

---

Atti della Società  
DEGLI INGEGNERI E DEGLI ARCHITETTI  
IN TORINO

---

SULLA UNIONE DEI FERRI

NELLE

COSTRUZIONI IN BETON ARMATO

Con due Tavole

Quantunque allo stato attuale dell'industria siderurgica si possano avere barre tonde di ferro di rilevante lunghezza per i diametri comunemente impiegati nelle costruzioni in beton armato, pure non di rado in talune di queste costruzioni, specialmente nei ponti, tale lunghezza non è ancora sufficiente per evitare le interruzioni, e bisogna allora forzatamente provvedere all'unione di barre consecutive. L'unione di due barre, in prosecuzione una dell'altra, vien fatta comunemente con uno dei seguenti tre metodi : o mediante *bollitura* o *saldatura*, o lavorandone a vite le estremità e riunendole con *manicotto filettato*, o finalmente per *sovrapposizione* di un certo tratto delle estremità delle due barre, facendo affidamento sulla aderenza del ferro al conglomerato, alla quale si viene anche in aiuto ripiegando a gancio le estremità delle barre, od aprendole a guisa di coda di rondine.

L'importanza grande che tali unioni non siano sede d'indebolimento, o almeno l'indebolimento sia ridotto ad una determinata lieve percentuale della resistenza del tondino, tollerabile quando, come è buona regola costruttiva, non si facciano capitare le interruzioni nei punti di massima sollecitazione, m'indusse ad eseguire prove comparative sui tre suddetti metodi di unione ed a renderne noti i risultati colla presente Relazione, la quale si connette coll'altra : *Risultati sperimentali su conglomerati di cemento semplici e armati*, pubblicata nel fasc. 5-6, anno 1905, di questi stessi Atti.

Si tratta di n. 97 esperienze, delle quali 40 su bolliture ordinarie, 16 su saldature ossiacetileniche, 12 su unioni con manicotto filettato, 12 su travi in beton armato, ed altre su saggi diversi.

Adempio innanzi tutto il gradito dovere di ringraziare le locali Officine delle Strade Ferrate dello Stato, l'ing. G. Porcheddu, rappresentante della Ditta Hennebique, la Società Anonima per Imprese d'illuminazione di Roma per la gentile preparazione di saggi di saldature, e la Società Anonima di Calci e Cementi di Casale per la fornitura del cemento.

**Unione con bollitura o saldatura.** — L'unione con bollitura o saldatura, specialmente per tondini di medio e di grande diametro, là dove nel beton armato scarseggia il posto per l'armatura metallica, sicché il *manicotto* o la *sovrapposizione* possono risultare di un certo ingombro, sarebbe certamente la più razionale, ed è anche di minima spesa se la bollitura viene eseguita al modo ordinario, scaldando il ferro alla fucina. Se non che coll'impiego, quasi esclusivo al giorno d'oggi, del *ferro colato* o *ferro omogeneo* nelle costruzioni in beton armato, non può garantirsi assolutamente il risultato voluto, giacché, non ostante la maggiore cura ed abilità del fucinaio, si verificano, come ora si vedrà, dei casi d'insuccesso, anche quando l'operazione viene eseguita in officina con tutte le cautele ed i mezzi necessari, e saranno perciò tanto più da temersi quando la bollitura viene eseguita sui lavori.

La Tabella I contiene i risultati ottenuti sui campioni preparati dalle Officine delle Strade Ferrate. Le barre bollite sono 12, tre di mm. 12 di diametro, tre di mm. 18, tre di mm. 22 e tre di mm. 28, della lunghezza di cm. 70 circa, presentanti una bollitura nel mezzo, senza ingrossamento del tondino. Oltre a ciò, per ciascuna qualità di tondini fu preparata una provetta normale per determinare le qualità del metallo al suo stato naturale: a questa ricerca si riferiscono le prime quattro esperienze registrate nella Tabella. Sopra dodici bolliture, tre (6<sup>a</sup>, 9<sup>a</sup> e 15<sup>a</sup> prova della Tabella) hanno fallito, offrendo due di queste (6<sup>a</sup> e 15<sup>a</sup> prova) una resistenza unitaria poco superiore al *limite di snervamento* del metallo, ed una (9<sup>a</sup> prova) poco più di  $\frac{1}{4}$  della resistenza a rottura del tondino; una è stata sede di rottura (12<sup>a</sup> prova), offrendo nondimeno una resistenza unitaria anche superiore a quella della provetta normale, ma allungamento e contrazione percentuali notevolmente inferiori. Tutte le altre bolliture hanno offerto una resistenza superiore a quella del tondino, essendo avvenuta la rottura fuori della regione saldata. A questa maggior resistenza contribuisce sia la lavorazione, sia una certa tempera che acquista ivi il metallo nel raffreddamento, specialmente se questo avviene per immersione nell'acqua; così l'allungamento percentuale dopo rottura nella regione

bollita fu sempre constatato notevolmente inferiore a quello che si verifica altrove. Nella prova 11<sup>a</sup> della Tabella, nella regione bollita si ebbe l'allungamento percentuale del 0,87 % , mentre fuori di tale regione e fuori della *strizione* fu trovata del 13 % .

Del resto che il ferro omogeneo prenda una sensibile tempera lo provano le esperienze registrate nella Tabella II, relative a 6 pezzi di tondino di mm. 16 di diametro ricavati da una stessa barra. Nella prima esperienza venne provato il tondino allo stato naturale, e dai risultati numerici si rileva la sua qualità di ferro omogeneo; la seconda prova si riferisce ad un tondino scaldato al rosso chiaro ed immerso poi in acqua a 20°; i risultati accusano manifestamente l'avvenuta tempera. La terza e la quarta prova si riferiscono a due tondini presentanti una bollitura nel mezzo, lasciata raffreddare gradatamente; la quinta e la sesta invece si riportano ad due altri tondini pure presentanti una bollitura nel mezzo, ma raffreddata con immersione in acqua a 20°; anche in queste esperienze è manifesta l'azione della tempera.

Nella Tavola I (metà superiore) sono rappresentati i saggi rotti di questa prima serie di esperienze. La regione a cui si estende l'operazione della bollitura è limitata da due trattini bianchi. Nel saggio 9 apparisce chiaramente la mancata saldatura.

La Tabella III contiene i risultati di altre 12 prove su bolliture ordinarie di tondini, di 12 prove su unioni con manicotti filettati, più di quattro prove (le prime della Tabella) destinate a determinare le qualità del metallo. Si tratta di tondini di mm. 15, 20, 30 e 40 di diametro. Sulla totalità di 12 bolliture ne troviamo due fallite e sono quelle corrispondenti ai numeri d'ordine 24 e 25 (due tondini da mm. 40), nella prima delle quali la resistenza unitaria non raggiunse neppure il limite di snervamento, e nella seconda neppure la metà di detto limite; le sezioni di rottura mostrano chiaramente la mancata saldatura, come scorgesi anche nella Tavola I nella cui metà inferiore sono appunto riprodotti i saggi bolliti di questa serie. Anche l'altro saggio da mm. 40 portante il n. 23 e tutti e tre quelli da mm. 30, aventi i numeri 17, 18, 19, si ruppero nella bollitura; essi tuttavia svilupparono una notevole resistenza, dal 76 al 78 % della resistenza originaria. Pure in questa serie di esperienze si constatò l'incrudimento del materiale nella regione bollita, e la tempera che è capace di assumere il ferro omogeneo venne ancora dimostrata dal seguente fatto: i saggi bolliti di questa serie vennero presi alla macchina per mezzo di filettature praticate alle estremità dei saggi, senza preventiva rifollatura; ebbene, in quei saggi nei quali tali estremità furono temperate, la rottura avvenne fuori della filettatura, anche quando ebbe luogo fuori della bollitura.

La Tabella IV contiene i risultati delle esperienze sulla serie di tondini presentanti una bollitura nel mezzo con ingrossamento a forma di limone, forniti dall'ing. Porcheddu, e la Tav. II nella metà inferiore riproduce i saggi rotti. Nessuna di queste bolliture può dirsi fallita, in quanto che anche nei tre ultimi saggi di maggior diametro, nei quali la rottura avvenne nella bollitura, si ebbe nondimeno una percentuale elevatissima di resistenza; in tutti gli altri saggi la resistenza della bollitura sorpassò quella del tondino, giacchè la rottura avvenne fuori della bollitura. Ciò non ostante la constatazione di fatto che nelle bolliture che si ruppero esisteva un nucleo non saldato, ben visibile anche sulla Tav. II lascia sempre il dubbio che in pratica, per minore cura d'esecuzione, possa quel nucleo acquistare maggiore importanza sì da ribassare di troppo la percentuale di resistenza dell'unione.

La Tabella V è relativa alle esperienze su saldature ossiacetileniche, gentilmente preparate dalla Società Anonima per Imprese d'illuminazione di Roma, e la Tav. II, nella sua parte superiore, rappresenta i saggi rotti. Le prime cinque esperienze, eseguite su tondini non saldati, servono a mettere in evidenza le qualità del metallo sul quale si praticarono le saldature. Ad eccezione di una sola prova, in tutte le altre la rottura avvenne nella saldatura; per molti saggi la percentuale di resistenza conseguita nella saldatura fu elevatissima, ma per alcuni, specialmente per quelli di grande diametro, scese ad un valore basso. Nelle sezioni di rottura dei saggi non ben riusciti appaiono chiaramente delle parti non saldate.

**Unione con manicotto filettato.** — Nella Tabella III sono registrati i risultati di 12 prove eseguite sulle stesse quattro qualità di tondini che furono oggetto di prove di bolliture. Questi saggi erano lunghi circa cm. 70 e consistevano di due pezzi di tondino collegati da un manicotto filettato. La filettatura alle estremità di ciascun pezzo di tondino e cioè tanto quella da avvitarsi nel manicotto come l'altra per prendere il saggio alla macchina, furono eseguite coll'impanatrice, senza preventiva rifollatura del tondino, e ciò allo scopo di valutare la percentuale di perdita nella resistenza prodotta appunto dalla filettatura. Il manicotto era di acciaio; fra il suo diametro esterno  $D$  ed il diametro del tondino teoricamente dovrebbe passare

la relazione:

$$D = d \sqrt{2};$$

si tenne invece:

$$D = 1,5 d;$$

la lunghezza  $l$  del manicotto fu tenuta:

$$l = 3 d.$$

I manicotti, in corrispondenza della sezione trasversale mediana, presentavano un foro al doppio scopo di facilitare l'avvitamento per mezzo di una spina che si

introduceva in quello, come pure per osservare che i due ferri fossero completamente avvitati. Tutte le rotture avvennero, come era da prevedersi, nelle filettature o di attacco alla macchina, o di unione col manicotto; nessun manicotto si ruppe. Le resistenze offerte da questa unione oscillano da 0,74 a 0,91 della resistenza originaria del tondino; il limite più basso si verificò nei tondini da mm. 20 perchè notevole fu la riduzione di sezione prodotta dalla filettatura, circa il 38 % mentre nei tondini da mm. 15 per i quali la detta riduzione fu soltanto del 28 % circa, si ebbe il limite massimo. Si noti che la percentuale di perdita in resistenza è notevolmente minore della percentuale di riduzione della sezione, il che si spiega sia per la lavorazione del metallo, la quale notoriamente incrudisce il materiale e ne aumenta perciò la resistenza, sia per la presenza dei filetti, e (quando la vite è completamente introdotta nel manicotto) per la resistenza di attrito che la madre-vite esercita contro i filetti della vite, i quali fatti contrastano la contrazione trasversale del saggio. Se la riduzione di sezione prodotta dalla filettatura non oltrepassa circa il 25 %, la perdita di resistenza è trascurabile. E del resto a tale perdita si potrebbe ancora ovviare temperando *dolcemente* le filettature eseguite sui tondini, o rifollando le estremità dei tondini di tanto da poter praticare la filettatura senza che il diametro del nucleo della vite risulti inferiore a quello del tondino. In tal modo la resistenza dell'unione può eguagliare completamente quella del tondino. Certamente questa unione sarà sempre più costosa di una bollitura ordinaria, ma in compenso si ha la sicurezza di un buon risultato, e d'altronde quando questa unione venisse adottata su larga scala nella pratica, con unità di sistema di dimensioni e di filettatura, potrebbero forse questi manicotti, da ricavarsi preferibilmente da tubi *Mannesmann*, trovarsi in commercio a moderato prezzo.

**Unione per sovrapposizione.** — Già in altra precedente serie di esperienze su conglomerati di cemento (1) si è dimostrato con prove a flessione come in grazia della notevole aderenza del conglomerato al ferro, basti sovrapporre per una limitata lunghezza il termine di un tondino coll'inizio di un altro consecutivo per conseguirne la continuità nella resistenza.

Abbiamo ora voluto ripetere prove di tal genere su maggior numero di travi cimentate a flessione.

Le travi avevano costantemente la sezione di cm. 15 X 15 e la lunghezza di m. 1,10, erano fabbricate coll'impasto Hennebique (300 chilogr. di cemento per m<sup>3</sup> 0,400 di sabbia e m<sup>3</sup> 0,800 di ghiaietta) ed erano in numero di 15, delle quali:

(1) *Risultati sperimentali su conglomerati di cemento semplici e armati* (fase, 5-6, 1905, di questi « Atti »).

a) *Tre senza armatura*, allo scopo di riconoscere le qualità resistenti del conglomerato

b) *Tre travi A.*, armate di un solo tondino di ferro omogeneo di mm. 12 diritto, posto a cm. 2 dalla faccia tesa, lungo esattamente quanto la trave e senza uncinate o biforcazioni di estremità: il tondino era collegato alla massa del conglomerato dalle caratteristiche staffe Hennebique, costituite, nel caso in esame, da ferro mojetta di  $20/2$  mm.; le staffe erano in numero di 7 distanziate di cm. 15;

e) *Tre travi B*, in tutto simili alle precedenti, salvo che il tondino presentava alle estremità una ripiegatura ad uncino di cm. 2,5;

d) *Tre travi C*, in tutto simili alle travi B, salvo che il tondino presentava una bollitura nella mezzera;

e) *Tre travi D*, armate con due tondini ad estremità uncinati, lunghi cm. 73, ciascuno dei quali andava da un estremo della trave fino a cm. 18 oltre la mezzera, cosicchè i due ferri per una regione centrale lunga cm. 36 trovavansi accostati di fianco. La disposizione delle staffe era eguale a quella degli altri tipi.

Tutte le travi vennero cimentate a flessione appoggiandole contro due appoggi distanti m. 0,90 e caricandole di una pressione concentrata P nel mezzo della faccia opposta.

Le esperienze ebbero luogo dopo due mesi dalla data della fabbricazione.

Le travi senza armatura si ruppero in media sotto un carico di kg. 1000, il che equivale ad una resistenza unitaria *apparente* a tensione di 40 kg/cm<sup>2</sup>.

I carichi di rottura per le altre travi furono i seguenti:

1 Trave A	P = kg. 1900
2 Id.	» 2000
3 Id.	» 2050
4 Trave B	» 2060
5 Id.	» 1980
6 Id.	» 1780
7 Trave C	» 1760
8 Id.	» 2140
9 Id.	» 2100
10 Trave D	» 2320
11 Id.	» 2780
12 Id.	» 2800.

In tutte le esperienze delle travi armate, quantunque si spingesse la rottura fino ad ottenere un'inflexione di mm. 15 ed un'apertura della fenditura di circa

mm. 8, non si riscontrò mai nelle testate delle travi il minimo scorrimento dei ferri. La rottura per le travi A, B, C si manifestò con una fenditura nella mezzera della trave, nella zona tesa, mentre per le travi D la fenditura partiva dal termine del ricoprimento dei ferri.

I risultati ottenuti sulle travi A confermano la notevole aderenza del conglomerato al ferro, ed il loro confronto con quelli delle travi B fa vedere che, per un buon conglomerato e per un'esecuzione accurata, la ripiegatura ad uncino delle estremità dei ferri non sarebbe neppure necessaria, quantunque, per misura di prudenza, sia sempre consigliabile nella pratica. Per le travi C la bollitura del ferro, proprio in corrispondenza della sezione maggiormente cementata, non ne ha diminuito la resistenza; tuttavia, come si è visto precedentemente, non si può essere sempre assolutamente sicuri della buona riuscita delle bolliture. La resistenza opposta dalle travi D sorpassa notevolmente quella delle altre, e ciò conferma la conclusione a cui eravamo giunti già da altre esperienze, che cioè un ricoprimento di 30 diametri assicura all'unione una resistenza maggiore di quella del ferro primitivo.

Dai risultati ottenuti in questa serie di esperienze si possono pertanto dedurre le seguenti conclusioni:

L'unione con bollitura semplice, anche senza ingrossamento del ferro, se è bene eseguita, assicura una resistenza maggiore di quella del tondino, per un certo grado d'indurimento nel metallo che si verifica nella regione bollita. Tuttavia, trattandosi di tondini in ferro omogeneo, e specialmente per quelli di notevole diametro e quando la bollitura venga eseguita a mano e non col maglio, non può garantirsi assolutamente la riuscita dell'operazione.

Ricalcando a caldo i due ferri prima di saldarli, in modo da ottenere poi la bollitura con ingrossamento *a forma di limone*, si ha naturalmente maggior probabilità che la resistenza della unione non risulti inferiore a quella del tondino; tuttavia anche in questo genere di bolliture, e specialmente per diametri rilevanti, può rimanere un nucleo non saldato a causa del quale l'unione non raggiunga la resistenza voluta.

Le saldature ossiacetileniche non escludono neppure esse, almeno allo stato attuale di sviluppo di questo procedimento, l'evenienza di discontinuità, specialmente nei tondini di grande diametro, e non potrebbero perciò essere consigliate incondizionatamente.

L'unione a manicotto, con filettature da eseguirsi coll'impanatrice, è pratica, sicura contro ogni sorpresa, e la riduzione di resistenza è notevolmente inferiore alla riduzione di sezione prodotta dalla filettatura. Qualora poi si ricorra ad uno

dei due spedienti, o di temperare dolcemente le filettature dei tondini, o di ricalcare preventivamente le estremità dei tondini in modo che il nucleo della vite abbia diametro non inferiore a quello del tondino, questa unione offre una resistenza non inferiore affatto a quella del tondino. La detta unione sembra consigliabile specialmente per tondini di grande diametro.

Il semplice ricoprimento dei due tondini per una lunghezza di 30 diametri, ripiegandone per maggior sicurezza le estremità ad uncino, ed avviluppandoli di conglomerato ben aderente, assicura una resistenza maggiore del tondino stesso. Quest'unione sembra la più semplice e la più pratica per tondini di piccolo e di medio diametro, pei quali l'ingombro causato dalla detta sovrapposizione è ancora tollerabile.

Torino, maggio 1906.

C. GUIDI.

Tabella I.

Numero d'ordine	INDICAZIONE DEI SAGGI	Sezione cm. =	Carico di snervamento t/cm.²	Resistenza massima		Allungamento % dopo rottura su 10 diametri	Contrazione %	Resistenza unione Resistenza tondino	OSSERVAZIONI
				totale t.	per cm.² t.				
1	Tondino di mm. 12 di diametro non saldato (preso con cunei).	1,13	2,90	4,72	4,18	27	64		
2	Provetta normale di mm. 10,2 ricavata dal tondino da mm. 18 . .	0,82	2,93	3,24	3,95	30	63		Esperienze per determinare le qualità del metallo.
3	Id. di mm. 15,1 ricavata dal tondino di mm. 22	1,79	2,68	7,10	3,97	31	68		
4	Id. di mm. 20,2 ricavata dal tondino di mm. 28	3,20	2,60	12,20	3,81	29	69		
5	Tondino di mm. 12 bollito nella mezzeria .	1,13	2,97	4,68	4,14	> 23	66	0,99	
6	Id. id. . . . .	1,13	2,75	3,20	<b>2,83</b>			<b>0,68</b>	Id. nella bollitura.
7	Id. id. . . . .	1,13	2,97	4,76	4,21		66	1,01	Id. fuori della bollitura.
8	Tondino di mm. 18 bollito nella mezzeria .	2,54	2,75	10,00	3,94	26	66	1,00	Rottura a cm. 8 da un termine della bollitura.
9	Id. id. . . . .	2,54		2,75	<b>1,08</b>			<b>0,27</b>	Id. nella bollitura.
10	Id. id. . . . .	2,54	2,65	10,00	3,94	21	69	1,00	Id. a cm. 8 da un termine della bollitura.
11	Tondino di mm. 22 bollito nella mezzeria .	3,80	2,70	16,00	4,21	21	66	1,06	Rottura a cm. 7 da un termine della bollitura.
12	Id. id. . . . .	3,80	2,90	15,90	4,18	13	21	1,05	Id. nel mezzo della bollitura.
13	Id. id. . . . .	3,80	2,70	15,70	4,13	22	67	1,04	Id. fuori della bollitura.
14	Tondino di mm. 28 bollito nella mezzeria .	6,16	2,75	23,10	3,75	19	68	0,98	Rottura a cm. 4 da un termine della bollitura.
15	Id. id. . . . .	6,16	2,75	17,80	<b>2,89</b>	1,8		<b>0,76</b>	Id. nella bollitura.
16	Id. id. . . . .	6,16	2,75	23,60	3,85	16	65	1,01	Id. a cm. 8 da un termine della bollitura.

NB. — I saggi presentavano una bollitura in mezzeria, avevano una lunghezza di circa cm. 70; nella regione bollita fu conservato il diametro primitivo del tondino. I saggi vennero presi alla macchina o con cunei, o con chiocciole filettate poggianti contro snodature sferiche, ed impananti su filettature praticate alle estremità dei saggi dopo preventiva rifollatura.

Tabella II.

Numero d'ordine	INDICAZIONE DEI SAGGI	Sezione cm. <sup>2</sup>	Carico di snervamento t/cm. <sup>2</sup>	Resistenza massima		Allungamento % dopo rottura su 10 diametri	Contrazione %	OSSERVAZIONI
				totale t.	per cm. <sup>2</sup> t.			
1	Tondino di mm. 16 allo stato naturale . . . . .	2,01	2,60	7,90	3,93	37	65	
2	Id. id. temperato . . . . .	2,01		10,05	5,00	13	63	
3	Id. id. presentante una bollitura nel mezzo non temperata . . . . .	2,01	2,70	6,50	3,23	6		Rottura nella saldatura.
4	Id. id. id. . . . . .	2,01	2,75	7,48	3,72	8	12	Id. id.
5	Id. id. presentante una bollitura nel mezzo, temperata . . . . .	2,01		10,14	5,04	7	12	Id. id.
	Id. id. id. . . . . .	2,01		9,90	4,93	14	68	Rottura a cm. 8 da un termine della saldatura.

Tabella III.

Numero d'ordine	INDICAZIONE DEI SAGGI	Sezione cm. <sup>2</sup>	Carico di snervamento t/cm. <sup>2</sup>	Resistenza massima		Allungamento % dopo rottura su 10 diametri	Contrazione %	Resistenza unione Resistenza tondino	OSSERVAZIONI
				totale t.	per cm. <sup>2</sup> t.				
1	Provetta normale di mm. 10,0 ricavata dal tondino di mm. 15 . . . . .	0,79	3,30	3,52	4,46	23	64	—	
2	Id. di mm. 15,0 ricavata dal tondino di mm. 20 . . . . .	1,77	3,50	7,90	4,46	25	64	—	Esperienze per determinare le qualità del metallo.
3	Id. di mm. 20,0 ricavata dal tondino di mm. 30 . . . . .	3,14	2,90	12,40	3,95	27	55	—	
4	Id. di mm. 25,0 ricavata dal tondino di mm. 40 . . . . .	4,91	2,83	18,80	3,83	31	69	—	
5	Tondino di mm. 15 presentante una bollitura nella mezzeria . . . . .	1,77	3,15	8,70	4,92	13	64	> 1	Rottura fuori della bollitura.
6	Id. id. . . . . .	1,77	3,20	8,60	4,86	14	64	> 1	Id. id.
7	Id. id. . . . . .	1,77	3,20	7,90	4,46	27	64	> 1	Rottura a cm. 12 da un termine della bollitura.
8	Id. c. unione a manicotto . . . . .	1,77	2,90	7,16	4,05	—	36	—	Rott. in una filettat. d'attacco.
9	Id. id. . . . . .	1,77	2,90	7,20	4,07	—	36	—	Id. id.
10	Id. id. . . . . .	1,77	2,90	7,20	4,07	—	36	0,91	Rottura di un tondino nella filettatura dell'unione.
11	Tondino di mm. 20 presentante una bollitura nella mezzeria . . . . .	3,14	2,85	15,00	4,78	5	0	> 1	Rottura netta nella bollitura.
12	Id. id. . . . . .	3,14	2,85	13,20	4,20	21	64	> 1	Rottura a cm. 10 da un termine della bollitura.
13	Id. id. . . . . .	3,14	2,80	13,10	4,17	23	67	> 1	Rottura a cm. 9 da un termine della bollitura.
14	Id. c. unione a manicotto . . . . .	3,14	2,90	11,20	3,57	—	43	—	Rott. in una filettat. d'attacco.
15	Id. id. . . . . .	3,14	2,80	10,50	3,35	—	43	0,75	Rottura di un tondino nella filettatura dell'unione.
16	Id. id. . . . . .	3,14	2,70	10,40	3,31	—	34	0,74	Id. id.
17	Tondino di mm. 30 presentante una bollitura nella mezzeria . . . . .	7,07	2,65	23,20	3,28	5	6	0,83	Rottura nella saldatura.
18	Id. id. . . . . .	7,07	2,65	27,50	3,89	9	13	0,98	Id. id.
19	Id. id. . . . . .	7,07	2,65	21,20	3,00	3	3	0,76	Id. id.
20	Id. c. unione a manicotto . . . . .	7,07	2,50	23,30	3,30	—	50	—	Rott. in una filettat. d'attacco.
21	Id. id. . . . . .	7,07	2,30	22,70	3,21	—	47	0,81	Rottura di un tondino nella filettatura dell'unione.
22	Id. id. . . . . .	7,07	2,40	22,60	3,20	—	—	0,81	Arrestata l'esperienza alla produzione della strizione.
23	Tondino di mm. 40 presentante una bollitura nella mezzeria . . . . .	12,57	—	39,20	3,12	—	—	0,81	Rottura nella bollitura.
24	Id. id. . . . . .	12,57	—	33,00	<b>2,63</b>	—	—	<b>0,69</b>	Id. id.
25	Id. id. . . . . .	12,57	—	23,00	<b>1,83</b>	—	—	<b>0,48</b>	
26	Id. c. unione a manicotto . . . . .	12,57	—	37,50	2,98	—	48	—	Rott. in una filettat. d'attacco.
27	Id. id. . . . . .	12,57	—	37,90	3,01	—	46	0,79	Rottura di un tondino nella filettatura dell'unione.
28	Id. id. . . . . .	12,57	—	37,30	2,97	—	—	0,78	Arrestata l'esperienza alla produzione della strizione.

NB. — I manicotti sono lunghi  $3d$  ed il loro diametro esterno è  $1,5d$  (se  $d$  è il diametro del tondino).

Tabella IV.

Esperienze su bolliture con ingrossamento a forma di limone  
eseguite su tondini di ferro omogeneo.

( $d$  = diametro tondino)

( $D$  = » massimo della bollitura)

Numero d'ordine	INDICAZIONE DEI SAGGI	Sezione del tondino cm. <sup>2</sup>	Carico di snervamento t/cm. <sup>2</sup>	Resistenza massima			Contrazione %	Resistenza bollitura Resistenza tondino	OSSERVAZIONI
				totale t.	per cm. <sup>2</sup> della				
					sezione del tondino t.	sezione di rottura t.			
1	$d = \text{mm. } 16, D = \text{mm. } 20$	2,01	3,20	8,30	4,13		69	> 1	Rott. fuori della bollitura.
2	Id. Id.	2,01	3,10	8,40	4,18		68	> 1	Id. id.
3	$d = \text{mm. } 22, D = \text{mm. } 28$	3,80	3,00	14,60	3,84		70	> 1	Id. id.
4	Id. Id.	3,80	3,20	15,80	4,16		65	> 1	Id. id.
5	$d = \text{mm. } 25, D = \text{mm. } 32$	4,91	2,80	19,85	4,04		69	> 1	Id. id.
6	Id. Id.	4,91	2,85	19,80	4,03		69	> 1	Id. id.
7	$d = \text{mm. } 30, D = \text{mm. } 39$	7,07	3,60	33,00	4,67		51	> 1	Id. id.
8	Id. Id.	7,07	3,20	32,50	4,60		51	> 1	Id. id.
9	$d = \text{mm. } 32, D = \text{mm. } 40$	8,04	3,10	32,90	4,09		0	> 1	Rottura netta al termine della bollitura.
10	Id. Id.	8,04	3,00	30,40	3,78	2,42		0,95 (*)	Rottura nella bollitura (vi è un nucleo non saldato).
11	$d = \text{mm. } 39, D = \text{mm. } 50$	11,95	2,55	41,60	3,48	2,12		0,87 (*)	Id. id.
12	Id. Id.	11,95	2,55	42,00	3,51	2,14		0,88 (*)	Id. id.

(\*) Supponendo una resistenza unitaria del tondino di 4 t/cm.<sup>2</sup>

Tabella V.

Esperienze su saldature ossiacetileniche eseguite su tondini in ferro omogeneo  
(nella regione saldata è pressochè conservato il diametro primitivo del tondino).

Numero d'ordine	INDICAZIONE DEI SAGGI	Sezione cm. <sup>2</sup>	Carico di snervamento t/cm. <sup>2</sup>	Resistenza massima		Allungamento % dopo rottura su 10 diametri	Contrazione %	Resistenza saldatura Resistenza tondino	OSSERVAZIONI
				totale t.	unitaria t/cm. <sup>2</sup>				
2	Id. » 20 . .	3,14	3,00	13,04	4,15	33	70	—	
3	Id. » 25 . .	4,91	2,57	18,80	3,83	32	67	—	
4	Id. » 30 . .	7,07	3,40	33,40	4,72	25	58	—	
5	Provetta norm. di mm. 25 ricavata dal tondino di mm. 40 . . . . .	4,91	3,15	19,50	3,97	25	59	—	
6	Tondino di mm. 16 con una saldatura nella mezzeria . . . . .	2,01	3,50	8,80	4,38	12	—	0,93	Rottura nella saldatura.
7	Id. id. . . . .	2,01	3,40	8,90	4,43	16	—	0,94	Id. id.
8	Id. id. . . . .	2,01	3,40	8,50	4,23	12	—	0,89	Id. id.
9	Tondino da mm. 20 con una saldatura nella mezzeria . . . . .	3,14	2,80	11,50	3,66	10	—	0,88	Id. id.
10	Id. id. . . . .	3,14	2,90	13,10	4,17	34	70	> 1	Id. fuori della saldatura.
11	Id. id. . . . .	3,14	3,00	12,80	4,08	11	—	0,98	Rottura nella saldatura.
12	Tondino di mm. 25 con una saldatura nella mezzeria . . . . .	4,91	2,50	14,50	2,95	14	—	0,77	Id. id.
13	Id. id. . . . .	4,91	2,50	17,80	3,63	12	—	0,95	Id. id.
14	Id. id. . . . .	4,91	2,50	18,50	3,77	12	—	0,98	Id. id.
15	Tondino di mm. 30 con una saldatura nella mezzeria . . . . .	7,07	—	21,50	3,04	—	—	0,64	Id. id.
16	Id. id. . . . .	7,07	2,80	23,30	3,30	—	—	0,70	Id. id.
17	Id. id. . . . .	7,07	3,30	24,60	3,48	—	—	0,74	Id. id.
18	Tondino da mm. 40 con una saldatura nella mezzeria . . . . .	12,57	—	32,80	2,61	—	—	0,66	Id. id.
19	Id. id. . . . .	12,57	—	34,20	2,72	—	—	0,69	Id. id.
20	Id. id. . . . .	12,57	—	39,70	3,16	—	—	0,80	Id. id.