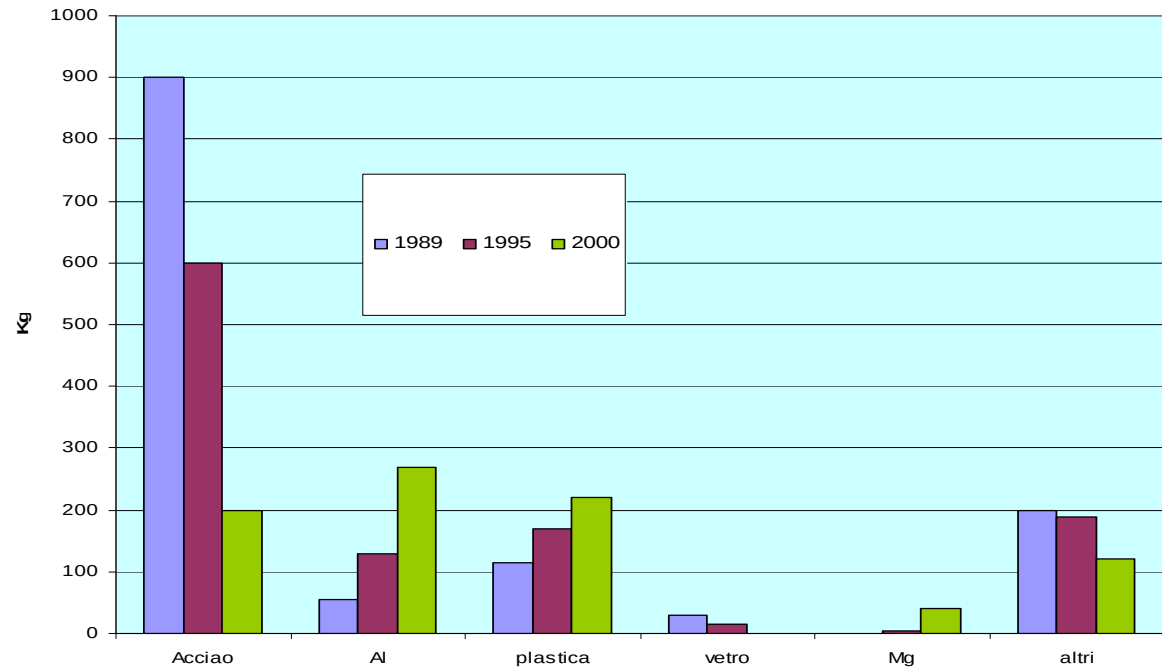


MAGNESIO

Materiali utilizzati in 1 autovettura



Metallo bianco argenteo
fortemente reattivo
Metallo leggero: peso
specifico 1.74 g/cm³ (2/3
di quello dell'Al)
Struttura cristallina e.c.
Modulo E= 45 GPa
Durezza 50 HB

Il Mg è il più leggero dei metalli di interesse industriale

- Industria automobilistica
- Industria aeronautica

Il Mg presenta capacità di assorbire energia anelasticamente

- Macchine fotografiche
- Computers

Metallurgia del Magnesio

I minerali più importanti di Mg:

- Magnesite Mg CO_3 28%
- Dolomite $\text{MgCO}_3 \text{ CaCO}_3$ 13.20%
- Serpentina $\text{MgO } 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 26.4 %
- Acqua di mare

Elevata stabilità dei composti $\longrightarrow$ estrazione del magnesio molto complessa

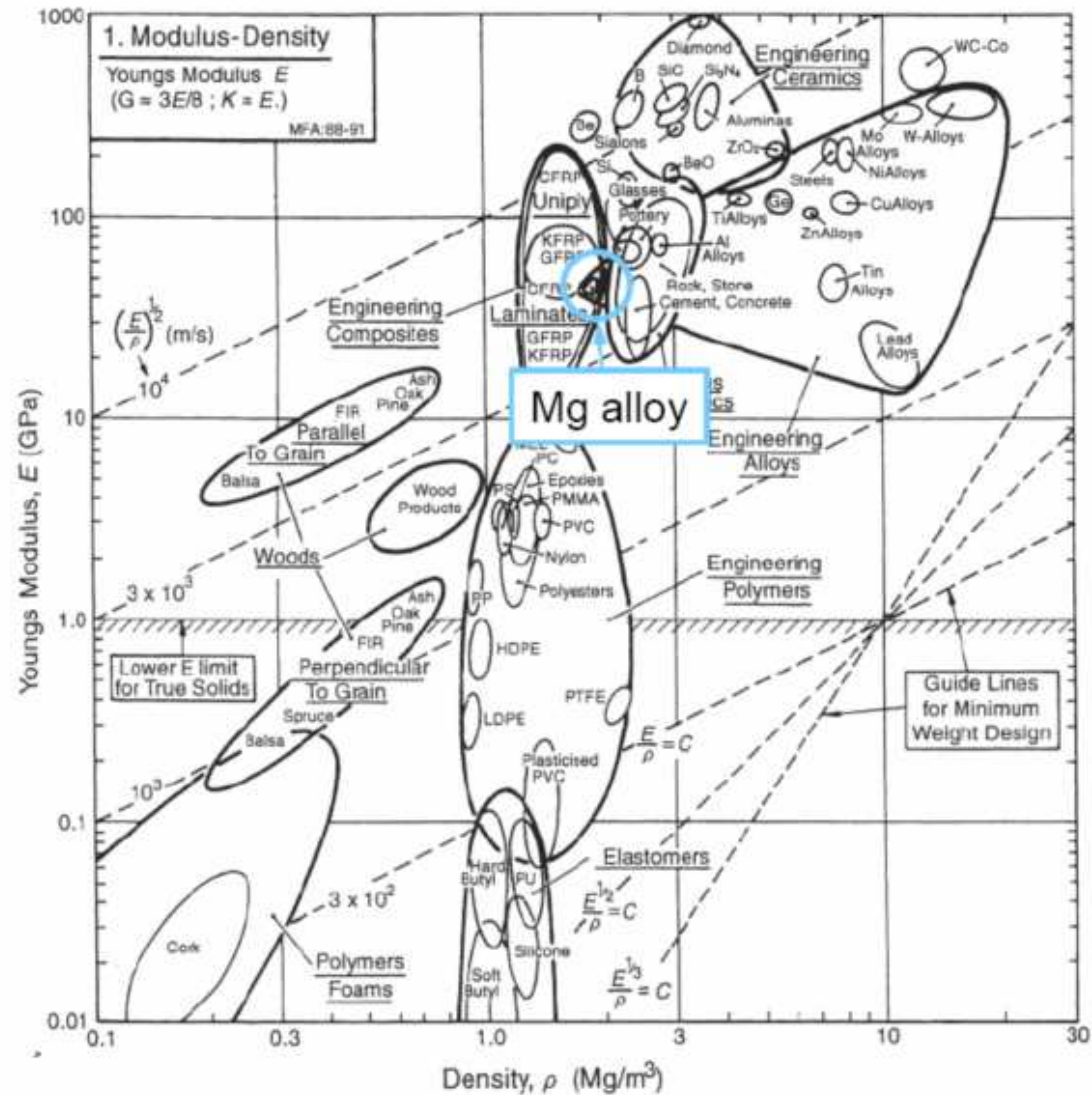
1. Elettrolisi del cloruro fuso
2. Riduzione dell'ossido

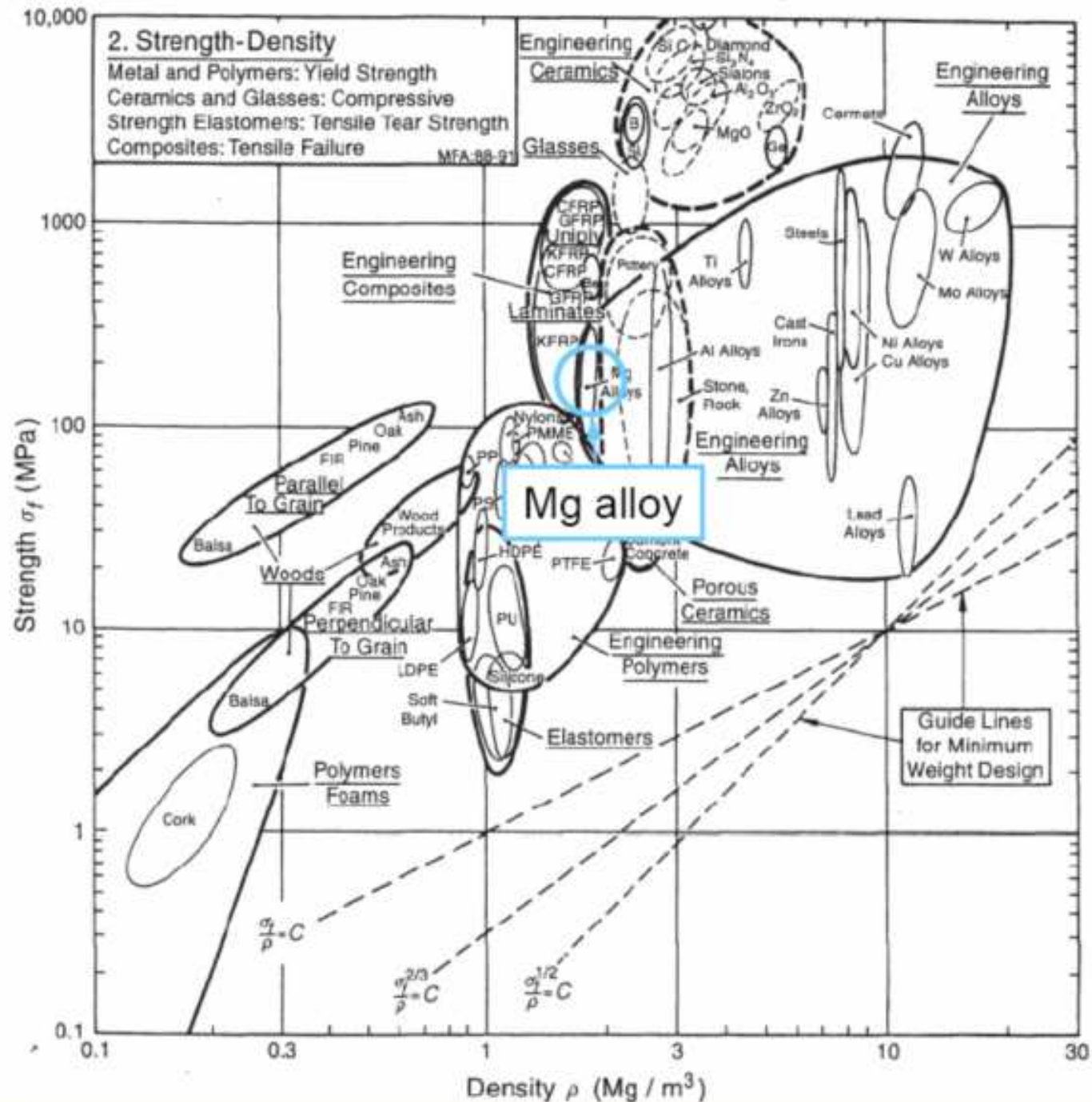
Il magnesio allo stato fuso è potenzialmente infiammabile se viene a contatto con aria o acqua

I vantaggi nell'impiego del Magnesio e delle Leghe di Magnesio sono i seguenti:

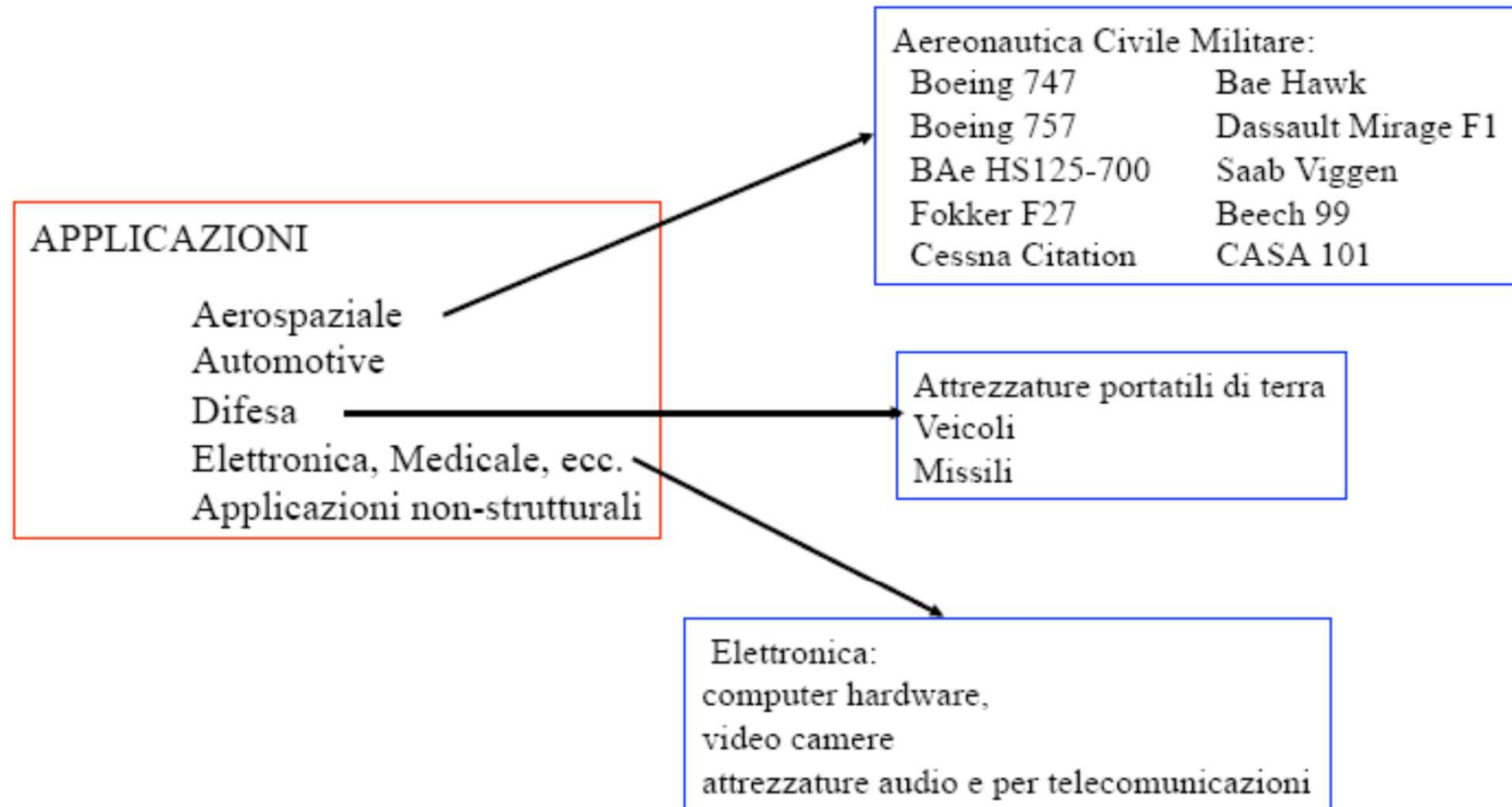
- Minore densità rispetto a qualsiasi materiale metallico con impieghi strutturali;**
- Elevata resistenza specifica;**
- Buona colabilità, ottenibile con elevate pressioni durante il processo di presso-fusione;**
- Possibilità di essere lavorato con elevate velocità di taglio;**
- Buona saldabilità con sistemi ad atmosfera protetta;**
- Buona resistenza a corrosione delle leghe ad elevata purezza;**
- Abbondanza in natura;**
- Comparato con i materiali polimerici, possiede le seguenti qualità:**
 - Migliori proprietà meccaniche;**
 - Resistente all'invecchiamento;**
 - Migliori qualità di conducibilità elettrica e termica;**
 - Ottime caratteristiche di riciclabilità.**

Una delle importanti caratteristiche che fanno del magnesio un metallo unico è la sua bassa densità unita ad un buon modulo elastico e ad una elevata resistenza specifica, come si può notare dalle mappe di Ashby.





Applicazioni



Applicazioni



Cerchio in lega



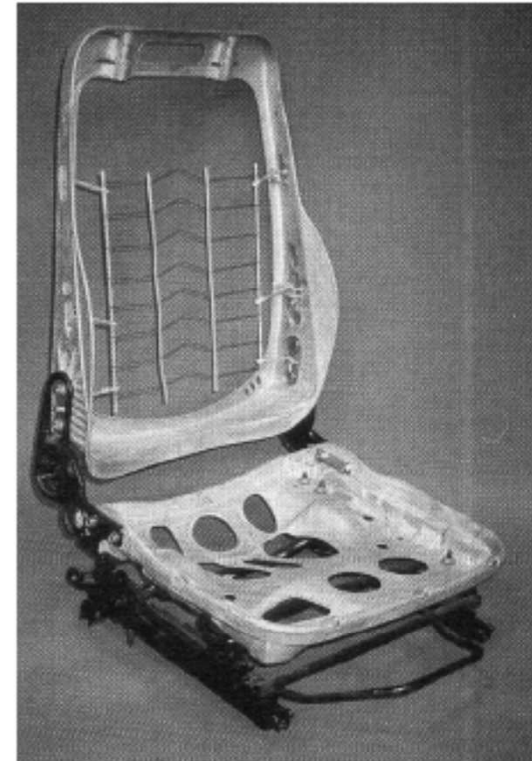
Corpo videocamera



Pedali per bicicletta da corsa



Minuteria



Struttura sedile Alfa 156

Leghe di Magnesio

Leghe ultraleggere con peso specifico di 1.74- 1.83 g/cm³

- Al : migliora la colabilità e aumenta la resistenza meccanica
- Zn: aumenta l'allungamento
- Si: migliora la fluidità della lega e la resistenza ad alta temperatura
- Mn: contrasta la corrosione
- Zr : affina la grana
- Torio: affina la grana
- Metalli terre Rare: aumentano la resistenza a caldo
- Berillio: aggiunta alla lega di pressocolata contrasta l'ossidazione del bagno e riduce la possibilità di incendio
- Ferro, Nickel e Rame: molto dannosi

Leghe di magnesio

Le leghe da fonderia sono molto più usate 85-90% rispetto a quelle da deformazione plastica in quanto:

1. Basso punto di fusione
2. Elevata fluidità allo stato liquido
3. Basso calore specifico
4. Bassa densità: maggiore spinta agli attacchi di colata a parità di spinta di iniezione

Le leghe di Mg sono poco deformabili a temperatura ambiente: struttura e.c.

Le operazioni vengono condotte a temperature 300-500°C.

Designazione delle leghe di magnesio

ASTM designazione: due lettere maiuscole seguite da 2 o 3 numeri.

Prima lettera: maggiore elemento in lega

Seconda lettera: secondo maggiore elemento in lega.

Primo numero: wt% primo elemento

Secondo numero: wt% secondo elemento

A – Aluminium	F – Iron	M - Manganese	S – Silicon
B – Bismuth	G – Magnesium	N – Nickel	T – Tin
C – Copper	H – Thorium	P – Lead	W – Yttrium
D – Cadmium	K – Zirconium	Q - Silver	Z - zinc
E – Rare earths	L – Lithium	R - Chromium	

Principali leghe per getti

Leghe da fonderia

AZ91	“General purpose”
AZ81	“General purpose”
AZ61	Media resistenza
AM60	Da pressocolata, duttilità
AM50	Da pressocolata, duttilità
AM20	Da pressocolata, duttilità
AS41	Da conchiglia, resistenza al creep
AS21	Da conchiglia, resistenza al creep

AZ91	
Al	9 %
Zn	0.7 %
Mn	0.2 %
Mg	Rem

AZ61	
Al	6 %
Zn	0.7 %
Mn	0.2 %
Mg	Rem

AS41	
Al	4 %
Si	1 %
Mn	0.3 %
Mg	Rem

AS21	
Al	2 %
Si	1 %
Mn	0.4 %
Mg	Rem

AM60	
Al	6 %
Mn	0.3 %
Mg	Rem

AM50	
Al	5 %
Mn	0.3 %
Mg	Rem

AM20	
Al	2 %
Mn	0.5 %
Mg	Rem

Principali leghe per getti

AM20; AM50; AM60; AS21; AS41; AE41; AZ91; EZ33; ZE41

Fondamentale affinamento del grano

Leghe di Al: sono spesso utilizzate con tecnologie che comportano raffreddamenti molto rapidi (pressocolata) nei quali si ottiene una fine microstruttura. In altre condizioni l'affinamento del grano si ottiene mediante composti in grado di rilasciare C e Cl.

Leghe di Zirconio: lo Zr agisce come un potente affinanante del grano cristallino (le particelle di Zr agiscono come siti di nucleazione per i grani di Mg). Al e Mn sono assenti in queste leghe perché si combinerebbero facilmente con Zr.

Trattamenti termici : tempra di soluzione e invecchiamento

Le leghe di Mg-Al : il trattamento non fornisce un rafforzamento molto marcato poiché si generano precipitati grossolani

Le leghe prive di Al hanno una discreta risposta al trattamento termico

Leghe da deformazione plastica

- Per i prodotti piani AZ31 , ZK31;
- Per gli estrusi: AZ81; ZK 61

Proprietà meccaniche

Leghe da fonderia

tipo	R [MPa]	R _{p0.2} [MPa]	A [%]
AZ91	225	160	2.0
AZ81	220	150	2.0
AZ61	220	150	4.5
AM60	210	135	6.0
AM50	200	125	7.0
AM20	185	105	10.0
AS41	225	135	4.5
AS21	170	110	4.0

Leghe da deformazione plastica

tipo	R [MPa]	R _{p0.2} [MPa]	A [%]
AZ80	290	200	6.0
AZ61	270	180	8.0
AZ31	245	160	10.0

Lavorabilità

Eccellente lavorabilità

Principali vantaggi

- basse potenze richieste
- elevate velocità di lavorazione
- lunga durata degli utensili
- eccellenti caratteristiche della superficie finale
- facilità di rottura del truciolo

Proprietà di combustione del Magnesio

Evitare eccessivo sviluppo di calore

Adeguate raccolta e manipolazione degli sfridi

Le scintille prodotte in lavorazione possono innescare un incendio, a contatto con polveri e trucioli fini di magnesio

Utensile con superficie ben levigata, per ridurre lo sviluppo di calore per attrito

Incendiabilità dei trucioli:

aumenta producendo trucioli fini ad alta velocità,
e lavorando con basse penetrazioni e velocità di avanzamento

COMPORTAMENTO A CORROSIONE

Il comportamento a corrosione delle leghe base Magnesio deve tener conto delle seguenti considerazioni:

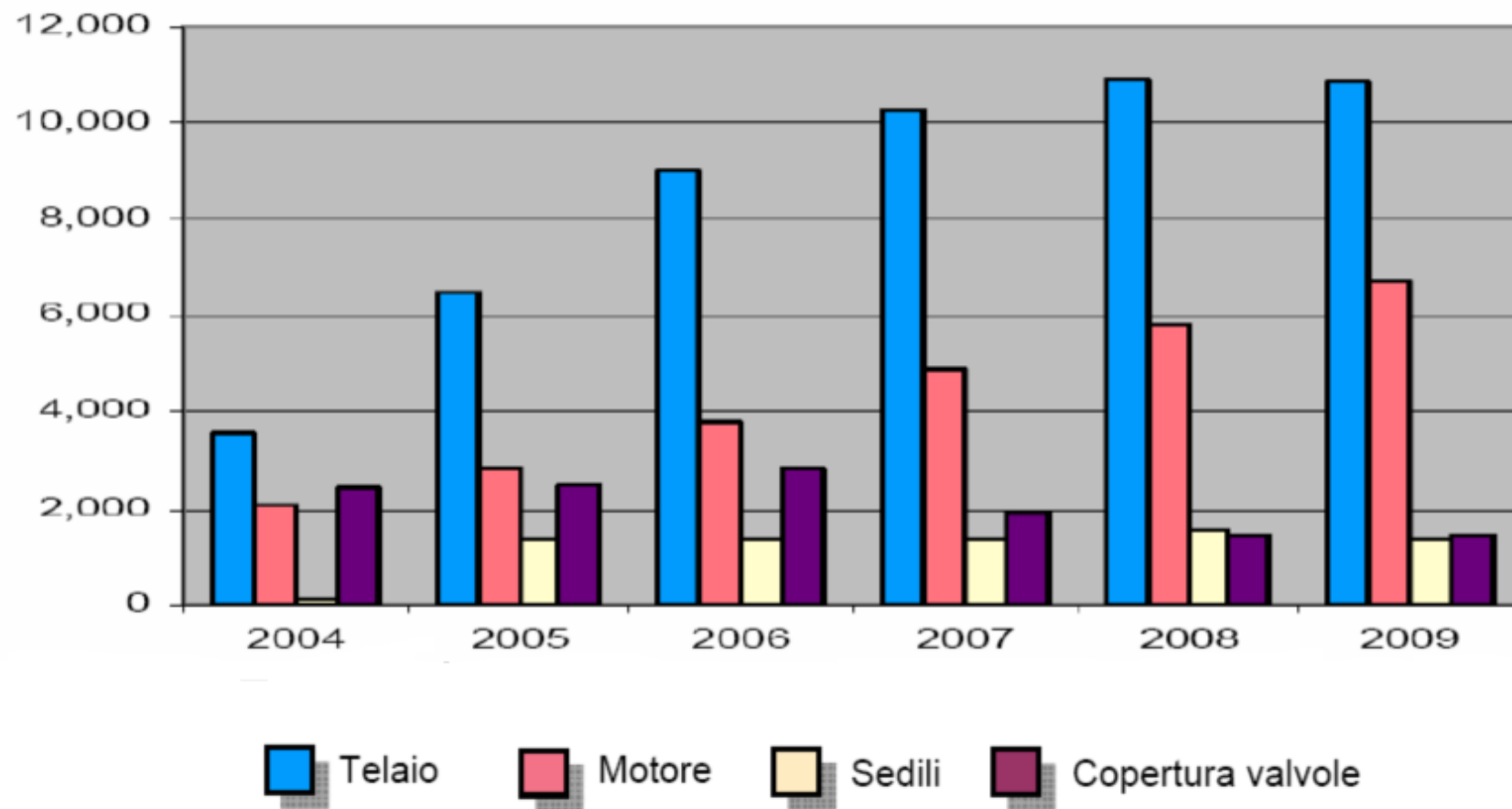
- Il magnesio possiede un'intensa attività elettrochimica;
- La presenza di metalli più nobili, all'interno della lega, è una delle cause più frequenti di aumento del fenomeno corrosivo;
- Impurità e fasi intermetalliche aumentano il fenomeno;
- La distribuzione e la forma delle impurità, nonché il potenziale elettrochimico, influenzano la corrosione;
- L'aggiunta di quantità di Manganese, l'abbiamo precedentemente descritto, aumenta la resistenza a corrosione.

COMPORTAMENTO A CORROSIONE

- Recenti studi hanno messo a punto sistemi di protezione efficaci che sono funzione sia dell'ambiente a cui il particolare componente sarà esposto, sia dei costi, sia della funzione esercitata dall'oggetto; alcuni di essi sono:
 - Rivestimenti elettrochimici mediante Cu-Ni-Cr, Ni-Au, Ni-P, Ni-Pd-P o Ni-B ;
 - Processi di pretrattamento come la nichelatura, la ramatura e la zincatura ;
 - Rivestimento con metalli nobili;
 - Anodizzazione;
 - Deposizioni in fase gassosa;
 - Deposizione chimica in fase vapore (CVD);
 - Rivestimenti diffusivi;
 - Trattamento mediante Laser;
 - Impiantazione ionica;
 - Trattamneto mediante Plasma ;
 - Rivestimenti con polimeri organici ;
 - Verniciatura e rivestimenti con polveri

- **Il sempre maggiore trend nella diminuzione delle emissioni e conseguentemente nella riduzione dei pesi sia nel settore automobilistico che aeronautico unito a caratteristiche di resistenza in ambienti e temperature diverse fanno delle leghe base Magnesio una risorsa molto competitiva.**
- **Le possibilità di riciclaggio del Mg sono molto vantaggiose, da un lato si possono ridurre i costi derivanti dall'estrazione della materia prima, dall'altro l'energia necessaria per il processo di riciclaggio e fusione è molto minore che per qualsiasi altro materiale metallico e viene impiegata solo il 5% dell'energia necessaria per produrre il Magnesio grezzo**

applicazioni automobilistiche



APPLICAZIONI AERONAUTICHE

- **Componenti aeronautici**
- Le qualità che fanno preferire il Magnesio rispetto ad altre leghe nella produzione di componenti aeronautici sono la bassa densità e la resistenza specifica, a causa della sempre maggiore richiesta di riduzione di peso. Il Magnesio è utilizzato molto nella parte del compressore nei motori aeronautici, come pure nella struttura portante del velivolo stesso e nei cerchi del carrello. I principali fattori che ha portato all'impiego del Magnesio sono stati il buon rapporto resistenza/densità nei prodotti ottenuti per colata, ed un rapporto, altrettanto buono, tra rigidità e densità nei prodotti ottenuti per deformazione plastica, uniti alle caratteristiche di resistenza a temperature elevate, ad impatto ed a fatica.
- Solitamente vengono impiegate le seguenti leghe, che inoltre posseggono ottima resistenza alla corrosione e a creep:
- **ZE41** (Mg-4.2Zn-0.7Zr-1.3MM)
- **QE22** (Mg-0.7Zr-2.5Nd-2.5Ag)
- **WE43** (Mg-4Y-3.25Nd-0.5Zr)

Composizione chimica della lega WE43 per colata (% in peso)				
Ittrio	Terre Rare	Neodimio	Zirconio	Magnesio
3.7-4.3	2.4-4.4	-.-	0.4 (min.)	bilanciamento
Composizione chimica della lega WE43 per deformazione plastica (% in peso)				
Ittrio	Terre Rare	Neodimio	Zirconio	Magnesio
3.7-4.3	2.4-4.4	2.0-2.5	0.4 (min.)	bilanciamento

Based on the investigation carried out it was found that the microstructure of WE43 alloy after continuous casting consists: of α -Mg matrix and irregular precipitates of $\text{Mg}_{41}\text{Nd}_5$, rectangular particles of MgY phase, particles of Mg_{24}Y_5 , longitudinal precipitates of β ($\text{Mg}_{14}\text{Nd}_2\text{Y}$) compound at grain boundaries and the grain interiors. All of these phases contain yttrium and neodymium.

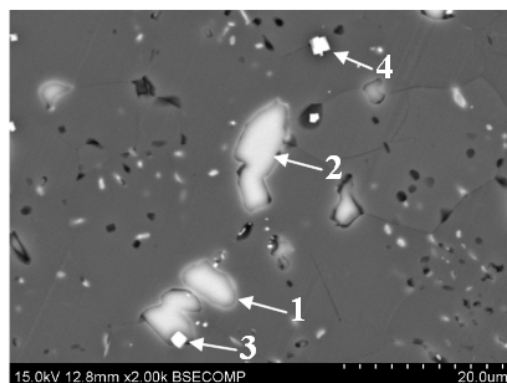


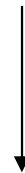
Fig. 3. SEM micrograph with analyzed points of investigated alloy

EDS results			
	Mg	Y	Nd
Point 1	93.75	0.94	5.31
Point 2	92.77	1.02	6.22
Point 3	66.09	28.26	5.65
Point 4	82.94	16.14	0.92

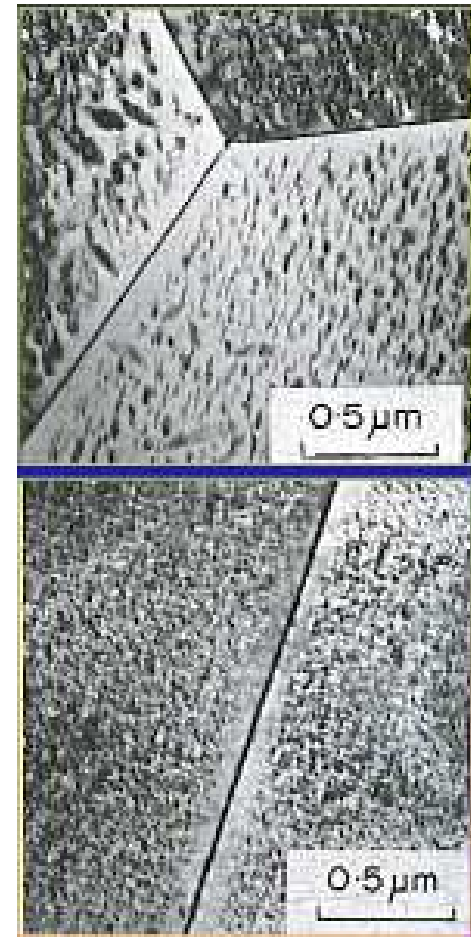
QE22

La presenza di Ag migliora la risposta al trattamento termico delle leghe di magnesio contenenti terre rare (REE).

Aumento
di Ag



Precipitazione di fasi di
dimensioni minori
($\text{Mg}_{12}\text{Nd}_2\text{Ag}$)





Settori per compressore, alloggiamento per gli ingranaggi, cassa della pompa oleodinamica



Alloggiamenti per ingranaggi in WE43



Componente di motore di elicottero rivestito contro la corrosione



Sedile per elicottero