

CONCLUSIONES DE UN ESTUDIO EXPERIMENTAL DE DISTRIBUCION DE GRAPAS EN CABLES DE ACERO

Por **EMILIO PARTIDA PERDIGONES**

Ingeniero Industrial, y

JOSE MARIA CORTES DIAZ

Perito Industrial Metalúrgico e Ingeniero

Técnico en Mecánica

INTRODUCCION

Es materia muy conocida y divulgada por todos los Técnicos de Seguridad la posición llamada "correcta" de distribución y disposición de grapas para la formación de bucles, que ejerciendo la función de gazas en la confección de las eslingas o estrobos comúnmente utilizados en las operaciones de manipulación, carga y descarga de materiales. El presente estudio, basado en resultados experimentales obtenidos en el Laboratorio de Ensayos Mecánicos del Centro Nacional de Homologación, no pretende sino puntualizar ciertos aspectos y llamar la atención de los Técnicos de Seguridad acerca de ciertas características, generalmente olvidadas, que son parámetros importantes que han de tenerse muy en cuenta a la hora de efectuar esa disposición.

Un primer estudio, de tanteo, acerca de las ventajas de la posición correcta, fue efectuado con un cable, de ocho milímetros de diámetro real y composición 17 por 7 más 1, no obteniéndose diferencias muy apreciables entre las llamadas posiciones correctas e incorrectas. Por ello, se decidió profundizar el estudio mediante el análisis y cuantificación de todos aquellos factores que, a nuestro juicio, pudieran tener una gran influencia en este comportamiento.

➤ Con este fin, se realizaron dos modalidades de ensayos de tracción, con objeto de:

1.º Conocer la carga de rotura averiguada del cable o suma de las cargas de rotura reales de todos los alambres del cable y, mediante la estimación del porcentaje de pérdida debido al cableado, calcular el valor de la carga de rotura garantizada por el fabricante.

2.º Determinar la resistencia real del conjunto formado por el cable con las grapas colocadas en distintas posiciones y aplicando diversos valores del par de apriete de las mismas.

Los tipos de cables utilizados en el presente estudio, fueron los siguientes:

Diámetro real (mm)	Composición
6	6 × 7 + 1
6	6 × 17 + 1
10	6 × 19 + 1

DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA TRACCION

De cada tipo de cable se ha cortado un trozo que se ha destrenzado, eligiéndose al azar doce hilos, que se han enderezado y ensayado a tracción conforme a la Norma UNE 7 194.

Los resultados obtenidos en los citados ensayos se indican en las tablas I, II y III.

TABLA I

CABLE 6 × 7 + 1 (6)

Probeta núm.	Diámetro medida (mm.)	Sección (mm ²)	Carga de rotura (kgf)	Carga unitaria (kgf/mm ²)
1	0,64	0,32	62	193,75
2	0,62	0,30	62	206,66
3	0,64	0,32	61	190,62
4	0,65	0,33	60	181,81
5	0,65	0,33	61	184,84
6	0,63	0,31	62	200,00
7	0,64	0,32	60	187,5
8	0,64	0,32	61	190,62
9	0,64	0,32	60	187,5
10	0,63	0,31	63	203,22
11	0,63	0,31	58	187,09
12	0,64	0,32	59	184,37
Valores medios		0,317	60,75	191,64

TABLA II

CABLE 6 x 17 + 1 (6)

Probeta núm.	Diámetro medida (mm.)	Sección (mm ²)	Carga de rotura (kgf)	Carga unitaria (kgf/mm ²)
1	0,39	0,119	21	176,47
2	0,40	0,125	21	168,00
3	0,39	0,119	21	176,47
4	0,39	0,119	20	168,06
5	0,39	0,119	19	159,60
6	0,38	0,113	20	176,99
7	0,38	0,113	21	185,84
8	0,40	0,125	21	168,00
9	0,38	0,113	20	179,99
10	0,38	0,113	21	185,84
11	0,38	0,113	19	168,14
12	0,38	0,113	18	159,29
Valores medios		0,117	20,2	170,16

TABLA III

CABLE 6 x 19 + 1 (10)

Probeta núm.	Diámetro medida (mm.)	Sección (mm ²)	Carga de rotura (kgf)	Carga unitaria (kgf/mm ²)
1	0,39	0,33	54	163,63
2	0,66	0,34	56	164,70
3	0,66	0,34	62	182,35
4	0,66	0,33	55	161,76
5	0,65	0,33	56	169,70
6	0,65	0,33	52	157,57
7	0,65	0,33	54	163,63
8	0,63	0,31	54	174,19
9	0,65	0,33	56	169,69
10	0,66	0,34	51	150,00
11	0,66	0,34	51	150,00
12	0,65	0,33	50	151,51
Valores medios		0,33	54,25	163,22

A partir de estos valores, se ha determinado, por cada tipo, las cargas de rotura averiguada y garantizada, y mediante las expresiones:

$$Q_a = \bar{q} \cdot n$$

$$Q_g = \frac{Q_a (100 - X)}{100}$$

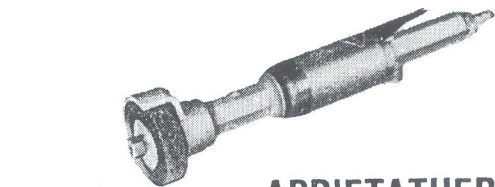
donde,

- Q_a = Carga de rotura averiguada del cable.
- Q_g = Carga de rotura garantizada (mínima real) del cable.
- \bar{q} = Valor medio de la carga de rotura de los hilos componentes del cable.
- X = Porcentaje de pérdida debido al cableado.
- n = Número de hilos que componen el cable.

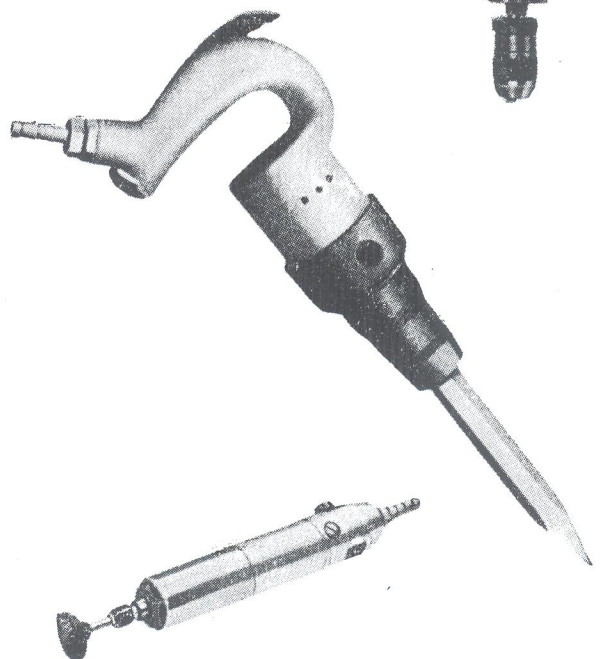
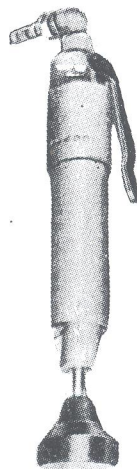
Los valores de X adoptados son los fijados por European Wire Rope Information Service, cuando han sido fijados, o en caso contrario, de los catálogos de fabricantes nacionales de reconocido prestigio.

Los valores obtenidos para cada cable figuran en el siguiente cuadro:

AIRE COMPRIMIDO



APRIETATUERCAS
ATORNILLADORES
CINCELES
DESBARBADORAS
PISONES
TALADROS



ENARCO, S. A.

POLIGONO DE COGULLADA

Calle B. Parcela, 51

Tel. 29 97 16

ZARAGOZA

Tipo de cable	\bar{q} (kgf)	n (n ^o de hilos)	Q_s (kgf)	X	Q_s (kgf)
6 × 7 + 1 (6)	60,75	42	2.551,5	10	2.296,3
6 × 17 + 1 (6)	20,20	102	2.060,4	13	1.792,5
6 × 19 + 1 (10)	54,25	114	6.184,5	14	5.318,3

DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA TRACCION EN CABLES PROVISTOS DE GRAPAS

Los ensayos previos realizados sobre un cable 17 por 7 más 1, de ocho milímetros de diámetro, habían puesto de manifiesto la posible influencia del par de apriete aplicado en la colocación de cada grapa, y la necesidad de aplicar a todas las grapas un par de apriete conocido. Por ello, se consideró conveniente, primero, determinar el par de rotura de cada tipo de grapas y, después, expresar el par de apriete aplicado en función de este valor.

Así, pues, se determinó el par de rotura (kgfm), colocando tres grapas sobre el cable correspondiente y aumentando progresivamente el par, hasta llegar a la rotura de las mismas.

Por otra parte, para determinar el par de apriete medio que suele aplicar una persona en cada grapa, se ajustó cada tipo por varias personas distintas, a las que se les dio una llave fija de 10-11 para las grapas de 1/4" y una de 12-13 para las de 3/8" y se les indicó que debían dar el apriete que ellos estimasen adecuado.

Los valores obtenidos como pares de rotura y como pares de apriete medio se indican en el presente cuadro.

Tipo de grapa	Par de rotura (kgfm)	Par de apriete (kgfm)	Valor medio del par de apriete y porcentaje aproximado referido al par de rotura
1/4"	1,85 2,00 2,00	1,75 1,50 1,00	1,5 (75 %)
3/8"	4,50 3,50 4,25	3,00 2,50 2,75	2,75 (75 %)

Los ensayos de tracción del conjunto se han realizado sobre probetas preparadas a partir de una longitud de cable aproximada a 1,2 metros, realizando en sus extremos dos lazos mediante la colocación de tres grapas distantes seis centímetros entre sí, y colocando a última a cuatro centímetros del extremo libre del cable, variando el sentido de las mismas en los distintos ensayos.

Sobre las probetas así preparadas se han realizado las siguientes variantes del ensayo.

A) *Tres grapas en posición A y tres grapas en posición B.*

De esta forma se han dispuesto seis probetas, dos de cada tipo de cable, con pares de apriete de 1,5 kgfm y 1 kgfm, en las de cable de acero de seis milímetros y 2,75 kgfm y 1,5 kgfm, en las de cable de acero de diez milímetros de diámetro.

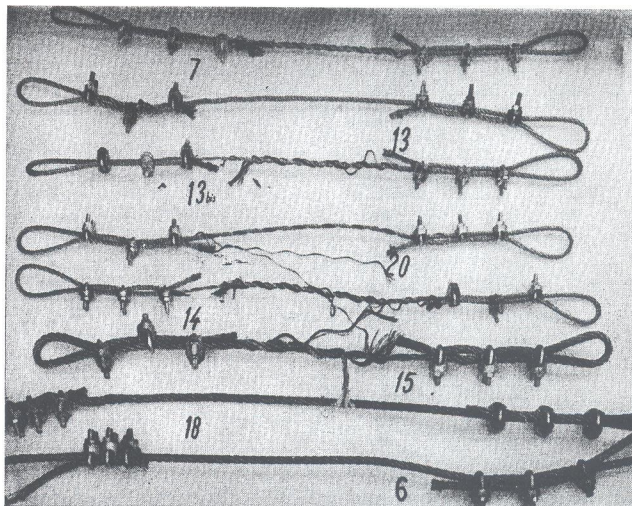


Fig. 1.—Zonas de rotura en algunas de las muestras.

B) *Todas las grapas en posición B.*

De esta forma se han dispuesto seis probetas, dos de cada tipo de cable, con pares de apriete de 1,5 kgfm y 1,25 kgfm en las de cable de acero de seis milímetros de diámetro y 2,75 kgfm y 2,0 kgfm en las de cable de acero de 10 milímetros de diámetro.

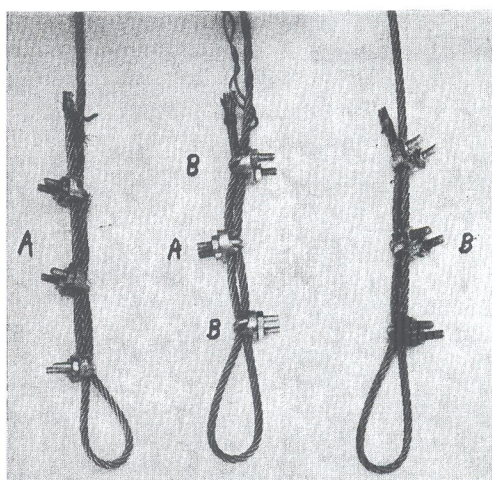


Fig. 2.—Posición de las grapas.

C) *Todas las grapas en posición A.*

De esta forma se han dispuesto tres probetas, una de cada tipo de cable, con pares de apriete de 1,5 kgfm, en las de cable de seis milímetros de diámetro y 2,75 kgfm en las de 10 milímetros de diámetro.

D) *Tres grapas en posición B y otras tres grapas, de las que dos se situaron en posición B, con una intermedia en posición A.*

De esta forma, se han dispuesto seis probetas, dos de cada tipo de cable, con pares de apriete de 1,25 kgfm y 2,0 kgfm en las de cable de acero de seis milímetros de diámetro y de 1,5 kgfm y 2,75 kgfm en las de cable de 10 milímetros de diámetro.

Ante el resultado obtenido en la probeta 13, se repitió nuevamente el ensayo, obteniéndose valores muy semejantes, aunque con rotura del cable por distinta zona.

Los resultados obtenidos en los ensayos realizados, figuran en la tabla IV.

única y exclusivamente a tracción, se han deducido una serie de conclusiones que consideramos de interés:

- Se considera que tres grapas, colocadas distantes entre sí seis centímetros, son suficiente, cualquiera que sea su sentido, para retener al menos el 80 por 100 de la carga de rotura del cable.
- El sentido de las grapas posee escasa influencia en la resistencia retenida del cable.
- Si bien un elevado par de apriete, en las grapas colocadas con la U hacia el extremo del cable (posición A), origina un estrangulamiento del cable con la consiguiente disminución de la resis-

TABLA IV

Probeta número	NUMERO Y DISTRIBUCION DE GRAPAS		Composición	Par de apriete kgfm (% par de rotura)	Carga de rotura (kgf) o deslizamiento	% de carga retenida	OBSERVACIONES
	Extremo 1	Extremo 2					
1	3 grapas posic. A.	3 grapas posic. B.	6×7+1 (6)	1,5 (75 %)	2.000	87,09	Rotura del cable por la primera grapa extremo 1.
2	Idem. Idem.	Idem. Idem.	6×17+1 (6)	1,5 (75 %)	1.750	97,62	Idem. Idem.
3	Idem. Idem.	Idem. Idem.	6×19+1 (10)	2,75 (75 %)	5.000	94,01	Idem. Idem.
4	Idem. Idem.	Idem. Idem.	6×7+1 (6)	1,0 (50 %)	2.050	89,27	Idem. Idem.
5	Idem. Idem.	Idem. Idem.	6×17+1 (6)	1,0 (50 %)	1.820	100,00	Idem. Idem.
6	Idem. Idem.	Idem. Idem.	6×19+1 (10)	1,5 (50 %)	4.000	75,21	Se deslizaron las tres grapas del extremo 2.
7	3 grapas posic. B.	3 grapas posic. B.	6×7+1 (6)	1,5 (75 %)	2.200	95,80	Rotura del cable por la primera grapa de uno de los extremos.
8	Idem. Idem.	Idem. Idem.	6×17+1 (6)	1,5 (75 %)	1.940	100,00	Idem. Idem.
9	Idem. Idem.	Idem. Idem.	6×19+1 (10)	2,75 (75 %)	5.500	100,00	Idem. Idem.
16	Idem. Idem.	Idem. Idem.	6×7+1 (6)	1,25 (60 %)	—	—	Rotura por una grapa defectuosa.
17	Idem. Idem.	Idem. Idem.	6×17+1 (6)	1,25 (60 %)	2.050	100,00	Rotura del cable por la primera grapa de uno de los extremos.
18	Idem. Idem.	Idem. Idem.	6×19+1 (10)	2,0 (50 %)	5.200	97,77	Se deslizaron las tres grapas de uno de los extremos.
10	3 grapas posic. A.	3 grapas posic. B.	6×7+1 (6)	1,5 (75 %)	1.850	80,56	Rotura del cable por la primera grapa de uno de los extremos.
11	Idem. Idem.	Idem. Idem.	6×17+1 (6)	1,5 (75 %)	1.625	90,65	Idem. Idem.
12	Idem. Idem.	Idem. Idem.	6×19+1 (10)	2,75 (75 %)	4.500	84,61	Idem. Idem.
13	3 grapas posic. B.	2 grapas posic. B y una interm. en A.	6×7+1 (6)	1,25 (60 %)	2.200	95,80	Rotura del cable por la grapa en posición A.
13-b	Idem. Idem.	Idem. Idem.	—	—	2.250	97,98	Rotura del cable por la primera grapa extremo 2.
14	Idem. Idem.	Idem. Idem.	6×17+1 (6)	1,25 (60 %)	2.200	100,00	Rotura del cable por la primera grapa extremo 1.
15	Idem. Idem.	Idem. Idem.	6×19+1 (10)	2,0 (50 %)	5.500	100,00	Idem. Idem.
19	Idem. Idem.	Idem. Idem.	6×7+1 (6)	1,5 (75 %)	2.200	95,80	Rotura del cable por la primera grapa extremo 2.
20	Idem. Idem.	Idem. Idem.	6×17+1 (6)	1,5 (75 %)	1.900	100,00	Rotura del cable por la primera grapa extremo 1.
21	Idem. Idem.	Idem. Idem.	6×19+1 (10)	2,75 (75 %)	5.650	100,00	Rotura del cable por la primera grapa extremo 2.

A la vista de los resultados obtenidos en los ensayos realizados sobre diversos tipos de cables de acero, de diámetro igual o inferior a 10 milímetros, sometidos

del mismo, un escaso par de apriete en las grapas colocadas con la U hacia el cable de tracción (posición B), origina igualmente una dis-

minución de la resistencia retenida del cable, por deslizamiento de las grapas.

- La colocación de tres grapas, alternando el sentido de colocación, ofrecen semejantes resultados que todas dispuestas con la U hacia el cable de tracción, con tal de que la grapa central se disponga con la U hacia el extremo del cable.

Por todo lo expuesto, y teniendo en cuenta los pares de apriete aplicados en la preparación de las probetas ensayadas, indicamos:

- Para cables de diámetro igual o inferior a 10 milímetros, se considera que tres grapas, distantes entre sí unos seis centímetros, dispuestas con

la U hacia el extremo del cable o en sentido alternado, cuando la central sea la dispuesta con la U hacia el cable de tracción, son suficientes para retener el 95 por 100 de la carga del cable, cuando el par de apriete sea el adecuado y trabajando sólo a tracción.

- El par de apriete a aplicar en la colocación de las grapas debe oscilar entre el 60 y el 75 por 100 del par de rotura de las mismas.
- No obstante lo anterior, se considera que la elección de un coeficiente de seguridad, una unidad superior al indicado por el fabricante, mínimo de siete, cubre la posibilidad de una distribución inadecuada de las grapas o un defectuoso par de apriete en las mismas.

COMERCIO EXTERIOR SIDERURGICO

En el pasado mes de enero se han importado 55.993 toneladas de productos siderúrgicos, que representan una equivalencia en acero de 71.920 toneladas. En enero de 1976 las cifras respectivas fueron de 272.522 y 315.315 toneladas, según datos facilitados por Unesid.

Además del indicado tonelaje, en enero de 1977 se han importando 2.981 toneladas de fundición, frente a 1.529 en igual mes de 1976, así como 1.155 toneladas de ferroaleaciones, contra 1.089 en enero del pasado año. También se importaron 142.281 toneladas de chatarra, cifra que representa una disminución del 25 por 100 con relación a las 190.730 toneladas compradas en el exterior en enero de 1976.

Por productos, los principales descensos respecto al mismo mes del año anterior han tenido lugar en semiproductos y en lingote de acero. Entre aquéllos, la contracción afecta principalmente a los desbastes planos.

Por su parte, las ventas de productos siderúrgicos realizados al exterior durante enero de 1977 han totalizado 134.367 toneladas, que representan 177.096 toneladas en acero equivalente. En enero de 1976 las exportaciones se situaron en 204.606 toneladas de productos y 268.712 de acero equivalente.

De la comparación por productos entre ambos meses resulta que los mayores descensos de exportación han tenido lugar en perfiles, chapa y material de vía, mientras las exportaciones de barras y tubos han aumentado discretamente.

En 1976 se importaron 2.729.316 toneladas de productos, que representan 3.289.909 toneladas de acero equivalente. Considerando los datos en acero equivalentes,

el principal proveedor de productos siderúrgicos a España fue Japón, con 1.668.320 toneladas. La cuarta parte del tonelaje importado procede de la CECA ampliada, con 822.212 toneladas. Dicha participación es del 26 por 100 de nuestras importaciones considerando los países del área de Europa occidental.

El tonelaje procedente de los países miembros de la OCDE ha ascendido a 3.014.124 toneladas, que representan el 92 por 100 de nuestros aprovisionamientos de acero en el año 1976. El 7 por 100 del mismo lo cubren los países de Europa oriental y sólo el Japón, entre los de la OCDE, el 51 por 100.

El principal receptor de las ventas españolas en el pasado año (cuyo total ascendió a 3.234.455 toneladas de acero equivalente) ha sido la CECA, con 1.253.464 toneladas, figurando a continuación Polonia, con 304.390 toneladas; Irán, con 303.231; Estados Unidos, con 292.500, y la URSS, con 253.693 toneladas en acero equivalente.

Las exportaciones españolas al área de la CECA representan el 39 por 100 del volumen total de exportación, suponiendo las ventas destinadas al conjunto de Europa occidental el 42 por 100 y las dirigidas al total de los países miembros de la OCDE el 52 por 100 de nuestras exportaciones en dicho año. Los países de la Europa del Este han absorbido el 18 por 100 del tonelaje exportado por España, el Irán lo ha hecho en un 9 por 100, Marruecos en un 6 por 100 y Brasil en un 5 por 100 del total de los productos siderúrgicos vendidos al exterior por nuestro país en el pasado año.