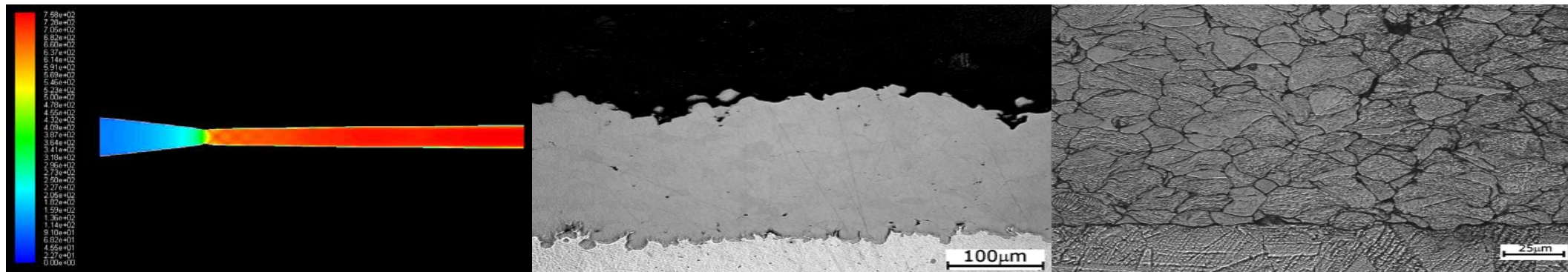


Giornata di disseminazione dei progetti CIVEN
3 Luglio 2009

Rivestimenti metallici a film spesso mediante tecnica Cold Spray

Relatore: Dott. Andrea Trentin
trentin@civen.org



Cold Gas Dynamic Spray

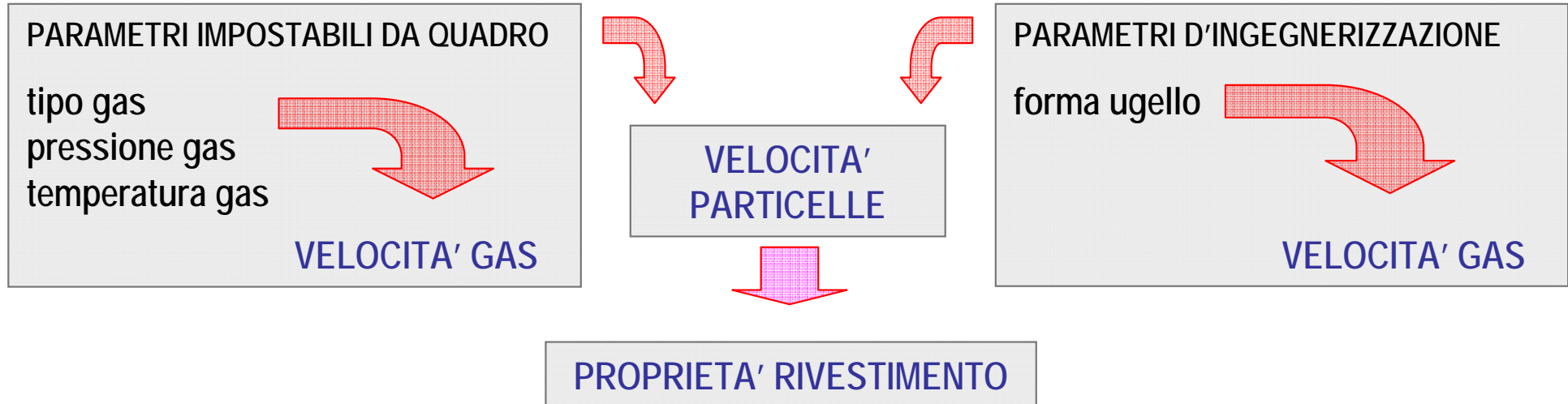
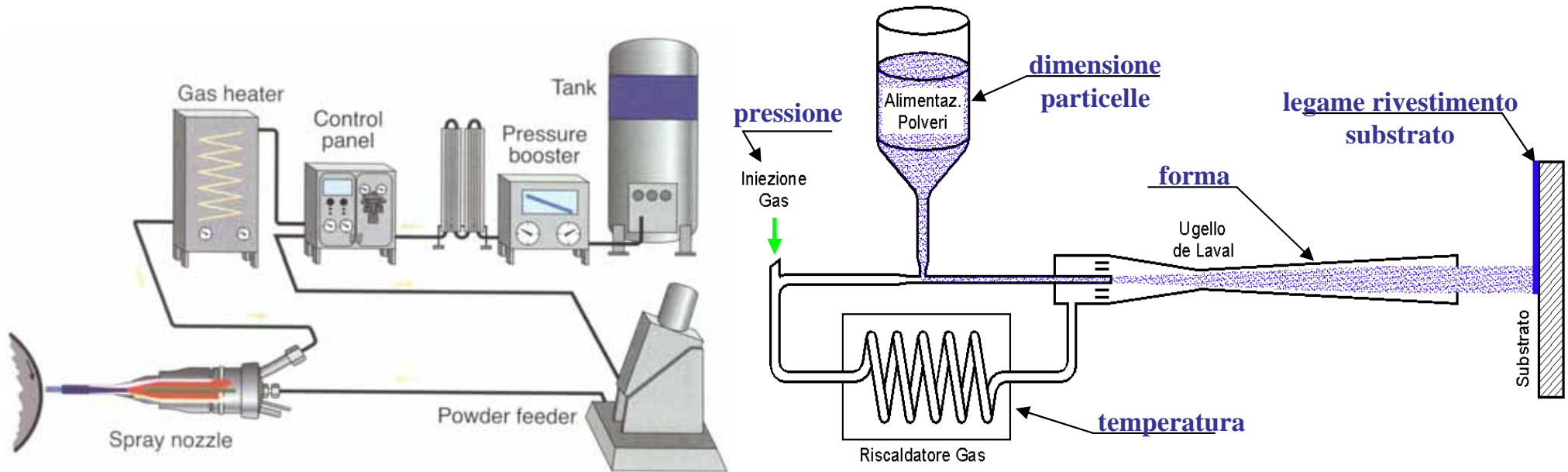
La tecnica di deposizione **Cold Gas Dynamic Spray** usa gas (*carrier*) ad alta pressione e riscaldati per accelerare **particelle micrometriche di metallo** oltre la velocità del suono che spruzzate su substrati di varia natura creano rivestimenti micrometrici fortemente adesi al substrato tramite **deformazione plastica**



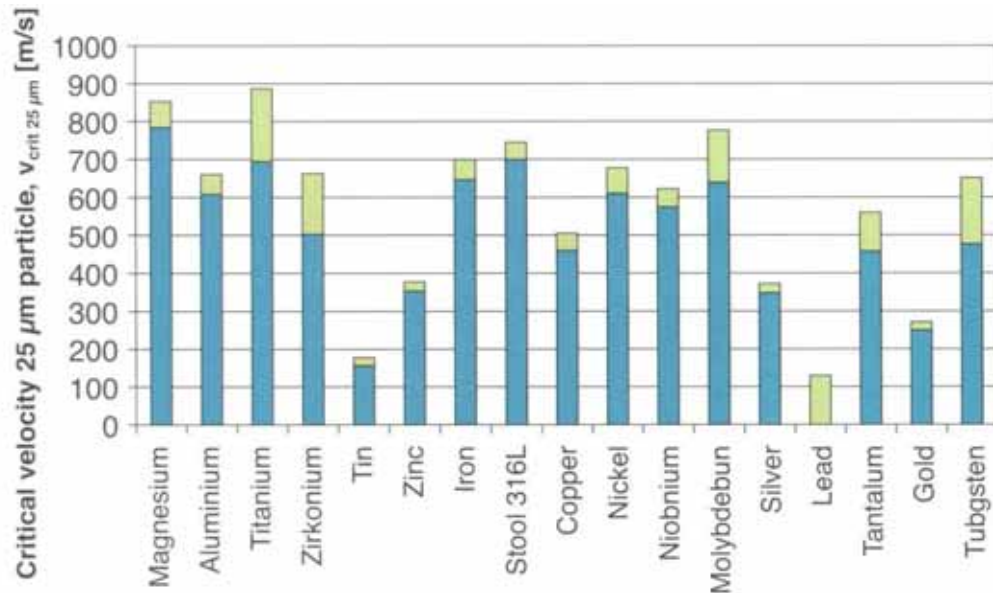
PROPRIETÀ e PECULIARITÀ

- assenza di fusione della particella e del target
- assenza di ossidazioni delle particelle e del target
- presenza di stress compressivi
- deposizione di polveri nanostrutturate
- velocità del processo
- economia del processo

Principio di Funzionamento



Finestra di Deposizione



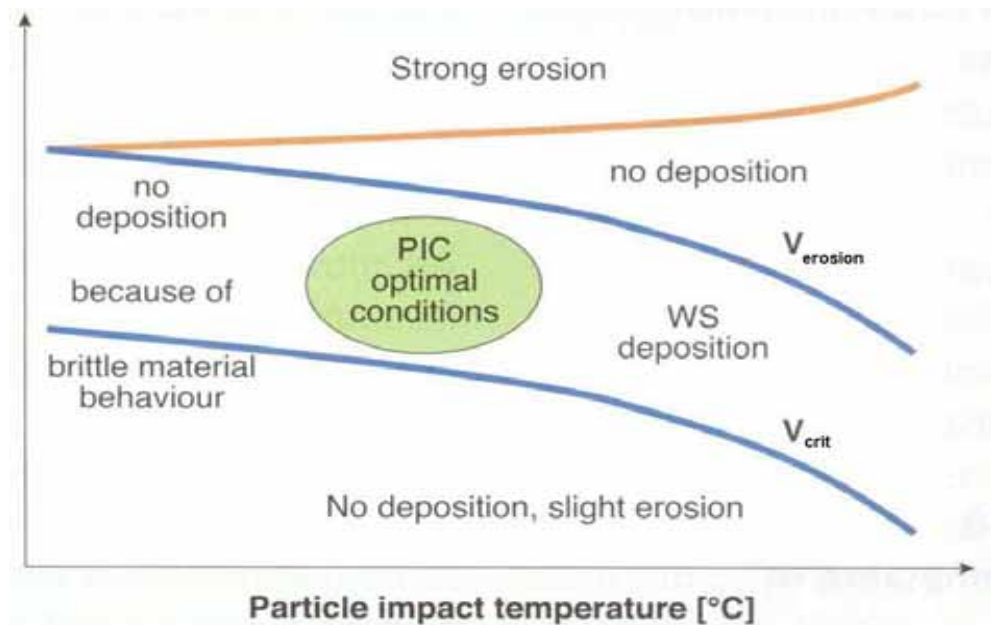
Velocità di erosione: velocità al di sopra della quale il processo di martellamento del flusso di particelle risulta predominante impedendo la stratificazione (processo di sabbiatura).

Finestra di Spruzzabilità: finestra di condizioni ottimali in termini di velocità, temperatura e granulometria delle particelle al fine di ottimizzare i processi di deposizione.

Velocità critica: velocità al di sotto della quale non si verificano le condizioni sufficienti per garantire adesione tra le polveri ed il substrato.

Equazione di Schmidt:

$$v_{crit}^{th, mech} = \sqrt{\frac{F_1 \cdot 4 \cdot \sigma_{TS} \cdot \left(1 - \frac{T_i - T_R}{T_m - T_R}\right)}{\rho} + F_2 \cdot c_p \cdot (T_m - T_i)}$$



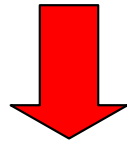
Scelta delle polveri

Caratteristiche delle Polveri:

Composizione elementare

Granulometria

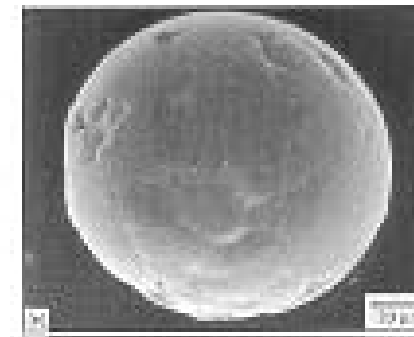
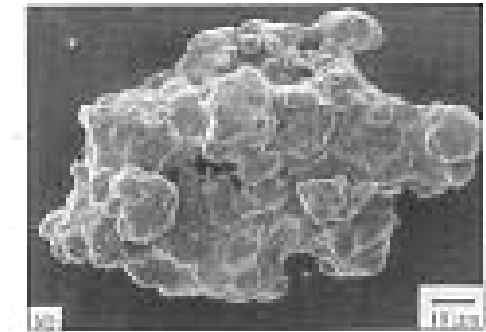
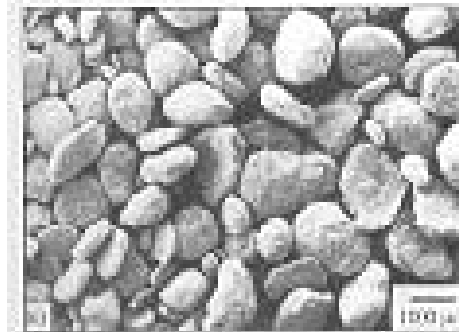
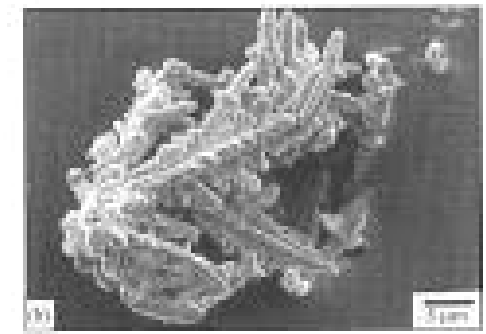
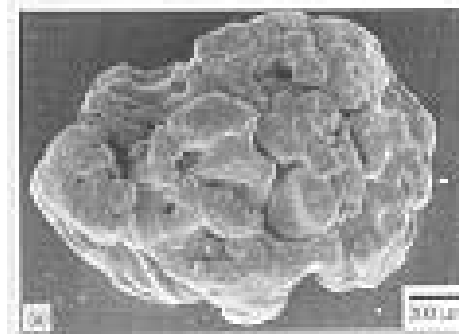
Morfologia



Velocità Particelle

Polveri per Processi Cold Spray:

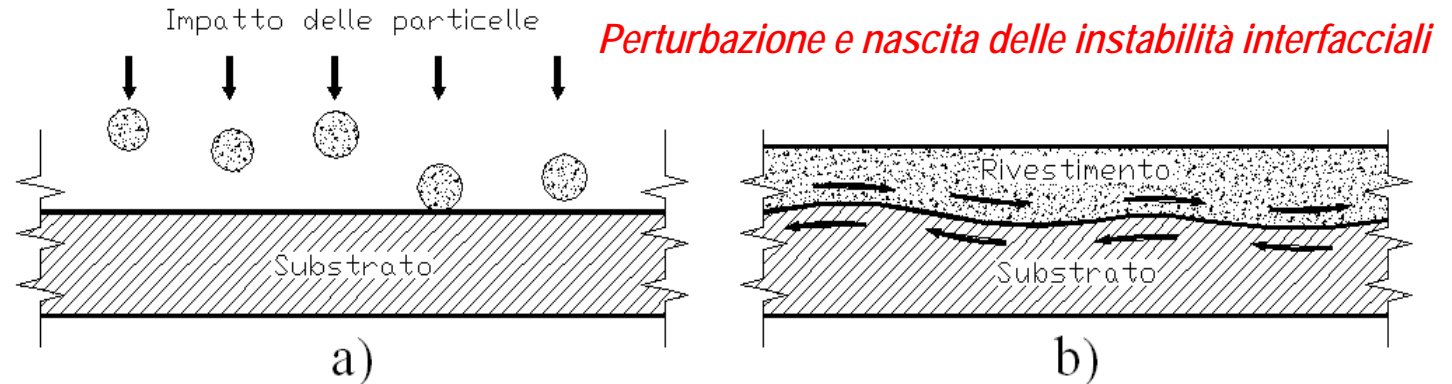
- forma sferica (atomizzate);
- calibro 5-50 μ m;
- facilmente reperibili sul mercato.



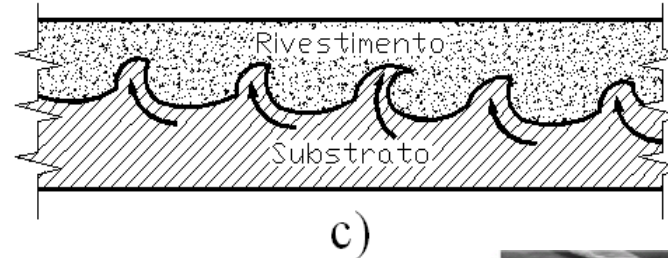
Fenomeno di Adesione

... Instabilità all'interfaccia (*shear instability*) ...

L'alta velocità e la forte energia cinetica producono la deformazione plastica della particella la quale aderisce intimamente con il substrato.



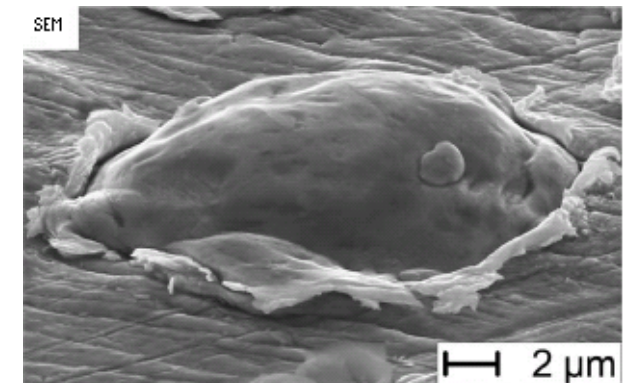
I motivi del forte legame sono dovuti allo scorrimento viscoso (metallo solido con alta velocità) delle interfacce che generano processi vorticosi.



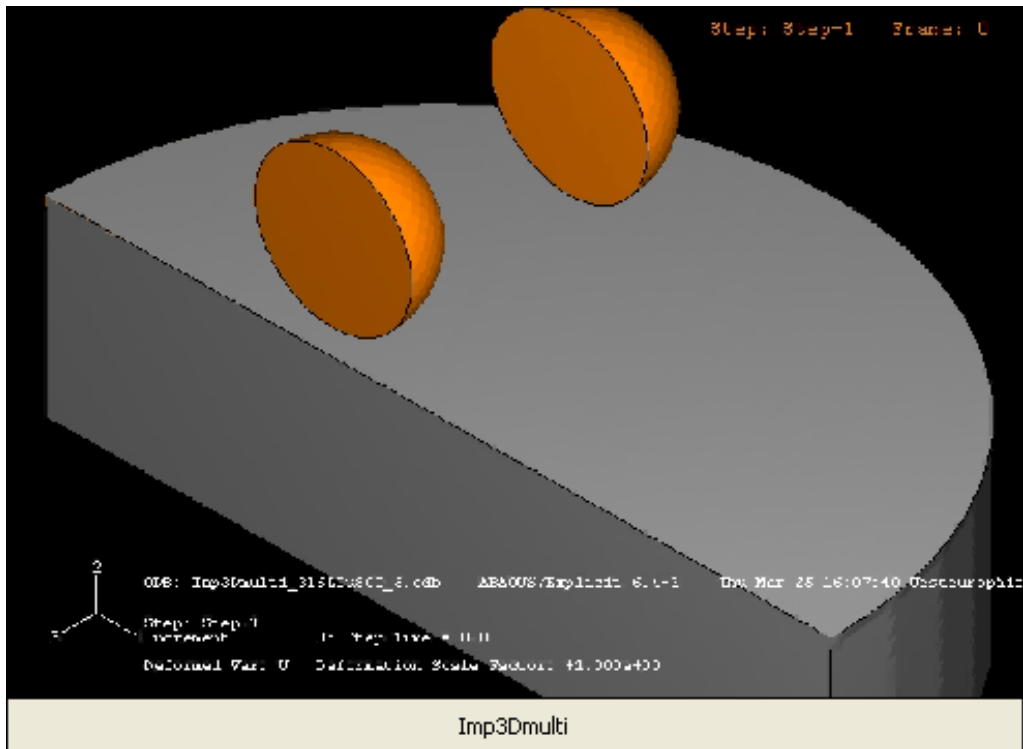
Formazione dei jets

FATTORI DI LEGAME

- pulizia delle superfici di adesione tramite i *JETS*
- rottura dello strato ossidato delle superfici ADESIONE
- **INSTABILITÀ INTERFACCIALE**



Processo di Accrescimento



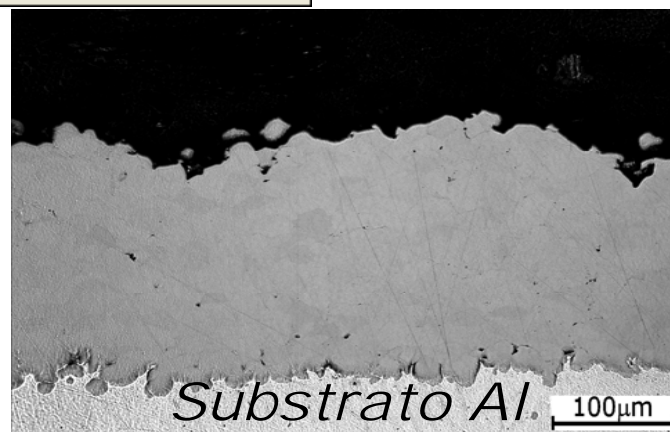
Effetto di peening dovuto all'impatto successivo di particelle con elevata velocità



Elevata compattezza (bassa porosità);
Elevato tenore di work hardening (elevata durezza);
Stato di stress residuo compressivo

Esempio:

deposito di polveri micrometriche
AISI316-L su substrati di
alluminio e di acciaio.



Attività Laboratorio Cold Spray

Coating deposition

Anti-Corrosion coatings: **Al**, **AISI316L**, **Ni** and **Ni-alloys**, (next activities with **Zn** and **Zn-Al alloys**)

Repairing applications: **Al**, **Al/Al₂O₃**

High temperature applications: **Ni-Al**

Improvement of mechanical properties: **Ni-Al**, **Ti-Al** and **Fe-Al** intermetallics for high temperature applications and wear resistance; **WC-Ni** and **WC-Co** composites

Other materials: **Cu**, **Cu/Al₂O₃**, **bronze**, **Ti**

Plastic materials

We are studying the possibility to use coldspray to perform surface treatment and coating deposition on plastic materials such as Nylon 6,6; Polycarbonate, PMMA with metals (copper and aluminium). The use of metal/PEEK mixes was also in progress.

Powders

A special **PVD** apparatus will be designed and realised in 2010-2011 to coat powders (in quantity of some Kg) by magnetron sputtering (coating thickness ~1-10µm). (both hard ceramic coatings on metal powders and soft metal coatings on brittle ceramic particles).

Duplex coatings and sealing

We are studying **Sol-gel deposition** and **varnishing** to improve barrier properties on coldsprayed coatings for anti-corrosion applications. We use both only Organic and hybrid Organic-Inorganic solutions to seal surface porosities by spray and dipping techniques. **PVD** coatings will be deposited to improve mechanical properties or to give special surface functionalisation (hydro- and oleo-phobic, chemical resistance, etc.).

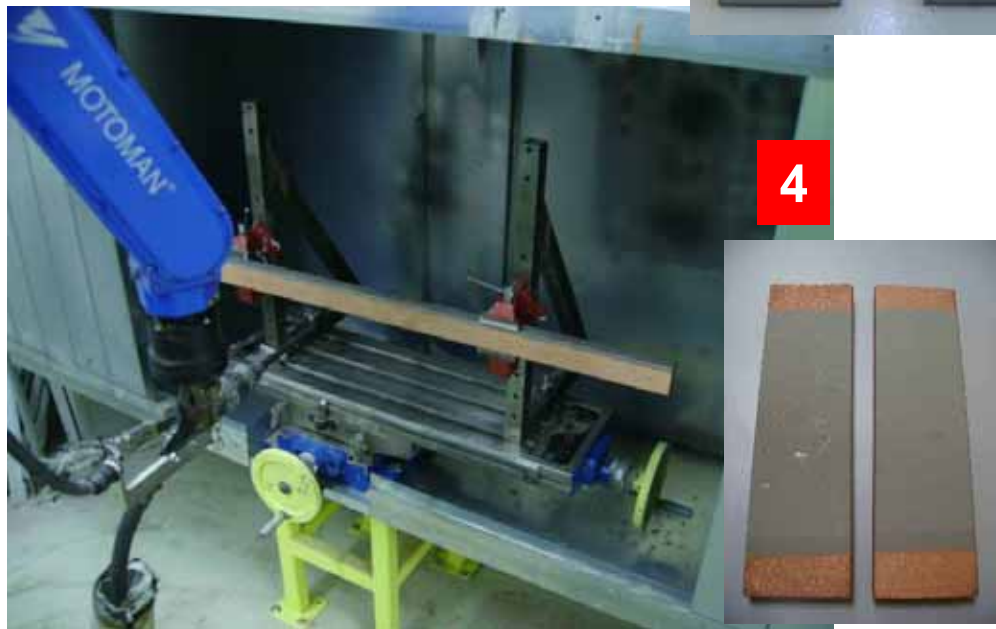
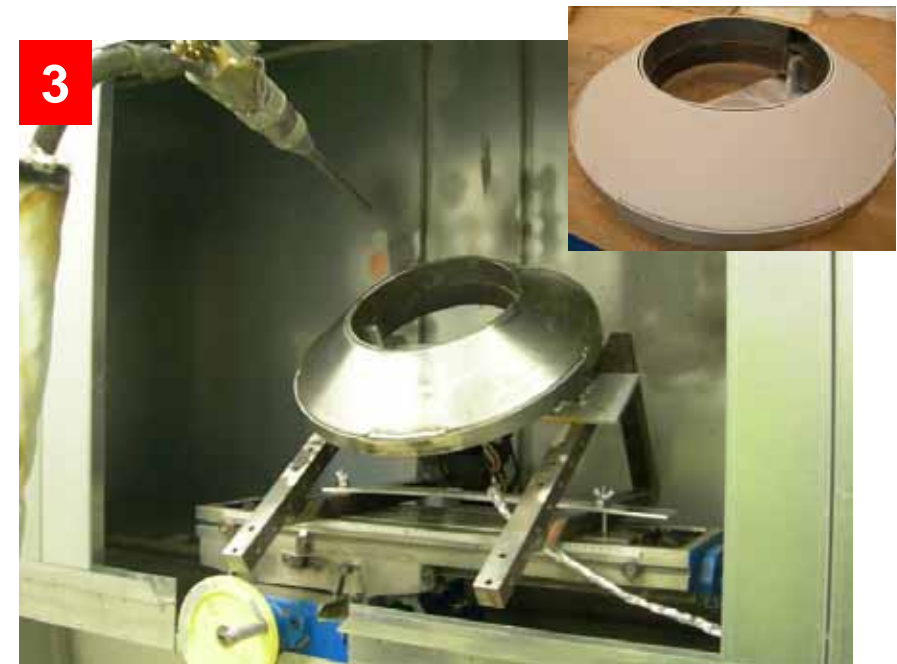
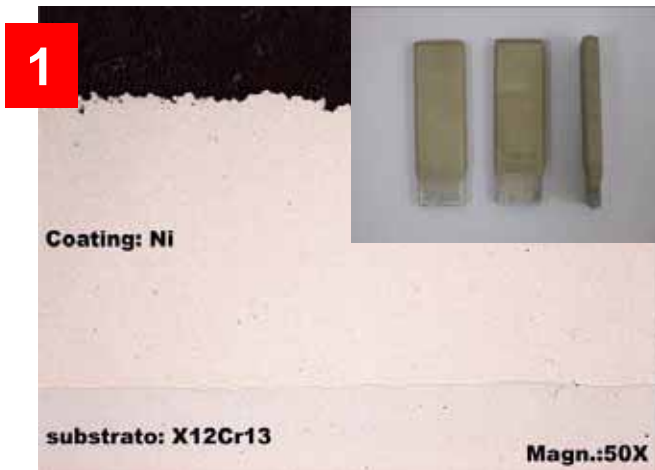
Coating characterization

Standard morphology characterization (metallography, SEM, microhardness). Local mechanical properties by Nanoindentation (polished samples); standard test ASTM B117 (salt spray test - corrosion) and ASTM C633 (adhesion and cohesion); tribological properties (pin-on-disc, ball-on-disc). (XRD and fatigue tests in collaboration with Milano university).

Impact simulation

A collaboration with *Dipartimento Ingegneria Meccanica* Politecnico di Milano (Prof. M. Guagliano) was recently activated to study the impact particle-substrate by means of FEM and computer simulations using COMSOL and Abaqus softwares.

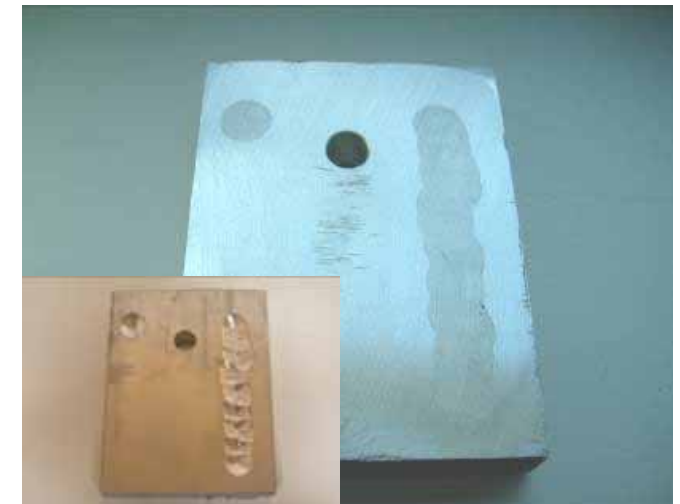
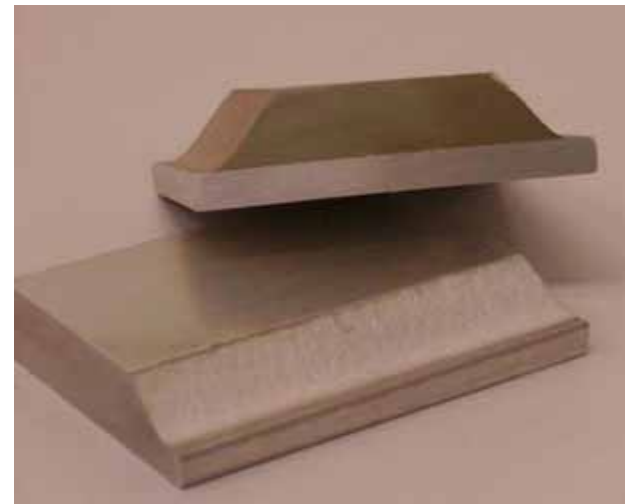
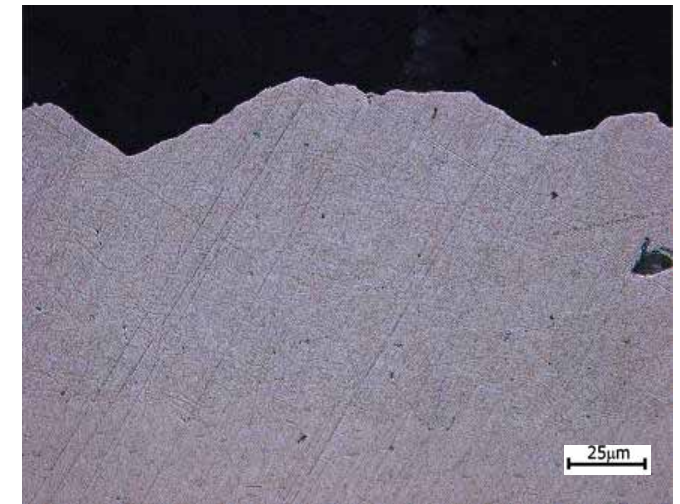
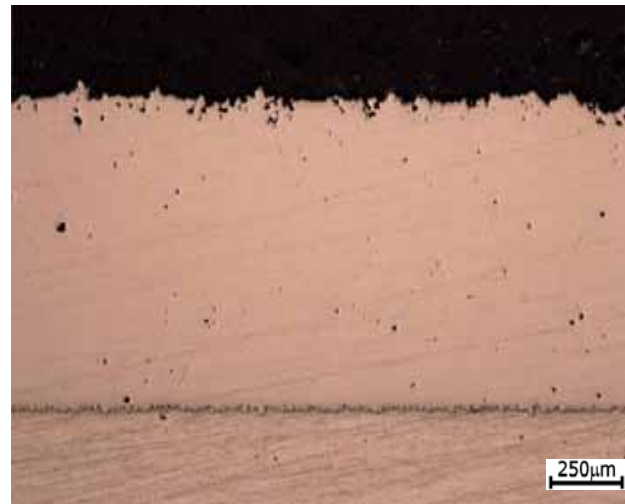
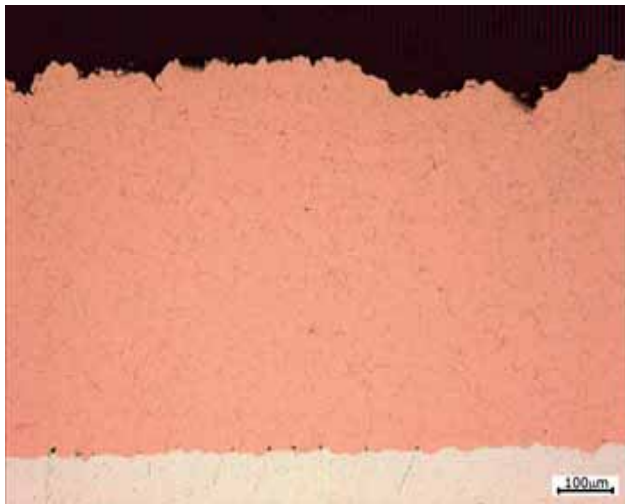
Applicazioni – Coating Funzionali



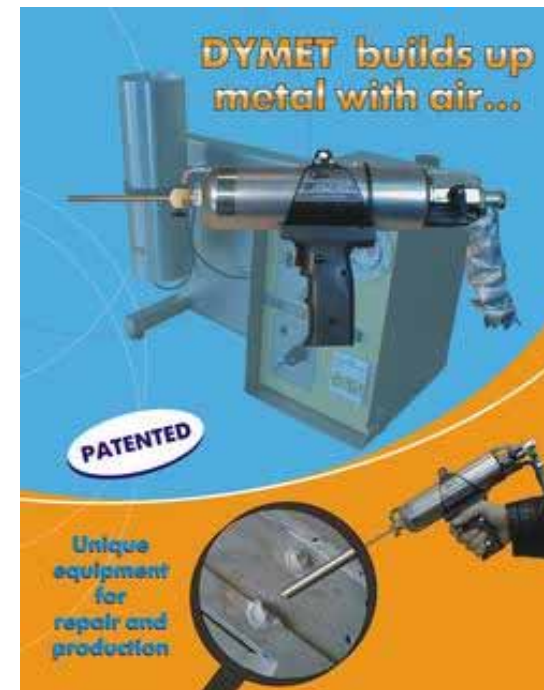
Description:

- 1 Anticorrosion Ni coating (mechatronic systems).
- 2 WC-Ni wear resistant coating on cutting tools.
- 3 NiAl intermetallics on special tool to compact soil (farm industries , TRACTUN – LE MONDE)
- 4 Protective Ni coating on water cooling bar in series-arc welding systems

Applicazioni – Materiali Massivi



Sistemi Portatili



Nuovi sistemi portatili particolarmente indicati per applicazioni quali la riparazione/ripristino di componenti con polveri di Al, Zn, Cu e loro leghe.

Ringraziamenti

- **Regione del Veneto**
- **CIVEN**

Ed i colleghi che hanno collaborato in questa attività

Simone Vezzù

Silvano Rech