

# **Uddeholm**

## **Caldie®**

© UDDEHOLMS AB

Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta o trasmessa per fini commerciali senza l'autorizzazione del titolare del copyright

Queste informazioni si basano sulle nostre attuali conoscenze e vengono divulgate allo scopo di fornire delle informazioni generali sui nostri prodotti e il loro impiego. Esse quindi non devono essere interpretate come una garanzia sulle proprietà specifiche dei prodotti descritti o come una garanzia della loro idoneità per un determinato scopo.

Omologato ai sensi della Direttiva Europea 1999/45/CE  
Per ulteriori informazioni, consultare la "Schede di sicurezza"

Edizione: 2 rivisto 07.2017, non stampati



## Generalità

Il Uddeholm Caldie è un acciaio da utensili legato al cromo-molibdeno-vanadio, caratterizzato da:

- Ottima resistenza a scheggiature e cricature
- Buona resistenza all'usura
- Elevata durezza (>60 HRC) dopo rinvenimento ad alta temperatura
- Buona stabilità dimensionale sia nel trattamento termico che nell'impiego
- Eccellenti caratteristiche di temprabilità a cuore
- Buona lavorabilità alle macchine utensili e rettificabilità
- Eccellente lucidabilità
- Adatto ai trattamenti superficiali e rivestimenti PVD/CVD
- Buona resistenza al rinvenimento
- Adatto per le lavorazioni di elettroerosione

Composizione tipica%	C	Si	Mn	Cr	Mo	V
	0,7	0,2	0,5	5,0	2,3	0,5
Specifiche standard	Nessuna					
Condizioni di fornitura	Ricottura dolce fino max. 215 HB					
Codice cromatico	Bianco/grigio					

## Applicazioni

Il Caldie è indicato per stampi di breve a media durata dove la scheggiatura e/o la cricatura sono i meccanismi di avaria predominante, contemporaneamente richiesta è un'alta resistenza alla compressione (durezza di oltre 60 HRC). Queste caratteristiche fanno del Caldie la soluzione per eccellenza per tutte le necessità dello stampaggio a freddo. La combinazione tra una durezza oltre 60 HRC e una alta resistenza alla scheggiatura è fondamentale, ad esempio per la tranciatura e la formatura di lamiere d'acciaio ad alta resistenza sempre più utilizzate nella industria automobilistica e della meccanica generale.

Il Caldie è un ottimo substrato per tutti i trattamenti superficiali sia termochimici di diffusione che rivestimenti PVD/CVD.

Esempi

### APPLICAZIONI A FREDDO

- Lavorazioni di tranciatura che richiedono un'elevata duttilità e tenacità per evitare scheggiature/cricature
- Forgiatura e formatura a freddo che richiedono un'elevata resistenza alla compressione, combinata con la necessaria resistenza alla scheggiatura/alla cricatura

- Lame per macchine
- Stampi per filettatura
- Supporto per rivestimenti superficiali

### APPLICAZIONI UDDEHOLM COMPONENT BUSINESS

- Applicazioni ingegneristiche che richiedono duttilità e tenacità elevate per evitare scheggiature e cricature ad esempio la triturazione di materiali metallici.

## Proprietà

Le caratteristiche qui sotto riportate sono state rilevate su provini, presi dal centro di barre, di 203 x 80 e Ø di 102 mm. Salvo indicazioni contrarie tutti i provini sono stati temprati a 1025°C, spenti in un forno sotto vuoto in pressione e rinvenuti due volte a 525°C per due ore fino a 60–61 HRC.

### Proprietà fisiche

Tempra e rinvenimento a 60–61 HRC.

Temperatura	20°C	200°C	400°C
Densità kg/m <sup>3</sup>	7 820	–	–
Modulo di elasticità MPa	213 000	192 000	180 000
Coefficiente di dilatazione termica per °C da 20°C	–	11,6 x 10 <sup>-6</sup>	12,4 x 10 <sup>-6</sup>
Conducibilità termica W/m °C	–	24	28
Calore specifico J/kg °C	460	–	–

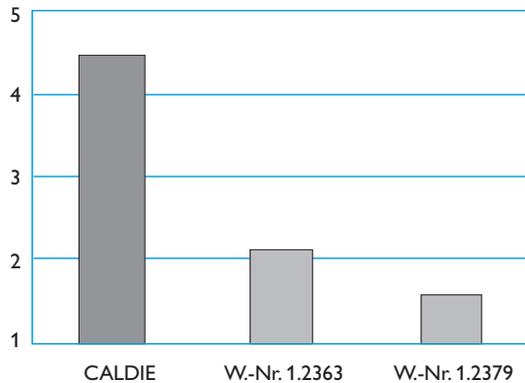
### Resistenza alla compressione

La seguente tabella illustra la resistenza alla compressione in funzione della durezza

Durezza HRC	Limite di snervamento a compressione Rc0,2 (MPa)
58	2230
60	2350
61	2430

## Resistenza alla scheggiatura

Nel grafico sottostante riportiamo la resistenza alla scheggiatura del Uddeholm Caldie confrontata con gli acciai W.-Nr. 1.2363, e W.-Nr. 1.2379.



## Trattamento termico

### Ricottura

Proteggere il componente dalla ossidazione, riscaldare fino a 820°C permanenza di almeno 2 ore da quando il cuore ha raggiunto la temperatura selezionata, raffreddare quindi in forno con una velocità 10°C/h fino a 650°C, raffreddamento residuo in aria, oppure lentamente fino alla temperatura ambiente.

### Ricottura di distensione

Dopo la sgrossatura alle macchine utensili, suggeriamo l'esecuzione di una distensione da eseguire a 650°C, con le stesse modalità della ricottura.

Raffreddamento lento in forno fino a 500°C, raffreddamento residuo in aria, oppure lentamente fino alla temperatura ambiente.

### Tempra

Temperature di preriscaldamento: 600–650°C e 850–900°C, suggeriamo un terzo preriscaldamento a 930°C per i pezzi di medio grosse dimensioni (sezione >150 mm)

Temperatura di austenitizzazione: 1000–1050°C, normalmente 1020°C, per pezzi di grosse dimensioni (sezione >150 mm) 1000°C.

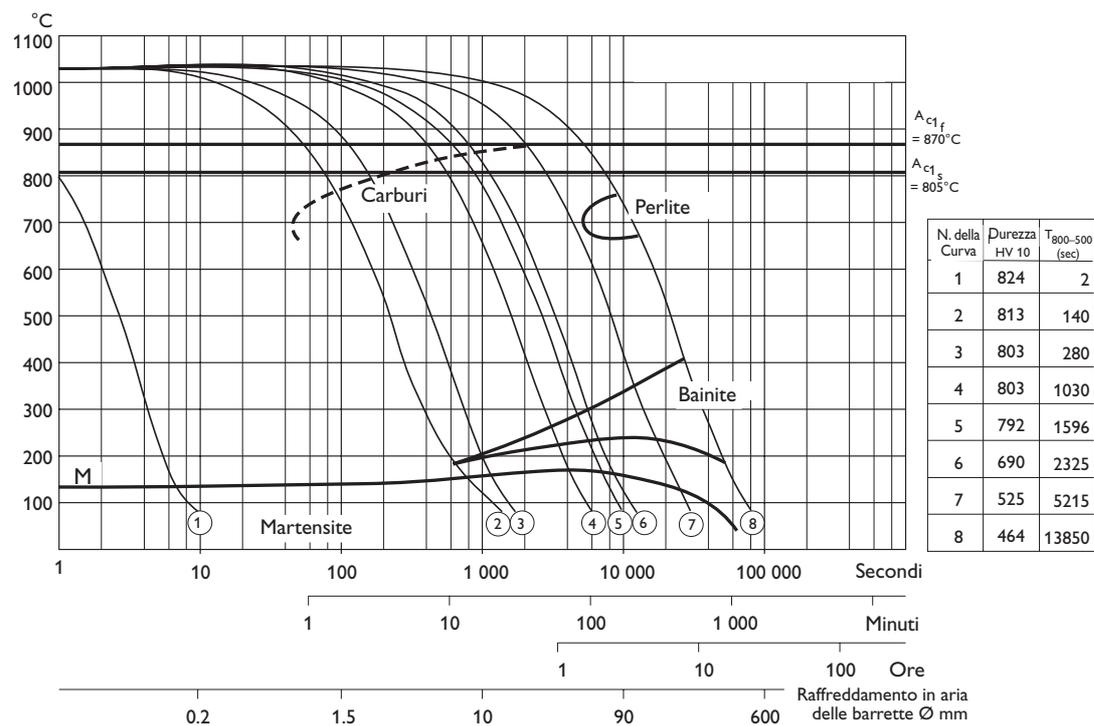
Tempo di permanenza: 30 min. da quando è stata raggiunta la temperatura a cuore.

Nota: Tempo di permanenza = mantenimento alla temperatura di austenitizzazione dopo il raggiungimento della temperatura a cuore dello stampo. Una permanenza inferiore a quella consigliata può portare a una perdita della durezza.

Proteggere il pezzo dalla decarburazione e dall'ossidazione.

### DIAGRAMMA CCT

Temperatura di austenitizzazione 1025°C. Tempo di permanenza: 30 minuti



## Mezzi di spegnimento

- Forno sotto vuoto (flusso gassoso ad alta velocità con sufficiente sovrappressione)
- Bagno di tempra termale isoterma a 200–550°C
- Atmosfera di gas ad alta velocità di ricircolazione

*Nota:* Eseguire il rinvenimento dello stampo non appena raggiunge la temperatura di 50–70°C.

Al fine di ottenere le proprietà ottimali dello stampo la velocità di raffreddamento deve essere la massima compatibile con un livello di variazioni geometriche accettabili.

Uno spegnimento lento comporterà una perdita di durezza rispetto a quanto riportato nelle curve di rinvenimento.

Lo spegnimento in bagno di tempra termale deve essere seguito da un raffreddamento in aria forzata, se lo spessore dell'utensile è superiore a 50 mm.

## Rinvenimento

Selezionare la temperatura di rinvenimento in base alla durezza richiesta, facendo riferimento al diagramma di rinvenimento sottostante. Eseguire almeno due volte rinvenimenti, con raffreddamento intermedio a temperatura ambiente.

Per esigenze di elevata stabilità dimensionale in esercizio e duttilità si consiglia vivamente di eseguire tre rinvenimenti a temperature non inferiori di 540°C.

Effettuando rinvenimenti a temperature inferiori a 540°C può aumentare, in una certa misura, la durezza e la resistenza a compressione, ma anche influenzare negativamente la resistenza alla scheggiatura e la stabilità dimensionale. Tuttavia, volendo utilizzare una temperatura di rinvenimento inferiore, non rinvenire a temperature inferiori a 520°C.

Effettuando due rinvenimenti il tempo minimo di permanenza è di due ore. Effettuando tre rinvenimenti il tempo minimo di permanenza è di un ora.

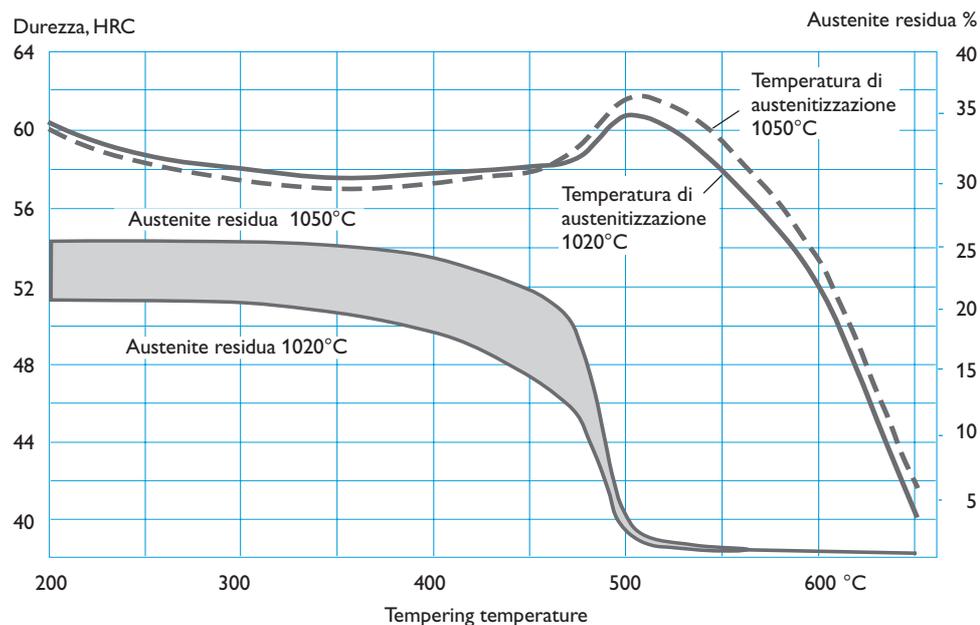
TABELLA DI RINVENIMENTO

Temp. di tempra	Temperatura di rinvenimento		
	540°C	550°C	560°C
1000°C*	57–59 HRC	56–58 HRC	54–56 HRC
1020°C	58–60 HRC	57–59 HRC	55–57 HRC
1050°C	59–61 HRC	58–60 HRC	56–58 HRC

Per elevata stabilità dimensionale, temperatura minima 540°C, 3 x 1 ora.

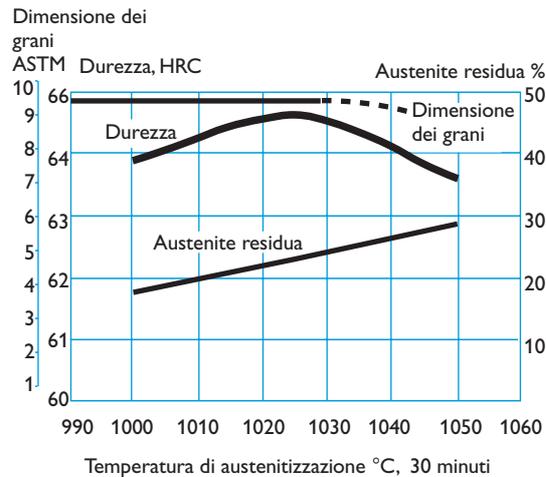
\* Per sezioni >150 mm, dovrebbe essere utilizzata una temperatura di austenizzazione di 1000°C.

DIAGRAMMA DI RINVENIMENTO



Le curve di rinvenimento sopra riportate sono state ottenute attraverso il trattamento termico di un provino avente dimensioni di 15 x 15 x 40 mm, spegnimento in aria forzata ( $T_{800-500} = 300$  sec.). Bisogna quindi tenere presente che, per ovvie ragioni quali le dimensioni reali dell'utensile ed i parametri di trattamento termico, si possono ottenere durezza inferiori a quelle sopra riportate.

## DUREZZA, DIMENSIONE DEI GRANI E AUSTENITE RESIDUA IN FUNZIONE DELLA TEMP. DI AUSTENITIZZAZIONE

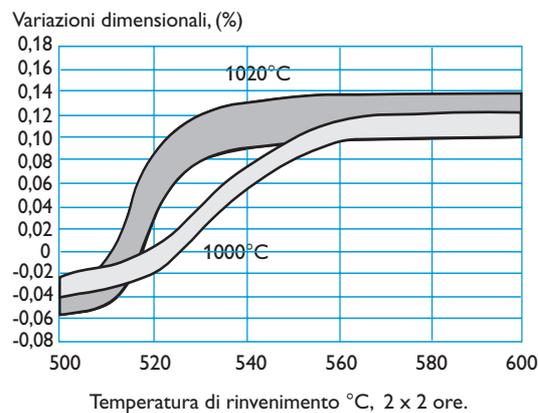


## Variazioni dimensionali

Le variazioni dimensionali sono state misurate dopo l'austenitizzazione a 1000°C/30 minuti e 1020°C/30 minuti, seguita da spegnimento in N<sub>2</sub> con velocità di spegnimento pari a 1,1°C/s tra 800–500°C in un forno sotto vuoto.

Dimensioni provino: 100 x 100 x 100 mm

I valori per tutte le direzioni rientrano nelle aree segnate.



## Trattamenti superficiali

Gli acciai da utensili possono essere sottoposti a trattamenti superficiali per ridurre l'attrito e aumentare la resistenza all'usura. I trattamenti maggiormente utilizzati sono la nitrurazione ed i rivestimenti superficiali con strati resistenti all'usura, prodotti con i metodi PVD o CVD.

L'elevata durezza e tenacità assieme alla buona stabilità dimensionale fanno dell'acciaio Caldie un supporto valido per tutti i rivestimenti superficiali.

## Nitrurazione e nitrocarburazione

La nitrurazione e la nitrocarburazione conferiscono all'acciaio uno strato superficiale duro, molto resistente all'usura e al grippaggio.

La durezza superficiale dopo la nitrurazione è di ca. 1000–1200 HV<sub>0,2kg</sub>. Lo spessore dello strato deve essere scelto in funzione dell'applicazione.

## PVD

Physical Vapour Deposition, PVD, è un metodo di deposizione di strati sottili eseguito a temperature tra 200 e 500°C, questi strati posseggono ottime proprietà tribologiche.

## CVD

Chemical Vapour Deposition, CVD, viene utilizzato per l'applicazione di rivestimenti superficiali resistenti all'usura a temperature intorno a 1000°C.

## Parametri di taglio consigliati

I parametri di taglio sotto indicati sono da considerarsi valori indicativi che devono essere adattati alle condizioni operative esistenti. Per maggiori informazioni consultare l'opuscolo Uddeholm "Cutting data recommendation".

Stato di fornitura: Ricotto max. 215 HB

## Tonitura

Parametri di taglio	Tornitura con metallo duro		Tornitura con acciaio rapido
	Tornitura di sgrossatura	Tornitura di finitura	Tornitura di finitura
Velocità di taglio (v <sub>c</sub> ) m/min	140–190	190–240	15–20
Avanzamento (f) mm/giro	0,2–0,4	0,05–0,2	0,05–0,3
Profondità di taglio (a <sub>p</sub> ), mm	2–4	0,5–2	0,5–3
Tipo di metallo duro ISO	P20–P30 Metallo duro rivestito	P10 Metallo duro rivestito o cermet	–

## Fresatura

### SQUADRATURA E SPIANATURA

Parametri di taglio	Fresatura con metallo duro	
	Sgrossatura	Finitura
Velocità di taglio ( $v_c$ ) m/min.	130–160	160–200
Avanzamento ( $f_z$ ) mm/dente	0,2–0,4	0,1–0,2
Profondità di taglio (ap) mm	2–4	0,5–2
Tipo di metallo duro ISO	P20–P40 Metallo duro rivestito	P10–20 Metallo duro rivestito o cermet

### FRESATURA CON FRESA A CANDELA

Parametri di taglio	Tipo di lavorazione		
	Metallo duro	Inserito in metallo duro reversibile	Acciaio rapido
Velocità di taglio ( $v_c$ ) m/min.	110–140	100–140	18–23 <sup>1)</sup>
Avanzamento ( $f_z$ ), mm/dente	0,01–0,20 <sup>2)</sup>	0,06–0,20 <sup>3)</sup>	0,01–0,30 <sup>2)</sup>
Tipo di metallo duro ISO	–	P20–P30	–

<sup>1)</sup> Per fresatura di finitura acciaio HSS rivestito  
 $v_c = 32–38$  m/min.

<sup>2)</sup> In Funzione della profondità radiale del taglio e del diametro della fresa.

## Foratura

### PUNTE A FORARE IN HSS

Diametro della punta mm	Velocità di taglio ( $v_c$ ) m/min.	Avanzamento (f) mm/ giro
– 5	15–20*	0,05–0,10
5–10	15–20*	0,10–0,20
10–15	15–20*	0,20–0,30
15–20	15–20*	0,30–0,35

<sup>1)</sup> Per foratura acciaio HSS rivestito  $v_c = 35–40$  m/min.

### PUNTE IN METALLO DURO

Parametri di taglio	Tipo di punta		
	Inseri riportati con bloccaggio meccanico	Metallo duro	Metallo duro brasato <sup>1)</sup>
Velocità di taglio ( $v_c$ ) m/min.	160–200	110–140	60–90
Avanzamento (f) mm/ giro	0,05–0,15 <sup>2)</sup>	0,08–0,25 <sup>3)</sup>	0,15–0,25 <sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> Punta con inserti in metallo duro riportati o saldo-brasati

<sup>2)</sup> Avanzamento per punte di diametro 20–40 mm

<sup>3)</sup> Avanzamento per punte di diametro 5–20 mm

<sup>4)</sup> Avanzamento per punte di diametro 10–20 mm

## Rettifica

Per consigli generali sulle mole di rettifica consultare la tabella che segue. Per informazioni più dettagliate consultare la monografia Uddeholm “La rettifica degli acciai per utensili”.

### MOLE DI RETTIFICA CONSIGLIATE

Tipo di rettifica	Materiale ricotto	Materiale temprato
Rettifica tangenziale	A 46 HV	A 46 HV
Rettifica frontale	A 24 GV	A 36 GV
Rettifica cilindrica	A 60 KV	A 60 KV
Rettifica interna	A 46 JV	A 60 IV
Rettifica di profilatura	A 100 KV	A 120 JV

## Saldatura

È possibile effettuare la saldatura di parti di stampi con buoni risultati, sempre che vengano prese le precauzioni appropriate per la preparazione dei canali di saldatura, per la selezione del materiale di apporto, il preriscaldamento dello stampo, il raffreddamento controllato dello stampo e il processo di trattamento termico post saldatura. Le seguenti indicazioni raggruppano i parametri di saldatura più importanti.

Per maggiori informazioni consultare l'opuscolo Uddeholm “La saldatura degli acciai per utensili”.

Metodo di saldatura	TIG	MMA
Temperatura di preriscaldamento	200–250°C	200–250°C
Materiale di apporto	CALDIE TIG-WELD UTP A696 UTP ADUR600 UTPA 73G2	CALDIE WELD UTP 69 UTP 67S UTP 73G2
Temperatura di transizione.	400°C	400°C
Raffreddamento postsaldatura	20–40°C/h per le prime 2 ore quindi raffreddamento libero in aria	
Durezza dopo saldatura	54–62 HRC	55–62 HRC
<b>Trattamento termico dopo saldatura</b>		
Dopo tempra	Rinvenimento a 510°C per 2 h	
Dopo ricottura	Ricottura secondo « Rec. trattamento termico ».	

Piccole riparazioni possono essere effettuate a temperatura ambiente con il metodo TIG.

## Lavorazione ad elettroerosione

Effettuando una lavorazione ad elettroerosione sull'acciaio temprato e rinvenuto, terminare la lavorazione curando la finitura superficiale, esempio a bassa corrente e alta frequenza.

Per una prestazione ottimale si consiglia di lucidare la superficie lavorata ad elettroerosione ed effettuare un nuovo rinvenimento dello stampo a una temperatura di ca. 25°C inferiore alla temperatura del rinvenimento che ha conferito la durezza finale.

Per maggiori informazioni consultare la monografia Uddeholm "EDM degli acciai per utensili".

## Tempra alla fiamma

Utilizzare un'attrezzatura ossi-acetilenica con una capacità di 800–1250 l/h. Pressione dell'ossigeno 2,5 bar, pressione dell'acetilene 1,5 bar. Regolare la fiamma al fine di ottenere una fiamma neutra. Temperatura: 980–1020°C.

Raffreddare: in aria.

La durezza superficiale sarà di 58–62 HRC e di 41 HRC (400 HB) alla profondità di 3–3,5 mm.

## Confronto tra acciai da utensili Uddeholm per lavorazioni a freddo

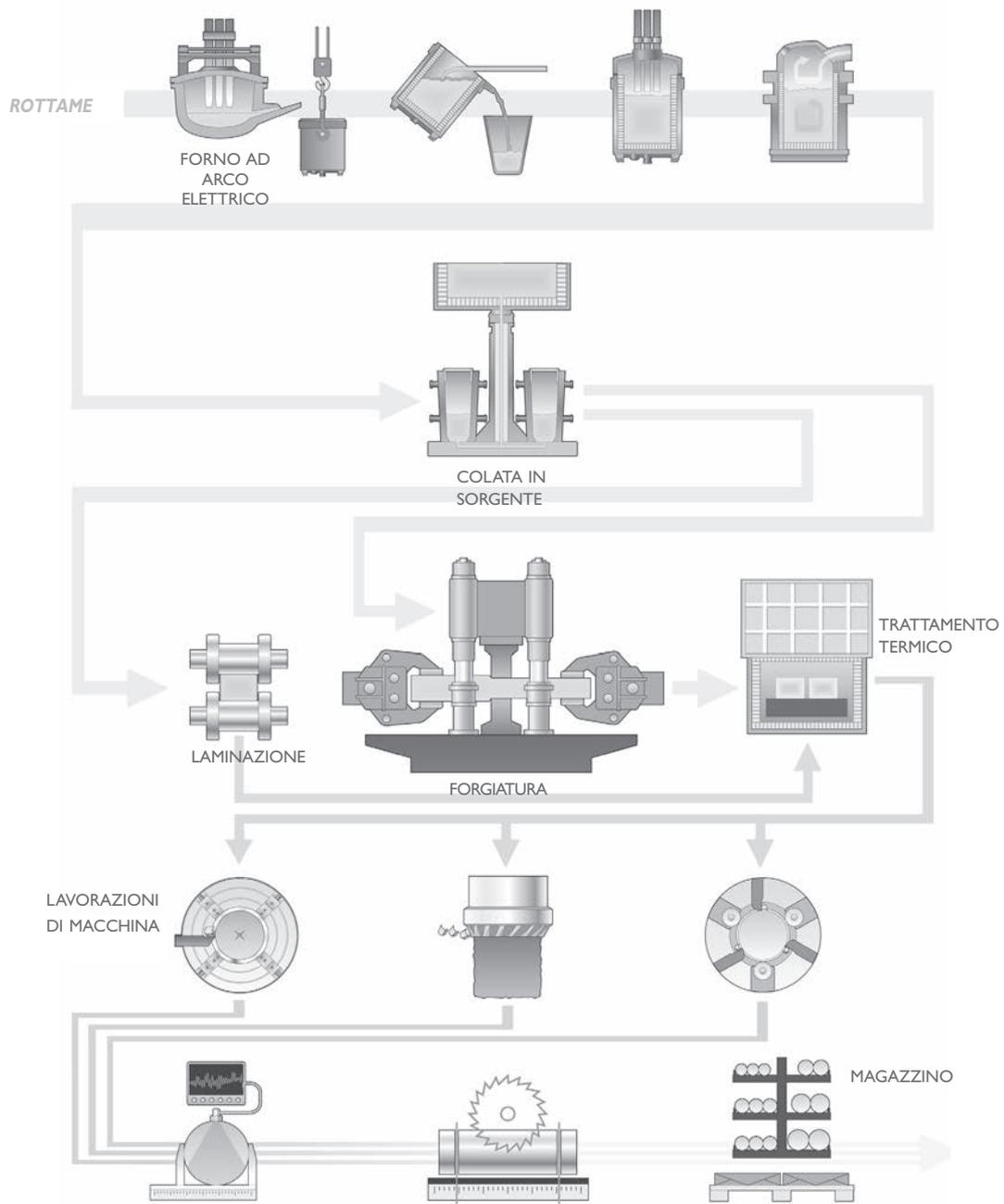
Caratteristiche dei materiali e resistenza ai difetti

Tipo di acciaio	Durezza/ Resistenza deformazione plastica	Lavora- bilità alla macchina utensile	Rettifica- bilità	Stabilità dimensionale	Resistenza alla		Resistenza alla rottura per fatica	
					Usura da abrasione	Usura da adesione	Duttilità resistenza alle scheggiature	Tenacità resist. alle macrocricche
Arne	██████	██████	██████	██	████	████	████	██████
Calmax	████	██████	██████	██████	████	██████	██████	██████
Caldie (ESR)	██████	████	██████	██████	████	██████	██████	██████
Rigor	██████	██████	██████	██████	████	████	████	██████
Sleipner	██████	████	██████	██████	████	██████	████	██████
Sverker 21	██████	████	████	████	██████	██	██	██████
Sverker 3	██████	██	██	████	██████	██	██	████
Vanadis 4 Extra*	██████	████	██████	██████	██████	██████	██████	██████
Vanadis 8*	██████	████	████	██████	██████	██████	████	████
Vanadis 23*	██████	████	████	██████	██████	██████	████	████
Vancron 40*	██████	████	████	██████	██████	██████	████	████

\* Uddeholm PM SuperClean

## Ulteriori informazioni

Per ulteriori informazioni sulla scelta, il trattamento termico e le applicazioni degli acciai per utensili Uddeholm, Vi preghiamo di contattare la filiale di vendita Uddeholm locale e consultare la pubblicazione Uddeholm «Acciaio per stampi».



## Il processo produttivo degli acciai

Il materiale di partenza per la produzione dei nostri acciai per utensili è acciaio riciclato accuratamente selezionato. Nel forno ad arco elettrico vengono fuse le ferro leghe insieme al rottame selezionato e agli agenti purificanti. Il materiale fuso viene poi colato in una sivera.

Dalla colata vengono rimosse, tramite un setaccio meccanico, le scorie cariche di ossigeno e le macro impurità; successivamente vengono effettuate nella sivera deossidante le aggiunte degli elementi di lega e il riscaldamento del bagno di fusione. Durante il degasaggio vengono eliminati gas quali idrogeno, azoto e solfuri.

Dalla sivera la fusione prodotta viene colata in sorgente e solidificata in contenitori in ambiente protetto. Da questo punto l'acciaio può essere direttamente laminato o forgiato, al fine di produrre barre di sezione rettangolare o tonda.

### LAVORAZIONI A CALDO

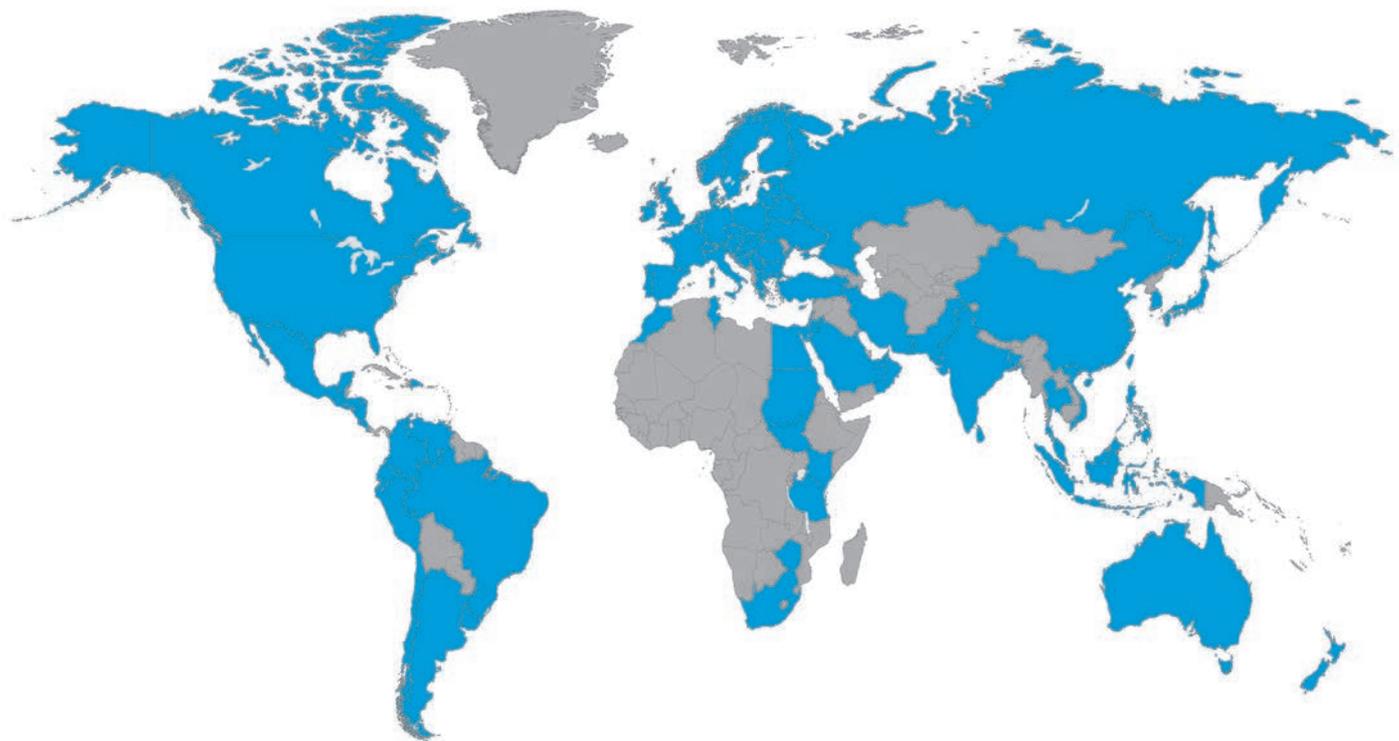
Dopo le lavorazioni a caldo tutte le differenti qualità di acciaio sono sottoposte a trattamento termico, sia per essere ricotte o per essere bonificate. Queste operazioni faranno acquisire all'acciaio il giusto compromesso tra durezza e tenacità.

### LAVORAZIONI A MACCHINA

Prima che il materiale finito sia inserito nello stock a magazzino, vengono effettuate le lavorazioni di macchina dove i profili delle barre vengono lavorati alle dimensioni richieste. Le barre di grandi dimensioni vengono così tornite, mentre le barre di dimensioni minori vengono lavorate mediante pelatura.

Al fine di garantire la massima qualità e integrità dell'acciaio, vengono effettuati, su tutte le superfici e su tutte le barre, i controlli ad ultrasuoni. Vengono infine tagliate le parti terminali di ogni singola barra e tutti i punti dove sono state riscontrate anomalie, al fine di eliminare tutti i possibili difetti contenuti, come da nostra procedura di qualità.





## **RETE DI ECCELLENZA**

La presenza di Uddeholm in ogni continente assicura la disponibilità di acciaio per utensili svedese di elevata qualità e assistenza locale ovunque voi siate. In tal modo salvaguardiamo la nostra posizione di fornitore leader mondiale di materiali per utensili.

Uddeholm è il fornitore leader mondiale di materiali per utensili, una posizione acquisita grazie al costante impegno nel migliorare le attività quotidiane dei nostri clienti. La lunga tradizione, abbinata a ricerca e sviluppo di nuovi prodotti, consente a Uddeholm di trovare sempre la soluzione giusta per ogni problema di attrezzaggio. È un processo difficile, ma l'obiettivo è chiaro: essere il vostro partner e il vostro fornitore di acciaio per utensili preferenziale.

Grazie alla nostra presenza in ogni continente, potete contare su una qualità elevata ed uniforme ovunque vi troviate. Operiamo in tutto il mondo. Per noi è una questione di fiducia, sia nelle partner-ship a lungo termine che nello sviluppo di nuovi prodotti. E la fiducia si conquista giorno dopo giorno.

Per maggiori informazioni, visitate [www.uddeholm.com](http://www.uddeholm.com)