato, inseriti a martellate in un apposito taglio rettangolare realizzato nel blocco e successivamente bagnato in modo da determinare, mediante la dilatazione del legno, la separazione della pietra. Cunei di metallo vengono inseriti in appositi fori rettangolari. Tra la pietra e i lati larghi del cuneo vengono interposte lamine di



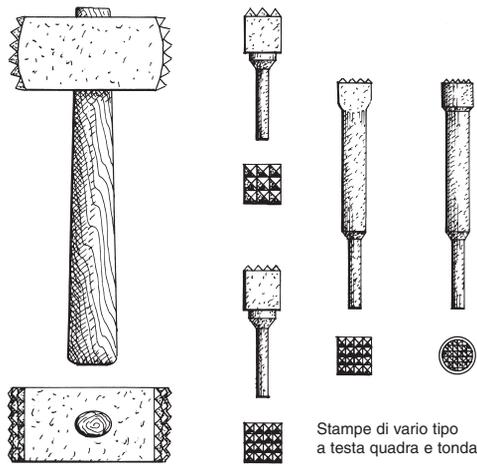
Fig. D.4.13 - Grande architrave di marmo di epoca romana al *Foro di Traiano*, Roma, Italia. L'elemento ha subito un tentativo non riuscito di sezionamento mediante cunei, forse nel Medioevo. Il blocco, infatti, si è spaccato in senso diagonale ed è stato successivamente abbandonato a testimonianza del fallimento. Il sezionamento dei blocchi mediante cunei è un metodo che richiede esperienza nel trovare i piani di più semplice spaccabilità.



Bocciarda a 16 punte

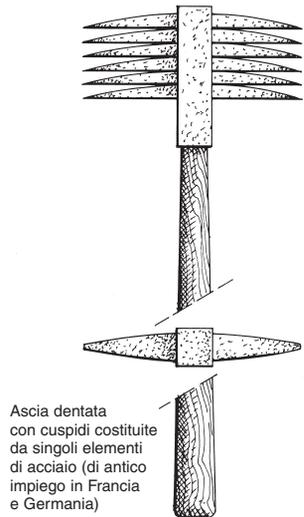
Bocciarda a 36 e 9 punte

Modo d'impiegare la bocciarda

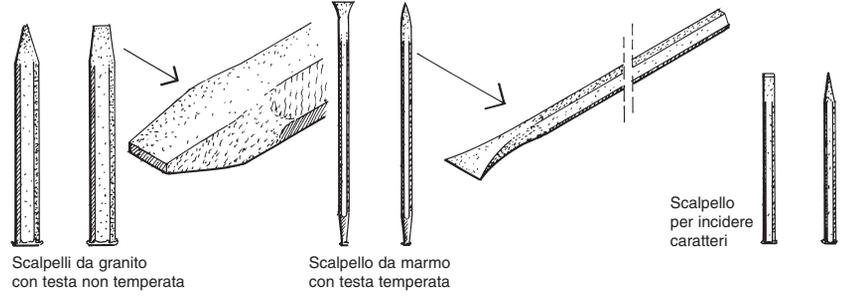


Bocciarda a testa convessa a 36 punte

Stampe di vario tipo a testa quadra e tonda



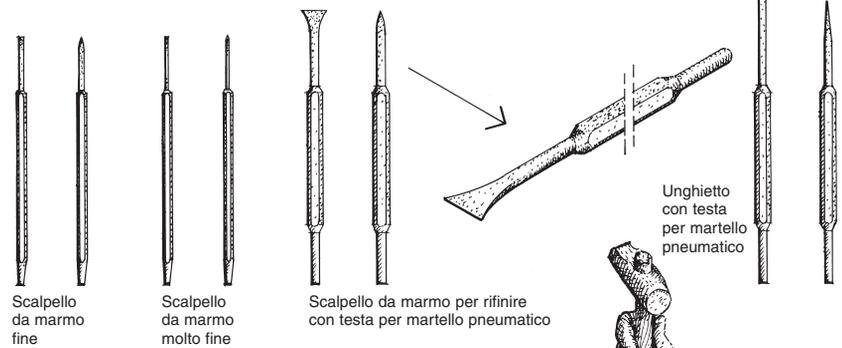
Ascia dentata con cuspidi costituite da singoli elementi di acciaio (di antico impiego in Francia e Germania)



Scalpelli da granito con testa non temperata

Scalpello da marmo con testa temperata

Scalpello per incidere caratteri

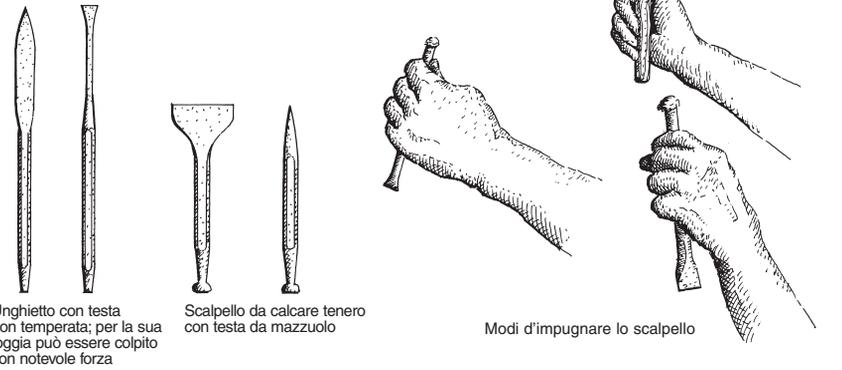


Scalpello da marmo fine

Scalpello da marmo molto fine

Scalpello da marmo per rifinire con testa per martello pneumatico

Unghietto con testa per martello pneumatico



Unghietto con testa non temperata, per la sua foggia può essere colpito con notevole forza

Scalpello da calcare tenero con testa da mazzuolo

Modi d'impugnare lo scalpello

Fig. D.4.19 - Bocciarde, stampe o granate.

Fig. D.4.21 - Scalpelli e unghietti.



Ferrotondo da marmo con testa temperata

Ferrotondo da marmo e pietra con testa non temperata

Ferrotondo con testa per martello pneumatico

Trapano da marmo

Ferrotondo con testa da mazzuolo

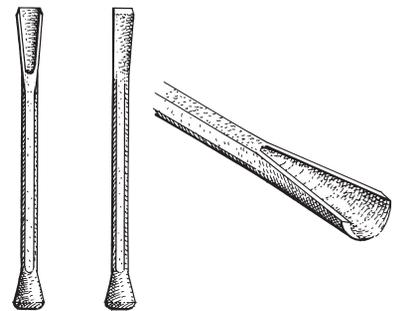


Fig. D.4.22 - Sgorbia con testa da mazzuolo.

Fig. D.4.20 - Ferrotondo.



D.4 Processi produttivi e di trasformazione

Tutto ciò anche senza necessariamente conoscere il luogo di destinazione. Infatti i grandi depositi di elementi di determinate forme e dimensioni garantivano l'indispensabile continuità di rifornimento per i colossali e diffusi programmi costruttivi dell'Impero romano. Al contempo i depositi, e il loro progressivo reintegro, assicuravano la notevole efficienza estrattiva e di trasformazione grazie alla continuità operativa. È per questo che i procedimenti di lavorazione della pietra in contesti arcaici non prevedevano detta continuità, bensì la produzione, volta per volta, su ordinazione, del limitato insieme di specifici elementi destinati a una specifica costruzione. Accadeva così che venivano aperte cave successivamente abbandonate appena estinta la richiesta contingente.

D.4.6.2 - Procedimenti scultorei

I procedimenti di lavorazione della pietra finalizzati alla realizzazione di sculture figurative seguono in misura minore una rigida standardizzazione. Tuttavia la scultura decorativa architettonica e la scultura figurativa hanno metodi e procedimenti di lavorazione concettualmente e sostanzialmente simili alla scultura applicata alla produzione di elementi costruttivi tridimensionali ("scultura architettonica" secondo Rockwell).

La *squadratura del blocco* (cfr. D.4.7.1) è alla base di ogni produzione di pietra sia essa di tipo meramente costruttivo che scultoreo-figurativo. Ogni procedimento di lavorazione, direttamente o indirettamente, è sempre in relazione a un piano di riferimento concreto (visibile) o virtuale. Nel caso della tecnica del *bassorilievo* ciò è particolarmente evidente; di notevole importanza è il ricorso alla profilatura.

In ogni caso i procedimenti di lavorazione vengono svolti attraverso l'adozione di semplificazioni e di astrazioni geometriche delle forme con il fine di conseguire il risultato conclusivo attraverso una successione di livelli intermedi di trasformazione (cfr. D.4.1). Per una maggiore comprensione dei procedimenti scultorei è possibile analizzare la sequenza operativa di tre differenti rilievi:

- bassorilievo egizio (come quelli degli obelischi);
- altorilievo greco (figg. D.4.64 e D.4.65, una metopa del VI sec. a.C. come quelle provenienti dall'*Heraion* sulla foce del Sele a Paestum);
- altorilievo romano (fig. D.4.66).

Nel primo caso viene tracciato il disegno di una forma compiuta successivamente evi-

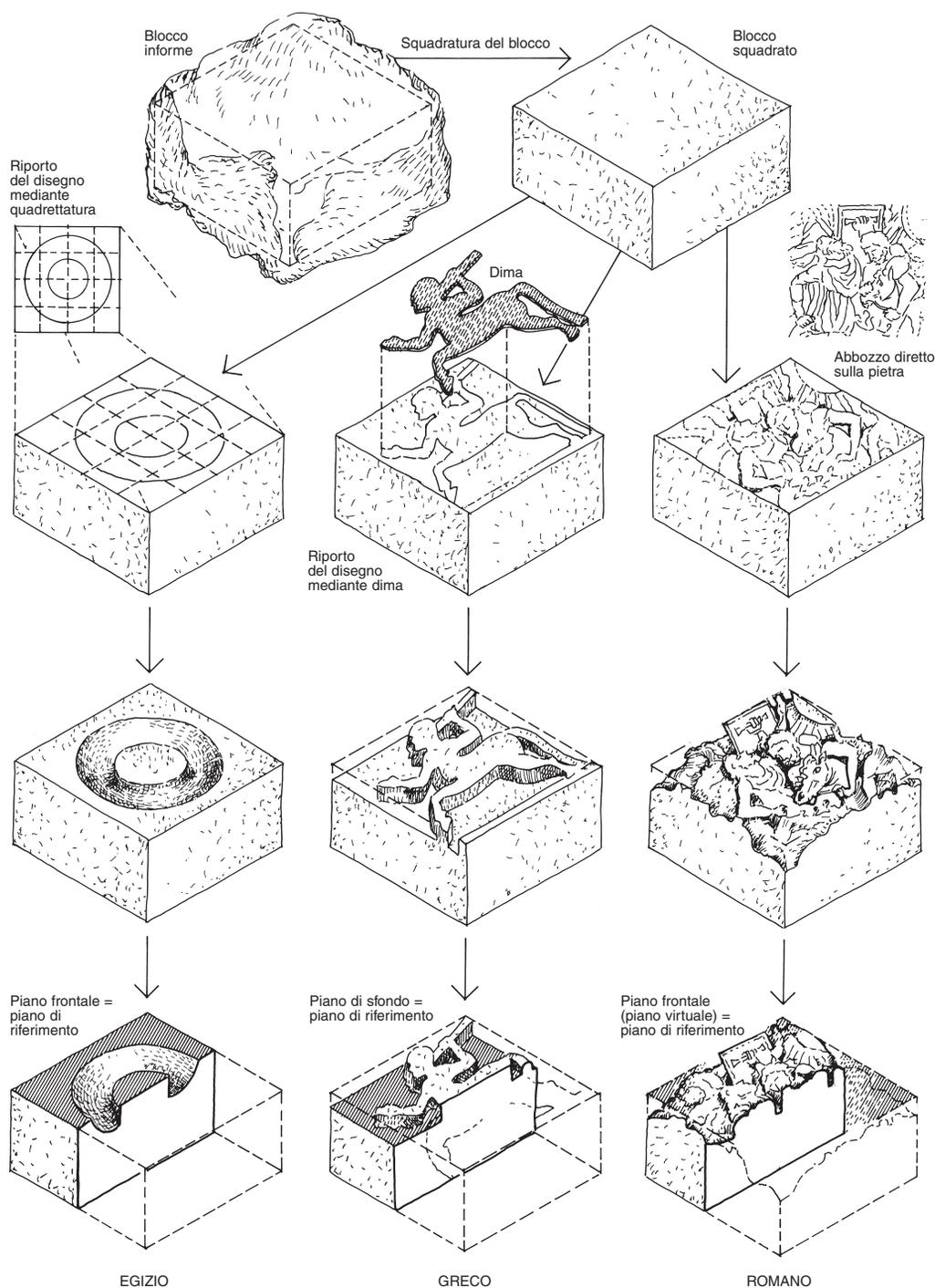


Fig. D.4.62 - Schematizzazione delle differenze esistenti tra procedimenti per la realizzazione di rilievi.

denziata mediante la sua incavatura, eseguita con ribassamento del piano. Il lavoro presuppone la conservazione del piano frontale che coincide con quello di riferimento; tale piano

svolge un ruolo molto importante di continuità della superficie architettonica e, da esso, le diverse figure non emergono, bensì sono incavate verso il fondo (cfr. fig. D.4.63).

D.4 Processi produttivi e di trasformazione



Fig. D.4.152 - Concio con due coppie di dadi esterni per il Tempio di Apollo, rimasto incompiuto, del VI sec. a.C., Naxos, Grecia.



Fig. D.4.153 - Urna cilindrica di marmo per le offerte con apertura posta sulla faccia superiore a Delo, Grecia. Il suo peso era una sicura garanzia contro i furti. All'occorrenza veniva sollevata mediante un'imbracatura da assicurare alla coppia di dadi esterni posti a mezza altezza.

migliore presa, sia per evitare gli eventuali squilibri. I dadi esterni venivano infine asportati nella fase di lavorazione della superficie di paramento o a lavori ultimati.

Orecchioni

Accorgimento adottato nell'antichità per assicurare al gancio di sollevamento un blocco lapideo. Consistevano in canalette esterne a "U" formate nelle facce laterali del blocco alle

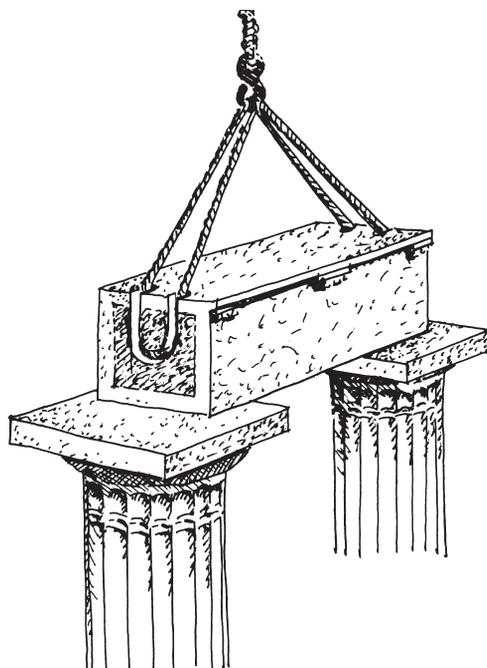


Fig. D.4.154 - Imbracatura di un architrave con canale a "U". (ridisegnato da Martin, 1965)

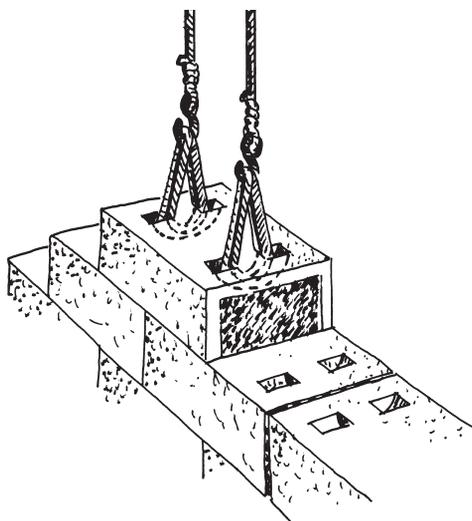


Fig. D.4.155 - Imbracatura di un concio con doppio canale a "V". (ridisegnato da Martin, 1965)

quali venivano avvolte le funi passanti attraverso il gancio, in modo da poter essere agevolmente sfilate dopo il posizionamento (figg. D.4.154 e D.4.156).

Le facce laterali così lavorate rimanevano invisibili dopo la posa. Il vantaggio rispetto al sistema dei *dadi esterni* consisteva nell'evitare la fase di lavorazione finale relativa alla loro asportazione richiesta per motivi estetici.

Più raramente venivano impiegati gli *orecchio-*

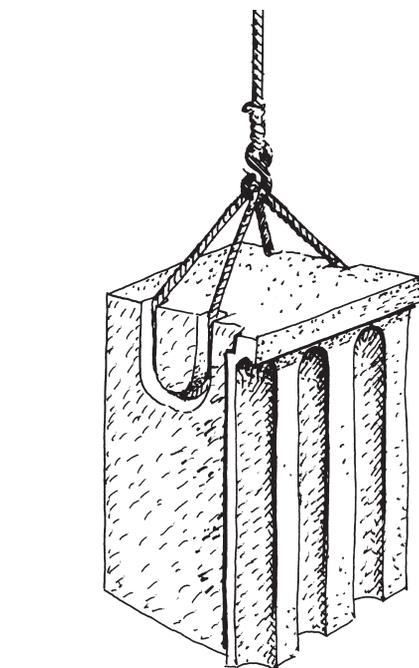


Fig. D.4.156 - Imbracatura di un triglifo con canale a "U". (ridisegnato da Martin, 1965)

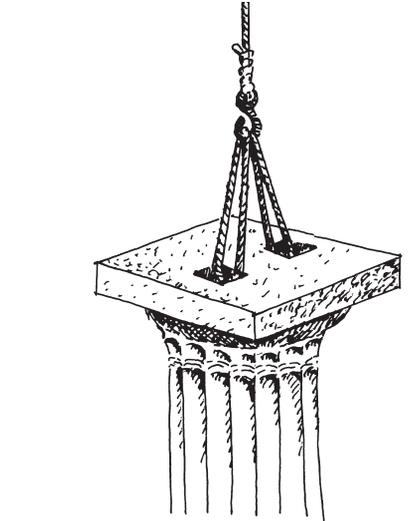


Fig. D.4.157 - Imbracatura di un capitello con canale a "V". (ridisegnato da Martin, 1965)

ni incavati superiormente consistenti in canalette a "V" praticate nel piano di attesa del blocco (figg. D.4.155, D.4.157 e D.4.158). Tuttavia è probabile che quest'ultima lavorazione servisse più che altro per permettere l'introduzione di leve per lo spostamento del blocco medesimo.

Il sistema degli orecchioni impiegato dai costruttori greci non è stato seguito dai Romani che hanno preferito fare ricorso ai *dadi esterni*, alle *tenaglie* e, soprattutto, all'*olivella*.



Figg. D.5.49/50 - Niccolò di Bartolomeo da Foggia, pergamo con decorazioni a cosmatesco nel duomo di Ravello (Salerno), Italia, 1272.

D.5.3 - Rivestimenti

Quella di rivestire le strutture con strati di marmo o pietra più pregiata è un'esigenza architettonica di origine molto antica. La piramide egizia di Chefren (XXV sec. a.C.) a Giza, ad esempio, ancora conserva porzioni del rivestimento, quello superiore di calcare bianco e quello inferiore di granito.

Così Plinio: "L'arte di tagliare il marmo in lastre non so se sia stata inventata in Caria. Il caso più antico – almeno a quanto mi risulta – è il palazzo di Mausolo ad Alicarnasso, con pareti in laterizi rivestite con marmo di Proconneso (Mausolo morì il secondo anno della 107^a Olimpiade, anno 403 di Roma [351 a.C.])" (Plinio, *NH*, xxxvi, 47).

Già dalla prima età imperiale era elevato l'apprezzamento per il rivestimento litico di strutture realizzate con altro materiale meno pregiato, come si deduce anche dalla descrizione pliniana: "Per la pietra speculare [probabilmente mica] si è scoperto inoltre un altro uso [oltre al posto del vetro per le finestre]: ricoprirne di scaglie e lamine la superficie del Circo Massimo per i ludi circensi, per ottenere un piacevolissimo candore" (Plinio, *NH*, xxxvi, 162).

Le superfici esterne specializzate sono state diffusamente impiegate nell'architettura romana non solo come vero e proprio rivestimento, ma anche con sistemi costruttivi che prevedevano paramenti ottenuti mediante murature realizzate da manodopera differenziata. Si consideri, ad esempio, l'impiego di blocchetti solidali all'*opus cementicium* nelle diverse forme (*opus incertum*, *reticulatum*,



Fig. D.5.51 - Cornici e *crustae*. Frammenti di rivestimenti interni di epoca romana. 1 Pavonazzetto; 2 Giallo Antico Brecciato; 3 Giallo Antico; 4 Pavonazzetto; 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 Porfido Verde di Grecia; 15 Porfido Rosso; 16, 17, 18, 19, 20 Rosso Antico; 21 Portasanta; 22 Giallo Antico; 23, 24 Pavonazzetto; 25 Porfido Rosso; 26 Rosso Antico; 27 Porfido Rosso; 28 Rosso Antico; 29 Nero Antico; 30 Giallo Antico.

D.5 Sistemi costruttivi



Fig. D.5.78 - Gino Severini, riquadro musivo di destra del Viale del Foro Italico, Roma, Italia, 1937. Dettaglio con atleti.



Fig. D.5.79 - Gino Severini, riquadro musivo di destra del Viale del Foro Italico, Roma, Italia, 1937. Dettaglio con la mano con il cronometro del riquadro di destra.

I cicli musivi del *Viale del Monolite* e quelli della *Palestra del Duce* sono stati inaugurati l'anno successivo. Architettura, pittura e mosaico, concepiti nello spirito celebrativo del tempo, erano presenti in un ritrovato connubio che faceva riferimento alla tradizione ellenistica.

Numerosi sono stati gli artisti decoratori e i pittori chiamati a partecipare al lavoro, quasi tutti non di gran fama e collegati agli architetti incaricati. Con il coordinamento del gerarca carrarese Renato Ricci sorgeva, dunque, il *Foro Mussolini*, biancheggiante di marmi (di Carrara) tra i quali si inserivano, in una ritrovata armonia, i nuovi cicli musivi. Questi ultimi, insieme alla statuaria, ben si prestavano a raccontare le “nuove epopee” e a incorniciare scenograficamente i nuovi riti celebrativi e le parate.

Il complesso doveva essere concluso con un'opera mai realizzata, cioè con una colossale statua bronzea con le sembianze di Mussolini posta a dominare il tutto sulla collina di Monte Mario.

Il *Viale del Monolite* è stato concepito da Moretti come un percorso rialzato di alcuni gradini per permettere una più agevole visione delle due fasce musive laterali. Per rendere ancora più comoda la visione, il piano di tali fasce era stato previsto leggermente inclinato verso l'asse centrale, cioè verso lo spettatore.

Si trattava di un'area di 3.250 mq di rappresentazioni realizzate con tessere di marmo Bianco di Carrara e Nero di Verona. Le figure in movimento erano scandite da riquadrature e il riferimento ai fumetti in voga a quel tempo è evidente per il gusto del racconto e il senso dell'avventu-

ra che induceva lo spettatore a percorrere con curiosità l'intera sequenza. Atleti, aerei, automezzi, piante di città, riti di fondazione, tutto era raccontato come nei testi scolastici di storia.

Moretti aveva chiamato diversi artisti per ideare l'opera, il gruppo era composto da Giulio Rosso, Achille Capizzano, Angelo Canevari, e Gino Severini. Soprattutto quest'ultimo disponeva di un grande talento e di una spiccata tendenza verso la ritrovata tecnica del mosaico tessellato. Infatti, proprio a tal proposito, stava elaborando una particolare teoria che avrebbe voluto sviluppare in seguito, anche attraverso l'apertura di una scuola. A lui sono state assegnate le composizioni più prestigiose, ovvero quelle vicine alla *Fontana della Sfera*.

L'indicazione fornita agli artisti era di armonizzare il loro stile con quello degli antichi “litostrati” romani. Severini, accettata di buon grado questa condizione, ha applicato un suo linguaggio personalissimo che si poneva tra il realismo magico e il neo-cubista, filtrato, così come richiesto, attraverso l'antica concezione musiva italica caratterizzata dalle sagome nere su fondo bianco.

Per le testate del percorso verso la fontana, dopo alcuni tentativi accademici, ha concepito una composizione radiale dove le personificazioni delle arti e della scienza circondavano a raggiera la figura centrale più grande rappresentante l'Italia (figg. D.5.82 e D.5.83). Era, sostanzialmente, la riproposizione planare dell'adiacente grande sfera e la composizione radiale era concepita quale mediazione geometrica, tra il volume della fontana e il lungo percorso rettangolare che

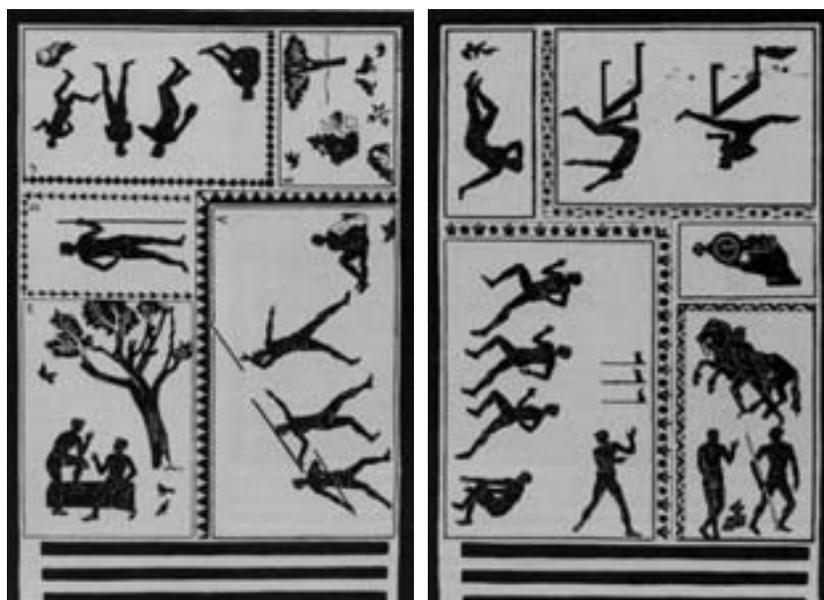


Fig. D.5.80/81 - Gino Severini, *Atleti*, bozzetti per i riquadri musivi di sinistra e di destra del Viale del Foro Italico, Roma, Italia, 1937, tempera e matita su cartoncino (48 x 56 cm).



Fig. D.6.19 - Ampia veduta del *Pontile Walton*, o *Ponte Vecchio*, entrato in funzione nel 1855 e voluto da William Walton per migliorare le operazioni di carico del marmo. Sull'antistante litorale è il grande deposito di marmi e la spiaggia di Marinella. Variamente distribuiti su tutta l'area sono numerosi blocchi di varie dimensioni, lastre e altri semilavorati.
(Archivio Bessi, foto Studio Valenti, 1903 circa)

1. Navicello marmaiolo carico che issa le vele (la randa è già spiegata) prendendo il largo
2. Impianto a filo elicoidale a telaio per il taglio delle lastre
3. Scapezatori e riquadratori all'opera sui blocchi
4. Una "mambrucca" carica di lastre trainata da buoi si dirige, da destra, verso l'impianto a filo elicoidale
5. Brigantino-goletta ormeggiato al pontile per le operazioni di carico
6. Navicello marmaiolo ormeggiato al pontile per le operazioni di carico
7. Carro ferroviario caricato con blocco di marmo trainato da un bue che si dirige verso il tratto di ormeggio
8. Navicello marmaiolo al largo con parte della velatura spiegata
9. Commercianti che trattano e misurano i blocchi
10. Pontile caricatore con le prime gru a vapore
11. Piano caricatore della Ferrovia Marmifera
12. Sulla spiaggia scafede in attesa di essere caricate per il trasbordo dei prodotti leggeri (lastre e simili)
13. Zona del deposito destinata alle lastre
14. Tratto finale del tracciato della Ferrovia Marmifera (impianto definitivamente ultimato nel 1890)

