



La valorizzazione dei rifiuti da C&D

**Gli strumenti del
Comune di Bologna**



*Ing. Serena Persi Paoli
Comune di Bologna
U.O. Suolo*

Il Comune in (poche) cifre

Sup. territoriale
141 km²

Popolazione
residente (08/14)
385.435

Nodo infrastrutturale: centro
delle **direttrici** ferroviarie e
autostradali italiane.

Centro **fieristico**: seconda città fieristica dopo Milano



206.582 alloggi, (dato 2011)
abitazioni occupate
da residenti **88,4%**,
di cui > 50% < 80 m²

Mobilità: circa **2 mil di spostamenti** giornalieri
(50% interni)

Piattaforma **logistica**

Polo **sanitario**

Città **universitaria**



Pianificazione Urbanistica - 1

Le leggi regionali nel campo del governo del territorio assegnano al Comune due **leve** principali per favorire i processi urbanistici di **qualificazione** delle aree urbane:

- ♦ la possibilità di **pianificare e attuare** rilevanti processi di **riqualificazione** di parti significative della città che presentino caratteri di degrado ambientale, architettonico sociale ed economico ovvero di aree dismesse da rifunzionalizzare;
- ♦ l'**incentivazione** di **interventi diretti** sul patrimonio edilizio esistente, per attuarne la sostituzione o il recupero, migliorandone la qualità architettonica, strutturale ed energetica



Pianificazione Urbanistica - 2

Già uno dei principi fondamentali della **LR n. 19/98** prevedeva che la pianificazione urbanistica desse la **priorità** ai processi di **riqualificazione** piuttosto che all'espansione delle urbanizzazioni.

La **LR n. 20/00** assegna al **PSC** il compito dell'individuazione degli ambiti da assoggettare a riqualificazione e al **POC**, eventualmente seguito da un PUA, la regolamentazione di dettaglio di detti interventi.

La **LR n. 6/09** ha inteso rinnovare la disciplina degli interventi di **riqualificazione** urbana integrandola negli strumenti operativi nella **pianificazione urbanistica comunale**.



Piano Strutturale Comunale

Da LR 20/00, il **PSC** definisce:

- ♦ i **fabbisogni insediativi** che potranno essere soddisfatti dal POC con sostituzione, riorganizzazione, addensamento o **riqualificazione** dei tessuti insediativi esistenti
- ♦ i fabbisogni che richiedono il **consumo di nuovo territorio**, se non ci sono nell'ambito del territorio urbanizzato **alternative insediative**.

PSC di Bologna (*approvato il 14/07/2008*)

La sostenibilità investe ampiamente l'urbanistica. I **temi ambientali** entrano in modo consistente nel processo di pianificazione come scelte ed indirizzi del PSC al **pari** dei contenuti collegati alla pianificazione dell'**assetto territoriale**

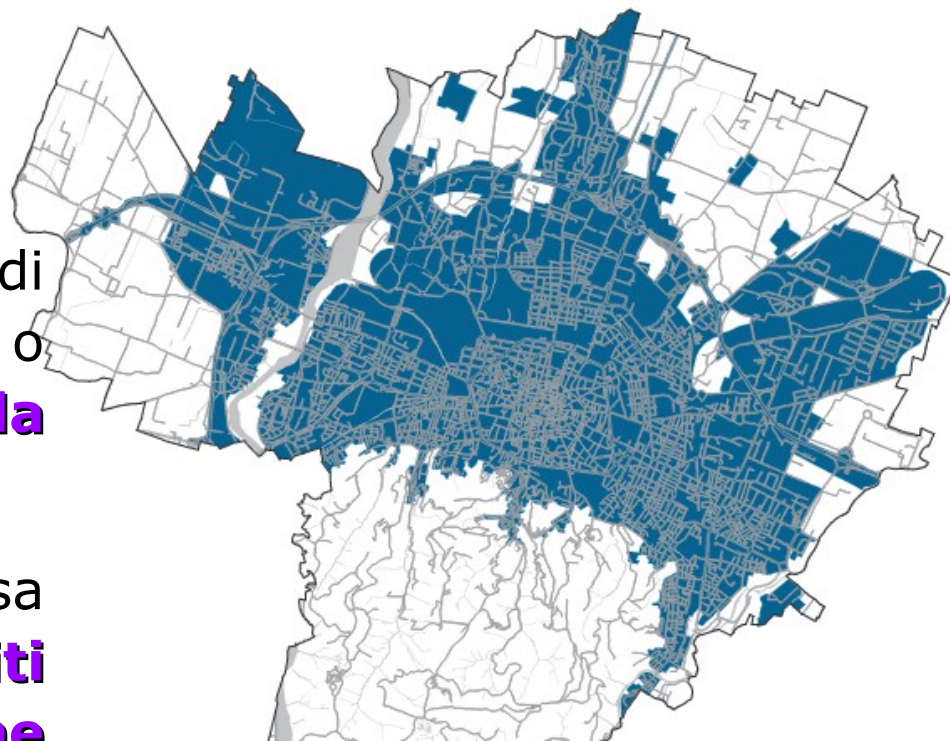


Piano Strutturale Comunale

Tra gli orientamenti strategici che caratterizzano le scelte del PSC è individuata la "Priorità di ristrutturazione e riqualificazione urbana"

La riqualificazione della città esistente si articola in **due linee** di azione:

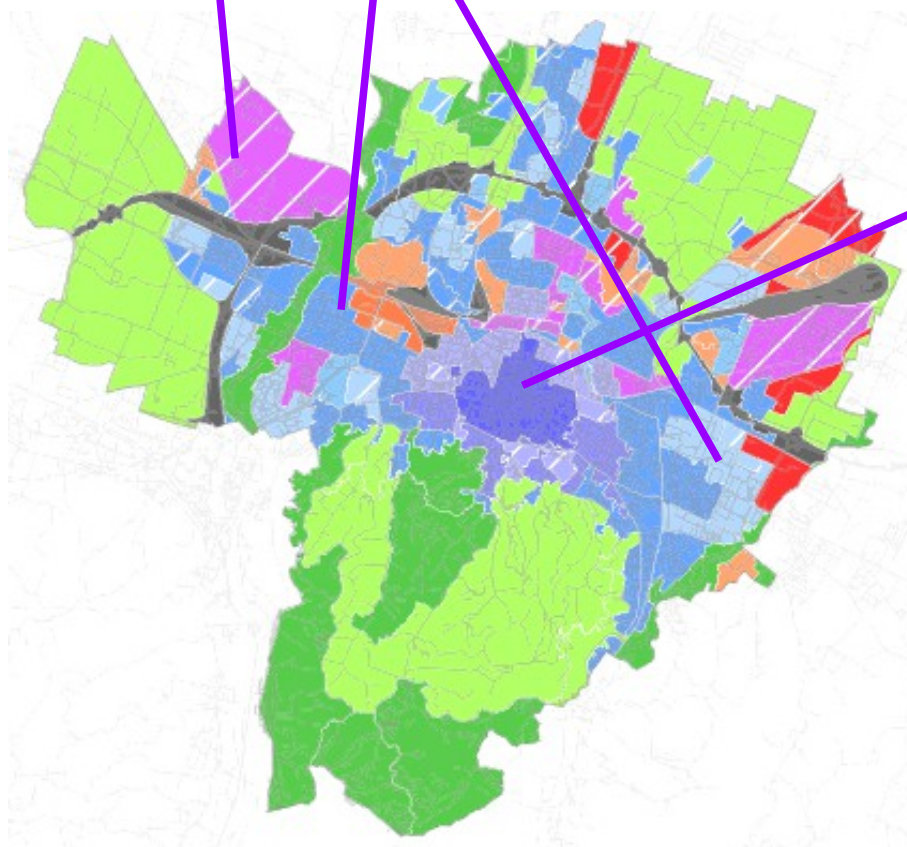
- ◆ interventi di riordino urbanistico di ambiti urbani degradati, dismessi o sottoutilizzati (**Ambiti da riqualificare**);
- ◆ governo della qualificazione diffusa con interventi modesti (**Ambiti consolidati di qualificazione diffusa e Ambiti storici**)



Piano Strutturale Comunale

Territorio urbano strutturato (art. 21 Quadro normativo)

Aree che, per la presenza di attività dismesse, richiedono la riorganizzazione di servizi, dotazioni o infrastrutture (ambiti da riqualificare); aree relativamente stabili che ammettono interventi leggeri di qualificazione (ambiti consolidati di qualificazione diffusa); aree che si vanno consolidando attraverso l'attuazione di strumenti urbanistici preventivi (ambiti in via di consolidamento); aree consolidate per impianto, attrezzature e stato di conservazione (ambiti pianificati consolidati); aree caratterizzate da impianti ed edifici di valore storico (ambiti storici).



Piano Operativo Comunale

in vigore il 03/06/2009, è stato oggetto di successive varianti specifiche, di cui l'ultima adottata nel maggio 2014 in quanto alcuni interventi di riqualificazione sono da assoggettare a POC.

Il Comune ha promosso la riqualificazione della città attraverso uno specifico **Programma per la promozione della qualificazione diffusa** del Territorio urbano strutturato raccogliendo con avviso pubblico le manifestazioni di interesse per interventi da parte di soggetti privati e pubblici, secondo specifici indirizzi.

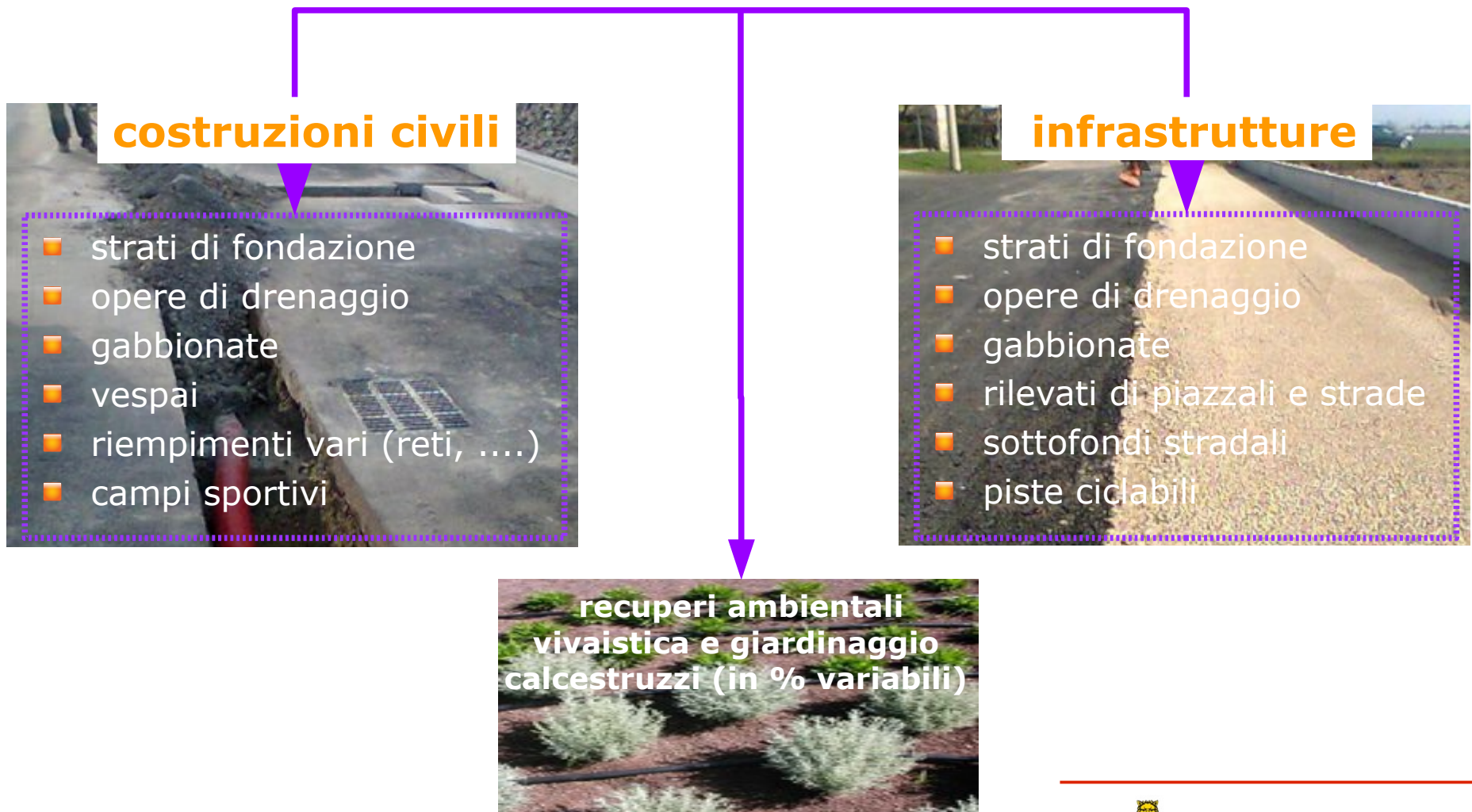
Incontri negoziali hanno portato alla definizione di schede norma in cui vengono definiti i carichi insediativi, le destinazioni d'uso, le dotazioni, le **condizioni di sostenibilità**, gli strumenti e le modalità di attuazione



Obiettivo Sostenibilità

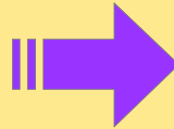


Utilizzo inerti da C&D



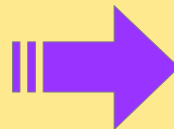
Strumenti di Pianificazione - Bologna

Piano Comunale delle
Attività Estrattive



Piano settoriale che favorisce le attività che perseguono un minor utilizzo di materie prime, anche consentendo negli stessi impianti il recupero degli inerti da demolizione e la prima lavorazione degli inerti naturali estratti

Regolamento Comunale per la gestione dei materiali naturali derivanti da attività di scavo e dei materiali inerti generati da attività di demolizione e costruzione

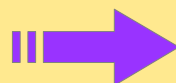


Guida tecnica per progettisti e tecnici per il caso particolare di riutilizzo in sito come sottoprodotto



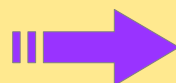
Strumenti Attuativi - Bologna

Regolamento **U**rbanistico
Edilizio



Stabilisce gli incentivi – *cfr. art. 179 e 180-bis del D. Lgs. 152/06 e smi*

Linee guida
per la progettazione (2011)



Riferimento tecnico per i progettisti dell'Amministrazione Comunale, gli attuatori di opere di urbanizzazione, i tecnici di altri Enti Istituzionali e i liberi professionisti, redatto per guidare l'elaborazione di progetti particolarmente dettagliati, in grado di assicurare una buona qualità delle opere - *cfr. art. 179 e 180-bis del D. Lgs. 152/06 e smi*

Collaborazione con il
Dipartimento di Ingegneria Civile Chimica, Ambientale e dei Materiali dell'Università di Bologna per una ricerca su
"utilizzo degli inerti da demolizione in alternativa agli inerti naturali"



Ing. Serena Persi Paoli
Comune di Bologna
U.O. Suolo

Regolamento comunale per la gestione dei materiali naturali derivanti da attività di scavo e dei materiali inerti generati da attività di demolizione e costruzione - 1

Approvato dal Consiglio Comunale con delibera O.d.G. 106/09

Esplicita le condizioni in base alle quali è ammesso il **riutilizzo in sito al di fuori della disciplina ordinaria sui rifiuti**, sia per le T&R che per gli inerti da demolizione.



MATERIALE **INERTE** GENERATO DA INTERVENTI DI **DEMOLIZIONE E COSTRUZIONE**: materiale litico, lateritico e/o composto da aggregati granulari (mattoni, calcestruzzi, coppi, malte, ...):

- non soggetto a reazioni fisiche o chimiche
- non biodegradabile
- con caratteristiche tali da non provocare inquinamento ambientale o danno alla salute umana.



Regolamento comunale - 2

Nella documentazione presentata per l'ottenimento del **titolo abilitativo** per l'esecuzione dell'intervento di produzione ed il successivo riutilizzo dei materiali da demolizione, deve essere presente una relazione contenente:

- la tipologia e le **tecniche di produzione** del materiale inerte
- il **cronoprogramma** delle attività e il **lay out** di cantiere
- la **quantità** dei materiali inerti da prodotti e riutilizzati
- i tempi e le modalità del **riutilizzo** (con elaborati grafici)
- attestazione d'idoneità degli inerti da demolizione al riutilizzo (cfr. requisiti stabiliti nell'Allegato C della Circ. **M.A.T.T. n. 5205/05**)
- gli esiti degli accertamenti analitici (**test di cessione**)



Allegato C4 RECUPERI AMBIENTALI, RIEMPIMENTI E COLMATE

PARAMETRO	MODALITÀ DI PROVA	LIMITE
Materiali litici di qualunque provenienza, pietrisco tolto d'opera, calcestruzzi, laterizi, refrattari, prodotti ceramici, malte idrauliche ed aeree, intonaci, scorie spente e loppe di fonderia di metalli ferrosi (caratterizzate secondo EN 13242).	Separazione visiva sul trattenuto al setaccio 8 mm (rif. UNI EN 13285)	> 70% in massa
Vetro e scorie vetrose	Idem	≤ 15% in massa
Conglomerati bituminosi	Idem	≤ 25% in massa
Altri rifiuti minerali dei quali sia ammesso il recupero nel corpo stradale ai sensi della legislazione vigente	Idem	≤ 15% in totale e ≤ 5% per ciascuna tipologia
Materiali deperibili: carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, sostanze organiche eccetto bitume; Materiali plastici cavi: corrugati, tubi o parti di bottiglie in plastica, etc.	Idem	≤ 0,1% in massa
Altri materiali (metalli, gesso*, guaine, gomme, lana di roccia o di vetro, etc.)	Idem	≤ 0,6 % in massa
Passante al setaccio da 63 mm	UNI EN 933/1 (**)	85 - 100%
Passante al setaccio da 0,063 mm	UNI EN 933/1 (**)	≤ 15%
Ecocompatibilità	Test di cessione di cui all'All. 3 DM 05/02/1998	Il materiale dovrà risultare conforme al test di cessione previsto dal DM 5 febbraio 1998

(*) Il gesso deve essere riconosciuto mediante l'osservazione del cromatismo, la valutazione della durezza, la presenza di effervescenza a contatto con gocce di soluzione costituita da una parte di HCl e due parti di H₂O.

(**) La serie di setacci deve essere composta al minimo dai seguenti setacci delle serie, ISO 3310-1, ISO 3310-2: aperture 63, 31,5, 16, 8, 4, 2, 0,5, 0,063 mm.

Nota 1: La preparazione del campione da sottoporre ad analisi granulometrica va eseguita, se necessario, in stufa ventilata a 50-60° (secondo UNI EN 1097/5).

Nota 2: I costituenti della frazione trattenuta al setaccio da 63 mm devono essere compatti e privi di vuoti interni (blocchi di roccia, mattoni pieni, calcestruzzo scervo di armatura sporgente): non possono essere accettati mattoni forati, blocchi forati e simili, se non frantumati fino a risultare passanti al setaccio da 63 mm.

Nota 3 (Frequenza delle Prove): gli aggregati riciclati per miscele non legate e legate idraulicamente destinati a lavori stradali e altri lavori di ingegneria civile devono essere caratterizzati conformemente a quanto indicato nella Norma Armonizzata UNI EN 13242:2004. Al fine di prevenire disomogeneità dovute alla variabilità dei materiali costituenti il materiale va caratterizzato per lotti. Tali lotti possono rappresentare la produzione di un periodo di una settimana (frequenza minima allegato C UNI EN 13242:2004) e devono comunque avere dimensione massima pari a 3000 m³. Possono essere impiegati esclusivamente lotti precedentemente caratterizzati e tale caratterizzazione è da intendersi valida esclusivamente per il lotto cui si riferisce.

Circolare M.A.T.T. n. 5205/2005

**Indicazioni per
l'operatività nel
settore edile, stradale
e ambientale**

C1 – Corpo dei rilevati

**C2 – Sottofondi
stradali**

**C3 – Strati di
fondazione**

**C4 – Recuperi
ambientali,
riempimenti, colmate**



prospetto 4a **Requisiti di idoneità delle miscele non legate di aggregati riciclati: colmate, rinterrì, corpo del rilevato e sottofondo**

Miscela non legate di aggregati riciclati		Impieghi					
		Colmate/rinterrì		Corpo del rilevato		Sottofondo	
Caratteristica	Norma di prova	Requisito	Frequenza minima di prova in fase di stesa	Requisito	Frequenza minima di prova in fase di stesa	Requisito	Frequenza minima di prova in fase di stesa
Designazione della miscela	UNI EN 13285	0/63	20 000 m ³	0/63	5 000 m ³	0/31,5	2 000 m ³
Sopravaglio della miscela	UNI EN 933-1	OC ₂₅	20 000 m ³	OC ₂₅	5 000 m ³	OC ₂₅	2 000 m ³
Contenuto massimo dei fini	UNI EN 933-1	-		UF ₂₅	5 000 m ³	UF ₂₅	2 000 m ³
Granulometria della miscela	UNI EN 933-1	G _s	20 000 m ³	G _s	5 000 m ³	G _s	2 000 m ³
Appiattimento dell'aggregato grosso	UNI EN 933-3	-		Fl ₂₀	50 000 m ³	Fl ₂₅	2 000 m ³
Qualità dei fini		-		MB ₅	5 000 m ³	MB ₅	2 000 m ³
Qualità dei fini (alternativo)		-		SE ₂₀	5 000 m ³	SE ₂₀	2 000 m ³
Resistenza alla frammentazione	UNI EN 1097-2	-		LA ₂₀	50 000 m ³	LA ₂₅	20 000 m ³
Solfato solubile in acqua	UNI EN 1744-1	-		SS _{0,2}	5 000 m ³	SS _{0,2}	2 000 m ³
Contenuto di frammenti di conglomerati cementizi, manufatti in calcestruzzo, malta, elementi lapidei naturali anche derivanti da murature, stridi di cava o pietrisco tolto d'opera, materiali legati idraulicamente, vetro, ...	UNI EN 933-11	R ₂₀₀	20 000 m ³	R ₂₀₀	5 000 m ³	R ₂₀₀	2 000 m ³
Contenuto di vetro	UNI EN 933-11	-		R ₂₅	5 000 m ³	R ₂₅	2 000 m ³
Contenuto di materiali bituminosi	UNI EN 933-11	-		R ₂₀	5 000 m ³	R ₂₀	2 000 m ³
Contenuto di materiale galleggianti: carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, polistirolo, sostanze organiche eccetto bitume,	UNI EN 933-11	FL ₁₀	20 000 m ³	FL ₁₀	5 000 m ³	FL ₂₅	2 000 m ³
Contenuto di terreno vegetale, metalli, legno non galleggiante, plastica, gomma, gesso, cartongesso, e altri materiali non galleggianti non litoidi	UNI EN 933-11	X ₁	20 000 m ³	X ₁	5 000 m ³	X ₁	2 000 m ³
Massa volumica max. con energia Proctor modificata	UNI EN 13286-2	-		√	5 000 m ³	√	2 000 m ³
Portanza CBR dopo 4 d di imbibizione su provini costipati con umidità ±2% dell'ottimo al 94% della massa volumica massima all'energia Proctor modificata	UNI EN 13286-47	-		-		≥10	50 000 m ³
Regolamento CBR	UNI EN 13286-47	-		-		≤1%	50 000 m ³

Il simbolo √ indica che la caratteristica deve essere determinata, ma non deve rispondere a un requisito.
 Il simbolo - indica che la determinazione della caratteristica può essere omessa.

UNI 11531-1 - criteri per l'impiego di materiali - Parte 1

Aggregati riciclati (5.1.4):

- Prove di prequalificazione
- Prove su singoli lotti alla stesa
- Rintracciabilità degli esiti
- Dimensione max lotto = 3.000 mc
- Modalità di stoccaggio
- Modalità di prelievo campione



Regolamento comunale - 3

Realizzazione di rilevato con funzione di mitigazione acustica stradale



Regolamento Urbanistico Edilizio - Bologna

c.3, art. 56: **incentivi per la sostenibilità** degli interventi edilizi, fissando **livelli prestazionali** migliorativi. Per gli interventi diretti di demolizione e ricostruzione è previsto un **ampliamento una tantum** del volume totale esistente (V_{te}) se si raggiungono contemporaneamente i livelli fissati dalle Schede tecniche di dettaglio (*dE7.1, dE8.4, dE9.1, dE10.2*)

Requisito **E10.2**: verifica di fattibilità tecnica, economica e ambientale dell'utilizzo di inerti da **recupero** di materiale da demolizione (o da riutilizzo in sito), in **alternativa** ai materiali prodotti da **risorse non rinnovabili**

	Requisito	Modalità di misura della prestazione	Livello base	Livello migliorativo	Livello di eccellenza
E 10.2	Riutilizzo dei materiali inerti da C&D	Rapporto tra volume inerti provenienti da impianti di recupero o attività di riutilizzo in sito e volume totale inerti	-	15,00%	35,00%



Misura della prestazione

V_{TOT} = fabbisogno totale inerti nuova realizzazione

V_R = quantità o riutilizzate o derivanti da recupero

$$R = V_R / V_{TOT}$$

R	Livello	Volume utile
15 % < R < 35 %	migliorativo	+ 10%
R > 35 %	eccellenza	+ 20%

Riutilizzo in sito degli inerti come sottoprodotto = esecuzione delle verifiche (tecniche e documentali) previste dal **Regolamento comunale**



RUE - applicazione

		Volume necessario	Volume da recupero	%	Totale (mc)	Recupero
Riempimento	Riempimento scarpate di scavo	25,0	25,0	100,00%		
	Vespaio solaio piano terra	414,0	414,0	100,00%		
	Riempimento percorsi fuori da solaio	6,0	6,0	100,00%	445,0	445,0
Conglomerato cementizio	getto di pulizia E piano fondazione	30,2	0,0	0,00%		
	solaio a predalles	28,8	0,0	0,00%		
	Solaio in laterocemento	183,3	0,0	0,00%		
	Fondazioni, Struttura in elevazione	400,0	0,0	0,00%		
	struttura in c.a.	9,0	0,0	0,00%		
	Rampe e pianerottoli scale struttura in c.a. Rampa accesso	6,0	0,0	0,00%	657,3	,0
Finiture interne ed esterne	Strato integrazione impianti	0,0	0,0	0,00%		
	intonaci interni	15,0	0,0	0,00%		
	strato allettamento	62,6	0,0	0,00%		
	rinzafo e malte	6,0	0,0	0,00%	83,6	,0
Spazi esterni	drenaggi tetti verdi	27,0	0,0	0,00%	27,0	,0

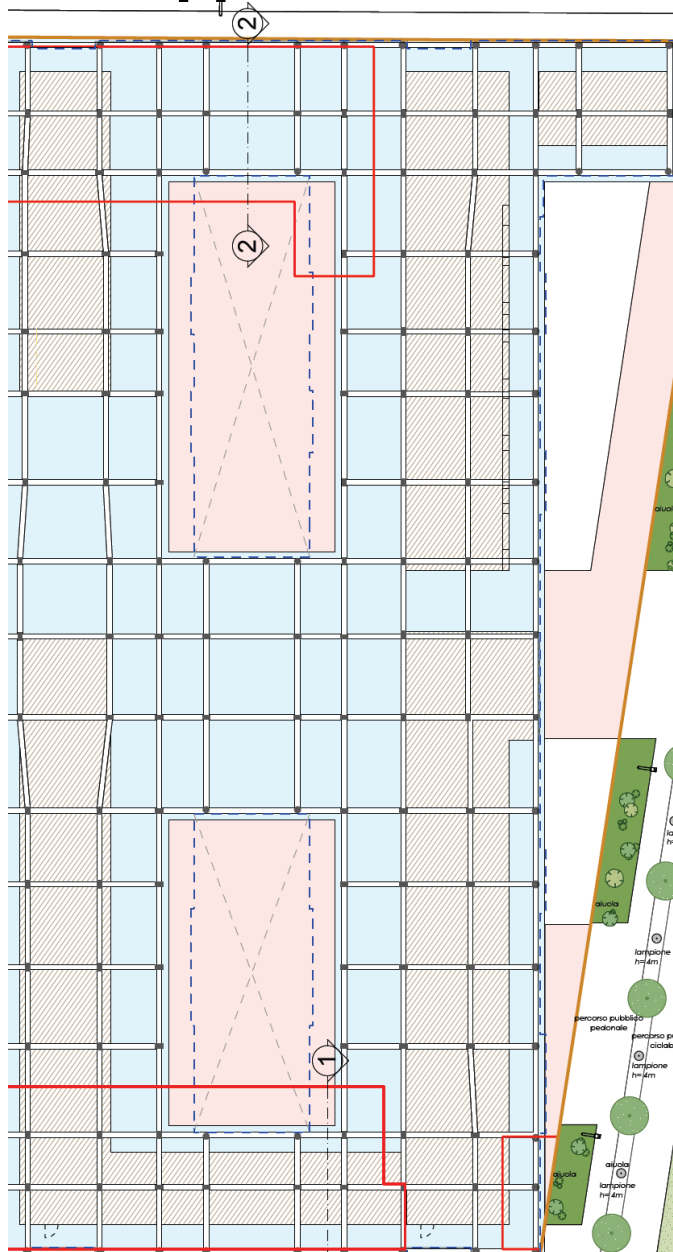
$$V_{\text{tot}} = 1.212,9 \text{ mc}$$

$$V_R = 445,0 \text{ mc}$$

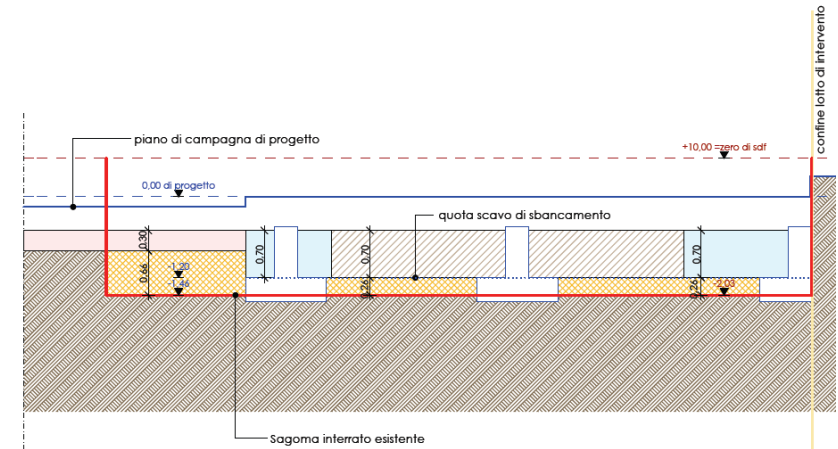
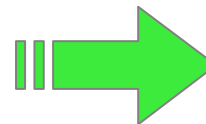
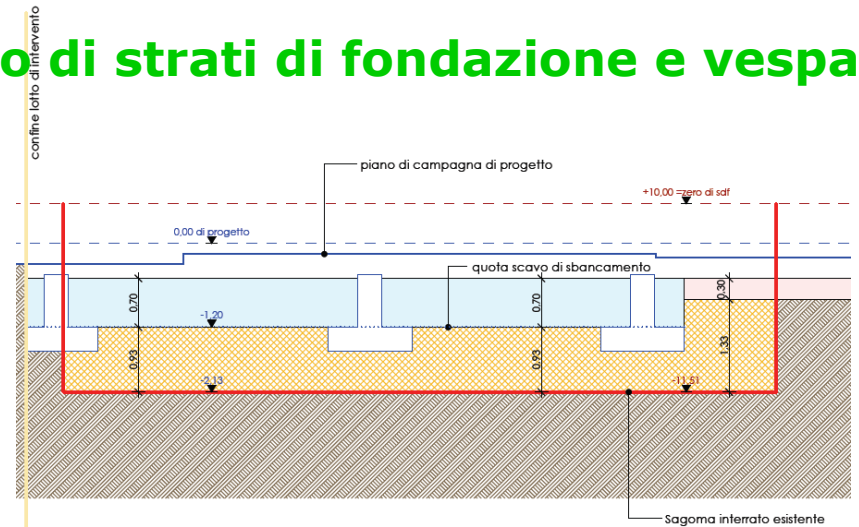
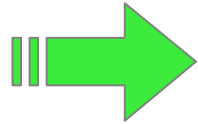
$$R = 36,7\%$$



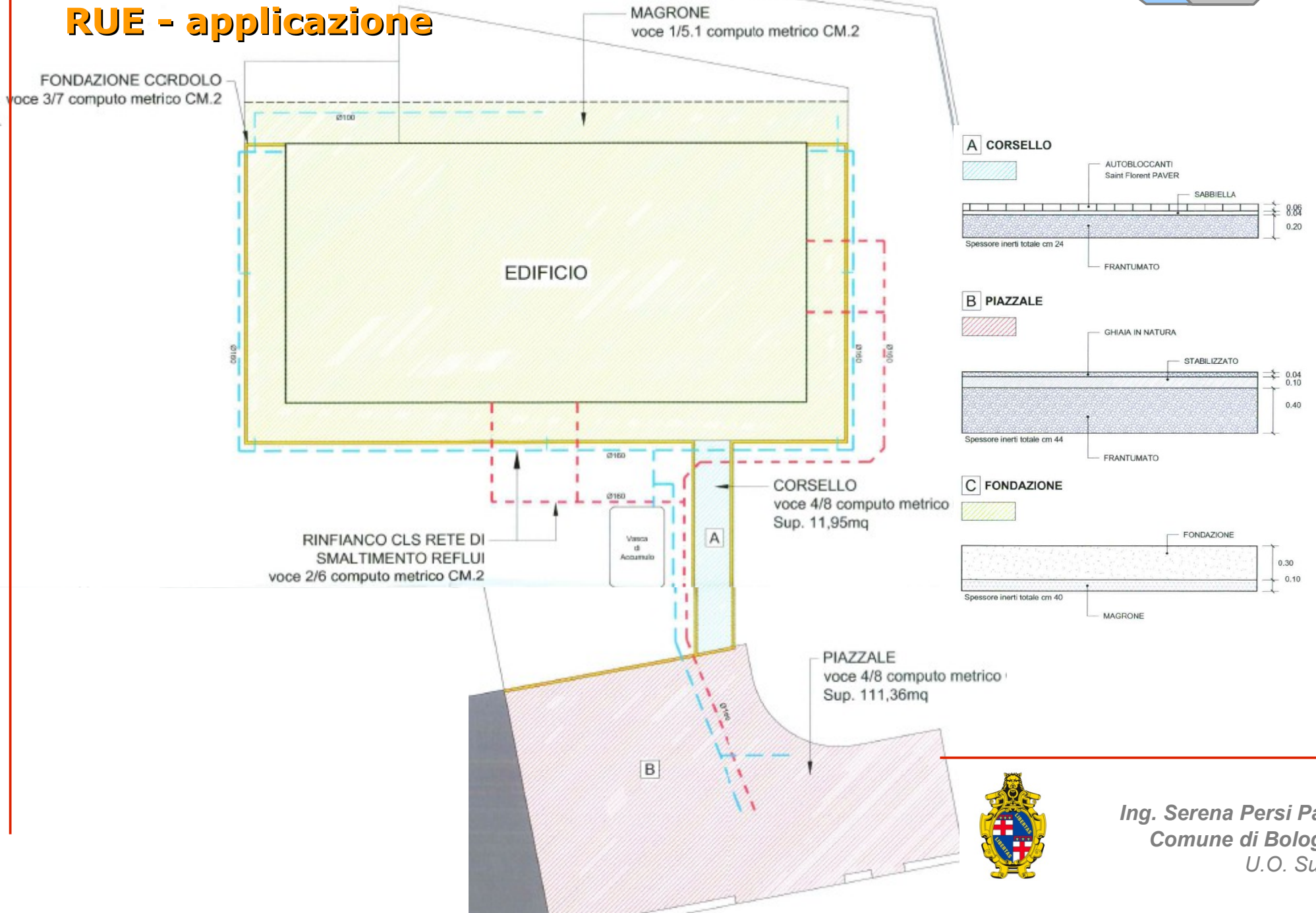
RUE - applicazione



Progetto di strati di fondazione e vespai



RUE - applicazione



Linee guida per la progettazione

LINEE GUIDA PER LA PROGETTAZIONE DI INTERVENTI SU STRADE, PIAZZE ED INFRASTRUTTURE AD ESSE CONNESSE



Prescrizioni tecniche e progettuali per la progettazione, la realizzazione e la **manutenzione ordinaria e straordinaria.**

Contengono le dimensioni degli strati che compongono la struttura stradale, variabili in funzione di:

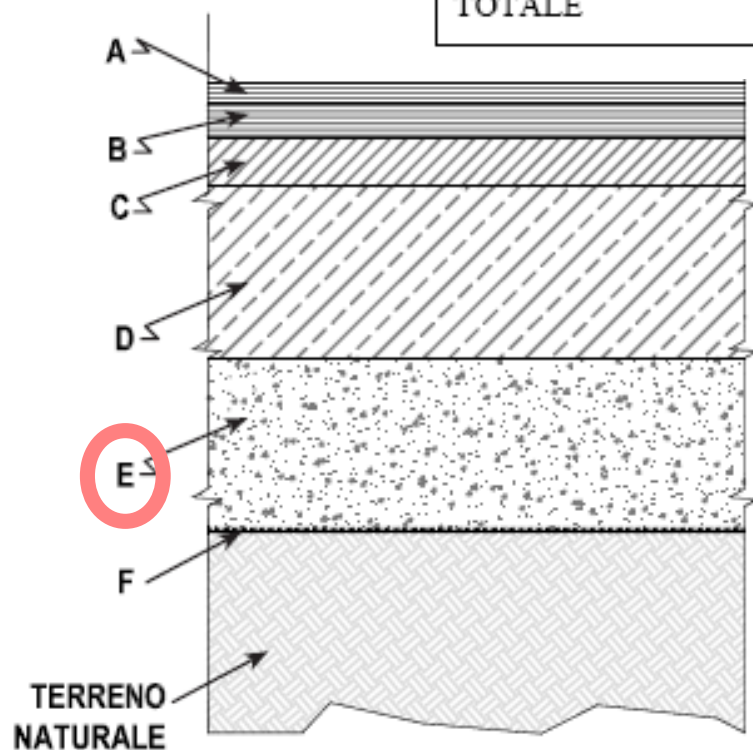
- intensità e tipologia di carico veicolare (traffico pesante o traffico leggero)
- sollecitazioni da esso imposte (tangenziali o verticali)
- contesto di sviluppo del progetto (terreno naturale o strada esistente)
- classificazione funzionale della strada del PGTU



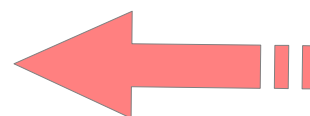
Scheda Grafica A.1.1

**piattaforma
stradale in
conglomerato**

PIATTAFORMA STRADALE TRAFFICO PESANTE	[cm]	
Strato di usura in conglomerato bituminoso modificato (0-12)	4	A
Strato di binder in conglomerato bituminoso (0-25)	7	B
Strato di base in conglomerato bituminoso (0-32)	10	C
Strato di fondazione in misto granulare stabilizzato	35	D
Sottofondazione in materiale riciclato/pietriscio	35	E
Geotessile		F
TOTALE	91	



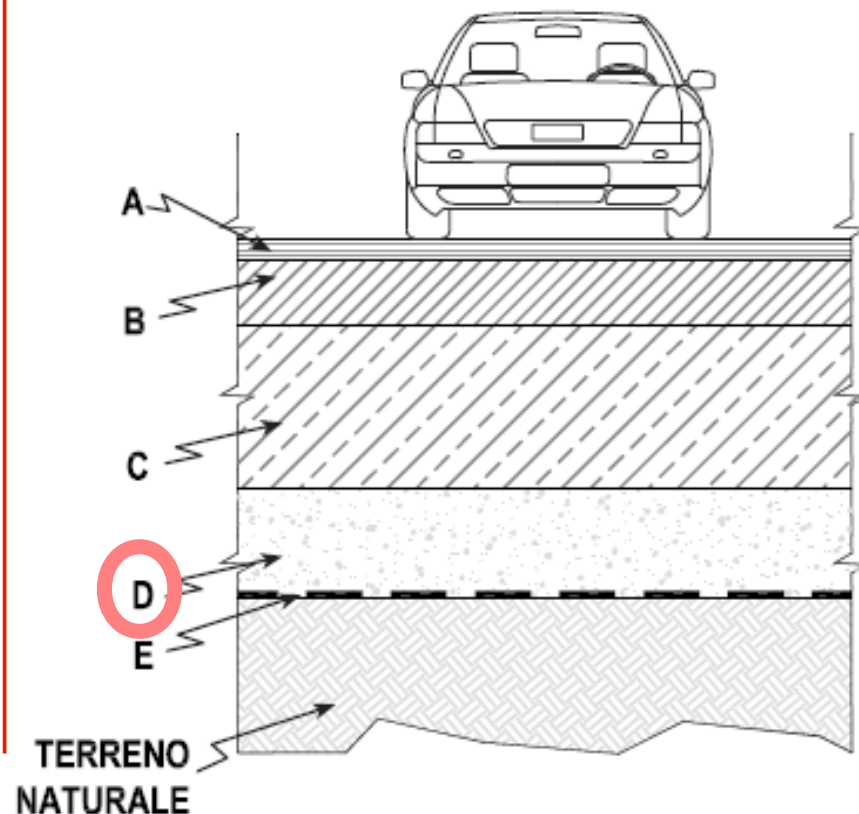
L'utilizzo del materiale riciclato va **concordato preventivamente** all'utilizzo



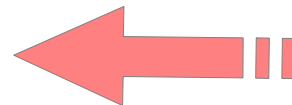
Scheda Grafica A.1.2

aree di
parcheggio

PAVIMENTAZIONE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO	[cm]	
Strato di usura in conglomerato bituminoso modificato	4	A
Strato di base in conglomerato bituminoso	12	B
Strato di fondazione in misto granulare stabilizzato	30	C
Sottofondazione in materiale riciclato/pietrisco	20	D
Geotessile		E
TOTALE	66	

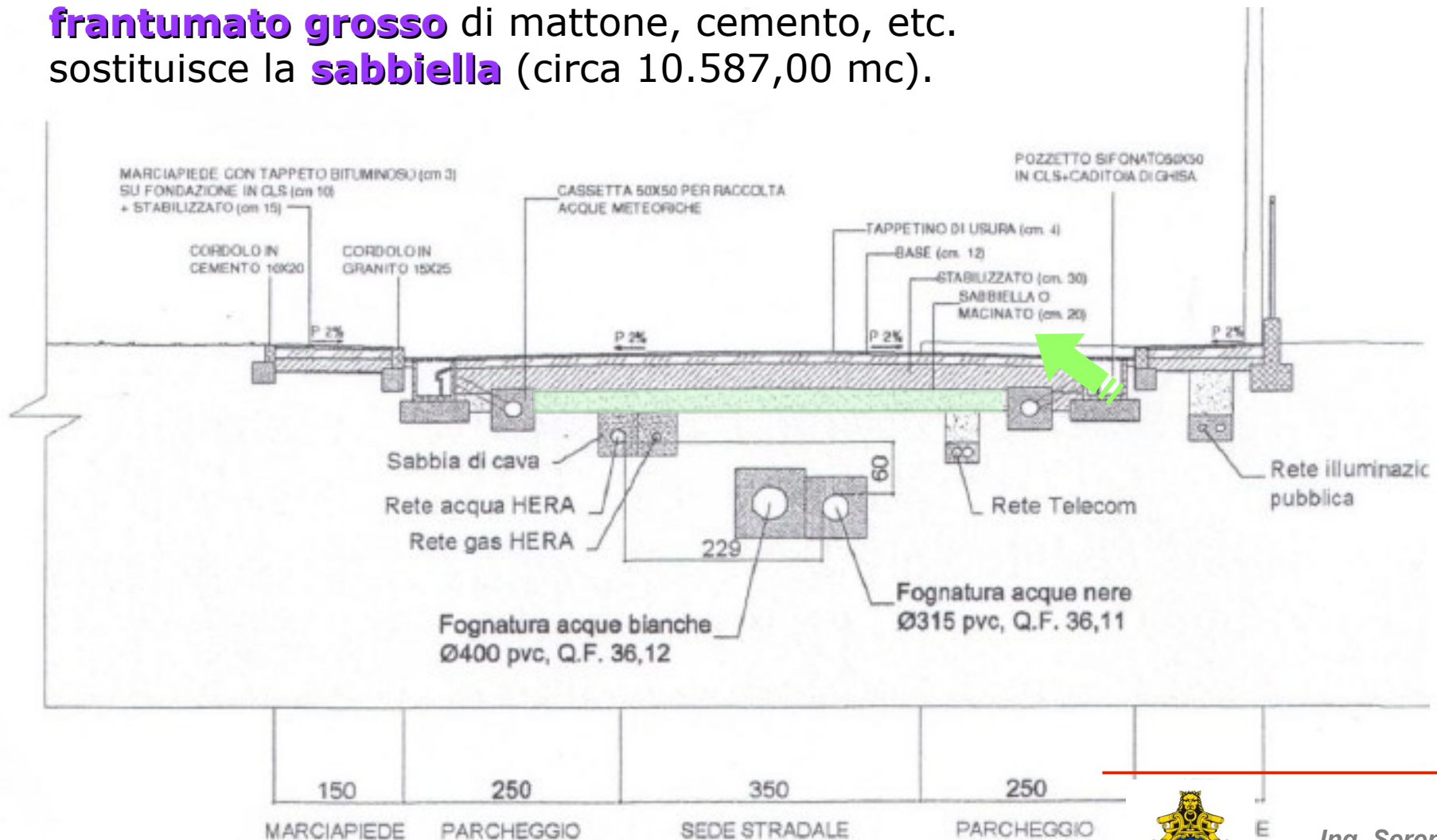


L'utilizzo del materiale riciclato va **concordato preventivamente** all'utilizzo



Caso applicativo

urbanizzazione via Persicetana Vecchia, comparto "Borgo 3"
frantumato grosso di mattone, cemento, etc.
 sostituisce la **sabbietta** (circa 10.587,00 mc).



CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Art. 2 – Qualità dei materiali:

...

Frantumato litico omogeneizzato **proveniente dalla lavorazione di materiali recuperabili**: materiale litoide ottenuto da resti di materiali lapidei di scarti di attività edilizia o di estrazione conseguito per frantumazione meccanica previa iniziale cernita

Tale materiale dovrà rientrare nelle **categorie A.2, A.3, A.4** in base alla norma **UNI EN 13285** (requisiti per miscele non legate impiegate per la costruzione e la manutenzione) e nella categoria del **prospetto A.2 della norma UNI 10006** e dovrà essere esente da sostanze organiche

La distribuzione granulometrica contenuta nel fuso della Tabella 1.

[...] **Verifica della compattazione** mediante l'esecuzione di prove di carico con piastra a doppio ciclo di carico secondo le indicazioni fornite dalla norma CNR BU N.146 del 14 dicembre 1992. *Il modulo di deformazione al primo ciclo di carico, valutato nell'intervallo tensionale compreso tra 0,15 e 0,25 MPa, dovrà risultare non inferiore a 25 MPa; il rapporto tra il modulo valutato al primo ciclo di carico e quello al secondo non dovrà risultare inferiore a 0,50.*



Risultati

Il materiale da recupero è stato posizionato in uno strato **sottostante lo strato di fondazione** realizzato in misto granulometrico stabilizzato.

La Direzione Lavori ha previsto **controlli** (grado di costipamento e densità in sito) anche **per l'intero "pacchetto" stradale** per poter giudicare soddisfacenti le potenzialità applicative del materiale da recupero nel complesso della strada.

- distribuzione granulometrica contenuta nel fuso indicato dal Capitolato
- caratterizzazione secondo la Circolare 5205/05: categoria C4, materiale per sottofondi - soddisfatti i requisiti prestazionali del Capitolato
- equivalente in sabbia (ES) pari al 38% - > 20% da Capitolato
- grado di costipamento singolo strato e pacchetto ~ 100%
- prova di carico su piastra: **non completamente rispondente** ma esiti soddisfacenti ed **accettabili** per la **Direzione Lavori**.



DENOMINAZIONE COMMERCIALE	GRANULOMETRIE PRODOTTI CON MARCATURA CE	PREZZI
001 - Ciottoli 50/80		€ 22,00/t
002 - Ciottoli 80/130		€ 27,00/t
102 - Frantumato di cemento	0/80	€ 9,00/t
104 - Frantumato grosso	0/80	€ 5,50/t
105 - Frantumato fino	0/20	€ 4,00/t
199 - Ghiaietto 4/8	4/8	€ 16,00/t
201 - Ghiaietto 8/16	8/16	€ 15,00/t
202 - Ghiaietto 16/32	16/32	€ 14,50/t
251 - Misto getto	0/14 e 0/32	€ 16,50/t
301 - Misto cementato		da concordare
452 - Pietrisco 2/6	2/6	€ 16,00/t
453 - Pietrisco 6/12	6/12	€ 15,00/t
456 - Pietrisco 8/15 Bianco/Rosso		€ 30,00/t
455 - Pietrisco 32/70		€ 17,00/t
459 - Pietrisco 22/32		€ 17,00/t
601 - Sabbia grossa	0/4	€ 17,00/t
602 - Sabbia media	0/2	€ 17,00/t
603 - Sabbia del Po		€ 17,00/t
651 - Sabbietta lavata		€ 8,50/t
701 - Stabilizzato	0/16	€ 13,50/t
702 - Stabilizzato Rosso		€ 20,00/t
706 - Stabilizzato Bianco		€ 25,00/t
751 - Terra		€ 7,00/t

