

PREPARAZIONE DI CAMPIONI METALLOGRAFICI



CORSO DI METALLURGIA A.A. 2003/2004

1

La metallografia è la scienza che si occupa della costituzione e della struttura dei metalli e delle leghe metalliche, in relazione alle loro proprietà di impiego

Finalità della metallografia:

- **valutazione degli effetti sulla microstruttura di trattamenti termici, termochimici, termomeccanici e di deformazioni plastiche a caldo e a freddo**
- **individuazione di difetti quali microvuoti, inclusioni non metalliche (ossidi, solfuri) o cricche**
- **correlazione fra microstruttura e caratteristiche di impiego**

CORSO DI METALLURGIA A.A. 2003/2004

2

Strumenti per l'indagine metallografica

- Il microscopio ottico
- Il microscopio elettronico a scansione
- Il microscopio elettronico a trasmissione



Preparazione dei campioni per l'osservazione metallografica al microscopio ottico



Requisiti:

- 1) rappresentatività del pezzo da esaminare
- 2) prelievo e preparazione tali da influenzare al minimo le caratteristiche del materiale
- 3) lucidatura tale da non asportare inclusioni presenti nel materiale
- 4) grado di lucidatura che permetta l'esame ad alto ingrandimento

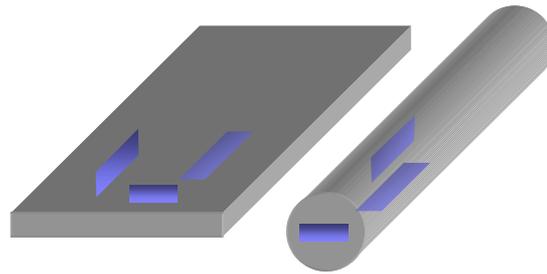
Fasi:

- 1) Scelta del campione
- 2) Prelievo
- 3) Montaggio
- 4) Levigatura
- 5) Lucidatura
- 6) Attacco chimico o elettrolitico
- 7) Osservazione microstrutturale

1) SCELTA DEL CAMPIONE

ha lo scopo di isolare una zona rappresentativa di quanto si desidera osservare

- ⇒ importante è la direzione di prelievo
- ⇒ conviene prelevare più campioni dallo stesso pezzo



dimensioni: ~ 2 cm² di superficie da osservare

2) PRELIEVO

serve ad ottenere un campione di dimensioni e forma idonee ad essere manipolato nelle fasi successive di preparazione

tecniche di prelievo:

- frattura
- taglio con mola elastica abrasiva
- taglio mediante sega
- taglio mediante elettroerosione
- taglio mediante fresatura
- taglio ossiacetilenico

....

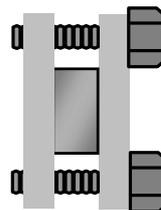
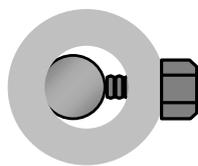
3) MONTAGGIO O INGLOBAMENTO

ha lo scopo di:

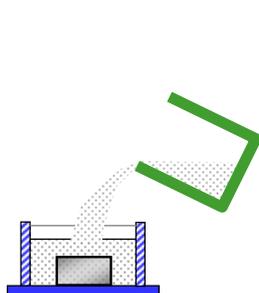
- facilitare la manipolazione dei campioni durante le fasi successive
- facilitare l'esame microscopico sui bordi del campione (rivestimenti, trattamenti termici superficiali...)
- utilizzare impianti automatici per la preparazione dei provini

Tipi di montaggio:

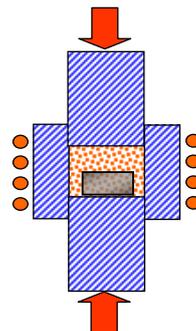
- fissaggio in morsetti metallici



- inglobatura con resine



polimerizzanti a freddo

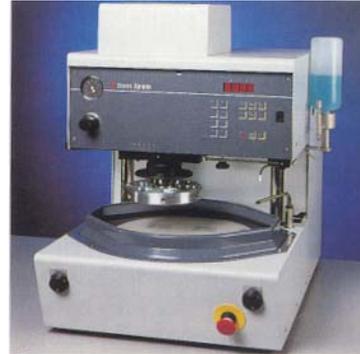
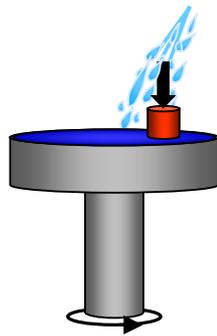


polimerizzanti a caldo



4) LEVIGATURA

- serve ad eliminare le alterazioni strutturali subite dal metallo durante il taglio
- ha lo scopo di conferire alla superficie da esaminare una certa planarità
- viene realizzata con carte abrasive + lubrificante (H₂O)

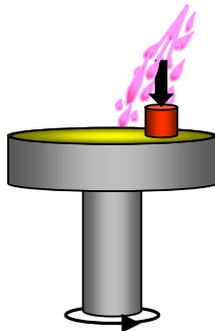


CORSO DI METALLURGIA A.A. 2003/2004

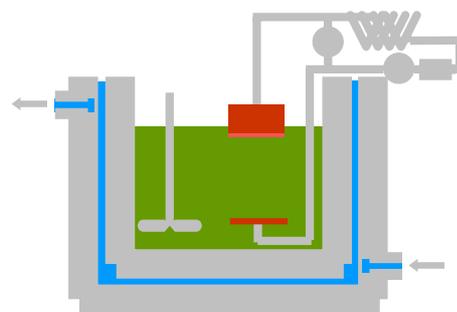
9

5) LUCIDATURA

- ha lo scopo di realizzare una lucidatura a specchio della superficie da esaminare, senza righe
- può essere:



meccanica ⇒ viene realizzata con panni abrasivi + lubrificante



elettrolitica ⇒ viene realizzata in una cella elettrolitica

CORSO DI METALLURGIA A.A. 2003/2004

10

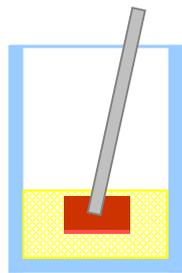
6) ATTACCO CHIMICO O ELETTROLITICO

Al microscopio sono visibili:

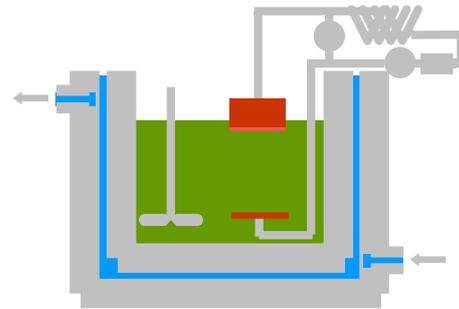
senza attacco \Rightarrow inclusioni non metalliche, porosità, cricche, grafite

con attacco \Rightarrow trattamenti termici e meccanici subiti dal metallo

L'attacco può essere:



chimico \Rightarrow per immersione nel reattivo per un certo tempo, poi lavaggio in H_2O e asciugatura

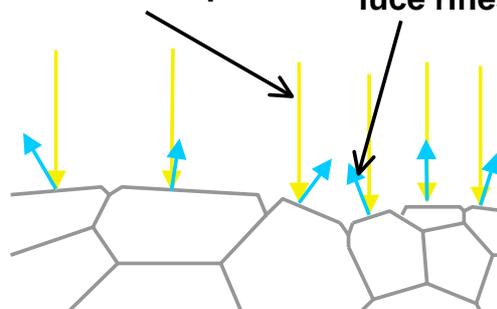


elettrolitico \Rightarrow in una cella elettrolitica, poi lavaggio in H_2O e asciugatura

7) OSSERVAZIONE MICROSTRUTTURALE

luce incidente proveniente dall'obiettivo del microscopio

luce riflessa



FERRO PURO TECNICO

C %	Mn %	Si %	S %	P %
0,03	0,04	0,003	0,010	0,035

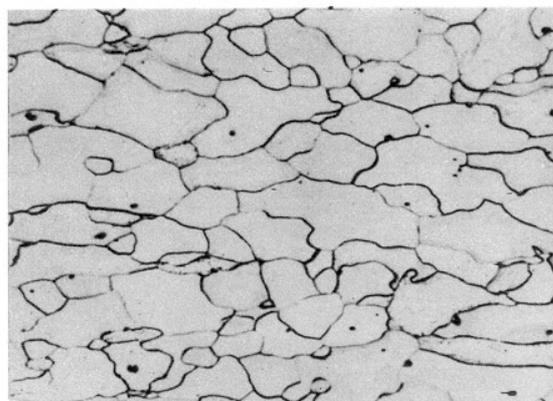
Sezione: piatto, 300 x 5 mm

Stato: grezzo di laminazione a caldo

Microstruttura: ferrite

Attacco: Nital 5 %

Durezza: HV (10 kg.) = 93 kg/mm²



x 100

ACCIAIO: C 10 - UNI 2953

C %	Mn %	Si %	S %	P %
0,10	0,45	0,18	0,030	0,009

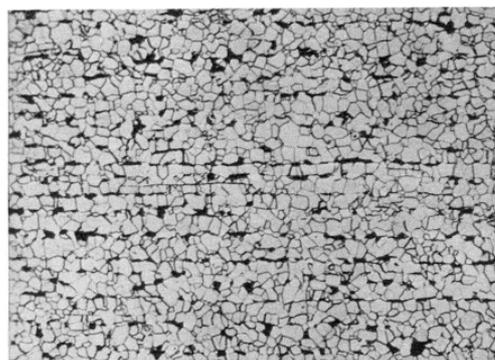
Sezione: tonda, 10 mm

Stato: grezzo di laminazione a caldo (temperatura finale di laminazione 850°C - raffreddamento all'aria delle matasse)

Microstruttura: ferrite e perlite (tracce di disposizione a bande)

Attacco: Nital 2 %

Durezza: HRB = 73



x 100

ACCIAIO: C 10 - UNI 2953

C %	Mn %	Si %	S %	P %
0,10	0,45	0,18	0,030	0,009

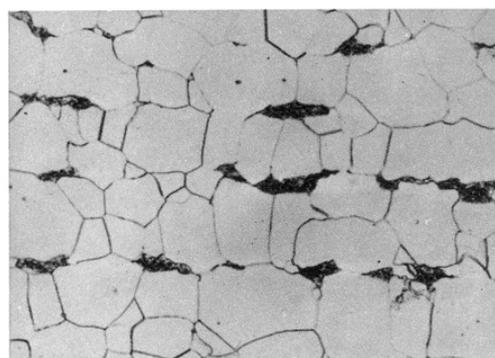
Sezione: tonda, 10 mm

Stato: grezzo di laminazione a caldo (temperatura finale di laminazione 850°C - raffreddamento all'aria delle matasse)

Microstruttura: ferrite e perlite (tracce di disposizione a bande)

Attacco: Nital 2 %

Durezza: HRB = 73



x 500

ACCIAIO: C 20 - UNI 2954

C %	Mn %	Si %	S %	P %
0,21	0,54	0,25	0,025	0,013

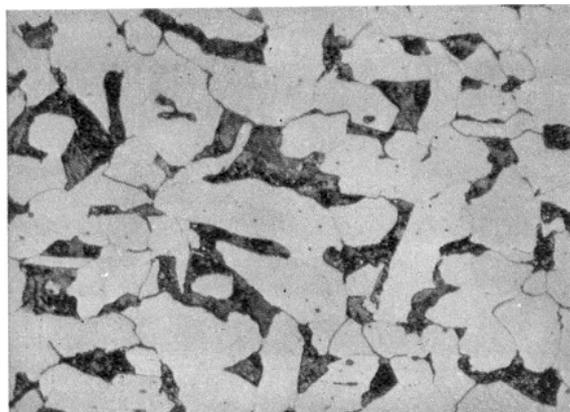
Sezione: 75 x 3 mm

Stato: grezzo di laminazione a caldo
(temperatura finale di laminazione
850°C - raffreddamento all'aria dei
rotoli)

Microstruttura: ferrite e perlite

Attacco: Nital 2 %

Durezza: HRB = 79



x 500

ACCIAIO: C 30 - UNI 2954

C %	Mn %	Si %	S %	P %
0,32	0,48	0,22	0,023	0,016

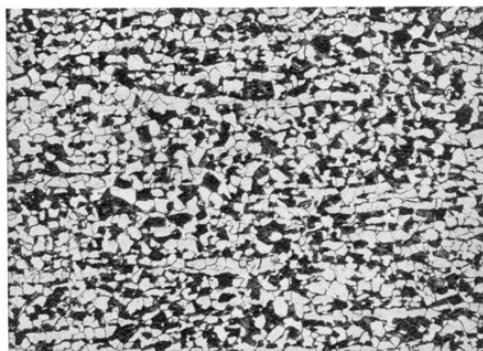
Sezione: tonda, 12 mm

Stato: grezzo di laminazione a caldo
(temperatura finale di laminazione
820°C - raffreddamento all'aria delle
matasse)

Microstruttura: ferrite e perlite (tracce
di disposizione a bande)

Attacco: Nital 2 %

Durezza: HRB = 82



x 100

ACCIAIO: C 30 - UNI 2954

C %	Mn %	Si %	S %	P %
0,32	0,48	0,22	0,023	0,016

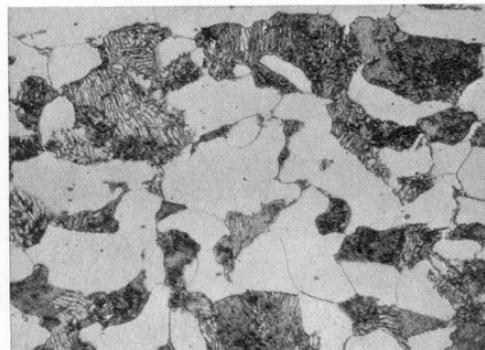
Sezione: tonda, 12 mm

Stato: grezzo di laminazione a caldo
(temperatura finale di laminazione
820°C - raffreddamento all'aria delle
matasse)

Microstruttura: ferrite e perlite

Attacco: Nital 2 %

Durezza: HRB = 82



x 500

ACCIAIO: C 40 - UNI 2954

C %	Mn %	Si %	S %	P %
0,40	0,53	0,27	0,023	0,015

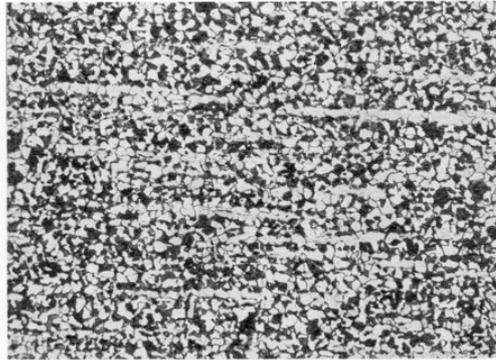
Sezione: tonda, 7 mm

Stato: grezzo di laminazione a caldo (temperatura finale di laminazione 800°C - raffreddamento all'aria delle matasse)

Microstruttura: ferrite e perlite (leggera disposizione a bande)

Attacco: Nital 2 %

Durezza: HRB = 88



x. 100

ACCIAIO: C 40 - UNI 2954

C %	Mn %	Si %	S %	P %
0,40	0,53	0,27	0,023	0,015

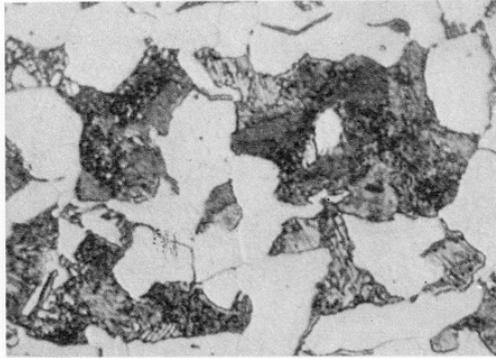
Sezione: tonda, 7 mm

Stato: grezzo di laminazione a caldo (temperatura finale di laminazione 800°C - raffreddamento all'aria delle matasse)

Microstruttura: ferrite e perlite

Attacco: Nital 2 %

Durezza: HRB = 88



x 1000

ACCIAIO: C 72 - UNI 3545

C %	Mn %	Si %	S %	P %
0,70	0,63	0,28	0,015	0,013

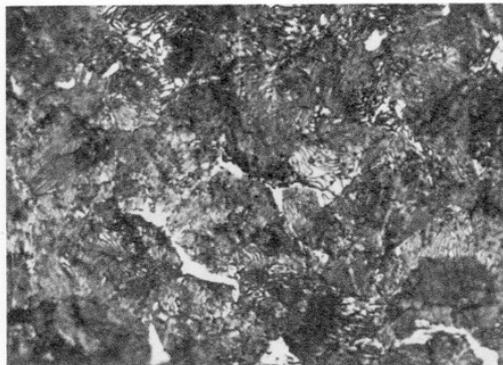
Sezione: tonda, 6 mm

Stato: grezzo di laminazione a caldo

Microstruttura: perlite lamellare e tracce di ferrite

Attacco: Picral 4 %

Durezza: HRC = 26,8



x 500

ACCIAIO: C 72 - UNI 3545

C %	Mn %	Si %	S %	P %
0,70	0,63	0,28	0,015	0,013

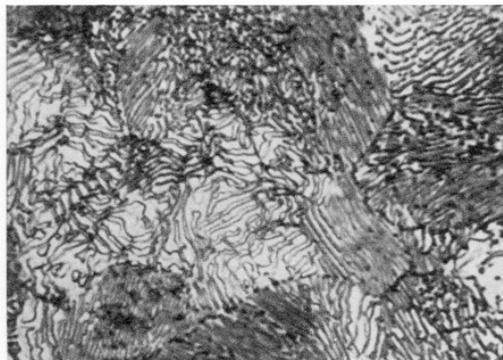
Sezione: tonda, 6 mm

Stato: grezzo di laminazione a caldo

Microstruttura: perlite lamellare

Attacco: Picral 4 %

Durezza: HRC = 26,8



x 1500

ACCIAIO: C 85 - UNI 3545

C %	Mn %	Si %	S %	P %
0,81	0,58	0,33	0,012	0,010

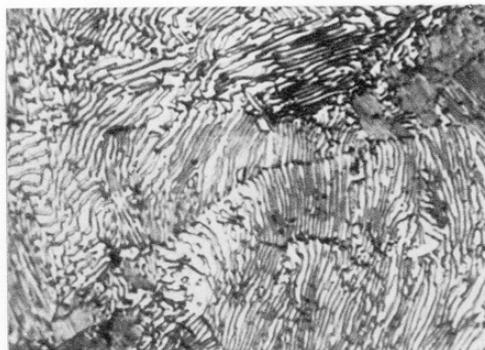
Sezione: tonda, 6 mm

Stato: grezzo di laminazione a caldo

Microstruttura: perlite lamellare

Attacco: Picral 4 %

Durezza: HRC = 26,5



x 1500

ACCIAIO: UC 100 - UNI 2955

C %	Mn %	Si %	S %	P %
1,00	0,28	0,22	0,008	0,012

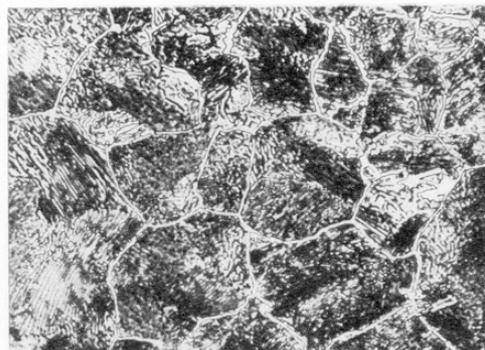
Sezione: quadra, 50 x 50 mm

Stato: grezzo di laminazione a caldo

Microstruttura: perlite lamellare e cementite al contorno dei grani

Attacco: Nital 1 %

Durezza: HB = 235 kg/mm²



x 500

ACCIAIO: K X 2

C %	Mn %	Si %	S %	P %	Pb %
0,10	1,10	0,06	0,30	0,096	0,19

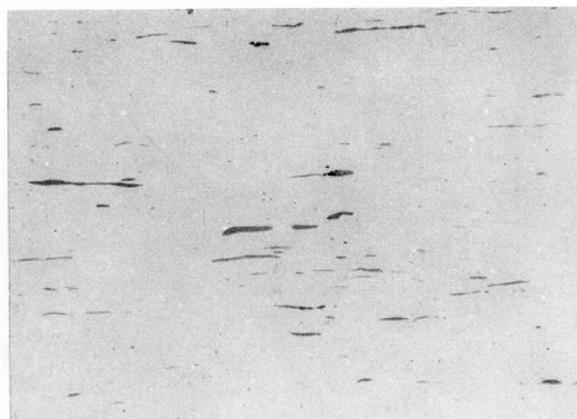
Sezione: tonda, 18 mm

Stato: grezzo di laminazione a caldo

Microstruttura: solfuri (allungati nella direzione di laminazione)

Senza attacco

Durezza: HB = 138 kg/mm²



x 100

ACCIAIO: K X 2

C %	Mn %	Si %	S %	P %	Pb %
0,10	1,10	0,06	0,30	0,096	0,19

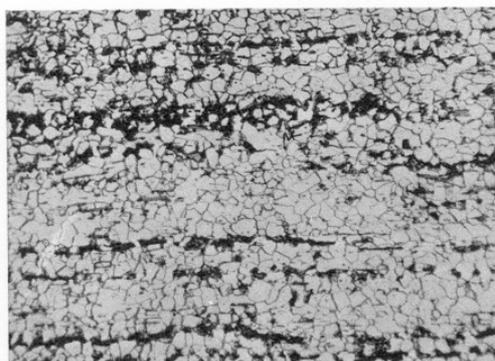
Sezione: tonda, 18 mm

Stato: grezzo di laminazione a caldo

Microstruttura: ferrite e perlite (sensibile disposizione a bande)

Attacco: Nital 2 %

Durezza: HB = 138 kg/mm²



x 100

ACCIAIO: SAE X 1117

C %	Mn %	Si %	S %	P %	Pb %
0,17	1,44	0,20	0,113	0,036	0,18

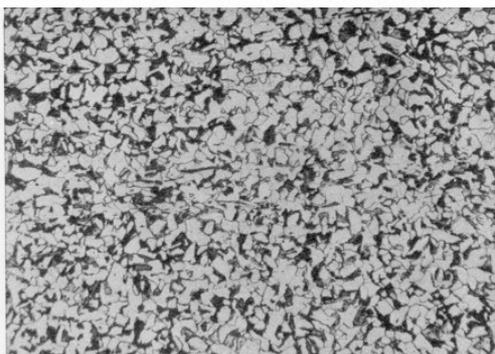
Sezione: tonda, 24 mm

Stato: grezzo di laminazione a caldo

Microstruttura: ferrite e perlite

Attacco: Nital 2 %

Durezza: HB = 171 kg/mm²



x 100

ACCIAIO: X 15 CN 1808 - UNI 4047

C %	Mn %	Si %	Cr %	Ni %
0,13	0,47	0,30	18,31	7,99

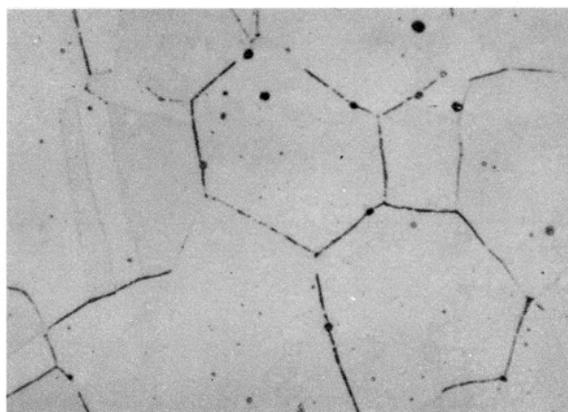
Sezione: tonda, 41 mm

Stato: grezzo di laminazione a caldo

Microstruttura: austenite e carburi al contorno dei grani

Attacco: elettrolitico in soluz. di acido ossalico

Durezza: HRB = 88



x 500

ACCIAIO: U 52 WC 20 - UNI 2955

C %	Mn %	Si %	S %	P %
0,56	0,43	0,80	0,007	0,009
Cr %	W %			
1,02	2,08			

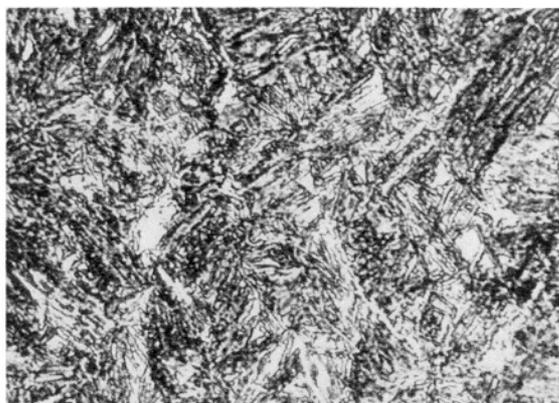
Sezione: quadra, 20 mm

Stato: grezzo di laminazione a caldo (raffreddamento in aria)

Microstruttura: bainite e ristrette aree martensitiche

Attacco: Picral 4 %

Durezza: HRC = 46



x 500

ACCIAIO: C 40 - UNI 2954

C %	Mn %	Si %	S %	P %
0,40	0,53	0,27	0,023	0,015

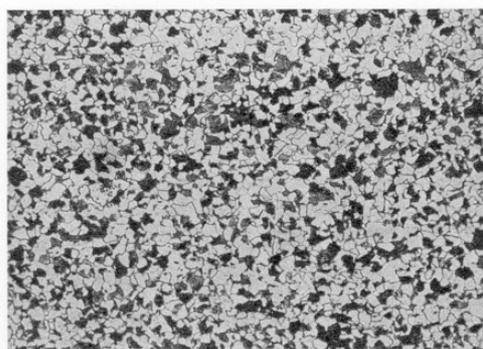
Sezione: tonda, 7 mm

Stato: ricottura completa (t = 850 °C - permanenza: 4 ore - raffreddamento in forno: 40 °C/ora)

Microstruttura: ferrite e perlite

Attacco: Nital 2 %

Durezza: HRB = 82



x 100

ACCIAIO: C 40 - UNI 2954

C %	Mn %	Si %	S %	P %
0,40	0,53	0,27	0,023	0,015

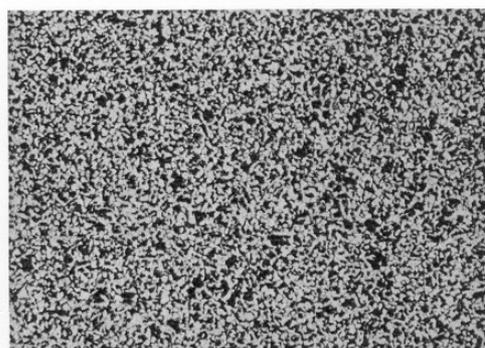
Sezione: tonda, 7 mm

Stato: normalizzato (t = 830 °C)

Microstruttura: ferrite e perlite

Attacco: Nital 2 %

Durezza: HRB = 91



x 100

ACCIAIO: C 40 - UNI 2954

C %	Mn %	Si %	S %	P %
0,40	0,53	0,27	0,023	0,015

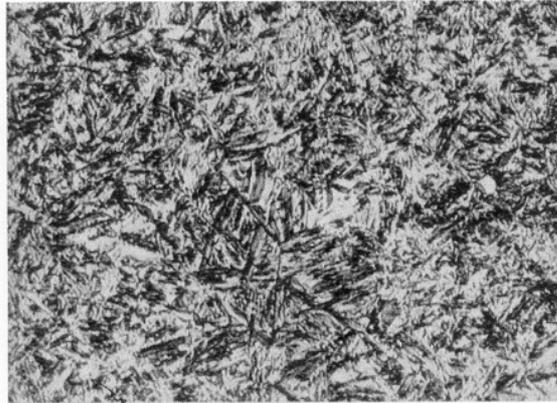
Sezione: tonda, 7 mm

Stato: temprato ($t = 820\text{ }^{\circ}\text{C}$ - raffreddamento in acqua)

Microstruttura: martensite

Attacco: Nital 2 %

Durezza: HRC = 57



x 500