



Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino

Appunti universitari

Tesi di laurea

Cartoleria e cancelleria

Stampa file e fotocopie

Print on demand

Rilegature

NUMERO : 348

DATA : 13/09/2012

A P P U N T I

STUDENTE : Mercado

MATERIA : Tecnologia dei Materiali, Costruzioni

Prof. Actis Grande

Il presente lavoro nasce dall'impegno dell'autore ed è distribuito in accordo con il Centro Appunti.

Tutti i diritti sono riservati. È vietata qualsiasi riproduzione, copia totale o parziale, dei contenuti inseriti nel presente volume, ivi inclusa la memorizzazione, rielaborazione, diffusione o distribuzione dei contenuti stessi mediante qualunque supporto magnetico o cartaceo, piattaforma tecnologica o rete telematica, senza previa autorizzazione scritta dell'autore.

ATTENZIONE: QUESTI APPUNTI SONO FATTI DA STUDENTIE NON SONO STATI VISIONATI DAL DOCENTE.
IL NOME DEL PROFESSORE, SERVE SOLO PER IDENTIFICARE IL CORSO.

TECNOLOGIA DEI MATERIALI DA COSTRUZIONE (RIASSUNTI DA STUDIO) ①

PROPRIETA' DEI MATERIALI (1)

- 1 PROPRIETA' MECCANICHE: RISPOSTA ALE SOLLECITAZIONI MECCANICHE, RESISTENZA, ECC.
- 2 PROPRIETA' TERMICHE: SONO COLLEGATE ALLA TRASMISSIONE DEL CALORE E ALLA CAPACITA' TERMICA
- 3 PROPRIETA' ELETTRICHE E MAGNETICHE: RISPOSTA AI CAMPI MAGNETICI ED ELETTRICI
- 4 PROPRIETA' OTTICHE: COMPRENDONO L'ASSORBIMENTO, LA TRASMISSIONE E DIFFUSIONE DELLA LUCE
- 5 STABILITA' CHIMICA: PER CONTATTO CON L'AMBIENTE, RESISTENZA ALLA CORROSIONE

I MATERIALI POSSONO ESSERE CLASSIFICATI SECONDO:

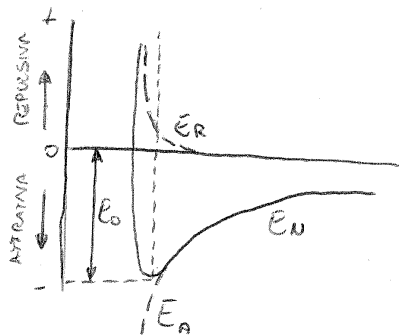
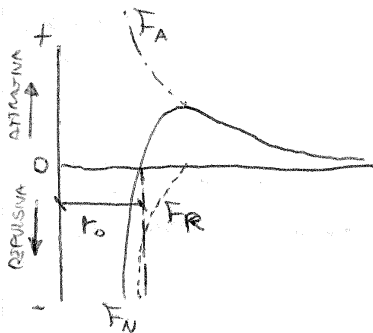
- IL TIPO DI LEGAME CHIMICO
- LE PROPRIETA'
- LA STRUTTURA (CRISTALLINA O AMORFA)
- LE APPLICAZIONI

I MATERIALI SONO FORMATI DA ATOMI, CHE SONO AGGREGATI IN PARTICELLE ELEMENTARI AVENTI DIVERSA CARICA, LA VICINANZA DI QUESTI E' DONATA A CAUSA DI FORZE ATTRATTIVE (F_A) E FORZE REPULSIVE (F_R). LA FORZA GLOBALE METTA E' DATA DALLA SOMMA DELLE DUE ($F_N = F_A + F_R$).

QUANDO LE DUE FORZE SI BILANCIANO ALLORA LA FORZA RISULTANTE SI ATTERA E I DUE ATOMI SONO ALLA DISTANZA DI EQUILIBRIO r_0

L'ENERGIA POTENZIALE TRA DUE ATOMI O PIU' E' DATA DA:

$$E = \int F dr \Rightarrow E_N = \int_{\infty}^r F_N dr = \int_{\infty}^r F_A dr + \int_{\infty}^r F_R dr = E_A + E_R$$



LA CURVA DI E_N PRESENTA UN MINIMO ALLA DISTANZA DI EQUILIBRIO r_0 .
L'ENERGIA DI LEGAME DEI DUE ATOMI E_0 CORRISPONDE ALL'ENERGIA MINIMA DEL SISTEMA

- IL TIPO DI LEGAME CHIMICO

1) LEGAMI PRINCIPALI (O CHIMICI)

• LEGAME IONICO

AVVIENE TRA ELEMENTO METALLICO (M) E NON METALLICO (X), IL METALLO CEDERE UN ELETTRONE AL NON METALLO, SI FORMANO QUINDI GLI IONI M^+ ED X^- E' IL LEGAME + DIFFUSO TRA I CERAMICI

5) COMPOSITI:

LA COMBINAZIONE FRA LE PROPRIETÀ DEI MATERIALI È STATA ESTESA GRAZIE ALLO SVILUPPO DEI MATERIALI COMPOSITI.

I COMPOSITI SONO SISTEMI ETEROGENEI, COSTITUITI DA UNA MATRICE DI TIPO CERAMICO, POLIMERICO O METALLICO IN CUI SI TROVA DISPERSA UNA SECONDA FASE, DOTATI DI PROPRIETÀ CHE NON POSSONO ESSERE GARANTITE DAI SINGOLI COSTITUENTI. SONO QUINDI COSTITUITI DA DUE FASI, MATRICE E SECONDA FASE (O FASE RINFORZANTE)

[MATRICE]

- COMPOSITI A MATRICE METALLICA (MMC)
- COMPOSITI A MATRICE CERAMICA (CMC)
- COMPOSITI A MATRICE VETROSA (GVC)
- COMPOSITI A MATRICE POLIMERICA

[SECONDA FASE]

- COMPOSITI RINFORZATI CON FIBRE
- COMPOSITI RINFORZATI CON PARTICELLE
(PUÒ APPARTENERE A QUALSIASI CLASSE PRINCIPALE DI MATERIALE)

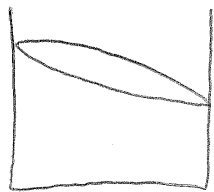
- LA STRUTTURA DEI MATERIALI (CRISTALLINA O AMORFA)

CLASSIFICAZIONE IN FUNZIONE DELLA REGOLARITÀ CON CUI GLI ATOMI E GLI IONI SONO DISPOSTI NELLO SPAZIO.

• STRUTTURA CRISTALLINA:

POSSIEDE UNA STRUTTURA ORDINATA, CLASSICA DEI METALLICI E DEI CERAMICI, È CARATTERIZZATA DALLA PRESENZA DI UN ORDINE A LUNGO RAGGIO.

IN QUESTA STRUTTURA, LA TEMPERATURA DI FUSIONE È BEN DEFINITA, RAPPRESENTA LA TRANSIZIONE DI PASSAGGIO SOLIDO/LIQUIDO



PUNTO DI FUSIONE: HO UN MATERIALE PURO E CONOSCO IL PUNTO ESATTO DI FUSIONE.

INTERVALLO DI FUSIONE: HO UN SISTEMA DI MATERIALI, NON HO UN PUNTO DI FUSIONE BEN DEFINITO.

LA TEMPERATURA DI FUSIONE È DIRETTAMENTE PROPORZIONALE ALLA FORZA DI LEGAME CHIMICO PRESENTE NEL MATERIALE, LIMITA IL CAMPO D'INTERESSO DEI MATERIALI. NEI POLIMERI È MOLTO MINORE RISPETTO A METALLI O CERAMICI.

RISULTA MOLTO CONVENIENTE DESCRIVERE LE STRUTTURE CRISTALLINE CON LA RIPETIZIONE DELLA PIÙ PICCOLA UNITÀ ORDINATA RIPETITIVA, CHE VIENE CHIAMATA CELLA UNITARIA. DEFINITI I PARAMETRI DI CELLA (a, b, c) E GLI ANGOLI DI CELLA (α, β, γ), È POSSIBILE CONOSCERE LA STRUTTURA DI UN QUALSIASI MATERIALE CRISTALLINO.

(a, b, c) VARIANO CON LA TEMPERATURA E CON L'APPLICAZIONE DI CARICHI, ALLO 0 [K] (ZERO ASSOLUTO) GLI ATOMI SONO FISSI, SULLE POSIZIONI DI EQUILIBRIO, MENTRE AL CRESCERE DELLA TEMPERATURA OSCILLANO INTORNO ALLE POSIZIONI DI EQUILIBRIO PROVOCANDO EFFETTI MACROSCOPICI QUALI LA DILATAZIONE TERMICA E POI LA FUSIONE.

PER STUDIARE LE STRUTTURE CRISTALLINE È UTILE CONSIDERARE GLI ATOMI COME SFERE RIGIDE CON RAGGIO BEN DEFINITO, LA DISTANZA MINIMA TRA DUE ATOMI UGUALI È PARIA AL DIAMETRO.

POSSIAMO ANCHE CONSIDERARE LA STRUTTURA CRISTALLINA COME UN RETICOLO: GRIGLIA TRIDIMENSIONALE NELLA QUALE I PUNTI DI INTERSEZIONE FRA LE VARIE LINEE COINCIDONO CON I CENTRI DELLE POSIZIONI OCCUPATE DAGLI ATOMI.

● LA STRUTTURA CRISTALLINA NEI CERAMICI

3

I CERAMICI SONO FORMATI DA ALTEMO DUE ELEMENTI E QUINDI LE LORO STRUTTURE CRISTALLINE SONO GENERALMENTE PIU' COMPLESSE. IL LEGAME ATOMICO VARIA DA QUELLO IONICO PURO A QUELLO COVALENTE E SPESSE ABBINATO UNA COMBINAZIONE DI DUE TIPI DI LEGAME. PER DETERMINARE LA PERCENTUALE DI CARATTERE IONICO IN UN DETERMINATO MATERIALE SI FA RIFERIMENTO ALLA SEGUENTE EQUAZIONE:

$$\% (\text{LEGAME IONICO}) = \left\{ 1 - \exp \left[- (0,125) (X_A - X_B)^2 \right] \right\} \times 100$$

DOVE X_A E X_B SONO I VALORI DI ELETTRONEGATIVITA' DEI MATERIALI CON IL PRATO QUELLO PIU' ELETTRONEGATIVO

LA STRUTTURA CRISTALLINA DI UN CERAMICO SARAN' INFLUENZATA DA 2 CARATTERISTICHE DEGLI IONI CHE COMpongONO IL MATERIALE: INTENSITA' DELLA CARICA ELETTRICA E DIMENSIONI RELATIVE DEI CATIONI E ANIONI.

IL CRISTALLO DEVE COMunque ESSERE NEUTRO (CARICA COMPLESSIVA CATIONI = CARICA COMPLESSIVA ANIONI).

GENERALMENTE CATIONI HANNO DIMENSIONI PIU' PICCOLE DEGLI ANIONI ($r_C / r_A < 1$), OGNI CATIONE PREFERISCE AVERE ACCANTO A SE IL NUMERO MASSIMO DI ANIONI E VICEVERSA.

IL NO' DI COORDINAZIONE (NUMERO DI ANIONI PRATI VICINI AL CATIONE) DIPENDE DA r_C / r_A

1) TIPO AX ($NaCl$: CLORURO DI SODIO)

NO' DI CATIONI = NO' DI ANIONI

NO' DI COORDINAZIONE = 6 CON DISPOSIZIONE TIPO CFC DI ANIONI CON UN CATIONE AL CENTRO DEL CUBO E ALTRE 12 AL CENTRO DEI 12 LATI DEL CUBO

2) TIPO $A_m X_p$ (CaF_2 FLUORITE)

CARICHE DEI CATIONI \neq CARICHE DI ANIONI

NO' DI COORDINAZIONE = 8 CON DISPOSIZIONE CCC TA CON IL FATTO CHE SOLO META' DELLE POSIZIONI CENTRALI DEL CUBO SARA' OCCUPATA DA IONI

3) TIPO $A_m B_n X_p$ ($BaTiO_3$: TITANATO DI BARIO)

COSTITUITI DA TIPI DI CATIONI DIVERSI, LA STRUTTURA CRISTALLINA E' DI TIPO "PEROVSKITICA".

● STRUTTURE CRISTALLINE NEI MATERIALI POLIMERICI

I MATERIALI POLIMERICI POSSONO ESISTERE ALLO STATO CRISTALLINO TA ESSENDO, UNITA' FONDAMENTALI; TOLLICOLE E NON ATOMI O IONI, LE DISPOSIZIONI ATOMICHE SONO PIU' COMPLESSE. LA CRISTALLINITA' DEI POLIMERI CONSISTE NEH' IMPACCHETTAMENTO DELLE CAVITA' TOLLICOLARI AL FINE DI PRODURRE UNA STRUTTURA ATOMICA ORDINATA.

DATTE LE DIMENSIONI E LA COMPLESSITA' DELLE TACRO TOLLICOLE, I POLIMERI SOLITAMENTE SONO SOLO PARZIALMENTE CRISTALLINI, IL GRADO DI CRISTALLINITA' PUO' VARARE DA 0 A 95% (+) E DIPENDE OVVIAMENTE DALLA VELOCITA' DI RAFFREDDAMENTO.

LE PROPRIETA' FISICHE - CHIMICHE DEI POLIMERI SONO INFLUENZATE DAL GRADO DI CRISTALLINITA'.

SI FORMANO PER ALTRO DEFORMAZIONI DEL RETICOLO PER VIA DI SOSTITUZIONE
CON ATOMI PIU' GRANDI O PIU' PICCOLI,

(4)

b) SOLUZIONI SOLIDE INTERSTIZIALI

GLI ATOMI DI SOLUTO SI COLLOCANO NEGLI SPAZI VUOTI TRA GLI ATOMI DI SOLVENTE, DETTI INTERSTIZIALI. IL DIAMETRO ATOMICO DI IMPUREZZA DEVE ESSERE SOSTANZIALMENTE PIU' PICCOLO DI QUELLO DELL'ATOMO OSPITANTE. IN OGNI CASO L'INTRODUZIONE DI ATOMI INTERSTIZIALI PROVOCA UNA DEFORMAZIONE RETICOLARE ALLA STRUTTURA, APPROSSIMATIVAMENTE LA MASSIMA CONCENTRAZIONE TOLLERATA DI ATOMI DI IMPUREZZA E' TANTO DEL 10%.

2) DIFETTI PUNTUALI

[IL PIU' SEMPLICE DEI DIFETTI PUNTUALI E' UNA "VACANZA", O "UN SITO VACANTE DEL RETICOLO", UN POSTO NORMALMENTE OCCUPATO, MA TRUCCANTE (DI UN ATOMO).

TUTTI I SOLIDI CRISTALLINI CONTENGONO DELLE VACANZE, LA LORO PRESENZA AUMENTA IL GRADO DI ENTROPIA DEL SISTEMA E LO RENDE PIU' STABILE TERMODINAMICAMENTE.

IL NO DI VACANZE DI EQUILIBRIO DIPENDE DALLA TEMPERATURA SECONDO LA RELAZIONE:

$$N_V = N \exp\left(-\frac{Q_V}{KT}\right)$$

DOVE Q_V : ENERGIA RICHIESTA PER FORMARE LA VACANZA;
 K : COSTANTE DEI GAS O DI BOLZEMANN;
 N : NO TOTALE DEI SITI; T : TEMPERATURA ASSOLUTA [K];

[IL DIFETTO INTERSTIZIALE E' UN DIFETTO PUNTUALE E COE PRINCIPALMENTE VALLE QUELLO DELLE SOLUZIONI SOLIDE INTERSTIZIALI, A DIFFERENZA CHE GLI ATOMI SONO COSTITUENTI GIA IL RETICOLO (AUTO-INTERSTIZIO).

[IN CRISTALLI IONICI, DOVE DEVE ESSERE GARANTITA L'ELETTRONEUTRALITA' ANCHE NEI RETICOLI DIFETTUALI, SI POSSONO VERIFICARE ALTRE DUE SITUAZIONI.

- UNO IONE PUO' LASCIARE IL SUO SITO E DISPOSTI IN UNA POSIZIONE INTERSTIZIALE DANDO ORIGINE CONTEMPORANEAMENTE AD UN DOPIO DIFETTO VACANZA-AUTOINTERSTIZIALE: DIFETTO DI "FRENKEL".

- DUE IONI DI CARICA OPPOSTA SI ALLONTANANO DA UN CRISTALLO CREANDO UNA BIVACANZA CATIONE-ANIONE: DIFETTO DI "SCHOTT".

3) DIFETTI LINEARI

SONO I PIU' IMPORTANTI A LIVELLO DI CARATTERISTICHE TECNICHE, SONO ESSENZIALI PER LA DEFORMAZIONE PLASTICA DEI MATERIALI.

a) DISLOCAZIONI A SPIGOLO:

SONO RAPPRESENTATE DA UNA PORTIONE DI PIANO ACCIUNTO VO DI ATOMI, O SOTTI PIANO, I CUI SAGGI TERMINANO ENTRO IL CRISTALLO.

VEITORE DI BURGERS: E' PERPENDICOLARE ALL'ASSE DELLA DISLOCAZIONE, RAPPRESENTA QUEL PASSO IN PIU' DA EFFETTUARE, NUDO A CAUSA DELLA DISLOCAZIONE CHE CREA IL DIFETTO.

b) DISLOCAZIONI A VITE:

UNA CATENA A SPIRALE DI ATOMI SPOSTATI RISPETTO ALLA POSIZIONE DEL RETICOLO PERFETTO, DOVUTA ALL'APPLICAZIONE DI SFORZI DI TAGLIO.

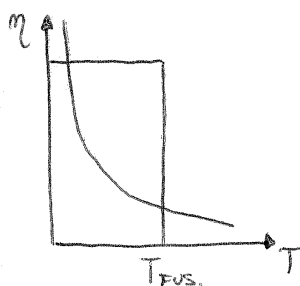
● STRUTTURA ATOMICA

Lo stato atomico non è stabile, se si riscalda un atomo a temperatura e tempi opportuni, esso diventerà cristallino, se si raffredda un liquido ad una velocità di raffreddamento opportuna tale da lasciarci il tempo di disporre in maniera ordinata, esso diventerà cristallino, per ottenere un atomo, occorre raffreddare quindi il fuso a velocità elevate.

Occorre conoscere la viscosità in funzione della temperatura, questo perché le deformazioni dei materiali atomici sono rappresentate dallo scorrimento viscoso.

Viscosità: (μ) è la resistenza allo scorrimento laminare, in risposta ad una sollecitazione tecnica applicata parallelamente alla superficie, è dovuta allo attrito interno fra le varie unità strutturali, che devono scorrere le une sulle altre.

La viscosità si misura in "Poise" $\rightarrow 10 [\text{Poise}] = 1 [\text{Pa} \cdot \text{s}] = 1 [\text{N/m}^2] \cdot [\text{s}]$



Per ogni tipo di atomo, ci sono temperature caratteristiche a valori fissi di μ , la viscosità decresce esponenzialmente con il crescere della temperatura secondo una curva continua (negli atomi), al contrario dei cristallini.

La viscosità inoltre, non è rappresentata da una sola curva, questo perché nello stesso materiale abbiamo parti più ordinate di altre, si può dire che ci può essere un intervallo di temperatura.

Proprietà meccaniche (3)

Il comportamento meccanico di un materiale rappresenta la risposta o la deformazione che presenta quando è soggetto ad una forza.

Normalmente i materiali vengono testati secondo procedure ricovolate a livello internazionale dall'"American Society for Testing and Materials" (ASTM).

● PROVE DI TRAZIONE

Il provino subisce un allungamento a velocità costante e vengono mantenuti sia il carico istantaneamente applicato che l'allungamento del provino.

Si definiscono gli sforzi e le deformazioni, nominali, che non dipendono dalla geometria del provino

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \quad \epsilon = \frac{l_i - l_0}{l_0} = \frac{\Delta l}{l_0} \quad \text{con} \quad \left[\begin{array}{l} \sigma = [\text{MPa}] ; F = \text{forza} \perp \text{all'area del provino} \\ A_0 = \text{area iniziale} ; l_i = \text{lunghezza all'istante} i \\ l_0 = \text{lunghezza iniziale} ; \epsilon = [\%] \text{adimensionale} \end{array} \right]$$

● PROVE DI COMPRESSIONE

Del tutto simile alla prova di trazione, cambia il verso in cui applico la forza di pressione. (contrazione). Utile per prevedere la resistenza a carichi strutturali, utile per materiali fragili. Si ottiene però una sovrapposizione delle caratteristiche del materiale che in esercizio può essere soggetto a frattura precoce.

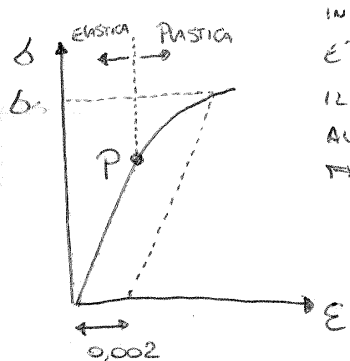
I valori che si registrano sono 4-5 volte superiori rispetto alle prove di trazione nel caso di materiali ceramici.

Le curve hanno un andamento opposto rispetto a quelle di trazione (E' uguali)

6

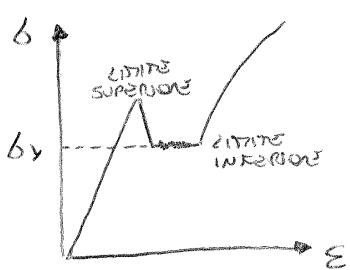
● PUNTO DI SNERVAMENTO

IL PUNTO IN CUI LA CURVA SFORZO-DEFORMAZIONE PASSA DALLA ZONA ELASTICA A QUELLA PLASTICA È DETTO "LIMITE DI PROPORZIONALITÀ". OLTRE QUESTO PUNTO, PUNTO QUINDI SUCCESSIVO ALLA DEFORMAZIONE ELASTICA, AVVIENE IL FENOMENO DI SNERVAMENTO DEL MATERIALE.



IN TUTTI I CASI NON È POSSIBILE IDENTIFICARE IL PUNTO DI SNERVAMENTO P. È STATA QUINDI INTRODOLTA UNA CONVENZIONE PER CUI SI STABILISCE CHE IL LIMITE PUÒ ESSERE DETERMINATO TRACCIANDO UNA LINEA PARALLELA ALLA LINEA DI TRATTO ELASTICO E PASSANTE PER UNA DEFORMAZIONE FISSA (IN GENERALE PER DETALI PUN PARÀ A 0,002).

PER MATERIALI CON COMPORTAMENTO ELASTICO NON LINEARE SI DEFINISCE IL LIMITE DI SNERVAMENTO LO SFORZO RICHIESTO PER OTTENERE UNA CERTA DEFORMAZIONE (ESEMPIO → $\epsilon = 0,005$).



ALCUNI ACCIAI E ALTRI MATERIALI PRESENTANO UNA CURVA σ - ϵ A TRAZIONE IN CUI LA TRANSIZIONE TRA IL CAMPO ELASTICO E PLASTICO È BEN DEFINITA ED AVVIENE IN UN TRATTO DEFINITO "ZONA DI SNERVAMENTO". LA DEFORMAZIONE PLASTICA INIZIA IN CORRI SPONTANEA DI UNA DECRESITA, SUCCESSIVAMENTE VARIA FLUTTUANDO, SUCCESSIVAMENTE RIPRENDE A CRESCERE.

IN QUESTI CASI σ_y È PARÀ ALLO SFORZO ASSOCIATO AL LIMITE INFERIORE DI SNERVAMENTO

● DEFORMAZIONE PLASTICA

I MATERIALI SOLIDIFICATI OLTRE IL LIMITE ELASTICO, O ARRIVANO A FRATTURA SENZA ULTERIORE APPRENSIBILE DEFORMAZIONE (CERAMICI, VETRI) O PRIMA DI FRATTURARSI SUBISCONO UNA DEFORMAZIONE IRREVERSIBILE DETTA "DEFORMAZIONE PLASTICA". NELLA CURVA SFORZO-DEFORMAZIONE IL CAMPO DI DEFORMAZIONE PLASTICA NON È PIÙ RAPPRESENTATO DA UNA RETTA, MA APPARE UNA CURVATURA.

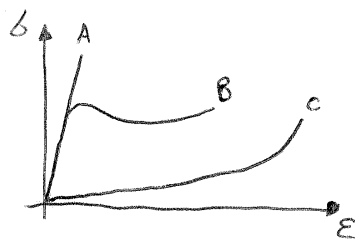
DAL PUNTO DI VISTA ATOMICO LA DEFORMAZIONE PLASTICA CORRISPONDE ALLA ROTAZIONE DI ALCUNI LEGAMI TRA ATOMI VICINI, ALLO SCOMPENSO DEGLI STRESSI ATOMI, E ALLA CONSEGUENTE FORMAZIONE DI NUOVI LEGAMI TRA ATOMI, A CAUSA DI QUESTI NUOVI LEGAMI, UNA VOLTA AUTOSSE LO SFORZO, GLI ATOMI NON POSSONO TORNARE ALLA LORO POSIZIONE DI PARTENZA.

NEI MATERIALI CRISTALLINI, LA DEFORMAZIONE PLASTICA È DONTA AL TOTO DELLE DISLOCAZIONI, IL PROCESSO CHE PRODUCE DEFORMAZIONE PLASTICA PER TOTO DI DISLOCAZIONI VIENE CHIAMATO "SCORRIMENTO". IL PIANO CRISTALLOGRAFICO LUNGO IL QUALE SI SPOSTA L'ASSE DELLA DISLOCAZIONE È IL "PANO DI SCORRIMENTO". (PIANO + DIREZIONE = SISTEMA DI SCORRIMENTO). IL NUMERO DI DISLOCAZIONI, O LA DENSITA' DI DISLOCAZIONI IN UN MATERIALE VIENE ESPRESSO COME CUNGITURA TOTALE DI DISLOCAZIONI PER UNITA' DI VOLUME [mm^3/mm^3] O COME NUMERO DI DISLOCAZIONI CHE INTERSECAVANO UN'AREA UNITARIA DI UNA SEZIONE QUALSIASI [$\text{U}^{\text{DISLOCAZIONI}}/\text{mm}^2$] (DENSITA' TIPICA IN UN DETALLO $\sim 10^3/\text{mm}^2$).

QUANDO I DETALI VENGONO DEFORMATI PLASTICAMENTE UNA PICCOLA FRAZIONE DI ENERGIA DI DEFORMAZIONE VIENE TRATTENUTA ALL'INTERNO (LA PARTE PIÙ GRANDE DI QUESTA RAPPRESENTA L'ENERGIA ASSOCIATA ALLE DISLOCAZIONI), L'ENERGIA RIMANENTE VIENE DISSIPATA SOTTO FORMA DI CALORE.

SI PUÒ DIRE CHE IL TOTO DELLE DISLOCAZIONI AVVIENE PREVALENTEMENTE NEI DETALI, FAVORITO DALLA STRUTTURA, NEI NON-DETTALI È DIFFICILE, OSTACOLATA DALLA NATURA DI CANCO (+;-).

● CURVE SFORZO-DEFORMAZIONE PER I POLIMERI



- A: POLIMERO FRAGILE: SI ROTTE NEL TRAILO ELASTICO DELLA CURVA
- B: MATERIALE PLASTICO: SIMILE AL TETALLO
- C: POLIMERI ELASTOMERI: GRANDI DEFORMAZIONI E RECUPERABILI
- ALLUNGATE MTO: POLIMERI >> TETALI > CERAMICI
- E: POLIMERI < TETALI < CERAMICI

NEI POLIMERI SI ASSURTE COME LIMITI DI SUPERVIVIMENTO IL PUNTO MASSIMO DELLA CURVA ALLA FINE DEL TRAILO ELASTICO TENDE LA RESISTENZA A TRAZIONE CORRISPONDE ALLA SOLLECITAZIONE ALLA QUALE AVVIENE ROTTURA.

LE CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI POLIMERI SONO MOLTO SENSIBILI ALLA VARIATIONE DI TEMPERATURA E ALLA VELOCITA' DI DEFORMAZIONE.

UN POLIMERO CHE PRESENTA UNA SUPERFICIE TRASPARENTE HA UNA STRUTTURA ATOMICA. UN POLIMERO CHE PRESENTA ZONE CRYSTALLINE DIVIENE PIU' OPACO, SPOSTANDOCI SULLA CURVA σ-ε VERSO DESTRA SI PRESENTA UN ALLUNGAMENTO PROGRESSIVO FINO A QUANDO LE FIBRE SI ALLINEANO.

● FRATTURA DEI MATERIALI

LA FRATTURA DI TIPO SEMPLICE E' LA SEPARAZIONE DI UN CORPO IN UNO O PIU' ELEMENTI COSTITUENTI, IN RISPOSTA AD UN CARICO IMPOSTO DI TIPO STATICO ED A TEMPERATURE CHE SONO BASSE RISPETTO ALLA TEMPERATURA DI FUSIONE DEL MATERIALE.

IN GENERALE ESISTONO 4 TIPI DIVERSI DI MECCANISMI DI FRATTURA:

- 1- FRATTURA FRAGILE: AVVIENE IN CAMPO ELASTICO, MATERIALI CERAMICI A T°C BASSE, RAPIDA;
- 2- FRATTURA DUTTILE: IN SEGUITO A DEF. PLASTICA, METALLICI, ESTENSIONE LENTA DELLA CRUCCA;
- 3- FRATTURA PER FATICA: AVVIENE IN SEGUITO ALL'APPLICAZIONE DI UN CARICO LIMITATO MA RIPETUTO;
- 4- FRATTURA PER CREEP: IN SEGUITO A DEF. PLASTICA DOLTA ALL'APPLICAZIONE DI UN CARICO COSTANTE E AL DI SOPRA DI UNA DATA TEMPERATURA;

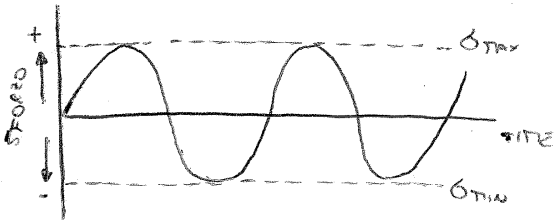
IL TIPO DI FRATTURA DIPENDE DALLA STRUTTURA DEL MATERIALE, DALLA TEMPERATURA E DALLA VELOCITA' DI APPLICAZIONE DEL CARICO.

A LIVELLO ATOMICO, PER AVERE UNA FRATTURA, E' NECESSARIO CHE LO SFORZO APPLICATO SIA UGUALE O SUPERIORE ALLO SFORZO NECESSARIO A SEPARARE PERMANENTEMENTE DUE PIANI ATOMICI E QUINDI A ROTTERE TUTTI I LEGAMI PRESENTI SU UNA SUPERFICIE.

OGNI PROCESSO DI ROTTURA AVVIENE IN DUE FASI: FORMAZIONE E PROPAGAZIONE DELLA CRUCCA, QUESTE DUE FASI INFLUENZANO IL TIPO DI ROTTURA

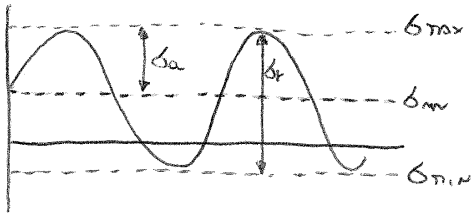
- ROTTURA FRAGILE: LE CRUCHE SI PROPAGANO IN MODO ESTREMAMENTE RAPIDO, SONO INSTABILI, CONTINUA SPONTANEAMENTE SENZA APPLICAZIONE DI CARICO, DIREZIONE DEL TOTO DELLA CRUCCA PERPENDICOLARE ALLA DIREZIONE DEL CARICO DI TRAZIONE APPLICATO.
- ROTTURA DUTTILE: INTENSA DEFORMAZIONE PLASTICA NELLE VICINANZE DELLA CRUCCA, PROCESSO LENTO, CRUCCA STABILE (RESISTE FINO ALL'AUMENTO DI CARICO), VISIBILE.
- ROTTURA COPPA-COLO: LA PARTE CENTRALE INTERNA DELLA SUPERFICIE APPARE DI FORMA IRREGOLARE E FIBROSA (INDICATIVO DELLA DEF. PLASTICA).
- ROTTURA IN MATERIALI ATOMI: SUPERFICIE RELATIVAMENTE LISIA E LUCIDA.
- FRATTURA INTERGRANULARE: ATTRAVERSA I GRANI
- FRATTURA TRANSGRANULARE: LA CRUCCA SEQUE I BORDI DI GRANO

a) CICLO A CARICO INVERTITO



ANDAMENTO SINUSOIDALE E REGOLE DEL TEMPO, DI AMPIEZZA SIMMETRICA, CON UN LIVELLO DI SFORZO MEDIO PARI A ZERO, ALTERNANDO DA UN MASSIMO SFORZO DI TRAZIONE AD UN MINIMO SFORZO DI COMPRESIONE

b) CICLO A CARICO RIPENTO



IN QUESTO CICLO DI CARICO IL MASSIMO ED IL MINIMO SONO ASIMMETRICI RISPETTO AL LIVELLO DI SFORZO NULO.

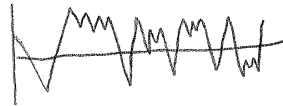
$|\sigma_{max}| > |\sigma_{min}| \quad \sigma_{mv} = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2}$

AMPIEZZA DEL CICLO DI SFORZO $\rightarrow \sigma_a = \frac{\sigma_r}{2} = \frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{2}$ INTERVALLO DEL CICLO

RAPPORTO DI CARICO $\rightarrow R = \frac{\sigma_{min}}{\sigma_{max}}$ ($R = -1$ IN CICLO INVERTITO)

c) CICLO A CARICO CASUALE

IL LIVELLO DI SFORZO PUO' VARIARE CASUALMENTE IN AMPIEZZA E FREQUENZA



PER VALUTARE LE PROPRIETA' A FATICA DI UN MATERIALE SI UTILIZZA UN DISPOSITIVO CHE SIMULA LE CONDIZIONI DI SFORZO CICLICO, ATTRAVERSO AD ESEMPLO FLESSIONE ROTANTE

● PROVA DI FATICA

"LA RESISTENZA A FATICA E' TOCCO INFLUENZATA DALLE CONDIZIONI DI SUPERFICIE DEL PROVINO" (LA FINITURA SUPERFICIALE DETERMINA LA RUGOSITA' DELLA SUPERFICIE E I MICROINTAGLI)

I CRACKS A FATICA INIZIANO CON LA FORMAZIONE DI UNA CRACKA SUPERFICIALE, CONSEGUONO CON LA PROPAGAZIONE DI QUESTA E SI CONCLUDONO CATASTROFICAMENTE QUANDO LA CRACKA HA RAGGIUNTO DI TENSIONI CRITICHE E LA SEZIONE DEL MATERIALE CHE SOPPORTA LE SOLLECITAZIONI E' NOTEVOLMENTE RIDOTTA.

TANTE VOLTE SI FORNANO DELLE CRACKA GIA' NELLA FASE DI FABBRICAZIONE DEL COMPONENTE. ALTRE RAZIONI CHE INFLUISCONO SOLO LA PRESENZA DI INCLUSIONI NON METALLICHE O I BORDI DI GRANO, IN CORRESPONDENZA DEI QUALI SI FORMANO ELEVATI SFORZI. INOLTRE LA FRATTURA PUO' INIZIARE SOTTO LA SUPERFICIE DEL PROVA (FATICA PER CONTATTO).

● FATTORI CHE INFLUENZANO LA VITA A FATICA

- ALL'AUMENTARE DELLO SFORZO TENDI SI HA UNA DIMINUIZIONE DELLA VITA A FATICA.
- EFFETTI SUPERFICIALI: IN TALI CASI, LO SFORZO MASSIMO SI HA IN SITI SUPERFICIALI.
- EFFETTI AMBIENTALI: LA FATICA TENDI E' INDOTTA A TEMPERATURE ELEVATE A CAUSA DI SOLLECITAZIONI TENDICHE FLUTTUANTI

$\delta = \alpha \cdot E \cdot \Delta T$
COEFF. DI ESPANSIONE TENDICA

LA FATICA A CORROSIONE AVVIENE PER AZIONE SIMULTANEA DI SFORZI CICLICI E ATTACCO CHIMICO.

TEMPERATURA DI TRANSIZIONE: È DEFINITA' COME LA TEMPERATURA CORISPONDENTE AL VALORE TERZO DI RESILIENTA TRA TASSITO E TUNTO (9)

SI PUO' DIRE INOLTRE CHE È LA TEMPERATURA IN CORISPONDENZA DELLA QUALE SI HA 50% FRAGILE E 50% FRATTURA DUTTILE E PER CUI SI HA ASSORBIMENTO DI ENERGIA DI

- 35 J PER PROVINO INTAGLIATO A "V" (KCV)
- 45 J PER PROVINO INTAGLIATO A "U" (KCU)

IN ESERCIZIO UN MATERIALE DOVRA' OPERARE A $T > T_{TRANSIZIONE}$.

I FATTORI CHE INFLUENZIANO LA TEMPERATURA DI TRANSIZIONE E LA RESILIENTA SONO:

- DIMENSIONE DEI GRANI: PIU' IL GRANO È FINO PIU' È BASSA LA T_T
- STRUTTURA DEL TRATTAMENTO: FCC NON HANNO T_T , CCC HANNO T_T
- COMPOSIZIONE CHIMICA

● PROVA DI DUREZZA

DUREZZA: RESISTENZA CHE LA SUPERFICIE DI UN MATERIALE OPPORE ALLA SCALFITURA, ALL'ABRASIONE E ALLA DEFORMAZIONE PLASTICA PER COMPRESSIONE.

LA MISURA COPROVA LA CREAZIONE DI UN'IMPRONTA SULLA SUPERFICIE DEL TRATTAMENTO RESISTENTE UN CARICO STATICO DI COMPRESSIONE TENUTO COSTANTE PER UN CERTO TEMPO

I METODI TRADIZIONALI I QUALI È DETERMINATA LA DUREZZA SONO BASATI SULLA VALUTAZIONE DELLE DIMENSIONI D'IMPRONTA LASCIATA O DELLA PROFONDITA' DI PENETRAZIONE DELLA PUNTA.

- ROCKWELL: MISURA LA PROFONDITA', A DIFFERENZA DELLE ALTRE CHE MISURANO LA DIMENSIONE DELL'IMPRONTA DI PENETRAZIONE
- BRINNEL: IL PENETRATORE È UNA SFERA, IL NUMERO DI DUREZZA BRINNEL (HB) È FUNZIONE SIA DELL'ENTITA' DEL CARICO APPLICATO CHE DEL DIAMETRO DELL'IMPRONTA.
- KNOOP E VICKERS: IL PENETRATORE È UN PICCOLO DIAMANTE A GEOMETRIA PIRAMIDALE

LA DUREZZA È PROPORZIONALE AL CARICO DI ROTTURA (T_S):

$T_S (MPa) = 3,45 \cdot HB$ → RISULTATI SONO ACCETTABILI

● MODIFICA DELLE PROPRIETA' MECCANICHE:

LE PROPRIETA' CHE SI POSSONO MODIFICARE SONO QUELLE ESTRINSECHE, QUALI IL LIMITE ELASTICO, LA RESISTENZA A TRAZIONE O LA DUREZZA, QUESTO ATTRAVERSO TRATTAMENTI TERMICI, MECCANICI O CON LA FORMAZIONE DI LEGHE.

"IMITANDO ED OSTACOLANDO IL MOVIMENTO DELLE DISLOCAZIONI SI RENDE UN MATERIALE PIU' DURO E PIU' RESISTENTE".

ACCIAIO (4)

• FERRO PURO

OLTRE ALLA FUSIONE, IL FERRO PURO PRESENTA DUE TRASFORMAZIONI DI FASE ALLO STATO SOLIDO; LE TEMPERATURE CORISPONDENTI VENGONO INDICATE CON A_3 E A_4 .

LA PROPRIETÀ DI ESISTERE IN DIVERSE FORME SI CHIAMA "ALLOTROPIA"

- 1) FERRITE α : $T < 912^\circ\text{C}$, SOLUZIONE SOLIDA INTERSTIZIALE DI C IN Fe (CCC) STABILE. LA MASSIMA STABILITÀ SI HA A 723°C E VALE $0,02\%$, MENTRE A TEMPERATURA AMBIENTE SI RIDUCE AD $1/3$
- 2) AUSTENITE γ : $912^\circ\text{C} < T < 1394^\circ\text{C}$, SOLUZIONE SOLIDA INTERSTIZIALE DI C IN FERRO (CCF). LA SOLUBILITÀ MASSIMA SI HA A 1143°C (TEMPERATURA EUTETTICA) E VALE CIRCA $2,06\%$
- 3) FERRITE δ : $T > 1394^\circ\text{C}$, SOLUZIONE SOLIDA INTERSTIZIALE DI C IN Fe (CCC). LA SOLUBILITÀ MASSIMA È DI $0,09\%$ A 1394°C
- 4) LIQUIDO : TEMPERATURA DI FUSIONE 1538°C

• PUNTI CRITICI NEL SISTEMA Fe-C

DEFINIZIONI:

A_1 : LUOGO DEI PUNTI T LIMITE INFERIORE DI ESISTENZA DI γ (723°C)

A_3 : LUOGO DEI PUNTI T CHE SEPARANO IL CAMPO DI γ DA QUELLO DEL SISTEMA BIFASICO $\gamma + \alpha$

A_4 : LUOGO DEI PUNTI T CHE SEPARANO IL CAMPO DI γ DA QUELLO DEL SISTEMA BIFASICO $\gamma + \delta$

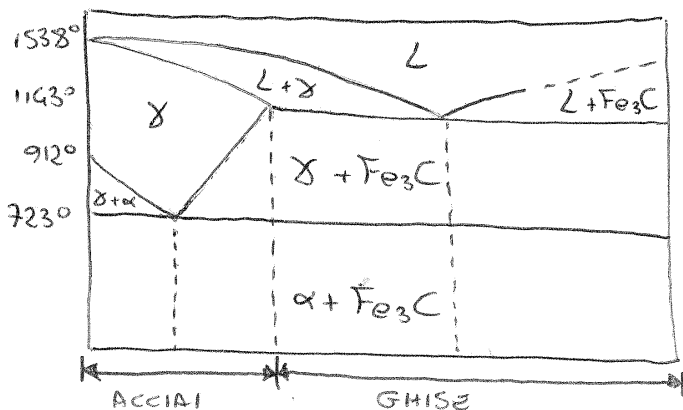
A_{cm} : LUOGO DEI PUNTI T CHE SEPARANO IL CAMPO DI γ DAL SISTEMA BIFASICO $\gamma + \text{Fe}_3\text{C}$ [CORRISO DI FERRO] (O CEMENTITE)

PER OGNI PUNTO DEI PUNTI CRITICI SI PUÒ DISTINGUERE:

A_e : T DI EQUILIBRIO ALLA TRASFORMAZIONE

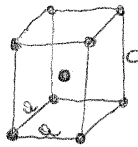
A_c : T AL QUALE LA TRASFORMAZIONE AVVIENE TRATTE RISCALDAMENTO (A_r) → RA FREDDAMENTO

PER SEMPLIFICAZIONE IL DIAGRAMMA, SI CONSIDERA NELLA SOLUBILITÀ DI C NEL RETICOLO CCC DEL FERRO α E SI TRASCURA L'ESISTENZA DELLA REAZIONE PERITETTICA.



LA TRIPENSITE APPARE SOTTO FORMA DI RACCHETTE CON RETICOLO TETRAGONALE A CORPO CENTRATO.

LA TRASFORMAZIONE DA UN RETICOLO FCC AD UNO TETRAGONALE AVVIENE CON AUMENTO DEL VOLUME



$$\frac{c}{a} = 1 + 0,045 (\% C)$$

LA TRIPENSITE E' CARATTERIZZATA DA UNA DUREZZA MOLTO ELEVATA DOWTA A: UN'ELEVATA DENSITA' DI DISLOCAZIONI, INCREMENTO PER INFLUENZA DEL C IN SOLUZIONE SOLIDA INTERSTITIALE.

DA RICORDARE CHE LA TRASFORMAZIONE TRIPENSITICA E' QUASI INSTANTANEA, AD OGNI TEMPERATURA UNA DETERMINATA FRAZIONE DI AUSTENITE SI TRASFORMA IN TRIPENSITE, SE LA TEMPERATURA FINALE E' SUPERIORE A "M_T". AL TERMINE DEL RAFFREDDAMENTO SI OTTENG' AUSTENITE RESIDUA.

I DIAGRAMMI CCT PERMETTONO DI RAPPRESENTARE CONTEMPORANEAMENTE LE DIFFERENTI TRASFORMAZIONI MICROSTRUTTURALI, COMPRESSE QUELLE NON RAPPRESENTABILI NEI DIAGRAMMI DI FASE. (CONTINUOUS COOLING TRANSITION) IN QUESTI DIAGRAMMI SI HANNO ZONE IN CUI LE FASI RISULTANO STABILI, ALTRE METASTABILI, E ALTRE IN CUI SI HANNO TRASFORMAZIONI MICROSTRUTTURALI.

● TRATTAMENTI DEGLI ACCIAI:

- RICOTTURA:

UN ACCIAIO PUO' PRESENTARE ALL'INTERNO DELLA SUA STRUTTURA DISOMOGENEITA' DI VARIA NATURA ED ORIGINE (SEGREGAZIONE, INQUADIMENTO, SPURSI RESIDUI DA SONDATURE).

"I TRATTAMENTI DI RICOTTURA PERMETTONO ALL'ACCIAIO DI AVVICINARSI AD UNO STATO DI EQUILIBRIO TERMODINAMICO, ELIMINANDO, ALMENO IN PARTE, LE SUDDETTE DISOMOGENEITA'."

IL CICLO CONSISTE IN UN RISCALDAMENTO AD UNA TEMPERATURA OPPORTUNA (IN TOTO DA RENDERE L'ACCIAIO AUSTENITICO) SEGUE UNA TEMPERANZA PER UNA DURATA OPPORTUNA, RAFFREDDAMENTO EFFETTUATO IN FOLLO.

1- RICOTTURA COMPLETA:

$$\text{MANTENIMENTO A } \begin{cases} T = A_3 + 50 \text{ (IPO-EUTETTOIDICI)} \\ T = A_1 + 50 \text{ (IPER-EUTETTOIDICI)} \end{cases} \left[\begin{array}{l} \text{RAFFREDDAMENTO} \\ \text{LENTO} \end{array} \right]$$

DUREZZA ELEVATA (MOLLE)

IPO-EUTETTOIDICI: FEMITE E PERLITE RELATIVAMENTE GROSSOLANE, RESISTENZA E DUREZZA ~~ALTA~~

IPER-EUTETTOIDICI: EQUILIBRIAZIONE PARTIALI DELLA AUSTENITE CON AUMENTO DELLA RESISTENZA.

2- RICOTTURA DI SOCCORRIMENTAZIONE (O DIFFUSIONE)

MANTENIMENTO IN CORPO AUSTENITICO (1000 - 1200 °C), RISULTA L'ELIMINAZIONE (O ALMENO UN RIDUZIONE) DELLA MICROSEGREGAZIONE

3- RICOTTURA DI NORMALIZZAZIONE

RISCALDAMENTO SENZA MANTENIMENTO PROLUNGATO, AD UNA TEMPERATURA LEGGERMENTE SUPERIORE AD A₃ (PER GLI IPER-EUTETTOIDICI A₁), IN TOTO DA OTTENERE AUSTENITE A GRANO FINO. RAFFREDDAMENTO A VELOCITA' CONVENIENTE, IN TOTO DA OTTENERE UNA FERRITO-PERLITICA FINA.

ACCIAI DA COSTRUZIONE (S)

SI POSSONO CONSIDERARE CINQUE GRANDI CATEGORIE DI ACCIAI:

- ACCIAI DA COSTRUZIONE
- ACCIAI SPECIALI DA COSTRUZIONE
- ACCIAI INOSSIDABILI
- ACCIAI PER USI PARTICOLARI
- ACCIAI DA UTENSILI

● ACCIAI DA COSTRUZIONE DI USO GENERALE

NELLA TAGLIA PRIMA DEI CASI SONO BASSOLEGATI (E' CONSIDERATO UN ACCIAIO LEGATO QUALSIASI ACCIAIO PER IL QUALE ALMENO UN LIMITE INDICATO NEL PROSPETTO "I" [UNI-EN 10020] VENGA SUPERATO ANCHE SOLO PER UN ELEMENTO, IN PARTICOLARE PER I BASSOLEGATI NESSUN ELEMENTO AL DI SOPRA DEL 5%).

SONO POSTI IN OPERA SENZA TRATTAMENTO TERMICO (AL MASSIMO DOPO NORMALIZZAZIONE), VENGONO RICHIESTE BASSE PROPRIETA' TECNICHE QUINDI UN VALORE LIMITE DI CARICO DI SNERVAMENTO, CIO' PUO' ESSERE OTTENUTO MEDIANTE AFFINAMENTO DEL GRANO CON PRECIPITAZIONE DI SECONDE FASI, INCUBIMENTO DI DEFORMAZIONE PLASTICA A FREDDO, RAFFORZAMENTO PER SOLIDIFICAZIONE SORDA (TIANGOMBE T_M E SILICIO Si), RAFFORZAMENTO PER DISPERSIONE DI PRECIPITATI (Nb, Ti, V), PRESENZA DI BAINITE E/O TRUSINITE.

IN QUESTI ACCIAI, USATI IN PARTICOLARE PER SALDATURE, BULLONATURE E CHIODATE, IL CARICO DI SNERVAMENTO $R_s < 500 MPa$ ED $A_{10} < 26$ ($C\% 0,18-0,26$; $Mn\% 0,40-0,85$; $S\% 0,40-0,65$)

SI INTRODUCONO ELEMENTI DI LEGA PER AUMENTARE R_s , IN PARTICOLARE E' CONSIGLIATO AUMENTARE IL TENORE DI $C\%$.

$$R = R_{Fe} + \underbrace{\Delta R_C}_{\substack{\text{INFLUITO} \\ \text{DAL TRATTAMENTO} \\ \text{TERMICO}}} + \underbrace{\sum \Delta R_{el}}_{\substack{\text{NON INFLUITO} \\ \text{DAL TRATTAMENTO} \\ \text{TERMICO}}}$$

$\left\{ \begin{array}{l} \text{RELAZIONE ETANICA PER CONFERIRE} \\ \text{LA RESISTENZA MECCANICA CON} \\ \text{LA COMPOSIZIONE CHIMICA.} \end{array} \right.$

- ACCIAI "CORTEN" - 1933 (UNITED STATES STEEL CORPORATION)

COR: CORROSION RESISTANCE - TEN: TENSILE STRENGTH, SONO ACCIAI BASSO LEGATI DEFINITI PRONATI, LA COMPOSIZIONE NEGLI ANNI E' STATA MIGLIORATA (+Ni -P) FINO AL RAGGIUNGIMENTO DI $R_s \cong 680 MPa$. ($C\% 0,2-0,5$; $Mn\% 0,5-1,5$; $P\% 0,1-0,2$)

LA PRINCIPALE PROPRIETA' E' QUELLA DI AUTOPROTEGGERSI DALLA CORROSIONE ELETTRO-CHIMICA, MEDIANTE LA FORMAZIONE DI UNA PELLE SUPERFICIALE, COSTITUITA DAGLI OSSIDI DEI SUOI ELEMENTI DI LEGA, TALE DA IMPEDIRE IL PROGESSIVO ESTENDERSI DELLA CORROSIONE.

LA FORMAZIONE DI QUESTO FILM SUPERFICIALE PASSIVANTE, AVVIENE PERO' SOLO IN PRESENZA DI DETERMINATE CONDIZIONI AMBIENTALI QUALI ESPOSIZIONE ALL'ATMOSFERA, ALTERNANZA DI CICLI DI BAGNATURA E ASCIUGATURA, ASSENZA DI CONTATTI PERMANENTI CON ACQUA. IN CASO CONTRARIO L'ACCIAIO "CORTEN" SI COMPORTA COME UN COMUNE ACCIAIO AL CARBONIO.

- ACCIAI DA COSTRUZIONE

TRATTAMENTO TERMICO - CHIMICO + TRIPRA + RINVENIMENTO A 150°C

IL TENORE DI C È BASSO SIA PER AVERE UNA BUONA COSTRUZIONE, SIA PER AVERE UN'ELEVATA TENACITÀ NEL CUORE.

$$C < 0,2 \quad Cr < 2$$

$$\Gamma_N < 2 \quad \Gamma_0 < 0,5$$

$$Ni < 5$$

- ACCIAI PER TOLLE

ELEVATO VALORE DI R_s (TIPICA CARATTERISTICA), OTTENUTO AGENDO SIA SULLA COMPOSIZIONE CHIMICA CHE SULLA TEMPERATURA DI RINVENIMENTO (400-500 INVECE CHE 600°C)

NEL CASO DI ACCIAI NON LEGATI TENORE DI C PIU' ALTO ELEVATI, TANTO NEL CASO DI ACCIAI LEGATI BASSI VALORI DI C, MA TENORE PIU' ELEVATI DI Si e Mn (<2%).

- ACCIAI AUTOTEMPRAANTI

PRENDONO TRIPRA DOPO UN SEMPLICE RAFFREDDAMENTO ALL'ARIA, VENGOLO RINVENITI A 200°C OTTENENDO RESISTENZE ELEVATISSIME (2000 MPa) CON TENACITÀ IMPORTANTI, DOPO LA RICOTTURA HANNO STRUTTURA PERLITICA

$$0,3 < C < 0,5 \quad 3 < Ni < 6 \quad 1 < Cr < 2$$

- ACCIAI PER FUNI

ELEVATA RESISTENZA A TRAZIONE, A TORSIONE, A PIEGAMENTO E TENACITÀ, SCELTA OTTIMALE DELLA COMPOSIZIONE CHIMICA, DEFORMAZIONE PLASTICA E TRATTAMENTO TERMICO.

$$0,2 < C < 0,9 \quad \rightarrow R_m \approx 1800 MPa$$

● ACCIAI SPECIALI DA COSTRUZIONE PER PARTICOLARI APPLICAZIONI

SI RICORDANO GLI ACCIAI PER LAVORAZIONI AD ELEVATA VELOCITÀ, CON PERCENTUALI NOTEVOLI DI S (0,1 - 0,22) ED UN CONTENUTO NON TRASCURABILE DI Pb

● ACCIAI SPECIALI DA COSTRUZIONE CON ELEVATISSIME CARATTERISTICHE

"ACCIAI MARAGING": ACCIAI DA TRIPRA.

NON È NECESSARIA LA PRESENZA DI C, ANZI È DANNOSA (<0,03%)

TENORE DI Ni, $17 < Ni < 23$, QUESTO PERCHÉ SE (<17) LA STRUTTURA RESTA PARZIALMENTE FERRITICA TANTO SE (>23) SI HA AUSTENITE RESIDUA NON TRASFONATA

$$3 < \Gamma_0 < 5 ; 7 < C_0 < 9 ; \text{SI RAGGIUNGONO RESISTENZE } \approx 2000 MPa$$

LA TRASFONAZIONE TRIPRITICA AVVIENE ANCHE IN CONDIZIONI ISO TERME, LA TRIPRA HA UN RETICOLO CCC, LA TENACITÀ È OTTIMA, LA STRUTTURA RESTA INVARIATA FINO A CIRCA 500°C E SOLO SOTTOPOSTI AL PROCESSO DI INVECCHIAMENTO DELLA TRIPRA ("TRIPRA AGEING")

- ACCIAI INOSSIDABILI AUSTENITICI
(POSSEGGONO A₁ E A₃ QUANTO T < 20°C)

SOLO ESPOSTI AL PERICOLO DELLA SENSIBILIZZAZIONE (600 + 700°C) CHE RENDE POSSIBILE L'ATTACCO CORROSIONE, PER EVITARLO BASTA ABBASSARE IL TENORE DI "C" (0,02%)
VENGONO USATI A BASSE TEMPERATURE PERCHÉ NON È SUSCETTIBILE LA TRANSIZIONE DUTTILE - FRAGILE, AD ALTE TEMPERATURE SI VERIFICANO PRECIPITAZIONI DI CARBURI E SEGREGAZIONI DI FASE δ.

- ACCIAI DUPLEX (AUSTENICO - FERRITICI, δ-α)

ELEVATE CARATTERISTICHE MECCANICHE, MIGLIOR COMPORTAMENTO A CORROSIONE SOTTO STRESS E PER PITTING

SI CARICA UN INDICE "PRE":

$$PRE = \%Cr + 3,3 \cdot (\%Ti + 0,5 \cdot \%W) + 16 \cdot \%N$$

SE PRE > 40 → SUPER DUPLEX

35 < PRE < 39 → DUPLEX STANDARD

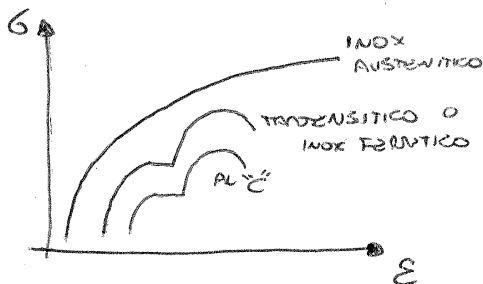
25 < PRE → DUPLEX SENZA TOLIBIDENO

● POTENZIALITÀ DELL'ACCIAIO INOSSIDABILE IN COSTRUZIONI ANTISISMICHE

IL FATTO CHE ABBIAMO UNA RESISTENZA ALLA CORROSIONE ELEVATA PERMette AD UTILIZZARE QUESTI ACCIAI ALL'INTERNO DEL CALCESTRUZZO ARMATO.

IN ESIZIA IN PARTICOLARE AUSTENITICI E DUPLEX (FERRITICI POCO CONSIGLIATI)

VENGONO UTILIZZATI IN ANTISISMICO PERCHÉ HANNO LA PRESSIONE DI ALLUNGARSI ABBONDANTEMENTE PRIMA DI ARRIVARE A ROTTURA, QUINDI FORNIBILITÀ.



AL CRESCERE DELLA VELOCITÀ DI DEFORMAZIONE:

- PER INOX SI HA UNA COSTANTE CRESCITA' DELLE CARATTERISTICHE

- PER UN ACCIAIO COME USUALE SI HA UNA DECRESCITA' DELLE CARATTERISTICHE

COMPORTAMENTI SIMILI SI HANNO ANCHE A BASSE TEMPERATURE, COSA CHE NON VALE PER I TRADIZIONALI.

● RESISTENZA AL FUOCO

L'INOX DI SERIE AUSTENITICA CONSUMA POCO IL CALORE, DI CONSEGUENZA AVM' UN INERZIA TERMICA SUPERIORE RISPETTO ALL'ACCIAIO AL CARBONIO.

PER CONTRO, LA PERDITA DI PROPRIETÀ MECCANICHE PER TEMPERATURE > 500°C RISULTA COMUNQUE INFERIORI RISPETTO ALL'ACCIAIO AL CARBONIO.

A 800°C, L'ACCIAIO AL C HA PERSO QUASI TUTTE LE PROPRIETÀ (CEDE POCO SUBITO E TRAVASSITO DOPO), MENTRE L'ACCIAIO INOX HA ANCORA IL 50% DELLE PROPRIETÀ MECCANICHE (PERDITA COSTANTE).

● **TROVARE PRIME**

I VETRI COMUNI SONO PRODOTTI A PARTIRE DA UN MISCHIO UOMO COMPOSTO PRINCIPALMENTE DA SILICE, SODA, E CALCE, "FUSO" AD UNA TEMPERATURA DI CIRCA 1500°C FINO AD OTTENERE UNA MASSA VISCOSA.

LE TROVARE PRIME SONO:

- **FOFATORI (VETRIFICANTI):**

SOSTANZE CHE LA SILICE (SiO_2) CHE POSSONO INDURRE LA FORTAZIONE DI UNA STRUTTURA VETROSA AL RAPPRESENTAMENTO, DOPO FUSIONE. POSSONO ESSERE USATI DA SOLI OD IN COMBINAZIONE TRA LORO.

ANIDRIDE BOVCA (B_2O_3), FOSFORICA (P_2O_5), OSSIDO DI TELURO (TeO_2).

- **TODIFICATORI (FOFENTI):**

SOSTANZE CHE NON SONO IN GRADO DI VETRIFICARE MA HANNO LA FUNZIONE DI ABBASSARE LA TEMPERATURA DI "FUSIONE" DEL VETRIFICANTE.

L'ADDIZIONE DI OSSIDI DI METALLI ALCALINI (Na_2O) O ALCALINO-TERROSI (CaO), PROVOCANO L'INTERRUZIONE DEL RETICOLO ATOMICO, SONO DEBOLMENTE LEGATI AD ESSO E SONO RELATIVAMENTE LIBERI DI DIFFONDERE (TODIFICATORI)

ESEMPIO → LA TEMPERATURA DI FUSIONE DELLA SILICE PURA È TACCIERE DI 1700°C, VIENE RIDOTTA FINO A CIRCA 700°C

- **OSSIDI INTEREDI:**

SOSTANZE CHE NON SONO IN GRADO DI VETRIFICARE, MA IN QUANTITÀ LIMITATA POSSONO ENTRARE A FAR PARTE DEL RETICOLO DI UN ALTRO OSSIDO FORTAZIONE

ALLUMINA (Al_2O_3), OSSIDO DI TITANIO (TiO_2), ZIRCONIA (ZrO_2)

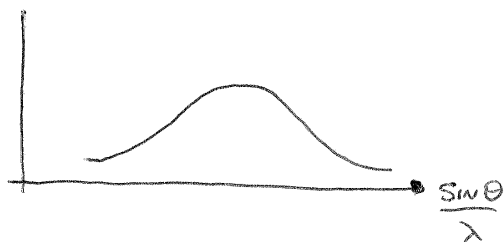
ECCEZIONE: OSSIDO DI PIOMBO (PbO) → COMPENSAMENTO INSCRITO, ANCHE IN GRANDI QUANTITÀ (20 mol%) ENTRA A FAR PARTE DEL RETICOLO, LO IONE Pb^{2+} FA DA PONTE TRA DUE IONI DI OSSIGENO DI DUE TETRAEDI CONTIGUI (IN VETRI BINARI CON SILICE).

● **DETERMINAZIONE DELLA STRUTTURA.**

SI UTILIZZA LA DIFFRAZIONE A RAGGI X CHE NASCE DALLA SOMMA COERENTE DI TUTTE LE ONDE ELETTROMAGNETICHE DIFFUSE DAGLI ATOMI CHE SI TROVANO LUNGO UNA STESSA FASCIA DI ATRI RETICOLI → "SCATTERING ELASTICO COERENTE"

LA DIFFRAZIONE A RAGGI X DI UN VETRO NON PRESENTA PICCHI, MA UN ARCO DOWTO ALL'ASSENZA DI ORDINE A LUNGO RAGGIO.

2θ : POSIZIONE ANGOLARE



- TEORIA DI GRIFITH

DURANTE LA PROPAGAZIONE DI UNA CRACK IL TERMINALE:

- 1- CEDA ENERGIA DI DEFORMAZIONE ELASTICA;
- 2- ASSORBE ENERGIA SUPERFICIALE PER LA CREAZIONE DI DUE NUOVE SUPERFICI ALL'APICE DI CRACK;

SECONDO LA TEORIA DI GRIFITH, UNA CRACK ELITTICA SI PROPAGA SOLO QUANDO RIESCE A SUPERARE LA TENSIONE CRITICA " σ_c ": SUPERATA LA QUALE IL DIFETTO SI PROPAGA.

$$\sigma_c = \left(\frac{2E\gamma_s}{\pi a} \right)^{1/2} \left[\begin{array}{l} \text{PER MATERIALI} \\ \text{FRAGILI} \end{array} \right] \quad \sigma_c = \left(\frac{2E(\gamma_s + \gamma_p)}{\pi a} \right)^{1/2} \left[\begin{array}{l} \text{PER MATERIALI} \\ \text{DUTILI} \end{array} \right]$$

γ_s : ENERGIA SUPERFICIALE SPECIFICA; γ_p : ENERGIA SUPERFICIALE DI DEFORMAZIONE PLASTICA

LA VELOCITA' DI RILASCO DELL'ENERGIA CRITICA DI DEFORMAZIONE VIENE RAPPRESENTATA CON " G_c "

$$G_c = 2(\gamma_s + \gamma_p) \rightarrow G_c = \frac{\pi \sigma_c^2 a}{E}$$

LA CRACK SI PROPAGA QUANDO $\frac{\sigma^2 \pi a}{E} > G_c$ (CRITERIO DI GRIFITH)

SI DEFINISCE ANCHE IL FATTORE DI INTENSIFICAZIONE DEGLI SFORZI " K "

$$K = (G_c \cdot E)^{1/2} = Y \cdot \sigma \cdot (\pi \cdot a)^{1/2} \quad \text{CON } Y: \text{FATTORE ADIMENSIONALE (DIPENDE DALLA GEOMETRIA DEL PROVAIO E DELLA CRACK)}$$

PER I MATERIALI FRAGILI LA FRATTURA SI PROPAGA PER $\sigma > \sigma_c$ ED IL FATTORE " K " E' DEFINITO "TENACITA' ALLA FRATTURA".

- ALTRE PROPRIETA' MECCANICHE DEI VETRI:

LA RESISTENZA A COMPRESSIONE DEL VETRO IN LASTRA E' MOLTO ELEVATA, TA NEHA ALTA IL SUO VALORE UNITARIO DI ROTTURA E' 1000 MPa

LE SOLLECITAZIONI A FLESSIONE DETERMINA NELLA LASTRA UNA FACCIA IN STATO DI COMPRESSIONE E L'ALTRA IN TRAZIONE, PER LASTRE "FLOAT" RICORTE (40 MPa) PER LASTRE "FLOAT" RETRIARDS (120 MPa).

LA ROTTURA DI UN VETRO PUO' VERIFICARSI ANCHE IN UN TEMPO LUNGO DI APPLICAZIONE DI SOLLECITAZIONE, PERCHE' LA SUA RESISTENZA MECCANICA DIMINUISCE NEL TEMPO A CAUSA DELLA FATIGA STATICA, (ATTRIBUITA AD ESATTO AL VALORE D'ACQUA PRESENTE E DIFFUSO VERSO L'APICE)

FRECCIA D'INFLESSIONE (f): DEFINISCE L'ABBASSAMENTO MASSIMO IN TERRELLA DELLA LASTRA E VIENE CONTENUTA TRA 1/150 E 1/200 DELLA DIAGONALE DELLA LASTRA. SE LA LASTRA E' UTILIZATA IN APPLICAZIONI STRUTTURALI 1/300 E 1/500 DELLA DIMENSIONE TRAZIONE.

Coefficiente di sicurezza: RAPPORTO TRA CARICO UNITARIO DI ROTTURA ED IL CARICO UNITARIO AMMISSIBILE O DI LAVORO DEL VETRO, DI NOVA PARI A 2.

DIMENSIONAMENTO DELLE LASTRE; SI DETERMINA CON LE RELAZIONI DI "TITO SHENKO" NEL CASO APPLICATIVO PIU' SEMPLICE DI LASTRE RETTANGOLARI VINCOLTI AI BORDI PER SEMPLICE APPOGGIO E SOLLECITATE DA VENTO E/O MARE ASSUMTI CON UNIFORMEMENTE DISTRIBUITI

$$N = E \cdot A \cdot \epsilon \quad ; \quad T = G \cdot A^* \cdot \gamma \quad ; \quad M = E \cdot J \cdot \chi$$

● VETRO : PRODUZIONE

- 1- LE MATERIE PRIME VENGONO MACINATE FINO AL RAGGIUNGIMENTO DI POLVERE, VENGONO MISCIATE IN BASE A DELLE PERCENTUALI, A SECONDA DEL VETRO CHE VOGLIANO OTTENERE.
VIENE MISCIATO TUTTO ASSIEME INSIEME AD ANCHE ROTTAMI DI VETRO DERIVANTI DA PROCESSI VECCHI PER FACILITARE LA FORMAZIONE DELLA PASTA LIQUIDA.
- 2- LA FUSIONE AVVIENE A CIRCA 1500°C PER OTTENERE FLUIDITÀ E' OMOGENEITÀ.
QUESTA AVVIENE IN DUE TIPI DI Forni :
- A CROGIOLO : PER PICCOLI VOLUMI ;
- A BACINO : PER PRODURRE TAGGIOLI ;
(QUESTI ULTIMI SONO RIVESTITI DA MATERIALI PARTICOLARI PERCHÉ IL VETRO FUSO PUÒ PROVOCARE CORROSIONE)
- NR. È FONDAMENTALE CHE LE MATERIE PRIME ABBIAMO UN GRADO DI UMITÀ CONTROLLATO AD ALTO GRADO, SI RISCHIA LA CREAZIONE DI BOLLE AVENDO A ROVINARE IL PRODOTTO FINALE, VIENE QUINDI EFFETTUATO UN PROCESSO DI "AFFINAZIONE".
- 3- SEGUE LA FORMAZIONE : LA PASTA VETROSA VIENE RAFFREDDATA FINO ALLA TEMPERATURA DI LAMINAZIONE DEL VETRO
- 4- LA RICOTTURA AVVIENE CONTINUANDO A RAFFREDDARE, CON QUESTO PROCESSO RITINGONO TENSIONI RESIDUE ALL'INTERNO DELLA STRUTTURA (SI TRA SUPERFICIE E CUORE).
QUINDI VIENE MANTENUTA QUESTA TEMPERATURA DI RICOTTURA PER 15 MINUTI, IN TUTTO DA ELIMINARE LE TENSIONI RESIDUE, SEGUITO DA RAFFREDDAMENTO TOLTO LENTO.
- 5- IN ALCUNI CASI I TRADIZIONALI VETROSI POSSONO ESSERE SOTTOPOSTI A TRATTAMENTO VIA FISICA (TENSICA) O PER VIA CHIMICA.
SERVONO PER CREARE NEL VETRO DUE TENSIONI PERMANENTI, DI COMPRESSIONE IN SUPERFICIE E DI TRAZIONE NEL CUORE, CHE A DIFFERENZA DI PRIMA SONO LOCALIZZATE E BEN SPECIFICATE. SI OTTIENE COSÌ UN MATERIALE STRATIFICATO.
- 6- L'ULTIMA FASE CONSISTE NEL CONTROLLO (ESEMPIO DI DIFETTI SUPERFICIALI)

● FORMAZIONE

- DI LASTRE PIANEVETRANE : "IL PROCESSO FLOAT" È IL PIÙ UTILIZZATO, DOPO LA LAMINAZIONE, IL VETRO GALLEGGIA SU STAGNO FUSO. LA SUPERFICIE INFERIORE È A CONTATTO CON IL METALLO FUSO, QUELLA SUPERIORE VIENE SPANNA TRAMITE PULITURA A FUOCO.
DOPO LA FORMAZIONE, IL NASIRO DI VETRO VIENE SOTTOPOSTO AD UN TRATTAMENTO DI RICOTTURA. SI RAFFREDDA POI LENTAMENTE FINO AL PUNTO DI TENSIONE, TEMPERATURA AL DI SOTTO DELLA QUALE SI PUÒ RAFFREDDARE VELO CEMENTE SENZA CREARE TENSIONI PERMANENTI. IL PROCESSO DI VETRO "FLOAT" HA RIPRISTINATO LA TIRATURA ORIZZONTALE E LA TIRATURA VERTICALE, CON LE QUALI ADV SI AVEVA PERZETTA PLAVANTIA'.
- DI ALTRI PRODOTTI VETROSI :
1- SOFFIATURA MECCANICA : PRELIEVO DEL VETRO TRAMITE ASPIRAZIONE, TAGLIO, SOFFIATURA, TRASFERIMENTO NELLO STAGNO EMITTORE, SOFFIATURA FINALE
2- FILATURA : TRASPORTEMENTO DEL VETRO FUSO ALLA FIBRA ATTRAVERSO UN CONDOTTO RISCALDATO, LA FILATURA SI OTTIENE PER TIRATURA, CONTROFUGAZIONE O SOFFIATURA.

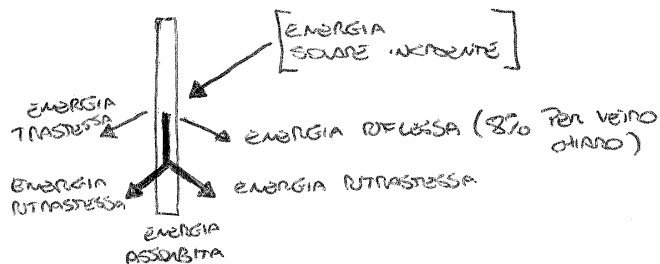
● VETRI SPECIALI PER IL CONTROLLO SOLARE E PER L'ISOLAMENTO TERMICO

NEGLI ITAGGI DEL VETRO IN EDILIZIA E' FONDAMENTALE CONSIDERARE IL SUO RUOLO NEL CONSUMO DI ENERGIA DEGLI EDIFICI (SOPRATTUTTO NELLA CLIMATIZZAZIONE DEGLI AMBIENTI)

E' IMPORTANTE QUINDI SCEGLIERE IL VETRO PIU' EFFICIENTE ENERGETICAMENTE PER RIDURRE I COSTI DEL CONDIZIONAMENTO ESTIVO E/O RISCALDAMENTO INVERNALE ATTRAVERSO:

- ATTENUAZIONE DEGLI EFFETTI DELL'IRRADIAZIONE SOLARE TROPPO FORTE O DIRETTA (NEL PERIODO ESTIVO)
- MIGLIORAMENTO DELL'ISOLAMENTO TERMICO DELLE VETRATE (PERIODO INVERNALE).

N.B.: IRRAGGIAMENTO SOLARE ED EFFETTO SERBA.



L'IRRAGGIAMENTO VARIA DA ZONA A ZONA, IN BASE ALLA LATITUDINE, ALLA VELOCITA' E ALLA PRESENZA DI POLVERI INQUINANTI.

SI FORMA CALORE TRAMITE CONVERSIONE ED IRRAGGIAMENTO IN BASE ALLA TEMPERATURA DELLE DUE FACCE E DALL'EMISSIONE SUPERFICIALE.

EMISSIONE (E): RAPPORTO TRA ENERGIA RADIANTE EMESSA DA UNA SUPERFICIE E QUELLA CHE SAREBBE EMESSA DA UN CORPO NERO CON STESSA AREA E TEMPERATURA.

LA QUANTITA' DI ENERGIA ASSORBITA DIPENDE DALLA COMPOSIZIONE DEL VETRO (COLORANTI) E DALLA LUNGHEZZA D'ONDA DELLA LUCE INCIDENTE.

PER I VETRI NON TRATTATI, CIRCA 1/3 DELL'ENERGIA ASSORBITA E' RITRASPRESA VERSO L'INTERNO DEL APPARTAMENTO.

ALL'INTERNO DEL LOCALE GIUNGOLO L'ENERGIA DIRETTAMENTE TRASPRESA ED UNA PARTE DELL'ENERGIA ASSORBITA CHE VIENE RITRASPRESA.

$$\text{FOTONE SOLARE} = \frac{\text{ENERGIA TOTALE TRASPRESA}}{\text{ENERGIA INCIDENTE}}$$

EFFETTO SERBA: L'ENERGIA TRASPRESA DAL VETRO E' ASSORBITA DAI CORPI PRESENTI NELL'AMBIENTE, CHE DI CONSEGUENZA AUMENTANO LA PROPRIA TEMPERATURA PORTANDO ALL'EMISSIONE DI RADIAZIONE "IR" A LUNGHEZZE D'ONDA INTORNO A 10 μm. DATO CHE IL VETRO NON E' TRASPARENTE PER $\lambda > 4 \mu\text{m}$ SI STABILISCE UN AUMENTO DELLA TEMPERATURA IN AMBIENTI CHIUSI.

→ PER L'ATTENUAZIONE DEGLI EFFETTI DELL'IRRADIAZIONE SOLARE TROPPO FORTE ABBIAMO:

a) VETRI ASSORBENTI:

SONO VETRI COLORATI CHE BLOCCANO IN PARTE LA RADIAZIONE INCIDENTE ASSORBENDOLA, MA RITENUTO IN TUTTO COSTANTE L'ENERGIA ASSORBITA VERSO L'INTERNO, POSSONO INDOVE SUBIRE SHOCKS TERMICI. L'ASSORBIMENTO DI LUCE VISIBILE PORTA AD UTILIZZARE ILLUMINAZIONE ARTIFICIALE SI OTTENGONO PER AGGIUNTA DI PARTICOLARI TRATTAMENTI (OSSIDI METALLICI).

b) VETRI RIFLETTENTI:

RIFLETTONO UNA LOROVOLTE EMANAZIONE DELL'ENERGIA INCIDENTE DONATA ALLA DEPOSIZIONE DI METALLI E/O OSSIDI METALLICI ATTRAVERSO:

PIROLISI E SPUTTER CATIONICO.

● VETRO SPECIALI PER L'ISOLAMENTO ACUSTICO

N.B.: INTENSITA' SONORA

INTENSITA' SONORA → DECIBEL (dB) = $10 \cdot \log_{10} \left(\frac{l}{l_0} \right)$

l : INTENSITA' SONORA (ENERGIA FORNITA ALLA SORGENTE ATTRAVERSO LA SUPERFICIE PERPENDICOLARE ALLA PROPAGAZIONE [W/m^2])

l_0 : INTENSITA' SONORA DI RIFERIMENTO (SOGLIA DI UDIBILITA')

LE ONDE SONORE INCIDENTI SU UN LATO DELLA PARETE PARENDOLE IN VIBRAZIONE, IN QUESTO MODO COMUNICA LA VIBRAZIONE ALL'ALTRA A CONTATTO CON L'ALTRO LATO E LA VARIAZIONE DI PRESSIONE DELL'ARIA SUL TIPIAMO PRODUCE LA SENSAZIONE DEL RUMORE.

UNA PARETE RIDUCE L'ENERGIA SONORA CHE L'ATTRAVERSA SECONDO UN RAPPORTO COSTANTE PROPORZIONALE ALLA TAGLIA DEL TRIBONALE CHE LO COSTITUISCE (COSTANTE: NO FISSO DI DECIBEL).

IL VETRO HA BASSA DENSITA' E SPESSESI ESIGUI QUINDI POSSIBILE UN BASSO POTERE FONO-ISOLANTE (PFI)

PFI: DIPENDE DALLA FREQUENZA DELL'ONDA SONORA INCIDENTE, SI OTTIENE COME MEDIA DEI VALORI OTTENUTI A VARIE FREQUENZE, OPPURE APPROSSIMANDO SECONDO LA FORMULA $PFI = 13 + 14,5 \cdot \log P$ DOVE P E' IL PESO DELLA LASTRA DI VETRO (kg/m^2)

● VETRO DI SICUREZZA

SULLE LASTRE POSSONO AGIRE CARICHI DINAMICI, STATICI, ACCIDENTALI, VENTI.

TRA QUESTE, LE SOLLECITAZIONI PIU' FREQUENTI E PREVEDIBILI SONO IL VENTO, CHE PUO' ESSERE CONSIDERATO COME CARICO STATICO UNIFORMEMENTE RIPARTITO SULLA SUPERFICIE DELLA LASTRA, E LA NEVE, CHE ESSENDO UN CARICO PUNTIFORME COPRODOTTO TATICA. IN ENTRAMBI I CASI, AI FINI DELLA RESISTENZA, E' IMPORTANTE L'AREA E LO SPESORE DELLA LASTRA PER LE CONDIZIONI DI SICUREZZA.

SI POSSONO AVERE:

- VETRO ARMATI

CONTENGONO INCORPORATA UNA RETE METALLICA CHE PEGGIORA LA RESISTENZA METALLICA (A CAUSA DEL DIFFICILE ACCOPPIAMENTO TRA VETRO E METALLO) MA RITARDA LA PROPAGAZIONE DELLE FIANTE IN CASO DI INCENDIO.

- VETRO TETRATI

POSSIEDONO TENSIONI PRESTABILITE DI COMPRESSIONE IN SUPERFICIE E DI TRAZIONE AL CENTRO, L'ENERGIA ELASTICA IMMAGAZZINATA PER QUESTO STATO TENSIONALE VIENE CONVERTITA IN ENERGIA SUPERFICIALE AL MOMENTO DELLA ROTTURAZIONE, QUINDI SI AVRANNO FRATTURE TRINCHI E TRAMO TAGLIENTI. (TETRATI TRONICAMENTE E CHITICAMENTE)

- VETRO STRATIFICATI

SONO I VETRO DI SICUREZZA DI TAGLIA ITRABBO, SI OTTENGONO BANI UNIONE PER RISCALDAMENTO E PRESSAGGIO IN AUTO-CLAVE DI ALTEMO DUE LASTRE DI VETRO CON UNO STRATO INTERPOSTO, DI SPESORE INFERIORE AL MILLIMETRO, DI TAGLIALE TRASPARENTE (POLIVINIL BUTIRALE: NON INFLUISCE SULLA TRASPARENZA E TRAZIONE ISOLAMENTO TERMICO E ACUSTICO) RESISTENZA MECCANICA SIMILE AL VETRO SEMPRE ED AUMENTATA RESISTENZA AGLI URTI ASSORBENDO L'ENERGIA D'IMPATTO ED IMPEDENDO LA PENETRAZIONE DI CORPI COLPIMENTI L'EVENTUALE ROTTURAZIONE E' LOCALIZZATA E I PEZZI DI VETRO TORNANTI RITANGOLO ADERENTI ALLA PASTICA.

● CICLO PRODUTTIVO

LE TERRE PIÙ - COME VISTO PRIMA SONO UNA MISCELA DI ARGILLA + ACQUA (PASTICITA'), STAGIONATI E FONDENTI.

LA QUANTITÀ DI ACQUA INFLUISCE SULLA FLUIDITÀ E LA PASTICITÀ DELL'IMPASTO, SULLA FACILITÀ DI SAGOMATURA DEI PRODOTTI, MA ANCHE SUL RITIRO CHE SI VERIFICA DURANTE L'ESSICCATAMENTO

1) MISCELAZIONE: (FRANTUMAZIONE, TRACINAZIONE E VAGLIATURA)

- TRACINAZIONE A SECCO ($H_2O < 5\%$)
- TRACINAZIONE AD UMIDO
- MISCELAZIONE A SECCO (TERRENA PIÙ UNICA)
- MISCELAZIONE AD UMIDO (MISCELE MODIFICATI)

2) FORMAZIONE:

PROCESSO TRAMITE IL CUI SI CONTRIBUISCE ALL'IMPASTO LA FORMA DEL PRODOTTO, APPLICANDO UNA PRESSIONE SUFFICIENTE A DEFORMARLO PASTICAMENTE E STABILMENTE. IL PRODOTTO FORMATO PRESENTA UNA RESISTENZA TALE DA SOPPORTARE IL PROPRIO PESO E LA SUA TRAVERTAZIONE.

LA SCELTA DEL METODO DI FORMAZIONE INFLUENZA IL CONTENUTO DI ACQUA NELL'IMPASTO E DIPENDE DALLE CARATTERISTICHE DEL TERRENUO, DALLE DIMENSIONI E FORMA DEL PRODOTTO, INFINO DAL VOLERE PRODUTTIVO. SI POSSONO AVERE FORME REGOLARI O COMPRESSE. LA PRESSIONE È APPLICATA A PASTE POCO PASTICHE, REALIZZATE CON POLVERI UMIDE, (5-7% DI ACQUA), OVVERO PER COMPRESSIONE MECCANICA DI UNA PASTA TRA DUE STAMPI, OTTENENDO UN ELAVATA COMPATTAZIONE, QUESTO PORTA DA ALTA RESISTENZA MECCANICA.

- PRESSIONE PER PASTICAZIONE CONFORME: SEMPLICE STAMPO
- ESTRUSIONE: LA PASTA È COSTRETTA AD ATTRAVERSARE UNA TRUCCIA CON IL PROFILO PRESTABILITO, TAGLIANDO IN UN SECONDO MOMENTO I PRODOTTI DI LUNGHEZZA PREDEFINITA
- ESTRUSIONE DI TRUCCIA: SEMPLICE STAMPO CON DISEGNO PREFERENZIALE.
- PER COLLAGGIO: LA SOSPENSIONE È COLATA NELLO STAMPO DI GESSO CHE SVOLGE UNA AZIONE ASSORBENTE, SI FORMA QUINDI UNO STRATO DI ARGILLA SOLIDA IL CUI SPESORE AUMENTA NEL TEMPO, INFINO SI ELIMINA L'ECESSO DI BARBOTINA (RESIDUO).

3) ESSICCATAMENTO:

IL PRODOTTO VIENE DETTO "CRUDO" (O VERDE, GREEN), VIENE AUMENTATA DELL'ACQUA DALL'IMPASTO CHE SI TROVA TRAPPOSTA FRA LE PARTICELLE O NEI PORI ($> 120^\circ C$); SE COLTO A TEMO DI $120^\circ C$, L'ARGILLA PUÒ RACQUISIRE PASTICITÀ A CONTATTO CON L'ACQUA.

IN QUESTA FASE VI È UNA CONTRAZIONE DEL VOLERE DOVUTA AL RAVVICINAMENTO DELLE PARTICELLE CON AUMENTO DELLE FORZE ATTRATTIVE TRA LORO, QUESTO PORTA AD UN AUMENTO DELLA RESISTENZA MECCANICA.

UN ESSICCATAMENTO TROPPO RAPIDO (SUPERFICIALE), PUÒ PROVOCARE LA DISTORSIONE, L'INCURVATURA O LA ROTTURA DEL POCO. (UMIDITÀ FINA $\approx 1\%$)

4) COTTURA - SINTERIZZAZIONE:

PROCESSO NEL QUALE GLI IMPASTI ESSICCATI ACQUISISCONO LE PROPRIETÀ FISICO-MECCANICHE E LE DIMENSIONI FINALI.

CONTENUTO DELLA TEMPERATURA A STEP.

②

● CATERZI

VENGONO IMPIEGATI IN TUBATURE, SOAL, COPERTURE E INVESTIMENTI, SOLO CARATTERIZZATI DA UNA FORTE RESISTENZA, CON GEOMETRIE PENSATE PER UNA FACILE POSA MANUALE

TATTIVE PRINCIPALI:

ARGILLE COMUNI IMPURE (OSSIDI DI FERRO), QUARZO COME STAGNANTE, $CaCO_3$ COME FONDENTE (<20%), SOLFATI.

SI DIVIDONO IN:

-TATTOLI PIENI:

CON UNA PERCENTUALE DI FONDURA < 15%, USO PER TUBI PORTANTI

-TATTOLI SETTI-PIENI:

CON UNA PERCENTUALE DI FONDURA 15 ÷ 45% CON FORI DI VARIA FORMA, USO PER TUBI PORTANTI E FACCIATE

-TATTOLI FORATI:

CON UNA PERCENTUALE DI FONDURA > 45% CON FORI LONGITUDINALI RETTANGOLARI, LA SUPERFICIE PIGRA MIGLIA ADESIONE ALLA TERRA, USO PER DIVISIONI E TAPPONAMENTI.

SI DISTINGUONO I BLOCCHI FORATI PER LE TUBATURE PORTANTI CON UN VOLUME MAGGIORE A 5500 cm³ E CON FRATTORE (VUOTO/PIENO) < 55%, PRESENTANO IL VANTAGGIO ECONOMICO CON LA SINTINUAZIONE DEI COSTI DI PRODUZIONE, DIMINUIZIONE DEL PESO DELLA COSTRUZIONE E AUMENTO DELL'ISOLAMENTO TERMICO.

-CATERZI SPECIALI PER SOAL:

UTILI AD ALLIEGERIRE I SOAL TRATI IN INTERNO E CIL MURATO

-TAVOLE E TAVOLONI:

INTERZI FORATI DI GRANDI DIMENSIONI

-CATERZI PER FACCE DI COPERTURA:

DA ASSEMBLARE PER FORMARE TRATI DI COPERTURA, ARVI (TEGOL) O CURVI (COPPI).

I REQUISITI FONDAMENTALI PER I CATERZI SONO ASPETTO, DIMENSIONI, RESISTENZA A COMPRESSIONE, ADESIONE ALLA TERRA, ASSORBIMENTO DI ACQUA, GEUVITA.

INOLTRE PER LE TEGOLE ED I COPPI IMPERMEABILITA', RESISTENZA A PULSIONI E RESISTENZA ALL'URTO.

● CEMENTICI A PASTA COMPATTA

SONO TRAZIONALI CARATTERIZZATI DA UNA STRUTTURA VETROSA IN CUI SI INCONTRANO I CRISTALLI DI TRILITE E DI QUARZA.

-GRES:

PRODOTTO IMPERMEABILE AD ALTA RESISTENZA MECCANICA, ESISTONO GRES NATURALI, OTTENUTI CON ARGILLE CONTENENTI FONDENTI IN QUANTITA' OPPORTUNE, OPPURE GRES ARTIFICIALI (DETTI "FINI"), OTTENUTI CON L'AGGIUNTA DI FONDENTI COME FONDENTI AD ARGILLE PURE.

PRESENTANO IL VANTAGGIO DI POSSEDERE UNA NOTTEVOLA RESISTENZA AGLI ACIDI, IMPERMEABILITA' AI LIQUIDI E BUONA RESISTENZA MECCANICA.

APPLICAZIONI:

COPERTURE PER ACIDI, ACQUE DI SCANCO, PIASTRELLE E SANITARI (GRES FINI)

Polimeri (3 - Lombardi)

I POLIMERI SONO COSTITUITI DA MACROMOLECOLE, FORMATE DALLA RIPETIZIONE DI UN PICCOLO GRUPPO FUNZIONALE, POSSONO ESSERE SINTETICI (DERIVATI DAL SETTORE PETROLIUMICO) O SEMISINTETICI (BIOPOLIMERI).

SI SUDDIVIDONO IN:

- TEROPLASTICI (TP):

FLESSIBILI E RESISTENTI A TEMPERATURA AMBIENTE, RITORNANO AD ALTE TEMPERATURE,

- TEROINDURENTI (TI):

PER AZIONE DELLA TEMPERATURA, DURANTE LA SINTESI, DIVENTANO PIU' RIGIDI E RESISTENTI DEI TP

- ELASTOMERI:

SUBISCOLO GRANDI ALLUNGAMENTI (ANCHE FINO A 10 VOLTE LA LUNGHEZZA INIZIALE), RECUPERANO LA FORMA INIZIALE.

I POLIMERI PRESENTANO VANTAGGI COME LA LEGGEREZZA, L'INERZIA CHIMICA IN AMBIENTI ACIDI E BASICI, COSTI DI PRODUZIONE RELATIVAMENTE BASSI E FACILITA' DI TRASFORMAZIONE IN PRODOTTI FINITI; PER CONTRO, HANNO PROPRIETA' MECCANICHE MODESTE, SCARSA RESISTENZA AL FUOCO, TOSSICITA' DEI PRODOTTI DI COMBUSTIONE E RIDOTTA RESISTENZA AI SOLVENTI.

• POLIMERIZZAZIONE - DAL MONOMERO AL POLIMERO

PER POLIMERIZZAZIONE, SI INTENDE LA REAZIONE CHIMICA CHE PORTA ALLA FORMAZIONE DI UNA CATENA POLIMERICA, OVVERO DI UNA TROTECCA (TOMERO) CHE SI RIPETE IN SEQUENZA.

LE CARATTERISTICHE SONO:

- NATURA DEL MONOMERO (ETILENE → POLIETILENE; PROPYLENE → POLIPROPILENE)
- LUNGHEZZA DELLA MACROMOLECOLE (N: GRADO DI POLIMERIZZAZIONE)
- STRUTTURA DELLA MACROMOLECOLE
- ORGANIZZAZIONE DELLE MACROMOLECOLE (SEMI-CRISTALLINA O AMORFA)

A SECONDA DELLA NATURA DEL MONOMERO LA POLIMERIZZAZIONE PUO' AVVENIRE PER ADDIZIONE, IN CUI I MONOMERI DI PROVENIENZA SI LEGANO TRA LORO O PER CONDENSAZIONE, IN CUI I MONOMERI DI PROVENIENZA HANNO DUE GRUPPI FUNZIONALI IN GRADO DI REAGIRE FRA LORO CON L'ELIMINAZIONE DI UN SOTTOPRODOTTO (GENERALMENTE ACQUA).

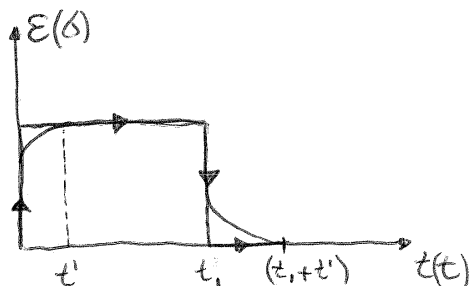
TALI REAZIONI POSSONO AVVENIRE TRA UNITA' DI UN SOLO TOMERO (OMOPOLIMERO), OPPURE TRA DUE O PIU' TOMERI (COPOLIMERO).

LA LUNGHEZZA DEL PRODOTTO DIPENDE DAL GRADO DI POLIMERIZZAZIONE, CHE PORTA AD UN DIVERSO PESO MOLECOLARE (DIVERSE PROPRIETA' FISICHE MECCANICHE E DI LAVORABILITA')

LA STRUTTURA INVECE DIPENDE DALLA DISPOSIZIONE DELLE UNITA' RIPETENTI, PUO' ESSERE LINEARE (SVILUPPO IN UNA DIREZIONE PREFERENZIALE), RADIATA (SVILUPPO IN PIU' DIREZIONI) E RETICOLATA (SVILUPPO DI UN RETICOLO 3D, CON LEGAMI TRASVERSALI TRA DIVERSE MACROMOLECOLE).

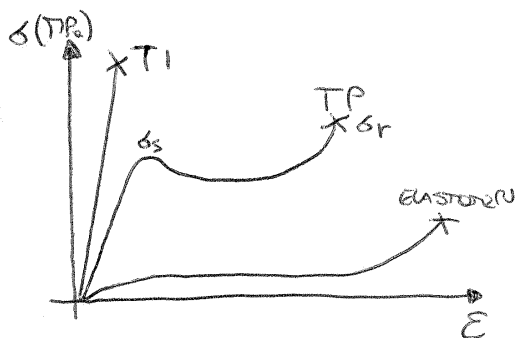
DISPOSIZIONI PRINCIPALI: CATENE PARALLELE, A FRANGE, A SPAGNOLI (PIU' DIFFUSA)

● **COMPORIAMENTO VISCO ELASTICO.**



DOPO UNA DEFORMAZIONE ISTANTANEA INIZIALE, CONTINUA A DEFORMARSI NEL TEMPO (CREEP O SCORRIMENTO VISCO) PER IL RIASSETTO DELLE MOLECOLE QUANDO LO STRESS VIENE RITORNATO A ZERO UN RECUPERO DELLA DEFORMAZIONE.
 → VISCO ELASTICITA'

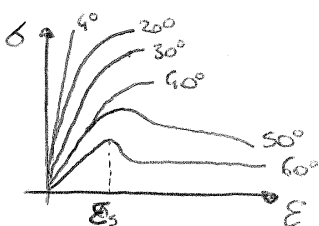
● **PROPRIETA' DELLE TERME PLASTICHE**



- TI (TERMOINDURENTE) MATERIALE FRAGILE: TRATTO LINEARE SEGUITO DALLA ROTTURA
- TP, MATERIALE DUTILE CON 3 ZONE: UN TRATTO ELASTICO CON PICCOLE DEFORMAZIONI, UNA ZONA IN CUI IL MATERIALE SUBISCE ULTRAVI DEFORMAZIONI PLASTICHE E UNA ZONA FINALE DI ROTTURA
- ELASTOMER, DEFORMAZIONI ELEVATE

I TERMOPLASTICI:

AL DIMINUIRE DELLA TEMPERATURA IL MATERIALE MOSTRA UN COMPORIAMENTO VIA VIA TEMO DUTILE, FINO A DIVENTARE FRAGILE ↓



PER SOLLECITAZIONI SUPERIORI AL CARICO DI SOTTILIZZAMENTO σ_s , IL POLIMERO SUBISCE UN'ELEVATA DEFORMAZIONE IN CORRISPONDENZA AD UNA PARTICOLARE SEZIONE (STRAZIONE).

LE TAGLIATURE SI ALLUNGANO LUNGO LA DIREZIONE DI SOLLECITAZIONE CON AUMENTO DELLA RESISTENZA DEL MATERIALE. LA FASE DI STRAZIONE SI ALLUNGA PROGRESSIVAMENTE E SI PUO' ESTENDERE A TUTTO IL TRATTO UTILE.

NELLA FASE INIZIALE DELLA DEFORMAZIONE, LA FASE CRYSTALLINA RITMENE INALTERATA E LE FOLIE MOLECOLARI INIZIANO AD ORIENTARSI. SOLO QUANDO LA TAGLIA PRINCIPALE DELLE FOLIE MOLECOLARI SONO ORIENTATE, SI ORIENTANO ANCHE QUELLE CRYSTALLINE

I TERMOINDURENTE:

POSSEDDONO UNA STRUTTURA RETICOLATA E QUINDI TOTALMENTE ATROFA, POSSIEDONO ELEVATA RIGIDITA', FRAGILTA', VISCO ELASTICITA' SOSTANZIAMENTE NUOVA E BUONE PRESTAZIONI MECCANICHE ANCHE A TEMPERATURE OPERATIVE RELATIVAMENTE ALTE. SCOPPIANO ALLA TEMPERATURA DI TRANSIZIONE VETROSA.

GLI ELASTOMERI (GOMME):

SONO POLIMERI ATROFI CON BASSA T_g CHE HANNO SUBITO UNA BANDA Reticolabile, PER LOLO ESISTE UN PROCESSO DI "VULCANIZZAZIONE", CHE CONSISTE NELLA CREAZIONE DI LEGAMI TRASVERSALI TRA LE CATENE, CHE AGISCONO DA PUNTI DI ANCHORAMENTO. L'ELASTOMERO NON SI DEFORMA PLASTICAMENTE, MA LA BANDA Reticolabile GLI PERMETTE DI RECUPERARE SEMPRE LA FORMA INIZIALE

● **PROPRIETA' TERTICHE**

SONO OTTIMI ISOLANTI TERMICI GRAZIE ALLA LORO BASSA CONDUCEBILITA' TERMICA, CHE CRESCE AL CRESCERE DELLA TASSO DI CRYSTALLINITA'. ESISTONO CORRENTE DEGLI ESPANSI POLIMERICI PER L'ISOLAMENTO TERMICO E ACUSTICO CON ELEVATO COEFF. DI DILATAZIONE TERMICA.

- ESTRUSIONE (TP)

L'ESTRUSIONE CONSISTE DI UN ROTORE CHE FA GIRARE UNA VITE ALL'INTERNO DI UN CILINDRO RISCALDANDO ESTERNAMENTE. I GRANULI DEL POLIMERO VENGONO FUSI ALL'INTERNO DELL'ESTRUSORE, TRASPORTATI DALLA VITE "SENZA FINE" ED ESTRUSI ATTRAVERSO UN PROFILO SAGOMATO, CHIAMATO TESTA DI ESTRUSIONE, DOVE ASSUME LA FORMA E VIBRE QUINDI RAFFREDDATO. USATO PER LASTRE, PROFILI, FILI E TUBI.

- CALANDRATURA (TP)

PROCESSO CONTINUO CHE CONSISTE NELLO SCHIACCIAMENTO DEL POLIMERO FUSO TRA CILINDRI TETRAEDRI. UNA CALANDRA E' COSTITUITA DA DIVERSI CILINDRI TETRAEDRI ROTANTI CHE POSSONO ESSERE RISCALDATI PER FUSIONE DEL POLIMERO E DARE LO SPESORE O RAFFREDDATI PER MANTENERE LO SPESORE. USATI PER LAMINE DI VARI SPESORI E CUNCIORI.

- TENDOPASTIGLIA:

PROCESSO DISCONTINUO CHE PERMETTE DI TRASPORTARE SEMILAVORATI COME LASTRE PIANE IN OGGETTI DELLA FORMA VOLUTA (VASSOI, POCHE PER FRIGORIFERI) MEDIANTE UNO STAMPO. LA LASTRA DEVE ESSERE PRIMA RISCALDATA, DI SOTTO CON LAMPE AD INFRAROSSI E POI TESSA SULLO STAMPO DOVE ASSUME LA FORMA CON APPLICAZIONE DEL VUOTO, DI PRESSIONE D'ARIA O DI UN CONTROSTAMPO. USATO PER OGGETTI DI SEMPRE GEOMETRIA.

- STAMPAGGIO PER SOFFIATURA (TP):

CONSISTE NEL DIVIDERE A CALDO MEDIANTE PRESSIONE D'ARIA UNA PORZIONE CAVA DI MATERIA, FINO A FARE ADERIRE ALLE PARETI DELLO STAMPO. (BOTTIGLIE).

- STAMPAGGIO ROTAZIONALE (TP):

PROCESSO DISCONTINUO CHE PREVEDE IL RISCALDAMENTO DELLO STAMPO CON IL POLIMERO IN FORMA DI POLVERE. QUINDI LO STAMPO VIENE RISCALDATO E FATTO RUOTARE NELLE DUE DIREZIONI ORTOGONALI, IN MODO CHE LA POLVERE SI POSSA DISTRIBUIRE SU TUTTA LA SUPERFICIE. LA POLVERE FONDE E RICOPRE TUTTA LA SUPERFICIE RISCALDATA CON LO STESSO SPESORE. IL RAFFREDDAMENTO FINALE E L'APERTURA DELLO STAMPO COMPLETANO IL CICLO. USATO PER CAPI CAVI CON GEOMETRIE COMPLESSE.

- STAMPAGGIO PER SINTERIZZAZIONE (POLISTIROLO ESPANSO):

E' UN PROCESSO DISCONTINUO, LE PERLE DI POLISTIROLO, CONTENENTI UN SOLVENTE BASSO BOLENTE, VENGONO FATTE ESPANDERE IN DIVERSE FASI MEDIANTE VAPORI SURRISCALDATI. IL PROCESSO VIENE EFFETTUATO IN UNO STAMPO CONTENITORE CHE DA LA FORMA ALL'ESPANSO, CONTEMPORANEAMENTE ALL'ESPANSIONE SI HA LA SALDATURA DELLE PERLE ESPANSE TRA LORO.

● TIPOLOGIE DI POLIMERI TERMOPLASTICI

a) POLIMERI DI MASSA (80% DELLA PRODUZIONE): PREZZO CONTENUTO, PRESTAZIONI NON ECCELLENZIALI.

- PVC (POLIVINIL CLORURO) : [ATTORFO]

PUO' ESSERE RIGIDO O FLESSIBILE (TUBATURE ED INFESSI PER IL PRIMO CASO, PAVIMENTI ED OGGETTI VARI NEL SECONDO).

ALL'AUMENTARE DEL GRADO DI POLIETILENIZZAZIONE AUMENTA LA TENACITA', LA STABILITA' TERMICA, MA DIMINUISCE LA LAVORABILITA'.

Compositi (4-LOBANDI)

- I MATERIALI COMPOSITI POSSONO ESSERE DEFINITI TALI SE:
 - CONSISTONO DI DUE O PIU' ELEMENTI, MATERIALI FISICAMENTE DISTINTI;
 - I DIVERSI MATERIALI SONO DISPERSI L'UNO NELL'ALTRO IN TOTO CONTROLLATO;
 - IL MATERIALE RESULTANTE PRESENTA UNA COMBINAZIONE DI PROPRIETA' CHE NON SI PUO' OTTENERE CON I SINGOLI MATERIALI, SE FOSSENO SEPARATI.

SONO FORMATI QUINDI DA UN COSTITUENTE CONTINUO (MATRICE) E DA UN COSTITUENTE DISPERSO (RINFORZO), QUESTI ULTIMI POSSONO ESSERE PARTICOLE, FIBRE DISCONTINUE ORIENTATE CASUALMENTE, FIBRE DISCONTINUE ALLINEATE O FIBRE CONTINUE.

• RINFORZATI CON PARTICOLE (COMPOSITI)

MATRICE: POLITERO, CERAMICO, METALLO

TIPICHE CARATTERISTICHE ELETTRICHE, TERMICHE, MAGNETICHE, DI RESISTENZA ALL'ABRASIONE, ALL'USURA E ALL'URTO.

• COMPOSITI RINFORZATI CON FIBRE

MATRICE: SOLO POLITERO

SONO TOTO DIFFUSI E PRESENTANO ELEVATA RIGIDITA' E RESISTENZA MECCANICA. SI HA ANISOTROPIA QUANDO LE FIBRE SONO ORIENTATE, IN QUESTO CASO SI HA IL MATERIALE PIU' RESISTENTE E RIGIDO LUNGO LA DIREZIONE DELLE FIBRE.

LAMINA: STRATO DI MATERIALE COMPOSITO RINFORZATO CON FIBRE PARALLELE ED INCLINATE

LAMINATO: SOVRAPPOSIZIONE DI DIVERSE LAMINE, CON DIVERSO ORIENTAMENTO DELLE FIBRE, (ANISOTROPIA RIDOTTA)

L'INSERIMENTO DI FIBRE RESISTENTI E RIGIDE, DA FRAGILI, IN UNA MATRICE POLITERICA, QUINDI DUTTILE, CONSENTE DI OTTENERE ELEVATE RESISTENZE E RIGIDITA' SPECIFICHE. TUTTI I MATERIALI SONO FORMA DI FIBRE, PRESENTANO ELEVATE RESISTENZE A TRAZIONE ED ALTO TAVOLO ELASTICO E' . LA MATRICE POLITERICA HA LA FUNZIONE DI INCORPORARE LE FIBRE, CONFERENDO CONTINUITA' AL MATERIALE E CONSENTENDO LA TRASMISSIONE E LA RIPARTIZIONE DELLE SOLLECITAZIONI. INOLTRE IL POLITERO PROTEGGE LE FIBRE DALL'AGGRESSIONE DELL'AMBIENTE ESTERNO.

I MATERIALI POLITERICI RINFORZATI CON FIBRE DEVONO ESSERE REALIZZATI IN FUNZIONE DELL'APPLICAZIONE, SIA PER QUANTO RIGUARDA LA SCELTA DEI MATERIALI, SIA RISPETTO AL TOTO IN CUI I DUE MATERIALI SONO MESCOLATI. LE PROPRIETA' DIPENDONO DAL CONTENUTO DI FIBRE ϕ_f , DALLA DIMENSIONE E LA FORMA DI QUESTE E DALLA LORO DISTRIBUZIONE ED ORIENTAZIONE, IMPORTANTI L'ADESIONE TRA FIBRE E MATRICE

- REGOLA DELLE MISCELE:

"QUANDO LE CARATTERISTICHE DEL COMPOSITO DIPENDONO SOLO DAL CONTENUTO DI FIBRE, QUESTE PROPRIETA' SONO LEGATE ALLE PROPRIETA' DEI SUOI COSTITUENTI ATTRAVERSO LA REGOLA"

$$PROPRIETA'_{COMPOSITO} = \phi_{(m)} \cdot PROPRIETA'_{(m)} + \phi_{(f)} \cdot PROPRIETA'_{(f)}$$

LA TAGLIA PRIMA DELLE PROPRIETA' DIPENDONO DALL'ORIENTAMENTO DELLE FIBRE, AD ESERPIO IL TAVOLO ELASTICO DEL COMPOSITO RISPETTA LA REGOLA DELLE MISCELE SOLO LUNGO LA DIREZIONE DELLE FIBRE (SE CONTINUE) E SOLO QUANDO SI E' IN CAMPO ELASTICO.

LA MICROSTRUTTURA E' COSTITUITA DA CELLULE CAVE:

- IL "LUTE" (IL VUOTO ALL'INTERNO DELLA CELLULA) PERMETTE IL PASSAGGIO DEI FLUIDI ESSENZIALI PER LA VITA DEL ALBERO.

- LA "PARETE DELLA CELLULA" E' RESPONSABILE DELLA RESISTENZA MECCANICA DEL LEGNO.

A SECONDA DEL RAPPORTO TRA LUNGHEZZA E LARGHEZZA E LO SPESSORE DELLE PARETI DELLE CELLULE, ESISTONO LEGNI DOLCI O LEGNI DURI:

- LEGNI FORTI E DURI: QUERCIA, ABETE, FRASSINO, PIADAMO;

- LEGNI FIANI E DURI: NOCE, CILIEGIO, OLIVO, EBANO, TOGANO;

- LEGNI DOLCI: PIOPPO, CASTAGNO, BETULLA;

LA COMPOSIZIONE DELLE CELLULE DEL LEGNO E' RAPPRESENTATA PER IL 40-50% DA "CELLULOSA", POLIMERO LINEARE, CON IL GLUCOSIO COME UNITA' RIPETITIVA, ALTA TENDENZA CRISTALLINA E CON ELEVATA RESISTENZA MECCANICA, IL 20-25% DA "ETICELLULOSA", POLIMERO RADIIFORME, POCO CRISTALLINO, A BASE DI DIVERSI ZUCCHERI E INFINE IL 25-30% DA LIGNINA, POLIMERO CON STRUTTURA RETICOLATA.

LA PARETE DELLA CELLULA E' COSTITUITA DA DIVERSI STRATI, OGNIUNO DEI QUALI E' COMPOSTO DA MICROFIBRILLE, IN CUI SI ALTERNANO ZONE AD ELEVATA CRISTALLINITA' A ZONE NON CRISTALLINE.

LE MICROFIBRILLE SONO COSTITUITE DA TACETOTOLCOLE LINEARI DI CELLULOSA AFFIANCATE LE UNE ALLE ALTRE, INTESSE IN UNA MATELLA AROFCA COSTITUITA DA ETICELLULOSA E LIGNINA (STRUTTURA COMPOSITA). LA CELLULOSA, L'ETICELLULOSA E LA LIGNINA CONTRIBUISCONO ALLA RESISTENZA DELLE PARETI DELLA CELLULA E DEL LEGNO.

LE CELLULE, E DI CONSEGUENZA LE MICROFIBRILLE, SONO ALLUNGATE NELLA DIREZIONE DEL TRONCO (ANISOTROPIA).

● UTILIDITA'

LE CELLULE DEL LEGNO TRATTENENDO L'UTILIDITA', QUESTA E' DEFINITA COME PERCENTUALE IN PESO DELL'ACQUA RISPETTO AL PESO DEL LEGNO ESSICCATO:

$$UTILIDITA' (\%) = \left(\frac{[TASSA A UMIDO - TASSA A SECCO] \cdot 100}{TASSA A SECCO} \right)$$

VIAGGIA TRA 60-200% IN FUNZIONE DEL TIPO DI LEGNO, L'ACQUA E' ASSORBITA NELLE PARETI DELLE CELLULE E SI E' LIBERA NEL LUTE, IN SEGUITO AL TAGLIO IL LEGNO TRENDE A CEDERE ACQUA (LEGNO VERDE: CONDIZIONE DI UTILIDITA' AL MOMENTO DEL TAGLIO).

L'ESSICCATAMENTO NATURALE PROCEDE FINO AL RAGGIUNGIMENTO DI UN VALORE DI UTILIDITA', DI SOLITO ATTORNO AL 30%, DETTO "PUNTO DI SATURAZIONE DELLE FIBRE".

UN ULTERIORE ESSICCATAMENTO SOTTO IL PUNTO DI SATURAZIONE DOVA ANA RITORNE DELL'ACQUA ASSORBITA NELLE PARETI DELLE CELLULE, SOPRATTUTTO NELLE REGIONI PIU' INTERNE, CONSENTENDO LA COPERTAZIONE DELLA STRUTTURA TACETOTOLCOLE E LA FORMAZIONE DI NUOVI LEGAMI IDROGENO.

TANTE PROPRIETA' DEL LEGNO CAMBIANO SOTTO AL PUNTO DI SATURAZIONE DELLE FIBRE: VARIAZIONI DIMENSIONALI, DENSITA', PROPRIETA' MECCANICHE E DEFORMAZIONI.

- IGROSCOPICITA': AFFINITA' DEL LEGNO AD ASSORBIRE O CEDERE UTILIDITA', DIPENDE DALLE CONDIZIONI TEMPO-IGROMETRICHE AMBIENTALI.

• DEFORMAZIONI DEL LEGNO

IL LEGNO PUO' SUBIRE DEFORMAZIONI IN SEGUITO A:

- SFORZI APPLICATI: IL LEGNO PRESENTA UN COMPORTAMENTO VISCO ELASTICO, L'ENTITA' DELLE DEFORMAZIONI E LA LORO VELOCITA' CHE SI VERIFICANO SONO CARICO DIPENDENDO DA PROPRIETA' DEL LEGNO E DELL'AMBIENTE.
- VARIAZIONI DI UMBIDITA': VARIAZIONI DI ACQUA ASSORBITA NELLE CELLULE IMPLICANO VARIAZIONI DIMENSIONALI, DI ENTITA' DIVERSE A SECONDA DELLA DIREZIONE.
- VARIAZIONI DI TEMPERATURA: VARIAZIONI DELLE DIMENSIONI AL VARIARE DELLA TEMPERATURA, TA IN MISURA PIU' MODESTA RISPETTO A QUELLO DOVUTE ALLA VARIAZIONE DI UMBIDITA'. A VOLTE PROPRIO LA VARIAZIONE DI TEMPERATURA CAUSA VARIAZIONI DI UMBIDITA' NEL LEGNO (EFFETTI COMPRESI).

• ALTRE PROPRIETA' DEL LEGNO

OTTIMO ISOLANTE ELETTRICO, BUIVO CALORE SPECIFICO, COEFF. DI DILATAZIONE TERMICO FORTISSIMAMENTE ANISOTROPO, BUON ISOLANTE ELETTRICO, BUON ISOLANTE ACOUSTICO.

• IMPIEGO

LA LAVORAZIONE E IL TAGLIO SONO LA PRIMA FASE PRIMA DELLA STABILIZZAZIONE, QUESTA, NATURALE O ARTIFICIALE (IN ESSICCATOIRI) SERVE PER PORTARE IL LEGNO AD UN VALORE DI UMBIDITA' PROSSIMO A QUELLO DELL'AMBIENTE DI UTILIZZO.

→ SETTI LAVORATI:

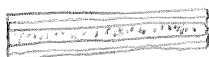
L'USO DI PRODOTTI IN LEGNO MASSICCIO E' LIMITATO DALLA LORO ANISOTROPIA, DALLA POSSIBILITA' DI DEFORMAZIONE E DA EVENTUALI DIFETTI. QUESTI LIMITI DEL LEGNO POSSONO ESSERE SUPERATI CON L'IMPIEGO DI SETTI LAVORATI CORE COMPENSATI, TRUCCIATI O PANNELLI A BASE DI FIBRE, OTTENUTI CON TECNOLOGIE CHE RIDUCONO IL LEGNO IN PICCOLI ELEMENTI, POI RIUNITI TRAMITE INCOLLAGGIO, IL RISULTATO E' UN MATERIALE PIU' OMOGENEO ED AFFIDABILE PER APPLICAZIONI STRUTTURALI.

- COMPENSATI (O PAVIMENTI)

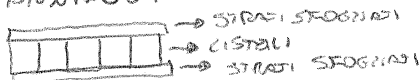
E' COSTITUITO DA SOTTILI STRATI DI LEGNO, OTTENUTI PER SFOGGIATURA DEL TRONCO, VENGONO SOVRAPPosti CON DIVERSO ORIENTAMENTO DELLE FIBRE ED INCOLLATI TRA LORO. IL NUMERO, LO SPESORE, L'ORIENTAMENTO DEI VARI STRATI ED IL TIPO DI ADESIVO INFLUISCE SULLA RESISTENZA. GLI STRATI (1-3mm) A DIVERSO ORIENTAMENTO DELLE FIBRE (DA 3 A + STRATI).

> NO DI STRATI → < ANISOTROPIA → > COSTO

COMPENSATO



PAVIMENTI



- TRUCCIATO:

TRUCCIOLI DI LEGNO CON ADESIVO TRA DUE STRATI DI LEGNO E PRESSATI (DA 2mm A 4cm) A PRUTA' DI SPESORE, I TRUCCIATI SONO PIU' DEBOLI DEI COMPENSATI.

- PANNELLI DI FIBRE:

PREPARATI PRESSANDO ED INCOLLANDO TRA LORO FIBRE DI LEGNO OTTENUTE PER SFIBRATURA TECNICAMENTE IN PRESSIONE DI VAPORE AD ALTA TEMPERATURA (DA 2 A 50 mm)

- LEGNO LAMINARE:

FORMATO DA PIU' STRATI DI LEGNO, DI SPESORE DI QUALCUNA DECINA DI mm, UNITE TRA LORO CON LE FIBRE PARALLELE, INCOLLATE E SOVRAPPOSTE. CARATTERISTICHE PIU' COSTANTI.

• ADESIVI STRUTTURALI : DEGRADO

LA DURABILITA' DI UN ADESIVO STRUTTURALE DIPENDE DALLA SUA NATURA, DAI FATTORI AMBIENTALI E DALLE VARIAZIONI CHE POSSONO AVVENIRE ALL'INTERFACCIA CON IL SUBSTRATO. TRA QUESTI, I FATTORI PIU' IMPORTANTI SONO:

- L'UMIDITA', IN QUANTO L'ADESIVO PUO' ASSORBIRE L'ACQUA RIGONFIANDO (PLASTICIZZAZIONE)
- LA TEMPERATURA, A CAUSA DELLA DIFFERENTE DILATAZIONE TERMICA DELL'ADESIVO E DEL SUBSTRATO. INOLTRE IL POTERE ADESIVO DIPENDE PROPRIO DALLA TEMPERATURA.

• IMPERMEABILIZZANTI : DEGRADO

LA CAUSE POSSONO ESSERE: ERRATA APPLICAZIONE, DIFETTI NEL RIVESTIMENTO, ESPOSIZIONE ALL'AMBIENTE TROPPO PRECOCE, SOLLECITAZIONI MECCANICHE CICLICHE, RIGONFIAMENTO PER EVAPORAZIONE DELL'ACQUA DAL SUBSTRATO.

QUESTI FATTORI PORTANO ALLA FESSURAZIONE O AL DISTACCO DEL RIVESTIMENTO.

• SIGILLANTI

LA DURATA DI UN GIUNTO SIGILLATO DIPENDE DA FATTORI LEGATI AL FUNZIONAMENTO DEL GIUNTO MA ANCHE DA FATTORI AMBIENTALI QUALI RADIAZIONI SOLARI, UMIDITA', TEMPERATURA, CONTRASTANTI.

RATE E LEGHE DI RATE (6)

LE PRINCIPALI CARATTERISTICHE E PROPRIETÀ SONO:

- ELEVATA CONDUCIBILITÀ ELETTRICA E TERMICA
- ELEVATA RESISTENZA ALLA CORROSIONE
- FACILITÀ ALL'ENTRATA IN LEGA CON ALTRI ELEMENTI DANDO VITA A INTEROSI ELETENTI
- POSSIBILITÀ DI EFFETTUARE DEFORMAZIONI PLASTICHE DI ELEVATA ENTITÀ (A CALDO E A FREDDO)
- ELEVATE CARATTERISTICHE MECCANICHE
- VASTA GAMMA DI COLORAZIONI
- STRUTTURA CRYSTALLINA A "FCC" CON $T_{FUSIONE} = 1084,6^{\circ}C$

IL RATE E LE SUE LEGHE

- RATE RAFFINATO (Cu: 99,9%)
- RATE BASSO LEGATO (Cu: 99%):
COMPRENDE RATE ALLUMINIZZATO, AL CADMIO, RATE-ZINCO, RATE-TELLURIO, RATE-CROMO
- LEGHE DI RATE

- OTTONI (LEGHE CU-Zn):

SONO LE LEGHE DI RATE PIÙ DIFFUSE, IL LORO IMPIEGO È DEDOTTO ALLE ELEVATE CARATTERISTICHE MECCANICHE UNITAMENTE ALLA BUONA RESISTENZA ALLA CORROSIONE E ALL'AVVOLGIBILITÀ

a) OTTONI FONDIBILI α : HANNO UN CONTENUTO DI ZINCO ($4 < Z_n < 33\%$), SONO FACILMENTE DEFORMABILI A FREDDO E TENO A CALDO, SPECIALMENTE SE CONTENENTI IMPUREZZE.

b) OTTONI BRASILI $\alpha + \beta$: ($34 < Z_n < 46\%$). FACILMENTE DEFORMABILI A CALDO E TENO A FREDDO. PER LA PRESENZA DI DUE FASI, SONO PIÙ SOGGETTI A FENOMENI DI CORROSIONE ELETTROLITICA.

c) OTTONI BINARI PER TOWERIA: VIENE AGGIUNTO PIOMBO ($1,5 < P_b < 4\%$). UTILIZZATI PER TOWERIA O PER STAMPAGGIO.

d) OTTONI SPECIALI: CONTENENTI ALTRI ELEMENTI IN LEGA PER MIGLIORARE LA RESISTENZA A CORROSIONE E PROPRIETÀ MECCANICHE (Mn, Fe, Sn, Al o Ni)

- BRONZI (Cu-Sn):

SONO LE LEGHE DA PIÙ TEMPO CONOSCIUTE, ($3 < S_n < 35\%$). SONO DEFORMABILI PLASTICAMENTE TRAMUTANDO UN LARGO IMPIEGO SOTTO FORMA DI GETTO GRAZIE ALLA BUONA CONDUCIBILITÀ. PRESENTANO BUONE CARATTERISTICHE MECCANICHE ED ELEVATA RESISTENZA A CORROSIONE. PER $S_n \leq 9\%$ TALI LEGHE POSSONO ESSERE SOTTOPOSTE A PROCESSI DI DEF. PLASTICA, OLTRE LA DURATA RAGGIUNGE (MEDI TALI DA PERMETTERE SOLO PROCESSI DI CORTA. A SECONDA DEL TEMPO DI STAGNO:

a) FASE α : PERMETTE PROCESSI DI DEFORMAZIONE SIA A CALDO SIA A FREDDO

b) FASE β : RISULTA ESSERE DURA E FRAGILE

c) EUTETTICO $\alpha + \beta$: FORMATO PRINCIPALMENTE DA β CON α PRESENTE COME PICCOLE INCLUSIONI.

● CORROSIONE

"E' IL PROCESSO PER IL QUALE UN METALLO O UNA LEGA VENGONO TRASFORMATI DALLO STATO METALLICO AD UNO STATO COMBINATO (OSSIDO) PER INTERAZIONE CON L'AMBIENTE".
IL RAME E LE SUE LEGHE SONO NOTI PER AVERE UN'ELEVATA RESISTENZA CORROSIONE (ANCHE IN SVUOLTE TIPOLOGIE DI SOLENNI SALINE, ALCALINE E CON MOLTE SOSTANZE CHITICHE ORGANICHE).

IL RAME PERO', VA IN CONTRO A RAPIDA CORROSIONE NEI SEGUENTI AMBIENTI:

ACIDI OSSIDANTI, SALI OSSIDANTI DI METALLI PESANTI, SOLFURI E SOLFATI ED ANIDRIDE AZIURE.
L'ELEVATA RESISTENZA A CORROSIONE DEL RAME E' PRINCIPALMENTE LEGATA ALLA FORMAZIONE DI UNO STRATO ADERENTE DI OSSIDO Cu_2O , INOLTRE ALCUNI ELEMENTI COME AL, SM, NI INFLUENZANO LA VELOCITA' DI CORROSIONE, RIDUCENDO LA CINETICA DI REAZIONE (RIDUZIONE VELOCITA').

- PROVE DI SITUAZIONE DI CORROSIONE:

CI CONVIENE A TROVARE I GRADI DI DETERIORAMENTO DEL MATERIALE, CHE PORTANO ALLA DIMINUIZIONE DELLA SPESSORE DELLA LEGA (TRASCURABILI, 0,15 - 0,5 mm/anno).

LA PROVA PIU' IMPORTANTE E' LA PROVA DI SITUAZIONE IN NEBBIA MARINA (PROVA DI RESISTENZA).
IL PROVINO VIENE INSERITO IN UN AMBIENTE CON IL 100% DI UMIDITA' E TEMPERATURA DI 35°C, E CON UNA BONA CONCENTRAZIONE DI "NaCl" PURO (CLORURO DI SODIO).

LA PROVA E' SICURAMENTE A FAVORE DI SICUREZZA, NON DIMOSTRANDO NIENTE DATO CHE LE CONDIZIONI NELLA VITA REALE SONO COMPLETAMENTE IMPREVEDIBILI.

PER LE LEGHE DI RAME LE PENDE DI SPESSORE DIMINUISCONO AL CRESCERE DEL TEMPO, QUESTO NON VALE PER L'ACCIAIO, DOVE AL CRESCERE DEL TEMPO AUMENTA L'OSSIDAZIONE.

● PROCESSO DI ESTRAZIONE

1- ESTRAZIONE

I MINERALI DI RAME SONO RICAVATI DA MINIERE SIA A CIELO APERTO, SIA IN GALLERIA ED I METODI UTILIZZATI NON SI CARATTERIZZANO IN TUTTO PARTICOLARE RISPETTO A QUELLI UTILIZZATI ANCHE PER ALTRI MATERIALI.

2- TRACINAZIONE

IL MINERALE (COSTITUITO DA INERTI), VIENE RIDOTTO, PER TEMPO DI POTENTI MULINI, AD UNA POLVERE DI ADEGUATA GRANULOMETRIA, AL FINE DI OTTENERE IL TRATTAMENTO SUCCESSIVO.

3- FLOTTAZIONE

CONSENTE LA SEPARAZIONE DELLE FRATTIONI CONTINENTI RAME DAGLI INERTI. LA POLVERE, ELETTRIFICATA CON CATIONI TENSIOATTIVI, VIENE INTRESSA IN GRANDI VASCHE DA DOVE SI ESPORTA LO STRATO SCHIUMOSO SUPERFICIALE CHE CONTIENE LE PARTICELLE PIU' RICCHE DI "Cu".

4- CONCENTRAZIONE

I FANGHI SONO ESSICCATI MECCANICAMENTE PRIMA DELLA IMMISSIONE NEL FOMO DI ARROSTIMENTO, IN QUANTO UN'ELEVATA QUANTITA' DI ACQUA PRODURREBBE UNO SPRECO DI ENERGIA TERMICA PER LA SUA EVAPORAZIONE. SI OTTENE UN COMPOSTO A BASE DI MINERALI SOLFORATI.

5- ARROSTIMENTO

LA CONCENTRAZIONE PROCEDE POI PER VIA TERMICA, SI DIMINUISCE COSI' IL TENORE DELLO Zolfo PRESENTE STRUTTURANDO LA SUA PIU' ELEVATA AFFINITA' CON L'OSSIGENO RISPETTO AL RAME.

- BENI DI CONSUMO :

DALL'ABBIGLIAMENTO ALL'ABBIGLIAMENTO, DALL'ARTIGIANATO AI GIOIELLI PASSANDO PER GLI STRUMENTI MUSICALI. OGGI IL RAME È UTILIZZATO IN QUESTI E TANTI ALTRI BENI DI CONSUMO: CORREJAVOILI, SEDIE, VOTAFIDE, ATTREZZI DA CUCINA, SPECCHI, E SCULTURA OLTRE CHE AI FILI ELETTRICI E CAVI, SCHERME PER COMPUTER.

- TRASPORTI :

OGGI GIUNO, AUTOTOBISKI, AEREI, TRENI AD ALTA VELOCITA', TRAM O FILOBUS, MA ANCHE SPACE-SHUTTLE SPENDONO DAL RAME. E LA DOMANDA È SEMPRE STATA CRESCENTE.

- AGRICOLTURA :

UN SUOLO RICCO IN RAME PERMETTE DI OTTENERE COLTIVAZIONI SANE E RIGOROSE, SOPRATTUTTO DI FRUTTA E CEREALI.

- ARCHITETTURA :

IL RAME È IMPIEGATO PER ESEGUIRE TETTI E COPERTURE, GRANDE. QUESTO METALLO È APPREZZATO PER IL SUO COLORE CHE CAMBIA NEL TEMPO SE ESPOSTO AGLI AGENTI ATMOSFERICI. È ANCHE UTILIZZATO PER TANGHE, PORTALI, MANICINI E ALTRE FINITURE DI ARRETTAMENTO.

● IL RAME E LE SUE LEGHE PER GLI EDIFICI

All'esterno : COPERTURE E TETTI, RIVESTIMENTI, GRONDE, PLUVIALI, SCOSSAMELLE.

All'interno : ELEMENTO DECORATIVO, ACCESSORI

COMPOSIZIONE : CU - DHP (99,9% CU, MINIMO)

MODELLI INFERMENTO : UNI EN 1172 (RAME E LEGHE DI RAME - LASTRE E NASTRI PER L'EDILIZIA)

UNI EN 506 (PRODOTTI DI LASTRE METALLICHE PER COPERTURE - PRODOTTI AUTOPROTEGGI)

PROPRIETA' E CARATTERISTICHE :

DURATA E RESISTENZA AGLI AGENTI ATMOSFERICI, BASSO COSTO DI MANUTENZIONE, BUONA MANOVABILITA', NEI MAGGIORE FREDDO E OTTIMA MANOVABILITA' ANCHE A BASSE TEMPERATURE, LEGGEREZZA, BASSA DILATAZIONE TERMICA, COLORI NATURALI E PREDEFINITI, RICICLABILE AL 100% AL TERMINE DELLA SUA VITA UTILE.

- OTTONE : LEGA RAME - ZINCO (CU - ZN)

STABILITA' E RIGIDITA', RESISTENZA AD ABRASIONE, DURATA, POSSIBILITA' DI TRATTAMENTI SUPERFICIALI.

- BRONZO : LEGA RAME - STAGNO (CU - SN)

STABILITA' E RIGIDITA', RESISTENZA AD ABRASIONE, DURATA

- COPRALUMINIO : LEGA RAME - ALLUMINIO (CU - AL)

COLONNARE BONA, RESISTENZA AD ABRASIONE, RIGIDITA'

● ASPETTI PROGETTUALI PER LE COPERTURE

1) COMPATIBILITA' TRA I MATERIALI (LIVELLO CRITICO)

LINIE GUIDA: NON TETTERE A CONTATTO DIRETTO METALLI DIVERSI (GIUNTI METALLICI), UTILIZZARE FISSAGGI COMPATIBILI CON IL RAME (RAME, OTTONE, INOX 316), GRONDE E PLUVIALI COMPATIBILI CON RAME

SONO ACCETTATI COME ECCEZIONI INSIEME AL RAME:

ACCIAIO INOX, LEGNO (NO AL CASERMO), ZINCO (EVITARE CONTATTO O RAME SOTTO), ALLUMINIO (SE RIVESTITO)

CORROSIONE (8)

06/06/202

È UNO DEI FENOMENI, È INELUTTABILE COMPLETAMENTE, È NECESSARIO ANALIZZARE LE CONDIZIONI DELL'AMBIENTE PRIMA DI ELIMINARE I MOTIVI PER CUI AVVIENE. OCCORRE ANALIZZARE IL MATERIALE E QUANTO QUESTO È PROPENSO AL FENOMENO

[2 ESEMPI]

1° IL FERRO E L'ACCIAIO (NON INOX) QUANDO È ESPOSTO AD UN'ATMOSFERA INDUSTRIALE (ATMOSFERA PIÙ SOLLECITANTE) REAGISCE PER FORMARE LA RUGGINE ($Fe_2O_3 \cdot H_2O$) CHE È SCARSAMENTE ADERENTE E QUINDI NON COSTITUISCE UNA BARRIERA CHE ISOLA IL METALLO DALL'AMBIENTE.

LA REAZIONE PERTANTO CONTINUA AD UNA VELOCITÀ COSTANTE E LINEARE FINO A QUANDO IL MATERIALE NON È COMPLETAMENTE CONSUMATO

2° IL RAME ESPOSTO ALL'AMBIENTE FORMA UNA PATINA VERDE CHE È PROTETTIVA E ISOLA IL METALLO DALL'AMBIENTE (I TETTI INSTAURATI 200 ANNI FA HANNO ANCORA OGGI OTTIME PRESTAZIONI)

● PARAMETRI SENSIBILI DI PROCESSO DI CORROSIONE

- METALLI: COMPOSIZIONE, STRUTTURA ATOMICA, TENSIONI APPLICATE
- AMBIENTE: PRESSIONE, TEMPERATURA, IMPUREZZE
- INTERFACCIA METALLO/AMBIENTE: CINETICA DELL'OSSIDAZIONE DEL METALLO, NATURA E COLLOCAZIONE DEI PRODOTTI DI CORROSIONE

"DI BASE LA CORROSIONE È UNA REAZIONE CHIMICA ETEROGENA CHE AVVIENE NELL'INTERFACCIA METALLO/NO METALLO E CHE COINVOLGE IL METALLO COME REAGENTE."

"IL METALLO SI OSSIDA (IL NUMERO DI OSSIDAZIONE AUMENTA) E IL NO METALLO SI RIDUCE (IL NUMERO DI OSSIDAZIONE DECRESCA)."

● CLASSIFICAZIONE

IL PRINCIPALE AMBIENTE CON CUI SONO A CONTATTO I MATERIALI METALLICI È L'ACQUA (CORROSIONE UMIDA).

L'ALTRO AMBIENTE TIPO CORROSIVO È QUELLO DELL'AMBIENTE CHIMICAMENTE AGGRESSIVO, AD ALTA TEMPERATURA E SENZA LA PRESENZA DI LIQUIDI (CORROSIONE A SECCO), AMBIENTE INDUSTRIALE

↳ NATURA ELETTROCHIMICA DELLA CORROSIONE UMIDA

È PRESENTE UNA ZONA ANODICA (REAZIONE DI OSSIDAZIONE DEL METALLO) ED UNA ZONA CATERDICA (REAZIONE DI RIDUZIONE DEL NO METALLO). QUESTE DUE ZONE SONO DIVISE DALL'ELETTROLITA (TUTTO CHE TRASPORTA GLI ELETTRONI).

LE DUE REAZIONI SI BILANCIANO, PROCEDONO INSIEME, TANTO PIÙ LENTA È LA REAZIONE ANODICA, TANTO PIÙ LENTA SARÀ LA REAZIONE CATERDICA.

SI FORMA QUINDI UN TRIANGOLO, CUI VERTICI SONO FORMATE DA ANODI, CATERDI ED ELETTROLITA (PRESENTE AFFINCHÉ SI VENGANO LE REAZIONI).

LA PENETRAZIONE DEL COMPONENTE DETALICO.

È PERICOLOSA PERCHÉ VIENE TAGLIATA DAI PRODOTTI DI REAZIONE

AVVIENE PER:

REAZIONE ANODICA E REAZIONE CATTODICA.

LE ZONE IN PROSSIMITÀ DELLA REAZIONE SONO PROTETTE CATTODICAMENTE CREANDO UNA DIFERENZA PREFERENZIALE PER LA CORROSIONE.

PER EVITARE QUESTA FORMA SI DEVONO USARE METALLI CHE NON SIANO SUSCETTIBILI A QUESTO TIPO DI CORROSIONE SPECIFICA.

→ CALCOLO DELLA RESISTENZA AL Pitting $PI = \%Cr + 3\%Ti + 16\%N$

● CORROSIONE IN FESSURA

È UNA FORMA LOCALIZZATA, CHE AVVIENE IN PRESENZA E SULLA FESSURA, DOVE POSSONO ESSERE SOLUZIONI STAGNANTI, PUÒ AVVENIRE IN PROSSIMITÀ DI GIUNZIONI, FONI, CHIODI, BULLONI, ECC.

INTERESSA MOLTO LEGGERE, NON È RAPIDA TA LENTA, RESTA COMUNQUE ESTREMAMENTE AGGRESSIVA.

IL PROCESSO È SIMILE A QUELLO PER INQUADATURA:

INIZIALMENTE REAZIONE ANODICA E CATTODICA, IN SEGUITO ESSENDO STAGNANTE LA SOLUZIONE L'OSSIGENO PRESENTE VIENE CONSUMATO FIN A NON RIMANERCI.

PER PREVENIRE QUESTA FORMA DI CORROSIONE OCCORRE EVITARE IL CREARE DELLA FESSURA

● CORROSIONE INTERGRANULARE

DOVUTO A PRECIPITAZIONE DI CARBURI IN GRENDO SUI BORDI DI GRANO

(VEDERE SLIDES)

● CORROSIONE SOTTO SFORZO

È DOVUTA ALLA FORMAZIONE DI CRACKE PROVOCATO DALL'EFFETTO COMBINATO DI UNA SOLLECITAZIONE E DI UNO SPECIFICO AMBIENTE AGGRESSIVO.

POSSONO ESSERE DI NATURA INTERGRANULARE O TRANSGRANULARE.

PREVENZIONE:

- PREVENIRE SFORZI INTERNI RESIDUI
- SISTEMI DI PROTEZIONE VISTI PER CORROSIONI PRECEDENTI

● SCELTA DEI MATERIALI PER LA PROTEZIONE DALLA CORROSIONE

- METALLI → PIÙ SOGGETTI A CORROSIONE
- NON METALLI → MENO SOGGETTI

SI UTILIZZANO:

INVESTIMENTI METALLICI (SACRIFICALI), INVESTIMENTI INORGANICI, INVESTIMENTI ORGANICI.