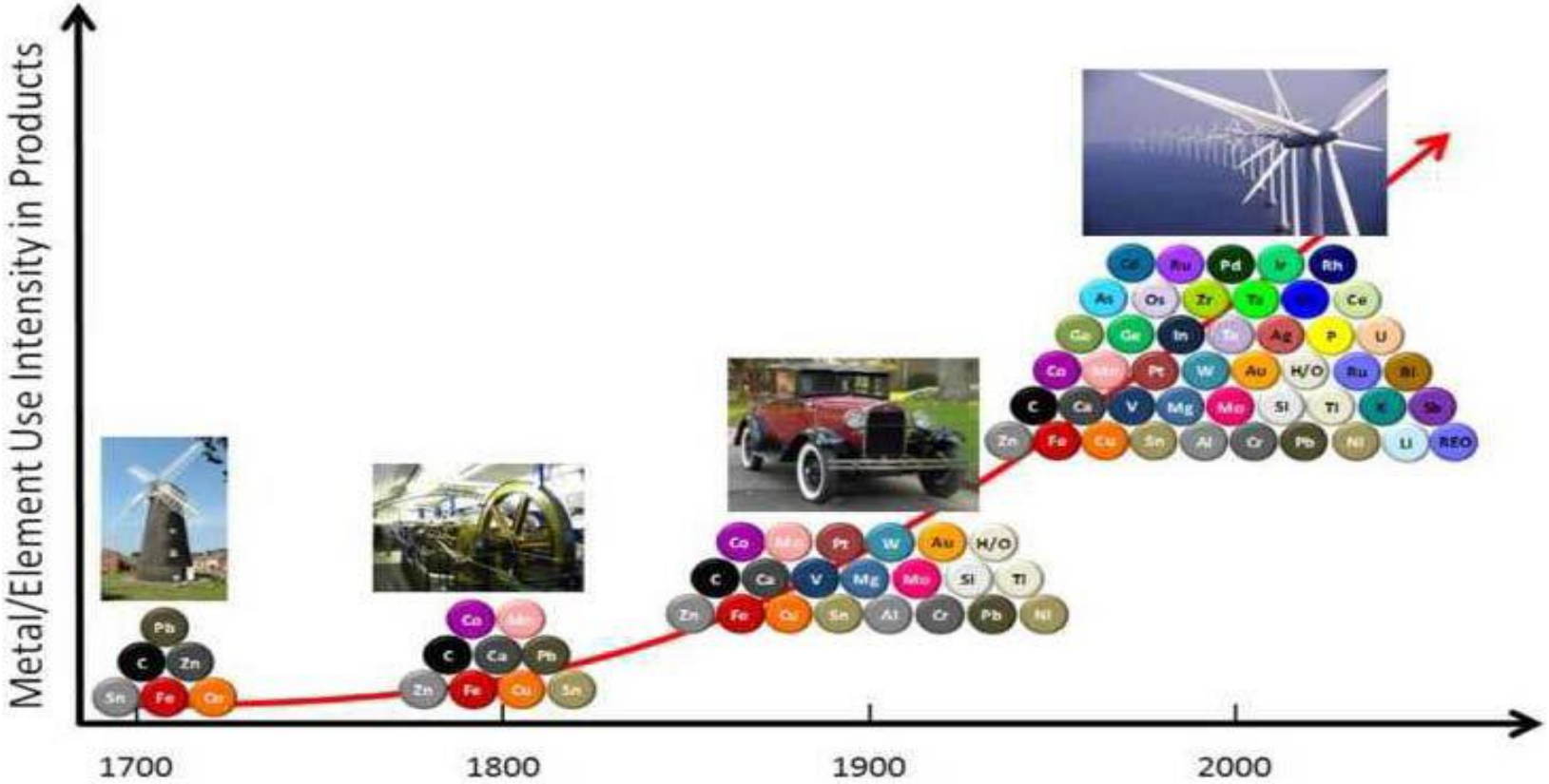
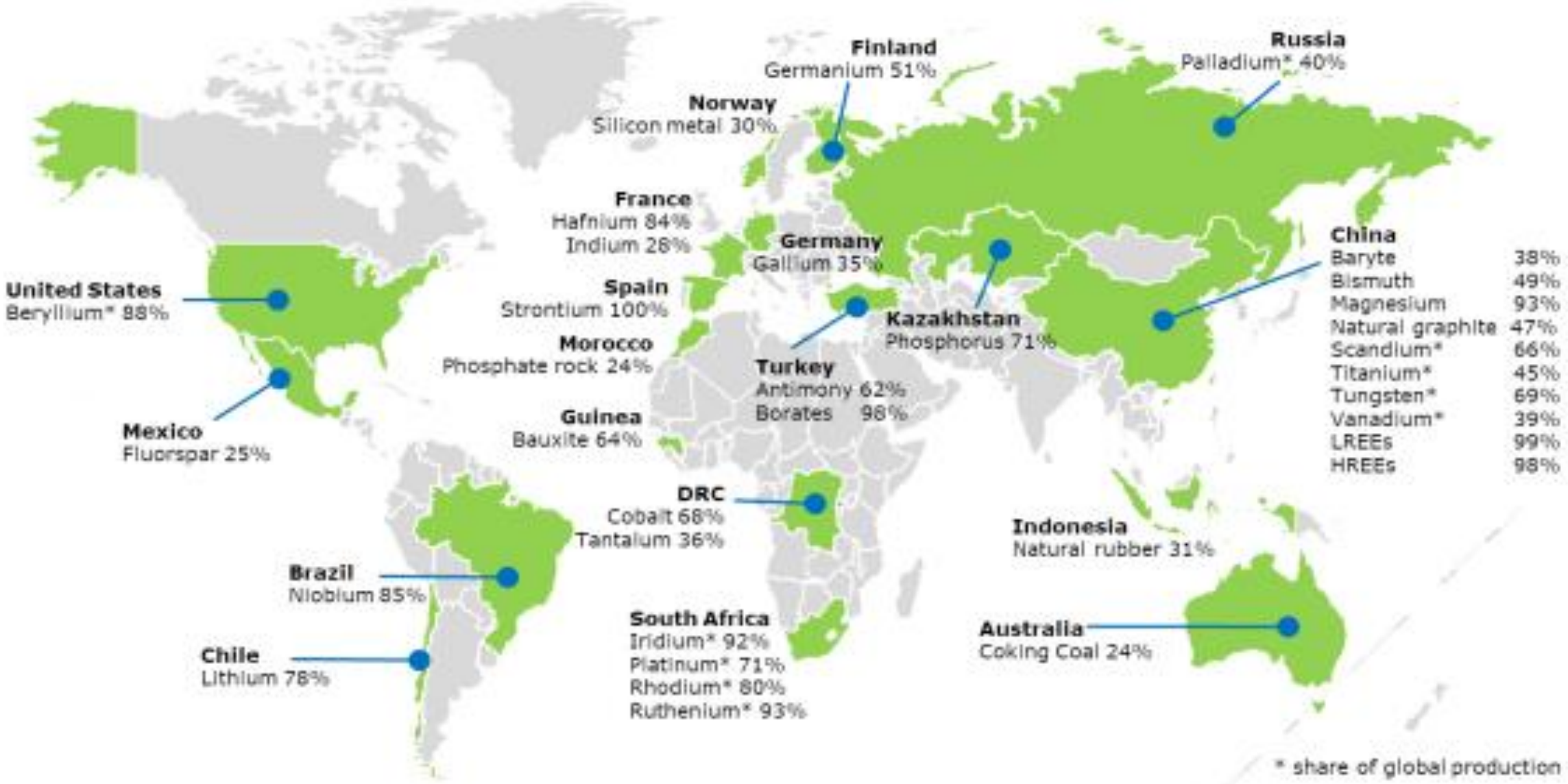
ECONOMIA CIRCOLARE NELL'INDUSTRIA ESTRATTIVA: POTENZIALITÀ E CRITICITA'

PhD. Eng. Giovanna Antonella DINO
Earth Sciences Department, UNITO
giovanna.dino@unito.it

STATO DELL'ARTE:

- Necessità di garantire l'approvvigionamento di materie prime per lo sviluppo di tecnologie (green e hi-tech principalmente)
- Crescita e sviluppo industriale necessitano di un numero sempre crescente di materie prime (non conosciute o non sfruttate in passato)
- Materie prime "di base" e materie prime "critiche"




Finland
Germanium 51%
Russia
Palladium* 40%
Norway
Silicon metal 30%
France
Hafnium 84%
Indium 28%
Germany
Gallium 35%
China
Baryte 38%
Bismuth 49%
Magnesium 93%
Natural graphite 47%
Scandium* 66%
Titanium* 45%
Tungsten* 69%
Vanadium* 39%
LREEs 99%
HREEs 98%
United States
Beryllium* 88%
Spain
Strontium 100%
Kazakhstan
Phosphorus 71%
Morocco
Phosphate rock 24%
Turkey
Antimony 62%
Borates 98%
Mexico
Fluorspar 25%
Guinea
Bauxite 64%
DRC
Cobalt 68%
Tantalum 36%
Indonesia
Natural rubber 31%
Brazil
Niobium 85%
South Africa
Iridium* 92%
Platinum* 71%
Rhodium* 80%
Ruthenium* 93%
Australia
Coking Coal 24%
Chile
Lithium 78%
* share of global production

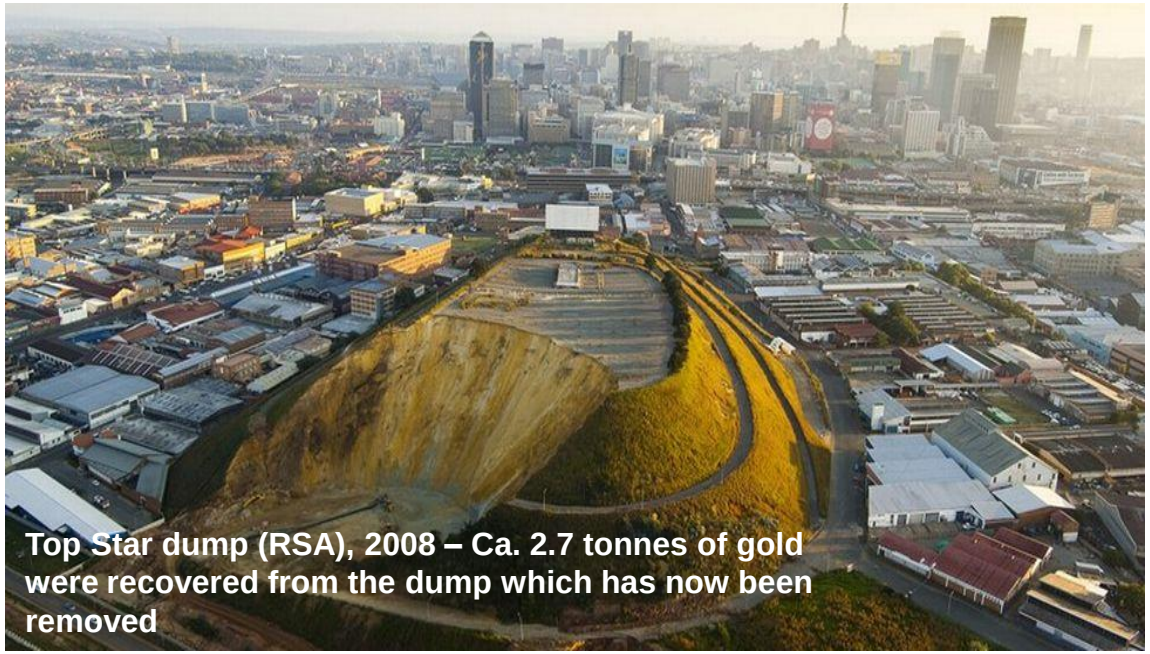
TARGET EUROPEI:

- **APPROVVIGIONAMENTO DOMESTICO PER INDIVIDUAZIONE GIACIMENTI, NATURALI ED ANTROPICI PER ESTRAZIONE RM/CRM: CIRCULAR ECONOMY AND LANDFILL MINING**
- **ACCORDI CON PAESI PRODUTTORI**
- **SUSTAINABLE AND RESPONSIBLE MINING**

I **RIFIUTI ESTRATTIVI** RAPPRESENTANO LA **SECONDA FONTE DI PRODUZIONE DI RIFIUTI A LIVELLO EUROPEO (26.6% NEL 2018)**
POSSIBILITA' DI **SFRUTTARE GLI SCARTI ESTRATTIVI PRESENTI NELLE VECCHIE DISCARICHE** (O DA **RIFIUTI FLUENTI**)

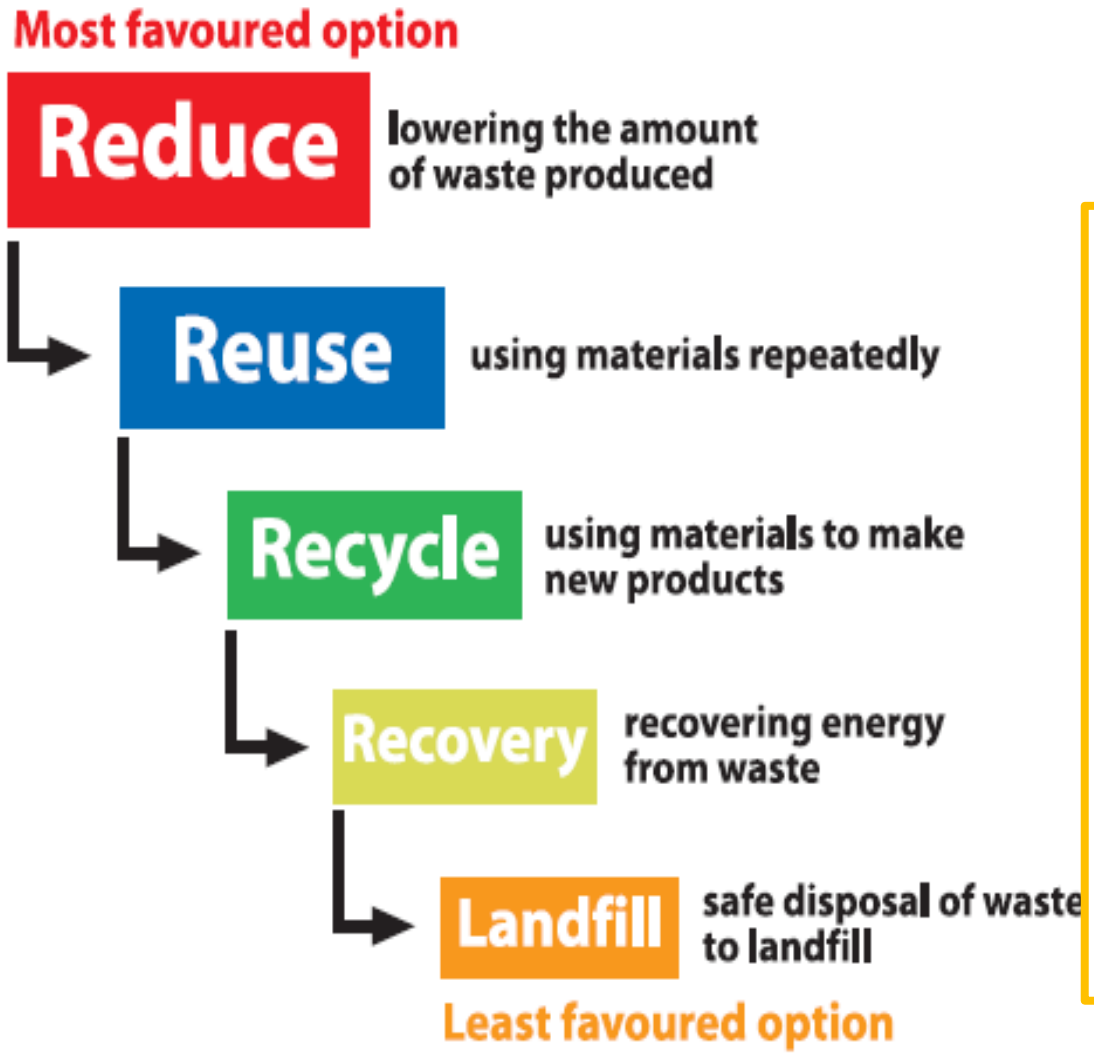
COME RAGGIUNGERE QUESTI OBIETTIVI:

- **APPROVVIGIONAMENTO DOMESTICO**: **PROSPEZIONE, CARATTERIZZAZIONE, CERTIFICAZIONE, PIANIFICAZIONE, STRUMENTI DI MERCATO** (GREEN PROCUREMENT)
- **ACCORDI**: **DIPLOMAZIA, STRATEGIA**
- **SOSTENIBILITA'**: ADOZIONE **STRUMENTI UTILI** (EG. SUSTAINABLE FINANCE, ESG, etc.)


Top Star dump (RSA), 2008 – Ca. 2.7 tonnes of gold were recovered from the dump which has now been removed

http://www.timeslive.co.za/

Le **linee guida dell'UE** sulla **gestione dei rifiuti** mirano allo **sfruttamento**, basato sulla **tutela ambientale**, di qualsiasi tipo di materiale che possa essere recuperato e riciclato, con una conseguente **conservazione delle risorse naturali** (Direttiva 2008/98/CE).
L'obiettivo principale di qualsiasi politica sulla gestione dei rifiuti dovrebbe mirare a **ridurre al minimo le conseguenze negative della produzione e gestione dei rifiuti per la salute umana e l'ambiente**. Tale politica dovrebbe anche mirare a **ridurre l'uso delle risorse** e promuovere la reale applicazione della gerarchia di gestione dei rifiuti: i **rifiuti devono essere considerati una risorsa**.

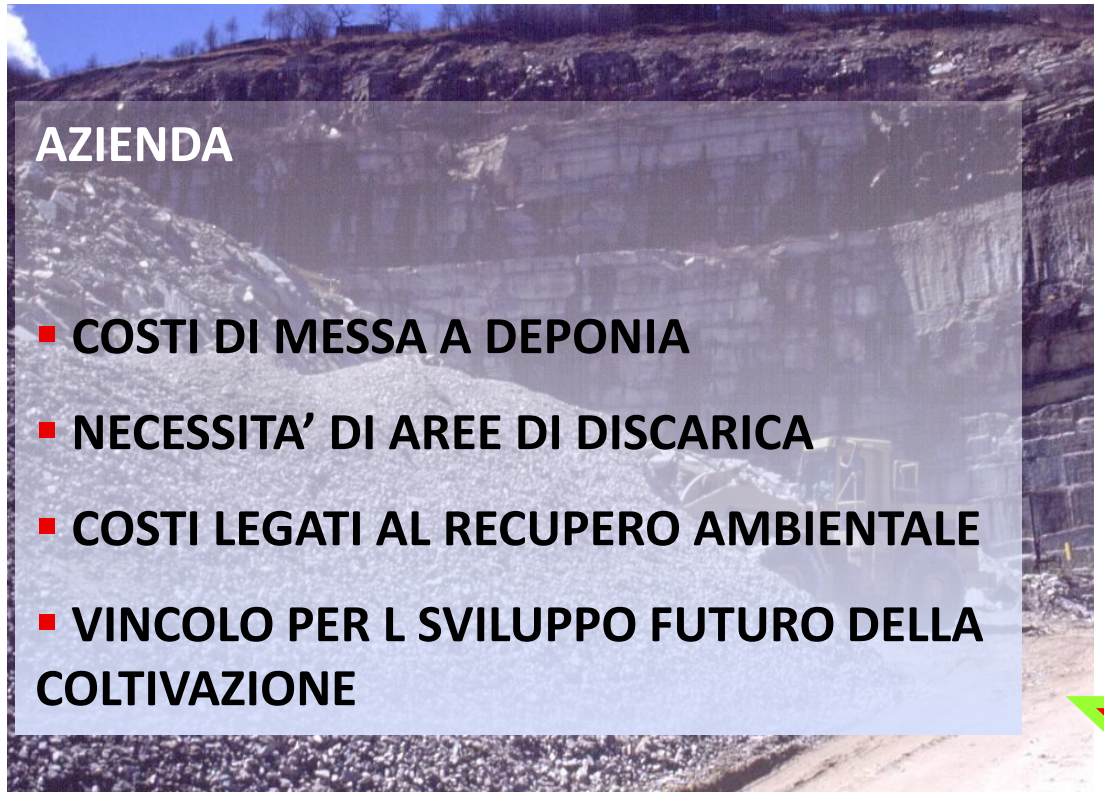


NORMATIVA SPECIFICA PER SCARTI ESTRATTIVI:
- Directive 2006/21/EC
- Best Available Techniques
- Seveso III Directive
- Guidance document relative all'estrazione di minerali non energetici (aree protette - Natura 2000).

CONSERVAZIONE DELLE RISORSE NON RINNOVABILI (**EU CHALLENGE**)

+

MINIMIZZAZIONE DEGLI IMPATTI NEGATIVI



AZIENDA

- **COSTI DI MESSA A DEPONIA**
- **NECESSITA' DI AREE DI DISCARICA**
- **COSTI LEGATI AL RECUPERO AMBIENTALE**
- **VINCOLO PER L SVILUPPO FUTURO DELLA COLTIVAZIONE**

COMUNITA'

- **IMPATTO "VISIVO"**
- **OCCUPAZIONE DEL TERRITORIO**
- **PROBLEMI DI STABILITA'**
- **RISCHI DI INQUINAMENTO**

RICICLO DEGLI SCARTI (EU CHALLENGE)

SFIDE:
1. CONSERVAZIONE RISORSE NATURALI
2. PROTEZIONE DELL'AMBIENTE

COME ?

1. RIDUZIONE (MINIMIZZAZIONE) PRODUZIONE RIFIUTI

2. UTILIZZO DI TUTTI I "PRODOTTI" IN USCITA DALLA COLTIVAZIONE E DAL TRATTAMENTO:
PRODOTTI PRIMARI
SRM
SOTTOPRODOTTI

3. SFRUTTAMENTO VECCHIE DISCARICHE PER COLTIVAZIONE MATERIE PRIME (ANCHE CRITICHE) E MATERIE PRIME SECONDE (RM, CRM, SRM)

RIVEDERE PIANIFICAZIONE DELL'ATTIVITA' ESTRATTIVA IN OTTICA "CIRCULAR"

COLTIVAZIONE DISCARICHE: LANDFILL MINING APPROACH

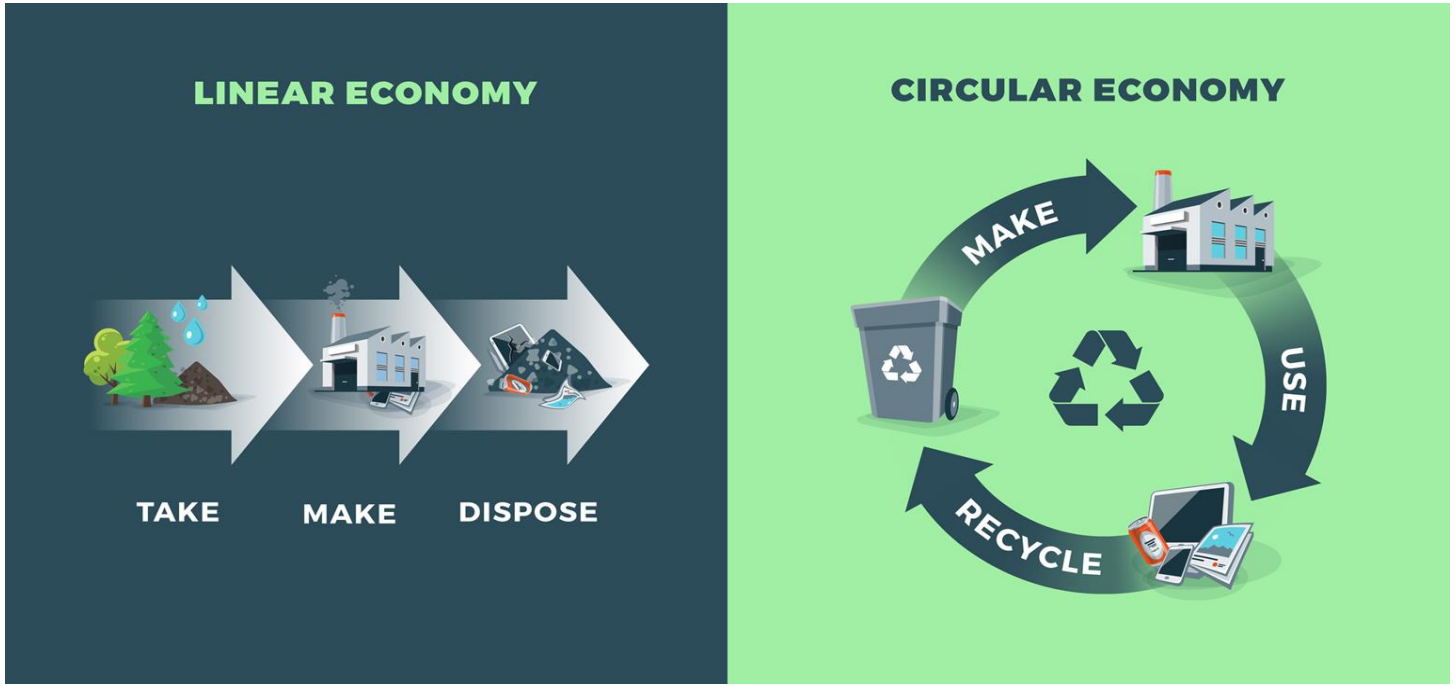
PRINCIPI DI ECONOMIA CIRCOLARE

PRODUZIONE SOSTENIBILE NEL TEMPO DI BENI E SERVIZI

LIMITARE IL CONSUMO DI RISORSE NON RINNOVABILI

LOTTARE CONTRO LO SPRECO DI RISORSE (NATURALI)

RIDURRE LA PRODUZIONE DI SCARTI E RIFIUTI



ECONOMIA CIRCOLARE: PRINCIPI FONDAMENTALI

Sustainable procurement: considering the environmental and social impacts of the resources used, those associated with their extraction and exploitation.

Improving the prevention, management and recycling of waste, including the re-injection and re-use of waste materials into the economic cycle.

Ecodesign: considering the environmental impacts throughout the life cycle of a product and integrating them from the design stage.

Industrial and territorial ecology: creating synergies and pooling flows of materials, energy, water, infrastructure, goods and services between several economic players in order to optimise the use of resources in a territory

The economy of functionality: favouring use over possession, selling a service rather than a good.

Extending the useful life : promote products that can be repaired, sold or bought second-hand, donated, reused and re-used.

Responsible consumption: taking into account the environmental and social impacts at all stages of the product's life cycle when making purchasing choices, whether the buyer is public or private.

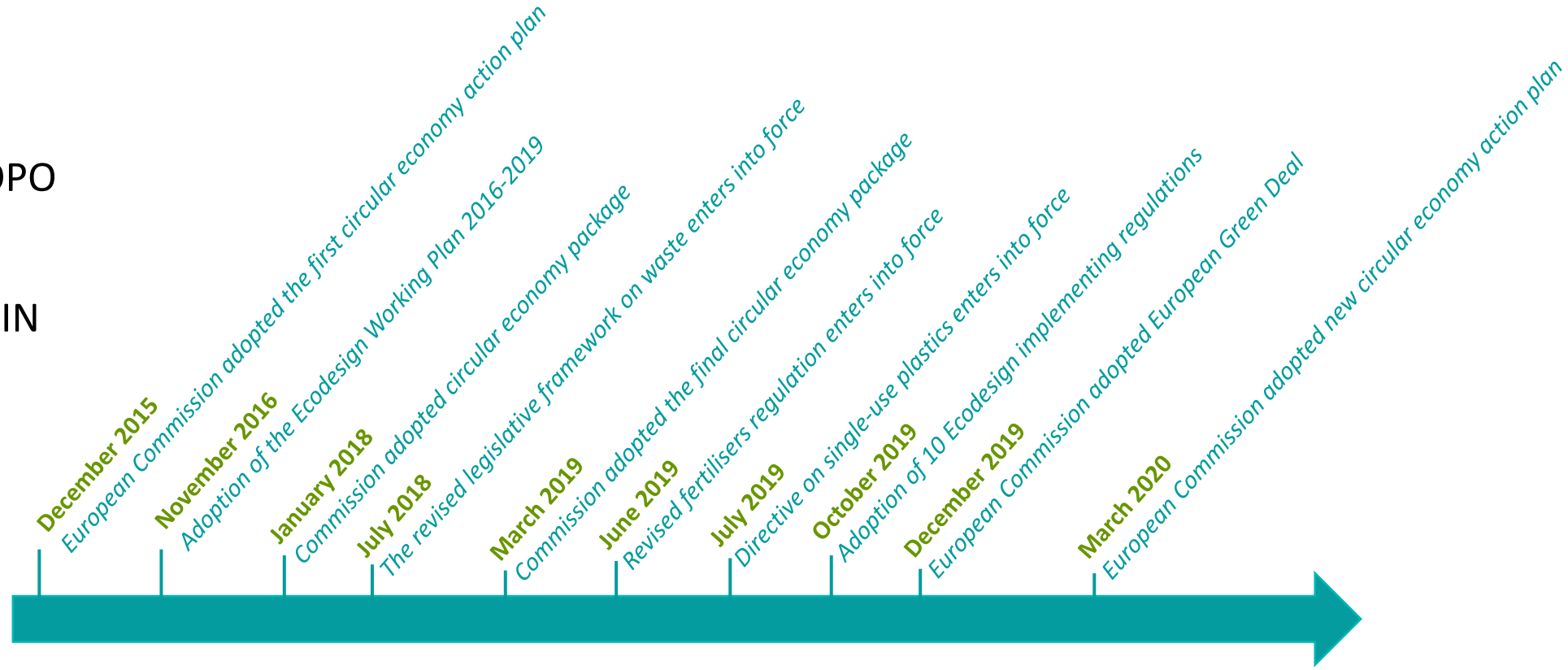
Sources : https://www.ecologie.gouv.fr/leconomie-circulaire ; translated from french to english

LEGISLAZIONE EUROPEA

PRIMA FORMALE AZIONE DELLA CE NEL DICEMBERE 2015

-> ***Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy***

PASSAGGI CHIAVE DOPO L'APPLICAZIONE DEL PRIMO ACTION PLAN ADOTTATO DALLA CE IN TEMA DI ECONOMIA CIRCOLARE



Sources : https://environment.ec.europa.eu/topics/circular-economy/first-circular-economy-action-plan_fr

Nell’ambito dello **sviluppo sostenibile** è necessario cambiare paradigma, associando la **sostenibilità** nello sfruttamento delle risorse primarie (non compremettendo il loro sfruttamento per le generazioni future) con i principi legati all’**economia circolare.**

Sources : https://sustainabilityguide.eu/sustainability/circular-economy/ ; https://corporate.enel.it/en/circular-economy-sustainable-future/pillars-and-benefits-circular-economy

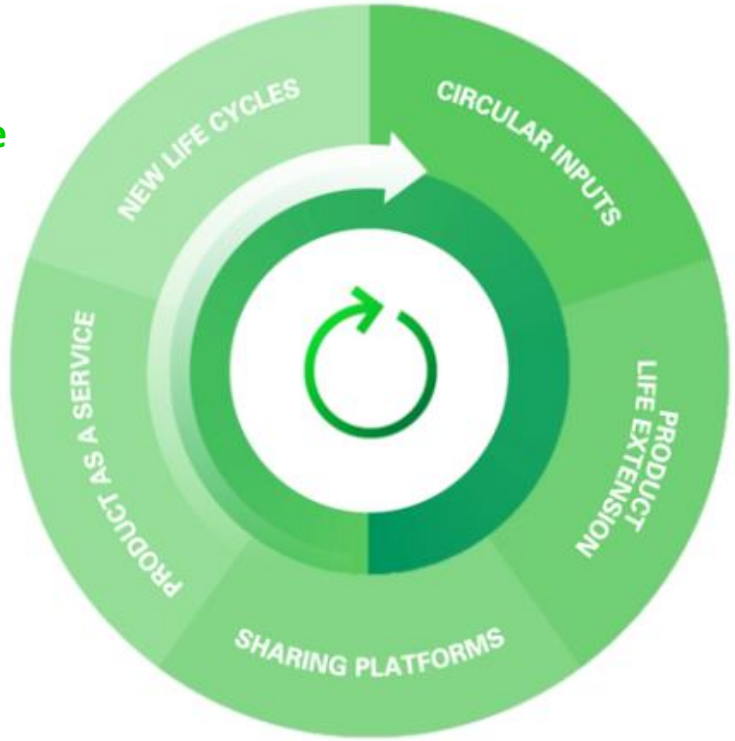
PRINCIPI DI ECONOMIA CIRCOLARE

SFIDA: CAMBIO DI PARADIGMA LEGATO ALLA STRETTA CONNESSIONE TRA ECONOMIA CIRCOLARE E SOSTENIBILITA'

OPPORTUNITA': CREARE NUOVI LAVORI, INNOVAZIONE E OPPORTUNITA' DI BUSINESS

Creating value from a product at the end of its useful life through processes that regenerate, repair and reintroduce the product back onto the market, reuse it for new purposes or recycle the components or raw materials

The use of renewable sources and materials or those that are reused/recycled helps reduce the environmental footprint



Today through digital technology, instead of selling a good to a client, a business can offer the corresponding service, thereby reducing the environmental impact

Designing modular and adaptable products in order to simplify maintenance, modification and the product's eventual regeneration

Tools for sharing and fostering collaboration between users and owners optimise the costs of goods and services and the resources used to produce them, thereby creating efficient use

Sources : https://sustainabilityguide.eu/sustainability/circular-economy/ ; https://corporate.enel.it/en/circular-economy-sustainable-future/pillars-and-benefits-circular-economy

MATERIALI DI I CATEGORIA

VIRGIN MINING SITE (NATURAL, ENVIRONMENTAL, EXPLORATION PHASE)

↓

EXPLORATION PHASE → ROCK FROM DRILLING

↓

MINING ACTIVITY → TOPSOIL OVERBURDEN, WASTE ROCK, OPERATING RESIDUES

↓

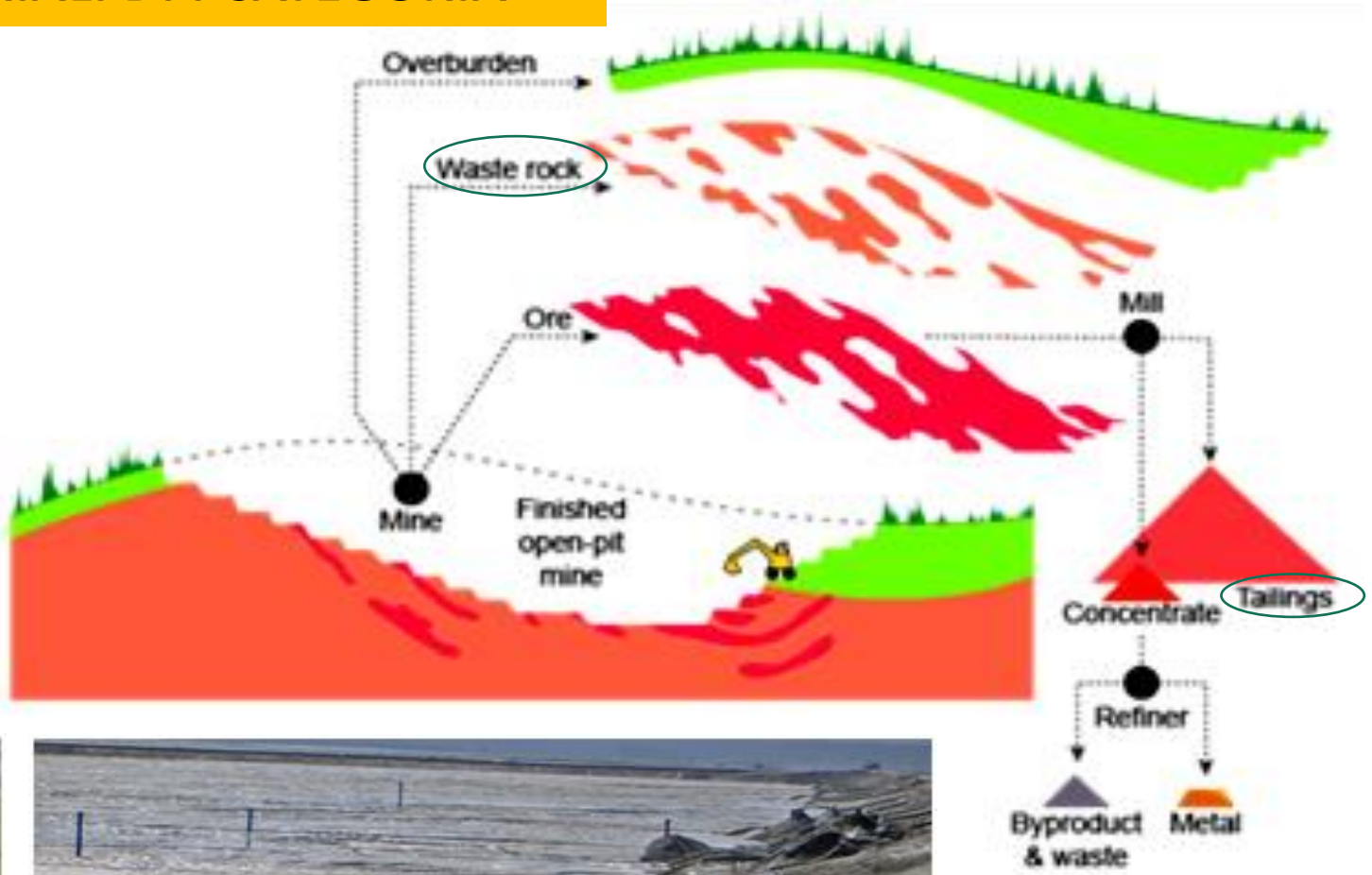
ORE

↓

PROCESSING → TAILINGS

↓

MARKET PRODUCT



MATERIALI DI II CATEGORIA

CAVA PIETRE ORNAMENTALI

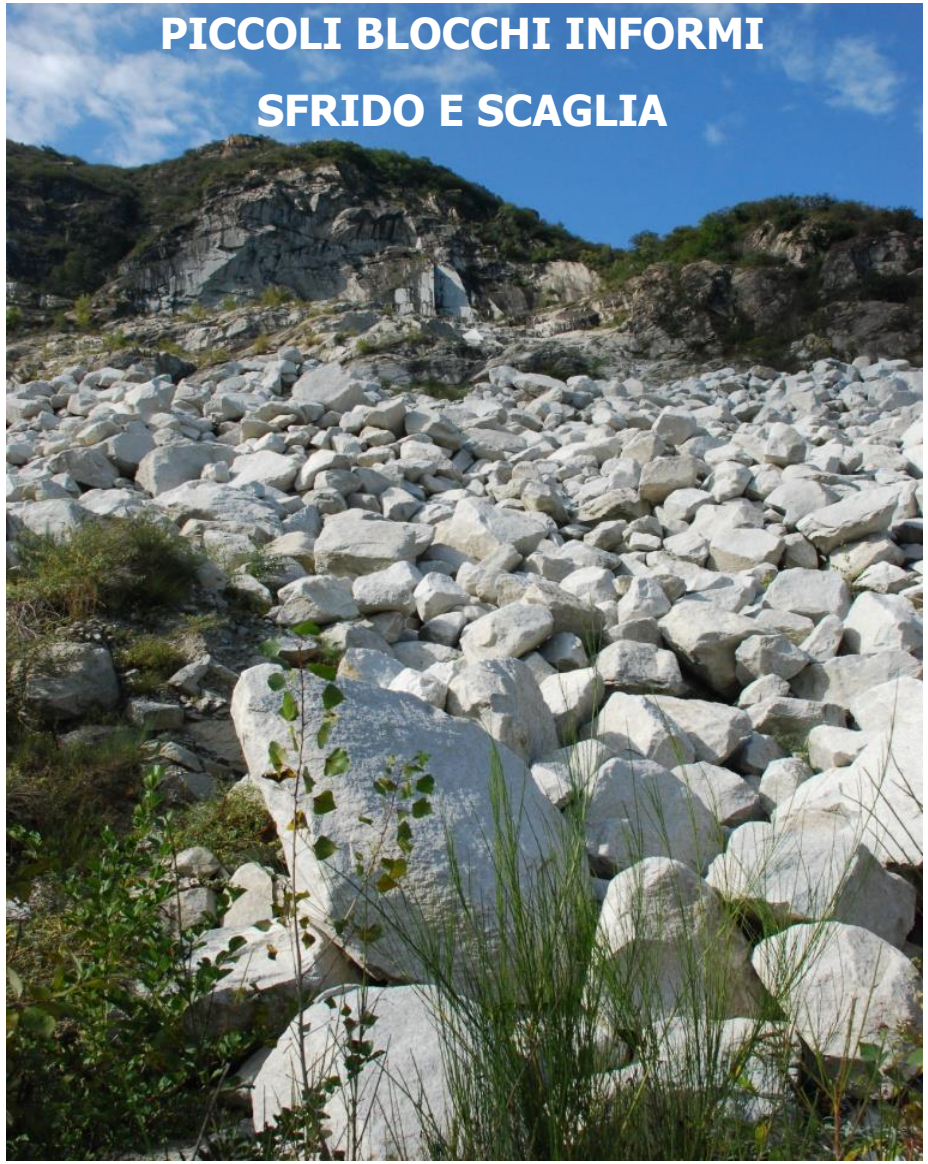
- Blocchi di 2° o 3° scelta
- Informi di grandi dimensioni
- Informi di piccolo volume
- Frammenti di piccola dimensione e scoperture

STABILIMENTO

- Croste terminali
- Frammenti di lastre rotte/ danneggiate/esteticamente scadenti
- Fanghi di segagione

AGGREGATI: produzione di materiale fine (coltivazione e trattamento)

ES. SFRUTTAMENTO SCARTI DI CAVA PIETRE ORNAMENTALI



1° STEP: QUANTIFICARE LE PROPRIETA' GEOLOGICO TECNICHE DEL MATERIALE

2° STEP: VALUTARE L'IDONEITA' DEI MATERIALI E DELLE SINGOLE CLASSI A SECONDA DELL'AMBITO D'IMPIEGO.

PIANIFICAZIONE PER SFRUTTAMENTO SOSTENIBILE E RESPONSABILE.

SUDDIVIDERE CUMULI PER:

1. BLOCCHI DI 2°-3° SCELTA
2. INFORMI DI GRANDI DIMENSIONI
3. PICCOLI BLOCCHI INFORMI
4. SFRIDO E SCAGLIA
5. TERRENO DI COPERTURA
6. FRAZIONE FINE

APPROVVIGIONAMENTO ECONOMICAMENTE E AMBIENTALMENTE SOSTENIBILE DI NUOVI PRODOTTI (CIRCULAR ECONOMY)

- **APPLICAZIONE DIRETTA NELLE AREE DI CAVA:** per rampe e strade interne, per riprofilatura dei pendii, etc.
- **APPLICAZIONE NEGLI AVVALLAMENTI DELLA COLTIVAZIONE:** per riempimenti di vuoti di cava (e/o di depression), per prevenire la stagnazione dell'acqua, per evitare la perdita di suolo (e di conseguenza per garantire la piantumazione in fase di recupero ambientale.

Le antiche terrazze caratteristiche delle passate opera di cava vanno preservate come beni culturali (archeologia industriale).

ECONOMIA CIRCOLARE APPLICATA ALL'INDUSTRIA ESTRATTIVA

POSSIBILITA' DI PRETRATTAMENTO DIRETTAMENTE IN CAVA

Il **RECUPERO SISTEMATIVO DEGLI SFRIDI DI CAVA** è essenziale per la gestione del cantiere di cava e per non obliterare il giacimento per coltivazioni future.

Piste d'arroccamento spesso realizzate su vecchie discariche di cava.

Problemi geotecnici ed ambientali in fase di realizzazione di discariche estrattive.

ECONOMIA CIRCOLARE APPLICATA ALL'INDUSTRIA ESTRATTIVA

SFRUTTAMENTO SFRIDI DI CAVA

FRANTUMAZIONE E CLASSIFICAZIONE.
APPLICAZIONI COME:

AGGREGATI: filler, sottofondi stradali, cls, ballast ferroviari, conglomerati bituminosi, etc.

CONCENTRATI MINERALI (eg. felsdpati da graniti; CaCo3 da Marmi e Calcari, quarzo da quarziti ornamentali, etc.)

CONSERVAZIONE RISORSE NATURALI

DISCARICHE VISTE COME NUOVI GIACIMENTI
TUTTI I MATERIALI CAVATI TROVANO NUOVA VITA COME NP, SRM, SOTTOPRODOTTI, ETC.

ECONOMIA CIRCOLARE APPLICATA ALL'INDUSTRIA ESTRATTIVA

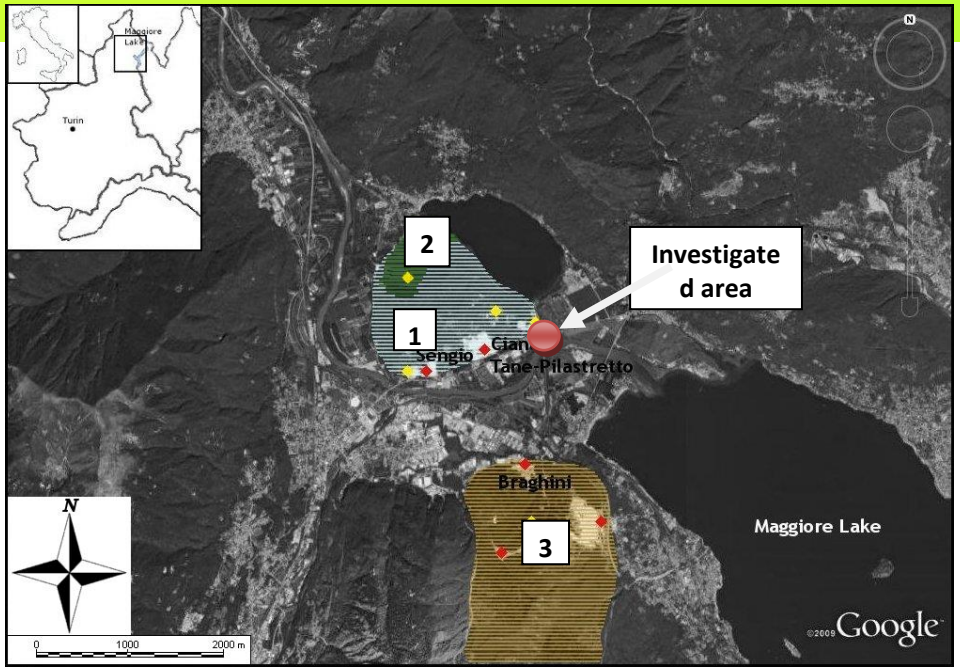
RAVANETI DI CARRATA: **80Mm3 (a discarica) + 3Mm3/y (scarti fluenti)**
PRODUZIONE DI AGGREGATI + POTENIALE FONTE DI FILLER PER INDUSTRIA DELLE VERNICI, DELLA PLASTICA, DELLA CARTA, ETC…

SFRUTTAMENTO SCARTI PORDIFI DEL TRENTINO (I.E. TOP CENTER PORFIDO)

SERIZZI E BEOLE (VCO): ca **1 Mt/y (valori non aggiornati)**
PRESENZA DI PICCOLI IMPIANTI PER LA PRODUZIONE DI AGGREGATI (I.E. COSTRUZIONE ALTA VELOCITA' AREA BIANDRATE)

Potenziale interesse per presenza REE

ECONOMIA CIRCOLARE APPLICATA ALL'INDUSTRIA ESTRATTIVA



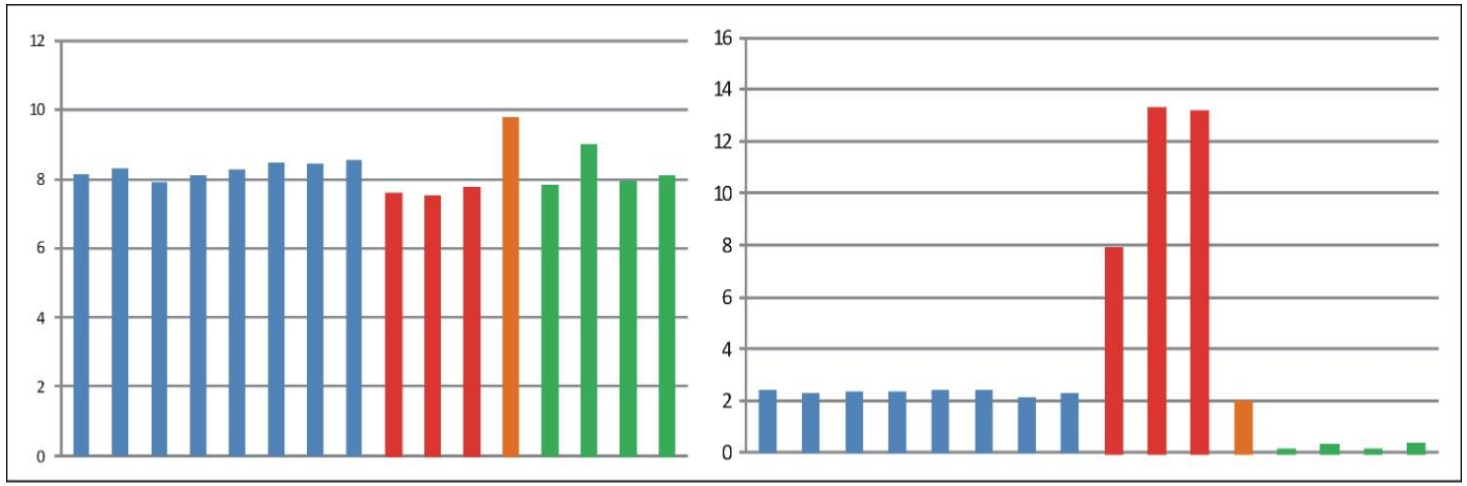
CONCENTRATI MINERALI: GRANITO DEI LAGHI

ALIMENTAZIONE: SCARTI DEL GRANITO → **MINERALI INDUSTRIALI (IMPIANTO ATTIVO DAL 1995)** → **PRODOTTI**

F60P: (INDUSTRIA CERAMICA)

SOTTOPRODOTTI

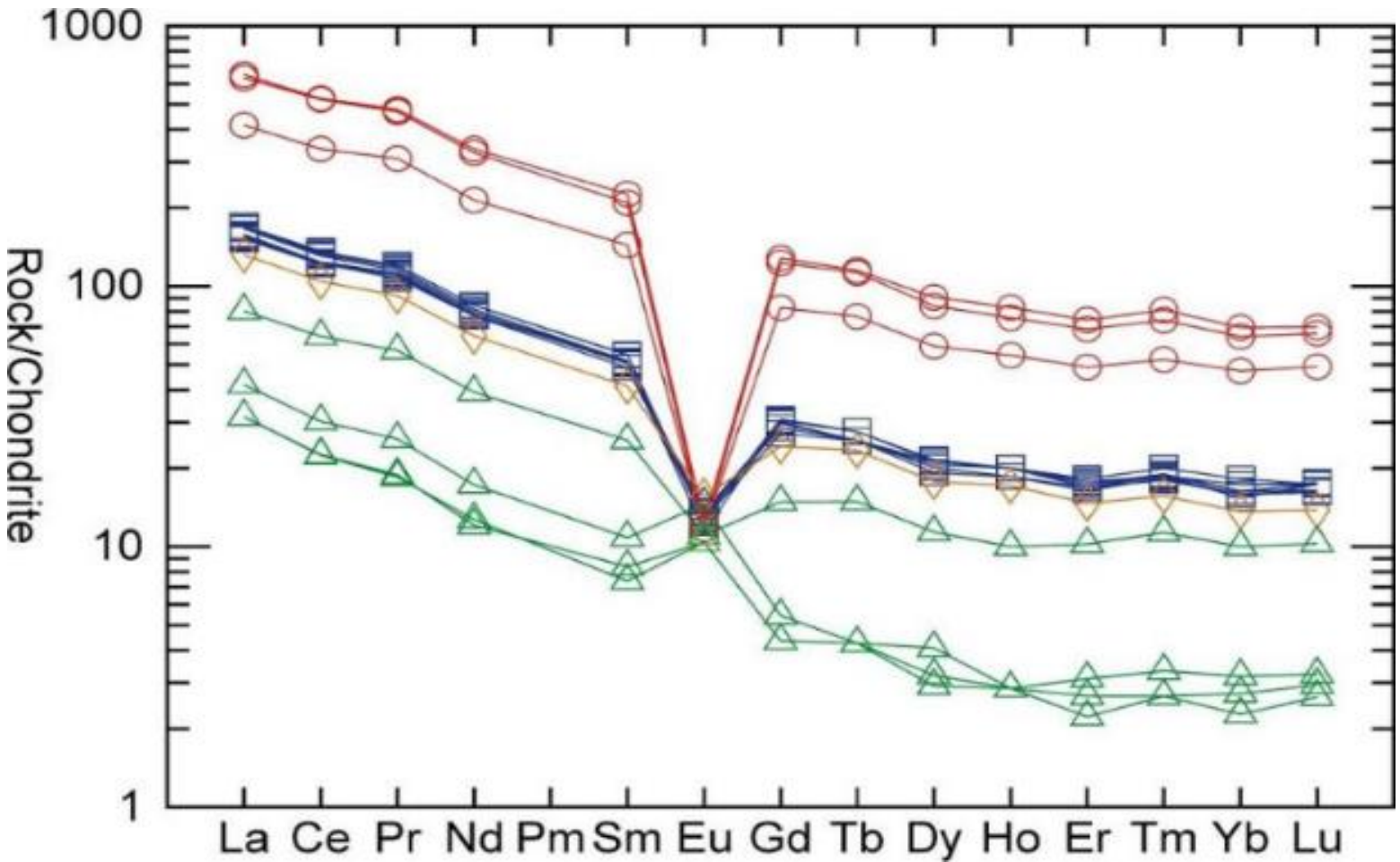
SNS, SNG, SF, SF100, SF200, Sabbie e Ghiaie



Concentrazione di alkali (sx) e di Fe_2O_3tot (destra) (valori in wt.%).
***waste rock**; **frazione magnetica impianti di trattamento**; **frazione amagnetica impianto di trattamento**, **alimentazione all'impianto**.*

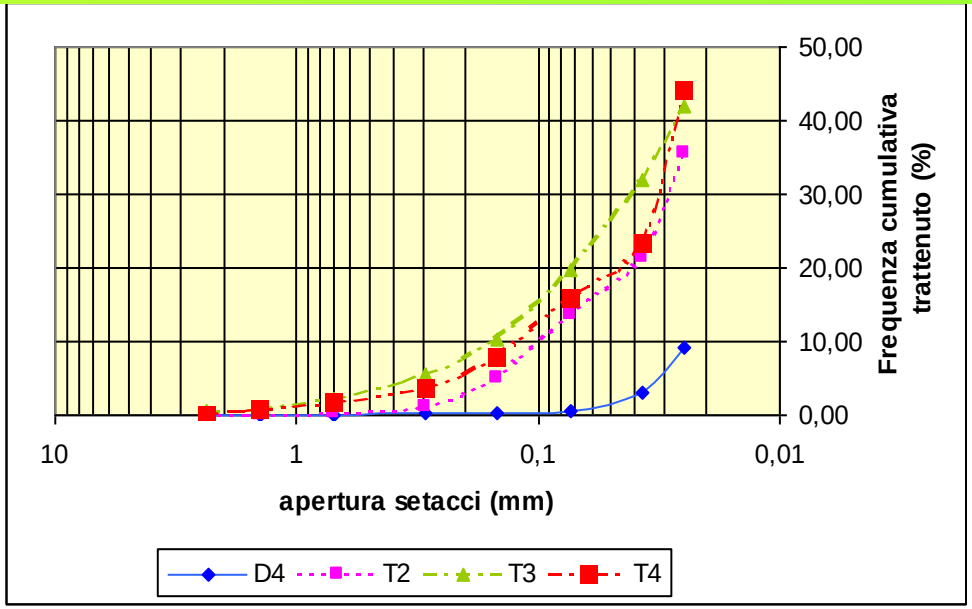
POTENZIALE ARRICCHIMENTO IN LREE (fino a 1000 volte in chondrite, i.e.) **NELLA FRAZIONE MAGNETICA IN USCITA DALL'IMPIANTO.**

La+Ce: concentrazione media compresa tra 164 ppm (waste rock) e 585 ppm (frazione magnetica), Arriccchimento in Y e Sc nella frazione magnetica



REE pattern per tutti I campioni normalizzati rispetto alla chondrite, scala logaritmica (chondrite values from Nakamura, 1974). ***waste rock***; ***frazione magnetica impianti di trattamento***; ***frazione amagnetica impianto di trattamento***, ***alimentazione all'impianto***.

ECONOMIA CIRCOLARE APPLICATA ALL'INDUSTRIA ESTRATTIVA



PROBLEMI RISCONTRATI

- **distribuzione granulometrica**
- **presenza metalli pesanti** (da torbida abrasiva o da utensili diamantati)
- **presenza TPH**

RECUPERI

- **sottofondo per discariche**
- **substrati rivegetabili**
- **Riutilizzo per impieghi in campo civile** (produzione di: manufatti decorativi e aggregati leggeri; filler per conglomerati bituminosi)
- SRM cementerie
- CLSM – control low strength material
- filler per intonaco

ECONOMIA CIRCOLARE APPLICATA ALL'INDUSTRIA ESTRATTIVA

RECUPERI PROMETTENTI

FEEDING THE SG PLATFORM

SMART GROUND

RMIS - JRC

Reports & Statistics

Data from landfill and waste characterization

Best practices to evaluate the screening methods to get the resource effective data collection from landfills

Bibliographic data (paper, technical report, statistics, etc…)

SMART GROUND DATABASE User Friendly Advanced Search & Retrieval

Thematic maps based on the characteristics of the site and the materials present in the landfill

Data from EU Open Database INSPIRE & ISO Compliant

Cartography-satellite imagery

Evaluation of SRM potentials, similarities/differences between the landfills and their potentials

RECUPERO DA DISCARICHE (INFO UTILI ANCHE PER RECUPERO CONTESTUALE SCARTI FLUENTI)

- **CONTESTO ESTRATTIVO**:
  - Localizzazione
  - Contesto geologico
  - Tipologia di giacimento
  - Informazioni sulla risorsa estratta (di 1 o 2 categoria)
  - Minerali associati/SRM/CRM
  - Storia (compagnie esercenti, prime tracce di attività estrattive, etc.)
  - Metodo di coltivazione (tecniche e tecnologie)
  - Trattamento
  - Categorie di scarti/rifiuti prodotti

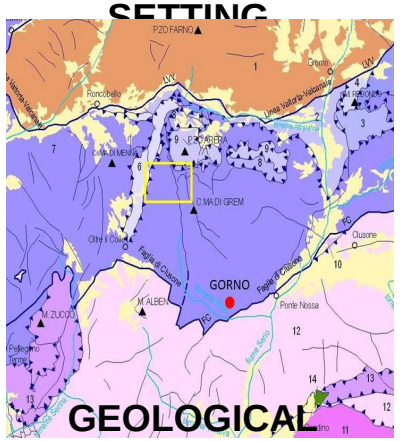
- **ESTENSIONE E PROFONDITA' DEL CORPO DI DISCARICA (PRODUZIONE SCARTI FLUENTI)**
- **STABILITA' GEOTECNICA DELLE DISCARICHE**
- **PRESENZA DI RIFIUTI PERICOLOSI**
- **POTENZIALI IMPATTI AMBIENTALI**

DEPOSTITS INVESTIGATION

GENERAL INFORMATION

CONSULTATION OF DATABASE

GEOGRAPHICAL SETTING



GEOLOGICAL SETTING

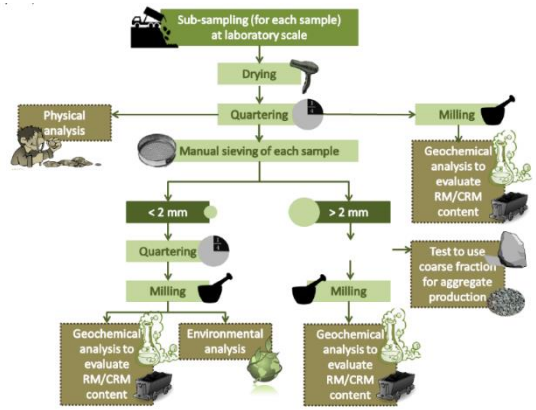
INFO ABOUT DEPOSIT (ESTENTION, VOLUME, CHARACTERISTICS). FIELD SURVEY AND LABORATORY ACTIVITY.

CORE DRILLING

GEOPHYSICAL

PHOTOGRAMMETRY

SAMPLING



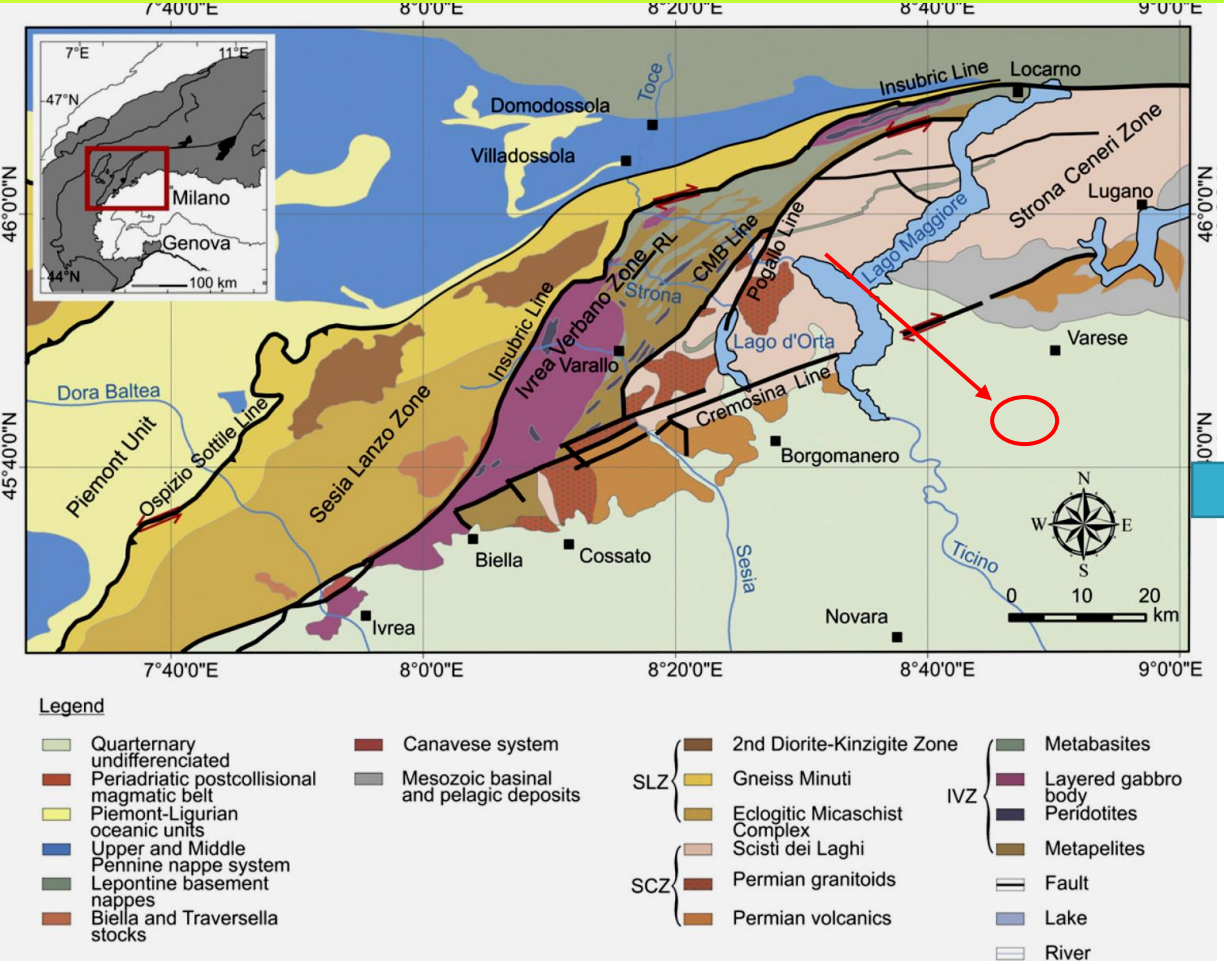
SAMPLE CHARACTERISATION

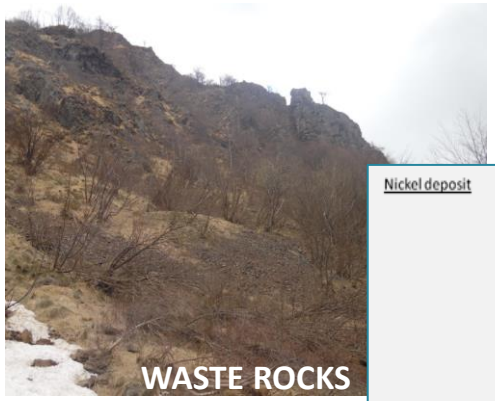
FUNDAMENTALE:

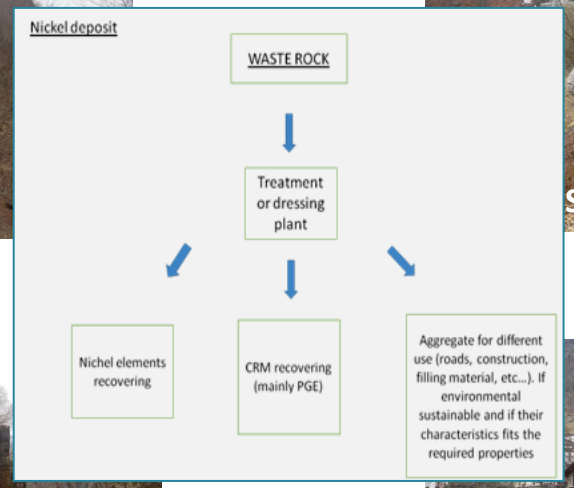
- RACCOGLIERE **INFORMAZIONI CIRCA L'AREA INVESTIGATA: CONTESTO GEOLOGICO, ATTIVITA' MINERARIE, LOGISTICA**, ETC.
- **FIELD INVESTIGATION** PER DETERMINARE ESTENSIONE DEL «GIACIMENTO», VOLUMI, CRITICITA', ETC…
- **CAMPIONAMENTO RAPPRESENTATIVO**
- **CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI CAMPIONATI** (RM/CRM/SRM, MATRICI AMBIENTALI, ETC.)

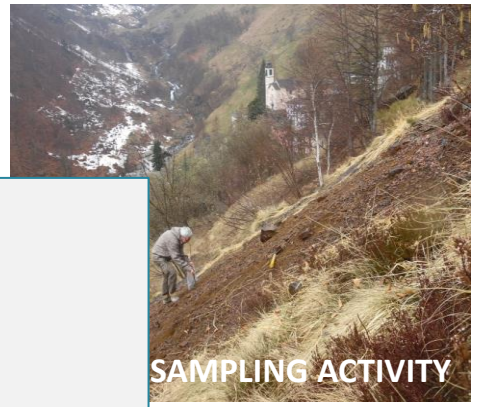
PhD Eng. Giovanna Antonella Dino – Earth Sciences Department– Università di Torino
Email. giovanna.dino@unito.it

LANDFILL MINING APPLICATO ALL'INDUSTRIA ESTRATTIVA: CAMPELLO MONTI







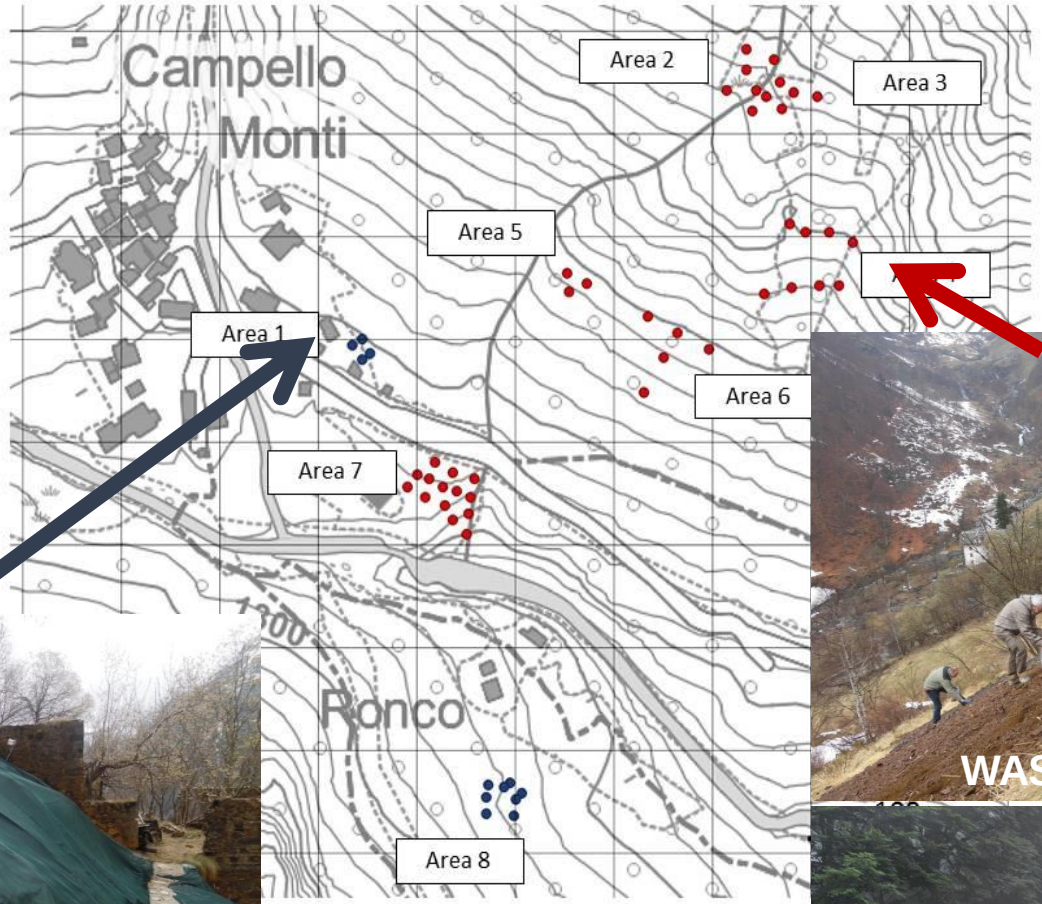


Le discariche minerarie di Campello Monti sono legati all'omonima miniera di Nichel, operativa dalla seconda metà dell'ottocento al 1945. Nell'area sono stati sfruttati i depositi di solfuridi Fe-Ni-Cu-(Co) presenti, dalla valle del Sesia alla valle dello Strona, per lo più legati a complessi ultramafici nella Zona Ivrea Verbano.

Questi giacimenti sono stati sfruttati per il nichel (grado medio: da 1-2 a 0,5% in peso di Ni), con una produzione stimata che probabilmente non ha mai superato le 50 tonnellate corte all'anno.

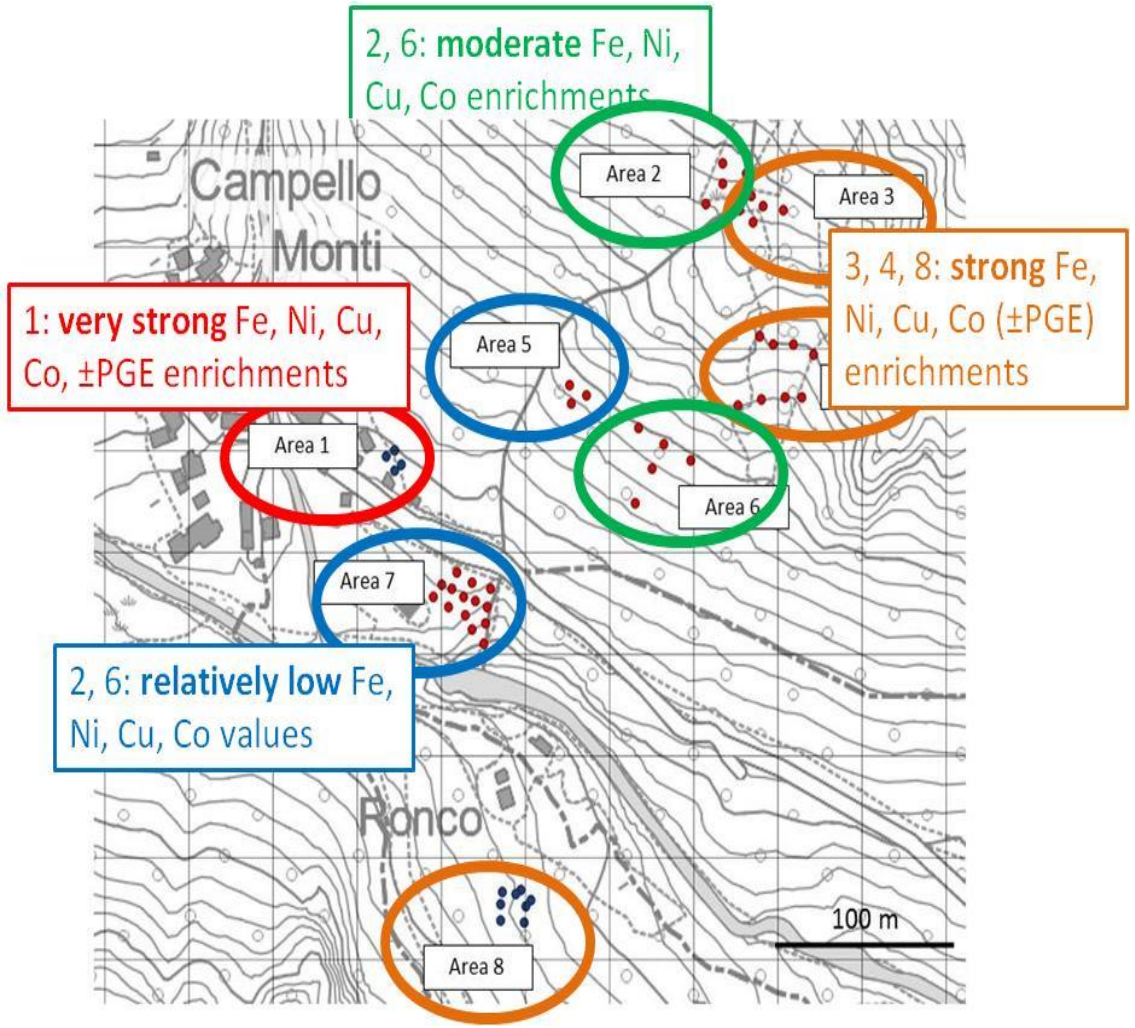
LANDFILL MINING APPLICATO ALL'INDUSTRIA ESTRATTIVA: CAMPELLO MONTI

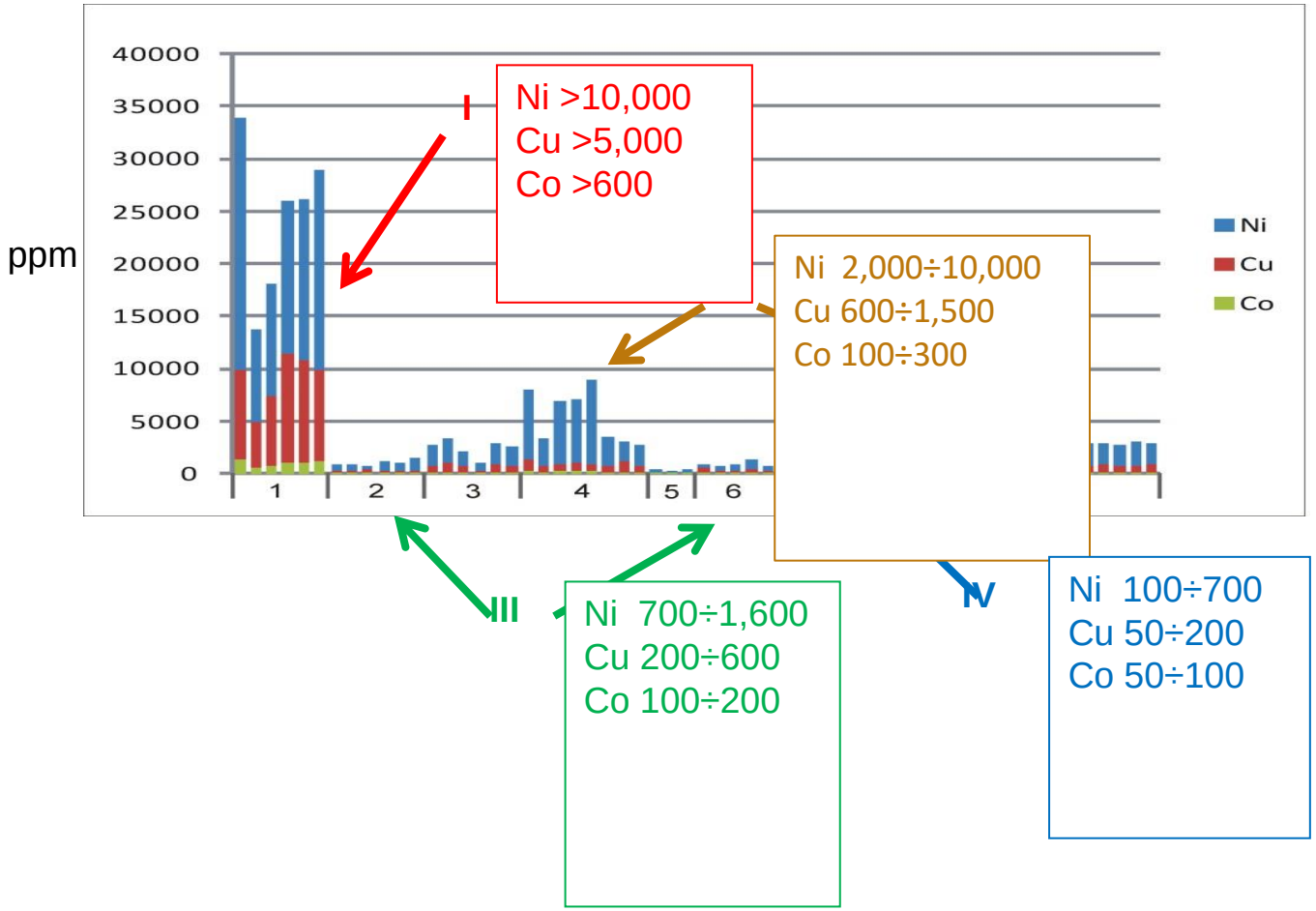
CAMPIONAMENTO DI WR (41 CAMPIONI) E OR (12 CAMPIONI



PhD Eng. Giovanna Antonella Dino – Earth Sciences Department– Università di Torino
Email. giovanna.dino@unito.it

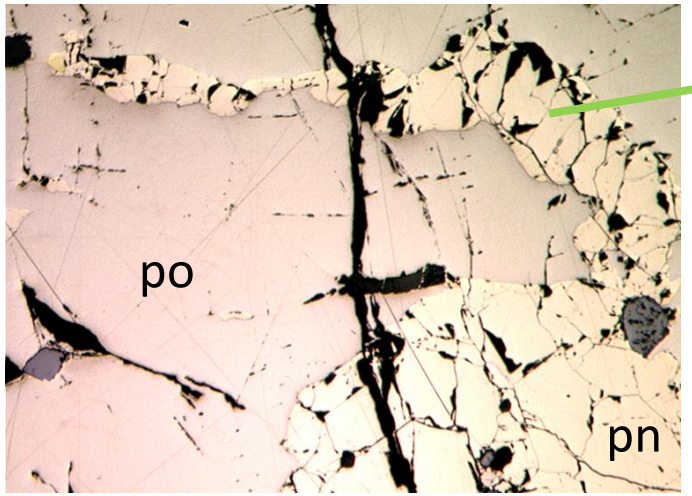
CARATTERIZZAZIONE GEOCHIMICA





PhD Eng. Giovanna Antonella Dino – Earth Sciences Department– Università di Torino
Email. giovanna.dino@unito.it

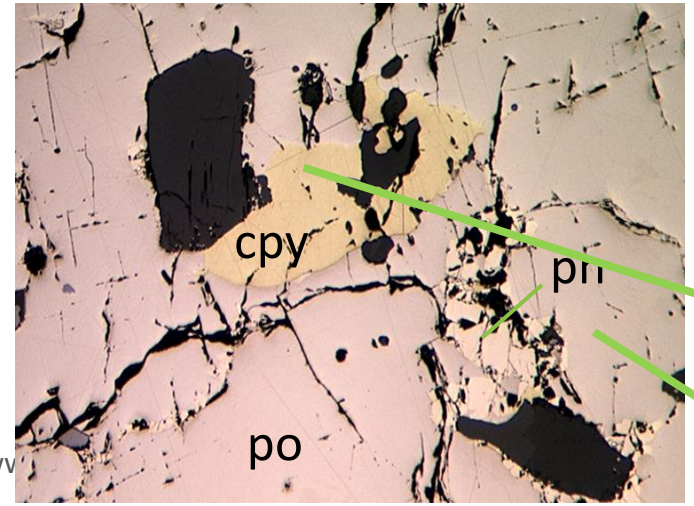
CARATTERIZZAZIONE MINERO-PETROGRAFICA



Ni è presente nella **pentlandite** $(Fe,Ni)_9S_8$ (contenuto in Ni ca 32.5-33.6 wt.% e fino a 1.4 wt% Co)

La pentlandite e la calcopirite sono presenti principalmente come grani elementi granulari (relativamente «grossolani»)

Opportuni per un'eventuale fase di trattamento

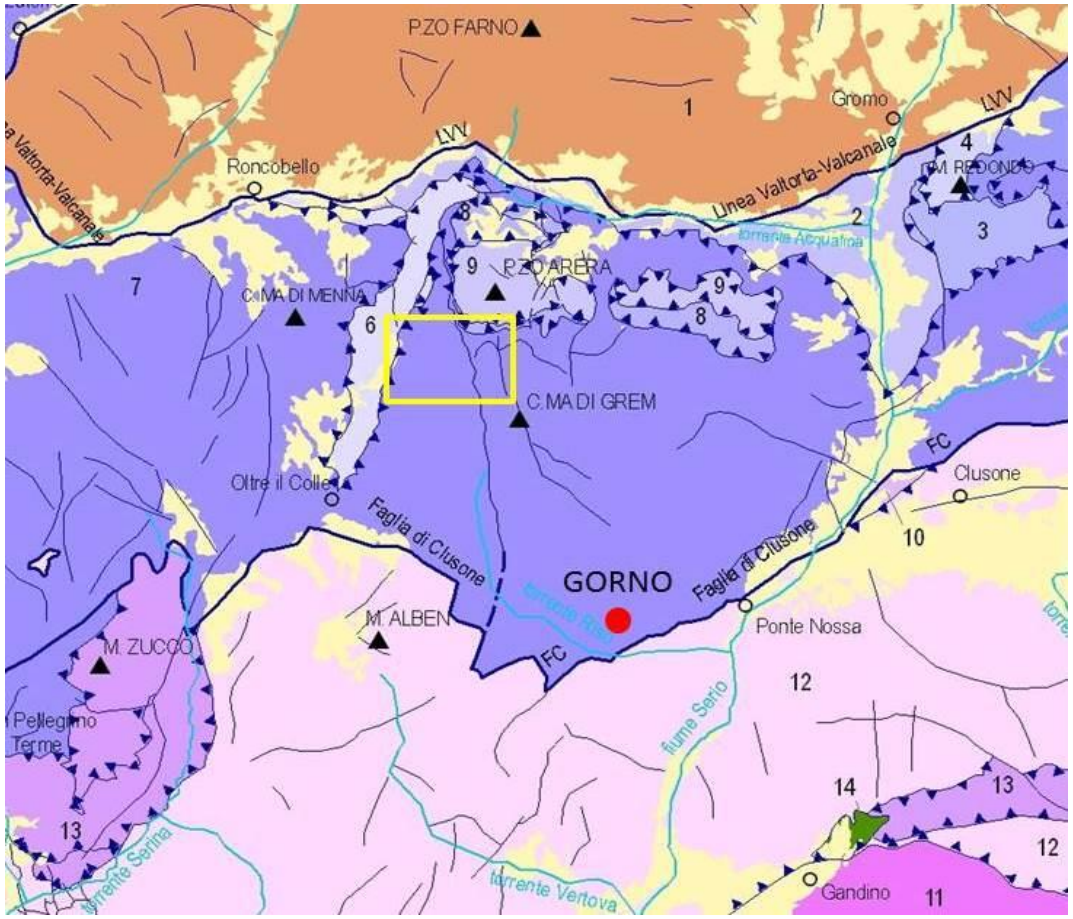


Cu è presente nella **chalcopyrite** $(CuFeS_2)$ ± cubanite $(CuFe_2S_3)$ (ca. 34.5 and 23.4 wt. % Cu, rispettivamente).

Fe presente nella pirottina $Fe_{1-x}S$ (minerale non sfruttabile per Fe)

LE CARATTERIZZAZIONI MINEROLOGICHE E PETROGRAFICHE SONO FONDAMENTALI PER VALUTARE SE (E COME) IL DEPOSITO ANTROPOGENO È VALIDABILE PER ESSERE SFRUTTATO

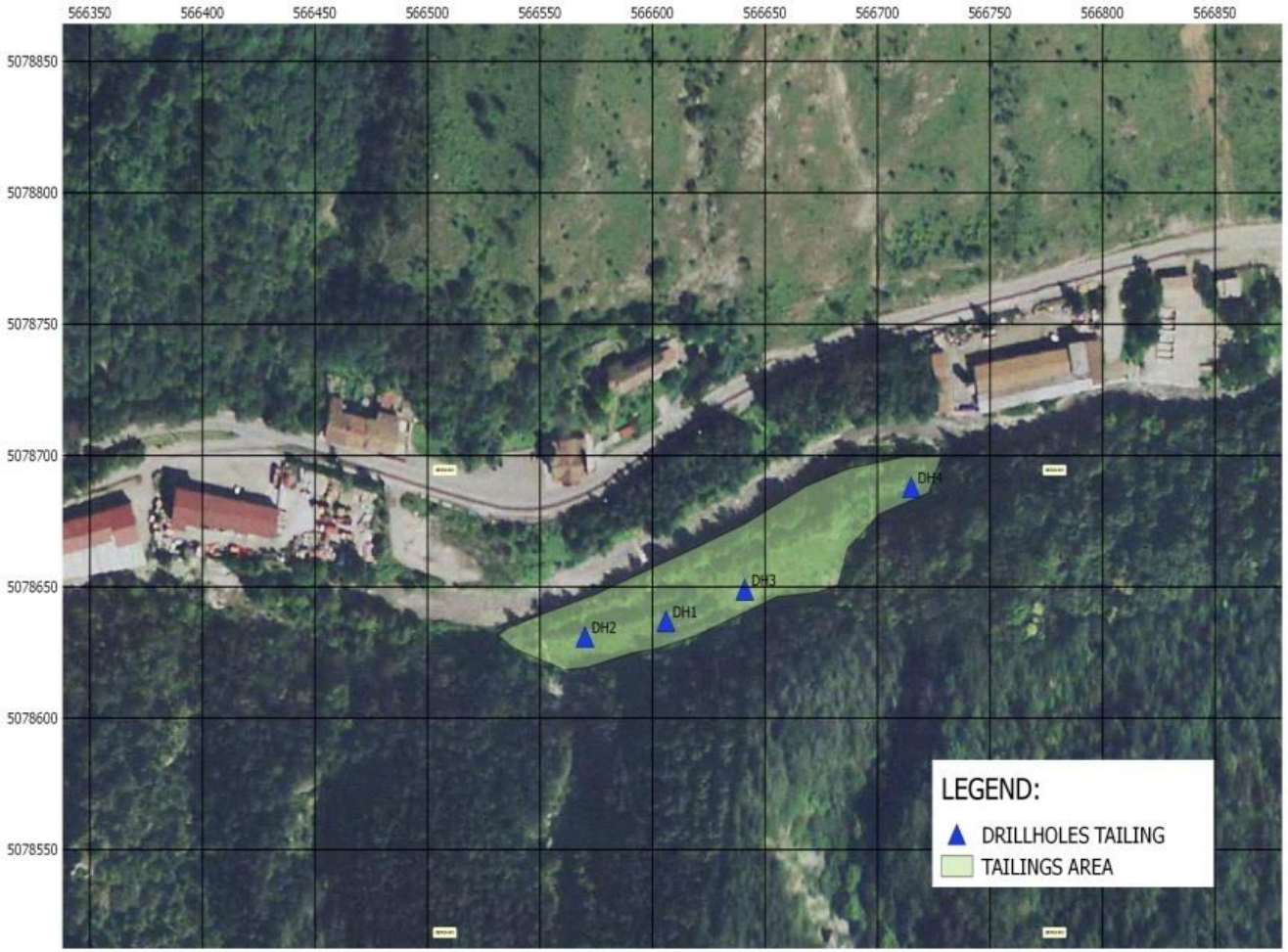
LANDFILL MINING APPLICATO ALL'INDUSTRIA ESTRATTIVA: GORNO



Il Distretto minerario di Gorno si trova nelle valli Seriana, Riso e Brembana (Lombardia, Nord Italia).Il Distretto di Gorno Zn-Pb (±Ag, fluorite e barite) appartiene ai depositi di minerali stratabound di Zinco-Piombo-Argento di Tipo Alpino (sottotipo dei depositi di tipo Mississipi Valley), associati alle serie carbonatiche del Triassico medio-superiore. La mineralizzazione avviene prevalentemente all'interno del "Metallifero" di età ladinica superiore –carnica inferiore .

La mineralizzazione primaria è composta principalmente da sfalerite (ZnS) e galena (PbS) (rapporto medio Zn/Pb = 5:1), ± pirite (FeS2), marcasite (FeS2), calcopirite (CuFeS2) e argentite (Ag2S). Una mineralizzazione secondaria è composta da prodotti di ossidazione della sfalerite, cioè Zn-carbonato e silicato. I minerali dominanti della ganga sono calcite, dolomite e quarzo (± ankerite).

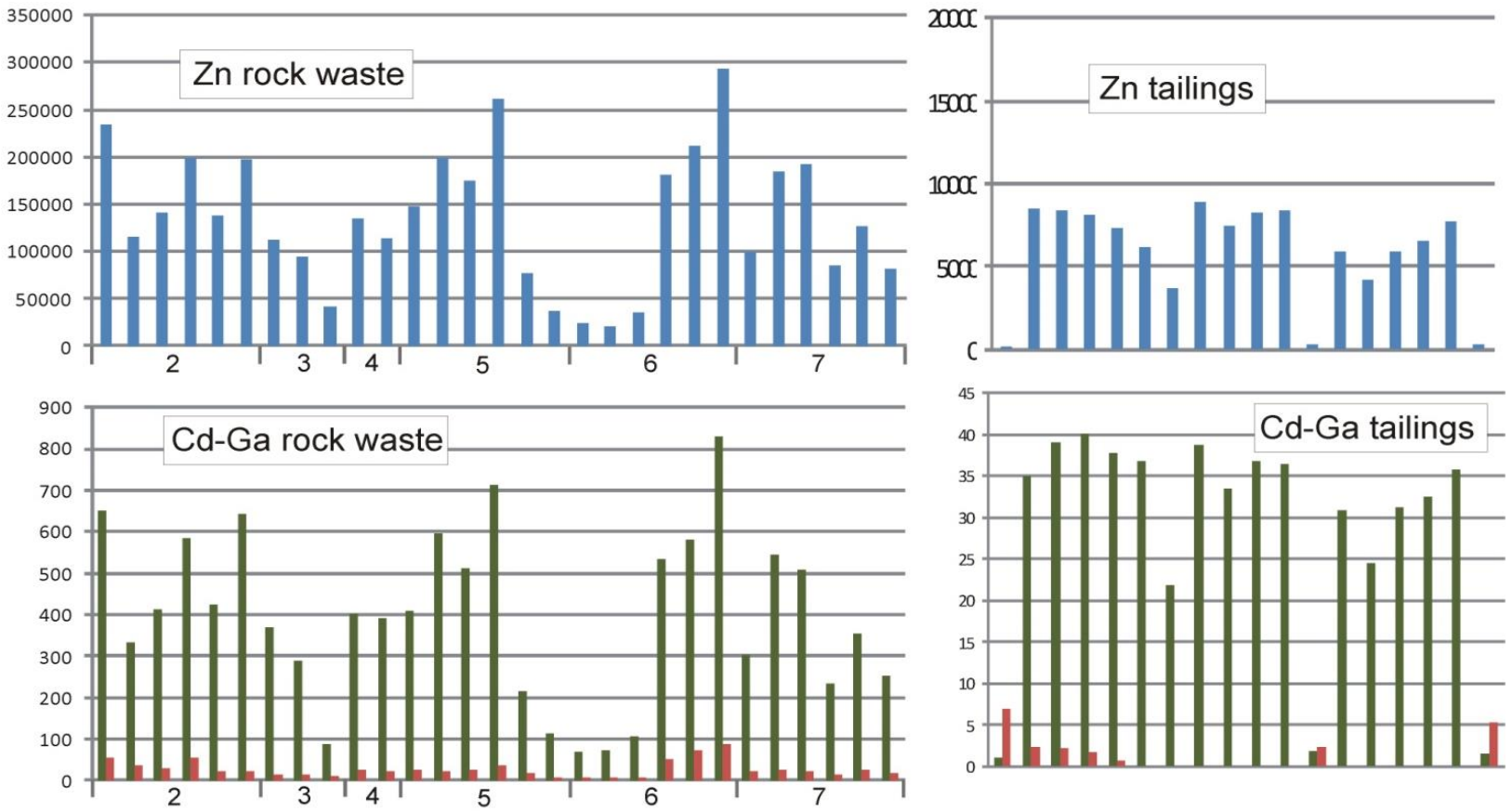
LANDFILL MINING APPLICATO ALL'INDUSTRIA ESTRATTIVA: GORNO



Localizzazione dei punti di campionamento aree di discarica estrattiva (zona Arera) nell'area di Gorno(sx), e dell'area 1 relative ai tailings (dx). 30 campioni di WR + 18 campioni di tailings relatvi a 4 diversi punti di campionamento.

PhD Eng. Giovanna Antonella Dino – Earth Sciences Department– Università di Torino
Email. giovanna.dino@unito.it

GEOCHEMICAL CHARACTERIZATION



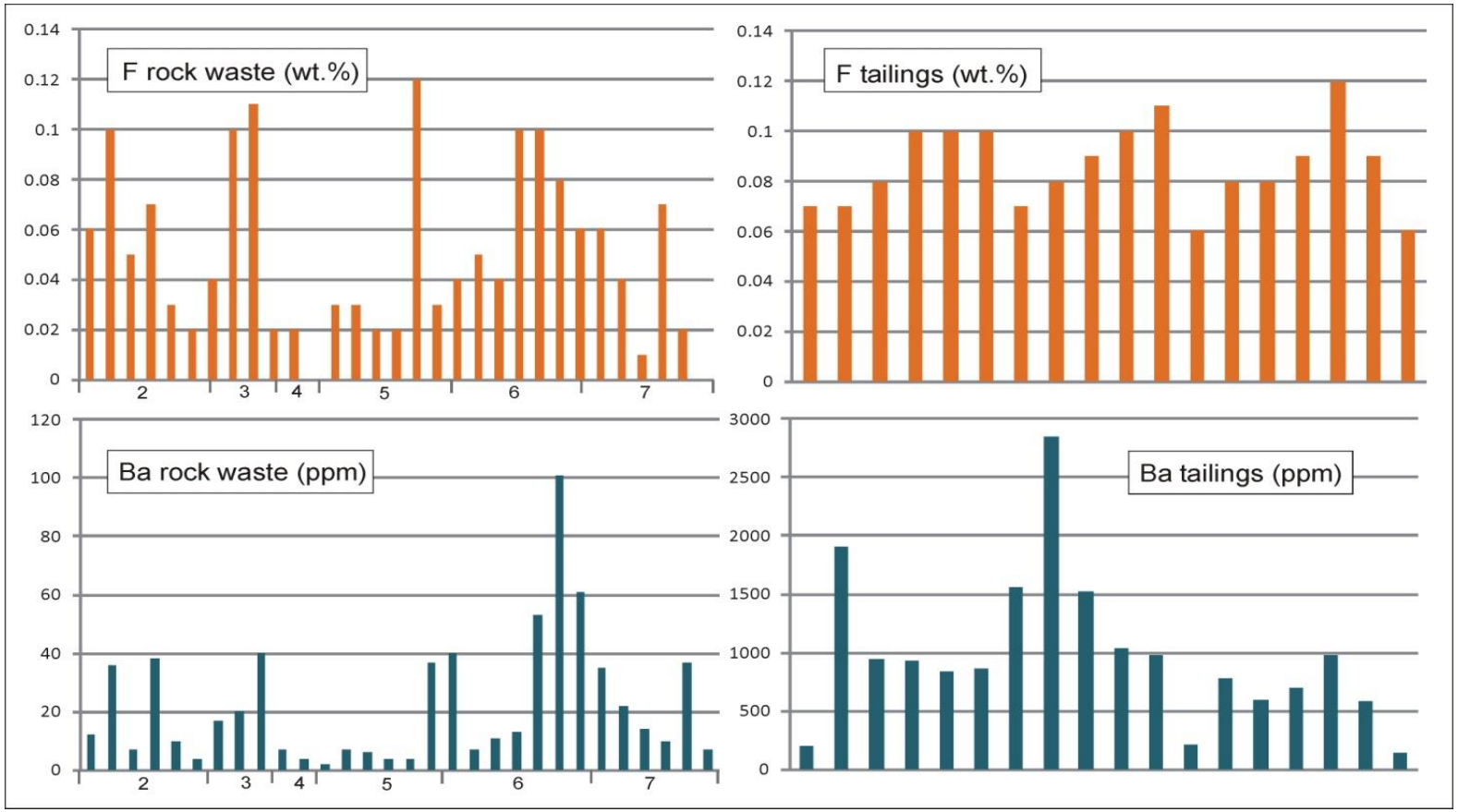
I **WR** sono caratterizzati da:

- **Elevato contenuto in Zn** (8.07 to 29.4 wt.% Zn);
- **Relativamente elevato contenuto in Cd** (69.2 - 830 ppm), **basso-moderato in Ga** (6.0 – 88.6 ppm);
- **Molto basso ccontenuto in Ge e In e basso in Pb e Ag** (non presenti in figura).

I **tailings** invece mostrano:

- Un **contenuto inferiore** in **Zn** (190 – 8950 ppm), **Cd** (1.1 – 39.1 ppm) e **Ga** (<0.1 – 7.0 ppm);
- Un contenuto in Pb molto più alto che nei WR, ma relativamente basso in ottica di sfruttamento (38.7 – 2170 ppm).

PhD Eng. Giovanna Antonella Dino – Earth Sciences Department– Università di Torino
Email. giovanna.dino@unito.it



Considerando **fluorite** e **barite**, la loro abbondanza relativa può essere dedotta dalle analisi F e Ba.
Il contenuto di **fluoro** è moderatamente alto (0,01 – 0,12% in peso) e non si osserva alcun frazionamento tra **WR** e **tailings**.
Al contrario, il contenuto di **bario** è basso nelle WR (4 – 101 ppm) e fortemente arricchito nei **tailings** (138 – 2850 ppm).

PhD Eng. Giovanna Antonella Dino – Earth Sciences Department– Università di Torino
Email. giovanna.dino@unito.it

CARATTERIZZAZIONE MINERO-PETROGRAFICA

- **La mineralizzazione è principalemente associata alla dolomia**
- **Si evidenziano due tipi di mineralizzazione a Zn**:

DI FORTE INTERESSE PER SFRUTTAMENTO MINERARIO

Sfalerite (ZnS)

"*calamine ore*": mix di *hemimorphite* $Zn_4(Si_2O_7)(OH)_2 \cdot H_2O$ + *smithsonite* $ZnCO_3$

PhD Eng. Giovanna Antonella Dino – Earth Sciences Department– Università di Torino
Email. giovanna.dino@unito.it

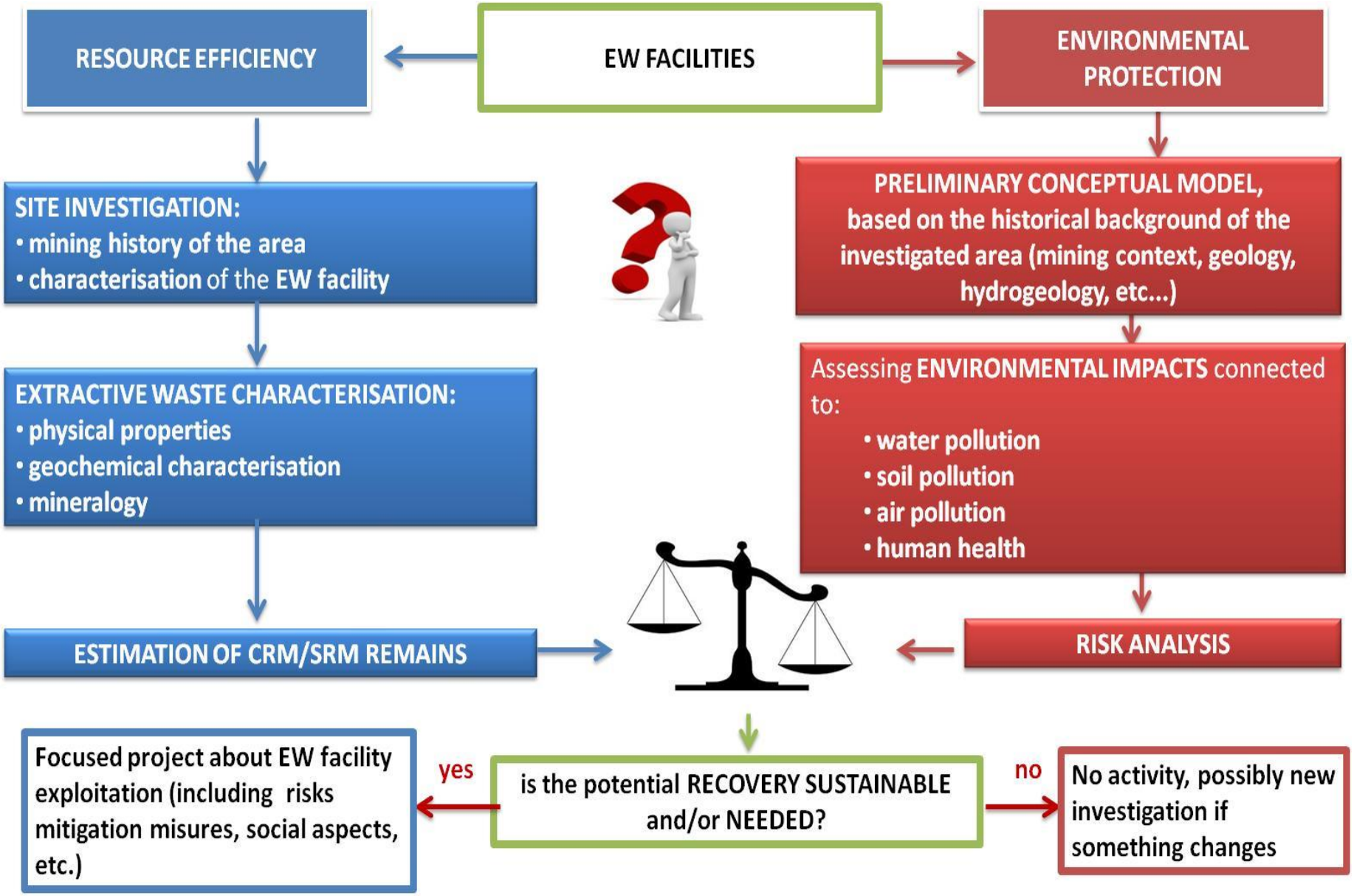
LANDFILL MINING APPLICATO ALL'INDUSTRIA ESTRATTIVA: GORNO+CAMPELLO MONTI

	Campello Monti		Gorno	
Waste typology	*Waste Rocks*	*Operating Residues*	*Waste Rocks*	*Tailings*
Commodity avarege content arising from geochemical analysis	Ni, Cu, Co for areas 2-7	Ni, Cu, Co for for areas 1 and 8	Zn, Cd, Ga for areas 2-7	Baryte and Pb for area 1
Bulk density	2,235 kg/m^3	1,783 kg/m^3	1,334 kg/m^3	1,810 kg/m^3
Total estimated volume for indicated resources	31.484 m^3		33.914 m^3	23.400 m^3
Total estimated volume for inferred resources	52.512 m^3		249.477 m^3	53.460 m^3

PhD Eng. Giovanna Antonella Dino – Earth Sciences Department– Università di Torino
Email. giovanna.dino@unito.it

LANDFILL MINING APPLICATO ALL'INDUSTRIA ESTRATTIVA: GORNO+CAMPELLO MONTI

Resource Type		Commodity	Commodity mass [kg]	Commodity in-situ value [€]*
Indicated resources	*Campello Monti (WR and OR)*	Ni	161.576	1.502.344
		Cu	40.498	218.485
		Co	8.817	460.954
	Gorno (WR)	Zn	5.271.000	13.388.757
		Cd	15.416	18.654
		Ga	1.125	132.754
	Gorno (tailings)	Baryte	24.904	≥1.992
		Pb	59.931	127.773
Inferred resources	*Campello Monti (WR and OR)*	Ni	281.478	2.617.200
		Cu	69.407	374.443
		Co	14.924	780.244
	Gorno (WR)	Zn	24.766.000	62.912.767
		Cd	73.043	88.382
		Ga	4.479	528.572
	Gorno (tailings)	Baryte	56.896	≥4.552
		Pb	136.919	291.911



REEP APPROACH

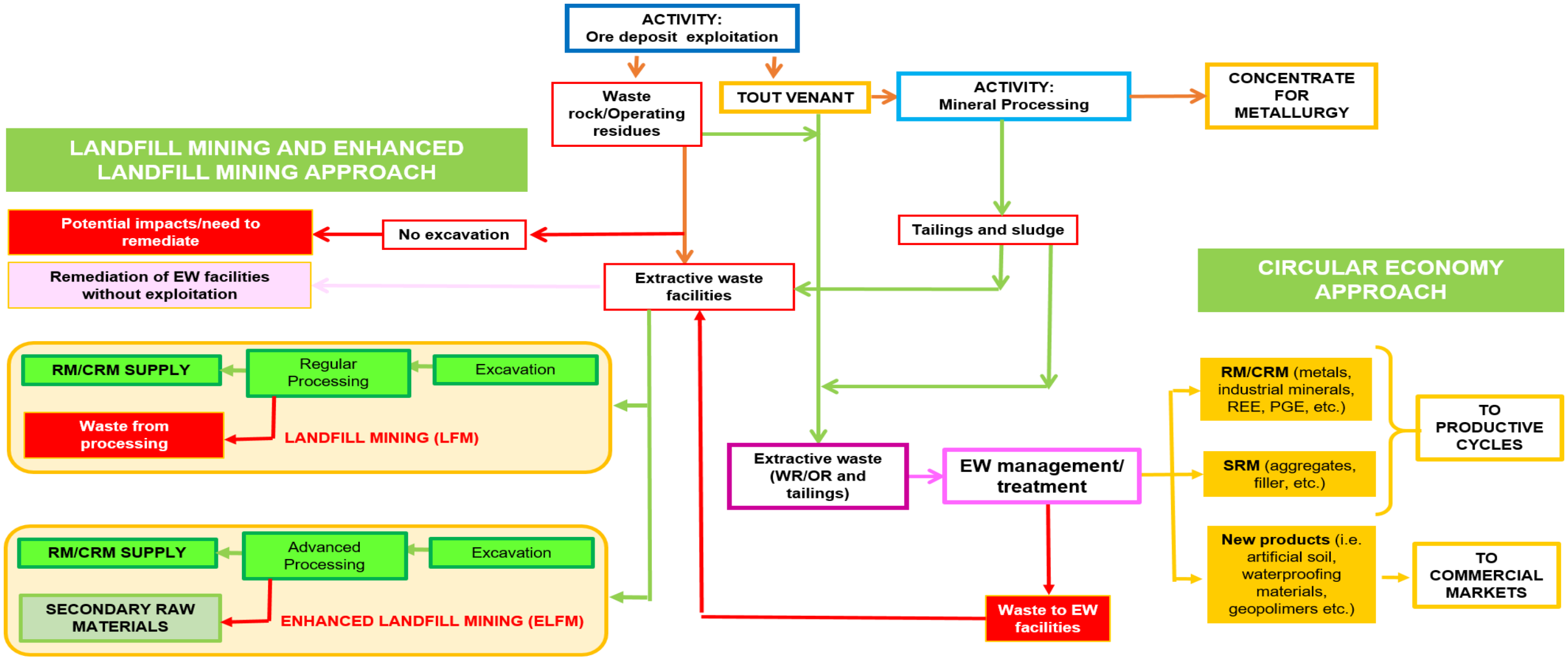
LANDFILL MINING APPLICATO ALL'INDUSTRIA ESTRATTIVA: ALTRI POTENZIALI SITI

EVIDENZE DI CRM NEI WR/OR/TAILINGS

- **REE PRESENTE NELLA GANGA CALCITICA ASSOCIATA AL DEPOSITO FLUORITICO DI SILIUS** (SARDINIA)
- **REE PRESENTE NEGLI GNEISS CAOLINIZZATI ASSOCIATI ALLE QUARZITI DEL MONTE BRACCO QUARRY AREA**
- **REE ASSOCIATA ALLA MONAZITE PRESENTE IN SERIZZI E BEOLE DEL VCO**

PhD Eng. Giovanna Antonella Dino – Earth Sciences Department – Università di Torino
Email. giovanna.dino@unito.it

SUSTINABLE (RESPONSIBLE) MINING



PhD Eng. Giovanna Antonella Dino – Earth Sciences Department– Università di Torino
Email. giovanna.dino@unito.it

RIASSUMENDO… COSA SI PUO' FARE PER EFFICIENTARE IL RECUPERO DEGLI SCARTI ESTRATTIVI?

➔ **effettuare** una **corretta programmazione** e **progettazione** della **coltivazione**, volta a **ridurre la produzione di rifiuti**, sulla base di una **prospezione** mirata;

➔ adottare **procedure amministrative mirate** che facilitino la gestione e il recupero dei rifiuti;

➔ assicurare una **parziale riduzione**, imposta dalla Pubblica Amministrazione, dello **sfruttamento delle risorse primarie**, soprattutto nel caso in cui possano essere sostituite da materiale riciclato;

➔ sviluppare una **rete di impianti di riciclo**, la cui localizzazione andrebbe studiata in funzione della viabilità, della posizione dei bacini estrattivi e delle principali destinazioni (es. Grandi Opere Pubbliche);

➔ garantire **condizioni di mercato favorevoli** per la vendibilità dei prodotti riciclati: listino regionale di materiale alternativo (***green public procurement***);

➔ sviluppare una **campagna di informazione** per i cittadini e le imprese, al fine di stimolare la sensibilizzazione sulla tutela dell'ambiente, la salvaguardia del territorio e il riutilizzo razionale di questi materiali riciclati;

➔ **linee guida regionali** per la gestione degli scarti estrattivi

La **complessità nella gestione dei sottoprodotti minerari** richiede **figure formate** in grado di **coordinare** le diverse **fasi** per **efficientare il recupero degli scarti/rifiuti estrattivi** (dalla coltivazione, al trattamento alla commercializzazione dei prodotti).

CONSIDERAZIONI FINALI: SOSTENIBILITA' E MATERIE PRIME

Un cambio di passo nella **CORRETTA GESTIONE DEGLI SCARTI/RIFIUTI ESTRATTIVI** è essenziale: le attività di estrazione e lavorazione devono essere modificate, focalizzando su **PROCEDURE CHE ASSUCURINO LA SALVAGUARDIA DELL'AMBIENTE** ed allo stesso tempo garantiscano il **RECUPERO DI PRODOTTI RICICLATI E SOTTOPRODOTTI** (o di **MATERIE PRIME SECONDE O MATERIE PRIME ASSOCIATE** da inviare a diversi cicli produttivi).

L'industria estrattiva per garantire questo cambio di passo deve **ADOTTARE ADEGUATE TECNOLOGIE** (frantumatori, vagli, separatori magnetici, etc..) per garantire le **OPPORTUNE CARATTERISTICHE AI PRODOTTI RICICLATI IN USCITA**

CERTIFICAZIONE dei prodotti **(CE MARKING)** e **CONTROLLO DELLA PRODUZIONE** sono alla base di un **RECUPERO "SOSTENIBILE"** (**economicamente**, **ambientalmente**, **socialmente**) degli scarti/rifiuti estrattivi.

Una gestione più **RESPONSABILE** e **SOSTENIBILE** dell'attività ha un impatto su:

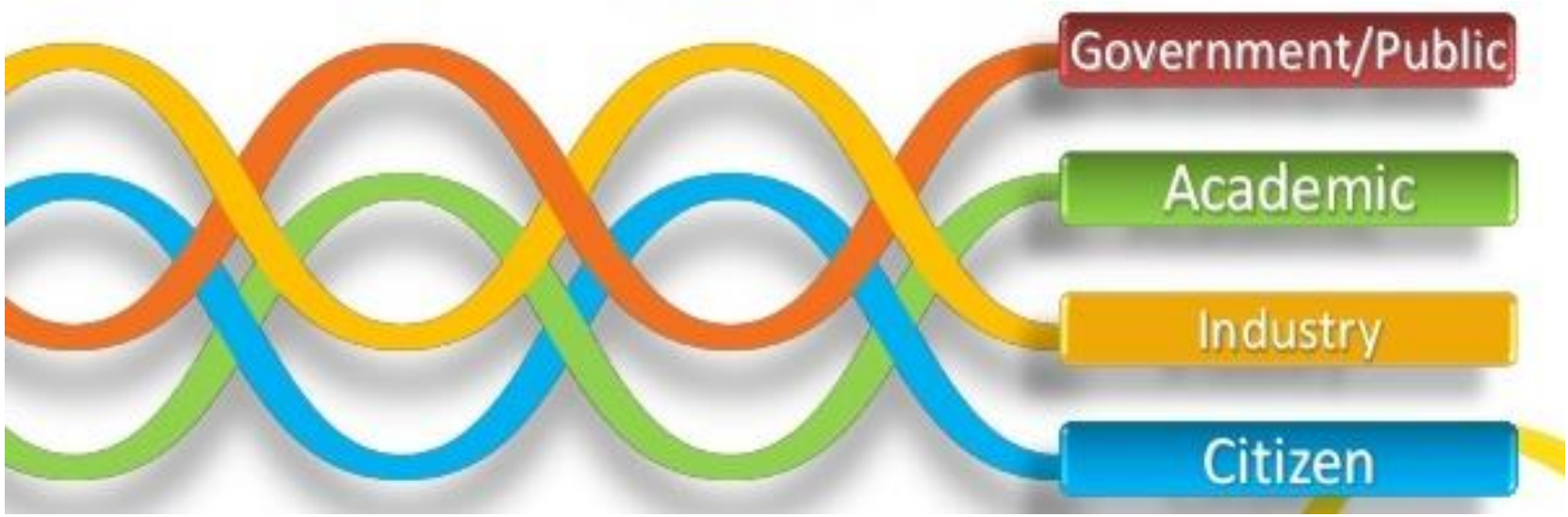
1) INDUSTRIE MINERARIE E DI CAVA, che vedranno un decremento dei costi dovuti alla gestione degli scarti/rifiuti ed un incremento dei guadagni relativi alla produzione di SRM, sottoprodotti, prodotti associati, nuovi prodotti**;**

2) PUBBLICHE AMMINISTRAZIONI, che si avvantaggeranno della presenza di materiale integrativo (da riciclo) per l'approvvigionamento e la programmazione nell'estrazione di materie prime

3) CITTADINI che avranno vantaggi legati ai minori impatti ambientali, alla fruibilità di spazi prima occupati da discariche, etc..

INNOVAZIONE: QUADRUPLA ELICA

- **GOVERNO/PA, ENTI DI RICERCA, INDUSTRIE E CITTADINI** collaborano insieme per garantire cambiamenti strutturali condivisi e che vanno oltre gli interessi dei singoli
- Coinvolgere tutti gli **STAKEHOLDERS** nell'impostazione a **QUADRUPLA ELICA** al fine di innovare e sperimentare "**NEL MONDO REALE**", e valutare se e dove sussistono **CRITICITÀ**.



…..CONCLUDENDO

SOSTENIBILITA' e MATERIE PRIME:

- **GESTIONE SOSTENIBILE E RESPONSABILE** dei rifiuti/scarti prodotti (fluenti o da discariche estrattive storiche): **CIRCULAR ECONOMY/LANDFILL MINING**

- **PIANIFICAZIONE** nell'utliizzo di **RISORSE ALTERNATIVE** e nel reperimento di **RM/CRM «DOMESTICI»** (da giacimenti naturali e da discariche – estrattive, municipali, industriali): **RESOURCE PRESERVATION**

- **MA ANCHE….**

- **VALORIZZAZIONE SITI ESTRATTIVI STORICI** (di cava e di miniera) e delle **PIETRE ORNAMENTALI** ad elevato valore culturale: **GEOHERITAGE** and **HERITAGE STONES**

PhD Eng. Giovanna Antonella Dino – Earth Sciences Department– Università di Torino
Email. giovanna.dino@unito.it

“FIND A WAY TO LEAVE THIS WORLD A LITTLE BETTER THAN YOU'VE FOUND IT”
(Lord Powell)