

**SCHEDA
TECNICA**

**ISTRUZIONI PER LA
LAVORAZIONE**

PMMA COLATO - LASTRE

SOMMARIO

| | |
|--|----|
| 1. PROPRIETA' TECNICHE | 4 |
| 1.1 Caratteristiche tecniche | 4 |
| 1.2 Altre caratteristiche tecniche: tolleranze | 5 |
| 1.3 Resistenza chimica | 5 |
| 2. SCHEDA DI SICUREZZA | 6 |
| 2.1 Identificazione della sostanza o della miscela e della società/impresa | 6 |
| 2.2 Indicazione dei pericoli | 7 |
| 2.3 Composizione - informazione sui componenti | 7 |
| 2.4 Misure di primo soccorso..... | 7 |
| 2.5 Misure antincendio | 7 |
| 2.6 Misure in caso di dispersione accidentale | 7 |
| 2.7 Manipolazione e immagazzinamento | 7 |
| 2.8 Controllo dell' esposizione e protezione individuale | 7 |
| 2.9 Proprietà fisiche e chimiche..... | 7 |
| 2.10 Stabilità e reattività..... | 8 |
| 2.11 Informazioni tossicologiche | 8 |
| 2.12 Informazioni ecologiche..... | 8 |
| 2.13 Considerazioni sullo smaltimento..... | 8 |
| 2.14 Informazioni sul trasporto | 8 |
| 2.15 Informazioni sulla regolamentazione | 8 |
| 2.16 Altre informazioni | 8 |
| 3. CERTIFICAZIONI, DICHIARAZIONI | 8 |
| 3.1 Compatibilità alimentare | 8 |
| 3.2 Certificazione Rohs | 8 |
| 3.3 Certificazione Reach | 8 |
| 3.4 Assenza di bisfenolo..... | 8 |
| 4. SPECIFICHE DI LAVORAZIONE..... | 8 |
| 4.1 Premessa..... | 8 |
| 4.2 Lavorazione: trapanatura..... | 9 |
| 4.3 Lavorazione: maschiatura | 9 |
| 4.4 Lavorazione: taglio..... | 10 |

| | |
|---|----|
| 4.5 Lavorazione: taglio con laser..... | 10 |
| 4.6 Lavorazione: fresatura | 10 |
| 4.7 Lavorazione: molatura | 11 |
| 4.8 Formatura: curvatura a freddo | 11 |
| 4.9 Formatura: piegatura a caldo | 11 |
| 4.10 Formatura: termoformatura..... | 11 |
| 4.11 Formatura: termoformatura sotto vuoto diretto | 12 |
| 4.12 Formatura a stampo positivo con pre-assestamento | 12 |
| 4.13 Formatura con stampi accoppiati | 13 |
| 4.14 Formatura: stampaggio sotto vuoto con tenditore ausiliario mediante aria compressa | 13 |
| 4.15 Formatura: stampaggio compresso con tenditore ausiliario | 13 |
| 4.16 Formatura: stampaggio sotto vuoto con tenditore ausiliario..... | 13 |
| 4.17 Formatura: stampaggio libero | 13 |
| 4.18 Assemblaggio | 13 |
| 4.19 Trattamento della superficie: levigatura..... | 14 |
| 4.20 Trattamento della superficie: limatura | 14 |
| 4.21 Trattamento della superficie: lucidatura a fiamma | 14 |
| 4.22 Posa in opera delle lastre..... | 14 |
| 4.23 Trattamento della superficie: lucidatura con solvente..... | 15 |
| 4.24 Trattamento della superficie: stampa e serigrafia..... | 15 |
| 5. CONFEZIONI, IMBALLAGGIO E IMMAGAZZINAMENTO..... | 16 |
| 5.1 Confezioni ed imballaggio..... | 16 |
| 5.2 Immagazzinamento..... | 16 |

1. PROPRIETA' TECNICHE

1.1 Caratteristiche tecniche

| Caratteristiche fisiche | Standards / Norme | Unit / u.m. | Value / Valore |
|-------------------------|---------------------------|-------------------|----------------------------|
| Colore | | | transparent trasparente |
| Densità | ISO 1183 | g/cm ³ | 1,19 |
| Assorbimento acqua | DIN EN ISO 62 Method A | % | 0,20 |

| Caratteristiche meccaniche | Standards / Norme | Unit / u.m. | Value / Valore |
|----------------------------------|-------------------|-------------------|----------------|
| Carico di rottura a trazione | ISO 527 | MPa | 75 |
| Allungamento | ISO 527 | % | 6 |
| Modulo di tensione | ISO 527 | MPa | 3400 |
| Resilienza Charpy senza intaglio | ISO 179 | kJ/m ² | 17 |
| Resilienza Charpy con intaglio | ISO 179 | kJ/m ² | 2 |
| Durezza Rockwell M | ISO 2039-2 | | 100 |
| Resistenza a flessione | ISO 178 | MPa | 120 |
| Modulo a flessione | ISO 178 | MPa | 3200 |

| Caratteristiche termiche | Standards / Norme | Unit / u.m. | Value / Valore |
|---|-------------------|----------------------------------|----------------|
| Temperatura max per impiego breve | | °C | 90 |
| Temperatura per impiego continuo | | °C | 80 |
| Temperatura Vicat VST/B 50 | ISO 306 | °C | 110 |
| Temperatura di degradazione | | °C | >280 |
| Temperatura di distorsione (A) | ISO 75-2 | °C | 105 |
| Calore specifico | ISO 3146-C-60°C | J/gK | 2,16 |
| Conducibilità termica | DIN 52612 | W / (K*m) | 0,19 |
| Coefficiente di dilatazione termica lineare | ISO 11359-2 | 10 ⁻⁵ K ⁻¹ | 7 |

| Caratteristiche elettriche | Standards / Norme | Unit / u.m. | Value / Valore |
|---|-------------------|-------------|---------------------|
| Resistenza di volume | IEC 60093 | Ω * m | >10 ⁽¹⁵⁾ |
| Resistenza di superficie | IEC 60093 | Ω | >10 ⁽¹⁴⁾ |
| Resistenza elettrica | IEC 60243-1 | KV /mm | 10 |
| Resistenza dielettrica | DIN EN 60243-1 | KV /mm | 30 |
| Fattore di dissipazione dielettrica 50 Hz | DIN 53483-2 | | 0,06 |
| Fattore di dissipazione dielettrica 1 KHz | DIN 53483-2 | | 0,04 |
| Fattore di dissipazione dielettrica 1 MHz | DIN 53483-2 | | 0,02 |
| Permittività relativa 50 Hz | DIN 53483-2 | | 2,70 |
| Permittività relativa 1 KHz | DIN 53483-2 | | 3,10 |
| Permittività relativa 1 MHz | DIN 53483-2 | | 2,70 |

SCHEDA TECNICA

PMMA CAST - Lastre

| Ulteriori caratteristiche | Standards / Norme | Unit / u.m. | Value / Valore |
|--|-------------------|-------------|----------------|
| Incollabilità | | | SI |
| Trasmissione luminosa (3mm) | ISO13468-2 | % | 92 |
| Indice di rifrazione | ISO 489 | - | 1,492 |
| Compatibilità al contatto con alimenti (FDA) | | | SI |
| Infiammabilità | EN13501-1 | classe | E |
| Resistenza agli UV | | | SI |

I valori indicati in questa tabella sono dati tipici ottenuti su test campione in condizioni specifiche da nostro laboratorio e rappresentano valori medi di un ampio numero di tests. I risultati ottenuti su questi tests campione sono un utile riferimento ma non sono vincolanti e non possono essere applicati senza riserve a prodotti trasformati, poichè la trasformazione ne varia il comportamento. La riproduzione di questi può avvenire solo su nostra approvazione. I dati sono soggetti a variazioni senza preavviso.

1.2 Altre caratteristiche tecniche: tolleranze

| Spessore lastra mm | Tolleranza mm |
|--------------------|---------------|
| 1.0 | ±0.2 |
| 1.5 | ±0.3 |
| 2.0 | ±0.6 |
| 2.5 | ±0.65 |
| 3.0 | ±0.7 |
| 4.0 | ±0.8 |
| 5.0 | ±0.9 |
| 6.0 | ±1.0 |
| 8.0 | ±1.2 |
| 10.0 | ±1.4 |
| 12.0 | ±1.6 |
| 13.0 | ±1.7 |
| 15.0 | ±1.9 |
| 20.0 | ±2.4 |
| 25.0 | ±2.9 |

Per gli spessori da 2 a 25 la tolleranza (T) può essere calcolata usando la formula $T = \pm(0.4 + 0.1s)$ dove s è lo spessore della lastra espresso in mm (conformemente alla norma ISO7823).

1.3 Resistenza chimica

| | Conc.ne % | PMMA CAST | |
|------------------------|-----------|-----------|--|
| | | 20°C | |
| Acetato di etile | | - | |
| Aceto | | + | |
| Acetone | | - | |
| Acidità del vino | | + | |
| Acido acetico acquoso | | + | |
| Acido acetico glaciale | | - | |
| Acido bórico | | + | |
| Acido cloridrico | 10 | + | |
| Acido cloridrico | 35 | + | |

SCHEDA TECNICA

PMMA CAST - Lastre

| | | | |
|------------------------------|----|---|--|
| Acido fosforico | 10 | + | |
| Acido lattico | 10 | + | |
| Acido nitrico | 10 | + | |
| Acido ossalico | | + | |
| Acido solforico | 10 | + | |
| Acido stearico | 10 | + | |
| Acqua/Aria clorata | | 0 | |
| Agente diluente | | + | |
| Alcool amilico | | - | |
| Ammoniaca | | + | |
| Benzene senza aromatici | | + | |
| Benzolo | | - | |
| Butanolo | | - | |
| Caffè | | + | |
| Carbonato di sodio | | + | |
| Cera | | + | |
| Chetone | | - | |
| Cloroformio | | - | |
| Cloruro di metilene | | - | |
| Diocetil ftalato | | 0 | |
| Esano | | + | |
| Essenza acetosa | | - | |
| Etanolo | | 0 | |
| Etere di petrolio | | + | |
| Ftalato di disutile | | 0 | |
| Glicerina | | + | |
| Idrocarburo clorato | | - | |
| Isopropanolo | | 0 | |
| Olio combustibile | | 0 | |
| Olio minerale | | + | |
| Paraffina | | + | |
| Perossido di idrogeno | | 0 | |
| Soda caustica | | + | |
| Soluzione potassica caustica | | + | |
| Tè | | + | |
| Toluolo | | - | |
| Trementina | | + | |
| Vernice alla nitrocellulosa | | - | |
| Xilolo | | - | |

LEGENDA

+ Resistente o Parzialmente resistente - Non resistente / Non noto

2. SCHEDA DI SICUREZZA

2.1 Identificazione della sostanza o della miscela e della società/impresa

Descrizione del prodotto : Semilavorato acrilico colato
 Fornitore : PLASTING S.r.l.
 Via : via degli Alpini 9
 Città : 20090 Segrate (Milano) Italia
 Telefono : +39 02 28 28 384
 Fax : +39 02 28 27 830
 E Mail : info@plasting.biz

2.2 Indicazione dei pericoli

Non sono noti pericoli particolari

2.3 Composizione - informazione sui componenti

Natura chimica: polimetilmetacrilato, coloranti, pigmenti e additivi.

2.4 Misure di primo soccorso

In seguito a contatto con gli occhi:

In caso di irritazione meccanica degli occhi lavarli accuratamente con abbondante acqua; se l'irritazione persiste consultare il medico.

2.5 Misure antincendio

Mezzi di estinzione idonei : getto d'acqua a pioggia, schiuma, polvere estinguente, anidride carbonica.

Mezzi di estinzione da non usare : getto d'acqua diretto pieno.

Particolare equipaggiamento per le operazioni antincendio: usare un autorespiratore.

Pronto soccorso: in caso di inalazione di prodotti in decomposizione, rimanere calmi, respirare aria fresca e richiedere l'aiuto di personale medico.

Altre informazioni: i residui di un incendio vanno eliminati secondo le vigenti disposizioni locali.

2.6 Misure in caso di dispersione accidentale

Raccogliere con attrezzatura meccanica. Eliminare secondo le prescrizioni/direttive.

2.7 Manipolazione e immagazzinamento

Misure antincendio e antiesplorazione: mantenersi a debita distanza dai punti di combustione, non fumare

Smaltimento: prodotto da smaltire o da incenerire conformemente alle disposizioni locali.

Manipolazione:

Avvertenze per un uso sicuro: in caso di lavorazione termica e/o di lavorazione con asportazione di trucioli, è necessaria l'aspirazione localizzata sulle macchine.

2.8 Controllo dell'esposizione e protezione individuale

Misure tecniche di protezione: indossare sempre guanti per evitare tagli.

Protezione degli organi respiratori: proteggere sempre il viso con maschera antipolvere.

Protezione degli occhi: indossare occhiali di protezione durante la lavorazione con asportazione di trucioli.

Protezione delle mani: usare guanti protettivi.

Igiene industriale: non fumare o mangiare durante la manipolazione, mantenere il luogo ben ventilato, servirsi di impianti di aspirazione.

2.9 Proprietà fisiche e chimiche

Forma: lastra solida.

Colore: incolore o colore uniforme.

Odore: inodore.

Temperatura di rammollimento VICAT: > 105 - ISO 306 Method B (5Kg).

Densità: 1.19 g/cm²- ISO 1183 Method A

Solubilità in acqua: insolubile.

Solubilità in solventi: solubile in solventi organici.

Infiammabilità: difficilmente infiammabile - DIN 4102.

Temperatura di accensione: a circa 425 C° - DIN 51794.

Degradazione termica: >280 C°

Prodotti di decomposizione ritenuti pericolosi: in caso di incendio si possono sprigionare le seguenti sostanze: nerofumo, biossido di carbonio, monossido di carbonio, metilmetacrilato e tracce di altri prodotti di decomposizione.

2.10 Stabilità e reattività

Reazioni pericolose: *non sono note reazioni pericolose*
Prodotti di decomposizione pericolosi: *nessuno con un uso corretto.*

2.11 Informazioni tossicologiche

Non si conoscono dati tossicologici. Prodotto polimerico. Sulla base delle esperienze conseguite con prodotti comparabili, per un impiego appropriato non sono prefigurabili rischi di sorta per la salute.

2.12 Informazioni ecologiche

Insolubile in acqua. Per ora non si conoscono rischi per l'ambiente.

2.13 Considerazioni sullo smaltimento

Gli scarti ed i residui di lavorazione non sono pericolosi. Lo smaltimento deve avvenire in un impianto idoneo e omologato a tal fine in osservanza delle leggi e in accordo con le autorità locali competenti.

Imballaggio non pulito: gli imballaggi non contaminati possono essere riciclati

Codice rifiuto CER: 07 02 13 rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso (PFFU) di plastiche, gomme sintetiche e fibre artificiali – rifiuti plastici. Si raccomanda di verificare in sede il numero di codice dei rifiuti in funzione dell'ambito di provenienza.

2.14 Informazioni sul trasporto

Materiale non elencato tra i prodotti pericolosi per il trasporto. Evitare fonti di calore per non deformare il prodotto durante il trasporto su bancali.

2.15 Informazioni sulla regolamentazione

Etichettatura secondo direttiva 1999/45/CE: non applicabile.

Ulteriori indicazioni circa la marcatura: sulla base delle conoscenze tossicologiche ed ecotossicologiche in nostro possesso su prodotti analoghi si traslascia la marcatura secondo la Direttiva Europea 1999/45/CE.

2.16 Altre informazioni

Le informazioni contenute nella presente documentazione si riferiscono allo stato attuale delle nostre conoscenze.

3. CERTIFICAZIONI, DICHIARAZIONI

3.1 Compatibilità alimentare

Le lastre Plasting srl possono venire a contatto diretto con gli alimenti ai sensi delle normative europee relative alle materie plastiche e agli articoli che entrano in contatto con gli alimenti. I certificati di conformità possono essere richiesti al nostro ufficio.

3.2 Certificazione Rohs

Plasting srl dichiara che tale prodotto non contiene sostanze pericolose ai sensi del regolamento RoHS 2011/65/CE.

3.3 Certificazione Reach

Plasting srl dichiara che tale prodotto non contiene sostanze presenti nella lista SVHC (Substances of Very High Concern). Pertanto possiamo garantire che questo prodotto è conforme alle ultime disposizioni del regolamento REACH.

3.4 Assenza di bisfenolo

Plasting srl dichiara che tale prodotto non contiene bisfenolo.

4. SPECIFICHE DI LAVORAZIONE

4.1 Premessa

Le lastre in metilmetacrilato Plasting si prestano ad essere lavorate con la maggior parte delle macchine per legno o metallo, anche se queste non mancano di qualche incompatibilità con la lavorazione dei materiali plastici.

- I materiali plastici sono cattivi conduttori di calore, ne consegue che il calore derivante dall'attrito nella lavorazione si dissipa rapidamente. Per eliminare il calore che si sprigiona dalla macchina c'è l'utensile apposito o il refrigerante. Un getto di aria diretto sul tagliente contribuisce al raffreddamento dell'utensile e alla rimozione dei trucioli. Per ottenere l'effetto refrigerante si ricorre a volte ad acqua comune o saponata, a meno che si debba riutilizzare lo scarto.

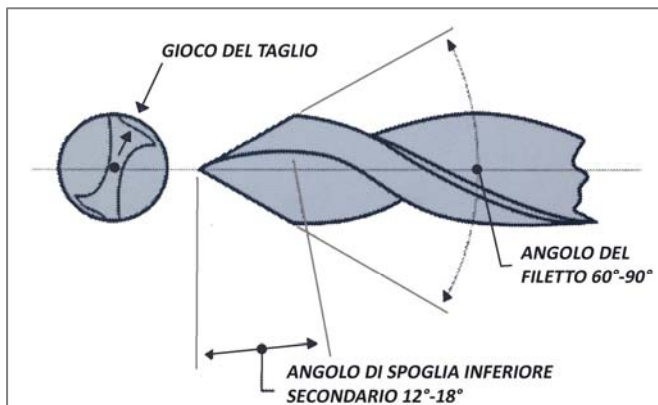
- I materiali plastici si distinguono per il loro alto grado di dilatazione termica. Nel taglio può capitare che la lama rimanga incastrata nel materiale, mentre nella foratura è possibile che sorga il problema delle dimensioni inesatte.

- I materiali plastici sono sensibili a ghiaccature e crepe. I tagli praticati dalla macchina devono essere netti per mantenere le proprietà meccaniche del materiale plastico.

- I materiali plastici sono meno resistenti dei metalli e richiedono quindi minor sforzo nella lavorazione.

Gli utensili devono sempre essere affilati. Rispetto ai materiali da taglio, raccomandiamo utensili duri, resistenti all'usura, con un incrementato gioco di taglio. Utensili ad alta velocità o con punte al carbonio rappresentano una soluzione interessante per la loro lunga durata e l'uniformità di rifinitura che riescono a conseguire.

4.2 Lavorazione: trapanatura



In commercio esistono punte per trapani appositamente realizzate per materiali plastici. Anche le punte elicoidali per metallo e legno servono allo scopo, tuttavia esse richiedono una minor velocità e uno scarico veloce per avere fori puliti. Le punte da trapano per le materie plastiche devono avere due scanalature, con un angolo del filetto tra 60° e 90°. L'angolo di spoglia inferiore secondario idealmente si trova tra 12° e 18°. Le scanalature larghe, di elevata lucidatura, sono di gran lunga da preferire, perché in grado di espellere i trucioli tramite un basso attrito, tenendo a bada il temuto fenomeno del surriscaldamento e, pertanto, dell'

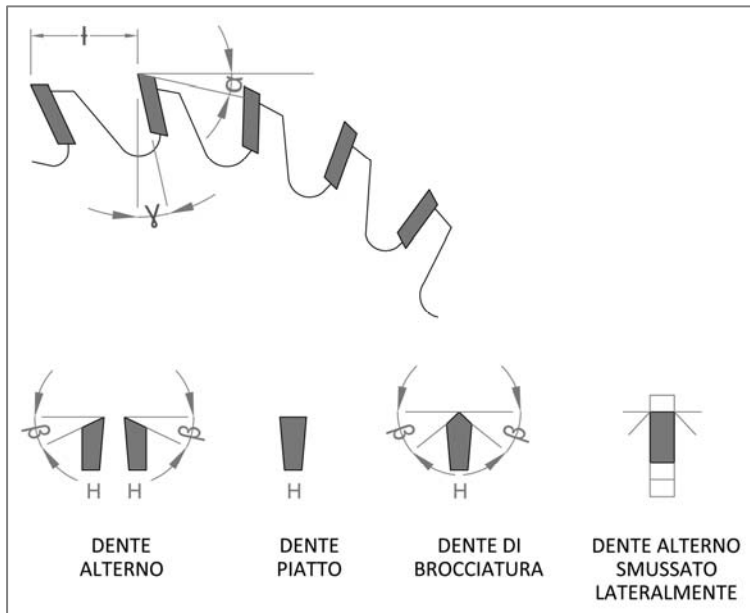
"impastamento". Le punte, specie quelle impiegate per i fori profondi, vanno frequentemente affilate per permettere l'espulsione dei trucioli. La velocità periferica delle punte elicoidali per i materiali plastici varia generalmente da 25 a 80 m al minuto. La velocità di avanzamento del trapano nella materia plastica varia da 0,1 a 0,2 mm per giro al minuto.

AVVERTENZA: Durante la perforazione, tenere o fissare il pezzo da sottoporre a lavorazione in modo che non esca di sede e non scivoli causando danni all'operatore.

4.3 Lavorazione: maschiatura

Per ottenere la maschiatura della lastra in materiale plastico, specie quando l'operazione richieda un accoppiamento preciso, servono i maschi per filettare a quattro scanalature. Attenzione all'ingente quantità di calore che simili operazioni generalmente sprigionano. Per allungare la vita dell'utensile e per incrementare la velocità di maschiatura rispetto a quanto generalmente si ottiene con un maschio convenzionale, si preferisca un maschio per filettare a due scanalature e si preveda un gioco per lo scarico. Rettificare sempre le scanalature in modo da sincronizzare il taglio dei taglienti, anche perché, in caso contrario, i fili non presenteranno uniformità di spessore. L'impostazione corretta dei taglienti è a 85° dalla linea del centro; così facendo si ottiene un angolo di spoglia negativo di 5° sul lato anteriore del punto in rilievo tra le rigature, in modo che il maschio per filettare non rimanga imprigionato nel solco al momento dell'espulsione. Si faccia in modo che i lati dei fili abbiano rilievo.

4.4 Lavorazione: taglio



Le lastre si prestano ad essere lavorate con diversi tipi di sezionatrici da legno o da metallo: circolari, a nastro, seghetti da traforo, seghetti in genere, a seconda del grado di morbidezza e di velocità di taglio della plastica. Grande importanza viene data al modello della lama per il taglio del materiale plastico; La scelta preferenziale cade sulla sega a nastro a denti spezzati, da preferire anche solamente perchè la profonda buca è munita dell'apposito spazio per l'espulsione dei trucioli dal pezzo. Al fine di un risultato ottimale del lavoro, i denti devono essere privi di angolo di sfaldatura e presentare allieciatura. I tagli ricurvi richiedono una lama molto più sottile con più allieciatura rispetto ad un taglio ad angolo retto. La lama va tenuta sempre affilata per prevenire fusioni o

sfaldamenti dei materiali plastici; la guida della lama deve essere a filo con il taglio per contenere le vibrazioni. Proponiamo alcune tipologie di lame delle varie sezionatrici, ricordando che i suggerimenti dati sono legati sia alla levigatura che al taglio.

| Tipo di taglio | Sezionatrice a nastro | Sezionatrice circolare |
|-------------------------------|---|------------------------|
| Distanza del dente | spessore della lastra inferiore a 3 mm, da 1 a 2 mm | da 8 a 12 mm |
| | spessore della lastra tra 3 e 12 mm, da 2 a 3 mm | da 8 a 12 mm |
| Inferiore secondario α | da 30 a 40° | 15° |
| Angolo di spoglia γ | 15° | 10° |
| Angolo del dente β | - | 15° |
| Velocità di taglio | 1200 - 1700 m/min | 2500-4000 m/min |
| Velocità di alimentazione t | - | 20 m/min |

AVVERTENZA: Tenere o fissare con la massima cura il pezzo durante la segatura per contenere ai minimi livelli le vibrazioni che possono dare luogo a spaccature.

4.5 Lavorazione: taglio con laser

Le nostre lastre possono essere tagliate con laser. Il laser può essere utilizzato per praticare fori più complessi, per ottenere modelli più elaborati o semplicemente per incidere. I fori e i tagli praticati con il laser mostrano una leggera conicità. Il taglio con laser avviene all'insegna della pulizia, della precisione e dell'accuratezza della rifinitura. Rispetto ai metodi di lavorazione tradizionale, le tolleranze possono essere impostate con maggior precisione. La potenza del laser e la velocità di avanzamento debbono essere ottimizzate in modo da contrastare al massimo il fenomeno dell'imbiancatura della lastra in fase di taglio.

4.6 Lavorazione: fresatura

Le fresatrici dotate di coltelli taglienti a due scanalature assicurano bordi levigatissimi. Sono estremamente pratiche nell'eliminazione di spigoli di parti piane o formate, specie quando il pezzo è troppo largo o irregolare per essere lavorato con una sega a nastro. Anche le fresatrici portatili e quelle montate su tavolo da lavoro danno ottimi risultati. La lastra viene fatta avanzare lentamente fino alla fresatrice così da evitare formazione di calore per frizione e rotture.

In ogni fase della lavorazione è obbligatorio indossare un'apposita maschera protettiva. Durante l'operazione di fresatura si può far uso di aria compressa in modo da tenere raffreddata la punta e agevolare la rimozione dei trucioli.

4.7 Lavorazione: molatura

E' possibile la lavorazione mediante fresa ad alta velocità per metalli purché dotata di angoli vivi e di un gioco sufficiente del tallone.

4.8 Formatura: curvatura a freddo

Le nostre lastre consentono di essere curvate sotto tensione senza che ciò abbia conseguenze sulla resistenza all'urto, sulla trasparenza, sulla resistenza alle condizioni climatiche ecc..., fermi restando i seguenti raggi di curvatura minimi:

| Spessore (mm) | Raggio minimo (mm) |
|---------------|--------------------|
| 3 | 960 |
| 4 | 1280 |
| 5 | 1600 |
| 6 | 1920 |
| 7 | 2240 |
| 8 | 2560 |

4.9 Formatura: piegatura a caldo

La piegatura delle lastre avviene in una zona piuttosto ristretta. Ai due lati viene selezionata l'area da preriscaldare con riscaldatore a resistenza elettrica; in seguito viene eseguita una rapida piegatura della lastra lungo la linea riscaldata. Attenzione agli spessori superiori ai 3 mm. Le due superfici vanno riscaldate alternativamente: il lato della lastra che fa da angolo interno deve essere sottoposto per primo al riscaldamento, quello esterno successivamente. Al raggiungimento della temperatura ottimale (poco al di sopra di 105°C), quando cioè diventa avvertibile una leggera resistenza alla piegatura, il pezzo è pronto per essere formato. Una formatura prematura, avvenuta cioè a temperatura troppo bassa, favorisce la rottura; per contro, il surriscaldamento può causare bolle d'aria nella zona piegata. Prima del riscaldamento il film di protezione deve essere rimosso da entrambe le facce nella zona da riscaldare. Il raggio minore della piegatura deve essere il doppio dello spessore della lastra.

4.10 Formatura: termoformatura

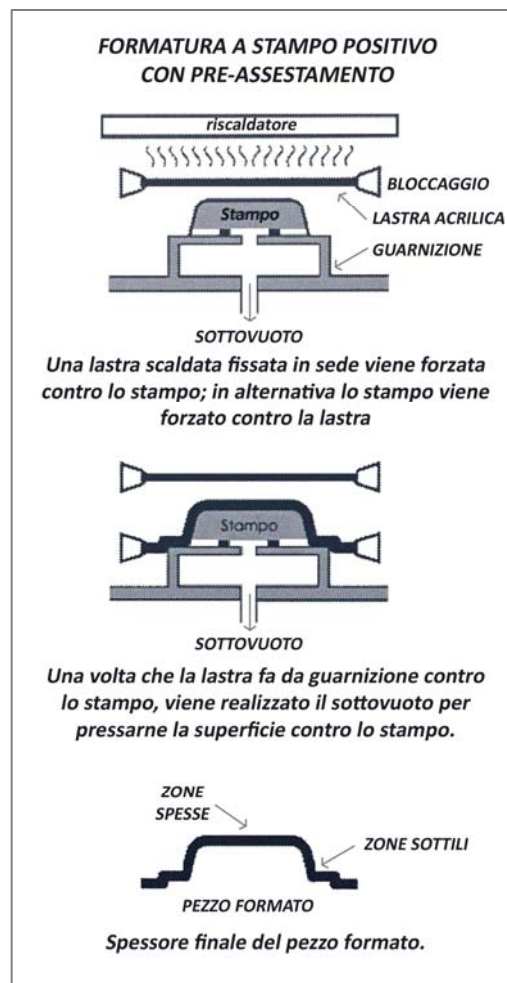
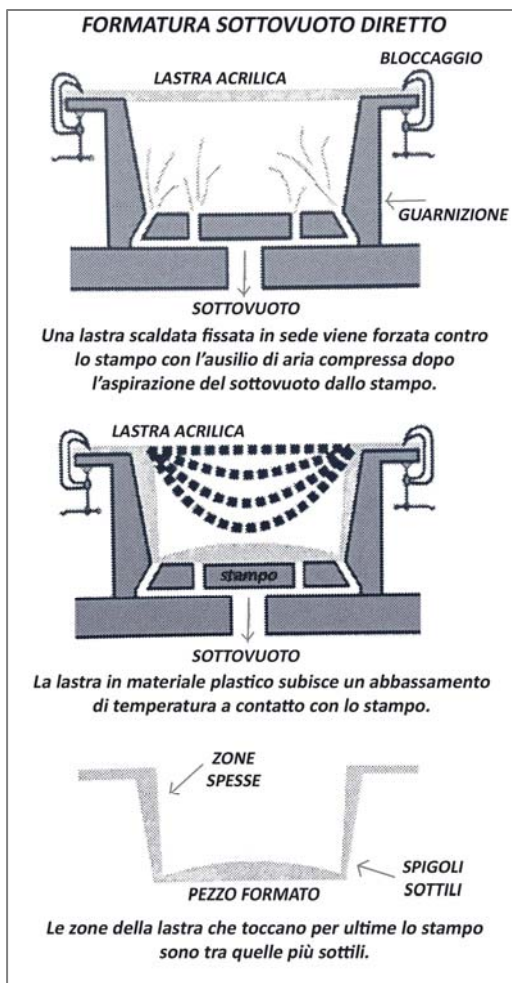
La termoformatura si ottiene con diversi procedimenti tecnologici. Sottoposta a riscaldamento, la lastra assume la forma dello stampo sotto l'azione di forze meccaniche, del sotto vuoto o dell'aria compressa. Tutti questi procedimenti hanno in comune l'uso di stampi maschi (positivi) e femmine (negativi). Quanto al materiale, gli stampi possono variare dalla meno costosa forma in gesso agli stampi in acciaio raffreddati ad acqua, di costo più elevato: normalmente si preferisce l'alluminio. Anche altri materiali come legno, gesso e resina epossidica si prestano a questo tipo di lavorazione. Le tecniche tradizionalmente associate alla formatura sono: formatura sotto vuoto diretto, a stampo positivo con pre-assessment, con stampi accoppiati, stampaggio sotto vuoto con tenditore ausiliario mediante aria compressa, stampaggio sotto vuoto con tenditore ausiliario, formatura sotto vuoto "snap-back", formatura sotto vuoto "snap-back" mediante aria compressa, lastra bloccata a contatto con pressione libera e meccanica. L'eventuale formazione di bollicine nelle lastre avviene per effetto dell'umidità che le stesse abbiano eventualmente assorbito, ma generalmente le nostre lastre non richiedono pre-essiccazione.

Una perfetta formatura dipende, anzitutto, dall'omogeneità nella temperatura; la temperatura media per la formatura deve essere compresa tra 140° e 190°C (a seconda dell'attrezzatura di riscaldamento, del tipo di materiale, del grado di formatura e dello spessore del materiale). Mediamente, la temperatura impiegata nella formatura oscilla intorno ai 180°C, mentre la temperatura dello stampo deve essere compresa tra 60° - 85°C. Nel dopo-formatura la procedura di raffreddamento deve essere lenta e uniforme. Normalmente il film protettivo viene rimosso prima ancora del riscaldamento. Tra gli articoli prodotti con il processo di termoformatura troviamo apparecchi per l'illuminazione di pannelli porta-strumenti, contenitori, casalinghi vari e stoviglie, giocattoli e tutta una serie di recipienti trasparenti.

4.11 Formatura: termoformatura sotto vuoto diretto

E' senz'altro la più diffusa, soprattutto perché richiede un'attrezzatura meno costosa rispetto alle altre tecnologie di carattere meccanico o di compressione. Nella formatura sotto vuoto diretto la lastra viene bloccata in un telaio e riscaldata. Quando la lastra calda raggiunge lo stato elastico, viene posta sopra uno stampo a cavità femmina. Successivamente viene aspirata l'aria dallo stampo negativo facendo il vuoto; la pressione dell'aria forza la lastra a caldo contro i contorni dello stampo. Quando la lastra si è sufficientemente raffreddata, si toglie il pezzo formato. L'assottigliamento dei bordi superiori e degli angoli del pezzo è dovuto all'uso di stampi troppo profondi rispetto allo spessore della lastra. La lastra a caldo viene dapprima stirata verso il centro dello stampo. La formatura sotto vuoto diretto è particolarmente adatta ai disegni poco incisi.

4.12 Formatura a stampo positivo con pre-assestamento



Questa tecnica ricorda a grandi linee quella della formatura sotto vuoto diretto tranne che per la fase del dopo-formatura e del riscaldamento della lastra. La lastra viene stirata meccanicamente, mentre si sfrutta la differenza di compressione per formare la lastra sullo stampo maschio; in questo caso la lastra a contatto con lo stampo conserva lo spessore originale. E' possibile anche la formatura con stampo positivo con pre-assestamento con diametro di profondità secondo il rapporto 4:1. Questo processo tecnologico è per molti versi più complesso della formatura sotto vuoto diretto; rispetto agli stampi femmina, gli stampi maschio sono di più facile produzione (e questo si traduce in un costo decisamente più basso), ma hanno una resistenza inferiore.

La formatura con stampo positivo e pre-assestamento avviene con la sola forza gravitazionale. Per la formatura con stampo a più impronte si preferiscono gli stampi femmina, anche perché sono meno ingombranti della loro controparte.

4.13 Formatura con stampi accoppiati

La tecnica della formatura con stampi accoppiati ricorda lo stampaggio per compressione. Anche in questo caso la lastra viene bloccata tra gli stampi maschio e femmina di legno, gesso, resina epossidica o altro materiale. Se pure di costo superiore, gli stampi accoppiati raffreddati ad acqua, oltre ad assicurare risultati di maggior precisione, consentono tolleranze più ridotte.

4.14 Formatura: stampaggio sotto vuoto con tenditore ausiliario mediante aria compressa

E' una tecnica utilizzata per la formatura della lastra in articoli di profonda imbutitura che devono avere una buona uniformità di spessore. La lastra viene collocata in un telaio e riscaldata; un getto di aria compressa crea il gonfiaggio. Quando la bolla dilatandosi raggiunge l'altezza prestabilita, il punzone, generalmente riscaldato, viene abbassato in modo da forzare la lastra stirata nello stampo negativo. La velocità e la forma del punzone variano a seconda delle esigenze di distribuzione del materiale. Il punzone dovrebbe essere il più largo possibile in modo da modellare il materiale plastico secondo la forma richiesta dal prodotto finito. Il punzone deve penetrare all'interno dello stampo negativo del 75-85%. A questo punto il punzone indirizza aria compressa, mentre uno strumento ausiliario sotto vuoto viene inserito nello stampo negativo. Lo stampo femmina deve essere aperto per permettere la fuoriuscita dell'aria.

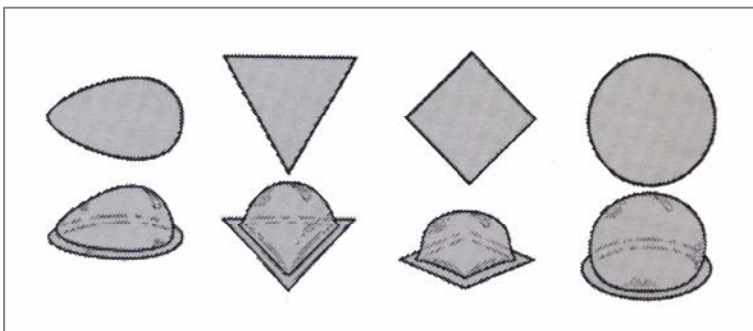
4.15 Formatura: stampaggio compresso con tenditore ausiliario

Questa tecnica ha in comune con lo stampaggio sotto vuoto con tenditore ausiliario mediante aria compressa la forzatura da parte del punzone della lastra a caldo nello stampo negativo. L'aria compressa derivante dal punzone forza la lastra contro la parete dello stampo. La velocità e la forma del punzone variano a seconda delle esigenze di distribuzione del materiale.

4.16 Formatura: stampaggio sotto vuoto con tenditore ausiliario

L'assottigliamento degli angoli o dei bordi degli articoli a foggia di coppo o scatola può venire contrastato con l'uso del punzone, volto a stirare meccanicamente e a pressare ulteriore materiale plastico nello stampo femmina. Le dimensioni del punzone devono essere inferiori del 10-20% a quelle dello stampo. La temperatura di riscaldamento non deve superare quella richiesta per la formatura della lastra. Una volta che il punzone abbia forzato la lastra calda nello stampo femmina, l'aria viene aspirata dallo stampo in modo da formare il pezzo. Lo stampaggio sotto vuoto con tenditore ausiliario e quello compresso con tenditore ausiliario (cfr. il paragrafo precedente) consentono una imbutitura profonda con cicli di raffreddamento abbreviati ed un ottimo controllo dello spessore della parete. I due procedimenti richiedono un controllo costante della temperatura e sono più complessi della formatura sottovuoto diretto.

4.17 Formatura: stampaggio libero



Con questa tecnica viene insufflata aria compressa a 2,76 MPa nella lastra riscaldata fino a farla combaciare con il contorno dello stampo negativo. Un getto di aria compressa indirizzato sulla lastra dà luogo alla formazione di un articolo rigonfio (per esempio i pannelli per lucernari). Poiché l'aria giunge in ogni angolo, si può evitare la tracciatura, a meno che non ci sia una zona da gonfiare.

4.18 Assemblaggio

Le lastre possono essere legate con adesivi plastici, tra cui gli acrilici a due componenti e le colle solubili a caldo. La scelta della colla dipende dalle finalità che si vogliono ottenere: consulta la nostra vasta gamma BondAcryl®e sulle istruzioni d'uso troverai le procedure di incollaggio adeguate.

4.19 Trattamento della superficie: levigatura

Si tratta dell'antidoto migliore al calore da frizione che si sprigiona nella levigatura a secco. L'impiego di refrigeranti ad acqua allunga la vita degli abrasivi; anche l'azione di taglio ne risulta favorita. Si possono impiegare procedure molto più sofisticate, ad esempio la levigatura allo stato grezzo mediante carburo di silicio di grana 80, fino ad arrivare alla levigatura con carburo di silicio di grana 280, a umido o a secco, a scelta. Per l'ultima passata di levigatura si può ricorrere alla carta vetrata di grana 400 o 600. Nella fase finale della levigatura, che prevede la rimozione degli abrasivi, può rendersi necessaria una ulteriore passata.

4.20 Trattamento della superficie: limatura

Numerosi termoplastici, quando sottoposti a limatura, tendono a sprigionare una leggera polvere, spesso fonte di disturbo. Questo inconveniente può essere eliminato privilegiando l'uso di lime di alluminio tipo A, con dente a cesoia, o altre lime dotate di un dente a taglio singolo allo stato grezzo con angolo di 45°.

4.21 Trattamento della superficie: lucidatura a fiamma

Le lastre in pmma colato possono essere lucidate a fiamma mediante l'uso di un cannello a propano o di un saldatore ad azoto caldo. Le due tecniche hanno in comune il controllo della distanza, che deve essere rigorosa, fra la lastra e la sorgente di calore, pena l'imbiancatura della superficie o un eccessivo rammollimento del materiale. Una pistola termica può essere utilizzata per togliere le graffiature dalla superficie; tenere la pistola ad una temperatura tra i 400°C e i 540°C ad una distanza di circa 100 mm dalla graffiatura, per circa 5 secondi. Il tempo varierà a seconda del grado della graffiatura. E' importante muovere costantemente la fiamma, non tenendola concentrata su un punto.

4.22 Posa in opera delle lastre

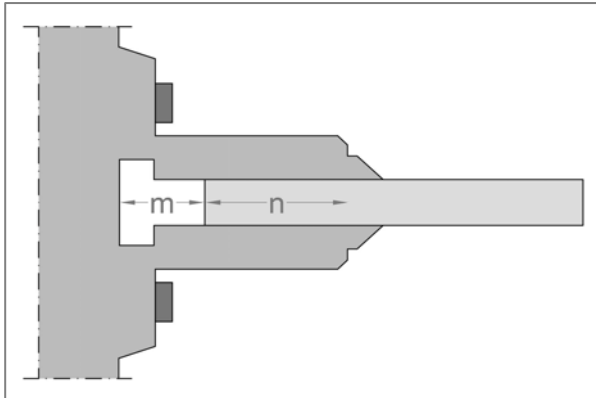
Le definizioni delle dimensioni delle lastre fissate su tutti i lati avviene in base ai seguenti parametri:

- Coefficiente di dilatazione termica $\Delta L = \alpha * L * \Delta T$ dove L è la lunghezza nominale, ΔT è la differenza di temperatura, α è 7×10^{-5} m/m°C (0.07 mm/m°C). Il telaio può essere realizzato in materiale plastico, ma anche in legno o metallo. Si consiglia di attrezzare la battuta interna del telaio con una guarnizione. Quanto alla lunghezza del bordo, è necessario che il telaio sia più grande, sempre nel rispetto dei valori espressi nella tabella.

| Dilatazione - Contrazione (mm) | | | | | |
|---------------------------------------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| T (°C) | Lunghezza (mm) | | | | |
| | 1000 | 1500 | 2000 | 2500 | 3000 |
| 10 | 0.7 | 1.1 | 1.4 | 1.8 | 2.1 |
| 20 | 1.4 | 2.1 | 2.8 | 3.5 | 4.2 |
| 30 | 2.1 | 3.2 | 4.2 | 5.3 | 6.3 |
| 40 | 2.8 | 4.2 | 5.6 | 7.0 | 8.4 |

- Carico dovuto al vento: è un fattore molto importante; la flessione si calcola secondo il modulo di elasticità, il carico dovuto al vento e la distanza tra i punti di fissaggio. Nella progettazione del profilo, quando occorre altresì tener conto della stabilità della lastra nella scanalatura, ci si deve attenere alla seguente tabella.

| Scostamento di stabilità nella scanalatura | | | | | |
|---|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Flessione(mm) | Lunghezza (mm) | | | | |
| | 1000 | 1500 | 2000 | 2500 | 3000 |
| 30 | 2.9 | 2.4 | 2.1 | 1.7 | 1.3 |
| 50 | 5.8 | 4.6 | 3.7 | 2.9 | 2.4 |
| 65 | 9.7 | 7.5 | 5.8 | 4.5 | 3.7 |
| 80 | 15.5 | 11.6 | 8.9 | 7.1 | 5.7 |
| 100 | 23.9 | 17.6 | 13.4 | 11.0 | 8.7 |



Per eseguire un assemblaggio a regola d'arte, bisogna tenere conto anche dei seguenti parametri:

m = tolleranza della dilatazione

n = tolleranza di contrazione + tolleranza di stabilità + supporto minimo (3-4 cm)

- Rapporto lunghezza/larghezza: varia da 1:1.5 a 1:3

Misure da adottare nelle vetrature:

- Nel montaggio è importante prevedere sufficiente spazio

libero (per effetto della dilatazione termica).

- Il nastro di finitura ai bordi deve rimanere staccato dalla lastra.

- I plastificanti senza gomma e i profili in materiale plastico possono fungere da nastro ai bordi.

- Il sigillante deve avere caratteristiche di elasticità costanti nel tempo; un'ottima soluzione sono le gomme di polisolfuro e siliconiche neutre in versione standard.

- Le lastre impiegate come vetri di sicurezza sono sottoposte ad altri parametri.

4.23 Trattamento della superficie: lucidatura con solvente

Per prevenire la comparsa di spigoli che tradiscono l'uso della sega si ricorre ad una prima passata di levigatura, cui seguirà la lucidatura con un solvente compatibile con il polimetilmetacrilato. A volte si rende necessario ricorrere all'aggiunta di una sostanza ad essiccazione lenta (ad esempio l'alcool diacetone che svolge un'azione anti imbiancamento dopo l'essiccazione). Eliminare tutti i graffi e tutti i segni lasciati sugli spigoli dopo la lucidatura è, però praticamente impossibile, neppure con solvente di lucidatura, data l'ottima resistenza ai prodotti chimici offerta dal materiale. AVVERTENZA:

L'impiego di solventi richiede una perfetta ventilazione dell'ambiente. Attenersi sempre a tutte le istruzioni-precauzioni contenute nella tavola relativa ai dati di sicurezza del materiale, fornita all'atto dell'acquisto del prodotto.

4.24 Trattamento della superficie: stampa e serigrafia

E' possibile operare processi di stampa sulle lastre in pmma colato con mezzi comuni, ma a differenza dei supporti cartacei o tessili, l'inchiostro qui non riesce ad esercitare una viva forza di penetrazione, tanto che l'abrasività che ne deriva può rovinare il lavoro. Un rimedio, anche se parziale, consiste nell'applicazione di un leggero strato di vernice a spirito sulla stampa. La stampa sui materiali plastici si presta alle tecniche più svariate; ricordiamo la stampa tipografica, quella flessografica, l'offset a secco, la litografia offset, la stampinatura, la serigrafia. In quest'ultimo caso l'inchiostro viene fatto passare a forza attraverso un retino di stoffa o di metallo fino a che raggiunge la superficie voluta, mentre con lo spalmatore si convoglia forzatamente l'inchiostro sul retino spingendolo nelle aree predefinite.

Per l'abbinamento tecnica-tipo di inchiostatura, suggeriamo di mettersi in contatto con il produttore dell'inchiostro per conoscere l'applicazione più adatta al caso personale. Complessivamente, gli inchiostri utilizzati sul film in polietilene hanno dato risultati soddisfacenti; fare attenzione ad adoperare solo inchiostri da stampa e vernici a spirito per acrilici.

5. CONFEZIONI, IMBALLAGGIO E IMMAGAZZINAMENTO

5.1 Confezioni ed imballaggio

Una pellicola di polietilene protegge le lastre dallo sporco, dalle cariche meccaniche e dai graffi; si raccomanda di lasciare tale pellicola protettiva fino all'utilizzo della lastra. La pellicola protettiva non è destinata ad una lunga esposizione all'aria aperta (ha solo una moderata resistenza al calore e ai raggi UV). Se le lastre vengono stoccate all'esterno senza alcuna protezione, le pellicola deve essere rimossa dopo 4 settimane poichè c'è il rischio di friabilità e difficoltà a rimuovere la pellicola una volta deteriorata. Ciò potrebbe danneggiare la superficie stessa della lastra.

In base allo stoccaggio e alle condizioni climatiche, le lastre assorbono più o meno umidità; sebbene l'assorbimento dell'umidità non influisca propriamente sulle proprietà fisiche, potrebbe interferire durante le successive lavorazioni ad elevata temperatura, come ad esempio con una curvatura o termoformatura. Per tale ragion, può dover essere necessario asciugare la lastra prima del suo utilizzo.

5.2 Immagazzinamento

Le lastre non devono essere stoccate all'esterno nè esposte a grandi cambiamenti di tempo e/o sbalzi di temperatura, poichè le superfici della lastra possono deformarsi, così come quando sono conservate impilate una sull'altra. Rimuovere la pellicola di protezione se lasciate esposte agli agenti atmosferici per più di 4 settimane.