

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA

NTC
5806

2019-06-19

ALAMBRE DE ACERO LISO Y GRAFILADO Y MALLAS ELECTROSOLDADAS PARA REFUERZO DE CONCRETO



E: STEEL WIRE AND WELDED WIRE REINFORCEMENT, PLAIN AND
DEFORMED, FOR CONCRETE

CORRESPONDENCIA: Esta Norma Técnica Colombiana es una adopción modificada de la ASTM A1064/A1064M:2017, Standard Specification for Steel Wire and Welded Wire Reinforcement, Plain and Deformed, for Concrete, Copyright © ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. Traducida y reimpressa según el acuerdo de licencia con ASTM International.

DESCRIPTORES: refuerzo de concreto; resaltes; grafil; concreto reforzado; aceros para refuerzo; alambre de acero; mallas electrosoldadas.

I.C.S.: 77.140.15

Editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)
Apartado 14237 Bogotá, D.C. - Tel. (571) 6078888 - Fax (571) 2221435

© ICONTEC 2019

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida o utilizada en cualquier forma o por cualquier medio, electrónico o mecánico incluyendo fotocopiado y microfilmación, sin permiso por escrito del editor.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC

PRÓLOGO

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, **ICONTEC**, es el organismo nacional de normalización, según el Decreto 1595 de 2015.

ICONTEC es una entidad de carácter privado, sin ánimo de lucro, cuya Misión es fundamental para brindar soporte y desarrollo al productor y protección al consumidor. Colabora con el sector gubernamental y apoya al sector privado del país, para lograr ventajas competitivas en los mercados interno y externo.

La representación de todos los sectores involucrados en el proceso de Normalización Técnica está garantizada por los Comités Técnicos y el período de Consulta Pública, este último caracterizado por la participación del público en general.

La NTC 5806 (Primera actualización) fue ratificada por el Consejo Directivo de 2019-06-19.

Esta norma está sujeta a ser actualizada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

A continuación, se relacionan las empresas que colaboraron en el estudio de esta norma a través de su participación en el Comité Técnico 118 Alambres y productos derivados de acero.

ACERÍAS PAZ DEL RIO	GRAFILES Y MALLAS
ALMASA S.A.	IDECOL S.A.
ANDI CAMARA DE PRODUCTORES DE	INPROMALLAS
ACERO	PROALCO BEKAERT
CAMACERO	PROMATTCO
CHAROFIL COLOMBIA	SIDERÚRGICA DEL OCCIDENTE SAS (SIDOC)
CONCRELAB	SIDERÚRGICA NACIONAL (SIDENAL) S.A.
CONCRSERVICIOS	TECNOACERO
CONSTRUMALLAS	TERNIUM COLOMBIA
G&J FERRETERÍAS	
GERDAU DIACO	

Además de las anteriores, en Consulta Pública el Proyecto se puso a consideración de las siguientes empresas:

ANDI CÁMARA FEDEMETAL	GRAPAS Y PUNTILLAS EL CABALLO
ARME S.A.	INDUSTRIAS SPRING SAS
COLMALLAS S.A.	LABORATORIOS MYG
CONSORCIO METALÚRGICO NACIONAL	MINISTERIO DE COMERCIO, INDUSTRIA
EMCOCABLES	Y TURISMO
FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DEL NORTE	PRODUCTORA DE ALAMBRES S.A.
FUNDICIONES Y COMPONENTES	UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
AUTOMOTORES SAS (FUNDICOM)	

ICONTEC cuenta con un Centro de Información que pone a disposición de los interesados normas internacionales, regionales y nacionales y otros documentos relacionados.

CONTENIDO

	Página
1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	1
2. REFERENCIAS NORMATIVAS	1
3. TERMINOLOGÍA	2
3.1 DEFINICIONES DE TÉRMINOS ESPECÍFICOS A ESTA NORMA	2
4. INFORMACIÓN PARA LA ORDEN DE COMPRA	3
5. MATERIALES	3
6. FABRICACIÓN	3
7. PROPIEDADES MECÁNICAS PARA LOS ALAMBRES LISOS Y GRAFILES	4
7.1 REQUISITOS GENERALES PARA ALAMBRE LISO	4
7.2 REQUISITOS GENERALES PARA EL GRAFILE	6
7.3 NÚMERO DE ENSAYOS	9
7.4 CALIDAD, ACABADO Y APARIENCIA	9
8. PROPIEDADES MECÁNICAS PARA LAS MALLAS ELECTROSOLDADAS	10
8.1 ENSAYO DE TRACCIÓN	10
8.2 ENSAYO DE DOBLADO	10
8.3 RESISTENCIA AL CORTE EN LA SOLDADURA	10
8.4 REDUCCIÓN DE ÁREA EN MALLAS ELECTROSOLDADAS DE ALAMBRE LISO	11

8.5	NÚMERO DE ENSAYOS	
9.	APARATOS Y MÉTODOS PARA EL ENSAYO DE CORTE EN LA SOLDADURA.....	11
10.	DIMENSIONES Y VARIACIONES PERMISIBLES DE LAS MALLAS ELECTROSOLDADAS	13
10.1	ANCHO	13
11.	MUESTREO	16
12.	INSPECCIÓN	17
13.	RECHAZO Y REENSAYO	17
14.	CERTIFICACIÓN	18
14.5	INFORME DE LOS ENSAYOS	18
15.	EMBALAJE, ROTULADO Y MARCADO	19
16.	DESCRIPTORES	19
	DOCUMENTO DE REFERENCIA	27
	REQUISITOS SUPLEMENTARIOS.....	20
	ANEXOS	
	ANEXO A (Normativo) IDENTIFICACIÓN DE MALLAS ELECTROSOLDADAS ESPECIALES	21
	ANEXO B (Normativo) CALCULO DE LA CUANTÍA PRINCIPAL.....	23

ANEXO C (Normativo)**DIFERENCIAS DE LA NTC 5806 PRIMERA ACTUALIZACIÓN****CON SU DOCUMENTO DE REFERENCIA..... 24****FIGURAS****Figura 1. Dispositivo de ensayo para la soldadura de malla electrosoldada 12****Figura 2. Dimensiones de la malla electrosoldada 13****TABLAS****Tabla 1. Requisitos dimensionales para alambre liso..... 4****Tabla 2. Requisitos para el ensayo de tracción (alambre liso) 5****Tabla 3. Requisitos para el ensayo de tracción alambre liso para malla
electrosoldada 5****Tabla 4. Requisitos para el ensayo de doblado (alambre liso)..... 6****Tabla 5. Variaciones permisibles en el diámetro del alambre liso 6****Tabla 6. Requisitos dimensionales para grafíles 6****Tabla 7. Altura promedio mínima de los resalte..... 8****Tabla 8. Requisitos para el ensayo de tracción grafíl 8****Tabla 9. Requisitos para el ensayo de tracción grafíl para malla electrosoldada 9****Tabla 10. Requisitos para el ensayo de doblado grafíl 9****Tabla 11. Designación, dimensiones y cuantía de refuerzo principal
para malla electrosoldada estándar con grafíl 15****Tabla 12. Designación, dimensiones y cuantía de refuerzo principal
para malla electrosoldada especial con grafíl 16**

**ALAMBRE DE ACERO LISO Y GRAFILADO
Y MALLAS ELECTROSOLDADAS
PARA REFUERZO DE CONCRETO**

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

1.1 Esta norma establece los requisitos para alambre de acero y mallas electrosoldadas para refuerzo de concreto producidas a partir de alambrones laminados en caliente. El alambre de acero se trabaja en frío por trefilado o laminado, es liso (sin recubrimiento o galvanizado) o grafilado. La malla electrosoldada es hecha a partir de alambre liso, grafilado o una combinación de éstos. La Tabla 1 y 5 establece los requisitos dimensionales del alambre liso, la Tabla 6 del alambre grafilado y la Tabla 11 y 12 establece las dimensiones de las mallas electrosoldadas estándar y especiales de alambre grafilado.

NOTA 1 Las mallas soldadas para refuerzo de concreto se han descrito mediante varios términos: malla electrosoldada de alambre y malla. La industria del alambre para refuerzo prefiere el término "malla electrosoldada", como más representativo de la gama de productos que se fabrican. Por tanto, el término "malla de alambre electrosoldada" ha sido reemplazada por el término "malla electrosoldada" en esta norma, y en las normas relacionadas.

1.2 El requisito suplementario S1 describe el alambre liso y grafil de alta resistencia, que debe suministrarse cuando se ordene específicamente. Se permite el suministro de alambre de alta resistencia en lugar de alambre corriente, mediante un acuerdo entre comprador y fabricante.

1.3 Los valores establecidos en el Sistema Internacional de Unidades (SI) son normativos. Otro sistema de unidades ha sido incluido en esta norma solo con carácter informativo.

1.4 *Esta norma no pretende considerar todos los problemas de seguridad, si hay alguno, asociados con su uso. Es responsabilidad de todo usuario de esta norma establecer las prácticas apropiadas de seguridad y salud y determinar la aplicabilidad de las limitaciones reglamentarias antes del uso.*

1.5 *Esta norma se elaboró de acuerdo con los principios internacionalmente reconocidos sobre normalización establecidos en la Decisión sobre los Principios para el Desarrollo de Normas, Guías y Recomendaciones emitidos por el Comité de Obstáculos Técnicos al Comercio (OTC) de la Organización Mundial del Comercio.*

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos normativos referenciados son indispensables para la aplicación de este documento normativo. Para referencias fechadas, se aplica únicamente la edición citada.

Para referencias no fechadas, se aplica la última edición del documento normativo referenciado (incluida cualquier corrección).

NTC 330, Requisitos generales para alambrón y alambre de acero al carbono (ASTM A510M)

NTC 2674, Siderurgia. Empaque, rotulado y métodos de carga de productos de acero para despacho doméstico (ASTM A700).

NTC 3353, Definiciones y métodos para los ensayos mecánicos de productos de acero. (ASTM A370).

ASTM A641/A641M, *Specification for Zinc-Coated (Galvanized) Carbon Steel Wire.*

ASTM E83, *Practice for Verification and Classification of Extensometers.*

NSR 10, Reglamento Colombiano de Construcción Sismo resistente.

Weld Tester Drawing. Order Adjunct No ADJA0185, ASTM International Headquarters.

3. TERMINOLOGÍA

3.1 DEFINICIONES DE TÉRMINOS ESPECÍFICOS A ESTA NORMA

3.1.1 alambre ondulado. Alambre liso para malla electrosoldada con forma de onda sinusoidal. El grafil no se somete a ondulación a menos que sea acordado entre comprador y fabricante.

3.1.1.1 Comentario: Este alambre se usa en la fabricación de armaduras para algunas aplicaciones de refuerzo de tubos de concreto.

3.1.2 grafil y malla electrosoldada con grafil. Como se emplea dentro del objeto y el campo de aplicación de esta norma, material compuesto de alambre de acero con resaltes trabajado en frío mediante trefilado o laminado a partir de alambrón laminado en caliente.

3.1.2.1 Comentario: Los resaltes pueden ser de dos tipos, por indentación o formación de protuberancias. Los resaltes y las intersecciones soldadas brindan adherencia y anclaje.

NOTA 2 Se considera el término "grafil" para nombrar el alambre de acero al carbono con resaltes deformado en frío para refuerzo de concreto. En esta norma se utiliza este término para diferenciarlo del "alambre liso".

3.1.3 alambre liso y malla electrosoldada con alambre liso. Como se emplea dentro del objeto y el propósito de esta norma, designa un material compuesto de alambre liso de acero trabajado en frío mediante trefilado o laminado a partir de alambrón laminado en caliente.

3.1.3.1 Comentario: En el caso de las mallas las intersecciones soldadas brindan anclaje.

3.1.4 malla electrosoldada estándar con grafil. Mallas electrosoldadas de fabricación común que corresponden a los diámetros, separación entre grafiles, dimensiones y cuantía principal a las referencias designadas (véase la Tabla 11) y cumplen los requisitos de esta norma.

3.1.5 malla electrosoldada especial con grafil. Mallas electrosoldadas de fabricación especificada que corresponden a los diámetros, separaciones entre grafiles y cuantía principal referenciada en la Tabla 12 y que cumplen los demás requisitos de esta norma.

3.1.6 cuantía de refuerzo. Área de la sección transversal del acero de refuerzo.

3.1.7 cuantía principal. Sumatoria del área de la sección de los alambres lisos o grafíles en la dirección del refuerzo principal por metro lineal expresada en cm^2 (véase el Anexo B).

3.1.8 pelos (puntas). Longitud del alambre liso o grafíl saliente en cada extremo de la malla, tanto longitudinal como transversal

3.1.9 refuerzo principal. Alambre liso o grafíl de mayor diámetro contenido en el plano de la malla

4. INFORMACIÓN PARA LA ORDEN DE COMPRA

4.1 Las órdenes de compra para el alambre liso, grafíl y malla electrosoldada solicitados bajo esta norma deben contener la siguiente información:

4.1.1 Cantidad (peso, número de unidades o área según corresponda);

4.1.2 Denominación del material (alambre liso o grafíl, malla electrosoldada de alambre liso o de grafíl para refuerzo de concreto).

4.1.3 Designación de tamaño del alambre (L para alambre liso (véase el numeral 7.1.1) o D para grafíl (véase el numeral 7.2.1)), designación de la malla electrosoldada estándar con grafíl (véase el numeral 10.7).

4.1.4 Para mailas electrosoldadas de alambre liso y mallas electrosoldadas especiales con grafíl establecer: Cuantía principal, longitud y ancho de los paneles o rollos, separación, longitud de los pelos y diámetro de los alambres.

4.1.5 Resistencia mínima a la fluencia si el requisito suplementario S1 aplica.

4.1.6 Embalaje (véase el numeral 15) y

4.1.7 Designación de esta norma y año de publicación

4.1.8 Requisitos especiales, si los hay (véase el requisito suplementario S1).

5. MATERIALES

5.1 El acero debe ser obtenido por cualquier proceso comercialmente aceptado.

5.2 A menos que se especifique de otra manera, el alambre liso debe ser suministrado sin recubrimiento. Cuando el alambre liso se especifica como galvanizado, éste debe ser galvanizado de acuerdo con lo indicado en la norma ASTM A641/A641M.

5.3 El alambre y grafíl utilizado para la fabricación de mallas electrosoldadas debe ser conforme con esta norma y sí así se solicita con el requisito suplementario S1.

6. FABRICACIÓN

6.1 El alambre liso y grafíl se debe trabajar en frío, trefilado o laminado, a partir de rollos obtenidos mediante laminado en caliente de palanquillas de acero. Se debe identificar la colada o lote de la materia prima en forma apropiada.

NOTA 3 La NTC 330 puede tomarse de referencia para las características de la materia prima de los alambres lisos o grafiles.

6.2 Los alambres lisos y grafiles se deben ensamblar en máquinas automáticas o por cualquier otro medio mecánico adecuado que asegure la alineación y espaciamiento exacto de todos los alambres de la malla electrosoldada terminada. La malla electrosoldada debe ser acabada en paneles planos o rollos según sea especificado por el comprador.

6.3 Los alambres lisos y grafiles longitudinales y transversales de la malla deben quedar unidos de manera segura en cada intersección, mediante un proceso de soldadura por resistencia eléctrica que emplee el principio de fusión combinada con presión.

6.4 Cuando se usa el alambre liso o grafil del grado y calidad adecuados, fabricado de la manera especificada en esta norma, debe dar como resultado una malla con aberturas cuadradas o rectangulares que cumple lo establecido en esta norma.

NOTA 4 Una variación en la fabricación incluye la aplicación de uno o más alambres lisos longitudinales ondulados en un borde de la malla electrosoldada, para canastas de refuerzo de tubos de concreto. Esta forma permite que los extremos de la armadura se expandan a un diámetro mayor, para acomodar los extremos acampanados de los tubos de concreto.

7. PROPIEDADES MECANICAS PARA LOS ALAMBRES LISOS Y GRAFILES

7.1 REQUISITOS GENERALES PARA ALAMBRE LISO

7.1.1 Se debe aplicar la relación entre la designación por tamaño, diámetro y área que se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Requisitos dimensionales para alambre liso

Designación por número	Diámetro nominal, (mm)	Área Nominal, (mm ²)
L 4,0	4	12,6
L 4,5	4,5	15,9
L 5,0	5	19,6
L 5,5	5,5	23,8
L 6,0	6	28,3
L 6,5	6,5	33,2
L 7,0	7	38,5
L 7,5	7,5	44,2
L 8,0	8	50,3
L 8,5	8,5	56,8
L 9,0	9	63,6
L 9,5	9,5	70,9
L 10,0	10	78,5
L 10,5	10,5	86,6
L 11,0	11	95,0
L 11,5	11,5	103,9
L 12,0	12	113,1

A Esta tabla representa las designaciones de los tamaños más fácilmente disponibles en la industria de refuerzos con alambre soldado.

B La designación por número debe ser el número correspondiente al diámetro nominal expresado en milímetros, precedido por la letra L.

7.1.2 Las probetas para los ensayos de propiedades mecánicas deben tener secciones de alambre liso completas y se deben obtener de los extremos de los rollos tanto trefilados como laminados. Las probetas deben poseer una longitud suficiente para ejecutar los ensayos especificados en la NTC 3353 (ASTM A370).

7.1.3 Si cualquier probeta para ensayo exhibe imperfecciones aisladas evidentes y no representativas del producto, ésta se debe descartar y sustituir por otra.

7.1.4 Ensayo de tracción

7.1.4.1 Cuando se ensaye como se describe en la NTC 3353 (ASTM A370), el material, excepto como se especifica en el numeral 7.1.4.2, debe cumplir los requisitos de propiedades de tracción de la Tabla 2 o la Tabla 3, de acuerdo con su aplicación basado en el área nominal del alambre.

Tabla 2. Requisitos para el ensayo de tracción (alambre liso)

Resistencia a la tracción, mín, MPa	550
Resistencia a la fluencia mÍn, MPa	485
Reducción de área, mÍn, %	30 ^A
^A Para el material ensayado que presente una resistencia a la tracción superior a 690 MPa, la reducción del área no debe ser inferior al 25 %	
^B Para expresar los valores de propiedades mecánicas en kg-f/mm ² se puede utilizar la siguiente conversión: 1 MPa = 0,101 972 kg-f/mm ²	

Tabla 3. Requisitos para el ensayo de tracción alambre liso para malla electrosoldada

	Todos los calibres
Resistencia a la tracción, mÍn, MPa	515
Resistencia a la fluencia, mÍn, MPa	450
Reducción de área, mÍn, %	30 ^A
^A Para el material ensayado que presente una resistencia a la tracción superior a 690 MPa, la reducción del área no debe ser inferior a 25 %.	

7.1.4.2 Cuando el comprador lo solicite, debe determinarse la resistencia a la fluencia como se indica utilizando un extensómetro Clase B-1 señalado en la norma ASTM E83. La resistencia a la fluencia se debe determinar de acuerdo con la NTC 3353 (ASTM A370), sobre una extensión bajo carga de 0,5 % de longitud entre marcas o por el método de desplazamiento (0,2 %). Una vez determinada la resistencia a la fluencia, se debe permitir retirar el extensómetro de la muestra. El alambre liso debe cumplir los requisitos de la Tabla 2 ó 3, según sea aplicable.

7.1.4.3 Para el alambre liso que esté destinado a la fabricación de malla electrosoldada y teniendo en cuenta el área nominal del alambre, las propiedades asociadas a la resistencia a la tracción y a la fluencia deben cumplir con lo especificado en la Tabla 3.

7.1.5 Ensayo de doblado

La probeta para el ensayo debe resistir el doblado hasta un ángulo de 180° a temperatura ambiente sin presentar agrietamiento sobre la zona externa de la porción doblada, de acuerdo con lo especificado en la Tabla 4.

Tabla 4. Requisitos para el ensayo de doblado (alambre liso)

Número de tamaño del alambre	Diámetro del mandril para ensayo de doblado ^A
L7,5 y menores	1d ^B
Mayores que L7,5	2d

A Doblar la probeta 180° a menos que se indique otra condición
B d es el diámetro nominal del alambre liso

7.1.6 Ensayo de reducción del área

La reducción del área se debe determinar de acuerdo con lo descrito en la NTC 3353 (ASTM A370) y el alambre liso debe cumplir con los requisitos de reducción de área expuestos en las Tablas 2 ó 3, la que sea aplicable.

7.1.7 Variación permisible en el diámetro del alambre liso

7.1.7.1 La variación permisible para el diámetro del alambre liso debe cumplir los requisitos especificados en la Tabla 5.

Tabla 5. Variaciones permisibles en el diámetro del alambre liso

Número del tamaño	Diámetro nominal (mm)	Variación permisible, más y menos (mm)
Desde L4,0 hasta L6,5, excluido	4,0 hasta 6,5, excluido	0,08
Desde L6,5 hasta L10, incluido	6,5 a 10 incluido	0,10
Superior a L10 hasta L12, incluido	sobre 10 a 12 incluido	0,15
Superior a L12	sobre 12	0,20

7.1.7.2 La diferencia entre los diámetros máximo y mínimo, medidos sobre una determinada sección transversal del alambre liso, no debe superar las tolerancias especificadas en la Tabla 5, para un tamaño de alambre liso en particular.

NOTA 5 El alambre trabajado en frío generalmente no exhibe un punto de fluencia definido como se evidencia por la detención del indicador de carga de la máquina de ensayo antes de que se alcance la carga última de tracción.

7.2 REQUISITOS GENERALES PARA EL GRAFIL

7.2.1 Se debe aplicar la relación entre la designación por tamaño y las dimensiones nominales de la Tabla 6.

Tabla 6. Requisitos dimensionales para grafiles

Designación por tamaño de grafil ^A	Perímetro nominal (mm)	Diámetro nominal ^B (mm)	Área nominal ^C (mm ²)	Masa unitaria nominal ^D g/m	Altura mínima promedio de los resalte ^E (mm)
D 4,0	12,57	4	12,6	99	0,16
D 4,5	14,14	4,5	15,9	125	0,18
D 5,0	15,71	5	19,6	154	0,20
D 5,5	17,28	5,5	23,8	187	0,25
D 6,0	18,85	6	28,3	222	0,27
D 6,5	20,40	6,5	33,2	260	0,29
D 7,0	21,99	7	38,5	302	0,31

Continúa...

Tabla 6. (Final)

Designación por tamaño de grafil ^A	Perímetro nominal (mm)	Diámetro nominal ^B (mm)	Área nominal ^C (mm ²)	Masa unitaria nominal ^D g/m	Altura mínima promedio de los resaltos ^E (mm)
D 7,5	23,56	7,5	44,2	347	0,34
D 8,0	25,13	8	50,3	395	0,36
D 8,5	26,70	8,5	56,8	446	0,38
D 9,0	28,27	9	63,6	500	0,40
D 9,5	29,84	9,5	70,9	557	0,47
D 10,0	31,42	10	78,5	617	0,50
D 10,5	32,99	10,5	86,6	680	0,52
D 11,0	34,56	11	95,0	746	0,55
D 11,5	36,13	11,5	103,9	815	0,57
D 12,0	37,70	12	113,1	888	0,60

A La designación por número debe ser el número correspondiente al diámetro nominal expresado en milímetros, precedido por la letra D.
 B El diámetro nominal del grafil es el equivalente al diámetro de un alambre liso que tenga la misma masa por metro que el grafil.
 C El área de la sección transversal se determina de acuerdo con el diámetro nominal. El área en milímetros cuadrados puede calcularse dividiendo la masa unitaria en kg/mm por $7,850 \times 10^{-3}$ (masa de 1 mm³ de acero), o dividiendo la masa unitaria en kg/m por $7,850 \times 10^{-3}$ (masa del acero de sección transversal 1 mm² y 1 m de longitud).
 D La masa unitaria nominal es el valor obtenido de multiplicar el valor del área nominal por el peso específico del acero, 7 850 kg/m³.
 E La altura mínima promedio de los resaltos debe determinarse a partir de la medición de no menos de dos resaltos típicos de cada línea de resaltos sobre el grafil. Las mediciones deben hacerse en el centro de la indentación o de dos resaltos como se indica en el numeral 7.2.4.7.
 F El espaciamiento entre resaltos no debe ser mayor que 7,24 mm ni menor que 4,62 mm para todos los tamaños de grafil.
 G Véase el numeral 7.2.4.3 para el espaciamiento longitudinal promedio de los resaltos.

7.2.2 Las probetas para los ensayos de propiedades mecánicas deben tener secciones de grafil completas y se deben obtener de los extremos de los rollos tanto trefilados como laminados. Las probetas deben poseer una longitud suficiente para ejecutar los ensayos especificados en la NTC 3353 (ASTM A370).

7.2.3 Si cualquier probeta para ensayo exhibe imperfecciones aisladas evidentes y no representativas del producto, ésta se debe descartar y sustituir por otra.

7.2.4 Requisitos para los resaltos

7.2.4.1 Los resaltos deben estar espaciados a lo largo del grafil, a una distancia uniforme, y deben disponerse simétricamente alrededor del perímetro de la sección. El resalte sobre todas las líneas longitudinales del grafil debe ser similar en tamaño y forma. Un mínimo del 25 % del área superficial total debe estar grafilada por resaltos medibles.

7.2.4.2 El grafil debe tener dos o más líneas de resaltos.

7.2.4.3 El espaciamiento longitudinal promedio de los resaltos no debe ser menor que 3,5 ni mayor que 5,5 resaltos por 25,4 mm en cada línea de resaltos sobre el grafil.

7.2.4.4 La altura mínima promedio del centro de los resalte típicos basados en los diámetros nominales del grafil que se muestran en la Tabla 7, deben ser las siguientes:

Tabla 7. Altura promedio mínima de los resaltes

Dimensión del alambre	Porcentaje del diámetro nominal del grafil
D 4,0 a D 5,0	4
D 5,5 a D10,0	4 ½
Mayores a D10,0	5

7.2.4.5 Los resalte deben estar ubicados con respecto a los ejes del grafil de tal manera que el ángulo incluido no sea menor que 45° ó, si los resalte son curvilíneales, que el ángulo formado por el eje transverso del resalte y el eje del grafil no sea menor que 45°. Cuando la línea de resalte forma un ángulo incluido con el eje del grafil entre 45° y 70° inclusive, los resalte deben alternarse en dirección opuesta a cada lado, o aquellos ubicados a un lado deben estar en dirección opuesta de aquellos sobre el lado opuesto. Cuando la línea de resalte es mayor que 70°, no se requiere invertir la dirección.

7.2.4.6 El espaciamiento promedio de resalte debe determinarse dividiendo una longitud medida (mínimo 250 mm) de la probeta de grafil entre el número de resalte individuales, en una fila cualquiera de resalte sobre cualquier lado de la probeta de grafil. Se debe considerar como una longitud medida de la probeta de alambre la distancia desde un punto sobre un resalte hasta un punto correspondiente sobre otro resalte en la misma línea de resalte.

7.2.4.7 La altura promedio mínima de los resalte debe determinarse realizando medición sobre mínimo dos resalte típicos de cada línea sobre el grafil. La medición debe hacerse en el centro de la indentación o de dos resalte.

7.2.5 Ensayos de tracción

7.2.5.1 Cuando se ensaye el grafil como se describe en la NTC 3353 (ASTM A370) excepto lo especificado en numeral 7.2.5.2, éste debe estar conforme con los requisitos de propiedades de tracción establecidas en la Tabla 8, basados en el área nominal del grafil.

Tabla 8. Requisitos para el ensayo de tracción del grafil

	MPa, min
Resistencia a la tracción	585
Resistencia a la fluencia	515

NOTA Para expresar los valores de propiedades mecánicas en kg-f/mm² se puede utilizar la siguiente conversión:
1 MPa = 0,101 972 kg-f/mm²

7.2.5.2 Cuando el comprador lo solicite, debe determinarse la resistencia a la fluencia como se indica en la NTC 3353 (ASTM A370) utilizando el método de extensión bajo carga (EUL) con una deformación unitaria de 0,5 % de longitud entre marcas o mediante el método de desplazamiento (0,2 %). Para determinar la resistencia a la fluencia, se debe usar un extensómetro Clase B-1 como el indicado en la norma ASTM E83. Una vez determinada la resistencia a la fluencia, se debe retirar el extensómetro de la muestra. El grafil debe cumplir los requisitos de la Tabla 8 ó 9, según sea aplicable.

7.2.5.3 Para el grafil que se utilice en la fabricación de malla electrosoldada para refuerzo de concreto, las propiedades de resistencia a la tracción y fluencia deben estar conformes con los requisitos de la Tabla 9, basados en el área nominal del alambre.

Tabla 9. Requisitos para el ensayo de tracción grafil para malla electrosoldada

	MPa, mín.
Resistencia a la tracción	550
Resistencia a la fluencia	485

7.2.6 Ensayo de doblado

La probeta del ensayo de doblado debe doblarse hasta formar 90°, a temperatura ambiente, sin presentar agrietamiento en la parte exterior de la porción doblada, como se indica en la Tabla 10.

Tabla 10. Requisitos para el ensayo de doblado grafil

Número de tamaño del grafil	Diámetro del mandril para ensayo de doblado ^A
D7,0 y menores	2d ^B
Mayores que D7,0	4d
A Doblar la probeta 90° a menos que se indique otra condición	
B d es el diámetro nominal del grafil	

7.2.7 Variación permisible en peso

7.2.7.1 Para cualquier grafil la variación permitida, en peso, es $\pm 6\%$ de su peso nominal. Se debe utilizar la masa unitaria nominal que aparece en la Tabla 6, para establecer la variación.

7.3 NÚMERO DE ENSAYOS

Se debe realizar un ensayo de tracción y un ensayo de doblado por cada 10 000 kg (10 toneladas) o menos de cada tamaño de alambre liso o grafil o fracción en un lote, o un total de siete muestras, lo que sea menor. Un lote debe estar compuesto por todos los rollos de un mismo tamaño, ofrecido para despacho en un momento dado.

7.4 CALIDAD, ACABADO Y APARIENCIA

7.4.1 El alambre liso y el grafil debe estar libre de imperfecciones perjudiciales y debe tener un buen acabado superficial.

7.4.2 El óxido, las superficies irregulares o las escamas no deberán ser causa de rechazo, siempre y cuando los valores correspondientes a la masa, las dimensiones, el área de la sección transversal y las propiedades de tracción y doblado de una muestra limpiada manualmente con cepillo con cerdas de acero, no sean inferiores a los exigidos por esta norma.

7.4.3 El alambre liso y el grafil utilizado para malla electrosoldada debe estar libre de óxido y lubricante de trefilación, para que no afecte la soldadura.

8. PROPIEDADES MECÁNICAS PARA LAS MALLAS ELECTROSOLDADAS

8.1 ENSAYO DE TRACCIÓN

8.1.1 El alambre liso y el grafil para la fabricación de malla electrosoldada se describe en el numeral 7. Los ensayos de tracción se deben realizar sobre alambres lisos y grafíles cortados de la malla electrosoldada y ensayados entre las soldaduras o incluyendo éstas; al menos el 50 % de los ensayos se debe hacer incluyendo las soldaduras. Los ensayos de tracción cuando se incluye una soldadura deben contener la intersección soldada aproximadamente en el centro del alambre liso o grafil que se ensaya y el alambre liso o grafil transversal que forma la intersección soldada se debe extender aproximadamente 25 mm más allá de cada lado de la intersección soldada.

8.1.2 Cuando el comprador lo solicite, debe determinarse la resistencia a la fluencia como se indica en la NTC 3353 (ASTM A370) utilizando el método de extensión bajo carga (EUL) con una deformación unitaria de 0,5 % de longitud entre marcas o mediante el método de desplazamiento (0,2 %). Para determinar la resistencia a la fluencia, se debe usar un extensómetro Clase B-1 como el indicado en la norma ASTM E83. Una vez determinada la resistencia a la fluencia, se debe retirar el extensómetro de la muestra.

8.2 ENSAYO DE DOBLADO

El alambre liso y el grafil debe soportar el ensayo de doblado como se describe en el numeral 7.1.5 ó 7.2.6, según sea aplicable, y debe realizarse en una probeta tomada entre las soldaduras.

8.3 RESISTENCIA AL CORTE EN LA SOLDADURA

8.3.1 La resistencia al corte en la soldadura entre alambres lisos o grafíles, longitudinales y transversales debe determinarse como se describe en el numeral 9. El valor promedio mínimo de corte no debe ser inferior a 241 N, multiplicado por el área nominal del alambre liso o grafil más grueso en milímetros cuadrados, cuando el alambre liso o grafil más pequeño tiene un diámetro mayor o igual a L5.5 o D5.5 respectivamente y tiene un área de 40 % o más del área del alambre liso o grafil mayor.

8.3.2 Las mallas electrosoldadas de grafil que tengan una relación de grafíles, diferente a la mencionada en el numeral 8.3.1, debe cumplir con el requisito de resistencia al corte promedio en la soldadura con un valor no menor de 3 600 N, si el grafil más pequeño tiene un diámetro mayor o igual a D5,5. Para diámetros menores que D5,5 la resistencia de la soldadura se debe evaluar con un esfuerzo cortante, necesario para producir una falla en la unión soldada, no menor que $0,25 A \times f_y$, donde A es el área nominal de la sección transversal del grafil más pequeño en la unión soldada y f_y es la resistencia a la fluencia nominal del grafil.

Las mallas electrosoldadas de alambre liso que tengan una relación entre alambres longitudinales y transversales distinta de la indicada en el numeral 8.3.1 no deben someterse al requisito de resistencia al corte en la soldadura.

8.3.3 En los ensayos de corte en la soldadura para la determinación de la conformidad con los requisitos indicados en el numeral 8.3 se debe utilizar un dispositivo como el que se describe en el numeral 9.

8.3.4 Para el ensayo de resistencia al corte en la soldadura se seleccionan aleatoriamente cuatro soldaduras de la probeta descrita en el numeral 11.2. El alambre liso o el grafil transversal de cada probeta de ensayo se debe extender aproximadamente 25 mm (1 pulgada) sobre cada lado del alambre liso o grafil longitudinal. El alambre liso o el grafil longitudinal de cada probeta

debe ser tal que la longitud debajo del alambre liso o el grafil transversal sea adecuada para el agarre con las mordazas de la máquina de ensayo. La longitud por encima del alambre liso o del grafil transversal debe ser tal, que su extremo esté encima de la línea central del soporte superior del dispositivo de ensayo.

8.3.5 Se considera que el material cumple los requisitos de resistencia al corte si el promedio de las cuatro muestras cumple con el valor establecido en el numeral 8.3. Si el promedio no cumple con este valor, se deben ensayar todas las soldaduras a través de la muestra tomada. La malla electrosoldada de alambre liso o de grafil será aceptable si el promedio de los valores de ensayo de resistencia al corte a través de la probeta, cumple el valor mínimo prescrito.

8.4 NÚMERO DE ENSAYOS

8.4.1 Se debe realizar un ensayo para determinar la conformidad con los requisitos de resistencia a la tracción y doblado, por cada $7\ 000\ m^2$ ($75\ 000\ \text{pies}^2$) de malla electrosoldada (de alambre liso o grafil) o fracción remanente de ella. Para el ensayo realizado sobre el alambre liso o el grafil antes de la fabricación de la malla, se debe realizar un ensayo por cada $20\ 000\ kg$ (20 toneladas) de alambre liso o de grafil.

8.4.2 Se debe realizar un ensayo para determinar la conformidad con los requisitos de resistencia al corte en la soldadura por cada $28\ 000\ m^2$ ($300\ 000\ \text{pies}^2$) de malla electrosoldada (de alambre liso o grafil) o fracción remanente de ella.

9. APARATOS Y MÉTODOS PARA EL ENSAYO DE CORTE EN LA SOLDADURA

9.1 Como las soldaduras en la malla electrosoldada (de alambre liso o grafil) contribuyen al valor de adherencia y anclaje del alambre liso o del grafil en el concreto, los ensayos de aceptación de la soldadura se deben llevar a cabo en un dispositivo que esfuerce la soldadura de una manera similar a la que se experimenta en el concreto. Para lograr esto, el alambre liso o el grafil vertical en el dispositivo se debe someter a esfuerzo en un eje cercano a su línea central. Igualmente, el alambre liso o el grafil horizontal se debe mantener cercano al vertical y en la misma posición relativa, para evitar su rotación. Cuando la malla electrosoldada (de alambre liso o grafil) está diseñada con alambres lisos o grafiles de diferentes calibres, el alambre liso o el grafil de mayor diámetro es el "vertical" para efectos del ensayo (véase la Figura 1).

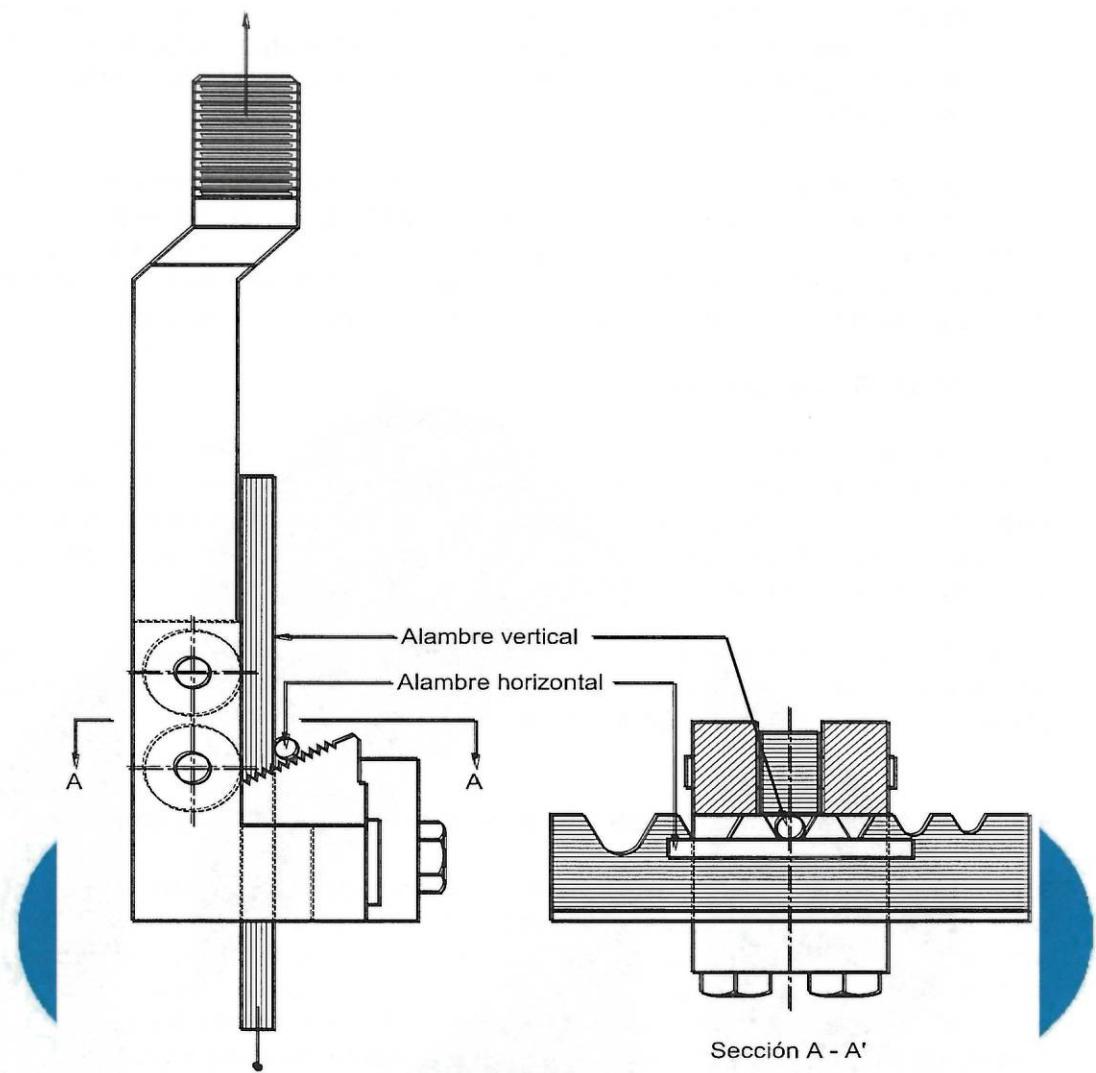


Figura 1. Dispositivo de ensayo para la soldadura de malla electrosoldada

9.2 El dispositivo de prueba de soldadura que se muestra en la Figura 1 se debe fijar a un elemento de alineación con el centro de la máquina, y se debe usar con una guía soporte dimensionada que fije completamente el alambre liso o grafil horizontal y permita que el alambre liso o grafil vertical de la probeta de ensayo se mueva libremente en la dirección vertical. Se considera aceptable éste u otro dispositivo efectivo similar con el mismo principio.

9.3 Las probetas se deben insertar a través de la ranura en la guía soporte, utilizando la ranura más pequeña disponible, en la cual el alambre liso o el grafil vertical se ajuste de manera holgada. El alambre liso o el grafil vertical debe estar en contacto con la superficie de los rodillos de giro libre mientras que el horizontal debe estar apoyado en la guía soporte sobre cada lado de la ranura. Las mordazas inferiores de la máquina de ensayo deben sujetar el extremo inferior del alambre liso o del grafil vertical y la carga se debe aplicar a una tasa de esfuerzo no superior a 689 MPa/min (100 ksi/min).

10. DIMENSIONES Y VARIACIONES PERMISIBLES DE LAS MALLAS ELECTROSOLDADAS

10.1 ANCHO

El ancho de la malla electrosoldada de alambre liso o grafil se debe considerar como el ancho total (longitud punta a punta de los alambres lisos o grafiles transversales), la variación no debe ser mayor que ± 25 mm (± 1 pulgada) respecto al ancho especificado.

En caso de que la malla se especifique por su ancho útil (distancia entre centros de los alambres lisos o grafiles longitudinales externos), la variación permisible no debe exceder ± 13 mm ($1/2$ de pulgada) del ancho especificado

Cuando las mediciones involucran un alambre liso o grafil ondulado, la medición se debe hacer en el centro aproximado de la onda sinusoidal.

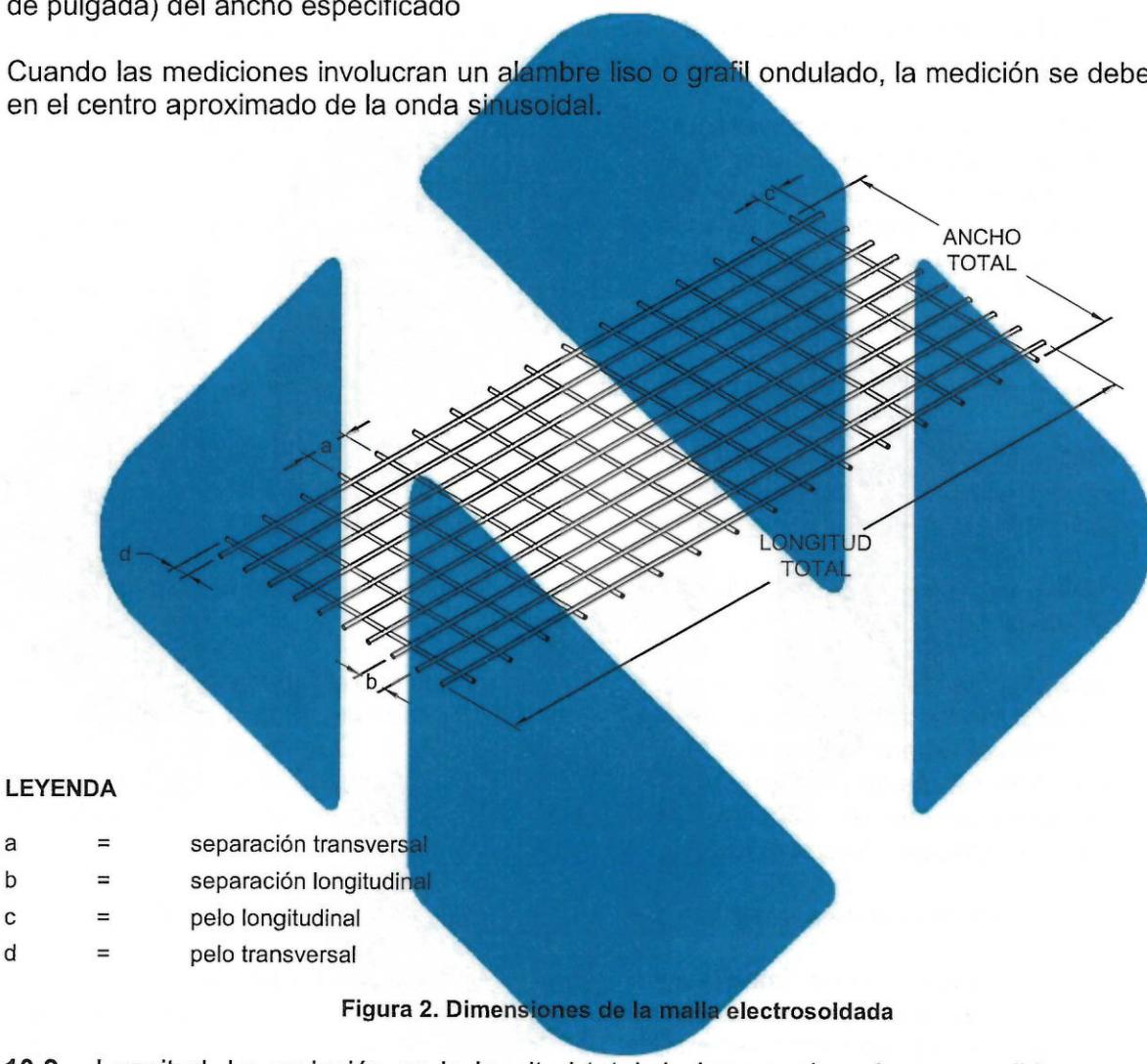


Figura 2. Dimensiones de la malla electrosoldada

10.2 Longitud. La variación en la longitud total de los paneles planos, medida en cualquier alambre liso o grafil, puede variar ± 25 mm (1 pulgada) ó 1 % de la longitud, la que sea mayor.

10.3 La saliente de los alambres lisos o grafiles transversales no debe proyectarse una distancia mayor de 50 mm más allá de la línea central de cada alambre liso o grafil de borde longitudinal, a menos que se especifique otra cosa. Cuando los alambres lisos o grafiles transversales estén diseñados para proyectarse una longitud específica más allá de la línea central de un alambre liso o grafil de borde longitudinal, la variación permisible no debe exceder ± 13 mm (0,5 pulgadas) con relación a la longitud especificada.

La saliente de los alambres lisos o grafiles longitudinales no debe proyectarse una distancia mayor a las establecidas en la Tabla 11 más allá de la línea central de cada alambre liso o grafil de borde transversal, a menos que se especifique otra cosa.

NOTA 6 No se establece tolerancia para la saliente de los alambres longitudinales considerando que es una característica que se obtiene por construcción a partir del cumplimiento del número de grafiles transversales y el espaciamiento longitudinal.

10.4 Para la malla electrosoldada de alambre liso, la variación permisible en el diámetro de cualquier alambre en la malla electrosoldada terminada debe estar conforme con las tolerancias establecidas para el alambre antes del proceso de soldadura, con las siguientes excepciones:

10.4.1 Debido a las características mecánicas de la fabricación de la malla electrosoldada, no se aplican los requisitos de ovalamiento.

10.4.2 A menos que el comprador lo impida, se permite que el fabricante utilice alambres lisos de mayor tamaño (no de tamaño menor) al especificado en la orden de compra. La diferencia de diámetros no debe ser superior a un incremento de una designación L en la designación L8 y menores y dos incrementos de un número en la designación L en designaciones mayores de L8. Un incremento de un número de designación L equivale a 0,5 mm en el diámetro, por ejemplo, L4 a L4.5, o L5.5 a L6, etc. En todos los casos en que se utilice sobredimensionamiento del acero, el productor debe identificar la malla electrosoldada con el tipo ordenado originalmente.

Con el permiso del comprador se permite que el productor exceda los límites de este numeral.

10.5 Para malla electrosoldada de grafil, la variación permisible en el peso de cualquier grafil en la malla electrosoldada terminada debe ser conforme con las tolerancias establecidas para el grafil antes del proceso de soldadura, con las siguientes excepciones:

10.5.1 Debido a las características mecánicas de la fabricación de la malla electrosoldada, no se aplican los requisitos de ovalamiento.

10.5.2 A menos que el comprador lo impida, se permite que el fabricante utilice grafiles de mayor tamaño (no de tamaño menor) al especificado en la orden de compra. La diferencia de diámetro no debe ser superior a un incremento de una designación D en la designación D8 y menores y dos incrementos de un número en la designación D en designaciones mayores de D8. En todos los casos en que se utilice sobredimensionamiento del acero, el productor debe identificar la malla electrosoldada con el tipo ordenado originalmente.

Con el permiso del comprador se permite que el productor exceda los límites de este numeral.

10.6 La separación promedio entre alambres lisos o grafiles debe ser tal que el número total de alambres lisos o grafiles contenidos en un panel o rollo sea igual o mayor que el determinado con base en la separación específica, pero la distancia de centro a centro entre los elementos individuales no puede variar más de 6,35 mm (1/4 de pulgada) respecto a la separación especificada.

Para las mallas electrosoldadas de alambre liso se entiende que los paneles de longitud especificada pueden no contener siempre un número idéntico de alambres lisos transversales y, por tanto, puede tener diferentes longitudes de saliente longitudinal.

10.7 Malla electrosoldada estándar con grafil. La cantidad de grafiles tanto longitudinales como transversales en una malla de dimensiones estándar debe ser por lo menos la cantidad estipulada para cada designación según la Tabla 11.

Tabla 11. Designación, dimensiones y cuantía de refuerzo principal para malla electrosoldada estándar con grafil

Designación ^A	Nº de barras por malla		Diámetro		Separación		Longitud pelos		Peso	Cuantía principal
	Long ^B	Transv	Long	Transv	Long	Transv	Long	Transv	Nominal	Nominal
	6,00 m	2,35 m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg	cm ² /ml
XY-084	16	24	4,0	4,0	150	250	125	50	15,1	0,84
XY-106	16	24	4,5	4,0	150	250	125	50	17,6	1,06
XY-131	16	24	5,0	4,0	150	250	125	50	20,4	1,31
XY-158	16	24	5,5	4,0	150	250	125	50	23,5	1,58
XY-221	16	24	6,5	4,0	150	250	125	50	30,6	2,21
XY-257	16	24	7,0	5,0	150	250	125	50	37,7	2,57
XY-335	16	24	8,0	5,0	150	250	125	50	46,6	3,35
XY-378	16	24	8,5	5,0	150	250	125	50	51,5	3,78
XX-050	10	24	4,0	4,0	250	250	125	50	11,5	0,50
XX-063	12	30	4,0	4,0	200	200	100	75	14,1	0,63
XX-084	16	40	4,0	4,0	150	150	75	50	18,8	0,84
XX-106	16	40	4,5	4,5	150	150	75	50	23,8	1,06
XX-131	16	40	5,0	5,0	150	150	75	50	29,3	1,31
XX-158	16	40	5,5	5,5	150	150	75	50	35,5	1,58
XX-188	16	40	6,0	6,0	150	150	75	50	42,2	1,88
XX-221	16	40	6,5	6,5	150	150	75	50	49,6	2,21
XX-257	16	40	7,0	7,0	150	150	75	50	57,4	2,57
XX-295	16	40	7,5	7,5	150	150	75	50	65,9	2,95
XX-335	16	40	8,0	8,0	150	150	75	50	75,1	3,35
XX-378	16	40	8,5	8,5	150	150	75	50	84,7	3,78

^A La designación de la malla se debe dar por el tipo de malla y su cuantía principal. El tipo de malla es un elemento indicativo según la dirección del refuerzo principal y se identifica así:

XX cuando el diámetro del grafil y el espaciamiento son iguales en las dos direcciones del plano de la malla

XY cuando el diámetro del grafil es diferente en las dos direcciones del plano de la malla y/o cuando el espaciamiento es diferente en una de las direcciones del plano de la malla

^B Cuando la malla se fabrique en rollo se considera estándar si cumple los requisitos de esta tabla a excepción de la longitud.

10.8 Malla electrosoldada especial con grafil. La malla electrosoldada especial con grafil debe cumplir con la Tabla 12.

Tabla 12. Designación, diámetros, separación y cuantía de refuerzo principal para malla electrosoldada especial con grafil

Designación	diámetro		separación		Cuantía principal
	Long	Transv	Long	Transv	Nominal
	mm	mm	mm	mm	cm ² /ml
XY-084	4,0	4,0	150	250	0,84
XY-106	4,5	4,0	150	250	1,06
XY-131	5,0	4,0	150	250	1,31
XY-158	5,5	4,0	150	250	1,58
XY-221	6,5	4,0	150	250	2,21
XY-257	7,0	5,0	150	250	2,57
XY-335	8,0	5,0	150	250	3,35
XY-378	8,5	5,0	150	250	3,78
XX-050	4,0	4,0	250	250	0,50
XX-063	4,0	4,0	200	200	0,63
XX-084	4,0	4,0	150	150	0,84
XX-106	4,5	4,5	150	150	1,06
XX-131	5,0	5,0	150	150	1,31
XX-159	5,5	5,5	150	150	1,59
XX-188	6,0	6,0	150	150	1,88
XX-221	6,5	6,5	150	150	2,21
XX-257	7,0	7,0	150	150	2,57
XX-295	7,5	7,5	150	150	2,95
XX-335	8,0	8,0	150	150	3,35
XX-378	8,5	8,5	150	150	3,78

La designación de la malla se debe dar por el tipo de malla y su cuantía principal. El tipo de malla es un elemento indicativo según la dirección del refuerzo principal y se identifica así:

XX cuando el refuerzo principal es igual en las dos direcciones del plano de la malla

XY cuando el refuerzo principal de la malla está dado en la longitud mayor del plano de la malla

Se pueden suministrar otras configuraciones siempre y cuando se cumpla con la cuantía especificada por el comprador y los demás requisitos de esta norma.

Para designaciones XY de igual cuantía la designación se debe complementar con una letra de acuerdo con lo especificado en el Anexo A

Para la malla electrosoldada especial las dimensiones de las salientes deben ser acordadas con el comprador.

11. MUESTREO

11.1 Las probetas para los ensayos de propiedades mecánicas se deben obtener cortando de la malla electrosoldada terminada, una sección del ancho completo, con una longitud suficiente para realizar los ensayos descritos en los numerales 7.1, 7.2 y 8.

11.2 Las probetas para determinar las propiedades de resistencia al corte en la soldadura, se deben obtener cortando de la malla electrosoldada terminada, una sección de ancho completo de suficiente longitud para realizar el ensayo descrito en el numeral 8.3.4.

11.3 Las mediciones para verificar la conformidad con las características dimensionales se deben hacer en paneles o rollos completos.

11.4 Si alguna probeta presenta imperfecciones obvias, se debe desechar y sustituir por otra.

12. INSPECCIÓN

12.1 La inspección del alambre o de la malla electrosoldada debe acordarse entre el comprador y el fabricante como parte de la orden de compra o contrato.

12.2 Excepto los ensayos de composición química y de resistencia a la fluencia, todos los demás ensayos e inspecciones se deben llevar a cabo en el sitio de fabricación antes del despacho, a menos que se especifique otra cosa. Los ensayos se deben realizar de manera que no interfieran innecesariamente con el trabajo.

12.3 El comprador tiene la opción de solicitar la resistencia a la fluencia medida (método de extensión bajo carga) para establecer el cumplimiento con el valor de resistencia a la fluencia de esta norma, y debe especificar si la medición la puede realizar en un laboratorio reconocido, o su representante en la fábrica. Tales mediciones se deben realizar sin interferir innecesariamente con las operaciones de la misma.

13. RECHAZO Y REENSAYO

13.1 A menos que se especifique otra cosa, cualquier rechazo se debe informar al fabricante dentro de cinco días hábiles a partir de la fecha de selección de las probetas.

13.2 En caso de que una probeta no apruebe el ensayo de tracción o de doblado, el material no debe ser rechazado sino hasta que se ensayan dos probetas adicionales tomadas de otros alambres lisos o grafíles del mismo panel o rollo. Se considera que el material cumple las especificaciones respecto a las propiedades de tracción, si el promedio de tres probetas ensayadas, incluida la que se ensayó originalmente, es igual o mayor que el mínimo requerido para la propiedad particular en cuestión y si ninguna de las tres probetas desarrolla menos del 80 % del mínimo requerido para la propiedad de tracción en cuestión. Se considera que el material cumple los requisitos de doblado si las dos probetas adicionales aprueban satisfactoriamente el ensayo establecido.

13.3 Las uniones soldadas deben soportar sin romperse el despacho y manejo normales, pero la presencia de soldaduras rotas, independientemente de la causa, no es razón para rechazo, a menos que el número de ellas por panel sea mayor del 1 % del número total de uniones en el panel o si el material es suministrado en rollos, el 1 % del total de uniones en 14 m^2 (150 pies²) de malla electrosoldada y, además, si no más de la mitad del número máximo permisible de soldaduras rotas está ubicado en un solo alambre liso o grafíl.

13.4 En el evento de un rechazo debido a la no conformidad con los requisitos de resistencia al corte en la soldadura, se deben tomar cuatro probetas adicionales de cuatro paneles o rollos diferentes y ensayarlos de acuerdo con lo indicado en el numeral 9. Si el promedio de todos los ensayos de resistencia al corte realizados no cumple el requisito, el material se debe rechazar.

13.5 En el evento de un rechazo debido a no conformidad con los requisitos para dimensiones, la cantidad de material rechazado se debe limitar a los paneles o rollos que no los cumplieron.

13.6 El óxido, o irregularidades en la superficie, no deben ser causa de rechazo si las dimensiones mínimas de la malla electrosoldada, el área de sección transversal, las propiedades de tracción y la resistencia al corte en la soldadura de una probeta limpiada con cepillo de acero, no son inferiores a los requisitos de esta norma. La altura de los resalte, por encima de los requisitos de altura mínima no debe ser causa de rechazo.

13.7 Reensayo. El material rechazado se debe conservar por un período de por lo menos dos semanas a partir de la fecha de inspección, y durante este tiempo el fabricante puede solicitar una nueva revisión y un reensayo.

14. CERTIFICACIÓN

14.1 Si se descarta la inspección externa, una certificación del fabricante de que el material ha sido fabricado de acuerdo con los requisitos de esta norma y cumple con ellos, debe ser la base para la aceptación del material. La certificación debe incluir el número de la norma, la fecha de edición y la carta de revisión, si la hay.

14.2 Esta conformidad se fundamenta en el ensayo y aceptación del alambre liso o el grafil antes de su fabricación, junto con ensayos aleatorios de resistencia al corte, durante la producción. El comprador debe recibir una certificación de conformidad con esta norma por cada fecha de producción o lote de producción despachado. Un lote de producción no debe exceder 28 000 m² (300 000 pies²).

14.3 Cuando se especifica el requisito suplementario S1 para el material, se deben reportar los resultados de los ensayos de resistencia a la fluencia, a la tracción y doblado.

14.4 Se debe considerar que un informe de ensayo de un material, un certificado de inspección o un documento similar impreso o en formato electrónico proveniente de una transmisión de intercambio de datos electrónicos (EDI), tiene la misma validez que su contraparte impresa en las instalaciones del organismo de certificación. El contenido del documento EDI transmitido debe cumplir los requisitos de la NTC (ASTM) referenciada y debe cumplir con cualquier acuerdo EDI existente entre el proveedor y el cliente. A pesar de la ausencia de firma, la organización que hace la transmisión EDI es responsable del contenido del informe.

NOTA 7 La definición de la industria tal y como se referencia aquí, es: EDI es el intercambio de información de negocios de un computador a otro, en un formato estándar, como por ejemplo el ANSI ASC X12.

14.5 INFORME DE LOS ENSAYOS

Se debe reportar la siguiente información sobre la base de cada lote de alambre liso o grafil:

- a) Propiedades de tracción
- b) Ensayo de doblado
- c) Cuando el comprador lo solicite se debe entregar el certificado de análisis de la composición química suministrado por el fabricante de la materia prima.

Los ensayos efectuados para el requisito de la cuantía principal de las mallas estándar son válidos para el caso de las mallas especiales de igual cuantía.

15. EMBALAJE, ROTULADO Y MARCADO

15.1 A cada rollo o paquete de alambre liso o grafil se le debe fijar en forma segura una etiqueta marcada con el diámetro nominal, longitud o peso, el número de colada o lote de fabricación o número de identificación del ensayo, designación de esta norma y el nombre o marca del fabricante.

15.2 Cuando la malla electrosoldada se entrega en paneles planos, se debe ensamblar en paquetes de tamaño conveniente, de máximo 150 paneles y amarrarlos de manera firme y segura.

15.3 Cuando la malla electrosoldada se entrega en rollos, cada rollo se debe asegurar para evitar que se desenrolle durante el despacho y manipulación.

15.4 Cada paquete de paneles planos y cada rollo de malla electrosoldada, debe tener una etiqueta con el nombre del fabricante, descripción del material, lote de fabricación, o número de identificación del ensayo, designación de esta norma y cualquier otra información que pueda especificar el comprador.

15.5 A menos que se especifique otra cosa, el embalaje, rotulado y carga para despacho se debe hacer de acuerdo con los requisitos aplicables que se establecen en la NTC 2674 (ASTM A 700).

15.6 Marcado de alambre liso y grafil. Todos los alambres lisos y grafiles fabricados bajo esta norma deben ser identificados mediante un conjunto de marcas legibles laminadas sobre la superficie en un lado de la barra de acuerdo con el siguiente orden: fabricante (letra o símbolo establecido como su identificación) y número de designación de acuerdo con la Tabla 1 o la Tabla 6 respectivamente.

15.7 Marcado de malla electrosoldada. Todos (cada uno de) los alambres lisos o grafiles utilizados para fabricar mallas bajo esta norma deben ser identificados según lo establecido en el numeral 15.6.

16. DESCRIPTORES

16.1 Refuerzo de concreto; resaltes; grafil; concreto reforzado; aceros para refuerzo; alambre de acero; mallas electrosoldadas.

REQUISITOS SUPLEMENTARIOS

Los siguientes requisitos suplementarios solamente se deben aplicar cuando sean especificados por el comprador en la orden.

S.1 ALAMBRE LISO Y GRAFIL DE ALTA RESISTENCIA

S.1.1 Objeto

S.1.1.1 Este requisito suplementario solamente define los detalles relativos al alambre liso y grafil de alta resistencia y a los requisitos mecánicos para alambre liso y grafil que tenga las propiedades generales descritas en esta norma.

NOTA S.1.1 Los códigos de construcción (por ejemplo, el NSR 10) permiten el uso del refuerzo con alta resistencia. Con el fin de tener compatibilidad con las disposiciones de diseño de los códigos para refuerzo de alta resistencia, este requisito suplementario establece los requisitos para las propiedades mecánicas de alambre liso y grafil que excedan los valores mínimos de resistencia a la fluencia y resistencia a la tracción de las Tablas 2, 3, 8 y 9 de esta norma.

S.1.2 Requisitos para las propiedades mecánicas

S.1.2.1 El valor mínimo de la resistencia a la fluencia debe especificarse en la orden de compra con incrementos de 17,5 MPa. Cuando se realicen ensayos, la resistencia a la fluencia se debe determinar en una extensión bajo carga de 0,35 %.

NOTA S.1.2 Los códigos de construcción definen límites para la resistencia a la fluencia que difieren de una aplicación a otra. La resistencia mínima a la fluencia en la orden de compra debería estar conforme a los límites establecidos para la aplicación particular.

S.1.2.2 La resistencia a la tracción medida debe ser al menos 70 MPa mayor que la resistencia a la fluencia medida.

ANEXO A
(Normativo)

IDENTIFICACIÓN DE MALLAS ELECTROSOLDADAS ESPECIALES

Tabla A.1 Listado de mallas especiales tipo XY

Referencia malla estándar	Diámetros grafíles (mm)		Separación grafíles (cm)		Denominación	Referencia malla especial
	Long	Transv	Long	Transv		
XY-106	4,5	4,0	15	15	A	XY-106A
XY-131	5,0	4,0	15	15	A	XY-131A
	5,0	4,5	15	15	B	XY-131B
XY-158	5,5	4,0	15	15	A	XY-158A
	5,5	4,5	15	15	B	XY-158B
	5,5	5,0	15	15	C	XY-158C
XY-188	6,0	4,0	15	15	A	XY-188A
	6,0	4,5	15	15	B	XY-188B
	6,0	5,0	15	15	C	XY-188C
	6,0	5,5	15	15	D	XY-188D
XY-221	6,5	4,0	15	15	A	XY-221A
	6,5	4,5	15	15	B	XY-221B
	6,5	5,0	15	15	C	XY-221C
	6,5	5,5	15	15	D	XY-221D
	6,5	6,0	15	15	E	XY-221E
XY-257	7,0	4,0	15	15	A	XY-257A
	7,0	4,5	15	15	B	XY-257B
	7,0	5,0	15	15	C	XY-257C
	7,0	5,5	15	15	D	XY-257D
	7,0	6,0	15	15	E	XY-257E
	7,0	6,5	15	15	F	XY-257F
XY-295	7,5	4,0	15	15	A	XY-295A
	7,5	4,5	15	15	B	XY-295B
	7,5	5,0	15	15	C	XY-295C
	7,5	5,5	15	15	D	XY-295D
	7,5	6,0	15	15	E	XY-295E
	7,5	6,5	15	15	F	XY-295F
	7,5	7,0	15	15	G	XY-295G
XY-335	8,0	4,0	15	15	A	XY-335A
	8,0	4,5	15	15	B	XY-335B
	8,0	5,0	15	15	C	XY-335C
	8,0	5,5	15	15	D	XY-335D
	8,0	6,0	15	15	E	XY-335E
	8,0	6,5	15	15	F	XY-335F
	8,0	7,0	15	15	G	XY-335G
	8,0	7,5	15	15	H	XY-335H
XY-378	8,5	4,0	15	15	A	XY-378A
	8,5	4,5	15	15	B	XY-378B
	8,5	5,0	15	15	C	XY-378C
	8,5	5,5	15	15	D	XY-378D
	8,5	6,0	15	15	E	XY-378E
	8,5	6,5	15	15	F	XY-378F
	8,5	7,0	15	15	G	XY-378G
	8,5	7,5	15	15	H	XY-378H
	8,5	8,0	15	15	I	XY-378I

Tabla A.2 Listado de mallas especiales Tipo XX

Referencia malla estándar	Diámetros grafiles (mm)		Separación grafiles (cm)		Denominación	Referencia malla especial
	Long	Transv	Long	Transv		
XX-084	4,0	4,0	15	15	A	XX-084A
XX-126	4,0	4,0	10	10	B	XX-126B
XX-106	4,5	4,0	15	15	A	XX-106A
XX-159	4,5	4,0	10	10	B	XX-159B
XX-131	5,0	5,0	15	15	A	XX-131A
XX-196	5,0	5,0	10	10	B	XX-196B
XX-158	5,5	5,5	15	15	A	XX-158A
XX-238	5,5	5,5	10	10	B	XX-238B
XX-188	6,0	6,0	15	15	A	XX-188A
XX-283	6,0	6,0	10	10	B	XX-283B
XX-221	6,5	6,5	15	15	A	XX-221A
XX-332	6,5	6,5	10	10	B	XX-332B
XX-257	7,0	7,0	15	15	A	XX-257A
XX-385	7,0	7,0	10	10	B	XX-385B
XX-295	7,5	7,5	15	15	A	XX-295A
XX-442	7,5	7,5	10	10	B	XX-442B
XX-335	8,0	8,0	15	15	A	XX-335A
XX-503	8,0	8,0	10	10	B	XX-503B
XX-378	8,5	8,5	15	15	A	XX-378A
XX-567	8,5	8,5	10	10	B	XX-567B

Tabla A.3 Listado de mallas especiales tipo XY (RAM) para mampostería

Referencia malla especial RAM	Diámetros grafiles (mm)		Separación grafiles (cm)		Denominación	Referencia malla especial
	Long	Transv	Long	Transv		
XY-126	4,0	4,0	10	30	A	XY-126A
XY-126	4,0	4,0	10	40	B	XY-126B

ANEXO B
(Normativo)

CALCULO DE LA CUANTIA PRINCIPAL

La cuantía principal se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$C = \frac{A}{E} = \frac{\frac{\pi \cdot d^2}{4}}{E}$$

en donde

C = es la cuantía principal

A = es el área de la sección principal en cm^2

E = es el valor de calcular el número de secciones principales presentadas en un metro lineal de malla entre alambre lisos o grafiles longitudinales, en metros

ANEXO C

(Normativo)

**DIFERENCIAS DE LA NTC 5806 PRIMERA ACTUALIZACIÓN
CON SU DOCUMENTO DE REFERENCIA**

NTC 5806 (Primera actualización)	ASTM A1064/A1064M-17
<p>1.1 Se indica que la Tabla 1 y 5 establece los requisitos dimensionales del alambre liso, la Tabla 6 del alambre grafilado y la Tabla 11 y 12 establece las dimensiones de las mallas electrosoldadas estándar y especiales de alambre grafilado.</p>	<p>1.1 Se referencian las tablas 1, 2, 3 y 4 para los alambres lisos y grafilados (deformados) en unidades del SI y sistema libra-pulgada</p>
<p>1.2 El requisito suplementario S1 describe el alambre liso y grafil de alta resistencia, que debe suministrarse cuando se ordene específicamente. Se permite el suministro de alambre de alta resistencia en lugar de alambre corriente, mediante un acuerdo entre comprador y fabricante.</p>	<p>No existe</p>
<p>1.3 Los valores establecidos en el Sistema Internacional del Unidades (SI) son normativos. Otro sistema de unidades ha sido incluido en esta norma solo con carácter informativo.</p>	<p>1.2 Se incluyen requisitos en unidades SI y libra-pulgada, siendo ambos normativos.</p>
<p>2. REFERENCIAS NORMATIVAS Se incluye la NTC 330, NTC 2674 y NSR 10</p>	<p>2. REFERENCIAS NORMATIVAS Se incluyen los documentos que soportan la aplicación de los requisitos definidos.</p>
<p>3. TERMINOLOGÍA Se incluyen las definiciones de grafil - malla electrosoldada con grafil, malla electrosoldada estándar con grafil, malla electrosoldada especial con grafil cuantía de refuerzo, cuantía principal, pelos (puntas) y refuerzo principal</p>	<p>3. TERMINOLOGÍA Se incluyen las definiciones que agrupan los conceptos de: alambre ondulado, grafil – malla electrosoldada y alambre liso – malla electrosoldada</p>
<p>4. INFORMACIÓN PARA LA ORDEN DE COMPRA Se agregaron detalles en</p> <p>4.1.3 Designación de tamaño del alambre (L para alambre liso (véase 7.1.1) o D para grafil (véase 7.2.1)), designación de la malla electrosoldada estándar con grafil (véase 10.7).</p> <p>4.1.4 Para mallas electrosoldadas de alambre liso y mallas electrosoldadas especiales con grafil: Cuantía principal, longitud y ancho de los paneles o rollos, separación, longitud de los pelos y diámetro de los alambres</p> <p>En 4.1.5 y 4.1.8 se remite al requisito suplementario S1 (solo para alambre de alta resistencia)</p>	<p>4. INFORMACIÓN PARA LA ORDEN DE COMPRA Se establece la información general mínima que debe indicar el comprador al realizar la orden de compra bien sea para alambres o mallas electrosoldadas.</p> <p>4.1.3 tamaño del alambre, espaciamiento y ancho-longitud de la malla</p> <p>4.1.5 indica señalar la resistencia mínima a la fluencia o el grado</p> <p>4.2 Define los requisitos específicos adicionales</p>
<p>5.3 El alambre y grafil utilizado para la fabricación de mallas electrosoldadas debe ser conforme con esta norma y si así se solicita con el requisito suplementario S1.</p>	<p>5.3 El alambre y grafil utilizado para la fabricación de mallas electrosoldadas debe ser conforme con esta norma.</p>
<p>6. FABRICACIÓN En 6.1 se agregó: Se debe identificar la colada de la materia prima en forma apropiada</p> <p>NOTA 3 La NTC 330 puede tomarse de referencia para las características de la materia prima de los alambres lisos o grafiles.</p>	<p>6. FABRICACIÓN En 6.1 se indica que el alambre se debe trabajar en frio, trefilado o laminado, a partir de rollos obtenidos mediante laminado en caliente de palanquillas de acero</p>

NTC 5806 (Primera actualización)	ASTM A1064/A1064M-17
<p>7.1.1 Para los requisitos dimensionales del alambre liso se remite a la tabla 1.</p> <p>Tabla 1. Requisitos dimensionales para alambre liso</p>	<p>7.1.1 Para los requisitos dimensionales del alambre liso se remite a la aplicación de las tablas 1 o 2 según sea en unidades SI o libra-pulgada</p>
<p>Tabla 2 Requisitos para el ensayo de tracción alambre liso Se incluyen los valores para el alambre corriente que corresponde al grado 70</p>	<p>Tabla 5 Requisitos para el ensayo de tracción alambre liso Incluye los valores para alambre corriente y de alta resistencia (alambre en cinco grados de resistencia)</p>
<p>Tabla 3. Requisitos para el ensayo de tracción alambre liso para malla electrosoldada Se incluyen los valores para el alambre que corresponde al grado 65</p>	<p>Tabla 6. Requisitos para el ensayo de tracción alambre liso para malla electrosoldada Incluye los valores para alambre en cinco grados de resistencia según el diámetro sea igual o mayor a W1.2 y menor a W1.2</p>
<p>Tabla 4. Requisitos para el ensayo de doblado (alambre liso) Se ajustaron los valores del número de tamaño a la designación L señalada en la tabla 1</p>	<p>Tabla 8. Requisitos para el ensayo de doblado (alambre liso) Se indican los valores del diámetro del mandril para el ensayo de doblado</p>
<p>Tabla 5. Variaciones permisibles en el diámetro del alambre liso Se incluyen los valores de los diámetros nominales para la designación L a partir de los señalados en la Tabla 1</p>	<p>Tabla 7. Variaciones permisibles en el diámetro del alambre liso Se establecen las tolerancias para los diámetros bajo la designación W.</p>
<p>Tabla 6. Requisitos dimensionales para grafiles Se establecen las dimensiones nominales para los grafiles desde el diámetro nominal 4 mm hasta 12 mm</p>	<p>Tabla 4 Requisitos dimensionales para grafiles Se establecen las dimensiones nominales para los grafiles desde el diámetro nominal 5,64 mm hasta 19,2 mm</p>
<p>Tabla 7 Altura promedio mínima de los resaltos Se establecen los porcentajes respecto al diámetro nominal bajo la designación de grafiles D</p>	<p>7.2.4.4 Se establece la altura promedio mínima de los resaltos Se establecen los porcentajes respeto al diámetro nominal bajo la designación de grafiles MD</p>
<p>Tabla 8 Requisitos para el ensayo de tracción del grafil Se incluyen los valores para el alambre que corresponde al grado 75</p>	<p>Tabla 9 Requisitos para el ensayo de tracción del grafil Incluye los valores para alambre en tres grados de resistencia</p>
<p>Tabla 9. Requisitos para el ensayo de tracción alambre liso para malla electrosoldada Se incluyen los valores para el alambre corriente que corresponde al grado 70</p>	<p>Tabla 6. Requisitos para el ensayo de tracción alambre liso para malla electrosoldada Incluye los valores para alambre en cinco grados de resistencia</p>
<p>Tabla 10. Requisitos para el ensayo de doblado (grafil) Se ajustaron los valores del número de tamaño a la designación D señalada en la tabla 6</p>	<p>Tabla 11. Requisitos para el ensayo de doblado (grafil) Se indican los valores del diámetro del mandril para el ensayo de doblado</p>
<p>10.7 MALLA ELECTROSOLDADA ESTÁNDAR CON GRAFIL Se establece la cantidad de grafiles tanto longitudinales como transversales en una malla de dimensiones estándar para cada designación según la Tabla 11</p>	No existe
<p>10.8 MALLA ELECTROSOLDADA ESPECIAL CON GRAFIL Se establecen los parámetros dimensionales y de cuantía principal para las mallas especiales (solicitadas bajo pedido específico) que están cubiertas por la norma.</p>	No existe

NTC 5806 (Primera actualización)	ASTM A1064/A1064M-17
<p>14.5 INFORME DE LOS ENSAYOS Se debe reportar la siguiente información sobre la base de cada lote de alambre liso o grafil:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Propiedades de tracción b) Ensayo de doblado c) Cuando el comprador lo solicite se debe entregar el certificado de análisis de la composición química suministrado por el fabricante de la materia prima. 	No existe
<p>15.1 A cada rollo o paquete de alambre liso o grafil se le debe fijar en forma segura una etiqueta marcada con el diámetro nominal, longitud o peso, el número de colada o lote de fabricación o número de identificación del ensayo, designación de esta norma y el nombre o marca del fabricante.</p>	<p>15.1 A cada rollo o paquete de alambre se le debe fijar en forma segura una etiqueta marcada con la designación de la norma y el nombre o marca del fabricante.</p>
<p>15.6 Marcado de alambre liso y grafil. Todos los alambres lisos y grafiles fabricados bajo esta norma deben ser identificados mediante un conjunto de marcas legibles laminadas sobre la superficie en un lado de la barra de acuerdo con el siguiente orden: fabricante (letra o símbolo establecido como su identificación) y número de designación de acuerdo con la Tabla 1 o la Tabla 6 respectivamente.</p>	<p>15.6 Se especifican condiciones de suministro del producto para agencias del gobierno de Estados Unidos</p>
<p>15.7 Marcado de malla electrosoldada. Todos (cada uno de) los alambres lisos o grafiles utilizados para fabricar mallas bajo esta norma deben ser identificados según lo establecido en el numeral 15.6.</p>	No existe
<p>ANEXO A IDENTIFICACIÓN DE MALLAS ELECTROSOLDADAS ESPECIALES</p>	No existe
<p>ANEXO B CÁLCULO DE LA CUANTÍA PRINCIPAL</p>	No existe

DOCUMENTO DE REFERENCIA

ASTM INTERNATIONAL. *Standard Specification for Steel Wire and Welded Wire Reinforcement, Plain and Deformed, for Concrete.* 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, 2017. 10 p. (ASTM A1064/A1064M-17).



BOGOTÁ

Carrera 37 No. 52-95
Tel.: (1) 607 8888
bogota@icontec.org

MANIZALES

Calle 20 No. 22-27
Edificio Cumanday oficina 806
Tel.: (576) 884 5172
manizales@icontec.org

BARRANQUILLA

Carrera 57 No. 70-89
Tel.: (5) 3615400
barranquilla@icontec.org

MEDELLÍN

Calle 5A No. 39-90
Tel.: (4) 319 8020
medellin@icontec.org

BUCARAMANGA

Calle 42 No. 28-19
Tel.: (7) 634 3322
bucaramanga@icontec.org

CALI

Avenida 4A norte No. 45N-30
Tel.: (2) 664 0121
cali@icontec.org

NEIVA

Carrera 5 No. 10-49 Oficina 107
Tel.: (8) 8715833 Ext. 118
neiva@icontec.org

PEREIRA

Carrera 17 No. 5-57 Local 2
Edificio Montercarlo.
Barrio Pinares de San Martín
Tel.: (6) 331 7154
pereira@icontec.org

CARTAGENA

Bocagrande Carrera 4 No. 5A-17 Piso 2
Tel.: (5) 692 5115
mcano@icontec.org

CÚCUTA

Avenida Cero No. 13-31 Local 3
Edificio Faraón
Tel.: (7) 572 0969
cucuta@icontec.org

IBAGUÉ

Carrera 3 No. 3-47 Local 1
Hotel Internacional Casa Morales
Tel.: (8) 2613462
ibague@icontec.org

BARRANCABERMEJA

Calle 48 No. 18A-22
Barrio Colombia de Barrancabermeja
Tel.: (7) 6021168
gsarmiento@icontec.org

PASTO

Calle 18 No. 28-84. Piso 8 Oficina 804
Edificio Cámara de Comercio de Pasto
Tel.: (2) 731 5643
pasto@icontec.org

ARMENIA

Carrera 14 No. 23-15 Piso 2
Edificio Cámara de Comercio
Tel.: (6) 7411423 armenia@icontec.org

VILLAVICENCIO

Carrera 48 No. 128-30 Piso 1
Barrio La esperanza. Etapa I
Tel.: (8) 663 3428
villavicencio@icontec.org

MONTERÍA

Carrera 6 No. 65-50
Centro comercial Plaza de la Castellana
Locales 204 y 212
Tel.: (4) 785 2097 monteria@icontec.org