

A lo largo de su historia, los sistemas de unión ranurada han demostrado probada eficacia en innumerables aplicaciones como:

- Instalaciones contra incendios
- Sistemas de calefacción y acondicionamiento
- Instalaciones industriales (aire comprimido, suministro de agua fría y caliente, vapor, almacenamientos, conducciones diversas...)
- Obra civil
- Instalaciones de bombeo
- Construcción
- Industria petrolífera
- Plantas de proceso

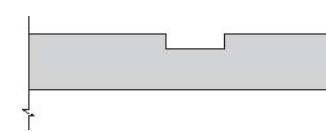


Componentes del Sistema

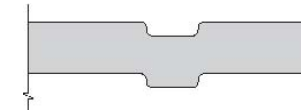
Tubos de Acero soldados longitudinalmente

Los extremos de los tubos de acero a unir deben estar ranurados adecuadamente. La ejecución de las ranuras puede realizarse mediante corte o mediante laminado:

Corte (tallado o fresado): Está pensado para tubería de espesor suficiente. Se elimina metal del tubo dejando por tanto lisa la superficie interior del tubo. Los bordes de la ranura quedan a escuadra, permitiéndose así que el solape de ésta con los acoplamientos logre un adecuado aprovechamiento de las propiedades de expansión, contracción y desviación, dando por tanto poca rigidez. Si la ejecución de la ranura es correcta, el espesor resultante del tubo en la zona ranurada no debe presentar ningún problema operativo.



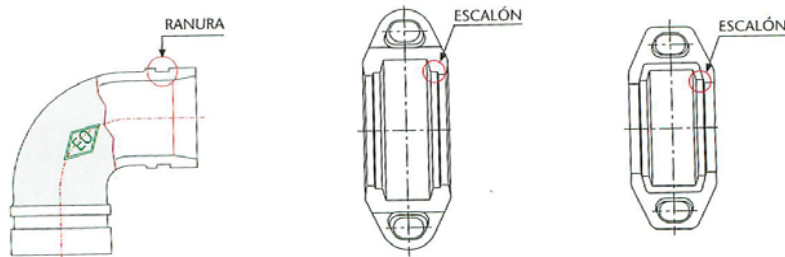
Laminado: Está pensado para una amplia gama de espesores en tubos suficientemente resistentes. No se elimina metal del tubo, sino que éste es "desplazado" quedando los bordes redondeados. La hendidura interna produce una pequeña reducción en el diámetro de paso interno provocando pequeñas perturbaciones en el régimen de flujo.



Debido a su geometría, la libertad de movimiento en la ranura conseguida por laminación queda más restringida que en el caso de la ranura obtenida por corte. De este modo, la ranura por laminación ofrece una unión más rígida que la efectuada por corte (se puede estimar una reducción en la libertad de movimientos lineales y angulares del 50%).

Accesorios y Acoplamientos ranurados

Los accesorios disponen al igual que los tubos de sendas ranuras, mientras que los acoplamientos disponen de escalones. La unión de los elementos ranurados (tubos y accesorios), se realiza mediante el conveniente solape con los escalones de los correspondientes acoplamientos.



En el interior del acoplamiento se aloja una junta de estanqueidad que proporciona un sellado sin necesidad de usar fuerzas externas. El diseño de los bordes de la junta de estanqueidad permite una compresión contra la superficie curva de los tubos (no contra las ranuras).

La presión interna positiva del fluido incide sobre la superficie interna de la junta aumentando su contacto con el cuerpo y por tanto la capacidad de sellado.



La presión interna negativa del fluido (vacío) incide sobre la superficie externa de la junta aumentando así su contacto con la superficie de la tubería y por tanto la capacidad de sellado.

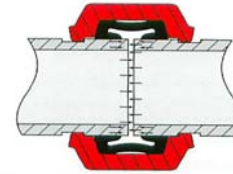


Como elementos de apriete se utilizan tuercas y tornillos que sujetan las partes del cuerpo entre sí. Los tornillos están diseñados para que no giren al apretar las tuercas con una sola llave, encontrándose ambos normalizados de acuerdo a las dimensiones de las herramientas de apriete a utilizar.

Factores de Diseño

1 Autocentrado

Los escalones de los acoplamientos se acomodan en las ranuras de los accesorios y tubos. Rodean a los mismos en todo su diámetro, evitando así su separación debido a la presión y a otras fuerzas externas en todo el rango de presión de trabajo nominal del acoplamiento.



La posición relativa entre el acoplamiento y la ranura puede ir variando hasta que el fluido en circulación se encuentre en régimen estable, momento en el cual la unión estará centrada. En caso de esperarse golpes de presión, se deberá realizar la previsión del desplazamiento del sistema (acomodación de movimientos lineales y angulares).

2 Rigidez o flexibilidad

El sistema permite elegir entre acoplamientos rígidos y flexibles.

Acoplamiento rígido



Facilitan el montaje de uniones rígidas y son especialmente útiles en montantes verticales, instalaciones de bombeo, etc. Los acoplamientos rígidos están diseñados bajo el sistema "machi (pestaña) - hembrado (alojamiento)". Tras el apriete, la pestaña y el alojamiento de cada cuerpo se solapan con sus homólogos del otro cuerpo. Disponen además en el escalón, de una serie de dientes que "muerden" la tubería y fijan la unión en una posición determinada.

Acoplamiento flexible

Los acoplamientos flexibles, permiten movimientos lineales y angulares entre los tubos unidos, con lo que resultan especialmente útiles en instalaciones donde sea necesario tener controlado este tipo de movimientos.

Movimientos lineales

Se permite la existencia de espacios libres entre los extremos de los elementos a unir, pudiéndose dar movimientos lineales - expansión y contracción- de la tubería debido a cambios de temperatura o a las fuerzas inherentes al sistema (golpes de presión,...).



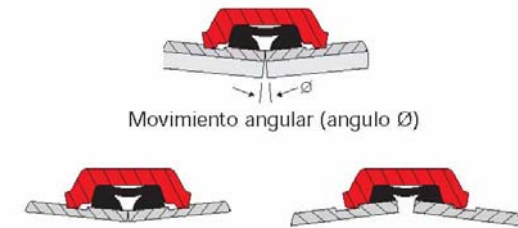
El valor máximo del movimiento lineal es la diferencia entre la máxima y la mínima separación entre los tubos de la unión. Este depende del tipo de ranura, de la dimensión de la tubería y de las tolerancias de las ranuras en la fabricación de los elementos constituyentes de la unión.

Diámetro nominal Tubería		Valor máximo del movimiento lineal (mm)
DN	Pulg.	
25 a 80	1" a 3"	0 a 3.2
100 a 300	4" a 12"	3.2 a 6.4

Cuando la ranura se ha realizado por el método de laminación, el valor especificado debe reducirse en un 50%.

Movimientos angulares

Se permiten desplazamientos angulares de la tubería debido al espacio existente entre el escalón del acoplamiento/fitting y la geometría de la ranura, pudiendo por tanto adaptarse el trazado de la tubería a situaciones en las que se requieren ciertas desviaciones (paredes, terrenos discontinuos,...). Se absorben y eliminan los esfuerzos provocados por las superficies sobre las que asienta la tubería.



El ángulo permitido varía para cada tamaño y tipo de acoplamiento, debiéndose además tener en cuenta las tolerancias de las ranuras en la fabricación de los elementos constituyentes de la unión.

El ángulo de desviación respecto de la línea central de la tubería se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$\phi = \text{Arc tan} (\text{mov. lineal resultante} / \text{diámetro exterior})$$

Cuando la ranura se ha realizado por el método de laminación, el valor especificado debe reducirse en un 50%.

Ejemplo: tubería de 3"	
Diámetro ext	88,9 mm
Valor máx. del mov. lineal	0 a 3.2 mm
Ajuste del mov. lineal	50%
Mov. lineal resultante	$3,2 \times 0,5 = 1,6 \text{ mm}$
Ángulo de desviación aprox. permitido	$\phi = \text{Arc tan} (1,6/88,9) = 1.03^\circ$

El diseño permite una capacidad limitada de movimiento mixto: sus valores máximos de movimiento lineal y angular no se podrán alcanzar nunca de modo simultáneo.

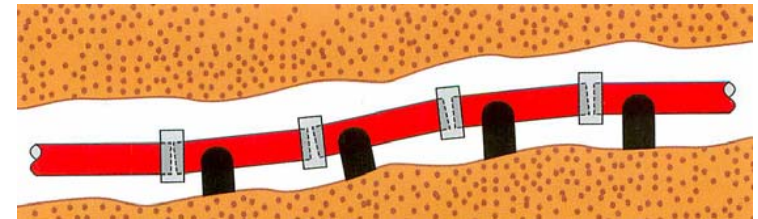
3 Desalineación y trazado de curvas

Desalineación

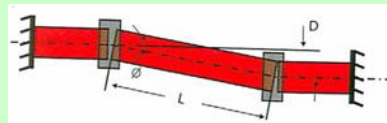
La capacidad de movimiento angular permite ensamblar uniones entre tuberías no alineadas (trazados sinuosos), con lo que será posible tender trazados curvos usando tubería recta previo cálculo de los radios de curvatura y longitudes adecuadas.

La desviación de los tubos (ya sea esta lineal- en el mismo plano- o lateral- en planos distintos) puede ser solventada adecuadamente (siempre y cuando el ángulo de la desviación no exceda el valor máximo previsto para el acoplamiento) mediante la colocación del número de fittings necesario.

La tubería, sometida a tensiones o deformaciones por factores tales como la presión o la temperatura del fluido, tenderá, sin anclaje que lo impida, a enderezarse. Por tanto, si se desea mantener la desviación, habrá que anclar convenientemente los tubos en los puntos necesarios a fin de resistir las fuerza laterales y mantener así la unión en su condición desviada.



$$D = L \text{ Sen } \phi$$



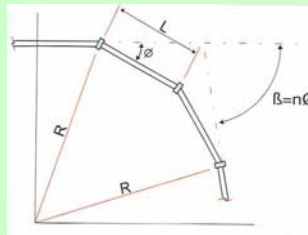
D = longitud de desalineación (mm)
 L = longitud del tubo (mm)
 ϕ = ángulo máximo entre los ejes de los tubos implicados ($^{\circ}$)

Trazado de curvas

El trazado de tramos curvos usando tubería recta unida por acoplamientos es factible debido a la posibilidad de la citada desalineación.

$$R = L / 2 \text{ Sen } (\phi/2) \quad \text{donde } \beta = n\phi$$

L = longitud de los tramos de tubería a unir (m)
 ϕ = desviación angular deseada respecto de una línea central de referencia ($^{\circ}$)
 β = desviación angular resultante del montaje ($^{\circ}$)
 R = radio de curvatura del trazado (m)
 n = número de acoplamientos que intervienen en el trazado



Esta posibilidad de trazar curvas, hace de los acoplamientos una herramienta muy útil para montajes especiales tales como canalizaciones que han de discurrir soterradas debiendo adaptarse a las irregularidades del terreno.

4 Expansión térmica y su compensación

Debido al intercambio de calor entre el interior y el exterior del sistema (debido a sus diferentes temperaturas), la unión puede sufrir una dilatación o una contracción, siendo necesario determinar el número necesario de uniones en una longitud dada para poder compensar este fenómeno.

$$\Delta L = (L_f - L_o) = \alpha \cdot L_o \cdot \Delta T$$

ΔL = incremento de longitud de la tubería (m)

L_f = longitud final de la tubería (m)

L_o = longitud inicial de la tubería (m)

ΔT = incremento de temperatura ($^{\circ}\text{C}$)

α = coef. de dilatación lineal (acero = $11 \times 10^{-6} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$, entre 0 y 100°C)

5 Anclaje de tuberías

El diseño de una instalación de unión ranurada ha de tener en cuenta:

- el peso de los componentes (tuberías, acoplamientos, accesorios, fluido contenido)
- la protección adecuada de las tensiones existentes en las uniones
- los factores dinámicos del sistema, tanto internos (golpes de presión, cambios de temperatura) como externos (movimientos del terreno, etc.)
- las características de los soportes y anclajes

Como criterio general aproximado, el espacio a dejar entre dos soportes de tubería será:

Tubería	Espacio (m)
Hasta 1"	2,0
1 ¼" a 2 ½"	3,0
2 ½" a 4"	3,5
5" a 8"	4,0
10" a 12"	4,5

La ubicación espacial de los sopotes dependerá de las características particulares de cada instalación, no obstante ha de realizarse de modo que se eviten las flechas (debidas por ejemplo al peso del fluido) y se absorban adecuadamente las vibraciones y oscilaciones.

6 Sustitución de tuberías

Los acoplamientos se desarmen fácilmente para operaciones de mantenimiento (reparación y sustitución de tuberías, rotación periódica de los tubos...)

Para evitar daños a personas e instalaciones, con anterioridad a la manipulación de las uniones, el sistema debe paralizarse y descargarse de presión interna.

7 Ruido, vibración y aislamiento

La junta elástica de elastómero y la separación prevista entre tuberías, ayudan a aislar y absorber ruidos y vibraciones a la vez que minimizan su transmisión. Además las tuberías pueden ser aisladas mediante los métodos tradicionales.

8 Continuidad eléctrica

Debe prestarse especial atención a la continuidad eléctrica, ya que ésta, al existir uniones con junta de estanqueidad de goma, puede verse interrumpida. Así pues, deberán realizarse pruebas de continuidad y conexión a tierra o consultar a su proveedor.

Instrucciones de Montaje

Al objeto de obtener una unión con garantía de estanqueidad, el montaje deberá efectuarse siguiendo las siguientes pautas:



Preparación del tubo

- ✿ Cortar adecuadamente los tubos perpendicularmente a su eje. Revisar los tubos al objeto de asegurarse que éstos no presentan suciedad, grasa rebabas, etc. En su caso, la longitud máxima del chaflán practicado no deberá superar los 1,5 mm.
- ✿ Con máquina adecuada, efectuar las correspondientes ranuras en los extremos de los tubos a unir. La geometría de la ranura obtenida deberá cumplir con las dimensiones especificadas en las tablas 1 o 2 del apartado sobre dimensionado, de lo contrario la unión no será segura. Las ranuras practicadas deberán mantenerse perfectamente limpias.

Dimensionado

- Los tramos largos de tubo deben apuntalarse ya que la máquina y el tubo pueden volcar causando accidentes. La siguiente tabla muestra la longitud mínima de un tubo mecanizable y la longitud máxima de tubo que se puede mecanizar sin el caballete de apoyo.

Diámetro del tubo	Mínima longitud de tubo mecanizable	Máxima longitud de tubo mecanizable sin el uso del caballete de apoyo
1"-2"	70 mm	800 mm
2"-4"	70 mm	700 mm
5"-6"	70 mm	600 mm

El caballete de apoyo del tubo se debe colocar a una distancia de $L/4$, siendo L la longitud total del tubo.

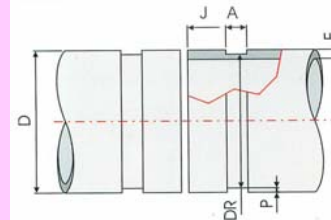
Montaje del Acoplamiento

- En su caso, desmontar parcialmente (uno de los extremos) el acoplamiento y extraer la junta de estanqueidad.
- Posicionar la junta en uno de los extremos del tubo asegurándose que no sobresale.
- Unir los dos tubos y alinearlos.
- Reposicionar la junta de modo que ésta quede centrada entre los dos tubos (debe quedar asentada sobre la superficie de ambos tubos y en ningún caso ocupar, ni tan siquiera parcialmente, el espacio de las ranuras).
- A continuación montar los cuerpos de los acoplamientos. Para ello, situar el cuerpo inferior sobre la junta y posteriormente colocar encima el superior. Una vez superpuestos simétricamente, con herramienta adecuada (p.e carraca) comenzar el apriete alternativo de las tuercas (tener presente que si el apretado no se hace uniformemente, se corre el riesgo de pinzar la junta).

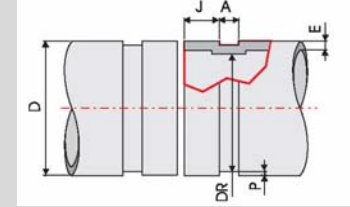
Los pares de apriete aconsejados son:

- hasta 2" :	40 – 60 Nm
- entre 2" y 4" :	105 – 135 Nm
- entre 4" y 6" :	135 – 175 Nm
- entre 6" y 8" :	175 – 245 Nm

Ranurado por corte- TABLA 1



Ranurado por laminado- TABLA 2



DN	D(mm)		J(mm)	A(mm)	DR(mm)		P(mm)	E(mm)		
	Diámetro Nominal Tubería	Diámetro exterior de los tubos de acero soldados UNE EN 10255 (series H y M)			Diámetro de ranura	Profundidad de ranura			Espesor mínimo de pared Serie H	
DN	Pulg	Real	Tolerancia Pos. Neg.		Real	To. +0.000				
25	1	33,7	+0.5	-0.4	15,875	7,925	30,226	-0,381	1,575	3,378
32	1 ¼	42,4	+0.5	-0.4	15,875	7,925	38,989	-0,381	1,575	3,556
40	1 ½	48,3	+0.5	-0.4	15,875	7,925	45,085	-0,381	1,575	3,683
50	2	60,3	+0.5	-0.6	15,875	7,925	57,150	-0,381	1,575	3,912
65	2 ½	76,1	+0.5	-0.8	15,875	7,925	72,288	-0,457	1,981	4,500
80	3	88,9	+0.6	-0.9	15,875	7,925	84,938	-0,457	1,981	4,775
100	4	114,3	+0.7	-1.2	15,875	9,525	110,084	-0,508	2,108	5,156
125	5	139,7	+1.1	-1.2	15,875	9,525	135,509	-0,559	2,108	5,156
150	6	165,1	+1.4	-1.2	15,875	9,525	160,780	-0,559	2,159	5,400

Tabla 1

DN	D(mm)		J(mm)	A(mm)	DR(mm)		P(mm)	E(mm)		
	Diámetro Nominal Tubería	Diámetro exterior de los tubos de acero soldados UNE EN 10255 (series H y M)			Diámetro de ranura	Profundidad de ranura			Espesor mínimo de pared (todas las series)	
DN	Pulg	Real	Tolerancia Pos. Neg.		Real	To. +0.000				
25	1	33,7	+0.5	-0.4	15,875	7,137	30,226	-0,381	1,600	1,651
32	1 ¼	42,4	+0.5	-0.4	15,875	7,137	38,989	-0,381	1,600	1,651
40	1 ½	48,3	+0.5	-0.4	15,875	7,137	45,085	-0,381	1,600	1,651
50	2	60,3	+0.5	-0.6	15,875	8,738	57,150	-0,381	1,600	1,651
65	2 ½	76,1	+0.5	-0.8	15,875	8,738	72,288	-0,457	1,981	2,108
80	3	88,9	+0.6	-0.9	15,875	8,738	84,938	-0,457	1,981	2,108
100	4	114,3	+0.7	-1.2	15,875	8,738	110,084	-0,508	2,108	2,108
125	5	139,7	+1.1	-1.2	15,875	8,738	135,509	-0,559	2,108	2,769
150	6	165,1	+1.4	-1.2	15,875	8,738	160,780	-0,559	2,159	2,769

Tabla 2

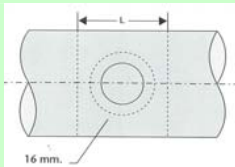
Para las tablas 1 y 2:

- J:** Longitud del asiento de la junta sobre la superficie del tubo (desde el extremo del tubo cortado en ángulo recto hasta el inicio de la ranura)
- A:** Longitud del ancho de la ranura
- DR:** Diámetro de la ranura. Debe ser constante alrededor de toda la circunferencia de la tubería
- P:** Profundidad de la ranura. Debe ser constante alrededor de toda la circunferencia de la tubería y consonante con DR
- E:** Espesor mínimo necesario o admisible del tubo al que se va a practicar la ranura

Tolerancias para las cotas J y A De 1" a 3" : +/-0,762mm, +/-0,030"
De 4" a 6" : +/-1,143mm, +/-0,045"

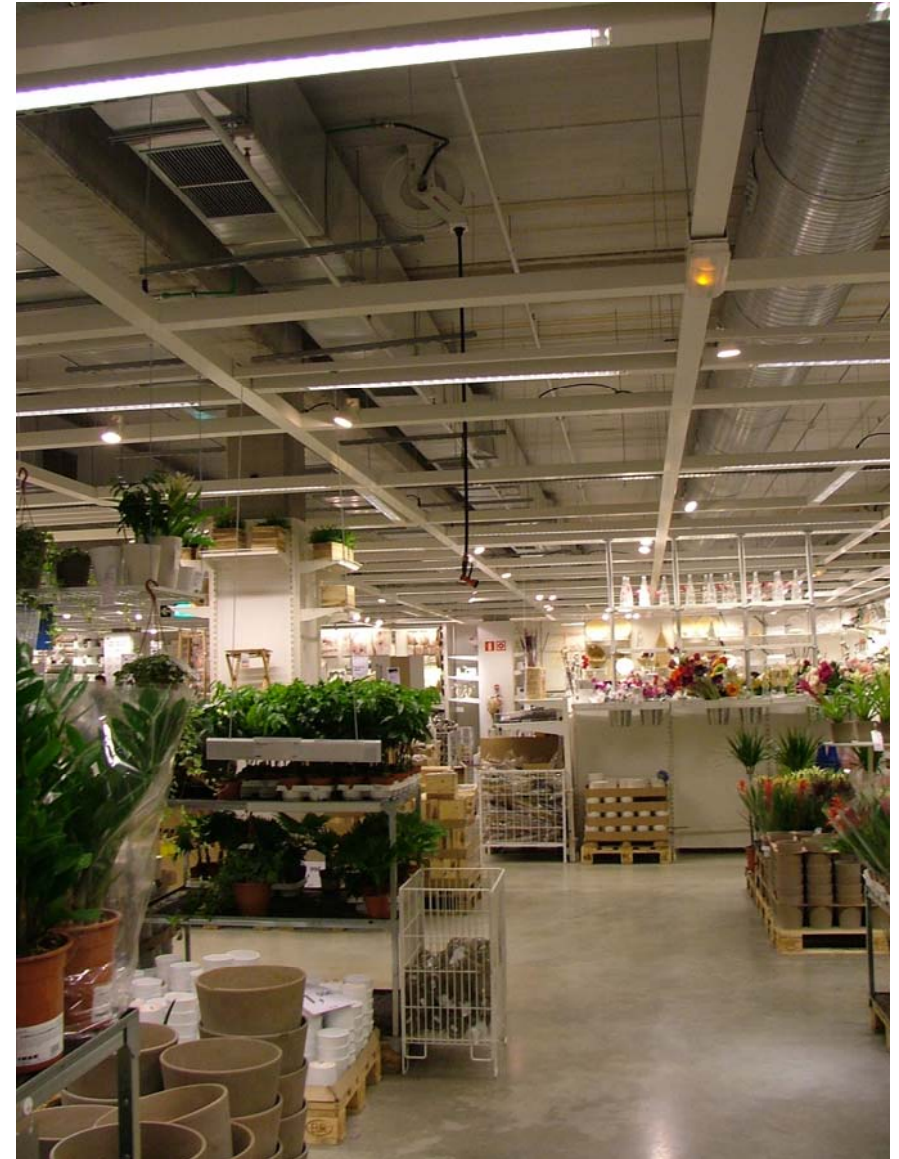
Taladrado de los tubos

En el caso de las derivaciones, se hace necesario la perforación de los tubos mediante el taladrado de los mismos. El agujero practicado deberá cumplir las tolerancias especificadas en la tabla y deberá estar correctamente ubicado sobre la línea central de la tubería.



Debe tomarse la precaución de mantener el entorno del agujero-en unos 16 mm- así como la sección del tubo en la longitud L libre de rebabas, grasas, suciedad, etc. , para que el asiento de la junta sea perfecto y conseguir una total estanqueidad.

Diámetro Nominal Tubería		Diámetro de la derivación		Diámetro del agujero (mm)	Diámetro máx. del agujero (mm)	Longitud L (mm)
DN	Pulgadas	DN	Pulgadas			
32	1 ¼	15	½	38	41	89
32	1 ¼	20	¾	38	41	89
40	1 ½	15	½	38	41	89
40	1 ½	20	¾	38	41	89
50	2	15	½	38	41	89
50	2	20	¾	38	41	89
50	2	25	1	38	41	89
50	2	32	1 ¼	51	54	102
50	2	40	1 ½	51	54	102
65	2 ½	15	½	38	41	89
65	2 ½	25	1	38	41	89
65	2 ½	32	1 ¼	51	54	102
65	2 ½	40	1 ½	51	54	102
80	3	40	1 ½	51	54	102
100	4	25	1	38	41	89
100	4	50	2	64	67	114
100	4	80	3	89	92	140



Avda. Gasteiz, 81-1º Izda.
01009 VITORIA
Tel.: 945 22 85 00
Fax: 945 22 50 25
e-mail: afta@afta-asociacion.com
[http:// www.afta-asociacion.com](http://www.afta-asociacion.com)