

Prova di trazione.

La prova, eseguita a temperatura ambiente o più raramente a temperature superiori o inferiori, consiste nel sottoporre una provetta a rottura per mezzo di uno sforzo di trazione generato da una macchina di prova di tipo meccanico o idraulico.

Le caratteristiche delle provette e le modalità della prova sono descritte in dettaglio nella norma EN 10002-1.

Nella tabella seguente sono elencate solo le grandezze di maggiore interesse per i prodotti Rodacciai. La provetta è ottenuta mediante lavorazione meccanica di un saggio prelevato dal prodotto, ma

barre e fili fino ad un certo diametro possono essere testati senza lavorazione.

La provetta è quindi in genere a sezione circolare, ma in caso di profili esagonali o quadri può avere queste sezioni.

Le provette proporzionali hanno lunghezza iniziale L_0 proporzionale alla sezione iniziale S_0 :

$$L_0 = 5.65 S_0$$

Per diametri inferiori a 4 mm ($L_0 < 20$ mm) si utilizzano provette non proporzionali con lunghezza di 100 mm, indipendente dall'area della sezione iniziale.

Con la prova di trazione si possono determinare le seguenti caratteristiche meccaniche:

Grandezza	Simbolo	Unità di misura	Descrizione
Carico unitario di rottura	R_m	MPa (N/mm ²)	Detto anche "resistenza a trazione", è il rapporto tra la massima forza applicata dalla macchina e la sezione iniziale della provetta.
Carico unitario di snervamento	R_s	MPa (N/mm ²)	Rilevabile solo quando il materiale presenta il fenomeno dello snervamento (non esiste negli acciai trafilati né negli inossidabili).
Carico unitario di scostamento dalla proporzionalità	R_p	MPa (N/mm ²)	Rilevabile su acciai trafilati e su acciai inossidabili, in sostituzione di R_s . È il carico al quale corrisponde una estensione non proporzionale pari ad una percentuale prescritta della lunghezza L_0 .
	$R_{p(0,2)}$	MPa (N/mm ²)	Carico al quale corrisponde una estensione non proporzionale pari ad una percentuale dello 0,2% della lunghezza L_0 .
	$R_{p(1,0)}$	MPa (N/mm ²)	Carico al quale corrisponde una estensione non proporzionale pari ad una percentuale dello 1% della lunghezza L_0 .
Allungamento percentuale dopo rottura	A	%	Allungamento permanente della lunghezza L_0 , espresso in percento della lunghezza L_0 .
	A_5	%	Allungamento permanente per provette proporzionali con lunghezza L_0 pari a 5 volte il diametro.
	A_4	%	Allungamento permanente per provette proporzionali con lunghezza L_0 pari a 4 volte il diametro.
	A_{100}	%	Allungamento permanente per provette non proporzionali con lunghezza L_0 pari a 100mm (usato per diametri inferiori a 4 mm).
Coefficiente percentuale di strizione	Z	%	Rapporto tra la variazione massima dell'area della sezione trasversale e l'area della sezione iniziale S_0 , espresso in percento.

Prova di durezza.

La durezza può essere definita come la resistenza opposta dal materiale alla penetrazione di un corpo.

Le prove di durezza si differenziano per la forma del penetratore, i carichi applicati e le modalità di misurazione: i dettagli sono descritti nelle relative norme.

Le prove di durezza vengono eseguite su una superficie piana della provetta, dopo opportuna preparazione della superficie tanto più accurata quanto minori sono i carichi applicati. Le impronte devono avere una distanza minima dal bordo della provetta e tra di loro.

Prova di durezza e norma di riferimento	Simbolo ed esempi	Descrizione	
Brinell UNI EN ISO 6506-1	HB	Si preme un penetratore (biglia sferica in acciaio o in carburi con diametro "D") sulla superficie della provetta sotto un carico di "F" Newton, e si misura il diametro "d" dell'impronta lasciata dopo aver tolto il carico. La durezza è proporzionale al rapporto tra superficie dell'impronta (area della calotta sferica impressa) e carico applicato secondo la formula: $HB = 0,102 \cdot \frac{2 F}{\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$ Per gli acciai, il rapporto tra carico e diametro della sfera deve soddisfare la seguente condizione: $0,102 \frac{F}{D} = 30$ La profondità "h" dell'impronta è pure proporzionale al suo diametro: $h = \frac{D - \sqrt{D^2 - d^2}}{2}$	
		HB 10/3000	Durezza Brinell misurata con sfera da 10 mm di diametro e con carico di 29,42 kN (pari a 3000 kgf).
		HB 2,5/187,5	Durezza Brinell misurata con sfera da 2,5 mm di diametro e con carico di 1,839 kN (pari a 187,5 kgf).
Vickers UNI EN ISO 6507-1:99	HV	Si preme un penetratore piramidale di diamante (a base quadrata e con angolo al vertice di 136°) sulla superficie della provetta sotto un carico di "F" Newton, e si misura la diagonale "d" dell'impronta lasciata dopo aver tolto il carico. La durezza è proporzionale al rapporto tra superficie dell'impronta (area della calotta sferica impressa) e carico applicato secondo la formula: $HV = 0,1891 \frac{P}{d^2}$ È possibile applicare carichi molto piccoli su superficie lucidate a specchio, fino a misurare la durezza dei singoli costituenti delle strutture.	
		HV 30	Durezza Vickers misurata con carico di 294,3 N (pari a 30 kgf).
		HV 1	Durezza Vickers misurata con carico di 9,81 N (pari a 1 kgf).
		HV 0,1	Durezza Vickers misurata con carico di 0,98 N (pari a 0,1 kgf).
Rockwell UNI EN ISO 6508-1:99	HR	Si preme in due tempi un penetratore (cono di diamante a 120° o sfera di acciaio con diametro 1,5875 mm) sulla superficie della provetta sotto un carico complessivo di "F" Newton (pre-carico F ₀ e successivo carico F ₁), e si misura la differenza "h" di profondità sotto il pre-carico tra prima e dopo l'applicazione del carico F ₁ . La durezza è proporzionale alle differenza tra un numero fisso "N" (che dipende dalla scala utilizzata) e la differenza "h" secondo la formula: $HR = N - \frac{h}{0,02}$	
		HRC	Durezza Rockwell effettuata con cono di diamante e carico complessivo "F" di 1471 N (150 kgf). Valido da 20 a 70 HRC.
		HRB	Durezza Rockwell effettuata con sfera di acciaio e carico complessivo "F" di 980,7 N (100 kgf). Valido da 20 a 100 HRB.
		HRA	Durezza Rockwell effettuata con cono di diamante e carico complessivo "F" di 588,4 N (60 kgf). Valido da 20 a 88 HRA.

Confronto tra i valori delle durezze ottenute con i diversi sistemi.

Tra le diverse scale di durezza non è possibile stabilire che un confronto grossolano ed empirico, con l'eccezione del legame esistente tra i valori di durezza Brinell e Vickers. Anche i confronti tra durezze e

carico di rottura sono approssimativi.

La tabella posta qui sotto riporta comunque questi confronti, derivanti da un'elaborazione di varie tabelle storiche e di prove effettuate al nostro interno.

Questa tabella non è valida per gli acciai inossidabili austenitici.

TABELLA DI CONVERSIONE

Ø (mm)	HB ₃₀₀₀	HV	HRB	HRC	R _m (MPa)
6,67	75	79	-	-	250
6,63	76	80	-	-	255
6,56	78	82	-	-	260
6,52	79	84	-	-	265
6,45	81	85	41	-	270
6,42	82	87	-	-	275
6,35	84	88	45	-	280
6,32	85	90	48	-	285
6,25	87	91	49	-	290
6,22	88	93	-	-	295
6,16	90	94	51	-	300
6,13	91	96	52	-	305
6,07	93	97	54	-	310
6,04	94	99	-	-	315
5,99	96	101	56	-	320
5,96	97	102	-	-	325
5,91	99	104	58	-	330
5,88	100	105	59	-	335
5,85	101	107	60	-	340
5,80	103	108	-	-	345
5,78	104	110	62	-	350
5,73	106	111	-	-	355
5,70	107	113	63,5	-	360
5,66	109	114	-	-	365
5,63	110	116	64,5	-	370
5,59	112	118	-	-	375
5,56	113	119	66	-	380
5,52	115	121	67	-	385
5,50	116	122	67,5	-	390
5,46	118	124	-	-	395
5,44	119	125	69	-	400
5,39	121	127	-	-	405
5,37	122	128	70	-	410
5,33	124	130	71	-	415
5,31	125	131	72	-	420
5,30	126	133	-	-	425
5,26	128	135	73	-	430
5,24	129	136	-	-	435

Ø (mm)	HB ₃₀₀₀	HV	HRB	HRC	R _m (MPa)
5,20	131	138	74	-	440
5,18	132	139	-	-	445
5,15	134	141	75	-	450
5,13	135	142	-	-	455
5,09	137	144	76,5	-	460
5,08	138	145	77	-	465
5,04	140	147	77,5	-	470
5,03	141	149	-	-	475
4,99	143	150	78,5	-	480
4,98	144	152	-	-	485
4,95	146	153	79,5	-	490
4,93	147	155	80	-	495
4,92	148	156	81	-	500
4,88	150	158	-	-	505
4,87	151	159	81,5	-	510
4,84	153	161	-	-	515
4,83	154	162	82,5	-	520
4,80	156	164	-	-	525
4,78	157	166	83	-	530
4,75	159	167	-	-	535
4,74	160	169	84,5	-	540
4,71	162	170	85	-	545
4,70	163	172	85,5	-	550
4,67	165	173	-	-	555
4,66	166	175	86	-	560
4,63	168	176	-	-	565
4,62	169	178	86,5	-	570
4,59	171	179	87	-	575
4,58	172	181	-	-	580
4,57	173	183	-	-	585
4,54	175	184	88	-	590
4,53	176	186	-	-	595
4,51	178	187	89	-	600
4,50	179	189	-	-	605
4,47	181	190	89,5	-	610
4,46	182	192	-	-	615
4,44	184	193	90	-	620
4,43	185	195	-	-	625

TABELLA DI CONVERSIONE

Ø (mm)	HB ₃₀₀₀	HV	HRB	HRC	R _m (MPa)
4,40	187	196	91	-	630
4,39	188	198	-	-	635
4,37	190	200	91,5	-	640
4,36	191	201	-	-	645
4,34	193	203	92	-	650
4,33	194	204	-	-	655
4,31	196	206	92,5	-	660
4,30	197	207	-	-	665
4,29	198	209	93	-	670
4,27	200	210	93,5	-	675
4,26	201	212	-	-	680
4,24	203	213	-	-	685
4,23	204	215	94	-	690
4,21	206	217	-	-	695
4,20	207	218	-	-	700
4,18	209	220	95	-	705
4,17	210	221	95,5	-	710
4,15	212	223	-	-	715
4,14	213	224	96	-	720
4,12	215	226	-	-	725
4,11	216	227	-	-	730
4,09	218	229	-	-	735
4,09	219	231	96,5	-	740
4,07	221	232	-	-	745
4,06	222	234	97	-	750
4,05	223	235	-	-	755
4,03	225	237	97,5	-	760
4,02	226	238	-	-	765
4,01	228	240	98	20	770
4,00	229	241	-	-	775
3,98	231	243	-	21	780
3,97	232	244	-	-	785
3,96	234	246	99	-	790
3,95	235	248	-	-	795
3,93	237	249	99,5	22	800
3,93	238	251	-	-	805
3,91	240	252	-	-	810
3,90	241	254	-	-	815
3,89	243	255	-	23	820
3,88	244	257	-	-	825
3,86	246	258	-	-	830
3,86	247	260	-	24	835
3,85	248	261	-	-	840
3,83	250	263	-	-	845
3,83	251	265	-	-	850

Ø (mm)	HB ₃₀₀₀	HV	HRB	HRC	R _m (MPa)
3,81	253	266	-	-	855
3,81	254	268	-	25	860
3,79	256	269	-	-	865
3,78	257	271	-	26	870
3,77	259	272	-	-	875
3,76	260	274	-	-	880
3,75	262	275	-	-	885
3,74	263	277	-	-	890
3,73	265	278	-	-	895
3,72	266	280	-	27	900
3,71	268	282	-	-	905
3,70	269	283	-	-	910
3,69	271	285	-	-	915
3,68	272	286	-	28	920
3,68	273	288	-	-	925
3,66	275	289	-	-	930
3,66	276	291	-	-	935
3,64	278	292	-	29	940
3,64	279	294	-	-	945
3,63	281	295	-	-	950
3,62	282	297	-	-	955
3,61	284	299	-	-	960
3,60	285	300	-	-	965
3,59	287	302	-	30	970
3,58	288	303	-	-	975
3,57	290	305	-	-	980
3,56	291	306	-	-	985
3,55	293	308	-	-	990
3,55	294	309	-	31	995
3,54	295	311	-	-	1000
3,53	297	312	-	-	1005
3,52	298	314	-	-	1010
3,51	300	316	-	-	1015
3,51	301	317	-	32	1020
3,50	303	319	-	-	1025
3,49	304	320	-	-	1030
3,48	306	322	-	-	1035
3,47	307	323	-	-	1040
3,46	309	325	-	-	1045
3,46	310	326	-	33	1050
3,45	312	328	-	-	1055
3,44	313	330	-	-	1060
3,43	315	331	-	-	1065
3,43	316	333	-	-	1070
3,41	318	334	-	-	1075

TABELLA DI CONVERSIONE

Ø (mm)	HB ₃₀₀₀	HV	HRB	HRC	R _m (MPa)
3,41	319	336	-	34	1080
3,40	320	337	-	-	1085
3,39	322	339	-	-	1090
3,39	323	340	-	-	1095
3,38	325	342	-	-	1100
3,37	326	343	-	-	1105
3,36	328	345	-	35	1110
3,36	329	347	-	-	1115
3,35	331	348	-	-	1120
3,34	332	350	-	-	1125
3,33	334	351	-	-	1130
3,33	335	353	-	-	1135
3,32	337	354	-	36	1140
3,32	338	356	-	-	1145
3,31	340	357	-	-	1150
3,30	341	359	-	-	1155
3,29	343	360	-	-	1160
3,29	344	362	-	-	1165
3,28	345	364	-	37	1170
3,27	347	365	-	-	1175
3,27	348	367	-	-	1180
3,26	350	368	-	-	1185
3,25	351	370	-	-	1190
3,25	353	371	-	-	1195
3,24	354	373	-	38	1200
3,23	357	376	-	-	1210
3,22	360	379	-	-	1220
3,20	363	382	-	39	1230
3,19	366	385	-	-	1240
3,18	369	388	-	-	1250
3,16	372	391	-	40	1260
3,15	374	394	-	-	1270
3,14	377	397	-	-	1280
3,13	380	400	-	-	1290
3,12	383	403	-	41	1300
3,10	387	407	-	-	1310
3,09	390	410	-	-	1320
3,08	393	413	-	-	1330
3,07	395	416	-	-	1340
3,06	398	419	-	-	1350
3,05	401	422	-	43	1360
3,04	404	425	-	-	1370
3,03	407	429	-	-	1380
3,02	410	432	-	-	1390
3,01	413	435	-	44	1400

Ø (mm)	HB ₃₀₀₀	HV	HRB	HRC	R _m (MPa)
3,00	416	438	-	-	1410
2,99	418	440	-	-	1420
2,98	421	443	-	-	1430
2,97	424	446	-	45	1440
2,96	427	449	-	-	1450
2,95	429	452	-	-	1460
2,94	432	455	-	-	1470
2,93	435	458	-	46	1480
2,92	438	461	-	-	1490
2,91	441	464	-	-	1500
2,90	444	467	-	-	1510
2,89	447	470	-	-	1520
-	449	473	-	47	1530
2,88	452	476	-	-	1540
2,87	455	479	-	-	1550
2,86	(457)	481	-	-	1560
2,85	(460)	484	-	48	1570
-	(462)	486	-	-	1580
2,84	(465)	489	-	-	1590
-	(467)	491	-	-	1600
2,82	(470)	494	-	-	1610
-	(472)	497	-	49	1620
-	(475)	500	-	-	1630
2,80	(478)	503	-	-	1640
2,79	(481)	506	-	-	1650
-	(483)	509	-	-	1660
-	(486)	511	-	-	1670
2,77	(488)	514	-	50	1680
2,76	(491)	517	-	-	1690
2,75	(494)	520	-	-	1700
-	(496)	522	-	-	1710
2,74	(499)	525	-	-	1720
-	(501)	527	-	51	1730
2,73	(504)	530	-	-	1740
-	(506)	533	-	-	1750
2,71	(509)	536	-	-	1760
-	(512)	539	-	-	1770
-	(514)	541	-	-	1780
2,69	(517)	544	-	52	1790
-	(520)	547	-	-	1800
2,68	(523)	550	-	-	1810
2,67	(525)	553	-	-	1820
-	(528)	556	-	-	1830
2,66	(531)	559	-	-	1840
2,65	561	(533)	-	53	1850

TABELLA DI CONVERSIONE

Ø (mm)	HB ₃₀₀₀	HV	HRB	HRC	R _m (MPa)
-	564	(536)	-	-	1860
2,64	567	(539)	-	-	1870
-	570	(542)	-	-	1880
2,63	572	(543)	-	-	1890
2,62	575	(546)	-	-	1900
-	578	(549)	-	54	1910
2,61	580	(551)	-	-	1920
2,60	583	(554)	-	-	1930
-	586	(557)	-	-	1940
2,59	589	(560)	-	-	1950
-	591	(562)	-	-	1960
2,58	594	(564)	-	-	1970
-	596	(567)	-	55	1980
2,57	599	(569)	-	-	1990
2,56	602	(572)	-	-	2000
-	605	(575)	-	-	2010
2,55	607	(577)	-	-	2020
-	610	(580)	-	-	2030
2,54	613	(582)	-	-	2040
-	615	(584)	-	56	2050
2,53	618	(587)	-	-	2060
-	620	(589)	-	-	2070
2,52	623	(592)	-	-	2080

Ø (mm)	HB ₃₀₀₀	HV	HRB	HRC	R _m (MPa)
-	626	(595)	-	-	2090
2,51	629	(598)	-	-	2100
-	631	(600)	-	-	2110
2,50	634	(602)	-	-	2120
-	636	(604)	-	-	2130
2,49	639	(607)	-	57	2140
-	641	(609)	-	-	2150
2,48	644	(612)	-	-	2160
2,47	647	(615)	-	-	2170
-	650	(618)	-	-	2180
-	653	(620)	-	-	2190
2,46	655	(622)	-	58	2200
-	675	-	-	59	-
-	698	-	-	60	-
-	720	-	-	61	-
-	745	-	-	62	-
-	773	-	-	63	-
-	800	-	-	64	-
-	829	-	-	65	-
-	864	-	-	66	-
-	900	-	-	67	-
-	940	-	-	68	-



Prova di resilienza.

La resilienza è la capacità di un materiale di resistere agli urti.

La prova consiste nel rompere con un sol colpo, tramite una mazza a caduta pendolare, una provetta intagliata (vedi tabella 1) poggiante su due sostegni.

La mazza battente è provvista di un coltello di geometria standardizzata (le più utilizzate sono quelle a norma europea EN e a norma americana ASTM)

capace di sviluppare un'energia generalmente pari a 300 J.

Le prove vengono fatte a temperatura ambiente o, spesso, a temperatura inferiore per verificare se in quelle condizioni il materiale è soggetto a fragilità.

Il risultato della prova è espresso come energia assorbita (espressa in Joule) nell'urto per fratturare il provino.

PROVE DI RESILIENZA

Sigla	Denominazione	Geometria del provino	L (mm)	S (mm)	A (mm)	B	C	R	D
KV	Charpy V		55	10	10	8	0,8	0,25	45
KCU	Charpy U		55	10	10	5	0,5	1	-
IZOD	Izod V		75 (1 intaglio)	10	10	8	0,8	0,25	45
			100 (2 intagli)						
			130 (3 intagli)						
	Mesnager		55	10	10	8	0,8	1	-

Legenda: L = lunghezza - S = spessore - A = altezza - B = altezza sezione non intagliata - C = sezione nominale di prova (cm²) - R = raggio di fondo intaglio - D = angolo intaglio

CONVERSIONE DEI VALORI DI RESILIENZA

A causa delle notevoli influenze dei parametri di prova sulla resilienza di un acciaio, la conversione dei valori ottenuti con diversi tipi di provino è assai empirica (si deve supporre che il meccanismo di frattura sia il medesimo) ed è utilizzabile solamente per analisi qualitative.

KV	KCU	Izod	Mesnager
9	21	35	47
30	30	50	67
51	39	65	87
72	48	80	107
93	57	95	127
114	66	110	147
135	75	125	167
156	84	140	187

KV	KCU	Izod	Mesnager
177	93	155	207
198	102	170	227
219	111	185	247
240	120	200	267
261	129	215	287
282	138	230	307
303	147	245	327

Valori espressi in Joule (J).