

# NETZSCH

Proven Excellence.



## Macinazione fine e classificazione di leghe di terre rare

# Soluzioni per la lavorazione delle leghe di terre rare

## Macinazione e classificazione con distribuzione

I materiali magnetici sono usati come materiali funzionali in numerose applicazioni, ad esempio nelle comunicazioni, per controlli e regolazione, azionamenti, tecnologia di misura, ecc.

I magneti al neodimio-ferro-boro (NdFeB) sono costituiti dalle cosiddette terre rare e sono caratterizzati da densità di energia molto elevate, il che li rende interessanti per le applicazioni in cui sono richiesti forti campi magnetici con volume e peso ridotti, ad esempio nella miniaturizzazione dei magneti per sensori, mentre nella costruzione di motori questi magneti portano alla riduzione delle dimensioni e quindi del volume e del peso. I magneti in terre rare sono utilizzati anche nelle turbine eoliche per l'eccitazione permanente dei generatori.

### Magnetni in samario cobalto

Rispetto ai magneti al neodimio, i magneti al samario-cobalto (SmCo) sono caratterizzati da un coefficiente di temperatura reversibile inferiore, sono poco sensibili alla temperatura e possono essere utilizzati fino a 350° C. La loro elevata coercitività li rendono molto resistenti ai campi di smagnetizzazione e non necessitano di protezione contro la corrosione.



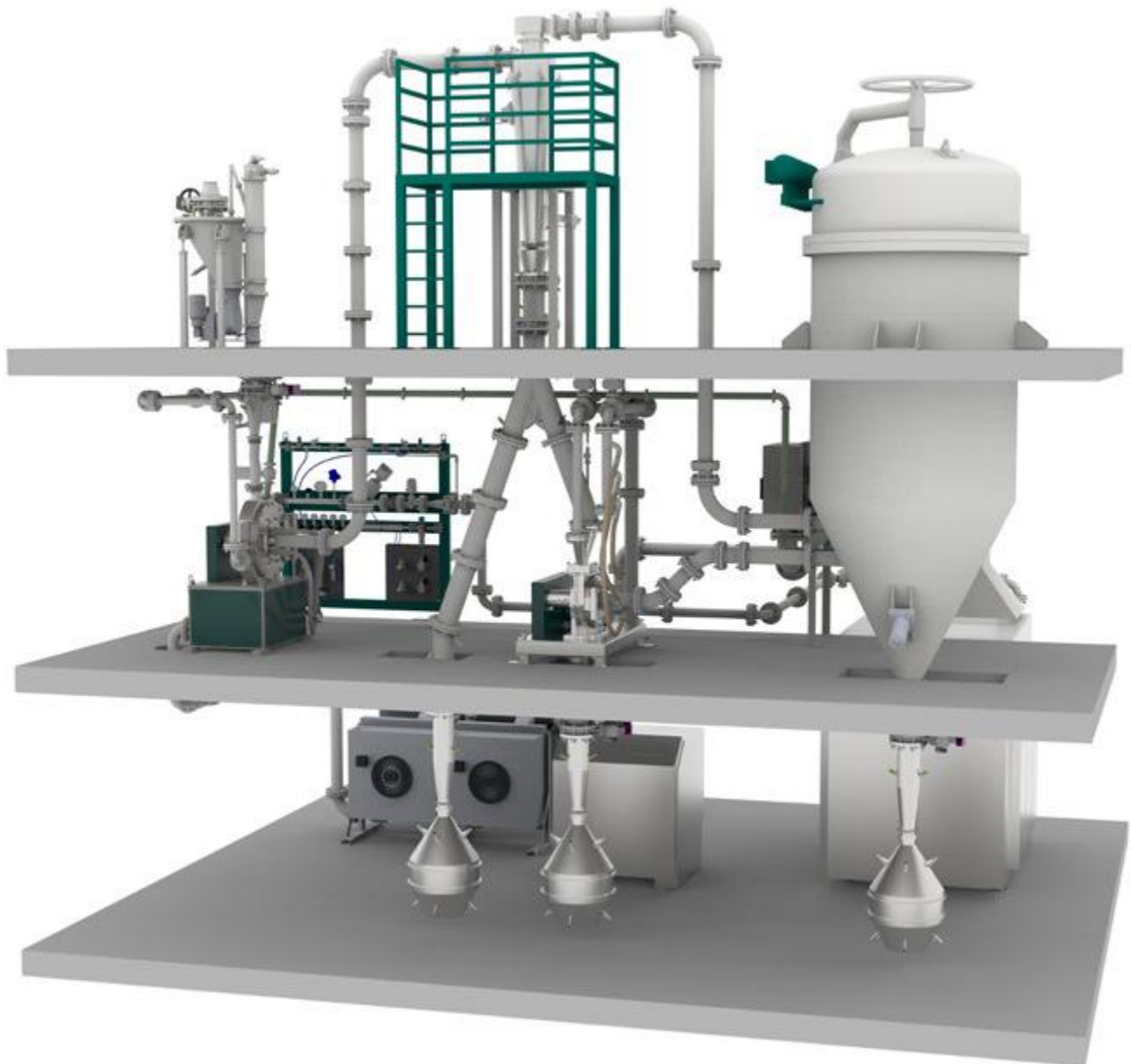
### Esempi applicativi

- Neodimio Ferro Boro (NdFeB)
- Samario Cobalto (SmCo)
- Niobio Stagno (NbSn)
- Altri materiali magnetici

## ne granulometrica stretta

Durante il processo di produzione il materiale in polvere viene macinato prima della pressatura e della sinterizzazione. La macinazione è un passaggio essenziale perché la dimensione delle particelle è fondamentale per la qualità e le proprietà dei magneti: l'ideale è la ristretta distribuzione delle dimensioni delle particelle, con il minimo possibile di particelle fini ( $< 2 \mu\text{m}$ ) e grossolane ( $> 8 \mu\text{m}$ ).

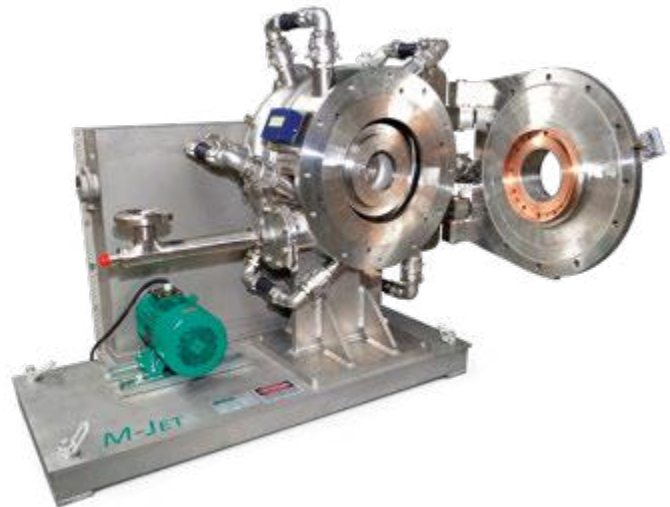
I jet mills ed i classificatori ultrafini NETZSCH garantiscono la lavorazione affidabile dei composti NdFeB sensibili o altre leghe sotto gas protettivo e la distribuzione granulometrica molto stretta con un limite di granulometria superiore precisamente definito.



# Macinazione fine a secco

## Jet mill a letto denso

- La combinazione di un mulino a getto a spirale ed una ruota di classificazione integrata consente di ottenere un prodotto con una ripida distribuzione delle dimensioni delle particelle
- La regolazione della finezza di macinazione è indipendente dal carico del prodotto ed avviene solo tramite l'impostazione della velocità del classificatore, perciò il mulino può essere azionato in modo molto più economico ed efficiente con un carico di prodotto maggiore
- La macinazione esente da residui ed il minimo accumulo di prodotto all'interno della macchina rendono l' M-JET il mulino ideale per prodotti di alta qualità, garantendo che ogni lotto venga macinato sotto le stesse condizioni
- L'esecuzione compatta dell' M-JET NETZSCH garantisce l'ottima accessibilità per la pulizia e la facile e rapida rimozione dei componenti che non possono essere macinati



Jet Mill a letto denso NETZSCH



Jet mill a letto fluido NETZSCH CGS 50

## Jet mill a letto fluido CGS

- Innovativo mulino a getto d'aria per macinare anche i prodotti più duri ad una finezza da  $2 \mu\text{m}$  a  $120 \mu\text{m}$  ( $d_{97}$ ), con una distribuzione granulometrica molto ripida
- Il prodotto viene trasportato in un getto di gas, accelerato e frantumato dalle collisioni tra le particelle. La macinazione è completamente autogena e non vi è alcuna contaminazione del prodotto
- La finezza desiderata è regolabile in continuo tramite un classificatore dinamico integrato nell'alloggiamento, che garantisce la riproducibilità della qualità del prodotto
- Una valvola sul fondo della camera di macinazione rende facile e veloce lo svuotamento del letto di prodotto contenente i componenti non macinabili

# Vagliatura – depolverazione della polvere fine

## Classificatore fine ad alte prestazioni

- Il classificatore fine ad alte prestazioni, dotato della ruota di classificazione <sup>®</sup> brevettata, garantisce i migliori risultati di classificazione ( $d_{97}$  da 1  $\mu\text{m}$  a 120  $\mu\text{m}$ ) con una selettività eccezionale, che garantisce l'elevata e costante qualità del prodotto
- Le particelle fini (< 1  $\mu\text{m}$ ) vengono rimosse in modo affidabile per ottimizzare ulteriormente le proprietà del prodotto
- È possibile ottenere facilmente risultati di separazione efficaci con una sola ruota classificatrice
- Grazie alla forma speciale dell'alloggiamento si ottiene un significativo miglioramento della produttività
- L'accessibilità e la facile pulizia della macchina sono garantite dallo sportello incernierato e dalla gabbia a palette di guida asportabile



Classificatore fine ad alte prestazioni

## Impianto compatto per laboratorio

I jet mill e classificatori NETZSCH sono disponibili anche in piccole dimensioni e montati in uno skid completo e compatto, in esecuzione a tenuta di gas per il funzionamento sotto gas inerte

- Un rivestimento in PU impedisce l'aderenza del prodotto
- Attacchi per Argon o Azoto
- Facile estrazione di componenti difficili da macinare, come il neodimio duttile o il ferro- $\alpha$
- Aspirazione centralizzata
- Passivazione automatica dell'impianto



NETZSCH con mulino a getto a letto denso e classificatore fine ad alte prestazioni

# Rimozione di componenti difficilmente macinabili

Durante la macinazione di leghe di terre rare spesso si formano residui di componenti difficili da macinare che, nel caso delle leghe NdFeB, sono costituite principalmente da neodimio, altri componenti di terre rare o ferro. Questi residui sono duttili e solitamente non possono essere macinati nei mulini a getto e si accumulano nella camera di macinazione: da un lato ciò riduce la produttività del mulino e dell'intero sistema, dall'altro questi componenti hanno un effetto negativo sulle proprietà magnetiche. Inoltre, l'accumulo di componenti difficili da macinare può anche modificare la qualità del prodotto in relazione alla distribuzione granulometrica. Un altro problema è la variazione della composizione della lega delle polveri di terre rare attraverso la macinazione selettiva nel letto fluido. Un altro problema è lo spostamento della composizione della lega delle polveri di terre rare attraverso la macinazione selettiva nel letto fluido.

In base alla qualità delle leghe di terre rare è quindi necessario rimuovere dalla camera di macinazione i componenti difficili da macinare a determinati intervalli di tempo.

Con i mulini a getto convenzionali il processo di rimozione è spesso lungo e complicato, che di solito viene attivato in base alla produttività del mulino e può richiedere diverse ore, interrompendo la produzione per un lungo arco di tempo.

## La soluzione NETZSCH

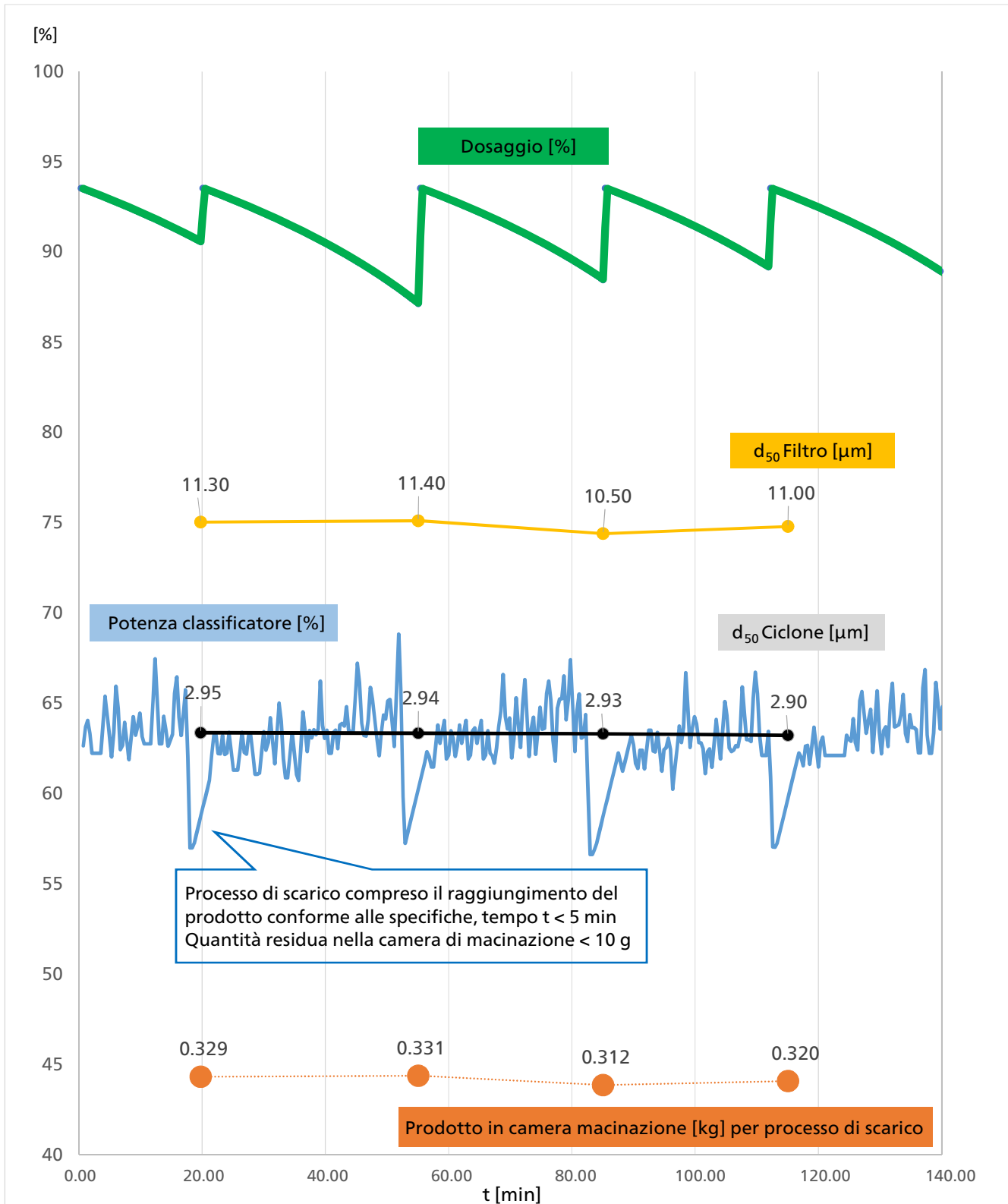
Nel mulino i nostri esperti hanno risolto con eleganza il problema dell'espulsione dei componenti difficili, che avviene durante il funzionamento direttamente dalla camera di macinazione.

Questo processo può essere facilmente automatizzato in quanto il calo di portata viene rilevato tramite la riduzione del ciclo di lavoro del sistema di dosaggio. Ad un valore impostato si apre una valvola, installata nella tubazione del filtro, e il prodotto viene spinto fuori dalla sovrappressione nella camera di macinazione; il classificatore entra in modalità by-pass ed il contenuto del mulino viene convogliato direttamente nel filtro antipolvere a valle tramite una linea separata, che viene utilizzata solo per svuotare il mulino, così il prodotto scaricato non esce dal circuito del gas inerte.

Dopo lo scarico della camera di macinazione il mulino fornisce un prodotto che soddisfa nuovamente le specifiche entro 10 minuti, il che significa un notevole risparmio di tempo rispetto ai tradizionali mulini a getto a letto fluido.



Sistema da laboratorio 10 con linea di scarico nel filtro antipolvere

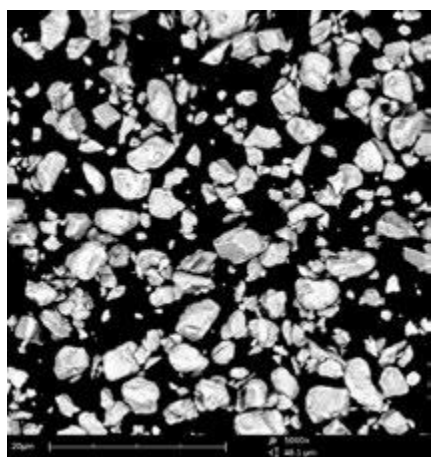
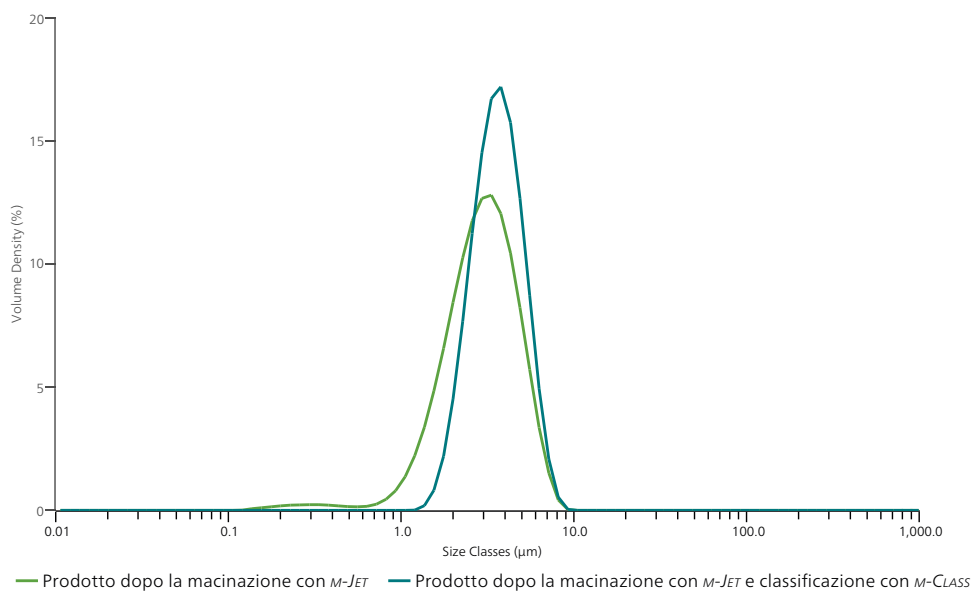


# Risultato

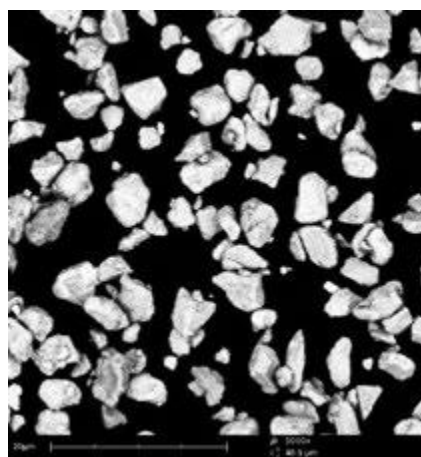
Prima della pressatura e della sinterizzazione dei magneti in terre rare, la dimensione ideale delle particelle è compresa tra 2  $\mu\text{m}$  e 8  $\mu\text{m}$ : a queste dimensioni le particelle possono essere facilmente orientate tramite i campi magnetici e contribuiscono al raggiungimento di un elevato magnetismo.

La misurazione della distribuzione granulometrica della polvere di NdFeB, prodotta con mulini e classificatori NETZSCH, e le caratteristiche magnetiche dei magneti da essi sinterizzati forniscono risultati convincenti. Dopo la classificazione la frazione inferiore a 1  $\mu\text{m}$  è pari allo 0% ed il valore  $d_{90}/d_{10}$  è 2,7 per un  $d_{50} = 3,5 \mu\text{m}$ .

## Confronto della distribuzione granulometrica di NdFeB dopo la macinazione e dopo l'ulteriore classificazione

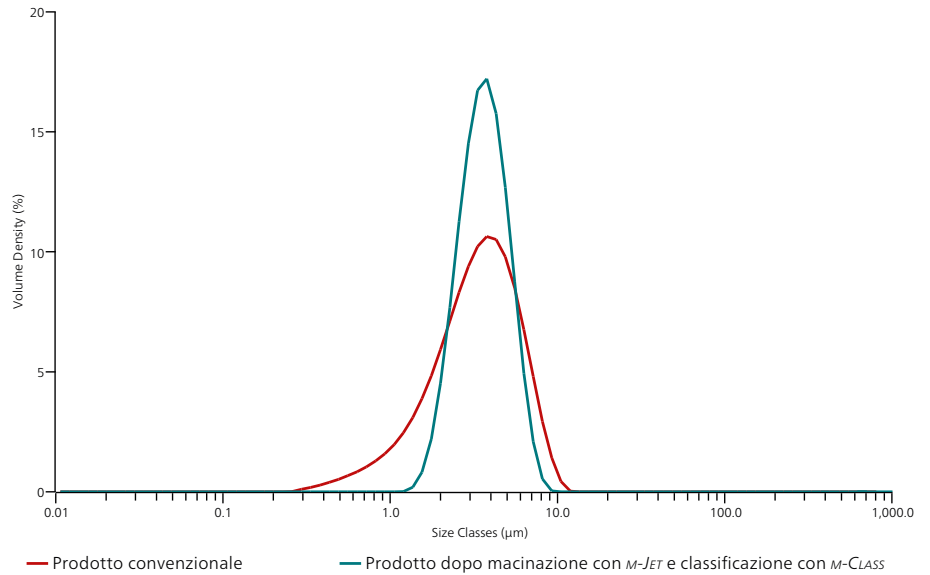


Polvere di NdFeB dopo la macinazione con NETZSCH (ingrandimento x 5000)

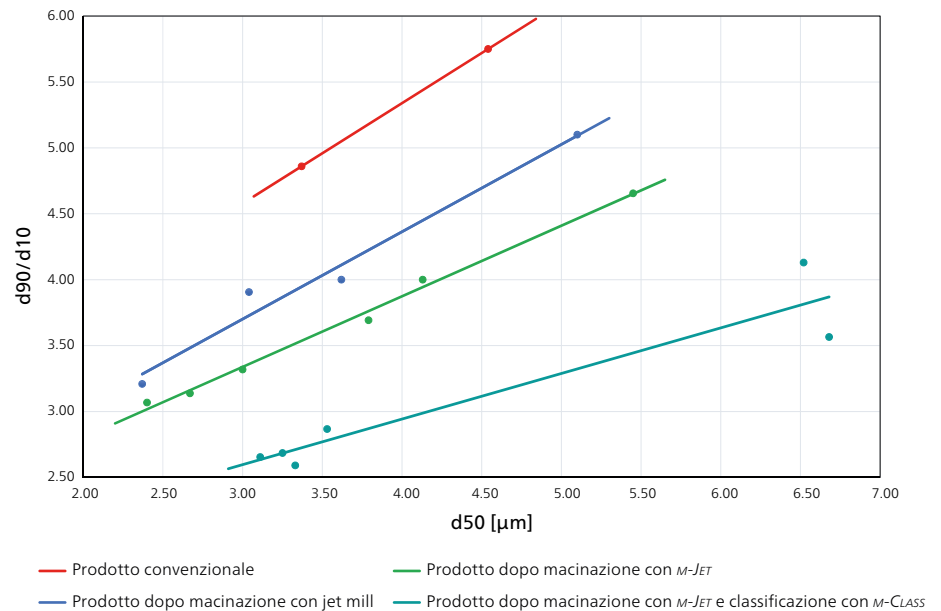


Polvere di NdFeB dopo la macinazione con e classificazione con (ingrandimento x 5000)

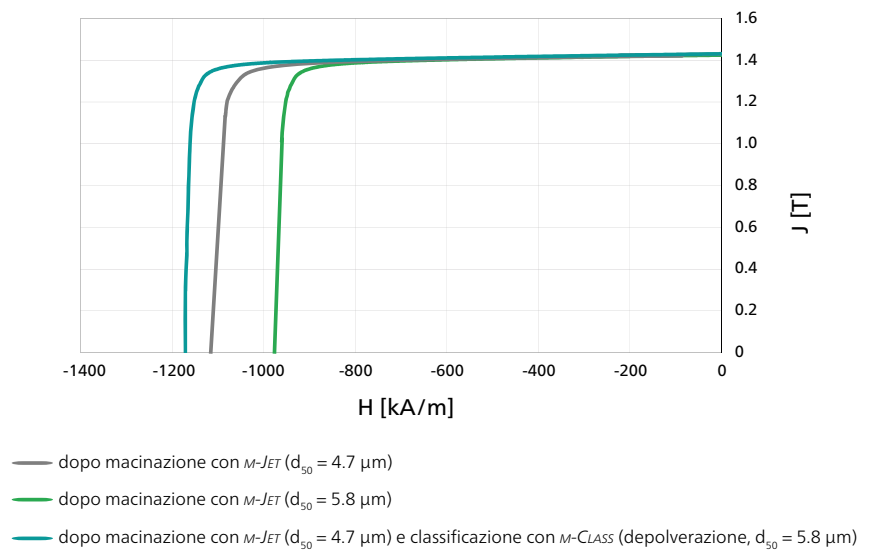
Distribuzione granulometrica della polvere di NdFeB dopo la macinazione e classificazione rispetto al sistema convenzionale



Confronto dei valori  $d_{90}/d_{10}$  di polveri NdFeB di diversa fabbricazione



Confronto delle curve di smagnetizzazione dei magneti NdFeB



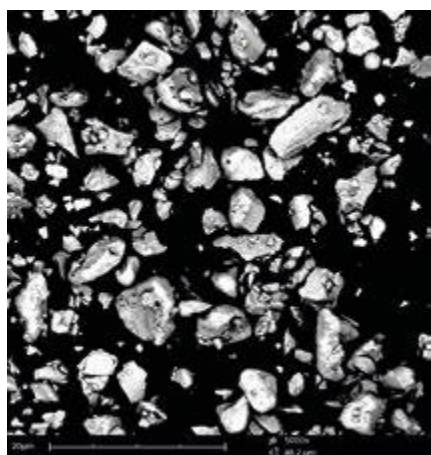
# Design delle particelle – arrotondamento delle parti

Le particelle di terre rare rotonde, senza angoli e bordi, portano vantaggi decisivi per i magneti che ne derivano:

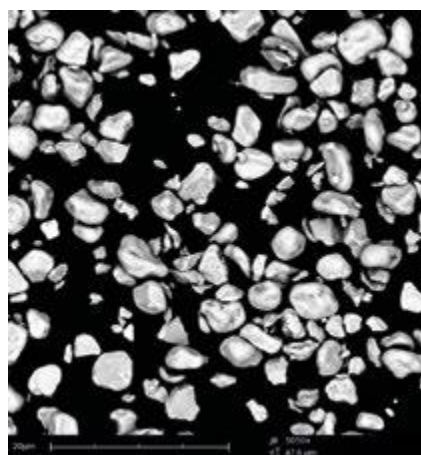
- Maggiore grado di orientamento
- Ritentività maggiore
- Aumento della forza di campo
- Aumento della coercitività

Con la tecnologia NETZSCH l'arrotondamento delle particelle e la riduzione delle particelle fini riescono in un solo passaggio.

Design delle particelle	Prima (sinistra)	Dopo (destra)
Frazione < 1 $\mu\text{m}$	4.1%	0.0%
Valore $d_{90}/d_{10}$	3.54	2.46



Polvere macinata



Polvere arrotondata

## Lavorazione di riciclati

Il riciclaggio è un tema importante nell'economia circolare e le materie prime pregiate vengono lavorate e riutilizzate, il che contribuisce a proteggere l'ambiente e utilizzare le risorse naturali in modo più efficiente.

Tuttavia, i magneti riciclati da motori o generatori contengono un'elevata percentuale di impurità come ossigeno, azoto o carbonio, che si accumulano principalmente nelle parti più fini ed hanno un effetto negativo sulle proprietà del magnete e devono quindi essere rimossi prima del riutilizzo.

Per ottenere un'efficace riduzione del contenuto di ossigeno, la polvere viene infragilita tramite idrogeno e sottoposta a criomacinazione. Le parti fini e le impurità vengono così separate in modo affidabile dalla polvere magnetica riciclata tramite il classificatore fine ad alte prestazioni, ottenendo una polvere magnetica riutilizzabile.

# celle di terre rare

## NETZSCH offre un servizio completo

- E' possibile svolgere prove di macinazione e classificazione in atmosfera inerte con il vostro materiale originale presso il nostro centro tecnico.
- Il materiale, ottenuto in base ai parametri da voi richiesti, può venire utilizzato per la produzione di magneti.
- Siete invitati a presenziare ai test nel nostro centro tecnico, per garantire che tutto venga eseguito secondo le vostre specifiche.

**0%** particelle  $< 1 \mu\text{m}$  dopo la depolverazione con il classificatore fine ad alte prestazioni

Dimezzamento del **valore  $d_{90}/d_{10}$**  dopo la vagliatura (depolverazione) con rispetto alla polvere prodotta in modo convenzionale

Qualità costante grazie ai piccoli volumi di prodotto presente nel mulino – rispetto al classico mulino a letto fluido, il volume della camera di macinazione dell' è da **15 a 40** volte inferiore.


**Ripida** distribuzione granulometrica con e , dal laboratorio alla scala di produzione

Vantaggi della classificazione con ( $d_{50} = 5,8 \mu\text{m}$ ):

Intensità di campo $H_k$	<b>+ 21%</b>
Rettangolarità $R = H_k/H_{c_j}$	<b>+ 3%</b>
Coercitività $H_{c_j}$	<b>+ 21%</b>

Da **6 a 10 kg** di riempimento attivo durante il processo di macinazione in un 50 (da 150 a 250 kg per mulini a getto comparabili)

# FOCUS SUI VOSTRI VANTAGGI



Il gruppo NETZSCH è un'azienda tecnologica internazionale, a direzione familiare, con sede principale in Germania. I settori Analisi & Prove, Macinazione & Dispersione e Pompe & Sistemi assicurano soluzioni individuali ad altissimo livello. Più di 4.000 dipendenti in 36 Paesi e una rete mondiale di vendita e assistenza garantiscono la vicinanza al cliente e servizi competenti.

Promettiamo ai nostri clienti Proven Excellence, ovvero prestazioni eccezionali in tutti i settori. Il nostro desiderio di raggiungere questo obiettivo è ineguagliabile e ci guida costantemente dal 1873.

## Proven Excellence. ■

### Divisione Macinazione & Dispersione – Leader nella tecnologia di macinazione

NETZSCH-Feinmahltechnik – Germania  
NETZSCH Trockenmahltechnik – Germania  
NETZSCH Vakumix – Germania  
NETZSCH Lohnmahltechnik – Germania  
NETZSCH Mastermix – Gran Bretagna  
NETZSCH FRÈRES – Francia  
NETZSCH España – Spagna  
ECUTEK – Spagna

NETZSCH Machinery and Instruments – Cina  
NETZSCH India Grinding & Dispensing – India  
NETZSCH Tula – Russia  
NETZSCH Makine Sanayi ve Ticaret – Turchia  
NETZSCH Korea – Corea  
NETZSCH Premier Technologies – USA  
NETZSCH Equipamentos de Moagem – Brasile

NETZSCH Trockenmahltechnik GmbH  
Rodenbacher Chaussee 1  
63457 Hanau  
Germania  
Tel.: +49 6181 506 01  
Fax: +49 6181 571 270  
info.ntt@netsch.com

**NETZSCH®**

[www.netsch.com](http://www.netsch.com)