



BrianzAcque S.r.l.
Viale E. Fermi 105
20900 Monza (MB)
p.iva 03988240960

tel 039 262.30.1
fax 039 214.00.74
cap. soc. € 126.883.498,98 i.v.

brianzacque@legalmail.it
informazioni@brianzacque.it
www.brianzacque.it

PROVINCIA DI MONZA E DELLA BRIANZA

oggetto:

Lavori di manutenzione ordinaria e straordinaria di carpenterie metalliche e opere da fabbro presso gli impianti di produzione potabilizzazione e distribuzione acquedotto della società Brianzacque s.r.l.

titolo elaborato:

C N.T trattamento superfici metalliche

il Progettista:

Ing. Raffaele Greco

Documento informatico firmato digitalmente ai sensi del T.U. 445/2000 e del D.Lgs 82/2005 e rispettive norme collegate

resp. unico del progetto:

Geom. Maurizio Galliani

Documento informatico firmato digitalmente ai sensi del T.U. 445/2000 e del D.Lgs 82/2005 e rispettive norme collegate

data: **luglio 2024**

elaborato:

07

4					
3					
2					
1					
0	07/24	1^EMISSIONE	RG	MG	MG
rev.	data	note	redatto	Verifica	Approvazione
				controlli / approvazioni	

Mod.01-PdG19 CopertinaDocumentiProgettuali Rev01

Il presente documento non potrà essere copiato, riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte, senza il consenso scritto di BrianzAcque srl. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge. This document may not be copied, reproduced or published either in part or entirely without the written permission of BrianzAcque srl. Unauthorized use will be persecuted by law.

NORME TECNICHE TRATTAMENTO SUPERFICI METALLICHE

INDICE

1	TRATTAMENTO SUPERFICI METALLICHE	4
1.1	Definizioni e classificazione dei materiali di rivestimento	4
1.2	Descrizione dei materiali di rivestimento	6
1.3	Preparazioni preliminari delle superfici da proteggere	6
1.4	Preparazione finale, irruvidimento delle superfici ed eventuale condizionamento	6
1.4.1	Sabbatura leggera di spazzolatura	7
1.4.2	Sabbatura commerciale	7
1.4.3	Sabbatura quasi a metallo bianco	8
1.4.4	Sabbatura a metallo bianco	8
1.5	Caratteristiche applicative (mescolazioni e condizioni ambientali)	9
1.6	Cicli di preparazione e di verniciatura prescritti	13
1.7	lo zinco e i fenomeni corrosivi	14
1.7.1	metodi di prevenzione	166
1.7.2	rivestimenti superficiali.	166
1.7.3	la protezione elettrochimica.	167
1.7.4	lo zinco come protezione	178
1.7.5	metodi di zincatura	178
1.7.5.1	Zincatura termica o zincatura a caldo	188
1.7.5.2	Zincatura elettrolitica	18
1.7.5.3	sherardizzazione	18
1.7.5.4	zincatura a spruzzo	199
1.7.6	preparazione dei manufatti da zincare	20
1.7.7	trattamenti finali:	20
1.7.7.1	deidrogenazione	21
1.7.7.2	passivazione	21
1.7.8	Tipi di impianto	21
1.7.9	controlli e normative	22
1.8	Misure di sicurezza	22
1.9	Garanzie della verniciatura	22

NORME TECNICHE

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 APPLICAZIONE A SPRUZZO "AIRLESS" 11

1 TRATTAMENTO SUPERFICI METALLICHE

1.1 Definizioni e classificazione dei materiali di rivestimento

Una classificazione usuale delle pitture è quella che le distingue in base al meccanismo di essiccazione dei film. Due sono i gruppi principali:

A - Pitture ad Essiccazione Fisica, cioè per evaporazione del solvente. Il tempo di essiccazione è influenzato dalla volatilità del solvente che peraltro deve sempre essere molto affine con il legante. Per questa pur necessaria affinità, le pitture tendono a ritenere il solvente ed anche ad assorbirne dagli strati successivi. Ciò spiega perché è consigliabile, se non è specificatamente controindicato, applicare gli strati successivi a spruzzo, piuttosto che a pennello o rullo, riuscendo così ad evitare che i due strati consecutivi si mescolino fra loro per l'azione degli attrezzi manuali. Queste pitture possono essere applicate a temperature ambiente relativamente basse, purché sufficienti a far evaporare il solvente. Non sono resistenti all'azione dei solventi. Le pitture ad essiccazione fisica sono: quelle viniliche, acriliche, al clorocaucciù, epossidiche, monocomponenti, termoplastiche, bituminose.

B - Pitture ad Essiccazione Chimica. Queste, a loro volta possono essere di più tipi:

- Pitture ad Essiccazione Atmosferica. I solventi evaporano dal film e si ottiene la essiccazione iniziale (al tatto); segue una reazione con l'ossigeno dell'aria con velocità dipendente dalla temperatura. Gli strati inferiori del film, non a contatto con l'ossigeno, tendono a non essiccare, perché lo strato superficiale, che indurisce prima, li separa dall'aria. Per tale motivo questi prodotti debbono essere applicati solo a basso spessore (30-40 micrometri). Quando uno strato è sufficientemente indurito è insolubile nei solventi originali e quindi può essere ricoperto. Sono pitture di questa classe: le alchidiche, le oleofenoliche, le oleoresinose, gli epossidici.
- Pitture a due Componenti. Induriscono per reazione chimica del legante con un altro componente (induritore). I componenti volatili, solventi organici, evaporano dopo l'applicazione ed assicurano un primo indurimento, ma l'indurimento successivo e totale avviene per reazione chimica, la cui velocità è regolata dalla temperatura ambiente. I due componenti sono forniti in contenitori separati, nell'esatto dosaggio, e vengono mescolati al momento dell'impiego. Poiché la reazione d'indurimento parte immediatamente, la pittura, una volta mescolata, deve essere impiegata entro un periodo limitato di tempo detto "pot life" o "tempo di "gelificazione". Il pot life varia secondo i prodotti e deve essere letto sulla scheda tecnica. Esso peraltro varia molto in relazione alla temperatura. Il film, quando essiccato, non viene rammollito dai solventi originali e diviene talmente duro che può comportare difficoltà di adesione con le mani successive se non si rispettano i tempi prescritti nelle schede tecniche. Esempi tipici delle pitture a due componenti sono: le epossidiche, le poliuretaniche, i poliesteri.
- Pitture Igroindurenti. In genere a matrice poliuretanica, queste particolari pitture induriscono per la reazione del prodotto con l'umidità dell'aria. Il tempo di indurimento è tanto più breve quanto più alta è l'umidità.
- Pitture Siticoniche. Composte da resine silconiche, essiccano per evaporazione del solvente ma i loro migliori risultati si ottengono dopo polimerizzazione ad alte temperature.
- Pitture al Silicato di Zinco. Possono essere: solubili in acqua (a base di silicati alcalini) solubili in alcool (a base di etilortosilicati). Entrambe possono essere considerate bicomponenti ma il secondo componente è polvere di zinco. L'essiccamento della pittura miscelata ed applicata si verifica: nel primo caso, per evaporazione dell'acqua, nel secondo caso, per evaporazione del solvente e combinazione successiva del prodotto con l'acqua presente nell'atmosfera. In entrambi i casi si verifica una reazione secondaria con il substrato di acciaio, con formazione di un silicato complesso di ferro e zinco che aumenta l'aderenza. I silicati all'acqua essiccano lentamente in ambienti molto umidi e gradiscono una buona ventilazione per un completo indurimento. I silicati al solvente tollerano bene condizioni di elevata umidità.
- Altra classificazione delle pitture può essere quella che le distingue in base alla loro funzione tipica. Abbiamo così:
- **Primer** Il termine sta ad indicare il prodotto da applicare come primo strato sulla superficie d'acciaio, anche se a volte se ne applicano due strati successivi. Il primer viene anche chiamato fondo ed è la base dell'intero ciclo di verniciatura. E' essenziale che abbia buone caratteristiche anticorrosive, una buona aderenza alla superficie e capacità di offrire un valido ancoraggio alle successive mani di pittura. La denominazione di shop-primer indicherebbe genericamente un primer applicato in officina ma è invalso l'uso di impiegare tale termine per indicare quei prodotti da applicare a spessore molto basso ed a rapida essiccazione che vengono utilizzati negli stabilimenti o nei cantieri navali per proteggere, per periodi brevi, le strutture d'acciaio appena sabbiolate ed essere in grado di accatastarle subito per avviarle al montaggio. Allo shop-primer si richiede di consentire l'esecuzione di saldature senza rischio di difetti e senza emissione di fumi dannosi per l'operatore.
- **Intermedio** è l'eventuale pittura con funzione di collegare il primer con la "mano" o le "mani" di finitura. Usualmente con pigmenti inerti, è spesso utilizzata per incrementare lo spessore del rivestimento protettivo e conferire un più efficace effetto di "barriera".

- **Finitura** indica lo strato finale di un ciclo protettivo, a volte composto da più mani, avente il compito di proteggere il ciclo dagli agenti esterni, oltre quello di carattere estetico.

Una ulteriore classificazione è quella in base al tipo di legante. Ne esponiamo un elenco: Aichidici, Vinilici, Fenolici, Acrilici, Bittuminosi, Epossidici, Poliestere, Silicati, Eposs Esteri, Siliconici.

Si può ragionevolmente ritenere che il valore protettivo di un film di pittura sia determinato in gran parte da alcune sue proprietà delle quali qui di seguito ricordiamo le più importanti:

- **Aderenza:** Per una buona aderenza la pulizia della superficie, anche dagli strati sottili, praticamente invisibili, di ossido o di umidità, è determinante. Infatti l'aderenza dipende essenzialmente, secondo approfonditi studi in materia, da forze intermolecolari e la diversa natura dei film di pittura può favorire in diversa misura il legame dovuto a tali forze. Ad es. le resine epossidiche dovrebbero essere favorite sotto questo aspetto. Oltre al grado di pulizia ha influenza anche la rugosità della superficie che peraltro ha valore, in particolare, per gli alti spessori. Il grado di pulizia richiesto dai film di pitture a due componenti è più elevato di quello sufficiente per pitture ad olio. Comunque il fenomeno dell'adesione è molto complesso e non del tutto chiarito, anche perchè le sue misurazioni, ottenute con diversi metodi, non sempre consentono interpretazioni soddisfacenti. Neppure risulta chiaro quali variazioni della adesione siano attribuibili all'invecchiamento dei film.
- **Flessibilità:** E' la capacità di un film di pittura di allungarsi senza spaccarsi. E' importante perchè consente al film di resistere alle deformazioni della superficie alla quale aderisce. La flessibilità è una caratteristica legata alla elasticità ed è influenzata dalla aderenza del film al supporto.
- **Durezza:** E una caratteristica che, spesso, viene collegata al grado di essiccazione dei film per giudicarne la idoneità ad essere coperto dal successivo strato di pittura o di consentire la movimentazione e l'accatastamento delle strutture verniciate senza che la verniciatura venga danneggiata. In taluni casi, però, una durezza particolarmente elevata può essere richiesta per verniciature di strutture che debbono essere assoggettate sia in fase di montaggio che in esercizio, ad urti o colpi. E' implicito che una eccessiva durezza può portare alla fragilità.
- **Resistenza all'abrasione:** Questa caratteristica è importante in quelle situazioni ove un'azione abrasiva od erosiva sulla verniciatura di una struttura metallica tende a logorarla. Esempi tipici sono quello della sabbia trascinata dal vento, quello di particelle solide prodotte in industrie estrattive od altre, o quelli di materiali abrasivi in serbatoi o tramogge e di liquidi trasportanti particelle solide in tubazioni.
- **Impermeabilità:** L'impermeabilità di un film di pittura è determinante per realizzare una separazione fra la superficie metallica e l'ambiente. Uno strato protettivo di pittura, però, per quanto di qualità, non riesce ad impedire del tutto il passaggio di acqua ed ossigeno, ma può inibire il passaggio a sali in soluzione come solfati e cloruri la cui presenza sul supporto ed all'interno dei film è fortemente negativa ai fini della resistenza alla corrosione. La permeabilità di un film viene regolata in particolare con l'idonea scelta dei pigmenti e stabilendo una giusta concentrazione in volume dei pigmento rispetto al totale volume dei pigmento più legante espresso come "pigment volume concentration" (pvc), da considerare un valore di importanza essenziale nella formulazione di una pittura. Purtroppo il valore attribuibile ai tests di permeabilità, nel caso di pitture protettive è fra i più contestati e rende più ardui i relativi studi. Invecchiamento dei film di pittura. Una forma visibile di invecchiamento dei film di pittura è quella di carattere estetico cioè di perdita di lucentezza o di viraggio o scolorimento della tinta. A lungo termine è difficilmente evitabile questo fenomeno generalmente dovuto ai raggi ultravioletti od all'inquinamento ambientale, ma, ai fini del grado di protezione anticorrosiva dei film, questi difetti non sono determinanti. Le proprietà protettive dei film di pittura, in tempi più o meno lunghi, tendono a ridursi per un invecchiamento provocato da modificazioni nel film stesso. L'insorgere di questi fenomeni è difficilmente individuabile e prevedibile, ne le prove accelerate di invecchiamento possono dare indicazioni valide. Soltanto l'esperienza nell'impiego di simili materiali protettivi in circostanze analoghe può consentire di azzardare previsioni sui risultati ottenibili, previsioni molto importanti per poter decidere i tempi di lavori di manutenzione e la loro stessa opportunità in alternativa ad un completo rifacimento. Altre proprietà debbono essere prese in considerazione fra quelle che determinano il potere protettivo di uno strato di pittura, ma queste si riferiscono in particolare alle resistenze che esso deve offrire, caso per caso, ai vari agenti corrosivi gassosi o liquidi quali acidi, alcali, acqua, solventi ed altri prodotti chimici.

Sono regolati nelle presenti norme tecniche i sottoindicati tipi di rivestimenti impermeabilizzanti, anticorrosivi e antiusura da applicare per la protezione di **superfici metalliche**:

- epossidici ed epossivinilici
- poliuretanici
- vinilici
- fenolici
- con contenuto di zinco
- bituminosi

1.2 Descrizione dei materiali di rivestimento

- Sistemi epossidici: sono costituiti da condensazioni di epicloridina con bisfenolo reticolizzate da agente indurente. Per le superfici non a contatto con acqua potabile si potranno eventualmente usare solventi, esclusi nel caso di contatto con acqua potabile. L'indurente usato dovrà garantire una certa elasticità per non provocare crepe in seguito a dilatazione delle superfici. I sistemi epossivinilici (ottenuti con resine viniliche) potranno essere usati solo per superfici non a contatto con acqua potabile.
- Sistemi poliuretanici: sono costituiti da una base (poliestere o polietere) e da un indurente (poliisocianato) che devono essere miscelati per l'uso o da sistemi monocomponenti, senza indurente. Non é consentito l'uso per superfici a contatto con acqua potabile.
- Sistemi vinilici: sono costituiti da copolimeri a base di cloruro e acetato di vinile sciolti con solventi. Non é consentito l'uso per superfici a contatto con acqua potabile. Possono essere usati come veicolo liquido per pigmenti, per fondi antiruggine, per superfici esterne.
- Sistemi fenolici: a base di resine fenoliche; non possono essere usati per superfici a contatto con acqua potabile. Possono essere usati come veicolo liquido per pigmenti minio, minio-piombo, zinco, per sottofondi antiruggine di superfici esterne.
- Sistemi con zinco: non é consentito l'impiego per superfici a contatto con acqua potabile; vernici allo zinco potranno essere impiegate come pittura antiruggine (di fondo o definitiva) su superfici esterne.
- Sistemi bituminosi: non é consentito l'impiego per superfici a contatto con acqua potabile; vernici a base bituminosa potranno essere impiegate soltanto per rivestimento esterno di superfici da interrare o per superfici a contatto con liquami fognari

1.3 Preparazioni preliminari delle superfici da proteggere

In subordine alla problematica della stazione appaltante, si definiscono le condizioni iniziali della superficie da proteggere:

- A. superficie di acciaio nuova (generalmente ricoperta da scaglie di laminazione) in caso di fornitura di apparecchiature
- B. superfici di acciaio con scaglie di laminazione e con ruggine
- C. superfici di acciaio in stadio di avanzata corrosione - manutenzione di apparecchiature installate.

Nei casi B) e C) si dovrà procedere a operazioni di pulizia manuale e/o meccanica e chimica per l'asportazione della ruggine, degli oli e dei grassi, prima di passare alla fase finale, mentre nel caso A) si potrà procedere, eliminati i difetti di laminazione e saldatura dopo sgrassaggio, direttamente alla fase finale, descritta più avanti.

Sgrassaggio: l'operazione ha lo scopo di rimuovere oli e grassi che si trovassero sulla superficie, e verrà effettuata con l'impiego di idonee sostanze solventi con stracci o spazzole; il lavaggio finale sarà eseguito con solvente pulito e con stracci o spazzole pulite. Per zone inaccessibili é consentito eccezionalmente lo sgrassaggio con fiamma ossiacetilenica neutra.

Pulizia manuale e/o meccanica: per una zona inaccessibile o limitata verranno effettuate normalmente operazioni di pulizia con spazzole metalliche, raschietti, scalpelli, materiali per picchettatura, tele smeriglio, carte vetrare, ecc., mentre per zone accessibili ed estese si preferirà la pulizia meccanica (spazzole metalliche rotanti, utensili, mole abrasive, ecc.). Scopo della pulizia manuale e/o meccanica é la rimozione di scaglie di laminazione della ruggine e di vecchie pitture. Particolare attenzione andrà posta alle zone circostanti le saldature. Scorie e gocce di saldatura andranno rimosse e si dovrà quindi spazzolare con setole di ferro; le estremità acuminate delle saldature (che dovranno essere continue) saranno molate e lisciate. Dopo la pulizia manuale e/o meccanica, andrà ripetuta la fase di sgrassaggio.

1.4 Preparazione finale, irruvidimento delle superfici ed eventuale condizionamento

La sabbiatura costituirà l'aspetto finale delle preparazioni superficiali avente lo scopo di:

- rimuovere scaglie di laminazione, ossidi, residui di corrosione, residui di pitture e rivestimenti

- creare una rugosità superficiale in grado di migliorare l'aderenza del successivo rivestimento.

Per la sabbiatura, l'appaltatore adotterà i sistemi e gli inerti che riterrà più convenienti allo scopo; qualora l'intervento venga effettuato su strutture in opera, si dovrà curare che la sabbia non penetri nelle apparecchiature elettromeccaniche presenti (impacchettamento delle apparecchiature o idro-sabbie). I gradi di sabbiatura previsti sono:

- SA1) Sabbiature leggere di spazzolatura: ammesso in sostituzione delle operazioni di pulizia meccanica e/o manuale
- SA2) Sabbiatura commerciale: ammessa per l'esterno di tubazioni di processo da verniciare con antiruggine e vernice
- SA2,5)** Sabbiatura quasi al metallo bianco: consente l'eliminazione pressoché totale di particelle estranee ed è ammessa per la superficie esterna di filtri, dissabbiatori, autoclavi ecc.
- SA3) Sabbiatura al metallo bianco: per interno di filtri, dissabbiatori e autoclavi

N.B.: - Terminologia usata nel seguito: granulometria abrasiva in MESH (p.e. 60 MESH = 60 maglie per pollice quadrato) - Rugosità in micron: è la differenza tra profilo micro geometrico e linea media.

1.4.1 Sabbiatura leggera di spazzolatura

La pulizia mediante sabbiatura di spazzolatura è un metodo di preparazione di superfici metalliche prima della pitturazione oppure l'applicazione di un rivestimento protettivo, mediante rimozione rapida di scaglie di laminazione staccate, ruggine staccata e pittura staccata nella misura qui di seguito specificata, ottenuta con impatto di abrasivi forzati attraverso ugelli o lanciati per mezzo di ruote centrifughe. Non è richiesto che la superficie sia alla fine esente da tutte le scaglie di laminazione, ruggine e pitture. Le restanti scaglie di laminazione, ruggine e pittura dovranno essere ben aderenti e la superficie sufficientemente sabbiata da offrire buona aderenza e giunzione alla pittura. Per superficie pulita secondo il procedimento di sabbiatura di spazzolatura viene definita una superficie dalla quale risulta completamente rimossa ogni traccia di olio, grasso, sporcizia, scaglie di ruggine, scaglie di laminazione staccate, pittura staccata o rivestimenti protettivi staccati, mentre per le scaglie di laminazione aderenti, pitture e rivestimenti protettivi pure aderenti e ruggine fortemente aderente è ammessa la loro presenza purché sia le scaglie che la ruggine siano state esposte all'azione del getto abrasivo per una durata sufficiente per mettere in luce numerose macchie del metallo sottostante uniformemente distribuite sull'intera superficie. La superficie, se sabbiata a secco, dovrà essere spazzolata con spazzole pulite di crine, setola o fibra, oppure soffiata con aria compressa (da cui saranno stati eliminati acqua e olio nocivi), oppure pulita mediante aspirazione, allo scopo di rimuovere dalla superficie ogni traccia di prodotti della sabbiatura, nonché di abrasivo dalle cavità e dagli angoli. La superficie, se sabbiata ad umido sarà risciacquata con acqua dolce alla quale sarà stato aggiunto fluido anticorrosivo in quantità sufficiente ad impedire la formazione di ruggine, oppure con acqua dolce, seguita immediatamente da trattamento inibitore. Questo lavaggio sarà, se necessario, seguito da spazzolatura per eliminare ogni residuo. L'aria compressa usata per la sabbiatura con ugelli dovrà essere esente da olio o acqua di condensa in quantità nocive. Dovranno essere previsti adeguati separatori. Le operazioni di pulizia mediante sabbiatura dovranno essere eseguite in maniera tale che nessun danno sia arrecato alle superfici già trattate. Le operazioni di sabbiatura a secco non devono essere condotte su superfici che saranno bagnate dopo la sabbiatura e prima della pitturazione, oppure quando le condizioni ambiente saranno tali da originare tracce visibili di ruggine prima della pitturazione

o della applicazione di un rivestimento protettivo. Se dopo la sabbiatura si viene a formare della ruggine, la superficie deve essere risabbiata prima di passare alla relativa pitturazione. La superficie sabbiata dovrà essere esaminata affinché non vi siano tracce di olio, grasso o sporco depositato nell'operazione di pulizia. Se presenti, dovranno essere eliminati come indicato nell'articolo 3.

1.4.2 Sabbiatura commerciale

La pulizia mediante sabbiatura di tipo commerciale è un sistema di preparazione delle superfici metalliche prima della pitturazione o l'applicazione di un rivestimento protettivo, mediante rimozione delle scaglie di laminazione, ruggine, scaglie di ruggine, sostanze estranee, facendo uso di abrasivi proiettati attraverso ugelli oppure ruote centrifughe, sino a raggiungere un grado di finitura qui di seguito specificato. Per condizione di superficie pulita mediante sabbiatura commerciale, viene definita una superficie dalla quale risultano completamente asportati olio, grasso, sporcizia, scaglie di ruggine, sostanze estranee, tutta la ruggine, la scaglia di laminazione e la vecchia pittura, eccetto leggere ombreggiature, venature oppure scolorimenti causati dalle macchie di ruggine, ossidi di scaglie di laminazione oppure residui leggeri di pittura, o di rivestimento protettivo aderente che possono sussistere; se sulla superficie vi è ampia formazione di crateri, è possibile trovare leggeri depositi di ruggine oppure di pittura sul fondo dei crateri stessi; almeno due terzi di ogni pollice quadrato di superficie deve risultare esente da ogni residuo visibile, mentre la restante parte deve avere come limite una leggera scoloritura, leggera macchiatura o leggeri residui citati più sopra. Per la sabbiatura si userà silice da 20 - 40 Mesh o equivalente - rugosità 25 - 50 micron. La superficie, se la sabbiatura ha luogo a secco, deve essere spazzolata con spazzole pulite di pelo, setole o fibra, ripulita con aria compressa (dopo aver eliminato olio ed acqua che possono nuocere) oppure pulita con il vuoto allo scopo di eliminare qualsiasi traccia di prodotti dalla sabbiatura dalla superficie stessa ed anche di eliminare il materiale abrasivo formatosi nei recessi e negli angoli. La superficie, se la sabbiatura ha avuto luogo a umido, deve essere pulita risciacquando con acqua fresca, a cui sarà stata aggiunta una sufficiente quantità di anticorrosivo per prevenire la ruggine oppure con acqua fresca, dopo di che sarà praticato immediatamente un trattamento antiruggine. L'aria compressa usata per la sabbiatura ad

ugello deve essere libera da quantità nocive di acqua condensata o olio. Saranno previsti adeguati separatori e filtri. Le operazioni di sabbiatura devono essere eseguite in modo da non danneggiare né parzialmente né interamente il pezzo in lavorazione. Le operazioni di sabbiatura a secco non devono essere condotte su superfici che saranno bagnate dopo la sabbiatura e prima della pitturazione oppure quando le condizioni ambientali siano tali da originare formazioni visibili rugginose prima della pitturazione oppure del rivestimento protettivo. Se dopo la sabbiatura si viene a formare della ruggine, la superficie deve essere risabbiata prima di passare alla relativa pitturazione. La superficie sabbiata sarà esaminata per accertare l'eventuale presenza di olio, grasso o sporcizia. In tal caso occorrerà provvedere alla loro eliminazione secondo quanto detto all'articolo 3.

1.4.3 Sabbiatura quasi a metallo bianco

La pulizia del metallo quasi bianco è un metodo di preparazione di superfici metalliche prima della pitturazione o dell'applicazione di un rivestimento protettivo, mediante rimozione di quasi tutte le scaglie di laminazione, ruggine, scaglie di ruggine, pitture o altre sostanze estranee, nella misura qui di seguito specificata, ottenuta mediante impiego di abrasivi forzati attraverso ugelli oppure lanciati mediante ruote centrifughe. Per superficie pulita a metallo quasi bianco viene definita una superficie dalla quale risultano completamente asportati olio, grasso, sporcizia, scaglie di laminazione, ruggine, prodotti della corrosione, ossidi, pitture o altre sostanze estranee, ad esclusione di leggerissime ombreggiature, venature molto leggere oppure scolorimenti leggeri causati da macchie di ruggine, ossidi di scaglie di laminazione oppure leggeri residui aderenti di pitture o rivestimenti protettivi che possono rimanere. Almeno il 95% di ogni pollice quadrato di superficie deve essere limitato alla leggera scoloritura sopra citata. Lo sforzo complessivo necessario per questo tipo di pulizia mediante sabbiatura (tempo di ugello) non deve essere inferiore a 2/3 di quello che sarebbe necessario per produrre una superficie pulita a metallo bianco sulla stessa superficie, né superare il 95% della stessa. Questa limitazione non deve essere interpretata come una rinuncia ad una qualsiasi delle prescrizioni di cui sopra. La sabbiatura sarà condotta con silice da 20 a 40 Mesh o equivalente - rugosità 25 - 50 micron. La sabbiatura potrà essere condotta a secco o a umido con le prescrizioni già indicate nei paragrafi 4a) e 4b); particolare cura andrà posta all'eliminazione del polverino. Le operazioni di sabbiatura a secco non devono essere condotte su superfici che risultino bagnate dopo la sabbiatura e prima della pitturazione o quando le condizioni ambientali siano tali da originare formazioni rugginose visibili prima della pitturazione o del rivestimento protettivo. Se dopo la sabbiatura si viene a formare della ruggine, la superficie deve essere sabbiata nuovamente prima di passare alla pitturazione stessa. La superficie sabbiata esaminata non deve presentare tracce di olio, grasso o sporcizia depositata. Se presenti, dovranno essere rimosse come indicato nell'articolo 3. In caso di interventi manutentivi, è essenziale che la rimozione della vecchia pittura venga svolta attorno ai bordi del punto o della zona interessata sino a quando si viene a raggiungere una zona con pellicola di pittura intatta, completamente aderente, senza ruggine o vesciche sotto di essa. I bordi della pittura fortemente aderente che rimangono attorno alla zona da ricoprire debbono essere addolciti in modo che la superficie ripinturata possa avere un aspetto uniformemente levigato. La vecchia pittura restante deve possedere una adesione tale da non permettere di essere sollevata come strato se sotto di essa viene inserita la lama spuntata di una spatola per stucco. Il lavoro di pulizia mediante sabbiatura può variare da zona a zona, in modo da raggiungere comunque la condizione finale desiderata. La superficie sabbiata dovrà essere trattata o ricevere una mano di fondo prima che si verifichi formazione di ruggine, altrimenti il vantaggio della pulizia mediante sabbiatura a metallo quasi bianco andrà perduto. Il metallo nudo sabbiato di fresco arrugginirà rapidamente, in condizioni di alta umidità, se bagnato o quando si trovi in atmosfera corrosiva. In condizioni atmosferiche normali è buona norma applicare la mano di fondo entro 24 ore dalla sabbiatura. In nessun caso si dovrà lasciare l'acciaio antiruggine, prima della pitturazione, indipendentemente dal tempo trascorso. L'umidità condensa su superfici che risultino più fredde dal punto di rugiada (condensazione) dell'aria circostante. Si raccomanda perciò di non eseguire la sabbiatura a secco quando la superficie di acciaio si trova a meno 5° C. sopra il punto di condensazione.

1.4.4 Sabbiatura a metallo bianco

La pulizia mediante sabbiatura a metallo bianco è un metodo di preparazione delle superfici metalliche prima della pitturazione o dell'applicazione di uno strato di un rivestimento protettivo, mediante rimozione delle scaglie di laminazione, della ruggine, delle scaglie di ruggine, pittura o sostanze estranee tramite abrasivi lanciati attraverso ugelli oppure per mezzo di ruote centrifughe. Viene definito uno strato di superficie pulito a metallo bianco quello di una superficie con un colore grigio bianco metallico, uniforme, leggermente scabro che costituisce una data base di ancoraggio per i rivestimenti protettivi. La superficie, guardata senza ingrandimento, deve essere esente da olio, grasso, sporcizia, scaglia di laminazione visibile, ruggine, prodotti della corrosione, ossidi, pittura o qualsiasi altra sostanza estranea. Il colore della superficie pulita può essere influenzato dal particolare mezzo abrasivo usato e pertanto non verrà preso in riferimento per la definizione del processo. Per la sabbiatura si userà silice da 20 - 40 Mesh o equivalente - rugosità 50 - 75 micron. La sabbiatura potrà essere condotta a secco o a umido con le prescrizioni indicate ai paragrafi 4a) e 4b). Per le altre cautele fare riferimento a tutte le prescrizioni del paragrafo 4c).

Per tutte le superfici sabbiate, in considerazione dell'elevato tenore di umidità presente (superfici esterne) o della presenza di acqua (superfici interne) dovrà essere effettuato un trattamento con Primer. Per trattamento con Primer si intende la creazione di un film protettivo di ancoraggio avente i seguenti scopi:

- ritardare la corrosione del metallo

- migliorare l'adesione delle vernici successive
- proteggere il metallo fino alla verniciatura.

L'appaltatore sceglierà il tipo di Primer che riterrà più opportuno, con la sola avvertenza di usare prodotti atossici per tutte le superfici a contatto con acqua potabile. I Primer usati non dovranno essere diluiti, dovranno essere posati con unico strato da 8/12 micron e dovranno essere seguiti da verniciatura entro 24 ore.

1.5 Caratteristiche applicative (mescolazioni e condizioni ambientali)

Le pitture non dovranno essere additivate di correttivi ad olio, pigmenti, essiccativi o altro, ma dovranno essere impiegate nello stato della fornitura. Salvo casi particolari, la prima mano preferibilmente deve essere data a pennello poiché esso favorisce una buona penetrazione della pittura per azione meccanica ed in pasta eventuali impurità rimaste sulla superficie. I pennelli dovranno essere d'ottima marca, fabbricati con setole vulcanizzate o fibre sintetiche, quali ad esempio il nylon, e possono essere ovali o piatti. Sono preferibili le forme ovali o tonde per le superfici tormentate con la chiodatura, l'interno di profilati a L, a T, ecc., mentre si scelgono le forme piatte per le superfici lisce. I pennelli devono avere larghezza variabile dai 10 ai 12,5 cm. I pennelli devono essere imbevuti di pittura, evitando tuttavia che questa giunga alla base delle setole. Le pennellate devono essere date con il pennello inclinato a 45° rispetto alla superficie. I vari strati di pittura devono essere applicati incrociati e cioè in un senso normale ognuno rispetto al precedente. Dopo l'uso e ad ogni interruzione di lavoro, i pennelli devono essere accuratamente puliti, preferibilmente con diluenti e non con acqua, premuti contro una lamiera pulita e lasciati asciugare appesi per il manico. Per quanto riguarda il rullo, questo sistema, molto più rapido e quindi più economico del precedente, è generalmente da escludersi nelle applicazioni dirette sull'acciaio. Infatti, con il rullo viene a mancare quel leggero sfregamento derivato dalle setole del pennello, poiché la pittura viene ad adagiarsi sulla superficie metallica e non sempre è assicurata la continuità e l'uniformità del suo strato pellicolare. Non bisogna dimenticare che il rullo non può entrare totalmente in determinate conformazioni della superficie da proteggere. L'applicazione a rullo è indicata solo per superfici piane, ampie e sopra un fondo già protetto da antiruggine. Il rullo richiede un contenitore di larghezza almeno pari alla sua lunghezza, munito di apposita rete per scaricare l'eccedenza di pittura. Dopo l'uso, deve essere accuratamente pulito con diluente e quindi asciugato. Lo scopo di una corretta applicazione delle pitture protettive è funzionale ed estetico allo stesso tempo e, per molti aspetti, si può affermare che una applicazione esteticamente soddisfacente dà certamente risultati protettivi migliori di una che presenta visibili difetti estetici. Per esempio, una pittura applicata in modo uniforme assicura una migliore protezione, a parità di altri parametri, di quella che presenta grinzature, gocciolature, evidenti tracce di pennello, ecc. La vita di una pitturazione dipende in misura determinante dalla corretta applicazione che pertanto deve essere opportunamente controllata per consentire alla protezione di conseguire la sua completa efficienza. La scelta del sistema di applicazione ottimale viene effettuata di volta in volta in base a considerazioni di tipo economico e tecnico: economico, nel valutare la resa di lavoro che si prevede di ottenere con i diversi sistemi; tecnico, nel tener conto di vari parametri, come le caratteristiche del prodotto, la forma e le dimensioni delle superfici da trattare, le condizioni ambientali, il grado di preparazione della superficie. Nonostante l'avvento ed il continuo miglioramento di metodi di più alta resa come l'applicazione a spruzzo con e senza aria, il tradizionale metodo di applicazione a pennello ed il rullo non sono stati abbandonati. Sarebbe tuttavia errato credere che per questi vecchi e noti sistemi non occorran operatori ben addestrati. Vedremo, comunque che, come in taluni casi non esistono alternative al sistema di applicazione a spruzzo senza aria, in altri è il pennello che non è sostituibile. Sempre nell'intento di facilitare il conseguimento delle migliori prestazioni dai prodotti, desideriamo enumerare ed esaminare i metodi di applicazione che vengono generalmente utilizzati nella verniciatura delle strutture d'acciaio senza peraltro voler troppo addentrarmi in questo campo, e comunque non oltre quanto sufficiente tener presente per una corretta scelta fra le alternative che generalmente offrono le schede tecniche dei prodotti.

I METODI DI APPLICAZIONE:

- a) pennello
- b) rullo
- c) spruzzo con aria. usualmente chiamato "convenzionale"
- d) spruzzo senz'aria, noto come "airless"
- e) spruzzo con preriscaldamento del prodotto verniciante
- f) spruzzo airless per bicomponenti con miscelazione alla pistola

Esistono anche altri metodi. utilizzati in casi particolari, per i quali, generalmente, è necessario mettere a punto i prodotti specificatamente, caso per caso:

g) per immersione

h) elettrostatico

APPLICAZIONE A PENNELLO

L'applicazione a pennello è il più antico sistema di verniciatura. Ancora oggi è ampiamente usato nel campo dell'anticorrosione; trova impiego in lavori di carattere artigianale ed in genere per pitturare superfici discontinue (es: cancellate, balconi, tralicci ecc.) o inaccessibili con altri sistemi applicativi. Superato nella verniciatura dei nuovi dalle moderne tecnologie, trova tuttora un vasto impiego nei lavori di manutenzione, particolarmente per ritocchi e per la profilatura degli spigoli e dei cordoni di saldatura (stripe coat). Presenta il vantaggio di consentire uno spreco di prodotto trascurabile, presenta però il grosso svantaggio di una bassa resa operativa (anche dieci volte inferiore a quella di una applicazione a spruzzo). L'applicazione va fatta in modo da ottenere un film il più uniforme possibile; va quindi adottata una certa tecnica che consiste nell'incrociare più volte le passate. Ad eccezione degli zincanti inorganici e di alcuni primers a rapida essiccazione, tutti i prodotti dell'anticorrosione sono applicabili a pennello. Applicazione a rullo E' un metodo usato per grandi superfici piane ove è possibile raggiungere rese di applicazione tre o quattro volte superiori a quelle ottenibili con il pennello. Non offre i vantaggi del metodo a pennello per l'applicazione dei prodotti su superfici non ben preparate e richiede spesso l'impiego complementare del pennello per le zone non ben raggiungibili dal rullo. Nato per l'applicazione di idropitture, il rullo è ancora molto diffuso nel settore dell'edilizia ed in quello navale. Non è idoneo per l'applicazione di zincanti inorganici. E' poco consigliato per l'applicazione di prodotti al clorocaucciù e di molti prodotti ad alto spessore. L'esperienza insegna a scegliere il materiale di copertura del rullo e la lunghezza dei peli in base al tipo di pittura.

APPLICAZIONE A SPRUZZO CONVENZIONALE

In questo metodo di applicazione l'aria compressa ha il compito di atomizzare la pittura e di portarla sulla superficie da verniciare. L'alimentazione alla pistola può avvenire con più sistemi: Spruzzo convenzionale a tazza: Per gravità o per aspirazione come nel caso delle pistole che sono alimentate rispettivamente da un recipiente aperto sito sopra la pistola o da un recipiente chiuso posto sotto. Hanno un impiego limitato in genere a piccole superfici e sono utili per la facilità di pulizia e di successivi riempimenti dell'apparecchiatura e perciò adatte a lavori di rifinitura con prodotti di tinte diverse. Spruzzo con serbatoio sotto pressione: Per l'aria compressa che da un contenitore a pressione manda il prodotto verniciante all'ugello per mezzo di un tubo flessibile. E' il sistema più comunemente impiegato per superfici estese. Nel metodo a spruzzo convenzionale l'aria compressa, che perviene alla pistola per mezzo di un tubo diverso da quello che porta il prodotto, esce attraverso l'ugello intimamente miscelata con la pittura. Per poter imprimere a questa l'alta velocità necessaria alla sua atomizzazione è richiesto un volume d'aria molto elevato. Ciò comporta, tra l'altro, maggiori probabilità che si verifichi overspray, specialmente con alcuni tipi di pitture, quando la regolazione della pistola o la distanza fra l'ugello e la superficie non sono del tutto corrette. Quando le strutture da trattare sono di forma complessa, si può avere un consumo di pittura sensibilmente superiore al teorico.

APPLICAZIONE A SPRUZZO "AIRLESS"

Nell'applicazione airless la pittura viene pompata attraverso uno stretto ugello così da raggiungere la velocità sufficiente alla atomizzazione, senza miscelazione con aria. L'assenza di aria compressa consente che non vi sia dispersione di particelle in forma di nebbia e che la maggior parte della pittura vada a depositarsi sulla superficie senza sprechi di prodotto. Ciò comporta una rapidità di applicazione molto superiore che non nell'applicazione a spruzzo convenzionale ed una minore perdita di prodotto per overspray. La pistola è collegata, per mezzo di un tubo idoneo a sopportare l'alta pressione del prodotto, ad una pompa azionata con aria compressa (ne esistono anche azionate elettricamente o da motori a scoppio) che portano il prodotto ad una pressione da 20 fino a 70 volte quella dell'aria che aziona la pompa e che è, normalmente, eguale a quella utilizzata dalle apparecchiature convenzionali. Ciò vuol dire che la pressione della pompa airless si può aggirare fra 125 e 350 Kg/cm quadro, secondo il rapporto di compressione proprio della pompa. L'applicazione airless ha numerosi vantaggi rispetto alla applicazione convenzionale: una superiore portata e quindi una maggiore rapidità di lavoro, maggiore pulizia per assenza di nebbia, nessun rischio di contaminazione della pittura con umidità od olio, spesso presenti nell'aria compressa, maggior facilità di messa a punto della pistola e di applicazione, possibilità di applicare spessori superiori. e soprattutto possibilità di applicare pitture ad elevato residuo secco o addirittura senza solvente. Per contro l'alta pressione in gioco comporta la necessità di setacciare o vagliare accuratamente la pittura ad evitare l'ostruzione degli ugelli, mentre la

NORME TECNICHE

pulizia dell'apparecchiatura può risultare pericolosa se non vengono osservate idonee precauzioni. Infine l'applicazione con airless non può dare finiture estetiche perfette come lo spruzzo convenzionale in quanto non è possibile regolare il ventaglio che è tutto aperto o tutto chiuso, ed inoltre i suoi bordi non sono sfumati ma netti.



Figura 1 APPLICAZIONE A SPRUZZO "AIRLESS"

APPLICAZIONE A SPRUZZO CON RISCALDAMENTO DELLA PITTURA

Entrambi i sistemi di applicazione a spruzzo sopra illustrati possono essere usati con l'utilizzo di dispositivo per riscaldare la pittura. Non è diffuso l'impiego di queste unità per il metodo di applicazione convenzionale, almeno nei cantieri di montaggio. Più diffuso, invece è l'uso di questi dispositivi in apparecchiatura airless, poichè spesso si ha a che fare con prodotti molto viscosi. Elenchiamo brevemente i vantaggi ottenibili preriscaldando le pitture ad una temperatura generalmente sui 60 – 80° C: si riduce la viscosità del prodotto ad un valore idoneo ad una buona atomizzazione senza impiegare diluente; nello spruzzo convenzionale si riduce la richiesta di aria compressa a circa la metà e ciò riduce anche la perdita di prodotto; la maggior parte del solvente presente nel prodotto evapora prima di raggiungere la superficie e così il film ne conterrà una minore quantità; la pittura calda si stende meglio ed assicura una migliore copertura; Il tempo di essiccazione si accorcia consentendo una più sollecita movimentazione senza danni e questo vantaggio è interessante in particolare per alcuni tipi di pitture ad alta viscosità prive di solvente; nell'applicazione airless si ottiene un'economia potendo ridurre la pressione anche alla metà rispetto a quella necessaria a temperatura ambiente, mentre si ottiene migliore aderenza e levigatezza; riduzione dell'overspray, del rimbalzo dagli angoli e dei fumi di solvente; sempre che la superficie d'acciaio non sia eccessivamente fredda (nei qual caso la rapida condensazione della pittura calda danneggerebbe l'aderenza) si rende possibile lavorare a temperature ambiente inferiori a quelle minime richieste per il prodotto non riscaldato.

APPLICAZIONE A SPRUZZO AIRLESS DI PITTURE BICOMPONENTI CON LORO MISCELAZIONE ALLA PISTOLA

Le pitture bicomponenti, come le epossidiche, una volta che i due componenti sono stati mescolati fra loro, hanno un tempo di gelificazione, o pot-life, limitato, trascorso il quale il loro impiego non è più possibile. Tale tempo è particolarmente breve (a volte limitato anche nell'ordine di minuti) in alcuni prodotti senza solvente, o con basso contenuto di solvente, ad essiccazione piuttosto rapida, usualmente destinati ad essere applicati ad alto spessore. E' evidente la difficoltà di preparare quantità anche non grandi di bicomponente ed applicare in tempi così ristretti. Per ovviare a tali difficoltà sono state realizzate delle apparecchiature a spruzzo airless ove i due componenti, esattamente dosati, vengono inviati, con separati tubi, alla pistola ove vengono miscelati al momento di venire spruzzati. I due prodotti, contenuti in distinti recipienti, possono venir tenuti riscaldati anche a diverse temperature per far in modo che abbiano viscosità molto simili al momento della miscelazione. Sono apparecchi indispensabili per l'applicazione di alcune pitture ed utili per tutti i bicomponenti, ma a fronte dei loro vantaggi bisogna mettere in conto il costo elevato di acquisto e la necessità di affidarli a personale ben addestrato che sia in grado di farli funzionare assicurando che la miscelazione avvenga costantemente nelle esatte proporzioni stabilite.

ALTRI METODI DI APPLICAZIONE

Gli altri metodi di applicazione ai quali ho accennato sono da considerare di interesse per particolari attività ed adottano modalità variabili da caso a caso, secondo le esigenze e le disponibilità di attrezzature. Il metodo per immersione si utilizza in genere per pezzi di piccole dimensioni ma anche per tubi; la pittura impiegata deve essere sufficientemente fluida ma la maggior parte dei prodotti impiegati per l'anticorrosione non è adattabile a questo metodo. Il sistema a spruzzo elettrostatico, anche se può avvalersi di apparecchiatura portatili, non è adatto per l'impiego in cantieri su grandi strutture. E' invece vantaggiosamente impiegato per la verniciatura di piccoli pezzi di forma complessa, od anche di tubi, senza che sia necessario ruotarli. Le particelle della pittura, che

deve peraltro essere sufficientemente fluida, vengono caricate da un forte campo elettrostatico, ottenuto con un potenziale di 60.000-120.000 V e basso amperaggio: In tal modo la pittura va a depositarsi su tutta la superficie del pezzo, anche dalla parte opposta della pistola, sugli spigoli e su tutte le cavità. Si ottiene una ottima finitura e notevole economia di prodotto. Il sistema è però adatto solo per l'applicazione di bassi spessori, ha una resa bassa ed è sensibile al vento.

PISTOLA A SPRUZZO AD ARIA (SPRUZZO CONVENZIONALE)

Questa attrezzatura consiste essenzialmente in:

- una pistola a spruzzo
- tubi flessibili per il trasporto dell'aria e delle pitture
- un serbatoio di alimentazione dell'aria a pressione
- un compressore capace di fornire alla pistola e al serbatoio della pittura la quantità d'aria alla giusta pressione
- un regolatore di pressione per mantenere costante il valore della pressione e per filtrare l'aria al fine di asportarne l'umidità, le sostanze grasse e altre impurità.

I serbatoi a pressione per l'applicazione di pitture, che dopo la diluizione tendono a depositarsi e a decantare, saranno muniti di un agitatore meccanico pneumatico. E' importante che per ogni tipo di lavoro, si scelga l'attrezzatura adeguata e che gli organi che costituiscono il complesso dell'attrezzatura abbiano la giusta proporzione e precisamente:

- i tubi flessibili abbiano un diametro tale, in rapporto alla loro lunghezza, da consentire un adeguato e uniforme afflusso di aria e di pittura alla pistola senza la necessità di ricorrere a pressioni di valore eccessivo
- il compressore abbia una portata sufficiente da far funzionare non solo la pistola a spruzzo, ma anche altre apparecchiature pneumatiche che potrebbero, eventualmente, funzionare contemporaneamente
- la pistola sia munita di un adatto ugello di uscita della pittura e dotata di un'adeguata corona d'aria.

Fattore della massima importanza è che tutta l'attrezzatura sia sempre tenuta perfettamente pulita e che i pezzi che la compongono siano tempestivamente sostituiti non appena si presentino eccessivamente usurati. Salvo casi particolari, l'applicazione a spruzzo è esclusa per la prima mano ed è accettabile per ampie superfici.

APPARECCHIATURE DI SPRUZZO SENZA ARIA (AIRLESS)

Il materiale verniciante è compresso mediante una speciale pompa pneumatica alla pressione di 120 - 160 kg/cmq. e poi forzato attraverso uno strettissimo ugello. A causa della rapida espansione che avviene all'uscita dell'ugello, il materiale è disperso in piccolissime particelle ottenendo così un getto di pittura nebulizzata senza l'intervento diretto dell'aria compressa. L'apparecchiatura airless consisterà in:

- una pompa pneumatica a pistone a doppio effetto, ad alto rapporto di compressione (pressione d'aria necessaria 4 - 7 Atm.)
- una pistola ad alta pressione, con ugello intercambiabile
- un tubo resistente ad alta pressione
- un recipiente per la pittura.

Per ottenere risultati soddisfacenti sarà necessario tener presente la notevole erogazione di pittura. E' quindi necessario che il movimento della pistola sia piuttosto veloce e sicuro, senza ripassare su zone già verniciate, altrimenti accadrebbe l'inconveniente delle colature. Si consiglia di tenere ad una distanza di circa 30 - 35 cm. dalla superficie da pitturare.

MISCELAZIONE DELLE PITTURE

Prima dell'applicazione, la pittura deve essere accuratamente rimescolata, per ottenere una perfetta omogeneizzazione e tale rimescolamento deve essere ripetuto ad ogni prelievo dal contenitore principale, specialmente quando si tratti di pitture con peso specifico elevato. L'omogeneizzazione è un'operazione della massima importanza che, se non fatta o trascurata, determina l'inconveniente per cui i primi prelievi della pittura dei contenitori risultano ricchi di veicolo e poveri di pigmento, mentre si verifica il contrario per i prelievi finali.

Le pitture a "due componenti" sono fornite in due contenitori separati, uno per la base e uno per l'agente indurente detto anche "catalizzatore o reagente", i quali devono essere miscelati al momento dell'uso, versando di regola l'agente indurente nella base, che deve essere mantenuta in agitazione fino alla totale omogeneizzazione. I due componenti sono normalmente forniti nelle quantità stechiometricamente esatte per la miscela e di conseguenza tutto il contenuto di agente indurente deve essere aggiunto a tutto il contenuto di "base". Quando si devono preparare quantitativi minori, i due componenti devono essere sempre miscelati nel rapporto stechiometrico stabilito. Tale rapporto è generalmente espresso in peso.

DILUIZIONE DELLE PITTURE

Le basse temperature ispessiscono le pitture, le alte temperature causano l'evaporazione anormale dei solventi. La diluizione si rende quindi necessaria quando:

- quando la temperatura ambiente é inferiore ai 10° C. o superiore ai 35° C.
- quando la temperatura delle superfici da proteggere é compresa nei due intervalli di temperatura da 5 a 15° C. e da 35 a 50° C. Superfici aventi temperature superiori a 50° C. o inferiori a 5° C. non devono essere pitturate. La diluizione delle pitture deve essere fatta con diluenti prescritti per ciascuna pittura, perché non quelli appropriati la danneggiano (anche se non si riscontrano subito fenomeni negativi), al punto di alterarne anche gravemente le caratteristiche chimico-fisiche.

CONDIZIONI AMBIENTALI E ATMOSFERICHE DURANTE L'APPLICAZIONE DELLE PITTURE

La temperatura ambiente a quella delle superfici da pitturare devono stare entro i limiti già enunciati. Nel caso di superfici a temperature elevate occorre prevedere l'impiego di pitture a base di solventi poco volatili. Nel caso di basse temperature, in locali chiusi o serbatoi, si deve ricorrere all'uso di mezzi riscaldanti come stufe, aerotermi, ecc.

Lo stato igrometrico ambientale deve aggirarsi sul 65-70% e non deve assolutamente sorpassare l'85%. Nei locali chiusi e nei serbatoi l'eccesso d'umidità potrà essere ridotto con l'impiego di deumidificatori chimici (es.: cloruro di calcio - driedrite) o meccanici (aerotermi). In questi ambienti, per evitare i fenomeni di condensazione dovuta alla respirazione e alla traspirazione dell'applicatore o all'umidità ambientale, sarà necessario disporre di un'energica ventilazione forzata mediante aspiratori, ventilatori, ecc.

ESSICCAZIONE E STAGIONATURA DEI SUCCESSIVI STRATI DI PITTURA

Non appena é possibile, é necessario applicare una mano di pittura di fondo alle superfici che sono state pulite; questo accorgimento costituirà una buona precauzione contro il deterioramento delle superfici già preparate. Gli elementi strutturali in acciaio destinati ad essere esposti agli agenti atmosferici, devono essere sottoposti al processo di pulizia e di applicazione della prima mano di fondo prima che si verifichi il distacco delle scaglie di laminazione. Gli elementi strutturali in acciaio che hanno ricevuto la mano di pittura di fondo devono essere immagazzinati presso il luogo del montaggio in modo da non essere a contatto con la terra e allo scopo di ridurre al minimo la formazione di recessi atti a contenere acqua piovana e di rendere minima la possibilità di macchiatura delle superfici per effetto di eventuali attività costruttive che si svolgono nei pressi. Se del caso, lo strato di pittura applicato presso lo stabilimento di produzione deve essere ritoccato sul luogo del montaggio per mantenere intatta l'integrità del rivestimento. Dopo il montaggio degli elementi strutturali é necessario che le successive operazioni di pitturazione siano ultimate al più presto. E' evidente che abolendo ogni ritardo si ridurrà la possibilità di sporcare o deteriorare le superfici degli strati di pittura di fondo e di limitare i depositi di grasso, polvere e altri materiali indesiderabili. Gli elementi strutturali di acciaio destinati all'esposizione sott'acqua devono essere sabbiati e pitturati soltanto dopo il montaggio, allo scopo di evitare il verificarsi di lunghi ritardi fra l'inizio e la fine delle operazioni di pitturazione. Nel caso in cui si lasci trascorrere un eccessivo periodo tra le applicazione dei vari strati protettivi, vi é la possibilità che tale ritardo comporti l'effetto di ridurre il grado di adesione tra gli strati, specialmente se si tratta di pitture fenoliche, epossidiche o uretaniche. Salvo eccezioni stabilite dalla direzione lavori tutte le operazioni elementari dovranno succedersi con il ritardo massimo di 24 ore una dall'altra.

1.6 Cicli di preparazione e di verniciatura prescritti

Se non diversamente specificato nel capitolato di appalto o dalla direzione lavori, i cicli di preparazione e di verniciatura saranno i seguenti:

per verniciatura esterna di tubazioni di processo, di zanche, di sostegni, di impalcature, scale alla marinara e a gradini, parapetti e fermapiedi, pavimenti in grigliato, per strutture metalliche a contatto con liquami fognari o all'aperto, ecc.

- nuovi:

- a) sgrassatura con solventi
- b) eliminazione difetti di laminazione o saldatura con pulizia meccanica (in alternativa sabbiatura SA1)
- c) sgrassatura
- d) sabbiatura commerciale SA2
- e) pittura di fondo antiruggine con solvente fenolico
- f) verniciatura a due mani (in alternativa ai punti e) - f) verniciatura con prodotti a base di zinco- almeno 500 gr/mq)

NORME TECNICHE

- in opera:

come per il nuovo con la fase b) finalizzata soprattutto all'asportazione della ruggine

per verniciatura esterna di filtri, dissabbiatori, autoclavi e recipienti metallici in genere

- apparecchiature nuove:

- a) sgrassatura con solventi
- b) eliminazione meccanica dei difetti di funzione, di laminazione e di saldatura
- c) sgrassatura con solventi
- d) sabbiatura SA 2,5
- e) mano di Primer zincante inorganico spessore 100/125 micron
- f) due mani di sistema epossidico con o senza solventi con spessore finale 300-400 micron di colore da concordare (generalmente blu ral 5015 o verde ral 6005)

- apparecchiature in esercizio:

come per le nuove apparecchiature con le operazioni di cui al punto b) intese ad eliminare la ruggine e le tracce di altre vernici sfaldate.

N.B.: in alternativa ai punti e) - f) due mani di verniciatura con zinco. Per superfici da interrare al punto f) si potrà usare vernice bituminosa spessore 600 - 800 micron.

per verniciature interne di filtri, dissabbiatori e autoclavi

- apparecchiature nuove:

- a) sgrassatura con solventi
- b) eliminazione meccanica di difetti di fusione, laminazione e saldatura
- c) sgrassatura con solventi
- d) sabbiatura SA3 (metallo bianco)
- e) ciclo epossidico alimentare costituito da primer (contenente pigmenti inibitori della corrosione sottopellicolare con spessore secco di 125 micron
- f) due mani di sistema epossidico atossico senza solventi con spessore finale 250-400 micron; è obbligatoria la certificazione dell'idoneità del prodotto per contatto con sostanze alimentari

- apparecchiature in esercizio:

come per le nuove, ma con le operazioni di cui al punto b) finalizzate all'eliminazione di ruggine e di tracce di altre vernici sfaldate.

1.7 Lo zinco e i fenomeni corrosivi

L'acciaio è un materiale così versatile e facilmente reperibile da essere usato in tutte le industrie, ma ha il grande problema di essere molto vulnerabile alla corrosione. In natura il ferro, come tutti gli altri metalli, è generalmente presente sotto forma di ossidi e sali. Dai minerali viene estratto mediante processi metallurgici che, attraverso la trasformazione di differenti forme di energia in energia chimica, lo portano ad uno stato energetico più elevato rispetto a quello di partenza. Tuttavia, come è noto, stati di alta energia sono indice di instabilità: pertanto attraverso la corrosione il ferro, come gli altri metalli, tende a tornare allo stato naturale di bassa energia, maggiormente stabile.

Inoltre, se indaghiamo sulle caratteristiche chimico-fisiche dei metalli scopriamo che essi tendono a delocalizzare sull'intera struttura metallica gli elettroni più esterni. In tal modo essi possono essere facilmente catturati da specie chimiche che tendono ad acquistare elettroni. Quando si verifica tale perdita, nel metallo si manifesta una repulsione elettrostatica tra cariche positive in eccesso che provoca il distacco di ioni positivi dal corpo metallico per ripristinare la preesistente condizione di elettroneutralità. Si innesca così un progressivo processo di corrosione.

La corrosione è dunque determinata da fenomeni elettrochimici che si instaurano tra materiali che, ossidandosi, ossia perdendo elettroni, vengono corrosi e agenti di corrosione che acquistano tali elettroni riducendosi. Pertanto una specie chimica può essere corrosa se tende a perdere elettroni ed è dotata di potere corrosivo se è in grado di acquistare elettroni.

La principale caratteristica dello zinco nei confronti del ferro, la protezione contro la corrosione atmosferica, nasce dalla serie elettrochimica dei metalli. E' noto con il termine di "corrosione galvanica", quel tipo di corrosione che compare tra le facce di accoppiamento di metalli diversi in presenza di un elettrolito. Essa intacca solitamente il metallo meno nobile perché meno elettropositivo. Questa gerarchia tra metalli diversi viene determinata dal loro potenziale elettrochimico classificandoli così dai meno elettropositivi (meno nobili) ai più elettropositivi (più nobili) nell'ordine seguente:

Serie elettrochimica dei metalli

Elemento	E° (volt)
Mg	-2,34
Al	-1,67
Zn	-0,76
Cr	-0,71
Fe	-0,44
Cd	-0,40
Ni	-0,23
Sn	-0,14
Pb	-0,13
Cu	+0,35
Ag	+0,80
Au	+1,42

Nel caso della protezione del ferro, se si sceglie un rivestimento più nobile del metallo rivestito, ad esempio stagno su ferro, la protezione è dovuta esclusivamente alla resistenza contro la corrosione presentata dalla barriera del rivestimento stesso, che deve essere assolutamente continuo e privo di pori. Quando per una qualsiasi ragione il rivestimento viene ad essere interrotto in un punto in modo che resti scoperta la superficie del metallo sottostante, in quel punto si viene a formare un elemento galvanico locale che corrode il ferro molto più energicamente che non in assenza del rivestimento.

Se invece il metallo rivestente è meno nobile del metallo rivestito, ad esempio zinco su ferro, esso funziona nello stesso modo finché il rivestimento resta continuo, cioè per resistenza propria agli agenti corrosivi. Nel caso che si formi una soluzione di continuità, ad esempio un'incisione, nel rivestimento con scoperta del metallo sottostante, il rivestimento continua ad esplicare la sua azione protettiva per effetto elettrochimico perché nell'elemento galvanico che si viene a formare, è adesso il metallo del rivestimento che, essendo meno nobile, subisce la corrosione mentre il metallo sottostante resta intatto e perciò protetto.

Tale propensione non è assoluta per le singole specie, ma ha carattere relativo. Di volta in volta è necessario confrontare i cosiddetti potenziali di riduzione dei materiali in questione per determinare quale specie sarà corrosa e prevedere l'entità di tali fenomeni.

Avvalendosi della serie dei potenziali standard di riduzione si cercano i valori dei potenziali relativi alle specie in gioco. Se il potenziale della specie che si presume corroda segue nella serie il potenziale del materiale corrodibile, si verificherà la corrosione: tanto più quanto maggiore è la distanza tra le due coppie confrontate.

Situazioni potenzialmente corrosive per le strutture metalliche sono i contatti con soluzioni acide e prodotti di conglomerazione, l'esposizione ad aria umida, i regimi di differente aerazione dei corpi metallici, le atmosfere acide, l'esistenza di squilibri elettronici e le dispersioni di corrente.

In aria umida, ad esempio, la sola presenza di ossigeno e acqua è in grado di innescare una reazione che chiama elettroni, e perciò ossidazione corrosiva, in tutti i metalli tecnologicamente più importanti. Se poi, come nel caso delle piogge acide, l'aria presenta una certa acidità, l'aggressività è decisamente superiore.

Fenomeni di notevole corrosione si verificano, inoltre, ogni qualvolta vengono posti a stretto contatto metalli caratterizzati da potenziali di riduzione molto differenti. In simili situazioni il materiale con potenziale maggiore è in grado addirittura di deformare verso di sé la nube elettronica dell'altro componente, determinando uno squilibrio elettronico all'interno del corpo metallico.

Infine, cattivi isolamenti elettrici dei materiali metallici in opera nelle costruzioni, in particolare in strutture interrato di siti industriali, possono generare dannose dispersioni di corrente. Infatti, se il terreno riceve correnti elettriche provenienti dalla "messa a terra" di apparecchiature elettromeccaniche, macchine elettriche o mezzi di trasporto, data l'umidità e la composizione ricca di sali, si dimostra un buon conduttore. Contatti di vario genere e isolamenti in corrispondenza di giunzioni comportano uscite di corrente elettriche dalle strutture metalliche interrate, con inevitabile produzione di gravi fenomeni di corrosione.

1.7.1 Metodi di prevenzione

Per contrastare la corrosione è necessario, quando possibile, eliminarne le cause risanando gli ambienti con varie metodologie, ad esempio impedendo la formazione di atmosfere aggressive e rimuovendo le eventuali tensioni presenti.

Tra gli interventi di questo tipo rientrano le operazioni di addolcimento e degasazione delle acque. In tal modo si tenta, rispettivamente, di evitare la corrosione dovuta ad aerazione differenziale della parte di supporto incrostata rispetto al resto del corpo metallico e si eliminano le cause di corrosione diretta.

In ogni caso, per preservare le strutture metalliche dalle aggressioni esterne è possibile ricorrere a rivestimenti protettivi.

1.7.2 Rivestimenti superficiali

Per impedire il contatto con l'ambiente, che può provocare la corrosione, le superfici metalliche possono essere verniciate, coperte con fogli di materiale plastico, smaltate o metallizzate. In generale i rivestimenti risultano tanto più efficaci quanto più spiccate sono le proprietà di aderenza al substrato, impermeabilità, resistenza all'abrasione e alla corrosione chimica, tenacità e flessibilità.

La vernice può essere stesa usando il pennello o, sempre più spesso, a spruzzo, su superfici opportunamente preparate, ossia accuratamente pulite meccanicamente o chimicamente.

Le coperture realizzate con fogli di materiali plastici sono utilizzate prevalentemente per allestire serbatoi di stoccaggio, tuttavia sempre più frequentemente vengono impiegate per coprire intere strutture edili. I fogli sono fissati mediante pressione ai supporti decapati e caldi, e uniti in modo continuo attraverso la saldatura delle giunture adiacenti.

Le smaltature sfruttano miscele di tipo minerale o ottenute da resine sintetiche.

Nel primo caso, dopo averli applicati alle superfici metalliche, gli smalti vengono cotti a temperature variabili tra gli 800 ed i 1200 °C.

La smaltatura in resina viene invece effettuata in fase in incipiente e comunque mai definitiva reticolazione. In tal modo la fase prosegue o termina in sede di cottura dei manufatti a temperature dell'ordine di 120-160 °C, coinvolgendo nell'assunzione dello stato finale la struttura superficiale del substrato. La reticolazione che ne deriva garantisce un perfetto ancoraggio del materiale coprente al supporto, con ovvi vantaggi in termini di aderenza e resistenza.

Tuttavia, utilizzando quale protezione un rivestimento superficiale permane il rischio di degrado del manufatto. Infatti, durante le fasi di movimentazione, stoccaggio, trasporto e montaggio dei manufatti possono originarsi permeabilità dei rivestimenti, piccole crepe o distaccamenti nelle coperture a causa di urti, incisioni, abrasioni ecc. Una piccola fenditura è però sufficiente a generare fenomeni di corrosione.

Una volta avviata la corrosione si formano prodotti che generalmente sono caratterizzati da un maggior volume (2-2,2 volte maggiore) e pertanto affiancano il processo ossidativo, scalzando il rivestimento protettivo e offrendo nuova superficie al progressivo deterioramento.

Vanno quindi preferiti metodi protettivi in cui supporto e copertura danno luogo ad un'unica struttura. In tal modo vengono garantite le condizioni di aderenza, impermeabilità, resistenza, tenacità e flessibilità della protezione.

Per le caratteristiche fondamentali che gli sono proprie, il rivestimento metallico a bassa corrodibilità assicura le migliori prestazioni in termini di impermeabilità e proprietà meccaniche. Tali coperture protettive possono essere ottenute mediante sistemi elettrochimici, meccanici, per termodeposizione a spruzzo ecc.

1.7.3 La protezione elettrochimica

Nei metodi elettrochimici si utilizzano, a proprio vantaggio, gli stessi fenomeni che stanno alla base della corrosione. Infatti, in condizioni corrosive gli elettroni vengono sottratti ai materiali che pertanto si corrodono.

E' dunque possibile sia contrastare la corrosione impedendo perdite elettroniche, sia ridurre i costi di tale danneggiamento lasciando che un metallo meno pregiato venga corroso a protezione di un altro.

Il primo metodo consiste in una protezione elettrica. Il flusso di corrente che sottrae elettroni viene contrastato applicando un secondo circuito antagonista, il quale provoca una corrente in senso contrario a quella originaria. Alternativamente, è possibile evitare che un corpo perda elettroni fornendogliene in modo continuo. E' necessario però applicare alle strutture metalliche tensioni molto basse, regolabili in maniera automatica, per evitare che siano esse stesse a provocare correnti corrosive.

Per quanto riguarda il secondo caso, come già accennato, i processi corrosivi si rivelano tanto più intensi quanto più è differente il comportamento elettrochimico dei materiali accoppiati.

Partendo da evidenze sperimentali, è stata stilata una classifica di alcuni tra i materiali metallici tecnicamente più rilevanti, in ordine decrescente di vulnerabilità alla corrosione, o, viceversa, di crescente capacità a mantenersi inalterati (nobiltà). Ogni materiale elencato in tabella svolge un' azione protettiva nei confronti dei metalli successivi.

Pertanto, mettendo in contatto, in ambiente elettrolitico, due materiali metallici si verifica che il composto che precede nella serie di nobiltà funge da cosiddetto "corpo sacrificale", cioè che si corrode e in tal modo preserva l' altro materiale.

1.7.4 Lo zinco come protezione

Lo zinco è in grado di fornire tutte le proprietà sopraesposte: garantisce infatti, qualora applicato su un articolo di ferro o di acciaio, un'ottima protezione barriera presentando elevate aderenza al substrato, impermeabilità, resistenza all'abrasione ed alla corrosione chimica, tenacità e flessibilità. Può essere applicato ad una superficie di ferro o di acciaio in un diverso numero di modi ed anche in differenti fasi di produzione del manufatto. Lo zinco è inoltre più di uno stato barriera. Infatti, se zinco e acciaio sono in contatto in presenza di un elettrolita, scorrerà una corrente dall' acciaio verso lo zinco, così che lo zinco diviene una zona anodica di produzione di elettroni mentre l' acciaio una zona catodica che consuma gli elettroni. Lo zinco, quindi, si corrode preferibilmente rispetto l' acciaio e, facendolo, protegge la superficie dell' acciaio. Tale tipo di protezione sacrificale o catodica avviene con gli anodi sacrificali di zinco o quando i rivestimenti di zinco sulla superficie dell'acciaio sono soggetti a danni meccanici (impatti, graffiature ecc.) per cui la continuità del rivestimento viene meno e la superficie dell'acciaio viene esposta all' ambiente. La protezione catodica offerta di rivestimenti di zinco dipende da :

- 1) dimensioni di graffi, margini tagliati, buchi e danni da impatto;
- 2) spessore dello strato di zinco puro.

Con lo zinco o altri rivestimenti anodici una ulteriore azione protettiva è data dalla minore discontinuità nel rivestimento come risultato della selettiva dissoluzione del rivestimento, da quando i prodotti di corrosione, a confronto insensibili alla corrosione stessa, accumulati nella zona danneggiata aumentano la resistenza al passaggio delle correnti elettrolitiche e tendono a limitare l' avanzare dell' azione elettrochimica in tale zona. Così, un rivestimento di zinco su acciaio fornisce tre tipi di protezione :

- 1) opera inizialmente fornendo un rivestimento resistente ed aderente che protegge il metallo sottostante dal contatto con l' ambiente corrosivo circostante;
- 2) se il rivestimento subisce danneggiamento meccanico in modo che l' acciaio venga a contatto con l' ambiente corrosivo circostante, lo zinco si corrode preferibilmente rispetto all' acciaio salvaguardandolo per le ragioni precedentemente esposte;
- 3) i prodotti di corrosione dello zinco spesso formano uno strato barriera sull' acciaio esposto tale che lo zinco non ha bisogno di corrodersi a lungo per proteggere velocemente l' acciaio.

Quando lo zinco si dissolve per proteggere in modo sacrificale l' acciaio, la velocità di corrosione dipenderà dalla corrente passante per unità di area, che generalmente è relazionata alla conducibilità del mezzo in cui essi sono immersi, e dalle aree relative di zinco e acciaio esposte.

1.7.5 Metodi di zincatura

Vi sono diversi metodi per rivestire degli articoli di ferro o acciaio con uno strato di zinco. Tali metodi sono molto diversi sotto molti punti di vista: danno risultati diversi (es. diversi spessori), possono avvenire in tempi diversi e con procedimenti molto differenti tra

loro. I due procedimenti che vanno per la maggiore sono la zincatura a caldo e la zincatura elettrolitica. Tra i metodi minori abbiamo la sherardizzazione ed i metodi a spruzzo.

1.7.5.1 Zincatura termica o zincatura a caldo

E' il procedimento più antico, semplice e diffuso di rivestimento di zinco su ferro. Si ottiene immergendo i particolari di acciaio in un bagno di zinco fuso. Il tempo di immersione varia in funzione dello spessore che si vuole ottenere. Lo zinco ha una temperatura di fusione intorno ai 419°C, per cui il bagno di zincatura ha una temperatura di esercizio che varia tra i 440° e i 460°C. Tuttavia in soluzioni particolari, si possono superare anche i 530°C, in tal caso, si parla di zincatura ad alta temperatura.

Secondo le normative in uso, il contenuto di zinco del bagno di fusione non deve scendere al di sotto del 98,5%. Nel corso della zincatura si crea, sulla superficie dell'acciaio, uno strato di lega ferro-zinco. I manufatti vengono lasciati nel bagno finché hanno raggiunto la medesima temperatura. A questo punto, dopo che la superficie dello zinco fuso è stata ripulita da ossidi e residui di flusso depositatisi, è possibile estrarre i pezzi.

Durante l'estrazione si forma un ulteriore rivestimento di zinco puro la cui composizione corrisponde a quella dello zinco di fusione. E' adatta in particolare per manufatti all'aperto che non risentano delle possibili deformazioni provocate dalla elevata temperatura di trattamento e che abbiano tolleranze tali da sopportare gli elevati spessori di zinco depositato.

1.7.5.2 Zincatura elettrolitica

E' un rivestimento di zinco metallo su ferro, ottenuto facendo passare una corrente elettrica in una cella contenente come elettrolitica (bagno) una soluzione acida o alcalina di sali di zinco. Il ferro da proteggere funge da catodo mentre lo zinco è l'anodo. Sotto l'azione della corrente elettrica gli ioni di zinco si depositano al catodo cioè sul ferro. Simultaneamente all'anodo entrano in soluzione dei nuovi "ioni zinco" in maniera che ci sia sempre lo stesso numero di ioni zinco nella soluzione. L'anodo si consuma nel tempo e deve essere sostituito.

Al termine del processo di elettrodeposizione dello strato di zinco si esegue solitamente una "passivazione" dello stesso per incrementarne le caratteristiche di resistenza e conferirgli la colorazione richiesta.

1.7.5.2.1 Bagni di zincatura elettrolitica:

Esistono sostanzialmente due famiglie di bagni per zincatura elettrolitica che si differenziano principalmente per le caratteristiche dello zinco depositato, l'uniformità del riporto ed i costi.

BAGNI ACIDI

Possono essere composti solitamente da solfato di zinco, cloruro di zinco con l'aggiunta di sale alcalino, per migliorare la conduttività, e talvolta di tamponi per mantenere il Ph costante nonché tensioattivi. Questi bagni consentono densità di corrente elevata e quindi una grande rapidità di deposizione. Il rendimento catodico è quasi al 100%, per contro i poteri di ripartizione del deposito sono inferiori ai bagni alcalini, il che limita talvolta la loro applicazione. Questi bagni grazie al loro elevato rendimento hanno la particolarità di permettere un deposito diretto sulla ghisa e sugli acciai carbonitrurati data la debole polarizzazione catodica. I depositi ottenuti si caratterizzano solitamente per una brillantezza superiore a quella ottenuta con bagni alcalini ma con una struttura che ne riduce le caratteristiche di resistenza alla corrosione rispetto ai bagni alcalini.

1.7.5.2.2 Bagni alcalini

I bagni a base di cianuro sono stati i primi bagni di zinco brillante utilizzati industrialmente. I loro costituenti di base erano: cianuro di sodio, cianuro o ossido di zinco e soda. Questi bagni sono caratterizzati da un buon potere di ripartizione dovuto alla polarizzazione e da un rendimento di corrente da 70 all'80% a 3 A/dm². Nel corso degli anni si sono poi sviluppati bagni alcalini senza cianuro: quelli allo zinco sodico sono i più sviluppati. Il loro rendimento è intermedio fra quello dei bagni acidi e quello dei bagni cianurati ed il loro potere di penetrazione è paragonabile a questi ultimi. Sono apprezzati principalmente per la loro capacità di depositare lo zinco in maniera uniforme su tutte le zone del pezzo e con una struttura che consente resistenze alla corrosione superiori, per contro non sempre è possibile zincare direttamente la ghisa e generalmente il loro aspetto è meno brillante rispetto alla zincatura da bagni acidi

1.7.5.3 Sherardizzazione

Con questo procedimento si possono rivestire manufatti di ferro con uno strato uniforme di zinco a temperatura inferiore a quella di fusione dello zinco stesso. Si sottopongono gli oggetti a rotazione, insieme con polvere di zinco (grigio di zinco) e qualche coadiuvante, entro un cilindro chiuso girevole, scaldato all'esterno a circa 320-400°C. L'operazione dura da una a dieci ore a seconda degli oggetti, che comunemente sono di piccole dimensioni e di forma varia. La polvere di zinco che si adopera è quella commerciale e contiene l'82-85 % di metallo. Se si vuole usare lo zinco duro proveniente dalla zincatura termica, lo si deve dapprima sottoporre ad

uno speciale procedimento di purificazione e granulazione. La sherardizzazione è effettuata allo scopo di rivestire il metallo trattato con un deposito ad alto tenore di zinco, adatto alla protezione contro la corrosione. Lo strato di sherardizzazione è caratterizzato dall'essere costituito da lega zinco-ferro a concentrazione di ferro decrescente verso la superficie. Lo strato deve apparire chiaro, pulito, continuo, non deve mostrare sfogliature e deve possedere uno spessore costante. Secondo la norma UNI 5464-69 si hanno tre classi di

sherardizzazione: con 5-10 micron, con 10-30 micron e con oltre 30 micron. Al maggior spessore corrisponde maggior resistenza alla corrosione. La misura dello spessore può essere effettuata con il metodo micrografico, o con quello chimico o con quello magnetico. Il controllo dell'uniformità si esegue solo per spessori > 30 micron con la prova di Preece (vedi zincatura termica): il campione viene immerso 4 volte nella soluzione rameica, ogni volta per la durata di un minuto; durante l'immersione né il pezzo, né la soluzione devono essere mossi. Dopo ogni immersione il campione deve essere immediatamente lavato in acqua corrente e ogni deposito scuro deve essere rimosso con una spazzola morbida non metallica, facendo attenzione di ripulire bene tutti gli incavi. Si asciuga il pezzo con carta da filtro e si rimette subito nella soluzione. Se non compare un deposito rosso continuo di rame metallico, il campione ha superato la prova. Se appare un deposito rosso continuo di rame metallico, questo deve essere controllato nei riguardi dell'aderenza mediante immersione in acido cloridrico (1 : 10) per 15 secondi, seguita da immediato lavaggio in acqua corrente e sfregamento con spazzola morbida non metallica. Se il rame viene rimosso e non appare la superficie ferrosa, la prova si considera positiva.

1.7.5.4 Zincatura a spruzzo

Si effettua con spruzzatori a forma di pistola che funzionano ad aria compressa e possono essere caricati del metallo rivestente sotto forma di filo, di nastro, di polvere o di pezzi.

Gli spruzzatori, oltre a eventualmente polverizzare lo zinco, hanno anche l'ufficio di fonderlo con l'ausilio di una fiamma a gas. Molto noto è il metodo dello svizzero M. U. Schopp, che fa uso della fiamma ossidrica per fondere sugli oggetti la polvere di zinco spruzzata dall'apposita pistola.

La proiezione si deve fare solamente su superfici preventivamente preparate con cura. Dopo una sgrassatura accurata, se necessario bisogna creare sulla superficie una certa rugosità, che possa permettere l'ancoraggio del rivestimento che è prevalentemente meccanico. In numerosi casi è conveniente evitare il lavoro diretto dando determinati movimenti sia alla pistola, sia al pezzo e sia ad entrambi. Per esempio la pistola è dotata di un movimento di traslazione, mentre al pezzo è impressa una rotazione attorno al suo asse. Fra i vantaggi tecnici citiamo i seguenti:

- semplice messa in funzione del procedimento con apparecchiature maneggevoli e leggere utilizzabili in cantiere e in officina;
- possibilità di trattare pezzi di qualsiasi dimensione;
- un sistema di allungo, portante un ugello a getto deviato, permette la proiezione all'interno degli alesaggi;
- nessuna elevazione notevole della temperatura (85 °C max) del pezzo trattato, per cui non si hanno deformazioni;
- depositi uniformi con spessori variabili da qualche centimetro a qualche millimetro;
- stato di superficie di alta qualità con ottima finitura (la precisione dimensionale è facilmente ottenibile per mezzo di utensili, o mola, o rettifica);
- notevoli qualità fisiche e protettive del rivestimento.

La zincatura a spruzzo realizzata con strati da 40 a 200 micron permette di ottenere una protezione contro la corrosione di eccellente durata. I manufatti trattati in questo modo comprendono: alti forni, ponti, carpenterie varie, particolari di macchine termiche o elettriche, strutture saldate, utensili, ecc. Gli strati sottili possono essere eseguiti unitamente a prodotti ceramici utilizzati in bacchette sinterizzate.

I consumi dei gas destinati ad alimentare la pistola sono: aria compressa, ca. 40 metri cubi all'ora contati all'aspirazione sotto pressione di 4,5 kg su centimetro quadrato; ossigeno 1500-2000 l/h sotto pressione da 1,2 a 3 kg per centimetro quadrato.

Il metallo base su cui viene applicata la zincatura a spruzzo, dopo adeguata preparazione della superficie, deve essere esente da macroporosità, fessurazioni od altri difetti che possano pregiudicare l'adesione o l'efficacia protettiva dei rivestimenti di zinco. Secondo la norma UNI 5101 il metallo da applicare deve essere ZN A 99,90 UNI 2013 e lo spessore del rivestimento può essere misurato con il metodo micrografico, con quello chimico o con quello magnetico.

1.7.6 Preparazione dei manufatti da zincare

Prima di effettuare i rivestimenti di zincatura sia elettrolitica che a caldo è indispensabile un'adeguata preparazione superficiale del metallo di base del manufatto da trattare in modo da ottenere una buona aderenza del deposito. Residui di grassi ed oli vengono eliminati con un bagno di degrassaggio, per il quale vengono impiegate soluzioni alcaline o acide diluite in acqua. Ad esso segue una breve immersione dei pezzi in acqua per sciacquare le superfici dalle soluzioni di grassaggio, il manufatto è successivamente sottoposto a decapaggio, normalmente eseguito a temperatura ambiente, per eliminare gli strati contaminanti propri dell'acciaio. Generalmente a tale scopo viene utilizzato acido cloridrico diluito, la durata dipende dalla concentrazione del bagno e del grado di ossidazione dei pezzi da zincare. Il manufatto è quindi nuovamente immerso in acqua per togliere resti di sali e acidi dalla superficie.

Il **decapaggio** è un'operazione effettuata per eliminare tramite soluzioni di acido (cloridrico in Italia; Solforico negli USA), tensioattivi (sapori che aumentano la bagnabilità) e inibitori di corrosione o altre sostanze chimiche, la [calamina](#), o scaglia di laminazione, e i residui di [ruggine](#) dai prodotti siderurgici laminati a caldo.

È uno dei metodi comunemente impiegati per la preparazione delle superfici di acciaio su cui si deve applicare il rivestimento protettivo anticorrosivo.

Il decapaggio dei pezzi di acciaio viene effettuato in immersione di [acido cloridrico](#) o [acido solforico](#), ma anche [acido fosforico](#), [acido nitrico](#) e [acido fluoridrico](#), a temperatura elevata.

Per i decapaggio degli acciai con basso tenore di carbonio laminati a caldo, in genere si impiega acido solforico.

Normalmente nelle soluzioni di decapaggio si introducono anche inibitori di corrosione per controllare l'attacco dell'acido sulle zone di metallo oramai nudo perché private dello strato di ossido più rapidamente delle altre.

L'operazione di decapaggio oltre che di natura chimica può essere anche di natura elettrolitica dove l'acciaio costituisce l'[anodo](#) o il [catodo](#) in un [elettrolita](#) acido, attraverso il quale passa la corrente.

Il decapaggio si effettua anche durante la lavorazione industriale del rame e degli ottoni. In questo caso l'operazione avviene in seguito alla ricottura dei materiali, procedimento necessario per fargli riacquistare una struttura metallografica apprezzabile andata perduta durante lo stress della laminazione. Il decapaggio si rende necessario poiché la ricottura provoca l'ossidazione dello strato superficiale, che viene asportato grazie ad un bagno di acido solforico (soluto in acqua al 10%) seguito da una lavatura e da una spazzolatura.

Prima di zincare è necessario olio e grasso delle superfici prima che queste vengano unite tra loro con saldatura o chiodatura; la presenza di grasso sviluppa gas durante la zincatura impedendo così l'adesione dello zinco. Anche le scorie di saldatura devono essere asportate con sabbiatura e scalpellatura perché impediscono una omogenea zincatura.

Nelle carpenterie formate dall'unione di pezzi tra loro sono richieste saldature continue. Infatti con saldature a tratti o a punti possono subire infiltrazioni di acido di decapaggio con ostacolo alla penetrazione dello zinco.

Nella costruzione di pezzi è importante utilizzare profili di identico spessore per evitare deformazioni ed allungamenti durante la zincatura (una lamiera sottile saldata ad una piastra di maggior spessore nel bagno di zinco (460°C) si dilata e si raffredda più velocemente della piastra, con deformazioni inevitabili). In alternativa si possono unire i pezzi di diverso spessore dopo la zincatura.

I contenitori chiusi (filtri, autoclavi, dissabbiatori) da zincare solo esternamente non possono essere zincati a caldo perché il manufatto galleggia (e galleggerebbe anche se riempito d'acqua perché la densità del bagno di zinco è di 7 volte quella dell'acqua).

1.7.7 TRATTAMENTI FINALI:

1.7.7.1 deidrogenazione

Lo sviluppo di idrogeno durante la preparazione della superficie (decapaggio, sgrassaggio elettrolitico) e la zincatura, in particolare nel bagno cianurato, può provocare un infragilimento degli acciai che può risultare particolarmente accentuato per quelli con resistenza a trazione superiore a 100 N/mm in questo caso occorre prendere opportune precauzioni durante la preparazione dei pezzi: decapaggio con inibitore, grassaggio elettrolitico anodico ed immediatamente dopo la zincatura sottoponendo i pezzi ad una deidrogenazione. Questa viene fatta in un forno riscaldato ad una temperatura di 180-200°C, per un periodo di due ore o più in funzione dello spessore dei pezzi, e prima della passivazione che altrimenti risulterebbe danneggiata.

1.7.7.2 passivazione

Dopo la zincatura elettrolitica o eventualmente dopo la deidrogenazione, si effettua immediatamente un trattamento di passivazione che aumenterà la resistenza alla corrosione del deposito di zinco. In funzione della composizione, della temperatura, del Ph della soluzione ed anche della durata del trattamento, si ottengono strati di spessore e colorazioni diverse. Normalmente le passivazioni sono azzurre, nere, gialle, verdi e iridescenti.

L'utilizzo dell'una o dell'altra non viene determinato solo da un fattore estetico, ma anche dalla resistenza alla corrosione e questa varia, aumentando dall'azzurra al verde. Da più di 10 anni la sostituzione dei processi di cromatazione su zinco è stato l'obiettivo più importante per i laboratori di ricerca. Le passivazioni esenti da Cr VI sembrano un'accettabile alternativa. Il loro sviluppo è avvenuto in diverse fasi per arrivare soprattutto a soddisfacenti prestazioni di resistenza alla corrosione. Questi processi sono in fase di definitiva industrializzazione e precedono la prossima generazione che sarà completamente esente da cromo.

L'impiego di cromo esavalente come agente passivante del deposito di zinco, presenta diversi vantaggi: La resistenza alla corrosione, le proprietà autocicatrizzanti che permettono una buona resistenza agli sfregamenti, del film di passivazione, un costo limitato ed infine una gamma dall'azzurro, giallo iridescente, al verde oliva fino al nero. Nonostante tutti questi vantaggi esiste oggi un fondamentale inconveniente per il Cr VI, la tossicità. E' per questo che negli ultimi anni si sono sviluppati processi alternativi basati principalmente sull'uso di cromo trivalente cobalto e silicio. Queste nuove passivazioni, conformi alla direttiva Rohs, nonostante i costi più elevati e la necessità di una gestione più accorta si stanno rapidamente diffondendo e possono ora garantire, nella maggioranza dei casi, prestazioni in termini di aspetto e protezione del tutto simili a quelle basate su cromo esavalente. Per aumentare ulteriormente la resistenza alla corrosione o standardizzare il coefficiente d'attrito dei particolari zincati si può applicare dopo la passivazione un film sigillante a base di cere, silicati o oli.

1.7.8 Tipi di impianto

I manufatti in relazione alla forma e alle dimensioni, sono trattati in bagni statici o con buratti (bagni rotogalvanici). I piccoli particolari, come viti e bulloni, che non rischiano di aggrovigliarsi o di essere danneggiati durante un trattamento alla rinfusa possono essere trattati nei buratti. Questi girano nell'elettrolita e la corrente è portata mediante contatti disposti sulle pareti o conduttori collocati nella massa dei manufatti. Nel bagno statico, i manufatti sono fissati a telai su barre catodiche. Tutte le parti di questi telai non destinate ad assicurare il contatto, sono protette da un rivestimento in materiale plastico.

1.7.9 Controlli e normative

I controlli che vengono abitualmente eseguiti sui depositi elettrolitici riguardano l'estetica, lo spessore del rivestimento, l'aderenza e la resistenza alle prove di corrosione accelerata. Norme di riferimento per il trattamento di zincatura sono: La UNI ISO 2081 "Rivestimenti elettrolitici di zinco su ferro o acciaio" e la UNI EN 12329 "Protezione dei materiali metallici contro la corrosione - Rivestimenti elettrolitici di zinco con trattamento supplementare su materiali ferrosi o acciaio", che riguardano la classificazione ed i requisiti del rivestimento, il trattamento termico, i metodi di prova e la misurazione dello spessore. La norma per la definizione e convenzione riguardante la misurazione degli spessori è la UNI ISO 2064. La norma di riferimento per l'aderenza è la UNI ISO 2819. La prova più diffusa consiste nello sfregare per 15 secondi una superficie rivestita di non più di 6 cm.2 con un apposito strumento. A prova ultimata la superficie deve risultare esente da bolle.

La norma di riferimento per corrosione è la UNI ISO 9227 “Prove di corrosione in atmosfere artificiali. Prove in nebbiasalina”.

Per quanto riguarda la norma di riferimento sulle passivazioni è la UNI ISO 4520 “Rivestimenti di conversione a base di cromati su rivestimenti elettrolitici di zinco e cadmio”. La norma UNI EN ISO 16348 “Rivestimenti metallici ed altri rivestimenti inorganici: Definizioni e convenzioni relative all’aspetto estetico” fissa alcuni paletti per le valutazioni estetiche.

1.8 Misure di sicurezza

L’appaltatore rimane unico responsabile dell’osservanza delle norme antinfortunistiche legate al ciclo di lavorazione. Ciò premesso, vengono elencate le misure minime di sicurezza che dovranno essere attuate.

Sgrassaggio: durante i lavaggi con solvente si dovrà evitare ogni pericolo di incendio o di esplosione. Solventi come xilolo e toluolo e quelli a idrocarburi clorurati potranno essere usati solo dove sia possibile una ventilazione sufficiente a mantenere la loro concentrazione in vapore al di sotto dei limiti di tossicità e infiammabilità. Non potranno comunque mai essere usati benzina o benzolo. Gli operatori saranno muniti di respiratori a filtro.

Pulitura manuale e/o meccanica: gli operatori dovranno attuare tutti i presidi delle norme in vigore (grembiuli, elmetti, scarpe rinforzate, occhiali di sicurezza, respiratori, ecc.).

Sabbatura: oltre a quanto sopra previsto, gli operatori dovranno essere muniti di respiratori a filtro; adeguate protezioni dovranno essere attuate per tutti gli operatori assistenti affinché non inalino polveri e non vengano colpiti da particelle volanti. La manichetta di soffiaggio sarà messa a terra per evitare cariche statiche.

Verniciatura: si dovrà porre la massima cura nell’evitare avvelenamento da sostanze tossiche, incendi ed elevate concentrazioni di vapori delle vernici. Gli operatori saranno protetti dai presidi stabiliti dalle norme di sicurezza. In ambiente chiuso, gli operatori saranno muniti di respiratori e si dovrà comunque curare il ricambio d’aria sufficiente ad evitare la formazione di concentrazioni dannose.

1.9 Garanzie della verniciatura

La durata della garanzia stabilisce il periodo di tempo entro il quale il garante od i garanti sono tenuti ad intervenire per quei ripristini che si rendessero necessari per cause da loro dipendenti. La garanzia concerne normalmente la protezione anticorrosiva, intendendosi per corrosione l’alterazione del supporto metallico. Quindi non copre la normale degradazione delle caratteristiche estetiche del film (punto di colore, brillantezza, ecc.). Le condizioni di garanzia vengono espresse nelle norme contenute nelle seguenti parti:

- 1 - garanzia sulla qualità del prodotto
- 2 - garanzia sulla qualità dell’applicazione
- 3 - garanzia sulla durata del rivestimento

1. Garanzia sulla qualità del prodotto

L’appaltatore garantisce le pitture fornite contro tutti i difetti di produzione. L’appaltatore garantisce che le pitture fornite sono idonee per gli impieghi per i quali vengono proposte e che sono conformi a quanto dichiarato nelle relative schede tecniche ed ai campioni eventualmente forniti. Nel caso in cui le pitture fornite siano prodotte sulla base di specifiche, imposte dalla stazione appaltante al produttore, la garanzia si riferisce esclusivamente alla rispondenza della fornitura alle specifiche imposte.

2. Garanzie sulla qualità dell’applicazione

L’impresa appaltatrice garantisce la buona applicazione delle pitture e dei rivestimenti in genere contro tutti i difetti di esecuzione del lavoro e si impegna ad eseguirlo secondo le regole dell’arte e della tecnica ed osservando scrupolosamente tutte le prescrizioni del produttore delle pitture. In particolare, onde assicurare al primo strato di pittura una buona adesione al supporto la preparazione della superficie da proteggere deve essere eseguita in base alle specifiche imposte con i procedimenti più idonei tra quelli consentiti per raggiungere i risultati indicati.

L’impresa appaltatrice inoltre eseguirà il lavoro soltanto se le condizioni atmosferiche o ambientali lo consentano in base alle prescrizioni specificate nel capitolato d’appalto e programmando il lavoro in modo da rispettare i tempi di esecuzione stabiliti per il

ciclo protettivo. I prodotti devono essere applicati con i sistemi prescritti o consentiti senza subire aggiunte o diluizioni non indicate o autorizzate dal produttore.

3. Garanzia sulla durata del ciclo

In base a quanto precisato ai punti precedenti, l'impresa appaltatrice accetta di consuetudine di sottoscrivere congiuntamente un impegno di garanzia della durata di un anno a decorrere dalla data di collaudo. Tale impegno comprende a vantaggio della stazione appaltante per la durata stabilita con criterio indicato in premessa e salvo casi di forza maggiore l'esecuzione gratuita di tutte le riparazioni del rivestimento secondo quanto sarà giudicato necessario in caso di degradazione del lavoro in dipendenza di deficienza intrinseca del rivestimento, cioè per inosservanza degli impegni di qualità e di applicazione. La garanzia non copre le degradazioni dipendenti da cause fortuite, anormali o accidentali. Il rivestimento sarà giudicato soddisfacente in quanto alla durata della sua efficacia protettiva se, al termine del periodo fissato, le superfici trattate non presenteranno sulla loro totalità tracce di degradazione eccedenti il limite RO della "scala europea dei valori di arrugginimento". Le degradazioni sono date da presenza di ruggine fra supporto e film di pittura visibile attraverso il rivestimento stesso anche quando non sia stata compromessa la continuità, da apparizione di ruggine perforante che abbia distrutto in tutto il suo spessore la continuità del film di pittura. La garanzia comporta la fornitura e l'applicazione gratuita dei prodotti necessari agli eventuali ripristini. Non sono compresi nella garanzia indennizzi per danni o interessi di qualsiasi genere. Per l'esecuzione dei lavori di garanzia il committente porrà a disposizione dei garanti, quando possibile, le stesse prestazioni ed attrezzature avute per il primo lavoro. Il garante o i garanti, salvo casi di forza maggiore, dovranno essere in grado di effettuare, nel corso dell'anno che segue l'esecuzione del lavoro, una o più ispezioni generali all'opera e di poter apportare quei ritocchi che s'ritenessero necessari. Il committente, inoltre, è tenuto a segnalare tempestivamente le eventuali degradazioni che constatasse nel rivestimento. L'impegno di garanzia si considererà decaduto e come non avvenuto, nel caso in cui il committente eseguisse altri trattamenti sulle stesse superfici senza il preventivo benestare scritto del garante o dei garanti.