



# UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II

Scuola Politecnica e delle Scienze di Base  
Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale

Corso di Laurea in INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO

Presentazione tesi di laurea:

«Tecniche e regolamenti per la rimozione e lo smaltimento di manufatti contenenti amianto»

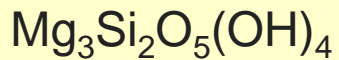
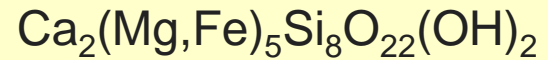
Relatore:  
Ch.mo Prof. Massimiliano Fabbricino

Candidato: Felice De Luca  
Matricola: N49000675



# Cos'è l'amianto?

L'amianto (o asbesto) è un materiale fibroso, ottenuto per frantumazione della roccia madre, costituito da fibre minerali naturali appartenenti ai silicati e alle serie mineralogiche del serpentino e degli anfiboli.



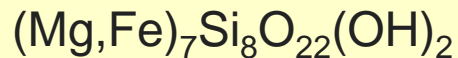
**Crisotilo**



**Actinolite**



**Amosite**



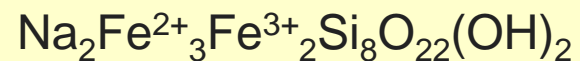
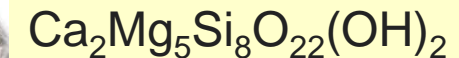
**Antofillite**



**Crocidolite**



**Tremolite**



Elevate proprietà termoisolanti

Buona resistenza meccanica

## Principali caratteristiche

Elevate proprietà fonoassorbenti

Resistenza agli agenti chimici e biologici

Lo troviamo in matrice:



**COMPATTA**



**FRIABILE**

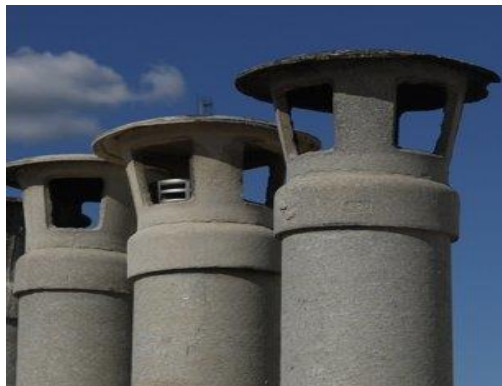




Direttamente spruzzato



Tessuti



Canne fumarie



Freni

## PRINCIPALI IMPIEGHI



Elettrodomestici



Pavimenti in vinil-amianto



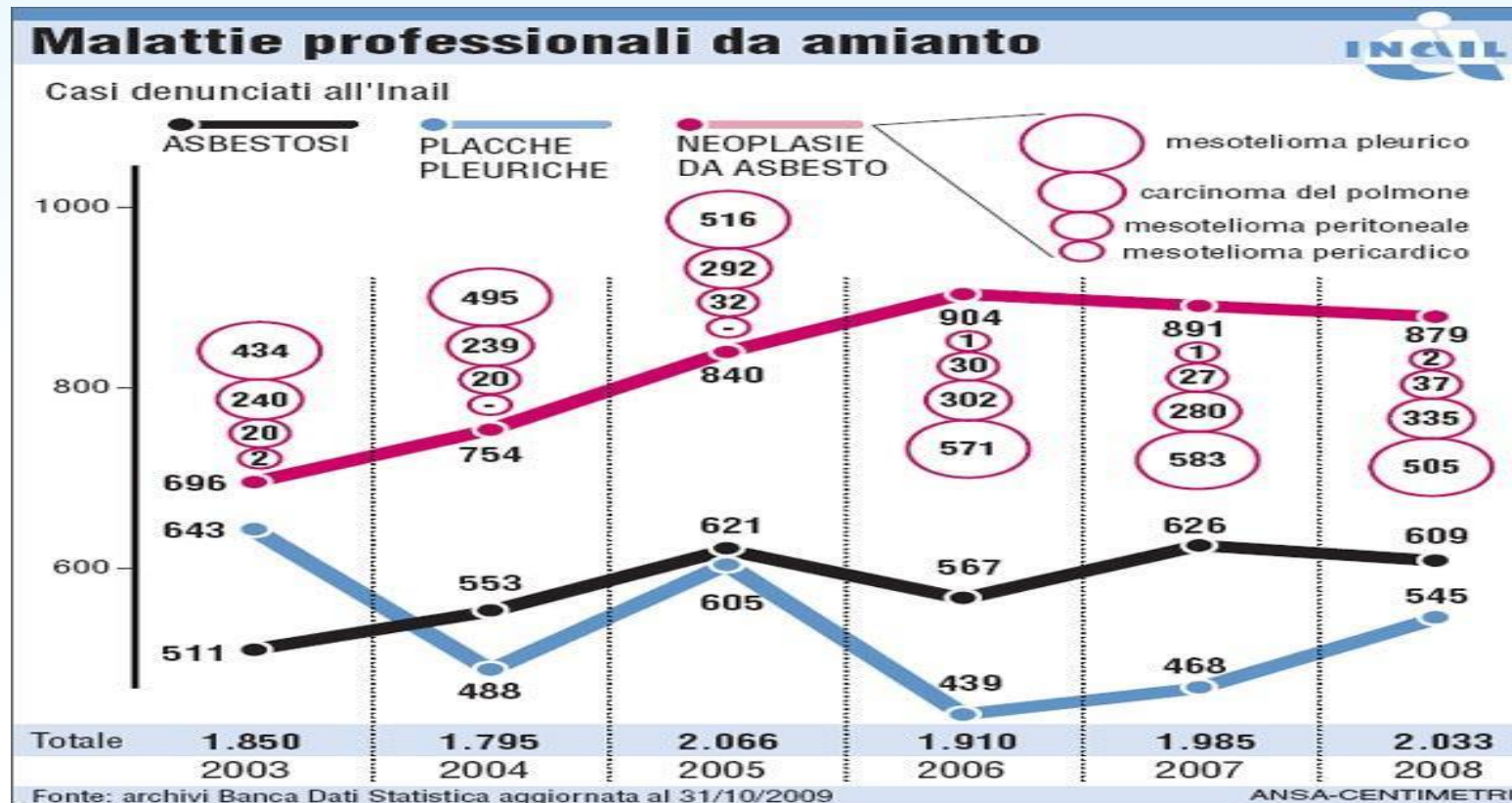
Lastre di copertura



Serbatoi di acqua

# Patologie dovute all'inalazione di **amianto**

- ASBESTOSI
  - PLACCHE PLEURICHE
  - MESOTELIOMA PLEURICO
  - CARCINOMA POLMONARE
- 5000 decessi all'anno
  - 25000 casi di mesotelioma dal '93
  - 32 milioni di tonnellate in Italia
  - 98% degli edifici pubblici non bonificati



# ASPETTI NORMATIVI

Legge 27/03/1992 n. 257:  
la prima legge italiana sull'amianto



Ne vieta l'estrazione, la produzione e la commercializzazione

Decreto Ministeriale 6 settembre 1994:



Metodi per la rimozione dei manufatti contenenti amianto

T.U. in tema di igiene e sicurezza nei luoghi di lavoro D.Lgs. 9 APRILE 2008 n. 81:



Disciplina organicamente tutta la normativa sull'Amianto

AMBITO	VALORI LIMITE	METODO DI ANALISI
Ambienti di vita	2,0 fibre/litro	(SEM)
Ambienti di lavoro	0,1 fibre/cm <sup>3</sup>	(MOCF)
Aree circostanti il cantiere di bonifica	50 fibre/litro	(MOCF)
Interno cantiere fine bonifica	2,0 fibre/litro	(SEM)
Csc di amianto nel suolo e sottosuolo	1000 mg/Kg	Diffrattometria a raggi x
Scarichi in atmosfera	2,0 fibre/ml	(MOCF)
Effluenti liquidi	30 g/m <sup>3</sup>	Filtrazione su membrana

SEM: scansione elettronica microscopica ; MOCF: microscopica ottica in contrasto di fase



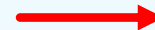
# GESTIONE DEL RISCHIO

CENSIMENTO

VALUTAZIONE DEL RISCHIO

BONIFICA

Categoria 10 A  
Categoria 10 B



### VALUTAZIONE DEL RISCHIO AMIANTO

Conformemente a quanto previsto dal Titolo IX, Capo III (Protezione dai rischi connessi all'esposizione all'amianto), art. 249 del Decreto Legislativo 81/08 e s.m.i.

<b>RAGIONE SOCIALE</b>		BENNI AMIANTO SRL	
<b>MANSIONE O GRUPPO OMOGENEO</b>		OPERAI SPECIALIZZATI DECONTAMINAZIONE	
<b>AMBIENTE DI LAVORO OGGETTO DI VALUTAZIONE</b>		EDIFICIO SITO IN CORSO UMBERTO PRIMO, CIRIGLIANO (MT)	
<b>COMMITTENTE</b>		COMUNE DI CIRIGLIANO	

**Dati caratteristici delle attività svolte**

cod	Descrizione condizione	valori	check
F1	N° di ore annue che espongono ad amianto	25	Le attività sono effettuate per un massimo di 60 ore annue
F2	Durata massima di ogni singolo intervento (comprensiva del tempo per la pulizia del sito, la messa in sicurezza dei rifiuti e la decontaminazione del lavoratore)	5	Ogni attività ha una durata superiore a 4 ore
F3	N° massimo di interventi per mese	1	Non si effettuano più di due interventi al mese
F4	N° massimo di lavoratori impiegati per ogni intervento	3	sono adibiti alle lavorazioni meno di 3 addetti contemporaneamente
F4/bis	Trattasi comunque del minore numero di lavoratori possibile?	SI	il numero di lavoratori massimo impiegato risulta comunque il minor numero di lavoratori possibile

selezione	cod	Descrizione attività
X	A	Brevi attività non continuative di manutenzione durante le quali il lavoro viene effettuato solo su materiali non friabili
X	B	Rimozione senza deterioramento di materiali non degradati in cui le fibre di amianto sono fermamente legate ad una matrice
X	C	Incapasulamento e confinamento di materiali contenenti amianto che si trovano in buono stato
X	D	Sorveglianza e controllo dell'aria e prelievo dei campioni ai fini dell'individuazione della presenza di amianto in un determinato materiale
	E	Effettuazione di attività non rientranti tra quelle precedentemente elencate (a,b,c,d) ma non comportanti demolizioni
	F	Effettuazione di attività non rientranti tra quelle precedentemente elencate (a,b,c,d) e comportanti demolizioni
	G	Attività che comportano anche il trattamento di materiali friabili

Buone pratiche e norme igieniche: Buone pratiche esistenti e diffuse a tutto il personale esposto  
 Frequenza e utilizzo DPI idonei per rischio cancerogeno: Non tutto il personale ne è dotato o non è stato fornito anche un solo DPI  
 Formazione e informazione: Tutto il personale esposto a rischio biologico ha ricevuto la formazione e informazione specifica

La probabilità P è determinata mediante la seguente formula:  

$$P = C \times \left[ \sum (F) + \frac{1}{8} \right] / 8$$

C Contaminazione presuntiva dipendente dal tipo di attività esercitata e dalle tipologie di amianto trattate  
 F onnatori coefficienti caratteristiche degli interventi

Verifica Attività (Art. 249 comma 2 del D.Lgs. 81/08 (Attività ESDE))  
**RISULTA OBBLIGATORIA** applicazione degli artt. 250, 251 comma 1, 255 e 260 del D.Lgs. 81/08

**RIEPILOGO VALUTAZIONE**

MATRICE IDENTIFICAZIONE LIVELLO DEL RISCHIO				
DANNO	RANGO	PROBABILITÀ P		
		1	2	3
GRAVISSIMO	4	4	8	12
GRAVE	3	3	6	9
MODERATO	2	2	4	6
LEVE	1	1	2	3
RANGE ID LIVELLO DEL RISCHIO				
MOLTO BASSO	1 ≤ Dxp ≤ 2			
BASSO	2 < Dxp ≤ 4			
MEDIO	4 < Dxp ≤ 9			
		IMPROBABILE	POSSIBILE	PROBABILE

**MOLTO BASSO**

Verrà effettuata nuovamente la valutazione del rischio in occasione di modifiche del processo produttivo significative ai fini della sicurezza e della salute sul lavoro e, in ogni caso, trascorsi tre anni dall'ultima valutazione effettuata.

**Verifica Superamento Valore Limite di Esposizione (VLE=0,1 µg/m³)**

ESPOSIZIONE AI	SI (min)	PERICOLO	Calcolo esposizione	Check suggerimento valore limite
Contenitori d'amianto (Decreto L. n. 230/99 art. 10, comma 1, lett. a)	5	SI	0,0523	IMPERIOSO AL VLE=0,1 µg/m³
La cantieristica (D.Lgs. n. 230/99 art. 10, comma 1, lett. b)	12	SI	0,1246	IMPERIOSO AL VLE=0,1 µg/m³
			0,0000	IMPERIOSO AL VLE=0,1 µg/m³
			0,0000	IMPERIOSO AL VLE=0,1 µg/m³
			0,0000	IMPERIOSO AL VLE=0,1 µg/m³
			0,0000	IMPERIOSO AL VLE=0,1 µg/m³
			0,0000	IMPERIOSO AL VLE=0,1 µg/m³
			0,0000	IMPERIOSO AL VLE=0,1 µg/m³

**FORNITURA DI DISPOSITIVI DI PROTEZIONE INDIVIDUALE**

CONCENTRAZIONE DI AMIANTO NELL'ARIA FILTRATA (µg/m³)	FPO	verifica	ALTRI DPI PREVISTI
MASCHERE IN DOTAZIONE	FPO		FUTA INTERA IN FIBRE
FACCIALE FILTRANTE/SEMIMASCHERA FFP2	30		FUTA INTERA IMPERMEABILE IMPERFORABILE (previa accurate pulizia)
MASCHERA CON FILTRO FFP	0		STIVALI DI SICUREZZA IN GOMMA
RESPIRATORE A VENTILAZIONE ASSISTITA TMFP	0		CALZATURE ANTIPERFORAZIONE
ALTRIO	Indicare valore FPO	0	GUANTI IMPERMEABILI e MANICHETTE LUMEA CON SOTTOGUANTI IN COTONE
ALTRIO	Indicare valore FPO	0	ARMATURA DI SICUREZZA
ALTRIO	Indicare valore FPO	0	ALTRIO (prezioso)
ALTRIO	Indicare valore FPO	0	ALTRIO (prezioso)

**ALTERNATIVE MISURE DI PROTEZIONE E DECONTAMINAZIONE DEL PERSONALE INCARICATO DEI LAVORI**

X	Adozione di norme di comportamento di tipo "Clean Room" a tutto trattamento di area lavoro	
X	Utilizzo di DPI a protezione completa (tuta intera) con filtro di amianto e sostituzione dei filtri come prescritto dall'azienda	
X	Utilizzo di DPI a protezione parziale (maschera filtrante) con filtro di amianto e sostituzione dei filtri come prescritto dall'azienda	
X	Utilizzo di DPI a protezione parziale (maschera filtrante) con filtro di amianto e sostituzione dei filtri come prescritto dall'azienda	

**MISURE PER LA PROTEZIONE DI "TERZI"**

X	Delimitazione dell'area di lavoro	
X	Utilizzo di DPI a protezione parziale (maschera filtrante) con filtro di amianto e sostituzione dei filtri come prescritto dall'azienda	
X	Utilizzo di DPI a protezione parziale (maschera filtrante) con filtro di amianto e sostituzione dei filtri come prescritto dall'azienda	
X	Utilizzo di DPI a protezione parziale (maschera filtrante) con filtro di amianto e sostituzione dei filtri come prescritto dall'azienda	

**VERIFICA AGENZIA DI RISCHIO AL TERMINE DEI LAVORI**

X	Verifica dell'area di lavoro	
X	Verifica dell'area di lavoro	
X	Verifica dell'area di lavoro	

**RACCOLTA E SMALTIMENTO DEL RIFIUTO DI LAVORAZIONE**

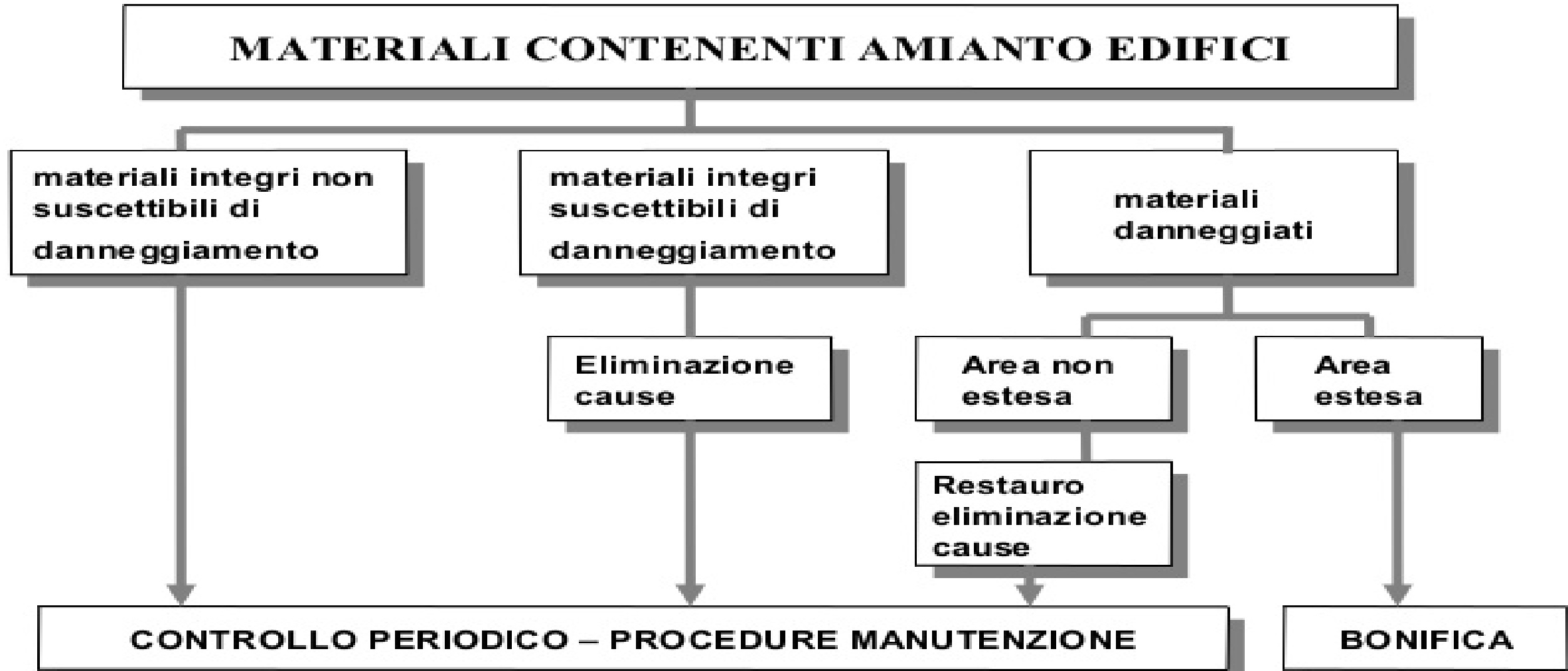
X	Il contenimento avviene in un'area di lavoro delimitata e sorvegliata durante tutto il processo di lavorazione e smaltimento	
X	Il contenimento avviene in un'area di lavoro delimitata e sorvegliata durante tutto il processo di lavorazione e smaltimento	
X	Il contenimento avviene in un'area di lavoro delimitata e sorvegliata durante tutto il processo di lavorazione e smaltimento	

**VERIFICA AGENZIA DI RISCHIO AL TERMINE DEI LAVORI**

X	Verifica dell'area di lavoro	
X	Verifica dell'area di lavoro	
X	Verifica dell'area di lavoro	

Redatto da: Paolo Gianni

# Valutazione MCA edifici





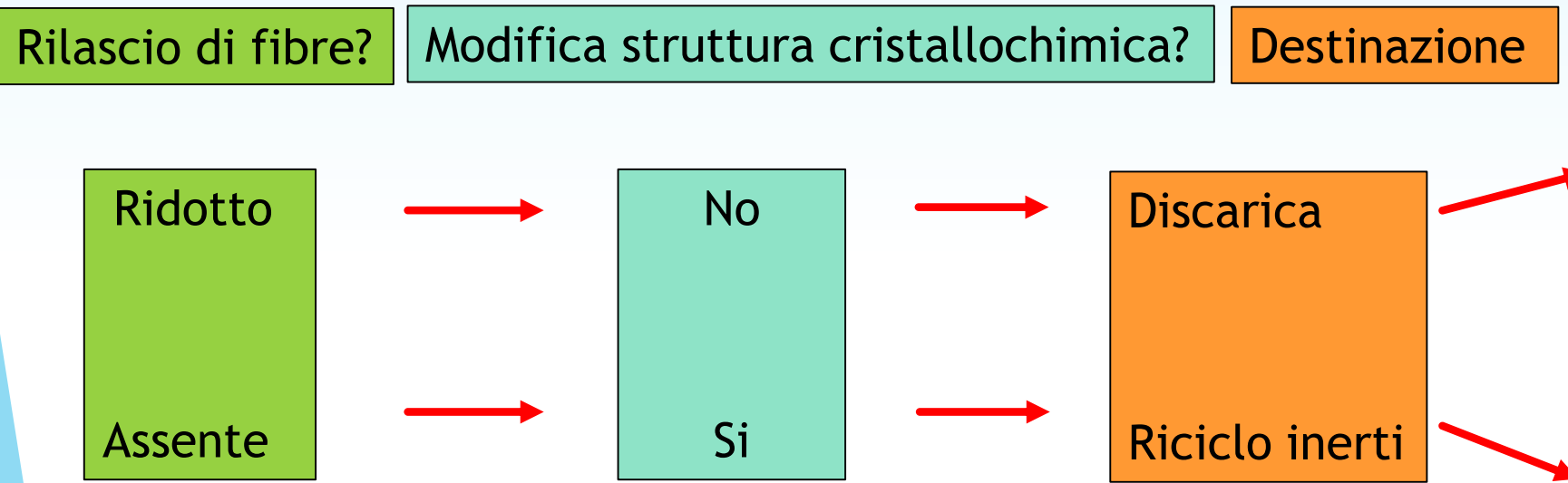
TECNICA DI BONIFICA	VANTAGGI	SVANTAGGI
-RIMOZIONE	Elimina ogni potenziale forma di esposizione	<ul style="list-style-type: none"> <li>-produzione di RCA</li> <li>-alta emissione di fibre</li> </ul>
-INCAPSULAMENTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Rischio per gli addetti minore</li> <li>-non si producono RCA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-l'amianto resta in sede</li> <li>-controlli periodici</li> </ul>
-CONFINAMENTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Barriera resistente agli urti</li> <li>-non si producono RCA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-controlli periodici</li> <li>-interventi di manutenzione</li> </ul>



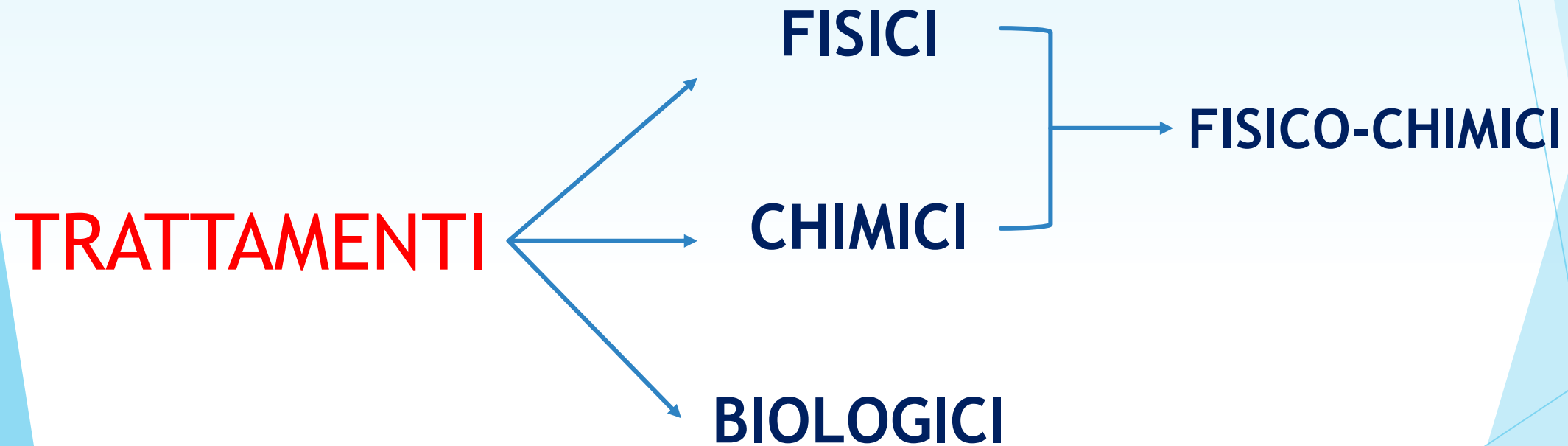
# TRATTAMENTI RIFIUTI CONTENENTI AMIANTO (RCA)

Il Decreto Ministeriale n.248 del 29 luglio 2004, Ministero dell'Ambiente definisce due categorie di trattamenti:

A fine trattamento:



# TIPOLOGIE TRATTAMENTI





# TRATTAMENTI FISICI

- ❖ **SOLIDIFICAZIONE/STABILIZZAZIONE**  
(con cemento o resine)  
(processo ICAM)



Discarica

- ❖ **VETRIFICAZIONE**  
(Fusione a 1200-1600 °C  
e rapido raffreddamento)

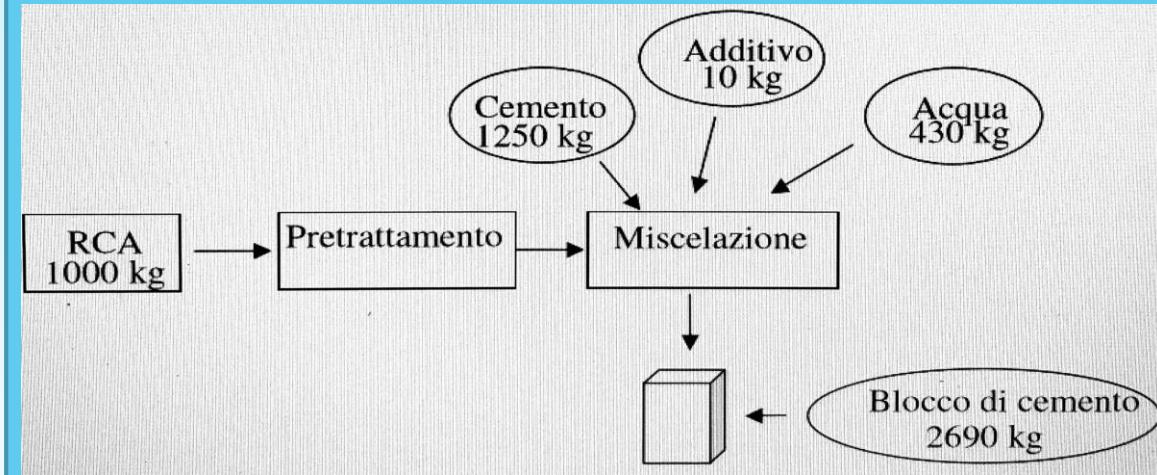


Riutilizzo come  
materia prima

**INERTAM**

Morcenx (Francia)

COFALIT





## ❖ LITIFICAZIONE

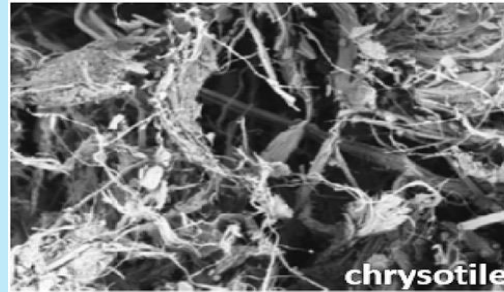
(fusione a 1400 °C e lento raffreddamento)



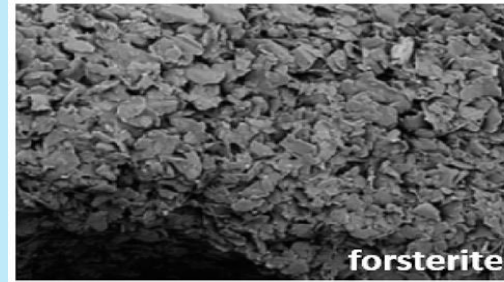
Riutilizzo come  
materia prima

## ❖ CERAMIZZAZIONE

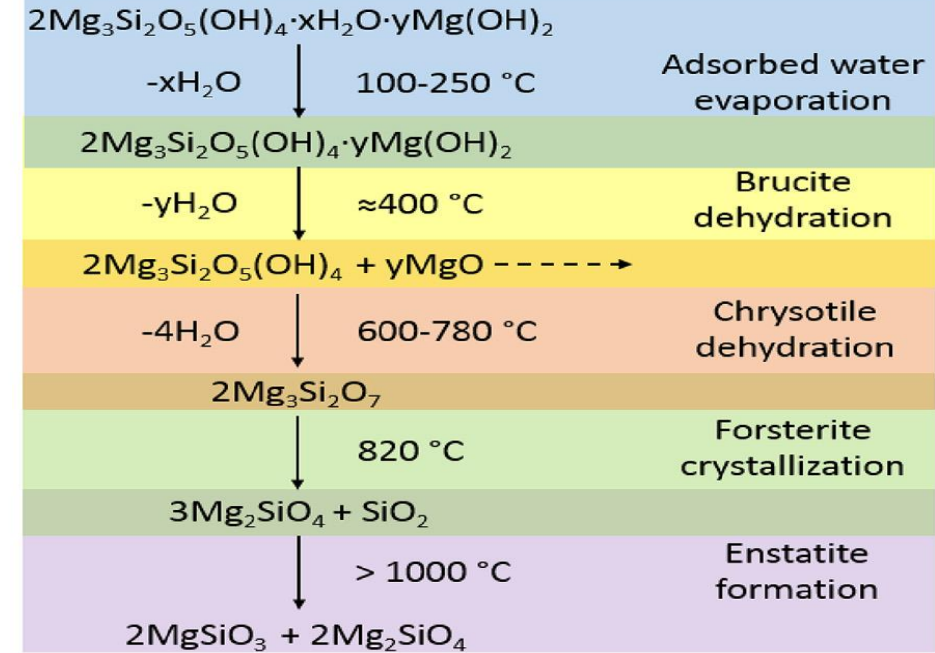
(modifica della struttura cristallina)



chrysotile



forsterite



## ❖ LITIZZAZIONE PIROLITICA



Riutilizzo come  
materia prima



**PROCESSO CORDIAM**  
(RCA mescolato con argille e portato in forno a 900 °C)

## ❖ PRODUZIONE DI CLINKER

(in forno con calcare e argilla)

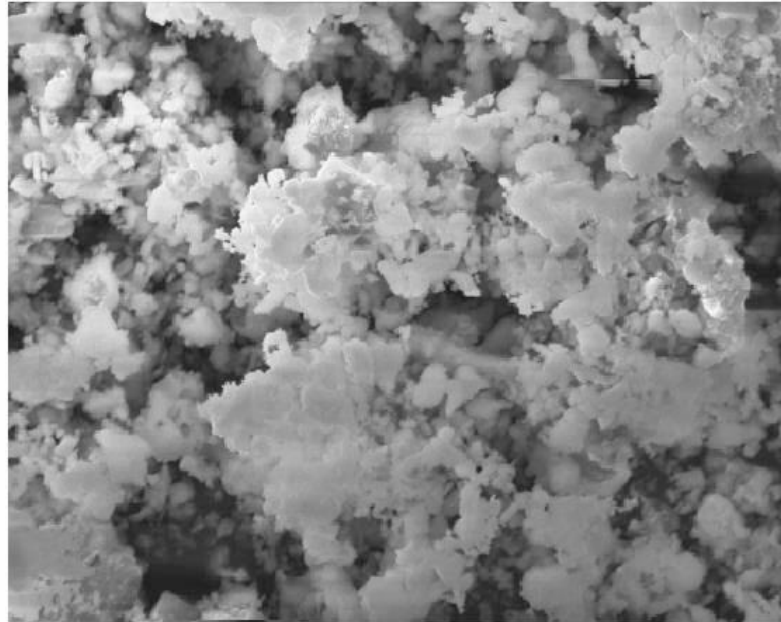


Riutilizzo come  
materia prima

## ❖ TRATTAMENTO IDRO-TERMICO

(tramite l'impiego di ASC)

Riutilizzo come  
materia prima



(Campione di eternit)

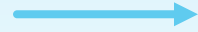
## ❖ TRATTAMENTO TERMICO CON MICROONDE

**PROCESSO ENEA**  
Inertizzazione dell'amianto IN SITU

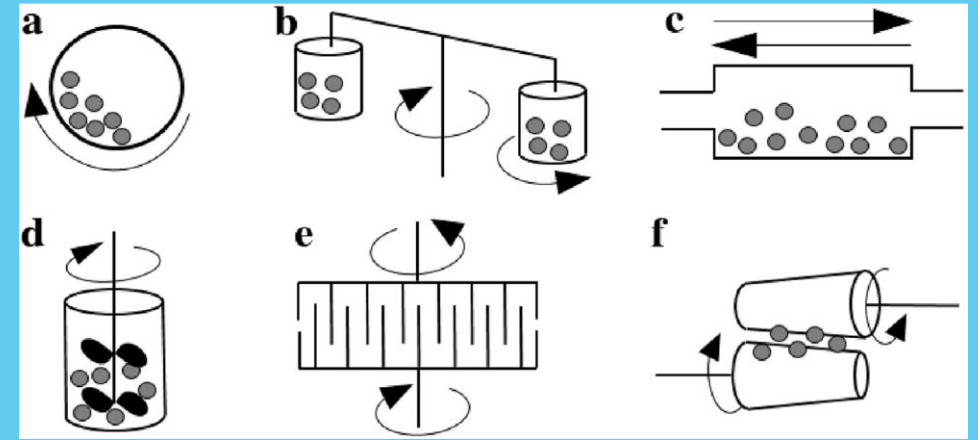
**FORNO ROTANTE A MICROONDE**  
Natori city (Miyagi Prefecture, Giappone)

# TRATTAMENTI FISICO-CHIMICI

- ❖ ULTRAMACINAZIONE  
(Si attivano reazioni chimiche tramite energia meccanica)



Riutilizzo come materia prima

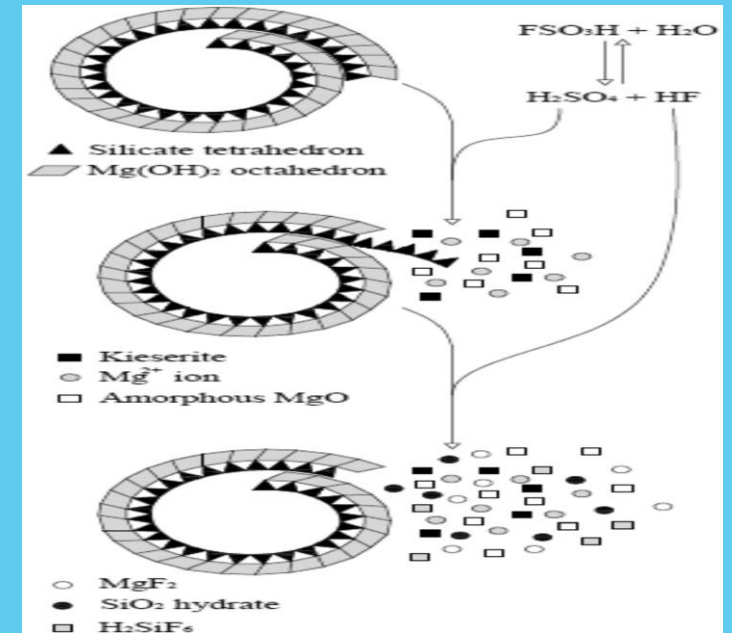


# TRATTAMENTI CHIMICI

- ❖ TRATTAMENTO CHIMICO in soluzioni di acidi o basi forti



Riutilizzo come materia prima



# TRATTAMENTI BIOLOGICI

- ❖ TRATTAMENTO BIOLOGICO mediante funghi e chelanti



Utilizzati come pretrattamenti  
Ancora in fase di sviluppo

# DISCARICA

D.Lgs. n. 36/2003 e D.M. 27 settembre 2010

DISCARICA

Per **rifiuti pericolosi**, dedicata o con cella dedicata

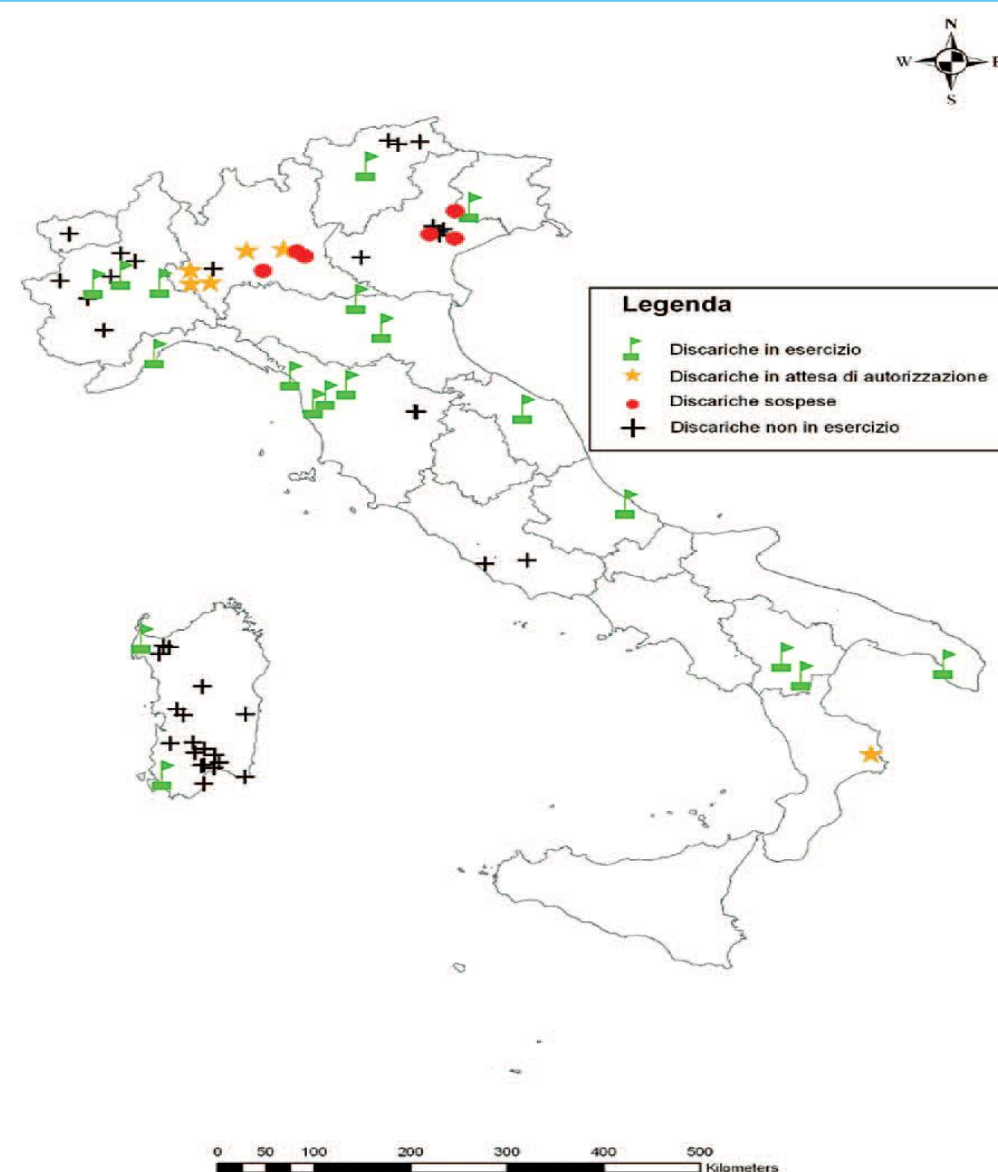
Per **rifiuti non pericolosi**, dedicata o con cella monodedicata

$$\text{Indice di rilascio} = \frac{\% \text{Peso amianto} \times \text{Densità assoluta}}{\text{Densità apparente} \times 100}$$

I.R.  $< 0,6$   $\longrightarrow$  NON PERICOLOSA

I.R.  $\geq 0,6$   $\longrightarrow$  PERICOLOSA

## Mappa delle discariche per RCA





# CONCLUSIONI

- ❖ In **passato** il problema erano i materiali contenenti amianto, **oggi** sono i RCA;
- ❖ La **discarica non è un metodo efficace** per risolvere il problema, sono in via di esaurimento e non si riescono a trovare siti idonei all'ubicazione di nuove;
- ❖ Le **tecniche di inertizzazione** dei RCA sono molto più **costose** rispetto alla discarica e bisogna provvedere allo smaltimento dei prodotti dei trattamenti (fumi della combustione, acque reflue, ecc.)
- ❖ La forte **opposizione** dell'opinione pubblica e delle amministrazioni locali all'ubicazione di discariche e impianti di trattamento a fini di recupero non aiutano lo sviluppo delle tecniche;
- ❖ Nonostante le difficoltà fin qui incontrate gli impianti di inertizzazione sono di estrema importanza per una gestione dei RCA che miri a ridurre lo smaltimento in discarica. Inoltre tale campo applicativo può rivelarsi strategico dal punto di vista **imprenditoriale**.

**GRAZIE PER L'ATTENZIONE.**