ENGINEERING
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Materiali di risulta nella progettazione e realizzazione delle infrastrutture ferroviarie

Gestione sostenibile: esperienze applicative e prospettive di sviluppo

S.O. GEOTECNICA

Letizia Berardi e Ginevra Meneschincheri

ENGINEERING
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

PARTE I

Metodologie progettuali consolidate e Decreti EoW e CAM



Inquadramento normativo

L'evoluzione dei CAM e l'applicazione nella progettazione di infrastrutture ferroviarie

Il perimetro CAM evolve…

…verso il CAM INFRASTRUTTUTRE

art.57 D.Lgs. 36/23 — 2015-2023
Obbligatorietà CAM negli appalti pubblici

CAM EDILIZIA 2022 — 23/06/2022
Edifici, progetti, lavori
Relazione CAM

CAM STRADE 2024 — in vigore 21/12/2024
Relazione CAM già nel PFTE

CORRETTIVO 2025 — in vigore 24/09/2025
deroga fino al 23/03/2026 per progetti non originariamente soggetti a CAM strade

CAM EDILIZIA 2025 — in vigore 02/02/2026

CIRCOLARE MASE — del 10/04/2026
chiarimenti su ambito temporale e transitorio CAM Edilizia 2025

END OF WASTE



MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA SICUREZZA ENERGETICA

DECRETO 28 giugno 2024, n. 127.

Regolamento recante disciplina della cessazione della qualifica di rifiuto dei rifiuti inerti da costruzione e demolizione, altri rifiuti inerti di origine minerale, ai sensi dell'articolo 184-*ter*, comma 2, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152/2006.

IL MINISTRO DELL'AMBIENTE
E DELLA SICUREZZA ENERGETICA

LA NOVITA'DEL 2025

Il CAM si estende a **tutte le opere di ingegneria civile**, comprese quelle ferroviarie.

QUANDO e COME?

LA VERIFICA DA FARE

Incrociare fase progettuale, oggetto dell'affidamento, natura delle opere e tempi di gara.

Economia circolare nelle infrastrutture ferroviarie

I decreti CAM ed EoW accelerano un processo già attivo

01



PROGETTAZIONE FERROVIARIA

Gli aspetti ambientali sono già considerati nelle scelte progettuali, autorizzative e realizzative.

02



APPROCCIO INTEGRATO

Materiali, risorse, trasporti, durabilità e tracciabilità sono gestiti fin dalle prime fasi.

03



SENSIBILITÀ CRESCENTE

L'evoluzione normativa e la maggiore attenzione ambientale rafforzano obiettivi e controlli.

04



VERSO IL CAM INFRASTRUTTURE

il CAM in redazione rappresenta il prossimo quadro di riferimento.

I decreti CAM ed EoW generano una FORTE SPINTA

ad un PROCESSO già attivo, rendendolo più strutturato, tracciabile e misurabile

Economia circolare nelle infrastrutture ferroviarie

I decreti CAM ed EoW accelerano un processo già attivo

01



PROGETTAZIONE FERROVIARIA

Gli aspetti ambientali sono già considerati nelle scelte progettuali, autorizzative e realizzative.

02



APPROCCIO INTEGRATO

Materiali, risorse, trasporti, durabilità e tracciabilità sono gestiti fin dalle prime fasi.

03



SENSIBILITÀ CRESCENTE

L'evoluzione normativa e la maggiore attenzione ambientale rafforzano obiettivi e controlli.

04



VERSO IL CAM INFRASTRUTTURE

il CAM in redazione rappresenta il prossimo quadro di riferimento.

I decreti CAM ed EoW generano una FORTE SPINTA

ad un PROCESSO già attivo, rendendolo più strutturato, tracciabile e misurabile

ECONOMIA CIRCOLARE DEI MATERIALI NEL PROGETTO DELLE OPERE IN TERRA DI UN'INFRASTRUTTURA FERROVIARIA

Le opere in terra nelle infrastrutture ferroviarie

Ruolo strategico nella sostenibilità economica ed ambientale

ECONOMIA CIRCOLARE

il Bilancio tra produzione e fabbisogno, esubero ed approvviggionamento



Obiettivo: massimizzare l'utilizzo di materiali recuperati (da scavo o da impianto di recupero) e ridurre l'approvvigionamento di materiale vergine da cava

CAM STRADE:

§2.3.1 Circolarità dei prodotti da costruzione

Corpo stradale	
Bonifica del piano di posa del rilevato	≥ 70%
Corpo del rilevato	≥ 70%
Sottofondo	≥70%

CAPITOLATO RFI: circolarità implicitamente già prevista, con obiettivo principalmente economico

Priorità alle terre e rocce da scavo tecnicamente idonee per il corpo del rilevato.

Se non idonee, **preferire terre stabilizzate a calce** o **aggregati recuperati.**

Le opere in terra nelle infrastrutture ferroviarie

Flusso “virtuoso” dei materiali per la costruzione dei rilevati

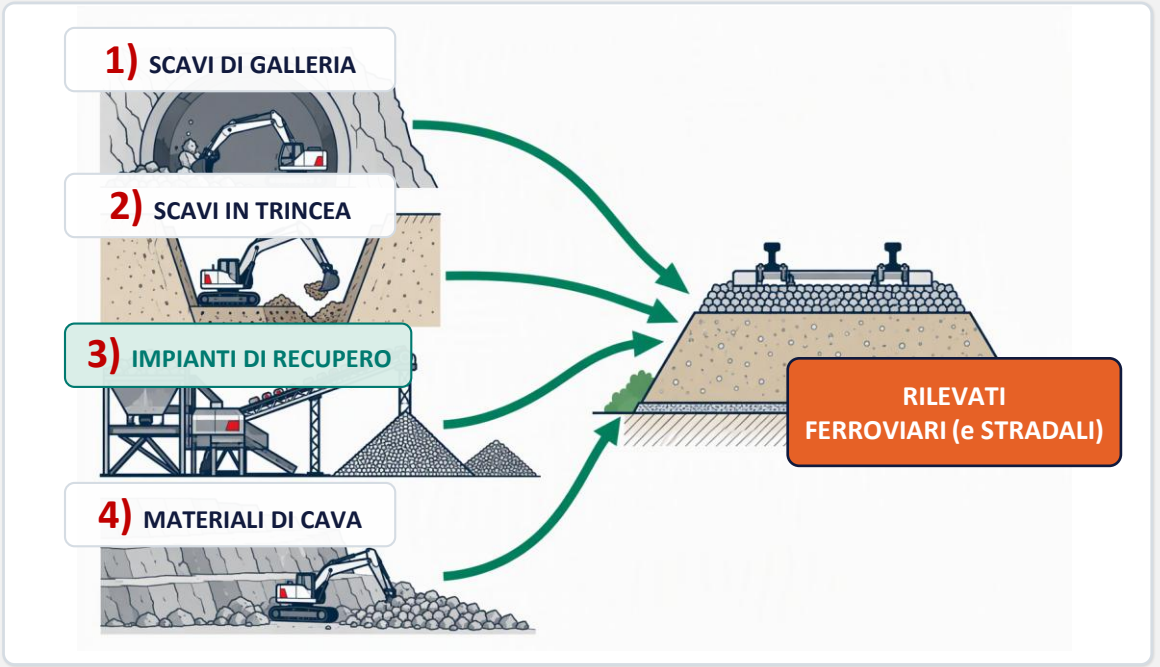
ECONOMIA CIRCOLARE

Le opere in terra svolgono un ruolo centrale nell’economia circolare dell’infrastruttura

INCIDENZA E FABBISOGNO

Tratta AV	Lunghezza	GALLERIE	Produzione	RILEVATI	Fabbisogno
BO – FI	78 km	73 km **(93,5%)**	11,5 Mm³	0,4 km **(0,5%)**	0,3 Mm³
RM – NA	220 km	28,5 km **(13%)**	4,5 Mm³	155 km **(70%)**	8,0 Mm³
MI – BO	199 km	0 km	0 Mm³	160 km **(80%)**	8,5 Mm³
TO – MI	128 km	0 km	0 Mm³	160 km **(80%)**	6,0 Mm³

FLUSSO “VIRTUOSO” DEI MATERIALI



Le opere in terra nelle infrastrutture ferroviarie

Le principali applicazioni nei progetti ferroviari

Privilegiamo il riutilizzo del **materiale da scavo** secondo una gerarchia crescente di intervento sul materiale

RIUTILIZZO TAL QUALE

PRIMA SCELTA

CONCETTI CHIAVE

- Materiale **già idoneo** per classificazione e granulometria
- Impiego diretto nel rilevato/opere in terra

CORREZIONE GRANULOMETRICA

ADEGUARE

CONCETTI CHIAVE

- Franumazione, vagliatura e miscelazione
- **Classificazione conforme** ai requisiti specifica opera

TRATTAMENTO A CALCE

STABILIZZARE/MIGLIORARE

CONCETTI CHIAVE

- Terreni fini o argillosi **non idonei** al riutilizzo tal quale
- Modifica caratteristiche fisico-chimiche e meccaniche

Fonti alternative di materiale derivante da processi di **recupero in impianto**

AGGREGATI RECUPERATI

QUALIFICARE E UTILIZZARE

CONCETTI CHIAVE

- Rifiuti inerti trasformati in EoW
- Miscele non legate con **requisiti verificati**

BENEFICIO ECONOMICO

€

- **meno costi di acquisto**
- **meno costi di conferimento**

+

BENEFICIO AMBIENTALE

- **meno risorse vergini**
- **meno CO_2**

Fonti alternative di materiale derivante da processi di **recupero in impianto**

AGGREGATI RECUPERATI

QUALIFICARE E UTILIZZARE

CONCETTI CHIAVE

- Rifiuti inerti trasformati in EoW
- Miscele non legate con **requisiti verificati**

BENEFICIO ECONOMICO

€

- meno costi di acquisto
- meno costi di conferimento

+

BENEFICIO AMBIENTALE

- meno risorse vergini
- meno CO_2

Fonti alternative di materiale derivante da processi di **recupero in impianto**

AGGREGATI RECUPERATI

QUALIFICARE E UTILIZZARE

CONCETTI CHIAVE

- Rifiuti inerti trasformati in EoW
- Miscele non legate con **requisiti verificati**



EoW CAM → **Recupero da impianto** → **Da opportunità a tema centrale nella progettazione**

OGGI → **Stiamo ampliando il quadro conoscenze su impianti certificati**

Le opere in terra nelle infrastrutture ferroviarie

Studi e sperimentazioni per soluzioni sempre più sostenibili

SUB–BALLAST AD ALTO CONTENUTO DI CONGLOMERATO BITUMINOSO DI RECUPERO

RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
CAPITOLATO - PARTE II - SEZIONE 13

MOTIVAZIONI, SCOPO e RISULTATI

- Recupero di materiale da **demolizione**.
- Contenuto **≤40%** della miscela (+ additivi **ACF/CP**)
  Contenuto **>40%** con campi prova;
- Conclusa e soluzione già integrata in **Capitolato RFI**.



cepav due
consorzio eni per l'Alta Velocità
ITERCHIMICA
roads towards sustainability

SPERIMENTAZIONE SU RILEVATI FERROVIARI ALLEGGERITI

MOTIVAZIONI, SCOPO E RISULTATI

- Limitare **cedimenti** su terreni scadenti evitando massivi interventi di **consolidamento** del terreno;
- Comportamento coerente con **letteratura**
  Primi **valori di controllo;**
- Conclusa – **approfondimenti** in corso.



Leca
soluzioni leggere e isolanti

FRESATO DI CONGLOMERATO BITUMINOSO TAL QUALE NEL CORPO DEL RILEVATO

MOTIVAZIONI, SCOPO

- Recupero di materiale da **demolizione**.
- **Sperimentazione in laboratorio**, per caratterizzazione fisico-meccanica e granulometrica del materiale.

UNI EN 11531-1
prospetto 4a
≤40% nel corpo del rilevato

Gruppo FS

ENGINEERING
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

PARTE II

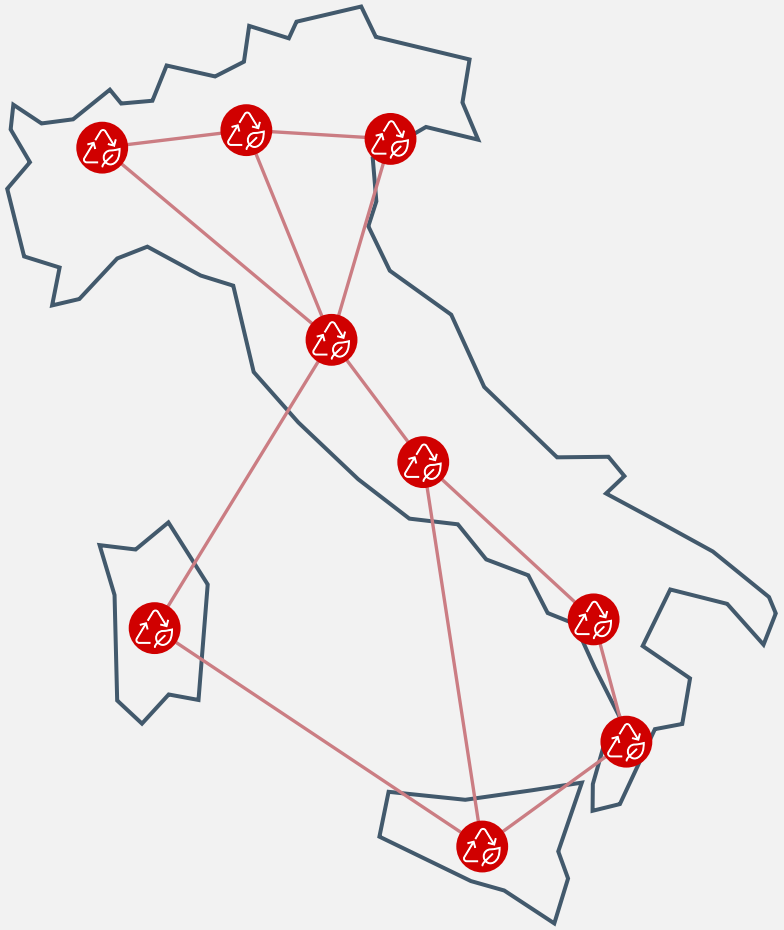
Economia circolare negli Appalti pubblici: riflessioni e prospettive



I limiti della filiera del recupero

Distribuzione disomogenea sul territorio nazionale

Obiettivo medio/Breve termine



RETE DI IMPIANTI
Rafforzare la presenza territoriale degli impianti di recupero.

QUALITÀ GARANTITA
Fornire con continuità aggregati idonei, tracciabili e certificati.

IMPIEGO NEI PROGETTI
Favorire l'utilizzo sistematico nelle opere e nei cantieri ferroviari.

ISO 9001
ISO 14001

IMPIANTO DI RECUPERO

- **Codici EER** in ingresso DM 127/24
- Autorizzato per operazioni **R13 - R5**

USCITA dall'impianto

- Controllo Qualità **UNI 11531-1 e 13242**
- Verifica ambientale e tecnica

INCENTIVARE LO SVILUPPO DELLA FILIERA DEL RECUPERO PER RENDERE L'AGGREGATO RECUPERATO UNA OPZIONE CONCRETA, AFFIDABILE E COMPETITIVA

SOSTENIBILITÀ ECONOMICA
Riduzione dei costi di approvvigionamento e di conferimento

SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE
Riduzione utilizzo materie prime vergini, valorizzazione dei rifiuti da costruzione e minori impatti logistici

I limiti della gestione per singolo appalto

La gestione dei materiali di risulta entro i confini della singola commessa

Il **D.P.R. 120/2017** consente il riutilizzo tra siti diversi, ma coordinare appalti diversi è molto complesso.

Obiettivo Lungo termine

La gestione dei materiali di risulta resta di fatto confinata alla singola commessa



EFFETTO FINALE

Eccedenze e fabbisogni non coordinati

- Più trasporti e conferimenti
- Nuovi approvvigionamenti
- Minore efficienza ambientale ed economica

I limiti della gestione per singolo appalto

La gestione dei materiali di risulta entro i confini della singola commessa

APPALTO A

PRODUZIONE

Materiali provenienti dalle lavorazioni e dagli scavi dell'appalto.

RIUTILIZZO INTERNO

Quota reimpiegata per coprire il fabbisogno dell'Appalto A.

ESUBERO

Materiale non utilizzabile all'interno del medesimo appalto.

Uscita dal perimetro dell'Appalto A

CONFERIMENTO
costo a misura
€/t·km

RIACQUISTO
nuovo costo a corpo
Fornitura + trasporto

IMPIANTO DI RECUPERO



Trattamento e qualificazione del materiale conferito

PARADOSSO DEL MODELLO ATTUALE

APPALTO B

FABBISOGNO INTERNO

Necessità di approvvigionare materiale per le opere previste nell'Appalto B.

PRODUZIONE INSUFFICIENTE

La produzione interna non copre il fabbisogno complessivo.

APPROVVIGIONAMENTO ESTERNO

Acquisto di aggregati presso impianti di recupero.

Ingresso di materiale recuperato

APPALTO A conferimento + trasporto €/t·km + **APPALTO B** acquisto = **COSTO COMPLESSIVO** 2 oneri sul medesimo flusso

Superare la gestione dei materiali di risulta confinata alla singola commessa

Dalla gestione della singola commessa alla gestione integrata delle opere pubbliche

OGGI…

GESTIONE **SINGOLA COMMESSA**

LEVE per agevolare il CAMBIAMENTO

1.Banche dati nazionali pubbliche
Creare portali ufficiali centralizzati per censire dati su impianti e appalti programmati e in corso

2.Coordinamento tra appalti
Coordinare flussi di materiali tra cantieri e commesse/lotti diversi (almeno per la stessa stazione appaltante)

3.Hub logistici territoriali
Creare punti di raccolta e distribuzione (anche pubblici) delle maggiori stazioni appaltanti

Quarta Leva….

…DOMANI

GESTIONE **INTEGRATA**

Superare la gestione dei materiali di risulta confinata alla singola commessa

Dalla gestione della singola commessa alla gestione integrata delle opere pubbliche

OGGI…

GESTIONE **SINGOLA COMMESSA**

ADEGUAMENTO dell'attuale QUADRO NORMATIVO alle nuove esigenze

Presupposto comune per favorire la circolazione dei materiali tra appalti

1.Banche dati nazionali pubbliche

2. Coordinamento tra appalti



4. Adeguamento Quadro Normativo

3. Hub logistici territoriali

…DOMANI

GESTIONE **INTEGRATA**

ENGINEERING
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Grazie per l’attenzione

