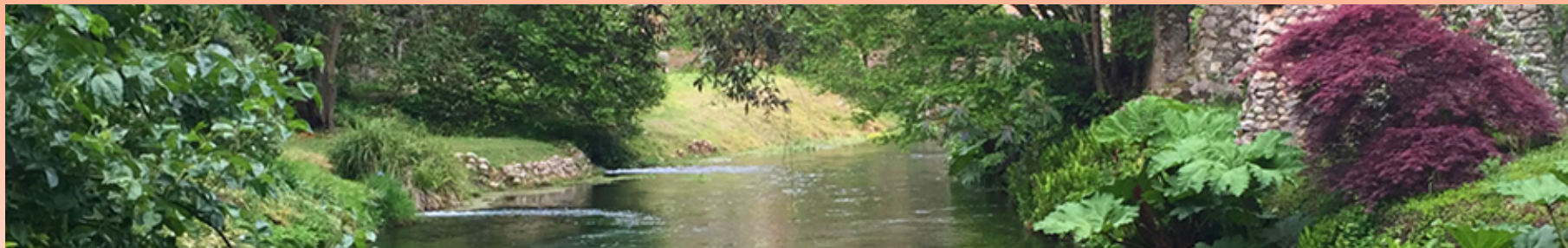




MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE



WORKSHOP:

**BEST PRACTICE PER LA GESTIONE DELLE RISORSE IDRICHE E LA TUTELA DELL'AMBIENTE MARINO:
IL CONTRIBUTO DEI PROGETTI LIFE**

20 OTTOBRE 2015

PADIGLIONE EXPO VENEZIA, SALA CONFERENZE

VIA GALILEO FERRARIS, 5

VENEZIA

**PROGETTO SEDI.PORT.SIL. TRATTAMENTO FANGHI DI DRAGAGGIO CON RECUPERO
DEL SILICIO: PRESENTAZIONE DEI RISULTATI DELLA SPERIMENTAZIONE**

PROJECT LEADER: DR. BERTONI ALESSANDRO

RELATORI: DR. CATTAROSS LUCA ING. PONTIN MARCO T-ZERO SRL



Beneficiario coordinatore:

T-Zero S.r.l.

Beneficiari associati:

1. Università di Ferrara – Dipartimento di Scienze della Terra
2. Università di Bologna – Dipartimento di Ingegneria delle Costruzioni Meccaniche, Nucleari, Aeronautiche e di Metallurgia (DIEM)
3. ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
4. Ente di Gestione per i Parchi e la Biodiversità Delta del Po
5. GeoEcoMar – Istituto Nazionale Rumeno di Geologia marina e Geo-ecologia (Romania)
6. DIEMME Enologia S.p.A.

Co-finanziatore

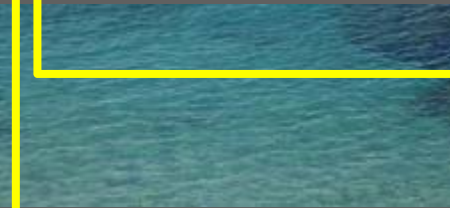
Autorità Portuale di Ravenna



L'idea di progetto....

SEDI.PORT.SIL.

With the contribution of the LIFE
financial instrument of the
European Community





La sperimentazione...

Campionamento in Febbraio 2011



RED (15 m³)

Sedimenti molto inquinati

(valori eccedenti la Tab. 1, col B, part V, Dlgs 152/06)

YELLOW (15 m³)

Sedimenti mediamente inquinati

(valori compresi tra Tab 1 col .A and B, part V, Dlgs 152/06)

GREEN (15 m³)

Sedimenti non contaminati

(valori al di sotto della Tab. 1, co. A, part V, Dlgs 152/06)





Pre-caratterizzazione : Risultati

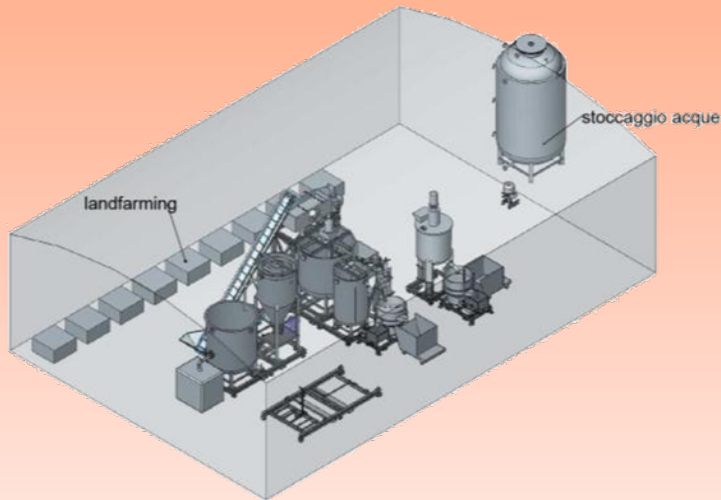
→ 3 tests per 3 repliche: 9 campioni

Escludendo tutti i parametri non rilevabili (inferiore a 1/10 del limite di riferimento), la tabella mostra il rapporto tra i risultati delle analisi (valore medio) ed il rispettivo limite, con riferimento alla tabella 1, colonna A (uso ricreativo) e B (uso industriale) del DLgs 152/06. Valori in **Rosso (> 1)** indicano superamenti. In particolare, i sedimenti presentano:

- Significante eterogeneità granulometrica:
 - RED: dal 40 al 55% di sabbia e dal 44 al 60% di limo e argilla
 - YELLOW: dal 23 al 26% di sabbia e dal 74 al 77% di limo e argilla
 - GREEN: dal 35 al 50% di sabbia e dal 50 al 65% di limo e argilla
- Una significativa percentuale di Si (~30%), confermato dalle analisi mineralogiche
- Un differente livello di contaminazione, dovuta principalmente alla presenza di idrocarburi (C>12), confermando i 3 test necessari alla fase sperimentale;
- Nessuna contaminazione microbiologica
- Moderati effetti ecotossicologici

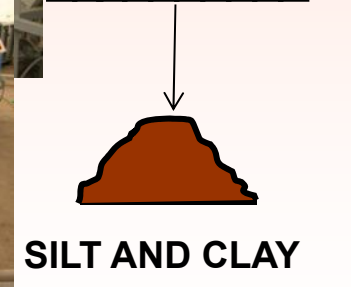
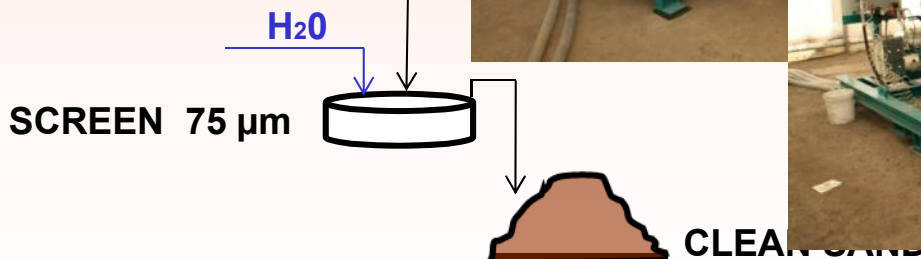
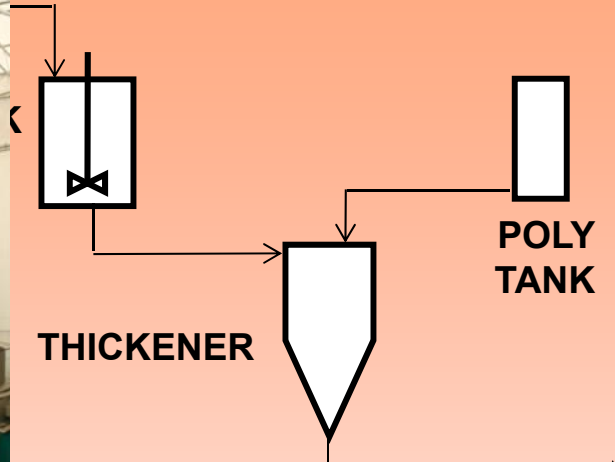
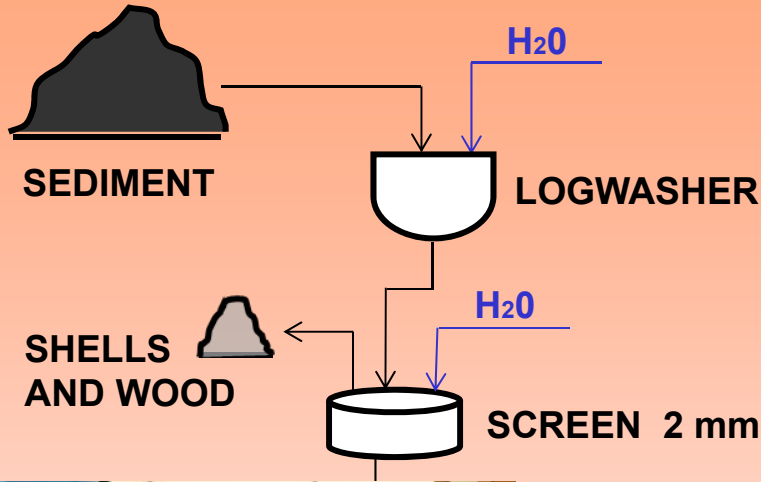
Parameter	RED	YELLOW	GREEN	RED	YELLOW	GREEN
	recreational use (Tab 1A)			industrial use (Tab 1B)		
HEAVY METALS						
As	1.13	0.44	0.47	0.45	0.18	0.19
PAHs						
Benz (a) pyrene	0.94	1.33	0.88	0.01	0.01	0.01
Benzo (g, h, i) perylene	1.75	1.31	1.45	0.02	0.01	0.01
Chrysene	1.01	0.09	0.57	0.00	0.00	0.00
DIOXINES AND FURANS						
Polychlorinated Biphenyls (PCBs)	5.66	0.67	0.55	0.07	0.01	0.01
HALIPHATIC HYDROCARBONS						
Total volatile hydrocarbons (C<= 12)	3.34	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00
Total hydrocarbons (C>12)	28.40	3.02	1.16	1.89	0.20	0.08

Soil-washing + Landfarming



SEDI.PORT.SIL.

With the contribution of the LIFE
financial instrument of the
European Community





Post-caratterizzazione a valle del trattamento SW

→ 9 test per 2 frazioni => 18 campioni di sedimento

→ 3 test su acque in entrata e 9 su acque in uscita => 12 campioni di acque

Le due frazioni, sabbia (>75 µm) e limo-argilla (< 75 µm) ottenute dal trattamento hanno differente composizione, soprattutto in termine di distribuzione degli inquinanti. In particolare:

- La frazione sabbiosa risulta completamente decontaminata e senza contaminazione microbiologica. La classificazione finale ricade, secondo il manuale ICRAM-APAT, nelle classi A1-A2. Questo rappresenta un miglioramento rispetto alle caratteristiche del sedimento tal quale e ne permette completamente il riuso.
- La frazione limoso-argillosa presenta alti livelli di componenti organici (C>12 e PCB solo nel test RED), provenienti dal sedimento tal quale. Durante i processi di SW, infatti, si ottiene la concentrazione fisica degli inquinanti nella frazione fine, con i conseguenti risultati:

GREEN	→	YELLOW
YELLOW	→	YELLOW
RED	→	RED

- Le acque di processo provenienti dal trattamento non presentano nessuna contaminazione, con l'unica eccezione dei cloruri, eccedenti i valori di legge.



Post-caratterizzazione a valle del trattamento LF

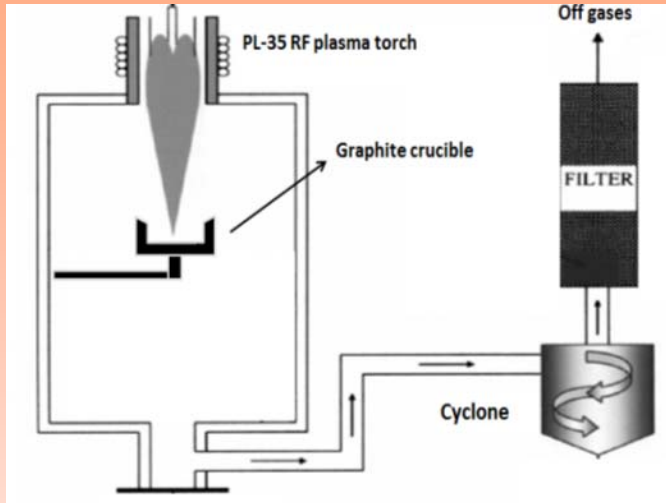
→ 9 tests per 5 LF intervalli di processo => 45 campioni

- Il trattamento LF sulla frazione limoso-argillosa consente di ridurre significativamente la concentrazione di composti organici.
- La differenza tra i diversi tassi di degradazione nei tre test su sedimento fine derivante dal prototipo dipendono dalla iniziale concentrazione e composizione dei TPH, raggiungendo percentuali significative:

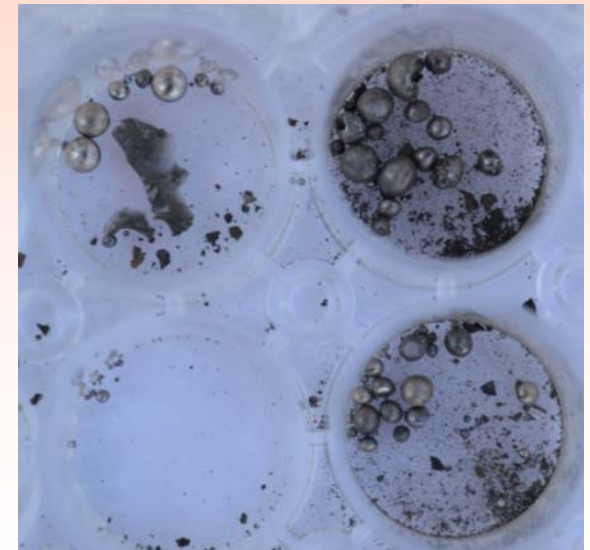
GREEN	→	-60%
YELLOW	→	-70%
RED	→	-44%

- Nonostante la significativa riduzione di TPH, non è stato possibile abbassare la categoria di inquinamento dei sedimenti, in quanto la loro concentrazione risulta superiore ai limiti di riferimento del DLgs 152/2006.

Trattamento con torcia al plasma



1. Potenza → 25-30 kW
2. Tempo di trattamento → 5-7 minuti
3. Distanza tra il plasma ed il crogiuolo → due distanze ottimali
4. Dimensioni del crogiuolo → 90x25 mm o 80x30 mm (diametro x altezza)
5. Quantità di sedimento → 50-80 g in ciascun test

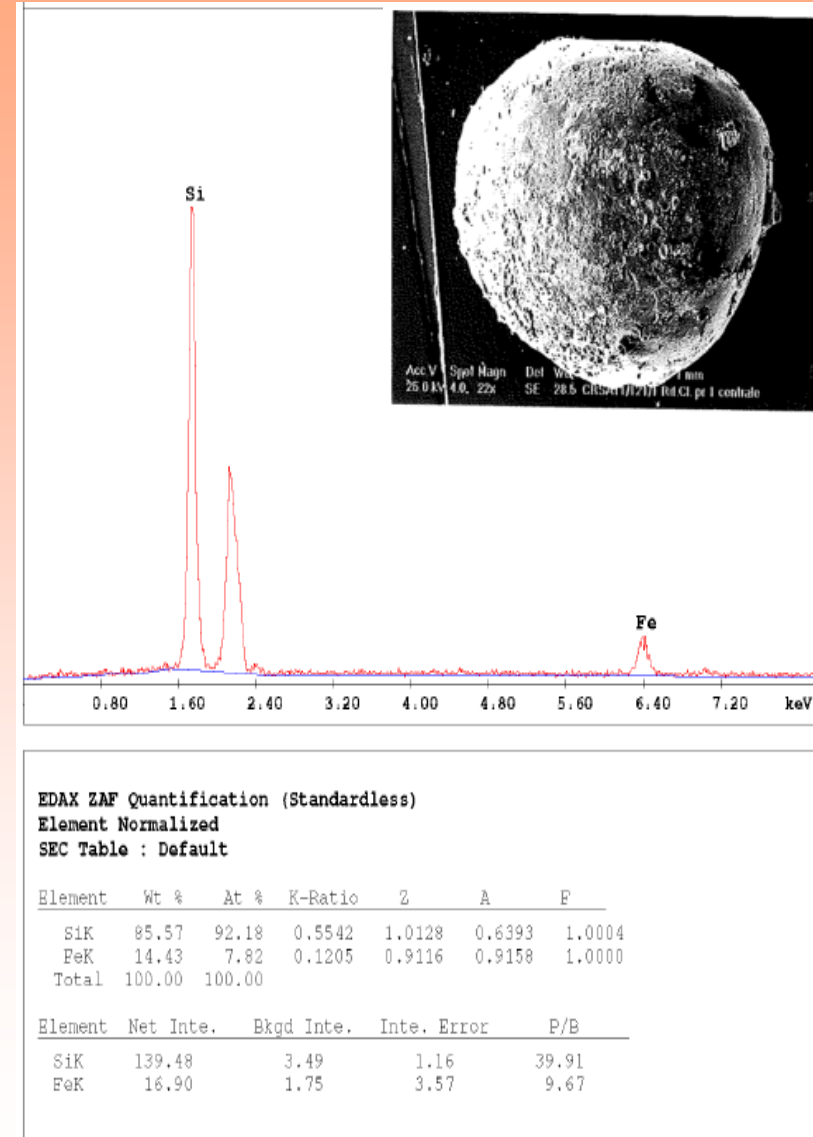


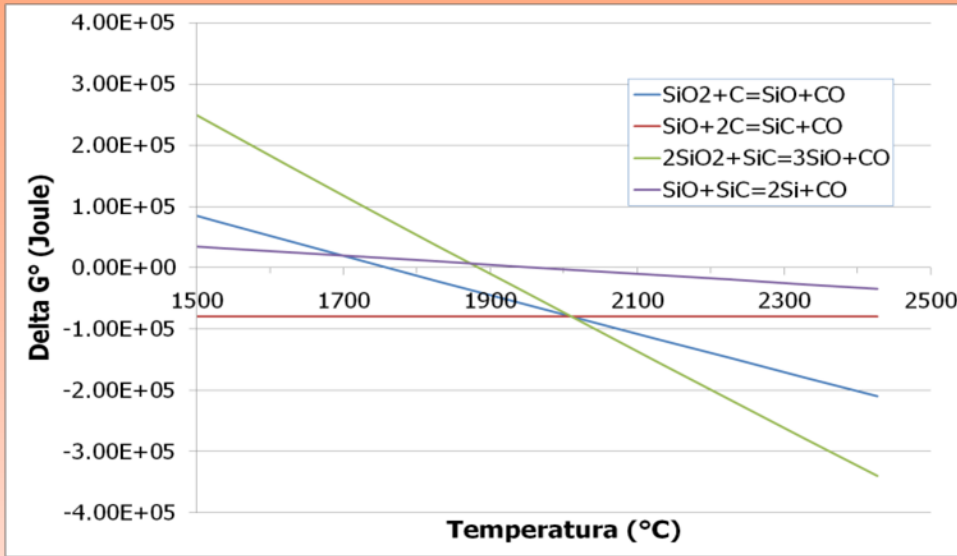
Numero di test per ogni categoria di sedimento

Green	Yellow	Red	Sa	Silt	Silica gel	TOTALE
15	7	11	4	6	3	46

Conclusioni:

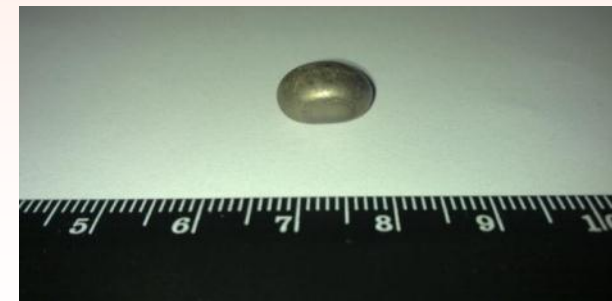
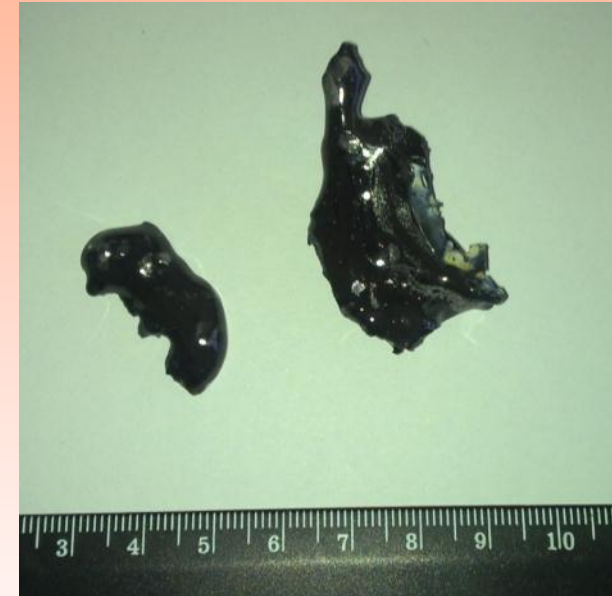
- La fusione con torcia al plasma ha permesso di ottenere una lega costituita principalmente da Si e Fe;
- I test di cessione sullo scarto di fusione (scoria) dimostrano che questo è inerte;
- La scoria non contiene idrocarburi;
- E' possibile ottenere silicio metallico a seguito di riduzione con carbonio ad altissime temperature
- Sono state ottenute le informazioni necessarie per proseguire la sperimentazione a scala maggiore.





Al fine di ottenere MGS è necessario raggiungere temperature di oltre 2000°C e stabilizzare il processo di trattamento, che a causa delle molteplici impurità presenti si presenta instabile.

Usando sedimenti marini e lavorando a T=1700°C è stato ottenuto FeSi. La resa di estrazione non cambia a seconda che si parta da sabbie, limi e argille e/o sedimento tal quale.



Tab. 9 – Flussi di massa in carica e prodotti dal trattamento termico di sedimenti dopo "soil washing", frazione limosa, secondo l'opzione 2 e per diverse rese di silicio metallico.

Resa silicio (%)	Lega FeSi (kg/t)	Si (kg/t)	Si nella lega (%)	Energia (MJ/t)	Residuo (kg/t)	CO (Nm ³)
0	70	0	0	2300	912	28
3	97	27	28	3000	856	71
5	120	50	42	3700	803	108
8	150	80	53	4500	748	156
27	336	266	79	9600	367	454



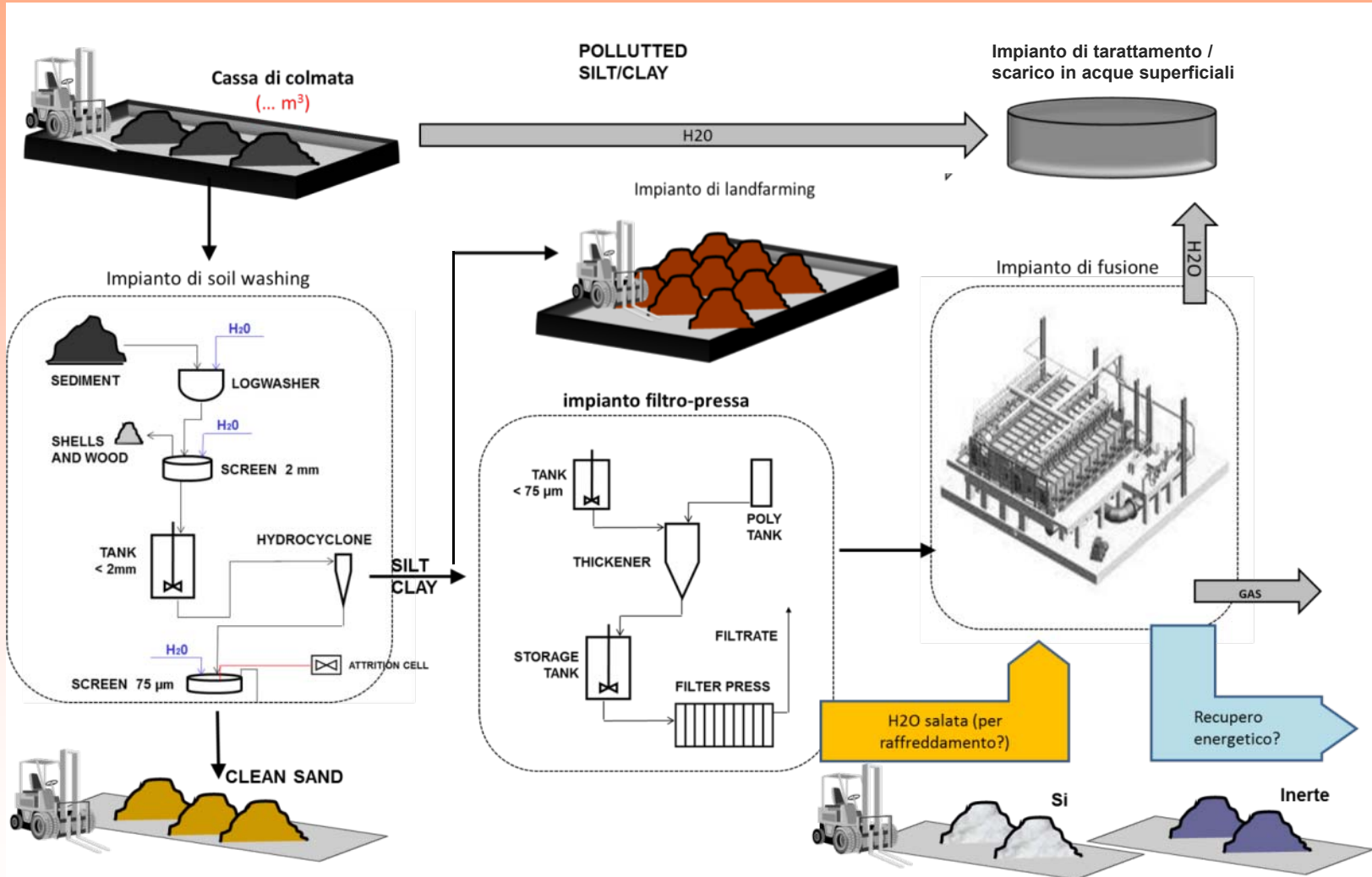
 Inerte Non Inerte → Configurazione Selezionata



La scelta progettuale...



Schema di impianto SEDI.PORT.SIL.: SW & LF con trattamento al plasma



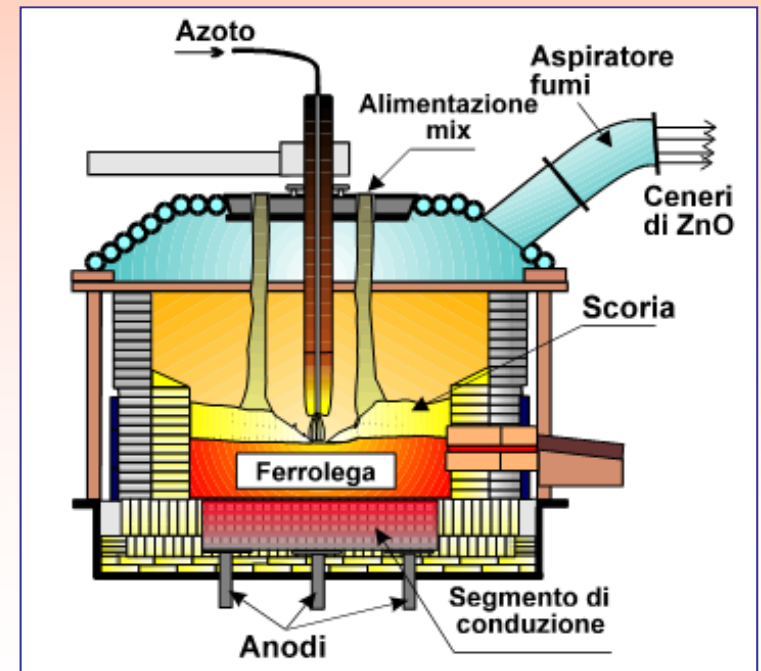
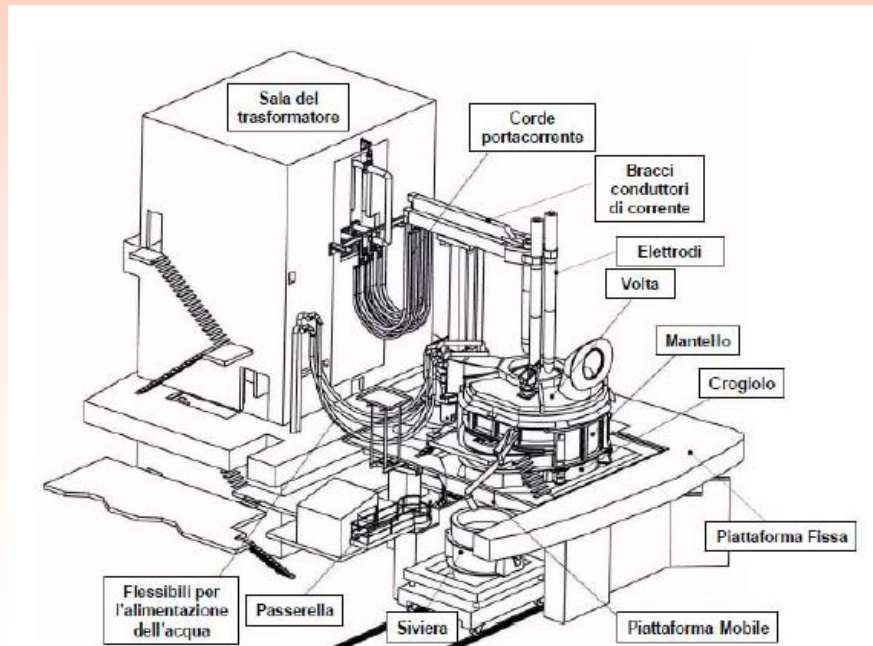


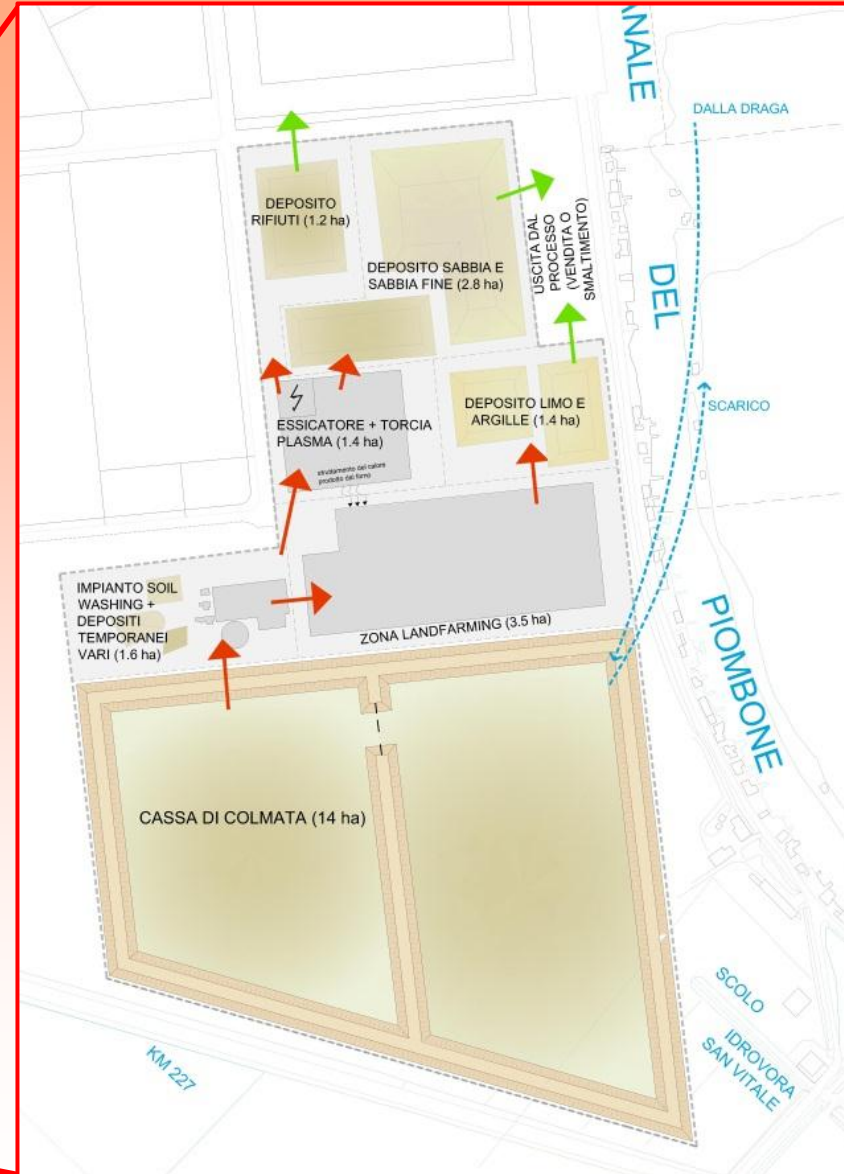
Dimensionamento:

Soil-washing: → 320.000 t/y (sedimento secco)

Plasma treatment → 60.000 t/y (sedimento secco)

TECNOLOGIA AL PLASMA SCELTA: FORNO AD ARCO TRIFASE







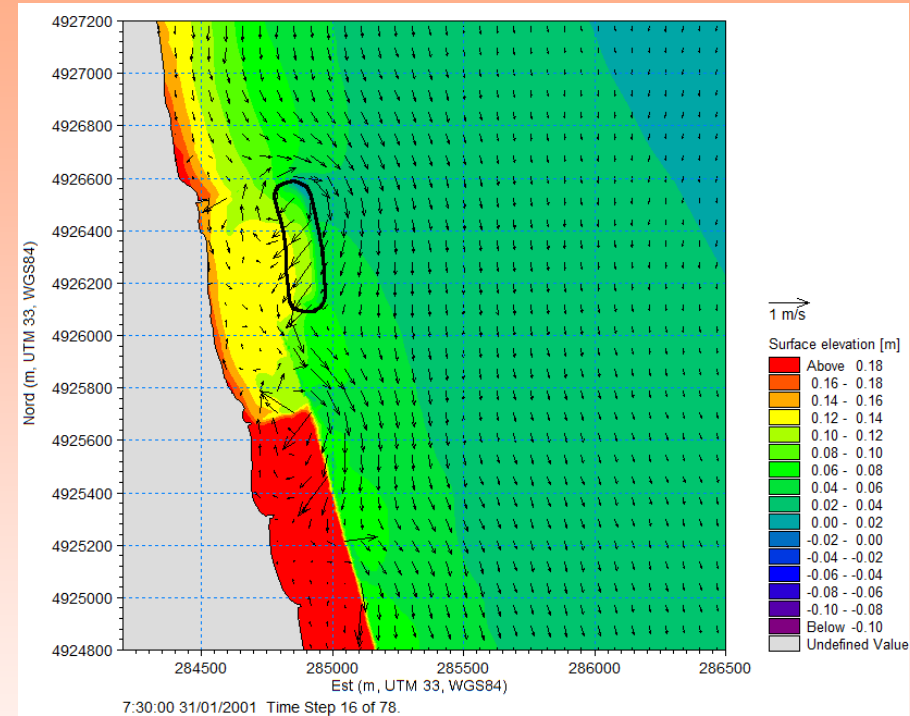
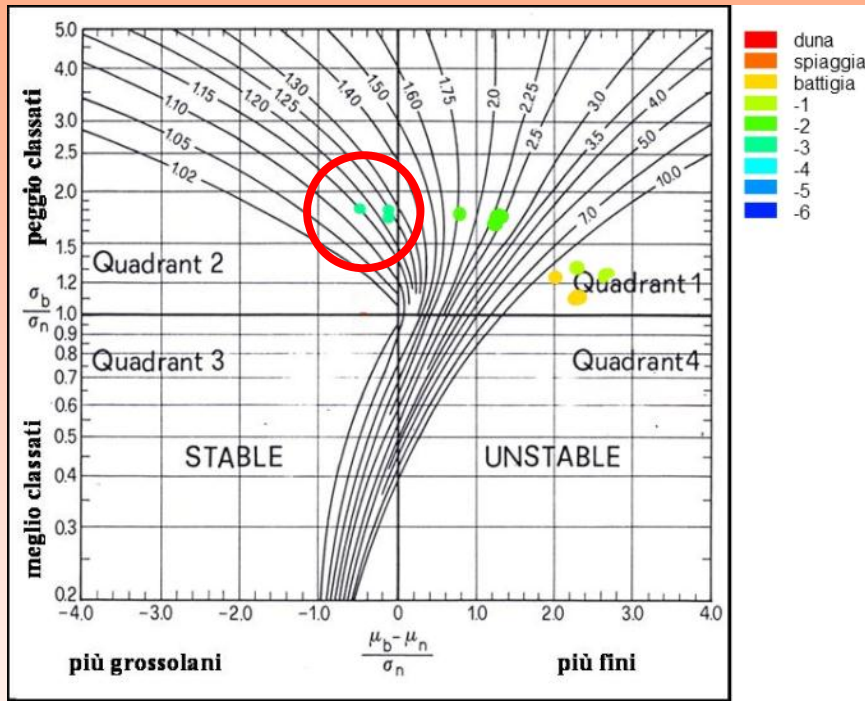
Alta flessibilità dell'impianto di Soil-washing

Le differenti frazioni granulometriche presenti nei sedimenti possono percentualmente variare ampiamente durante le fasi di dragaggio, come pure la distribuzione degli inquinanti. Al fine di mantenere i risultati di bonifica e recupero richiesti, gli impianti di Soil Washing e Land Farming sono stati resi particolarmente flessibili, in particolare:

- L'aumento della frazione sabbiosa può essere compensato dall'aumento delle ore lavorative dell'impianto di Soil Washing. E' previsto un potenziale raddoppio della capacità produttiva.
- L'aumento della frazione limoso-argillosa può essere compensato dall'espansione della linea di disidratazione meccanica o dall'aumento della filtrabilità delle matrici, tramite l'utilizzo di specifici agenti condizionanti.
- L'aumento della frazione da inviare al Land Farming può essere compensato tramite il pre o post condizionamento delle matrici, permettendo anche il possibile miglioramento geotecnico ai fini di un più ampio utilizzo tecnologico.

Riutilizzo dei materiali sabbioso-limosi ottenuti – Compatibilità del sedimento per ripascimenti

Punta Marina



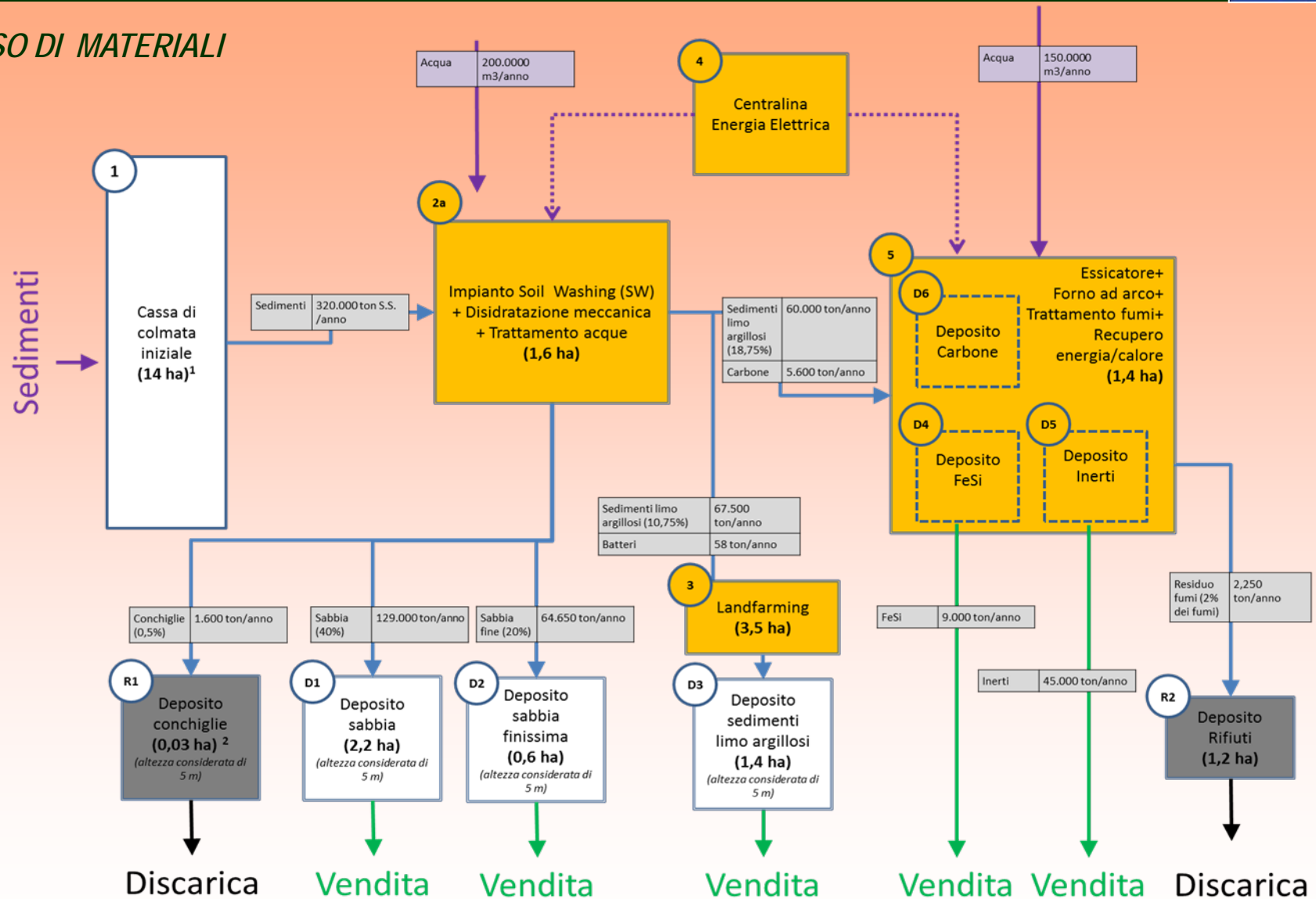
Buona compatibilità tra i sedimenti trattati e i sedimenti presenti nella spiaggia sommersa, alla profondità di 3 metri. Il materiale dragato non risulta pienamente compatibile per effettuare ripascimenti di spiaggia emersa, pertanto risulta ideale per la realizzazione di barre sommerse. E' provato che queste ultime sono fondamentali per dissipare l'energia delle onde durante le mareggiate e generano un flusso di sedimento verso costa.



I flussi in gioco...

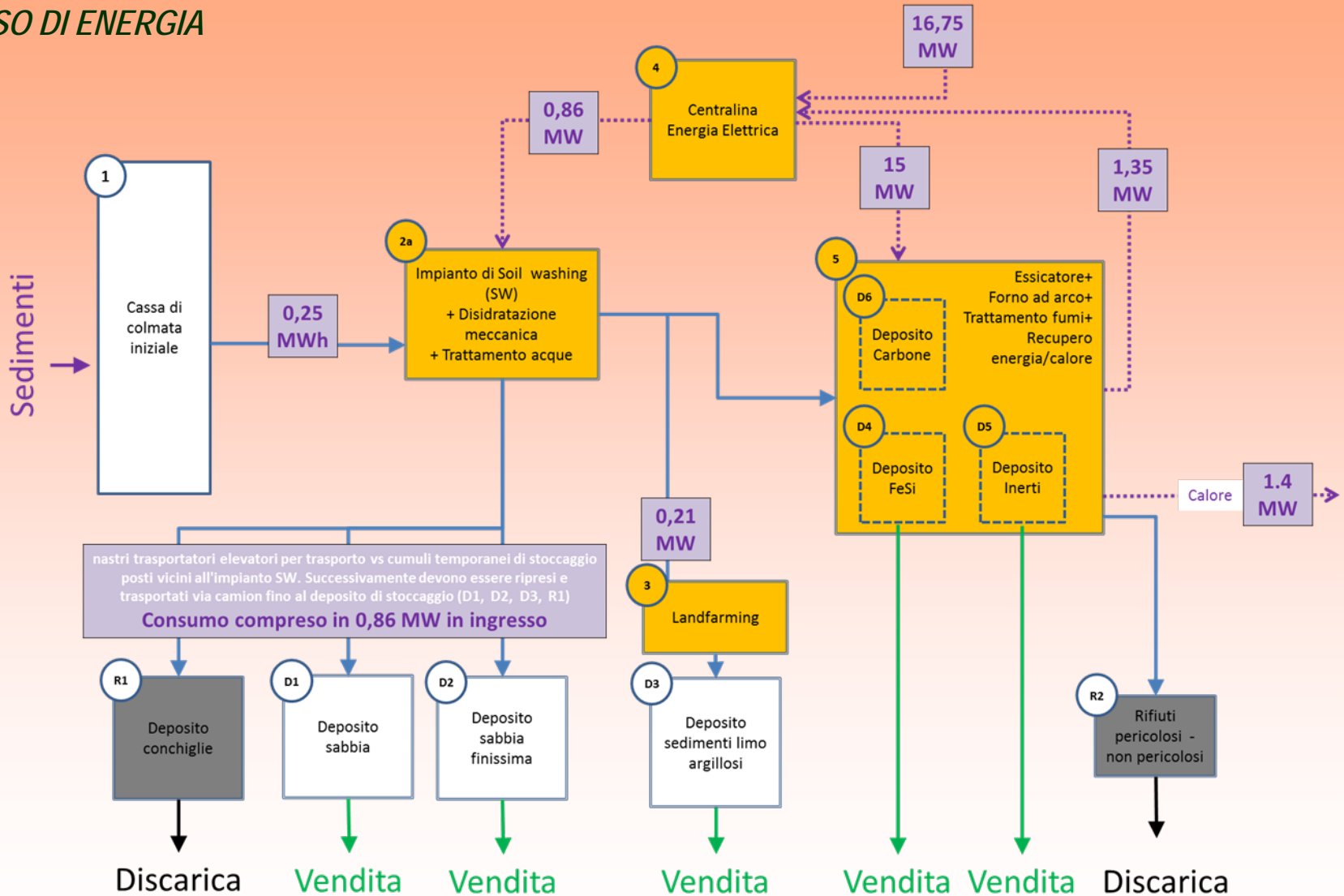


FLUSSO DI MATERIALI





FLUSSO DI ENERGIA





La replica in Romania...

Replicabilità in un contesto differente: il Porto di Midia, Romania

- Raccolta dati esistenti e 2 nuove caratterizzazioni;
- Trattamento dei sedimenti mediante SW (scala di laboratorio) e torcia al plasma;
- Riutilizzo locale dei sedimenti trattati;
- Studio di prefattibilità per l'installazione di un impianto nel porto di Midia.

Diversa Contaminazione, principalmente legata a metalli pesanti e presenza di idrocarburi.

Maggiore % di SiO_2 nei sedimenti del Porto di Midia.

Diverso contesto legale.

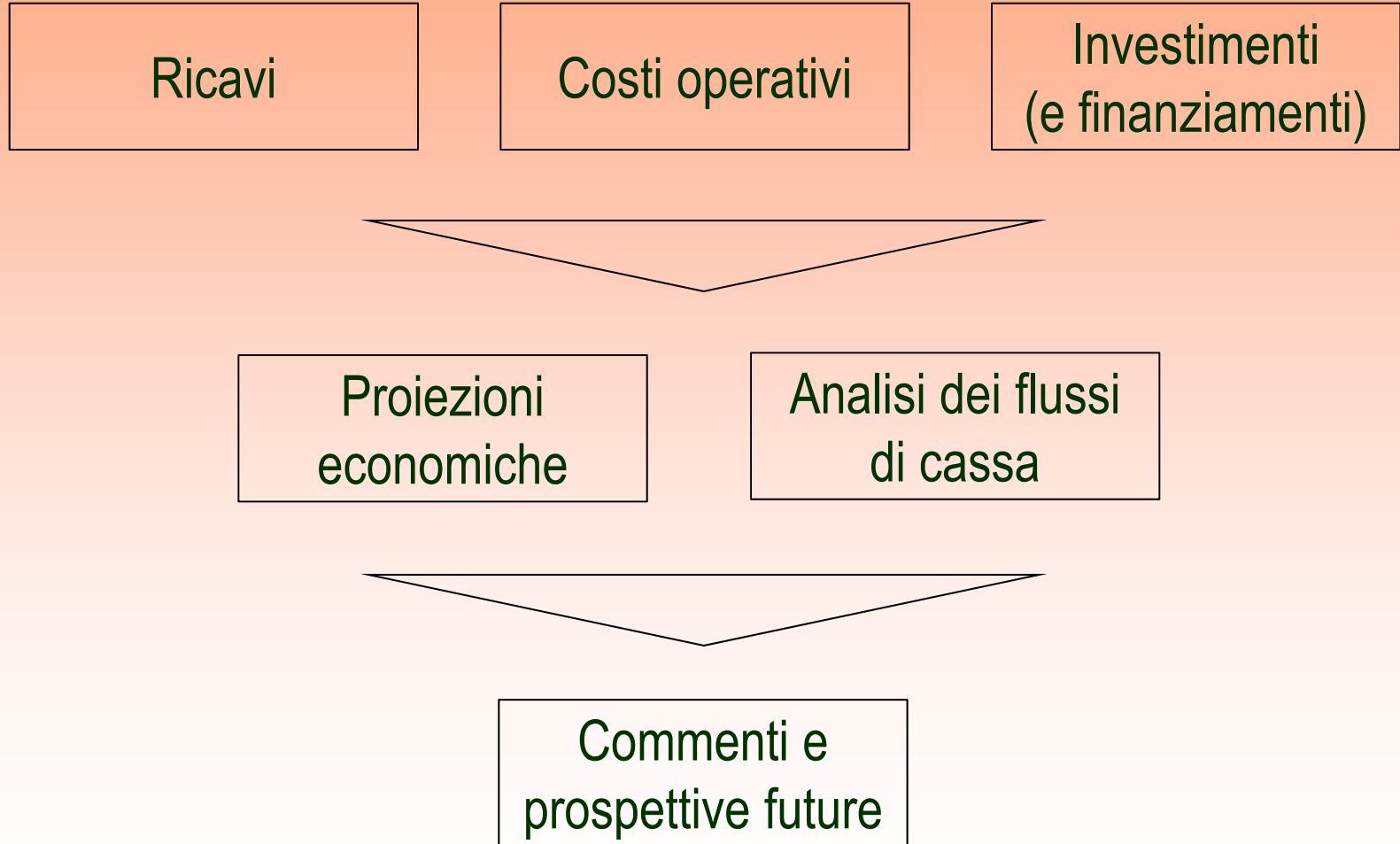




Il Business Plan...

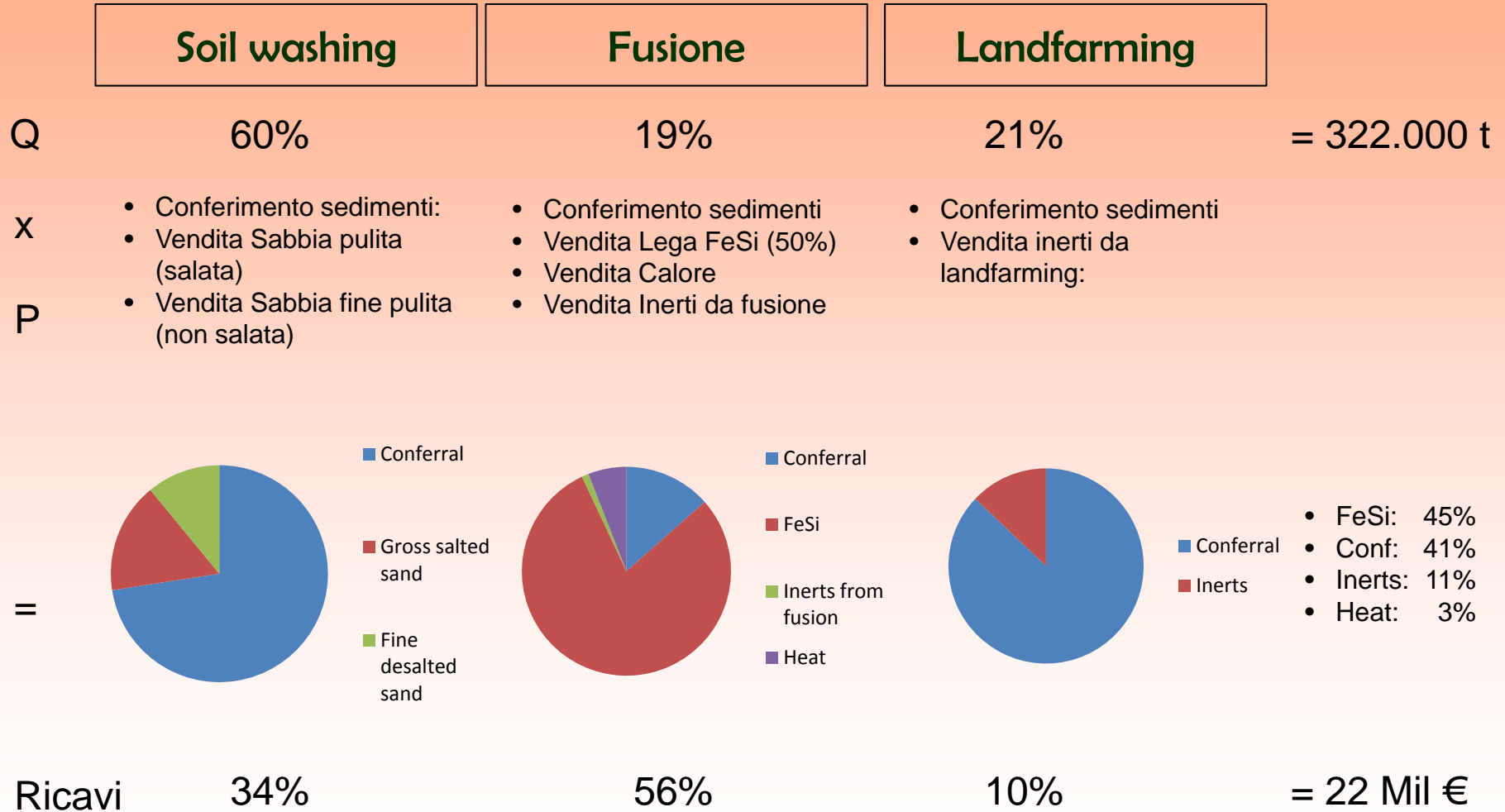


STRUTTURA DEL BUSINESS PLAN





RICAVI



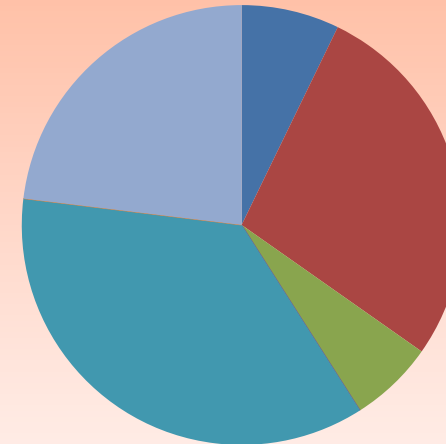
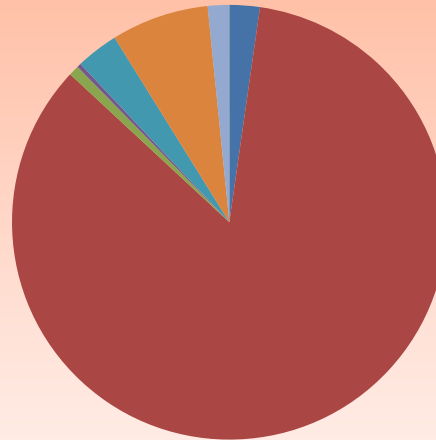
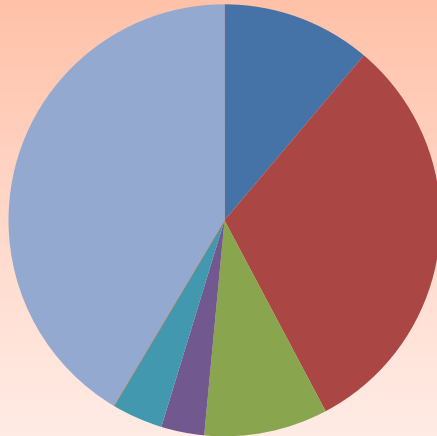


COSTI OPERATIVI

Soil washing

Fusione

Landfarming



- Personnell
- Energy
- Services
- Industrial Water
- Reagents
- Coke
- General costs

Costi 11% 83% 6% = 15 Mil €

Costi generali (personale di staff, smaltimento rifiuti, carburante, servizi generali) totalizza circa 1 Mil/anno ed è ripartito tra le linee di business proporzionalmente ai volumi trattati. Non sono stati considerati al momento i costi di smaltimento.



INVESTIMENTI & FINANZIAMENTO

Cassa di colmata

- Cassa di colmata (Basin)

Soil washing

- Impianto
- Edificio
- Stoccaggi
- Attrezzature

+ manutenzione ogni 8 anni

Fusione

- Impianto
 - Fusione
 - Fumi
- Edificio
- Attrezzature

+ manutenzione & rinnovo impianti dopo 15 anni

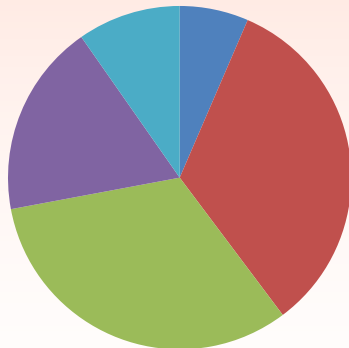
Landfarming

- Impianto
- Edificio
- Attrezzature

+ manutenzione ogni 8 anni

Generale

- Edifici
- Altri interventi
- Cabina Elettrica



- Basin
- Soil Washing
- Fusion
- Landfarming
- General

Investimento iniziale(anni 1+2): 43+20 Mil €

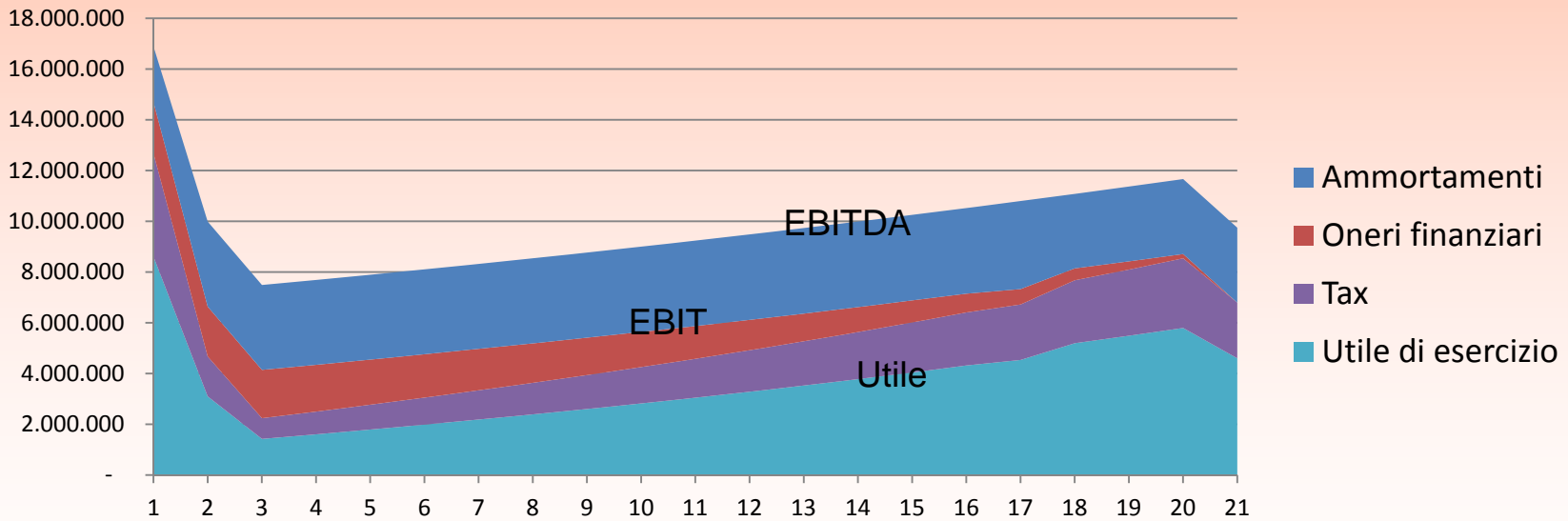
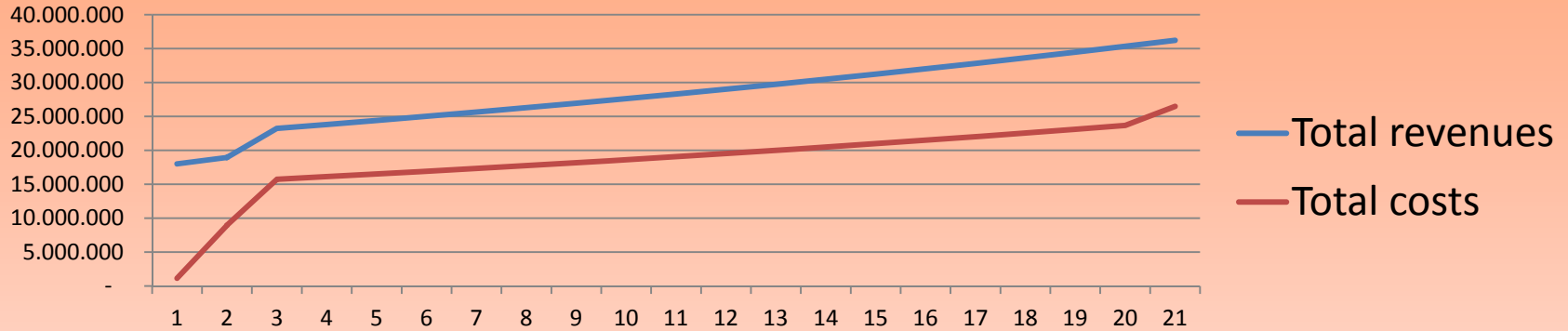
Ricavi dal conferimento iniziale di 600.000mc: 18 Mil €

Equity (30%): 14,5 Mil €

Finanziamento (70%): 33,5 € (interessi 6% - 20 anni)



PROIEZIONI ECONOMICHE

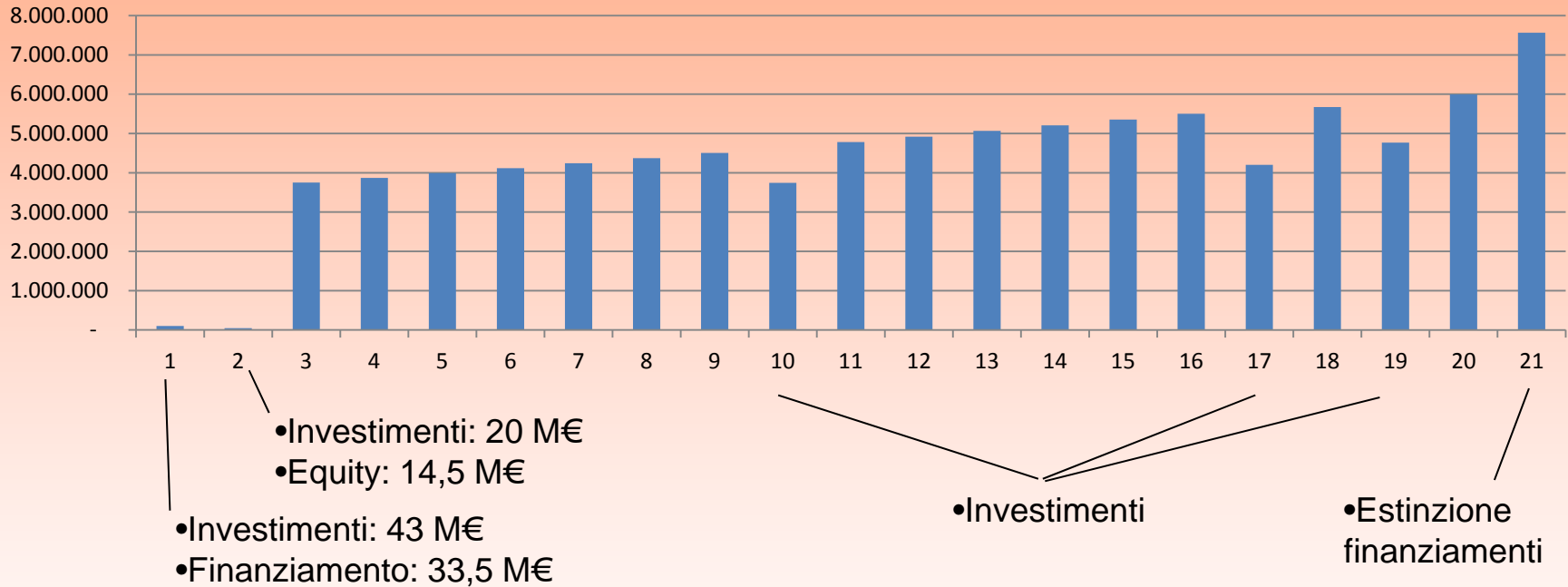


Tasso di inflazione: 2,5%
Utile/ricavi: 6%

Finanziamenti + Equity è stato modellato per coprire le esigenze di cassa
VAN (3% TUS): 66 Mil €

ANALISI DEL FLUSSO DI CASSA

Flusso di cassa



Finanziamenti + Equity è stato modellato per coprire le esigenze di cassa

VAN (3% TUS): 66 Mil €

Costi di smaltimento non valutati



Prospettive ...

IL FUTURO DEL PROGETTO SEDI.PORT.SIL.

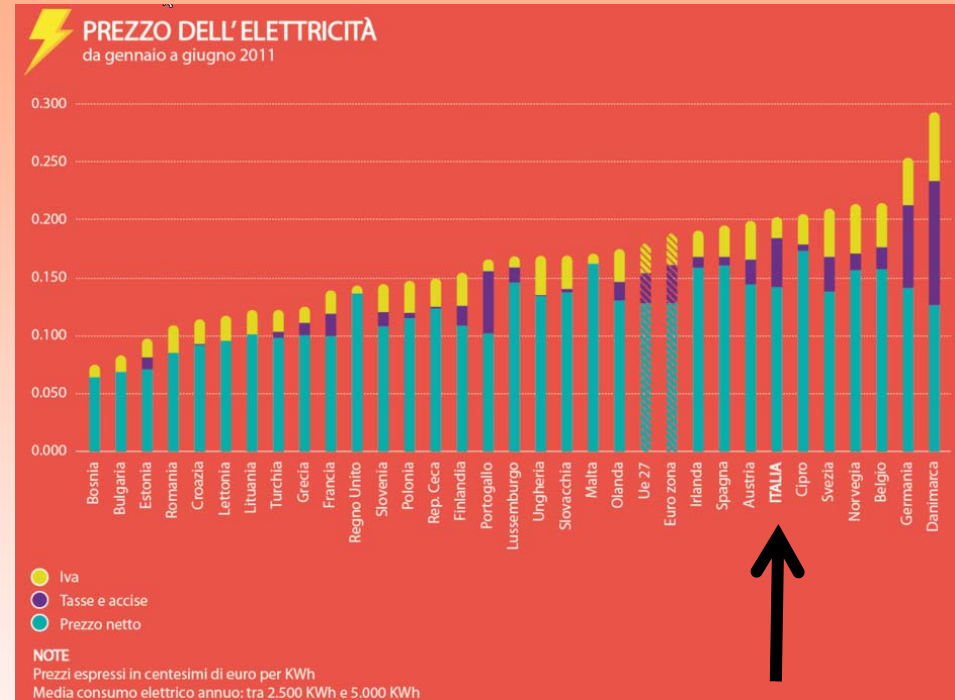
→	SOIL-WASHING + LANDFARMING	✓	Ready to start
→	FUSIONE BASE	✓	Fase sperimentale a scala pre-industriale
→	PROSPETTIVE DA INVESTIGARE	→	Pannelli FV
		→	Ciclo combinato
→	PROSPETTIVE A SCALA REGIONALE	→	Modello replicabile su vasta scala



PROSPETTIVE : DISLOCAZIONE DISTRIBUITA DELL'IMPIANTO

Localizzazione fusione vs costi energia

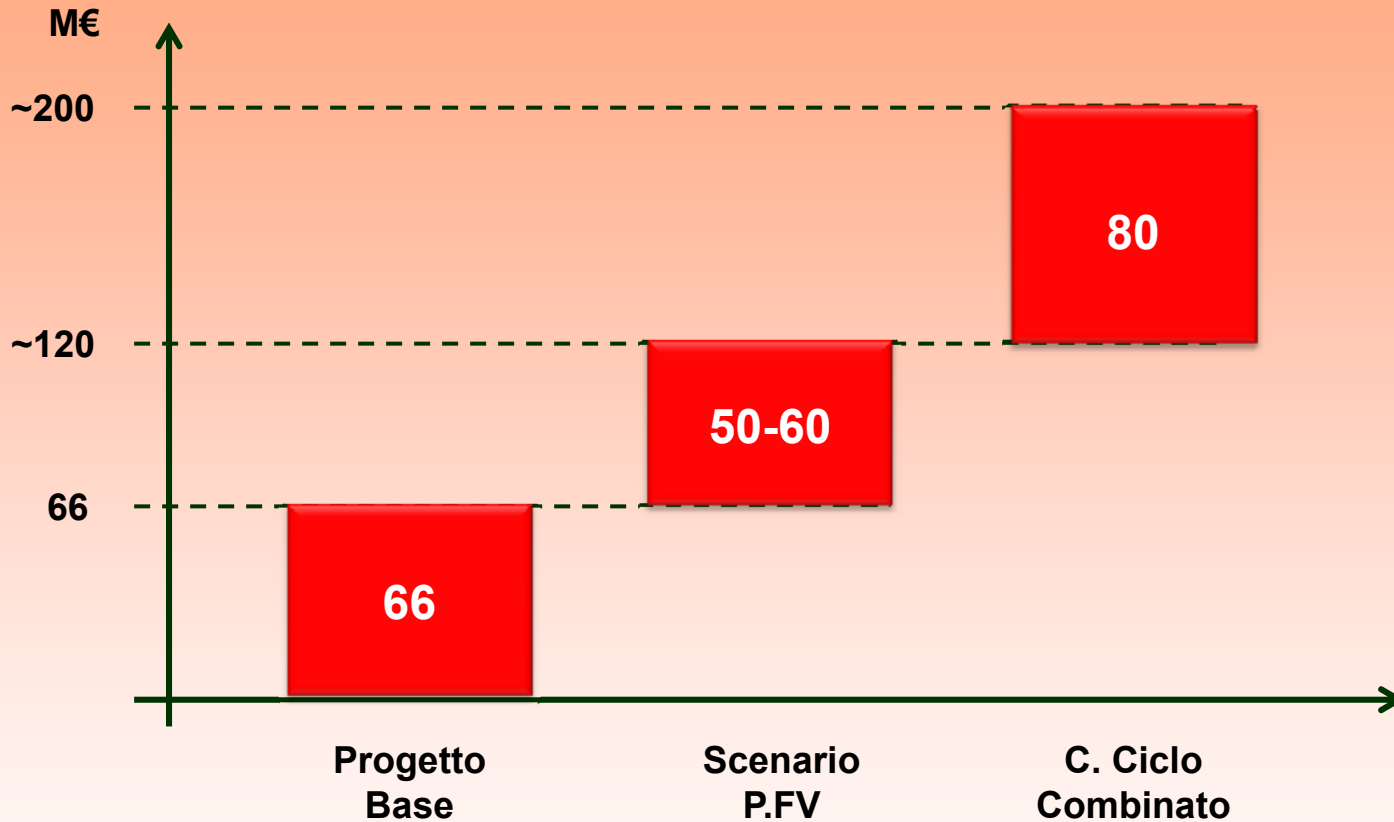
- Il costo dell'energia in Italia è uno dei più alti nel contesto Europeo e mondiale.
- Esistono diversi paesi, in cui, grazie a un diverso mix di approvvigionamento e politiche fiscali, si presentano opportunità di risparmio significativi
- Esiste quindi la possibilità di collocare su Ravenna il Soil Washing + Landfarming, trasportando (per esempio) sull'altro lato dell'Adriatico le frazioni ad alto livello di inquinamento per una valorizzazione tramite fusione
- I costi logistici sono relativamente modesti vista la facilità di trasporto via mare
- In genere questa leva può aprire scenari di grande interesse per uno sviluppo estero del business



Stime preliminari indicative

Investimento/costi: **variabile**

Risparmio energia: ~ **1 M€/anno per ogni 10% di Δcosto (scala corrente)**



Anche tenendo conto dei significativi margini di incertezza legati alle considerazioni preliminari, esistono razionali forti per proseguire l'approfondimento della analisi fin qui eseguite per ottimizzare l'impianto a scala industriale.