

L'Alluminio e le sue leghe

- **LE ORIGINI**
 - **LA PRODUZIONE: METODO HALL - HEROULT**
-

LE ORIGINI

L'alluminio è l'elemento metallico più abbondante sulla terra e costituisce circa l' 8,5% della litosfera o crosta terrestre; tuttavia, non essendo un elemento abbastanza inerte chimicamente, non lo si può trovare in natura allo stato libero ma solamente combinato con ossigeno e vari minerali, principalmente sotto forma di silicati e di *ossido di alluminio* (Al_2O_3).

Fra i silicati più noti il è il *caolino*, costituente principale delle argille comunemente usate per le ceramiche.

Il minerale che contiene l'ossido, per circa il 50%, è la BAUXITE; l'ossido puro cristallizzato è il *corindone* incolore (cristallo che segue subito il diamante nella scala della durezza), quando i cristalli di corindone sono colorati per impurità metalliche si hanno: rubino, zaffiro, smeraldo - topazio - ametista d'oriente.

L' alluminio deriva il suo nome da Alum, più tardi *allume*, che è un solfato di alluminio da millenni conosciuto ed utilizzato per la preparazione dei colori; trovò poi ulteriori applicazioni come astringente per la cura della pelle ed alla fabbricazione delle comuni matite emostatiche.

Fino alla metà del 18° secolo l'esistenza dell'alluminio come metallo rimase però sconosciuta, fino a quando il chimico tedesco Andres Marggraf usò l'allume per produrre il primo ossido di alluminio od allumina. Questa scoperta fu importante perché fornì la prova che l'allume conteneva un metallo sconosciuto.

Solo nel 1825 Hans Cristian Oersted riuscì a produrre alcune gocce di alluminio, le ricerche furono portate avanti da un suo discepolo Freidrich Wohler, ma bisogna arrivare intorno al 1840 perché si riuscissero ad ottenere delle piccole lamine di alluminio che consentirono di poter stabilire le caratteristiche di malleabilità e leggerezza di questo nuovo metallo.

Nel 1850 l'alluminio era ancora prodotto unicamente in laboratorio con procedimenti di riduzione dell'ossido che dovevano compiersi in crogioli di platino ed usando il potassio, molto costoso, così che il prezzo dell'alluminio prodotto aveva un costo di gran lunga superiore a quello dell'oro.

LA PRODUZIONE: METODO HALL - HEROULT

Il metodo finora usato anche se in seguito migliorato non consentiva la produzione a carattere industriale ed occorre arrivare al 1886 perché l'americano Charles Martin Hall scoprisse il primo metodo elettrolitico pratico, per produrre l'alluminio in forti quantitativi.

Il suo metodo prevedeva il passaggio della corrente elettrica da un elettrodo positivo di carbone (*anodo*) attraverso il bagno fuso di allumina sciolta nella *criolite*; (un clorito di sodio che si trovava solo in Groenlandia, la capacità della criolite di solubilizzare l'ossido ne eliminava così la costosa operazione di riduzione in sale); all'elettrodo negativo (*catodo*) che era costituito dal crogiolo.

La corrente elettrica scomponeva l'allumina in alluminio metallico che si depositava sul fondo del crogiolo ed ossigeno che si combinava con l'anodo di carbone sviluppando monossido o biossido di carbonio.

Questo metodo consentì la produzione in forti quantità ed a costi bassi grazie anche agli enormi progressi che si erano intanto venuti a creare per la produzione di energia elettrica per mezzo delle moderne dinamo. La casualità volle che nello stesso momento in Francia un giovane scienziato, Paul Heroult, lavorasse in modo indipendente per sviluppare un processo identico, pur non essendo nessuno dei due a conoscenza dei rispettivi esperimenti.

Le casualità non finiscono qui: i due scienziati erano nati lo stesso giorno, brevettarono insieme le loro scoperte e morirono lo stesso giorno!!

Così Hall ed Heroult ricevettero il brevetto ed il diritto di sfruttamento rispettivamente il primo negli Stati Uniti ed il secondo in Francia.

Più tardi venne dato il nome congiunto di **Hall - Heroult** a tale metodo che, pur nei vari miglioramenti, è rimasto fino ad oggi il sistema di produzione usato per la produzione dell'alluminio.

LEGHE E STATI

Sebbene l'alluminio puro sia molto tenero e duttile, può tuttavia raggiungere una notevole resistenza alla trazione e migliorare le altre caratteristiche meccaniche con la lavorazione a freddo, i trattamenti termici e con l'alligazione, ossia la miscelazione con altri metalli per esaltare le caratteristiche del metallo di base.

Vi sono due categorie principali di leghe:

1) leghe da fonderia

2) leghe da lavorazione plastica.

Le leghe da fonderia sono quelle usate per prodotti la cui forma non viene cambiata dopo la colata negli stampi e la successiva solidificazione.

L'Alluminio e le sue leghe

Le leghe da lavorazione plastica dopo la solidificazione sono quelle che subiranno delle variazioni di forma mediante lavorazione meccanica, ed in particolari a queste ci riferiremo per una maggiore conoscenza delle caratteristiche.

LEGHE DA LAVORAZIONE PLASTICA

Il rame (Cu), il silicio (Si), il manganese (Mn), e zinco (Zn) sono gli elementi di alligazione maggiormente usati con l'alluminio insieme ad altri per ottenere leghe di particolari caratteristiche, tale gamma si compone di almeno cento differenti tipi anche se le produzioni si concentrano su 15-20 di maggior uso.

La loro designazione si basa su una serie di quattro numeri adottata dalla ALLUMINUM ASSOCIATION -AA- (USA) ed oggi universalmente adottata insieme alle singole normative nazionali.

Tale designazione è così strutturata:

1000 alluminio da un minimo del 99%

2000 alligante: rame , Cu

3000 alligante: manganese , Mn

4000 alligante: silicio , Si

5000 alligante: magnesio , Mg

6000 alligante: magnesio + silicio

7000 alligante: zinco , Zn

8000 alligante: ferro Fe + silicio

Le serie da 2000 ad 8000 raggruppano le leghe secondo i loro principali costituenti, la prima cifra indica i principali alliganti, la seconda indica eventuali modifiche della lega e delle impurezze, le ultime due servono a differenziare una lega dalle altre dello stesso gruppo.

DESIGNAZIONE DEGLI STATI

La designazione degli stati indica il tipo di trattamento termico , di lavorazione meccanica od entrambi a cui la lega è stata sottoposta, tale designazione integra e completa la definizione di una lega. I quattro stati fondamentali vengono indicati con una lettera:

O Ricotto

F Grezzo di lavorazione

H Incrudito

T Trattato termicamente

gli stati H e T sono seguiti da cifre per meglio definire le variazioni al trattamento base.

Ad esempio lo stato TA 16 che distingue lo stato dei profili per serramento indica che la lega è stata temprata ed invecchiata artificialmente

LEGHE DELLA SERIE 6000

Le leghe della serie 6000 sono quelle al Mg + Si e costituiscono per la loro temprabilità alla pressa e le loro caratteristiche le più usate per l'ottenimento di profilati estrusi. In particolare nel campo dei serramenti la lega prevalentemente usata è la 6060 (UNI 3569) che garantisce dopo il processo di anodizzazione uniformità di colorazione e lucentezza.

Le caratteristiche meccaniche di questa serie previste dalle norme UNI sono le seguenti:

R kg/mm ²	19 - 26	carico di rottura
S (0,2) kg/mm ²	15 - 21	carico al limite di snervamento
A 5 %	11 - 18	allungamento
HB	50 - 70	durezza Brinnell

TABELLA DELLE PRINCIPALI LEGHE DA LAVORAZIONE PLASTICA

L'Alluminio e le sue leghe

		UNI	AA	AFNOR	NORME DIN	NORME BS
		ITALIA	U.S.A	FRANCIA	GERMANIA	REGNO UNITO
ALLUMINIO_PURO						
Alluminio99	AP0	3567.66	1200	A4	AL_99	1C
Alluminio99,5	AP5	4507	1050	A5	AL_99,5	1B
Alluminio99,7	AP7	4508	1070	—	AL_99,7	—
Alluminio99,8	AP8	4509	1080	A8	AL_99,8	1A
LEGHE_AL-MN						
ALUMAN100	AM100	3568	3003	A-M1	AL-MN	N3
3004	*	6361.68	3304	A-M1G	AL-MG-MN	—
LEGHE_AL-SI						
Anticorodal063	AC_63	3569.66	6063	A-GS	AL-MG-SI_0,5	H9
BRI-E	*	6359.66	6463	-	-	BT3
Aldrey051	AD051	3570	6101	A-G-S/L	E-AL-MG-SI_0,5	E91E
Anticorodal100	AC100	3571	6082	A-S-G-M	AL-MG-SI-1	H30
Anticorodal061	AC061	6170.66	6061	—	—	H20
Termanal12	TM12	3572	4032	A-S-12-UN	—	DTD-324A
*	*	(9006.6)	6005A	ASG-0,5	AL-MG-SI-0,7	—
LEGHEALMG						
Anoxidal09	AX09	4510	—	A9-G1	AL99,9-MG1	—
Reflectal050	RL050	4512	5007	—	AL-R-MG0,5	BT4
Peraluman080	PE080	5764.66	5005	A-G0,6	AL-MG1	—
Peraluman150	PE150	3573	5050	A-G1	—	—
Peraluman250	PE250	3574	5052	—	—	N4
Peraluman350	PE350	3575	5154	A-G3	—	N5
Peraluman440	PE440	5452	5083	A-G4	—	N8
Peraluman500	PE500	3676	5056	A-G5	AL-MG5	N6
LEGHE_AL_ZN						
Avional050	AV050	3577	2117	A-U-2G	AL-CU-MG0,5	L86
Duralite35	DU35	3578	—	—	—	—
Avional100	AV100	3579	2017	A-U-4G	AL-CU-MG1	H14
Chitonal100	CT100	3580	—	AU4Gplaqué	AL-CU-MG1pl	H14clad
Avional660	AV660	3581	2014	AU4SG	—	H15
Chitonal660	CT660	3582	—	AU4SGplaqué	—	H15clad
Avional150	AV150	3583	2024	AU4G1	AL-CU-MG2	DTD5090
Chitonal150	CT150	3584	Alclad-2024	AU4G1plaqué	AL-CU-MG2-pl	DTD5090clad
Recidal11	RC11	6362.66	2011	—	—	—
LEGHE_AL_ZN						
Ergal55	EG55	3735	7075	AZ5GU	AL-ZN-MG-CU1,5	—
Ergaplast55	EP55	3736	Alclad	7075	AZ5GUplaqué	ALZNMGCU 1,5pl
Ergal65	EG65	3737	—	AZ8GU	—	—
Ergaplast65	EP65	3738	—	AZ8GUplaqué	—	—

L'Alluminio e le sue leghe

L'alluminio possiede caratteristiche diverse particolari e dei vantaggi economici che lo rendono superiore ad altri metalli.

RESISTENZA MECCANICA

Nel loro insieme, le leghe di alluminio offrono una gamma di resistenze meccaniche che va da 60 a 530 N(Newton)/mmq e cioè da quella del piombo fino alla resistenza dell'acciaio in lega.

[NEWTON = unità di misura delle forze, corrisponde a 0,98 Kg.]

Un elemento di alluminio può sostituirne uno di acciaio con notevole diminuzione di peso. Mediamente si può ipotizzare un risparmio di peso pari al 50-60% per profilati aventi le stesse caratteristiche meccaniche di quelli in acciaio.

RESISTENZA ALLA CORROSIONE

L'utilità di un qualunque metallo è limitata se non possiede una certa resistenza alla corrosione. Anche la resistenza alla corrosione è una proprietà relativa; quella dell'alluminio ha dei valori elevati rispetto a quella dell'acciaio a basso tenore di carbonio ed in alcuni casi è superiore anche a quella dell'acciaio inossidabile. Il rame resiste all'attacco di alcuni agenti chimici ai quali l'alluminio è sensibile ma in altri casi la resistenza dell'alluminio è superiore a quella del rame.

In generale l'alluminio resiste meglio alla maggior parte degli agenti chimici ed è considerato il metallo più economico che abbia una elevata resistenza alla corrosione.

Ugualmente le leghe di alluminio mantengono in genere tale caratteristica in atmosfera industriale e rurale, ma solamente le leghe ad alta purezza, o quelle al magnesio od al magnesio-silicio, dimostrano una elevata resistenza all'atmosfera marina ed all'acqua salata. Non sono raccomandabili le leghe con alto tenore di rame per usi navali o per applicazioni vicino al mare.

RIFLETTIVITÀ

L'alta riflettività favorisce l'impiego dell'alluminio nel settore dell'illuminazione, per la costruzione dei corpi riflettori. Ampio uso viene anche fatto nelle costruzioni civili ed industriali per la sua alta capacità di riflettere il calore ed i raggi infrarossi.

La capacità di riflessione dell'alluminio varia secondo la lunghezza d'onda dell'energia e le condizioni della superficie del metallo e passa dal 75% per i raggi ultravioletti all'85% per i raggi visibili, fino al 95% per i raggi infrarossi.

CONDUTTIVITÀ TERMICA

L'alluminio ha una elevata conducibilità termica rispetto ad altri comuni materiali, come si può vedere dalla seguente tabella, considerando la conduttività dell'alluminio come base unitaria:

Alluminio (commercialmente puro) 1.00

Magnesio 0.35

Rame 1.70

Acciaio 0.25

Titanio 0.12

La costruzione dei radiatori termici dove tale caratteristica assume un'importanza fondamentale offre perciò una grande potenzialità all'uso dell'alluminio.

AMAGNETICITÀ

Per ogni impiego pratico, l'alluminio e le sue leghe sono da considerare amagnetici. Sfruttando tale proprietà, venne subito usato per le sale comando delle navi non portando ad alcuna variazione nella lettura della bussola e nei rilevamenti. In molti settori dell'elettronica vi è una crescente richiesta proprio per questa sua caratteristica.

ATOSSICITÀ

L'alluminio ed i suoi sali sono completamente atossici.

L'Alluminio e le sue leghe

NON GENERA SCINTILLE

Al contrario dei metalli ferrosi, l'alluminio non genera scintille quando viene strofinato con altri metalli, per tale motivo viene preferito evidentemente nei settori degli infiammabili ed esplosivi.

LAVORABILITÀ

L'alluminio ha una eccellente lavorabilità, ossia le sue proprietà tecnologiche lo rendono particolarmente atto a subire tutti i processi di lavorazione meccanica per l'ottenimento di prodotti trasformati delle più varie foggie.

Può essere lavorato a caldo od a freddo, può essere estruso e pressofuso in una grande varietà di forme con tolleranze minime dimensionali, può essere laminato in spessori sottilissimi fino a meno di 0,005 mm.. Inoltre può essere brasato, saldato od unito con tutti i normali sistemi meccanici.

Gli estrusi rappresentano la parte preponderante dei semilavorati ottenibili con l'alluminio, il processo dell'estrusione in cui il materiale per compressione viene fatto passare attraverso i fori di una matrice, garantisce una grande libertà progettuale, una notevole rapidità ed economicità di produzione.

Nel campo delle strutture si possono perciò realizzare profili con vantaggio ineguagliabile, studiando opportunamente le sezioni, in modo da disporre il metallo nelle zone di maggior sollecitazione e con forme tali da favorire le successive lavorazioni ed applicazioni di ulteriori accessori. Proprio per questo il suo uso aumenta costantemente nel campo dell'edilizia industrializzata e nelle applicazioni più esaltanti dell'architettura moderna.

ASPETTO

Non disgiunto dalle caratteristiche fin qui elencate un aspetto gradevole del materiale ne favorisce la sua applicazione.

L'alluminio è un metallo bianco ed inoltre si presta ad essere trattato con una gamma vastissima di finiture superficiali.

Tali trattamenti possono essere chimici, meccanici, galvanici, organici, elettrolitici, di verniciatura, di ricopertura con materie plastiche. Nessun altro materiale può essere rifinito con tanti procedimenti ed essere ottenuto con aspetti così diversi, tutti di grande effetto estetico.

RICUPERABILITÀ

Il valore di ricupero o valore di rottame è per l'alluminio molto elevato e questo grazie al fatto della sua praticamente inesauribile fonte di approvvigionamento, lo fa preferire nella scelta anche se il costo di produzione iniziale risulta più alto rispetto ad altri metalli. La varietà dei manufatti di cui l'alluminio è il materiale tipico in relazione alle caratteristiche risulta difficilmente enumerabile, ne diamo tuttavia una rapida e sicuramente incompleta panoramica:

Carrozzerie per autoveicoli	Isolamenti termici
Silos	Cestelli
Condutture	Rivestimenti di pareti
Coperture	Carrozine per bambini
Attrezzi per l'agricoltura	Carrozine per portatori handicap
Vetrine per negozi	Scambiatori di calore
Scale, ponteggi, scaffalature	Ponti comando di navi
Cisterne per carburanti	Pentolame
Furgonature	Cartellonistica stradale
Cisterne per prodotti chimici	Lattine per bevande
Mobili Grigliati ed aeratori	Strutture arredamento urbano
Rampe di carico	Contenitori per alimenti
Prodotti per allevamenti	Accessori automobilistici
Strutture aeronautiche	Rotori per motori elettrici
Distributori automatici	Pali illuminazione
Porte per garage e capannoni	Cavi elettrici e barre di connessione
Apparecchiature per illuminazione	Tubazioni
Imbarcazioni e chiatte	Condensatori e telai per apparecchiature elettriche
Isolamenti termici	