

## SCHEMA TECNICA n. 49/2023

# OSSIDAZIONE ANODICA

## Criteri per la valutazione dell'aspetto delle finiture anodizzate



A cura del Gruppo di Lavoro ad Hoc Anodizzazione: Barbarossa (AITAL), Merlo (ALIT TECHNOLOGIES), Gionfini e Ortisi (ALMECO), Cadorna e Raisi (ALUSERVICE), Gurioli (ANOFOR), Maurutto (ANOXIDALL), De Vecchi (CHEMETALL), Bin (CIMOLAI), Corona (COROXALL), Principato (FOCCHI), Palladini (HENKEL ITALIA), Salmaso e Salsa (MACDERMID PERFORMANCE SOLUTIONS ITALIANA), Andreoli, Bonetti, Carollo e Falconi (METRA), Fantuzzi e Fasolato (NE.CE.), Pozzi (OMYA), Calcagno (OXIDAL BAGNO), Franceschet e QUAIA (PERMASTEELISA), Durante (Ponzio), I. Marcolungo (QUALITAL), Barbato, Klymyuk e Zoboli (QUALITAL SERVIZI), Magnani (SEPAL), Ferrari e Vincenzi (SURTEC ITALIA).

## CRITERI PER LA VALUTAZIONE DELL'ASPETTO DELLE FINITURE ANODIZZATE

Scopo della presente scheda tecnica è quello di fornire indicazioni utili al fine di ottenere un'adeguata uniformità nella realizzazione di componenti di alluminio anodizzato destinati al settore architettonico.

L'aspetto finale di una superficie anodizzata dipende da tre fattori: il colore, la brillantezza (lucida o satinata) ed eventuali trattamenti meccanici (spazzolatura, grigliatura, effetti particolari).

Di seguito vengono fornite informazioni su quali elementi possono influire sull'aspetto finale, sulle modalità di controllo e sull'importanza della scelta dei campioni di riferimento al fine di ottenere costanza nella finitura prodotta.

Le indicazioni riportate sono riferite alle finiture di colore naturale (silver) e elettrocolorazioni di tipo tradizionale (scala dei bronzi).

### 1. Elementi che influiscono sull'aspetto delle finiture anodizzate

E' importante innanzitutto comprendere quali sono i fattori che possono influire sull'aspetto superficiale.

In tabella 1 è schematizzato il livello di influenza che possono avere le fasi del processo, incluse le caratteristiche dell'alluminio impiegato, sui componenti che determinano l'aspetto finale. Il numero di asterischi è direttamente proporzionale al livello di influenza.

TABELLA 1 – INFLUENZA DELLE FASI DI PROCESSO SULL'ASPETTO SUPERFICIALE			
	Brillantezza	Colore	Finitura meccanica
Composizione chimica Alluminio	***a)	**a)	/
Produzione dei semilavorati e trattamenti termici alluminio (determinano soprattutto difetti localizzati)	**	***b)	/
Trattamenti meccanici	**	**b)	****
Brillantatura (chimica o elettrochimica)/ Lucidatura meccanica	****	*b)	/
Satinatura chimica con eventuale satinatura meccanica preliminare	****	**b)	**c)
Anodizzazione	**d)	*	/
Colorazione	/	****	/
Fissaggio	*	**e)	/
Lucidatura finale antigraffio	****	**b)	/
Decapaggio e rianodizzazione	****	***	****f)

**NOTE:**

- Gli elementi presenti nella lega possono influire sulla brillantezza e sul colore; i principali elementi che influiscono in tal senso sono Fe, Cu e Zn.
- La finitura superficiale e/o la brillantezza influiscono sulla percezione visiva del colore.
- Temperature o tempi diversi di satinatura chimica possono far variare l'intensità della finitura meccanica.
- Solo nel caso di finiture brillantate o molto lucide.
- Tecnologie diverse di bagni di fissaggio possono influire sulla tonalità finale sia dell'alluminio naturale che delle finiture colorate.
- E' consigliato rifare la finitura meccanica dopo il decapaggio dei pezzi.

## 2. Criteri relativi all'alluminio grezzo

Nel caso di materiale destinato alla medesima commessa, l'alluminio grezzo deve provenire possibilmente tutto dallo stesso fornitore, con composizioni di lega costanti.

Relativamente alla composizione dei profili estrusi, in lega 6060 o 6063, al fine di ridurre il più possibile eventuali differenze estetiche tra profili da accoppiare, si raccomanda di mantenere le differenze dei tenori di Fe tra un valore minimo ed uno massimo distanti tra di loro non più di 0,05%.

In Tabella 2 viene proposta una composizione chimica con intervalli e valori ammissibili inferiori a quelli previsti dalla norma UNI EN 573-3, in grado di dare sufficienti garanzie di replicare aspetti estetici sulle superfici anodizzate anche per lotti di fornitura di materiale grezzo diversi. La tabella è valida per le finiture normali (non particolarmente satinata, né eccessivamente brillanti)

L'influenza delle caratteristiche dell'alluminio a cui ci si riferisce nella presente scheda tecnica presuppone comunque l'utilizzo di materiale rientrante nelle specifiche di norma e privo di particolari disomogeneità della struttura metallografica, che possono determinare difetti dell'aspetto estetico, quali, ad esempio, macchie o bande di estrusione.

Qualora si volessero maggiori informazioni in merito, si rimanda alla scheda monografica redatta da Aital e Qualital e relativa ai difetti dei semilavorati (<https://www.aital.net/download/schede-difetti/>).

TABELLA 2 – LIMITI DI ACCETTABILITA' SUGGERITI DI COMPOSIZIONE CHIMICA DELLE LEGHE DI ALLUMINIO EN AW 6060 E EN AW		
Elementi	Min	Max
Si (Silicio)	0,40	0,47
Fe (Ferro) <sup>(*)</sup>	0,15	0,23
Cu (Rame)	-	0,03
Mn (Manganese)	-	0,04
Mg (Magnesio)	0,40	0,47
Cr (Cromo)	-	0,02
Zn (Zinco)	-	0,03
Ti (Titanio)	-	0,03
Altre impurità	Ciascuna max 0.03 Totale max 1,10	
Rapporto Mg/Si	1,1+1,3	
(*) Nota: per particolari finiture si suggeriscono i seguenti diversi intervalli di tenore % di ferro: <ul style="list-style-type: none"> <li>• per finiture "matt" 0,23-0,28</li> <li>• per finiture "brillanti": 0,15-0,20</li> </ul>		

Nel caso dei prodotti laminati, non solo il materiale deve essere garantito dal prouttore «Anodizing Quality» (AQ), ma i fogli dovrebbero provenire da bobine ottenute dalla medesima placca e, nel caso di commesse che necessitano di più placche, da placche della stessa colata, al fine di evitare "effetti scacchiera" sulle facciate in cui verranno installati.

Dovrà inoltre essere posta attenzione, da parte di chi realizza la facciata, affinché i fogli vengano posizionati mantenendo il senso di laminazione sempre nella stessa direzione, per evitare di ottenere una diversa percezione del colore.

## 3. Metodi di valutazione

### - Valutazione visiva

E' il metodo generalmente utilizzato. Qualora sia parte degli accordi contrattuali è necessario definire una forcella di riferimento.

### - Valutazione mediante misure strumentali (glossmetro e spettrofotometro)

Le misure strumentali consentono una valutazione numerica e meno soggettiva delle differenze di colore dei lotti di produzione. Anche nel caso non siano previste negli accordi contrattuali, possono essere uno strumento molto utile durante il processo produttivo per la verifica della costanza

dell'aspetto.

Nel caso siano previsti dei limiti a livello contrattuale è necessario non solo definire la tipologia dello strumento, ma anche i restanti parametri caratterizzanti la misurazione, come verrà di seguito specificato.

#### **4. Valutazione visiva**

In base a quanto previsto dalle specifiche Qualanod, è importante che i campioni e i pezzi lavorati siano posti sullo stesso piano ed esaminati per quanto possibile in modo perpendicolare al piano orientandoli secondo le linee di maggior deformazione plastica (direzione di laminazione, estrusione o lavorazione). Quando è previsto che il materiale venga esposto alla luce naturale, se non diversamente concordato, deve essere valutato visivamente con luce naturale diffusa, con il sole alle spalle dell'osservatore. Se i prodotti sono utilizzati in condizioni di luce artificiale, quella luce deve essere utilizzata per la valutazione e una sorgente dell'illuminante deve essere posizionata sopra e alle spalle dell'osservatore.

Per una corretta valutazione visiva è opportuno che il personale riceva una formazione adeguata.

Nel caso di commesse specifiche, oltre ad una scelta della forcella di riferimento iniziale, qualora le caratteristiche dell'alluminio utilizzato per la produzione siano particolarmente differenti da quelle del materiale grezzo utilizzato per la forcella originaria, potrebbe essere necessario, contestualmente alla prima produzione significativa, definire una nuova forcella; maggiori dettagli vengono forniti al paragrafo 6.

#### **5. Valutazione strumentale**

La valutazione strumentale viene effettuata mediante glossmetro, per misurare la brillantezza superficiale, e mediante spettrofotometro, per misurare il colore.

##### **5.1. Misure della brillantezza mediante glossmetro**

- Anche nel caso in cui non sia specificata una tolleranza di brillantezza, avere una finitura superficiale costante è indispensabile anche per rispettare eventuali tolleranze colorimetriche.
- E' sempre necessario definire l'angolo da utilizzare per l'esecuzione delle misure ed effettuare due serie di misure, una parallela e l'altra perpendicolare al senso di estrusione o di laminazione.
- La misura strumentale mediante glossmetro è affidabile per le finiture lisce, satinata o lucide.
- Nel caso di finiture «strutturate» (es. spazzolatura) è comunque necessario eseguire sempre anche una valutazione visiva con i campioni di riferimento; nel caso si vogliano comunque fare misure strumentali della brillantezza, è necessario eseguirle sempre nel medesimo senso della finitura meccanica.

##### **5.2. Misure di colore mediante spettrofotometro**

- La misura strumentale mediante spettrofotometro è un mezzo per ottenere una maggiore uniformità per applicazioni nel settore architettonico-edilizio.
- E' essenziale specificare la tipologia di spettrofotometro utilizzata per la verifica colorimetrica (ad angolo o a sfera); inoltre devono essere definiti lo spazio colore, la formula per il calcolo del  $\Delta E$  e l'illuminante utilizzato. L'utilizzo di strumenti o parametri differenti può portare a risultati incompatibili.
- Nel caso di uno spettrofotometro a sfera è necessario indicare anche se la misura è eseguita con la riflettanza inclusa (SPIN) od esclusa (SPEX), perché le due modalità possono portare a letture diverse
- Misure di colore su campioni con valori di gloss particolarmente differenti possono condurre

a letture colorimetriche non rispondenti alla percezione visiva: il campione di riferimento del colore deve avere il medesimo grado di brillantezza previsto per la fornitura.

## 6. Campioni di riferimento per commesse specifiche

Spesso non viene data la sufficiente importanza alla corretta definizione dei campioni di riferimento.

La finitura superficiale (satinatura, lucidatura, spazzolatura, etc.) influisce sulla percezione del colore ed è pertanto consigliabile che la forcella di riferimento iniziale sia la medesima per la definizione dei gloss e per quella del colore. La forcella di riferimento scelta inizialmente deve essere anche rappresentativa di quello che poi sarà l'intervallo di accettabilità.

### Valutazione visiva:

Poiché anche il materiale base influisce sulla finitura, nel caso la prima produzione significativa abbia uno scostamento dei gloss e del colore rilevante rispetto dalla forcella iniziale è necessario provvedere ad informare il cliente per l'approvazione della nuova forcella, che diventerà quella di riferimento per tutte le produzioni successive.

### Valutazione strumentale:

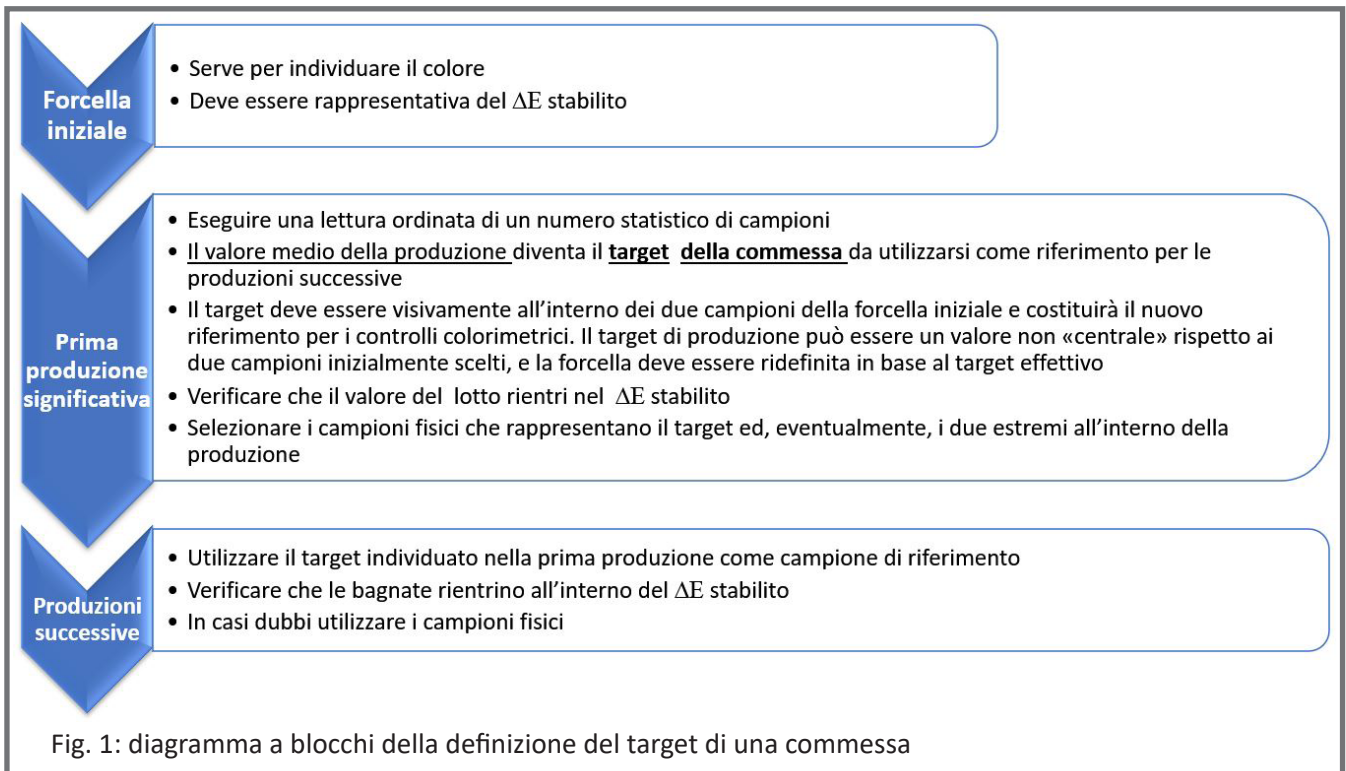
Qualora il contratto preveda una valutazione strumentale, è essenziale stabilire i seguenti elementi:

- Target: campione di riferimento per le misure di colore mediante spettrofotometro, individuato durante la prima produzione significativa.
- Intervallo di accettabilità ( $\Delta E$ ): differenza massima accettabile rispetto al valore del target espresso in coordinate colorimetriche  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ .

Di seguito vengono indicati i passaggi per individuare il target ed effettuare la verifica dell'uniformità del lotto.

- a) Nel caso di valutazione del colore è indispensabile concordare una forcella iniziale di riferimento (già disponibile o concordata mediante pre-produzione) da utilizzare per la prima produzione.
- b) Il campione di riferimento effettivo (target) viene stabilito sulla prima produzione significativa e, se possibile, rappresentativa dei componenti della commessa. La procedura è la seguente:
  - > si esegue una lettura ordinata di un numero di campioni statisticamente rilevante presi da più bilancelle di produzione
  - > si calcola la media delle misure sulle tre coordinate colorimetriche: tali valori costituiranno le coordinate colorimetriche del target della commessa, verificando, comunque, che tali valori rientrino all'interno della forcella stabilita; nel caso così non fosse vedere il punto e)
  - > è comunque opportuno definire un campione fisico individuando, tra quelli oggetti del campionamento, il campione con il  $\Delta E$  minore rispetto alla media delle misure; se viene scelto il campione fisico, le coordinate colorimetriche di tale campione costituiranno il target della commessa; il campione fisico verrà condiviso tra le parti e sarà il riferimento nel caso si renda necessario anche un controllo visivo.
- c) Una volta che è stato individuato il target si verifica che l'uniformità del lotto rientri all'interno del valore di  $\Delta E$  stabilito.
- d) Questa procedura assicura una maggiore uniformità del complessivo del materiale prodotto, quindi del primo lotto e anche di quelli successivi
- e) Poiché anche il materiale base influisce sulla finitura, nel caso la prima produzione significativa abbia uno scostamento rilevante dalla forcella iniziale concordata è necessario provvedere ad informare immediatamente il cliente per l'approvazione.

Di seguito (Fig. 1) è riportato uno schema a blocchi della procedura sopradescritta:

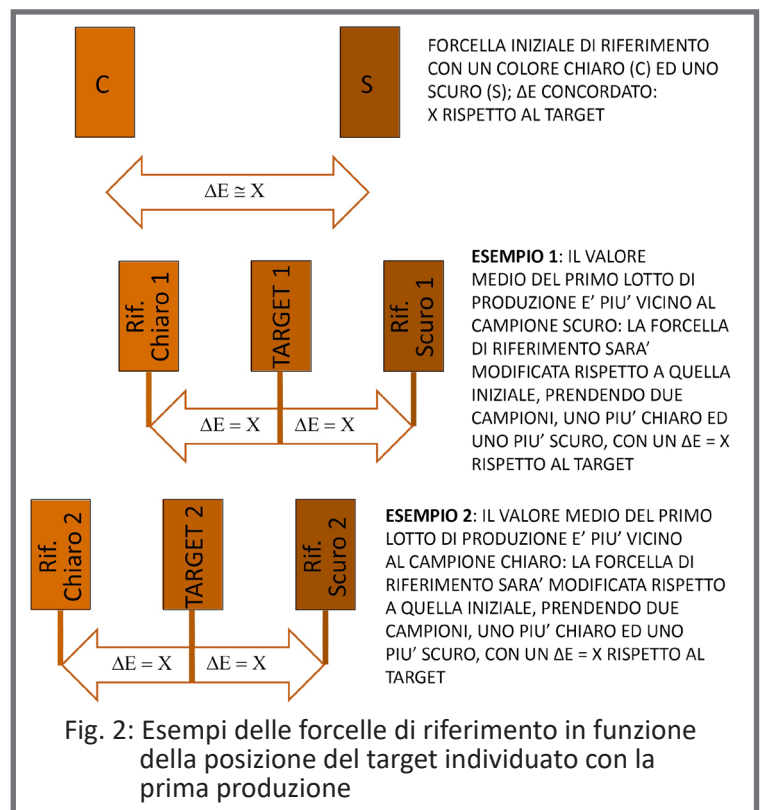


In Fig. 2 sono indicati due esempi per comprendere come la forcella di riferimento sia determinata dal target definito con la prima produzione significativa e come la forcella possa cambiare rispetto a quella iniziale. L'individuazione dei campioni di riferimento all'interno dell'effettiva produzione industriale consente di mantenere una migliore ripetibilità nelle bagnate successive e quindi una migliore uniformità all'interno della commessa.

La misura strumentale deve comunque essere supportata da una valutazione visiva: l'eventuale superamento del limite contrattuale può essere accettato in deroga nel caso non impatti sul risultato estetico atteso.

## 7. Criteri di accettabilità

Di seguito sono riportate delle tabelle contenenti criteri di accettabilità indicativi per le misure dei gloss e dei colori. I criteri devono essere concordati di volta in volta tra anodizzatore e committente in funzione delle caratteristiche complessive del prodotto richiesto. Le indicazioni riportate sono limitate alla finitura naturale (silver) e alle elettrocolorazioni di tipo tradizionale (scala dei bronzi).



**TABELLA 3 - TOLLERANZE DEL VALORE DEI GLOSS  
GENERALMENTE PREVISTE**

<b>Tipo di finitura</b>	<b>Variatione gloss (rispetto al target)</b>
<b>Satinata</b> (< 10 gloss)	± 3
<b>Satinata</b> (> 11 gloss)	± 5
<b>Lucido</b> (fino a 100 gloss)	da definire di volta in volta
<b>Lucido</b> (oltre 100 gloss)	da definire di volta in volta
<b>Trattata meccanicamente</b>	± 7

**TABELLA 4 - TOLLERANZE DEL VALORE DEL COLORE  
GENERALMENTE PREVISTE**

<b>Colore</b>	<b>ΔE (rispetto al target)</b>
<b>Silver</b> (estrusi)	2 <sup>(1)</sup>
<b>Silver</b> (lamiere)	2,5 <sup>(1)</sup>
<b>Colore</b> (chiaro)	3
<b>Colore</b> (medio)	3
<b>Colore</b> (scuro)	4

<sup>(1)</sup> Nota: Si ricorda che nel caso della finitura naturale il colore finale è fortemente influenzato dalle caratteristiche del profilo estruso sull'aspetto finale