

BARRAS DE ACERO PARA REFUERZO DE HORMIGÓN. ENSAYOS DE TRACCIÓN Y DOBLADO

Steel bars for reinforced concrete. Tensile and bending tests

ICS: 77.140.60; 91.100.99

1. Edición

Marzo 2002

REPRODUCCIÓN PROHIBIDA

Oficina Nacional de Normalización (NC) Calle E No. 261 Vedado, Ciudad de La Habana.
Teléf.: 830-0835 Fax: (537) 33-8048 E-mail: nc@ncnorma.cu

Prefacio

La Oficina Nacional de Normalización (NC), es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba que representa al país ante las Organizaciones Internacionales y Regionales de Normalización.

La preparación de las Normas Cubanas se realiza generalmente a través de los Comités Técnicos de Normalización. La aprobación de las Normas Cubanas es competencia de la Oficina Nacional de Normalización y se basa en evidencias de consenso.

Esta Norma Cubana:

- Ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización NC/CTN 25 de Acero para Refuerzo de Hormigón, integrado por las siguientes instituciones:

Empresa Antillana de Acero	UNECA. S.A
Centro Técnico de la Vivienda y el Urbanismo	Dirección de Prefabricado. MICONS
Frente de Proyecto. MICONS	EPROYIV
Ministerio del Azúcar	Banco Nacional de Cuba
Dirección de Normalización. MICONS	ACINOX S.A
Empresa de Proyectos No.2	IPSJAE
Empresa Nacional de Proyectos Agropecuarios	Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias
Oficina Nacional de Normalización	

- Responde a la necesidad de homologar los requisitos de las producciones nacionales de barras de acero tanto para el consumo interno como para la exportación. Los aspectos regulados en esta norma son una adaptación nacional de la norma ASTM/A 370-96 “*Métodos de Ensayos Mecánicos y Definiciones para productos de Acero.*” y de la norma ISO 6892 “*Materiales metálicos. Ensayos de Tracción a temperatura ambiente*”.
- Constituye una revisión de la NC 04-41:1986 “Barras de acero para refuerzo de hormigón. Ensayos de tracción y doblado”, a la cual sustituye.

© NC, 2002

Todos los derechos reservados. A menos que se especifique, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada por alguna forma o medios electrónicos o mecánicos, incluyendo las fotocopias o microfilmes, sin el permiso previo escrito de:

**Oficina Nacional de Normalización (NC).
Calle E No. 261 Ciudad de La Habana, Habana 3. Cuba.**

Impreso en Cuba

BARRAS DE ACERO PARA REFUERZO DE HORMIGÓN. ENSAYOS DE TRACCIÓN Y DOBLADO

1 Objeto

Esta norma establece los métodos de ensayo de tracción y doblado para el control de la calidad de las barras de acero para refuerzo del hormigón. Dichos métodos se realizan utilizando una máquina con cargas estática para ensayos a la temperatura ambiente, de las barras para refuerzo del hormigón (en lo adelante barras) para comprobar sus características mecánicas (véase NC 90-08-02).

2 Referencias normativas

Las siguientes normas contienen disposiciones que, al ser citadas en este texto, constituyen disposiciones de esta Norma Cubana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos sobre la base de ellas que analicen la conveniencia de usar las ediciones más recientes de las normas citadas seguidamente. La Oficina Nacional de Normalización posee en todo momento la información sobre las normas internacionales, regionales y cubanas en vigencia.

NC 90-08-02:80 Aseguramiento metrológico. Máquinas de ensayos mecánicos y tecnológico. Términos y definiciones.

NC 7:2002 Barras de acero para refuerzo de hormigón. Especificaciones.

3 Términos y definiciones

A los fines de esta norma, se aplican los términos y las definiciones siguientes:

3.1 Longitud de ensayo L_e

Longitud de la probeta ubicada entre las mordazas de la máquina de ensayo (véase Figura 1).

3.2 Longitud inicial L_o

Longitud de la probeta medida antes del ensayo en la que se determina la elongación en porcentaje después de la rotura (véase Figura 1).

3.3 Longitud final L_f

Longitud de la probeta medida después de la rotura para determinar la elongación en porcentaje después de la rotura (véase Figura 1).

3.4 Longitud total de la probeta L

Longitud de la probeta que incluye la longitud de ensayo y la longitud que se sitúa entre las mordazas (véase Figura 1).

3.5 Elongación en porcentaje después de la rotura

Es el alargamiento permanente de la longitud medida después de la rotura, expresada como valor en por ciento de la longitud inicial, donde la longitud inicial (L_0) es de 200 mm.

3.6 Carga F

Fuerza de tracción axial aplicada a la probeta en cualquier momento del ensayo.

3.7 Carga máxima F_m

Carga máxima que resiste la probeta durante el ensayo.

3.8 Carga del límite de fluencia F_e

Carga mayor obtenida cuando la probeta comienza a experimentar un incremento apreciable de deformación sin aumento de la carga o con disminución de la misma.

3.9 Resistencia máxima de tracción R_m

Es la tensión correspondiente a la carga máxima.

3.10 Tensión en el límite de fluencia R_e

Tensión en la cual la probeta comienza a experimentar un incremento apreciable de la deformación sin aumento de la carga o con disminución de la misma.

3.11 Límite convencional de fluencia 0,2 % $R_{e(0.2)}$

Tensión que produce la elongación permanente prescrita por el límite 0,2 %.

3.12 Diámetro nominal d_n

Relación que expresa la equivalencia entre el diámetro de la barra corrugada y el diámetro de la barra lisa en condiciones de masa.

NOTA: La tensión en el límite de fluencia y la resistencia a la tracción, se determinan dividiendo la carga correspondiente, entre el área nominal de la barra sometida al ensayo.

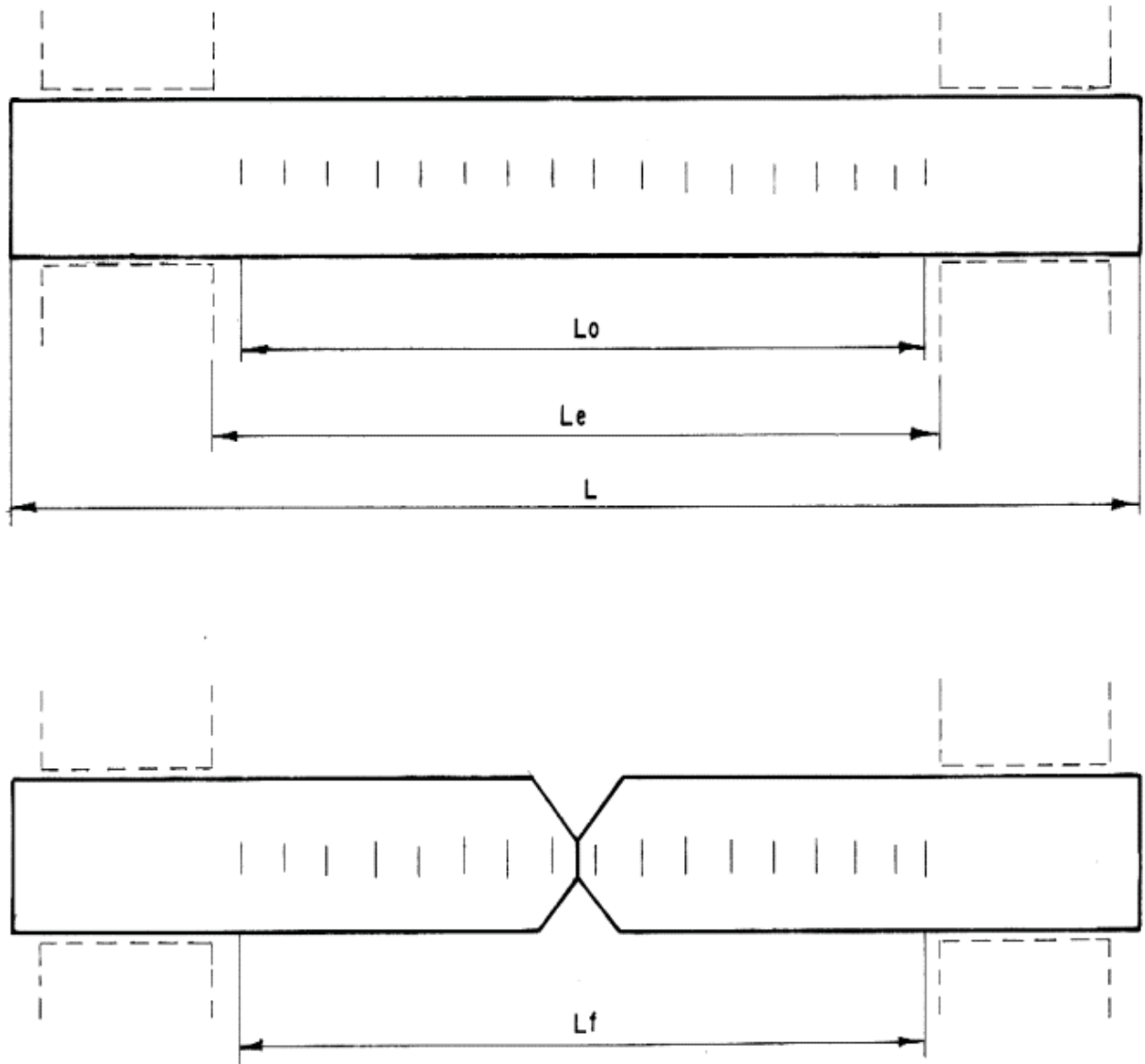


Figura 1 — Ensayo de tracción

4 Ensayo de tracción

4.1 Fundamento del método

El ensayo consiste en someter la probeta de ensayo a tensiones de tracción hasta su rotura. Este método se establece para determinar las características mecánicas siguientes:

- Resistencia a la tracción (R_m)
- Tensión en el límite de fluencia (R_e)
- Límite convencional de fluencia 0,2 % ($R_{e0,2}$)
- Elongación en porcentaje después de la rotura en 200 mm

4.2 Equipos e instrumentos de medición

- 4.2.1 Máquina de ensayo a la tracción, cuya capacidad de carga sea como máximo 5 veces la carga máxima que se aplica en el ensayo.
- 4.2.2 Balanza, cuyo límite superior de pesada, sea como máximo 5 veces la masa de la probeta que se ensaya, con valor de división de 10 g como máximo.
- 4.2.3 Regla graduada o cinta métrica.
- 4.2.4 Pie de Rey, con valor de división del vernier de 0,05 mm.
- 4.2.5 Extensómetro con valor de división de 0,05 mm como máximo.

4.3 Preparación de las probetas

- 4.3.1 La longitud de las probetas se determina de forma tal, que la longitud de ensayo sea :

$L_e = 200$ mm como mínimo.

4.4 Procedimiento

- 4.4.1 Se coloca la probeta en el centro de las mordazas de la máquina, asegurándose que esté correctamente centrada y fijada.
- 4.4.2 Se aplica la carga estática máxima de **9,8 MPa /s [1kgf / (mm² . s)]** hasta alcanzar el límite de fluencia.
Después de alcanzar el límite de fluencia, se admite elevar la velocidad (**V**), de forma tal que la velocidad de traslado del agarre móvil, no sobrepase 0,2 de la longitud de ensayo de la probeta en 1 min, o sea **V** máx. < 0,2 l_e /min.

4.5 Determinación de la elongación en porcentaje después de la rotura

4.5.1 La elongación en porcentaje después de la rotura se determina por la fórmula siguiente:

$$d = \frac{L_f - L_o}{L_o} \times 100 (\%)$$

4.5.2 La longitud final L_f se determina de la forma siguiente:

- Se marca previamente la probeta, hasta una longitud L_e en intervalos iguales, con una distancia entre marcas de 20 mm.
- El número de intervalos que corresponde a la longitud inicial L_o se designa por N .
- Después del ensayo se unen cuidadosamente en línea recta ambas partes de la probeta.

En la medición de la longitud final podrán ocurrir 3 casos:

Caso :1 La fractura se produce próxima al centro de la probeta

Se toman $N/2$ intervalos y se señala el punto **A** (véase Figura 2).

Si la fractura se produce entre dos marcas, el espacio entre ellas se considera como un intervalo entero.

Desde el punto **A**, en dirección a la fractura se toman N intervalos, señalándose el punto **B** según la Figura. 2 .

El segmento **AB** representa la longitud final.

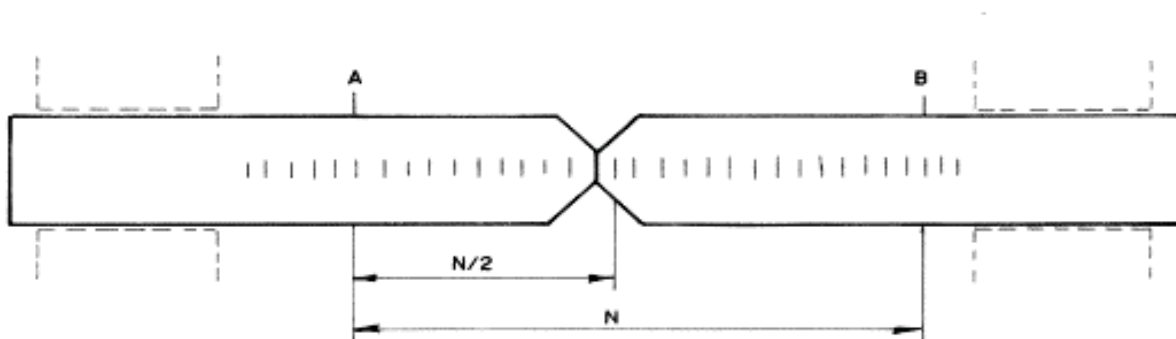


Figura 2 — Caso 1

Caso 2. La fractura se produce a menos de $N/2$ intervalos del extremo de la probeta.

Se señala el punto **A** en la marca más próxima a la mordaza. Desde este punto se cuentan los intervalos que hay hasta la primera marca después de pasada la fractura. El número de intervalos contados se designa por $n/2$ (véase Fig. 3).

Si la fractura se produce entre dos marcas, el espacio entre ellas se considera como un intervalo entero .

Desde el punto **A** en dirección a la fractura se cuentan n intervalos y se señala el punto **B** de la figura 3

Desde el punto **B** se toman $\frac{N-n}{2}$ intervalos y se señala el punto **C** .

La longitud final se calcula por la fórmula:

$$L_f = AB + 2 BC$$

donde:

AB Y BC longitudes de la probeta medidas entre los puntos **A y B**, y **B y C** respectivamente.

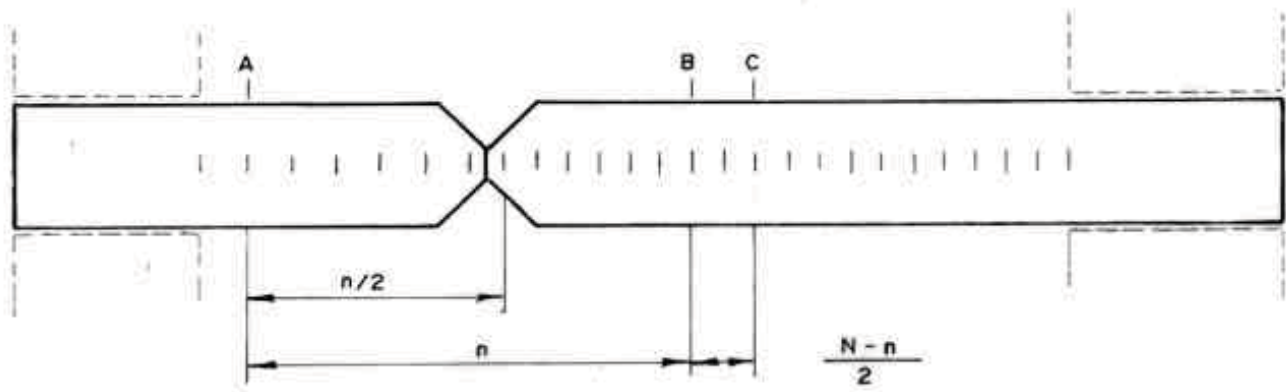


Figura 3 — Caso 2

Caso 3. La fractura se produce a una distancia de la mordaza menor que 2 intervalos.

En este caso solo se permite medir la longitud final de la probeta, si cumple con el mínimo establecido en la NC 7, de no ser así se repetirá el ensayo.

4.6 Determinación de la resistencia a la tracción R_m .

La resistencia a la tracción se determina dividiendo la carga máxima que la muestra resiste durante el ensayo de tracción entre el área nominal de la sección transversal del perfil ensayado :

$$R_m = F_m / A_n$$

donde:

F_m: Carga máxima, en N o kgf.

R_m [MPa o kgf/mm²].

4.7 Determinación de la tensión en el límite de fluencia

La tensión en el límite de fluencia (**R_e**) se determina, dividiendo la carga de fluencia por el área nominal del perfil ensayado:

$$R_e = F_e / A_n$$

donde:

F_e: Carga del límite de fluencia, en N o kgf.

R_e [MPa o kgf/mm²]

4.8 Determinación de la tensión en el límite convencional de fluencia 0,2 % (**R_{e (0,2)}**)

4.8.1 La tensión en el límite convencional de fluencia se determinará por el método analítico, con la ayuda del extensómetro, o por medio del gráfico carga deformación, elaborado por la máquina de ensayos utilizada.

4.8.2 La determinación de la tensión en el límite por medio del gráfico carga – deformación, sólo se hará en los casos que la escala del eje de deformación del gráfico sea mayor o igual a **10 : 1**.

4.8.3 Para determinar la carga por el gráfico de la máquina de ensayo, se halla el valor especificado de la elongación permanente porcentual (0,2 %), partiendo de la longitud de ensayo de la probeta.

El valor hallado se aumenta proporcionalmente a la escala del gráfico y el segmento **OE** obtenido. Se coloca en el eje de las deformaciones, a la derecha del punto **O** (véase Figura 4), se excluye la parte curva del gráfico. En el punto **E** se traza una recta **EP**, paralela a la recta **OA**.

En el punto de intersección **P** con la curva se determina la altura de la ordenada, es decir la carga $F_{0,2}$, correspondiente a la carga de fluencia con la tolerancia dada.

NOTA: Cuando no se tiene máquina de ensayo con gráfico en la escala señalada, se permite, excluyendo los casos de arbitraje, determinar el límite de fluencia con el gráfico de máquinas de ensayo existentes utilizando una escala para el eje de las deformaciones no menor que **5 : 1**. Otros métodos pueden ser utilizados siempre que estén detallados o aprobados en otras normas.

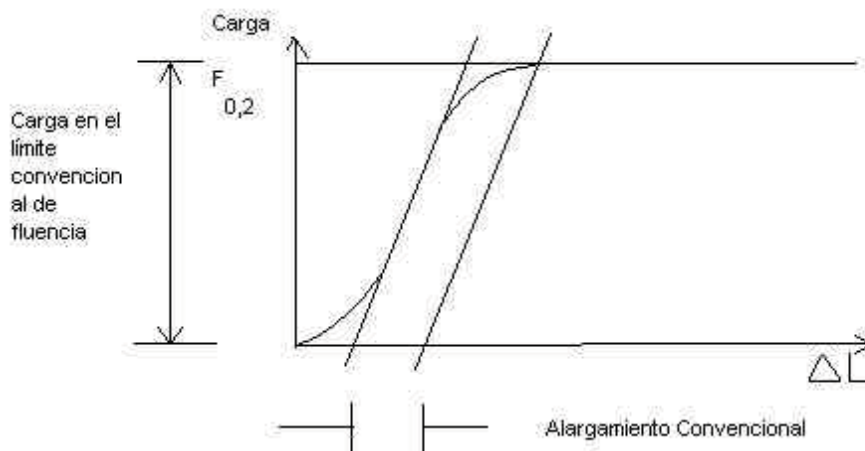


Fig. 4

4.10 Aproximación de los resultados

Los resultados se aproximarán hasta la décima.

5 Ensayo de doblado

5.1 Fundamento del método

El ensayo permite establecer el método para el doblado de barras de acero a temperatura ambiente el cual consiste en someter a deformación plástica las probetas, mediante doblado, sin invertir el sentido de la flexión.

5.2 Definiciones

- 5.2.1 Eje de doblado: es el eje paralelo a las generatrices de los apoyos o del mandril que se utilice y alrededor del cual se dobla la barra.
- 5.2.2 Ángulo de doblado: es el que forma una de las ramas de la muestra bajo carga con la prolongación de la otra.

5.3 Equipos

Máquina universal de ensayo u otro aditamento del que se disponga, por lo que puede resultar mas severo el ensayo (en este caso si hay fractura de la barra no será objeto de rechazo).

5.4 Preparación de las probetas.

- 5.4.1 La probeta de ensayo será un fragmento de la barra sin ningún tratamiento posterior a su elaboración.
- 5.4.2 La longitud de la probeta (L') se determina por la fórmula.

$$L' = 2(dn + D) + K$$

donde:

D : diámetro del punzón (mm)

K : coeficiente cuyo valor esta entre 100 y 150 mm.

- 5.4.3 La distancia libre **L** entre apoyos se determinará por la fórmula siguiente

$$L = D + 2,1 dn$$

- 5.4.4 El radio de los apoyos cumplirá que:

$$R > dn$$

5.5 Procedimiento

Consiste en someter a deformación plástica por doblado, una o más muestras de barras, colocadas sobre los dos apoyos. Se dobla con el punzón hasta el ángulo especificado en la NC 7 incrementando la carga de forma constante y lentamente (véase Figura 5).

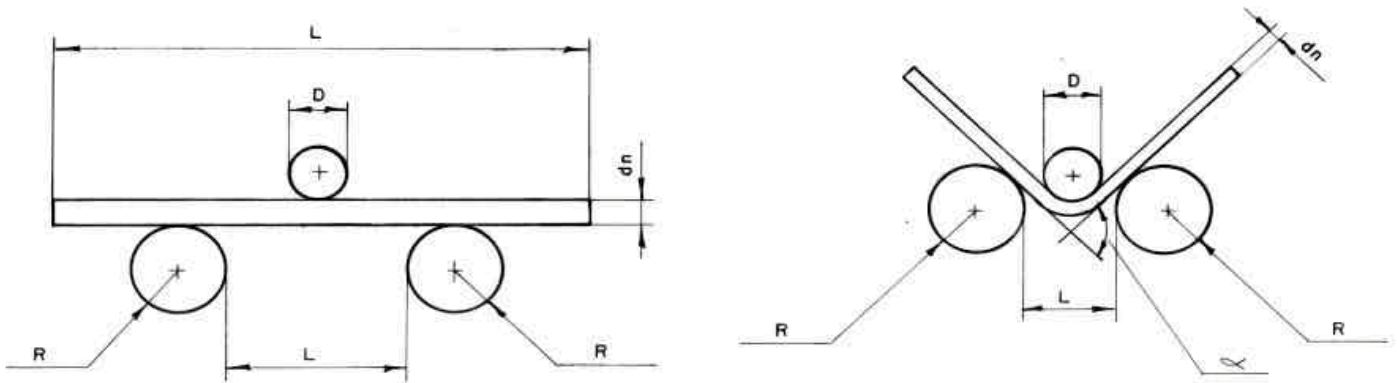


Figura 5 — Doblado de la barra

5.6 Expresión de los resultados

- 5.6.1 Después de doblada la probeta, se examinan las partes exteriores laterales y el área doblada, registrándose los cambios sufridos durante el ensayo.
- 5.6.2 Se considera que las barras cumplen el ensayo de doblado si no presentan fisuras o astillas que se separen del cuerpo de la barra.
- 5.6.3 Los valores del diámetro del punzón cumplirán con lo especificado en la NC 7.

Bibliografía

ISO 6892 Metallic material. Tensile testing ambient and temperature.

España, UNE 7262:73 Ensayo de tracción de productos de Acero.

España, UNE 7292:72 Ensayos de doblado simple de productos de acero.

Cuba, NC 04-01:72 Ensayos de tracción de metales

Cuba, NC 04-17:68 Doblado de aceros