

CAPÍTULO 3: DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO DE ARRANCAMIENTO

3.1.- Introducción:

En este capítulo se describe la preparación de las probetas para el ensayo de arrancamiento así como los útiles necesarios para la preparación de éste.

Se disponía en total de diez probetas, cuatro de ellas tipo GERM, en la figura 3.1, y seis tipo ALCAS, en la figura 3.2. En cuanto al subtipo, tres probetas eran ALCAS tipo 1, otras tres ALCAS tipo 2, dos GERM tipo 1 y el resto, dos probetas, GERM tipo 2.

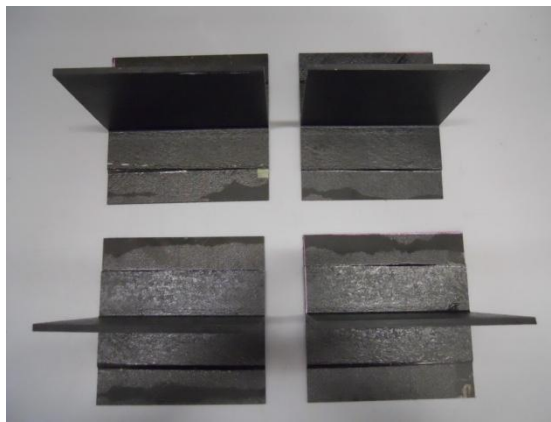


Fig.3.1.Probetas tipo GERM para el ensayo.

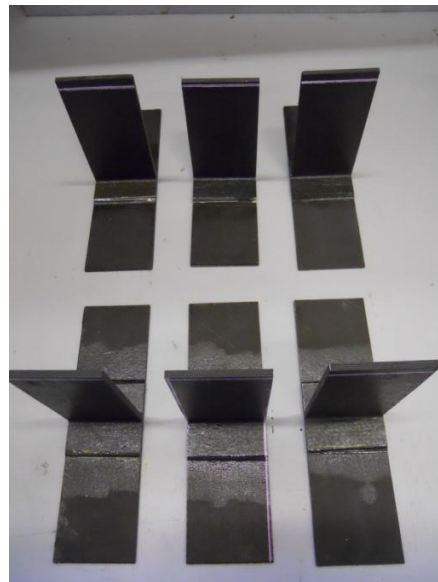


Fig.3.2.Probetas tipo ALCAS para el ensayo.

En los ensayos realizados, 10 en total, se han estudiado:

- los registros de deformaciones en diversas zonas de la probeta proporcionados por bandas extensométricas situadas en diferentes puntos de la probeta según se describe en el apartado 3.2.
- los niveles de carga para los que se detectó una grieta y la carga para la que se produjo el fallo en la probeta.
- el aspecto de la superficie de unión entre piel y rigidizador una vez realizado el ensayo con el objetivo de detectar modos de fallo preferentes.

Los ensayos se han realizado todos con la misma máquina de tipo mecánico, Instron 4482 (figura 3.3), a la que se le instalaron diferentes útiles que permitieron la adaptación al tamaño de la probeta y al tipo de ensayo. Se necesitaron dos células de carga diferentes, una de 5 KN para las probetas tipo ALCAS y otra de 10 KN para las probetas tipo GERM.



Fig.3.3.Máquina utilizada para el ensayo.

3.2.- Proceso de preparación de las probetas para el ensayo:

Tras la fabricación, las probetas ya estaban cortadas según las dimensiones necesarias para el ensayo y, por tanto, los únicos procesos previos a la realización del ensayo necesario fueron la colocación de las bandas extensométricas y el pintado de los perfiles de las probetas de blanco.

3.2.1.- Elección del lugar de colocación de las bandas extensométricas:

El primer paso realizado fue la elección de los lugares donde se iban a pegar las bandas extensométricas.

Para ello, se partió de los estudios previos realizados en el departamento [8]. Concretamente, en las probetas de tipo ALCAS se colocaron cuatro bandas en la cara superior de la piel, dos a cada lado del rigidizador a la misma distancia de este pero en diferentes posiciones a lo largo del ancho de la probeta con el objetivo de comprobar las diferencias entre las deformaciones a lo largo del ancho de la probeta situados a la misma distancia del alma del rigidizador. Además se colocaron cuatro bandas en la cara inferior de la piel en la misma posición que las bandas de la cara superior quedando una configuración de bandas tipo “back-to-back”.

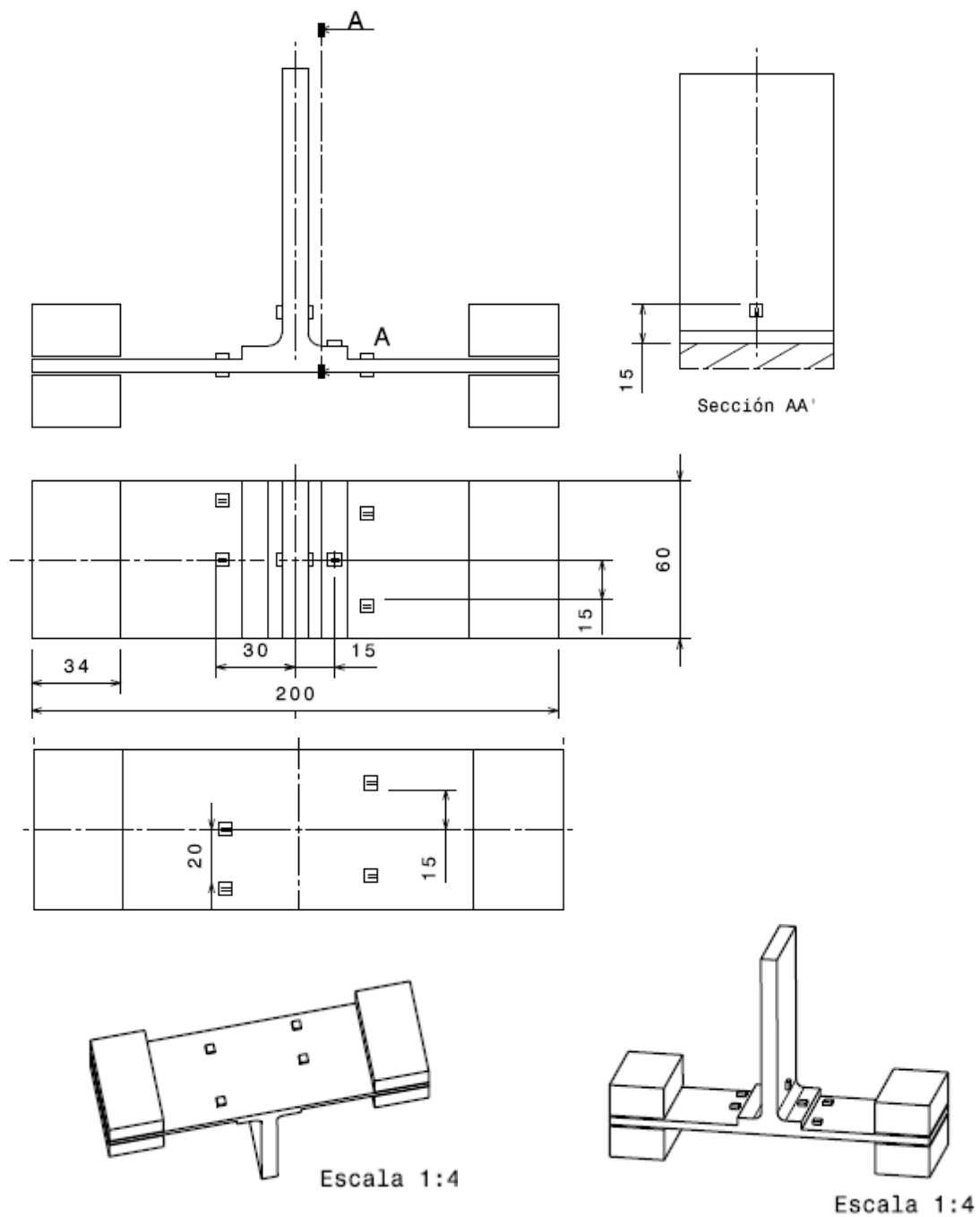
También se colocó una banda extensométrica en cada cara del alma del rigidizador para comprobar la flexión y otra en una de las alas del rigidizador para cuantificar las deformaciones en esa zona.

En total, había once bandas extensométricas en cada probeta ALCAS. En la figura 3.4 se puede ver la posición de éstas en las probetas.

En cuanto a las probetas de tipo GERM se optó por una configuración análoga a la establecida para las probetas ALCAS con cuatro bandas en la cara superior de la piel, dos a cada lado del rigidizador a la misma distancia de éste pero en diferentes posiciones a lo largo del ancho de la probeta y cuatro bandas en la cara inferior de la piel con configuración de bandas tipo “back-to-back”.

También se colocó una banda extensométrica en cada lado del alma del rigidizador para comprobar la flexión.

En total, había diez bandas extensométricas en cada probeta GERM. En la figura 3.5 se puede ver la posición de éstas en las probetas.



Nota: Cotas en mm.

Fig.3.4.Distribución de las bandas extensométricas en las probetas ALCAS.

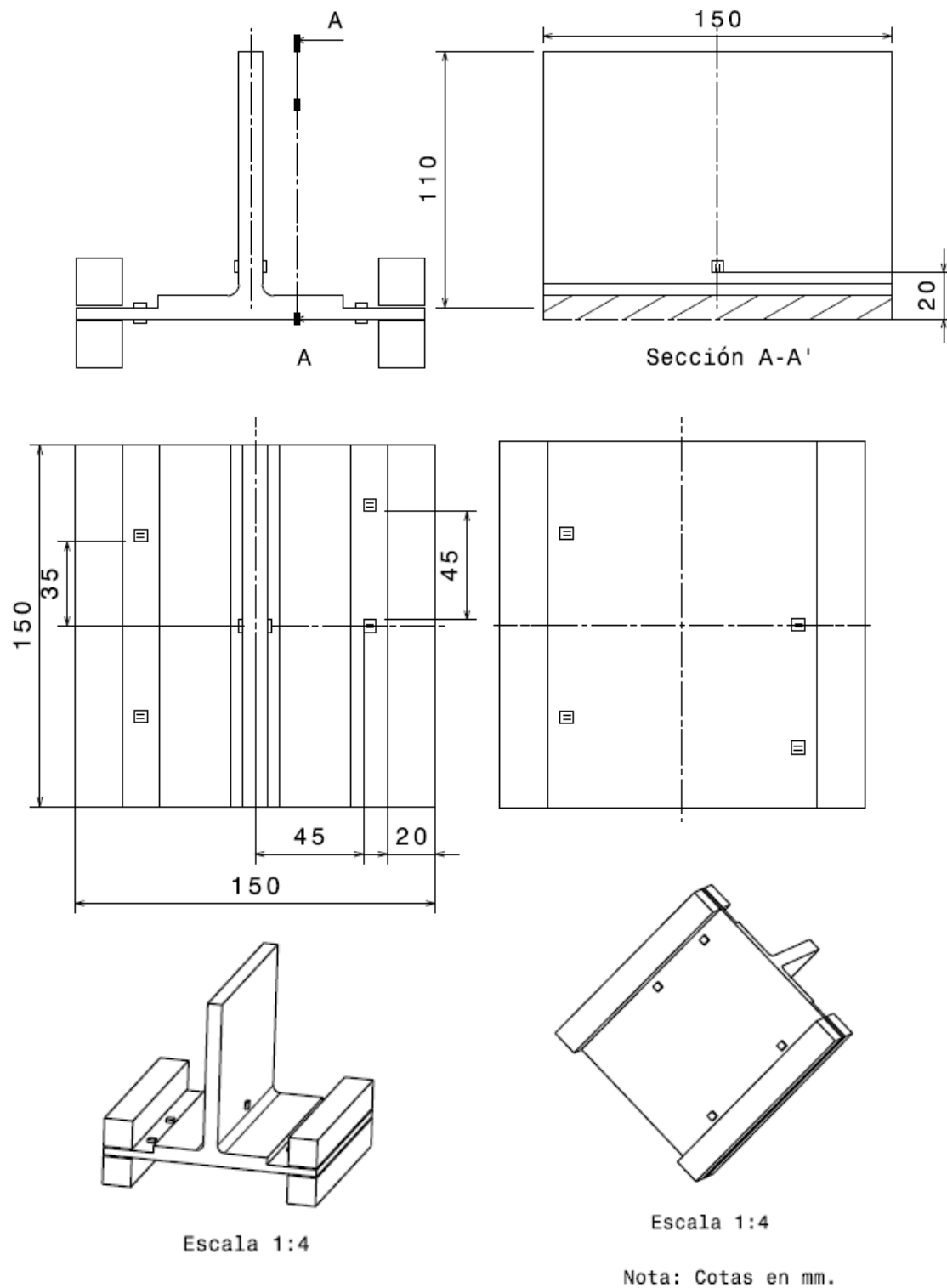


Fig.3.5.Distribución de las bandas extensométricas en las probetas GERM.

Se numeraron las posiciones de las bandas según la designación representada en las figuras 3.6 y 3.7 para las probetas tipo ALCAS y GERM respectivamente. En estas figuras se representan también los ejes de referencia tomados en cada caso.

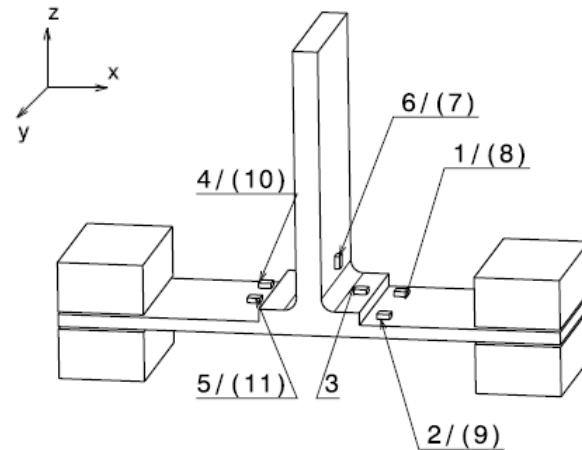
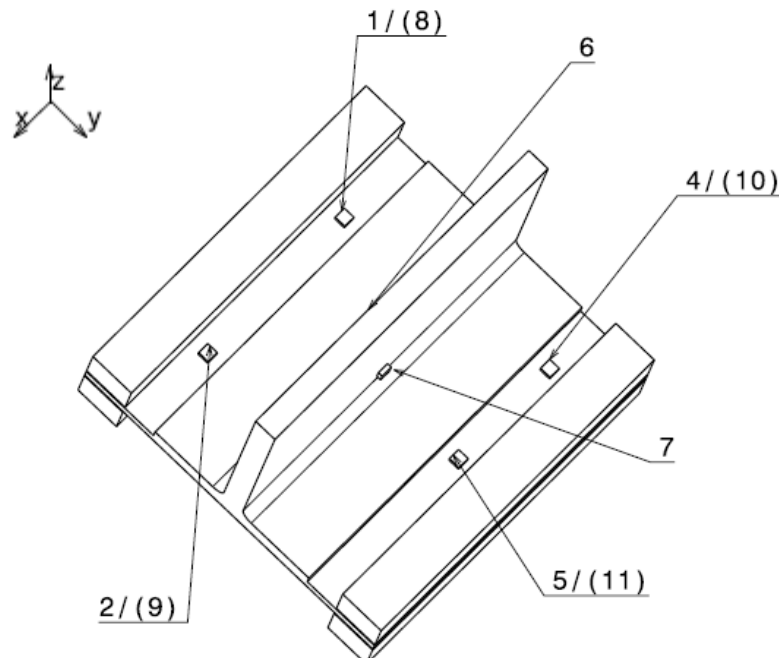


Fig. 3.6.

*Designación de las bandas en las probetas tipo ALCAS.
(Se representa entre paréntesis la banda situada en la cara inferior)*



*Fig.3.7.Designación de las bandas en las probetas tipo GERM.
(Se representa entre paréntesis la banda situada en la cara inferior)*

3.2.2.- Procedimiento de colocación de las bandas extensométricas:

Las bandas extensométricas que se utilizaron fueron bandas extensométricas de tipo LY41 fabricadas por HBM. Eran bandas de tipo lineal con una rejilla de medición con resistencia nominal de $120\ \Omega$ y factor de galga 2.02. En la figura 3.8 se puede ver un esquema de este tipo de banda.

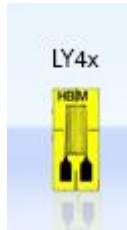


Fig. 3.8. Esquema del tipo de banda utilizado.

Hay que señalar que fue necesario trabajar en todo momento con pinzas, tocando las bandas extensométricas lo menos posible, ya que éstas son muy sensibles.

El procedimiento de colocación de las bandas requirió de varios pasos que se completaron en cada una de las posiciones donde iba colocada cada banda. Los pasos realizados se detallan a continuación:

1. Se lijó la zona donde iba colocada la banda con ayuda de una lija de grano medio hasta que desapareció el brillo superficial de la probeta por esa zona para asegurar que la banda quedaba bien adherida.

2. Se marcó la posición de la banda con la ayuda de un gramil como el que se muestra en la figura 3.9 según el esquema de colocación de bandas presentado en el apartado anterior.



Fig.3.9.Gramil utilizado para marcar la posición de las bandas.

3. Se limpió la zona en la que iba pegada cada banda y se eliminaron todas las partículas de polvo adheridas a la probeta con acetona.

4. Se fijó sobre la banda un trozo de cinta adhesiva de forma que la cara que quedaba pegada a la cinta fuese la cara externa de ésta.

5. Se pegó el trozo de cinta a la probeta de forma que la posición de la banda coincidiese con las marcas previamente realizadas con el gramil.

6. Una vez localizada la banda en la probeta se levantó un poco la cinta adhesiva sin llegar a despegarla del todo y se puso catalizador en la banda y en la probeta para mejorar la fijación de la banda a la probeta.

7. Después se depositó una gota de pegamento en la banda y se volvió a pegar la cinta adhesiva presionando sobre la banda durante 2 minutos para asegurar la correcta adhesión de la banda.

8. Cuando estuvieron pegadas todas las bandas extensométricas de una probeta se empezó con la soldadura de cables a los terminales de las bandas. Para ello fue necesario levantar la cinta adhesiva por la zona en la que se localizaban los terminales de soldadura sin despegar la banda de la probeta. Después, se aislaron los terminales de la banda poniéndoles cinta alrededor para proteger el resto de la banda y se depositó una gota pequeña de estaño sobre cada terminal.

9. Se unieron los cables con cinta adhesiva en varias zonas de la probeta de forma que se evitase que al tirar de ellos éstos se despeguen de los terminales de forma accidental.

10. Se soldaron los cables a la gota de estaño presente en cada terminal de la probeta.

11. Se comprobó el correcto funcionamiento de las bandas con el polímetro verificando que la resistividad entre los cables de cada banda es 120 Ω .

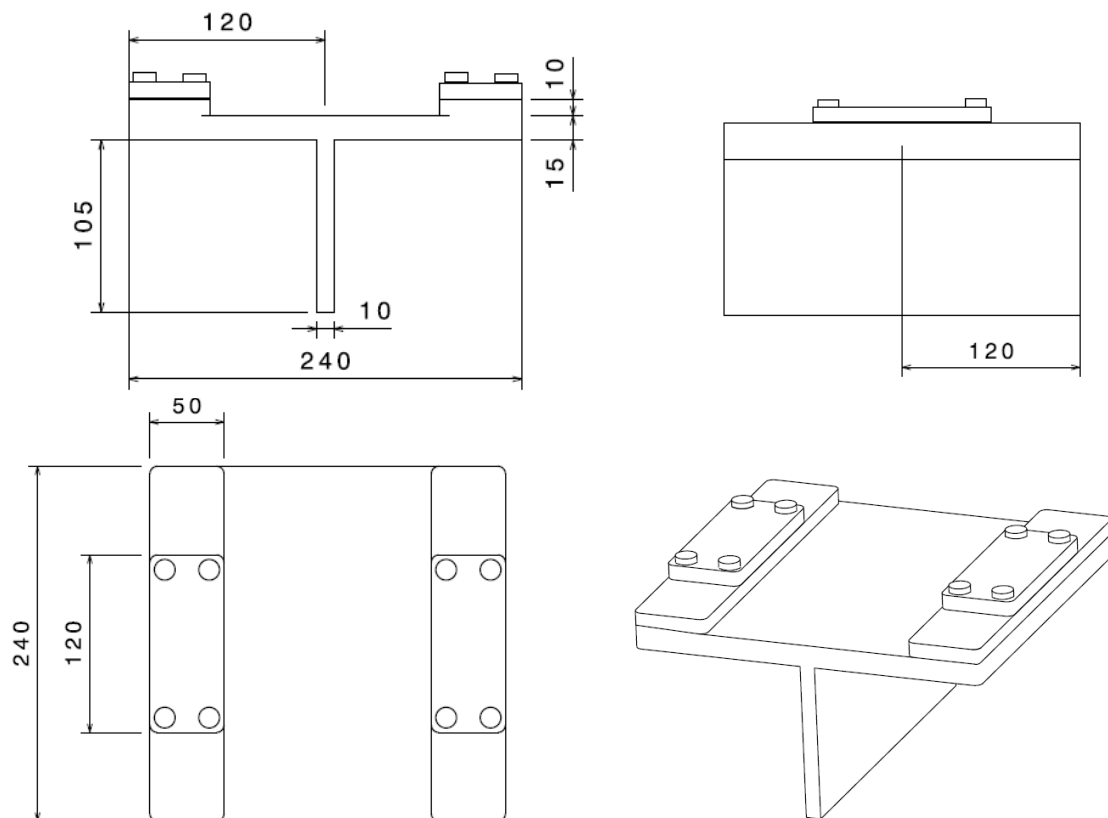
Por último, se pintaron de blanco las probetas por las zonas en las que previsiblemente aparecería la grieta (unión piel-rigidizador y perfil de la probeta) con el objetivo de facilitar la visualización de la propagación de ésta.

3.3.- Configuración del ensayo:

Se realizaron 10 ensayos de arrancamiento (pull-out) en una máquina de tipo mecánico. Para ello, fue necesario diseñar un útil que permitiese la adaptación de la máquina a este tipo de ensayo.

Concretamente, las condiciones de contorno necesarias consistían en la sujeción lateral de la probeta por la parte de la piel y el agarre de la parte superior del rigidizador con el objetivo de tirar de la probeta por esa zona. Además hubo que tener en cuenta que era necesario que la zona donde había bandas extensométricas quedase libre para que los registros de éstas fuesen correctos.

Por ello, siguiendo todas estas restricciones se diseñó un útil como el que aparece en la figura 3.10, de forma que la probeta se colocase en la parte superior de éste y se agarrase a la máquina por su parte inferior, tal como se ve en la figura 3.11.



Nota: Cotas en mm.

Fig.3.10. Dimensiones del útil usado en los ensayos.

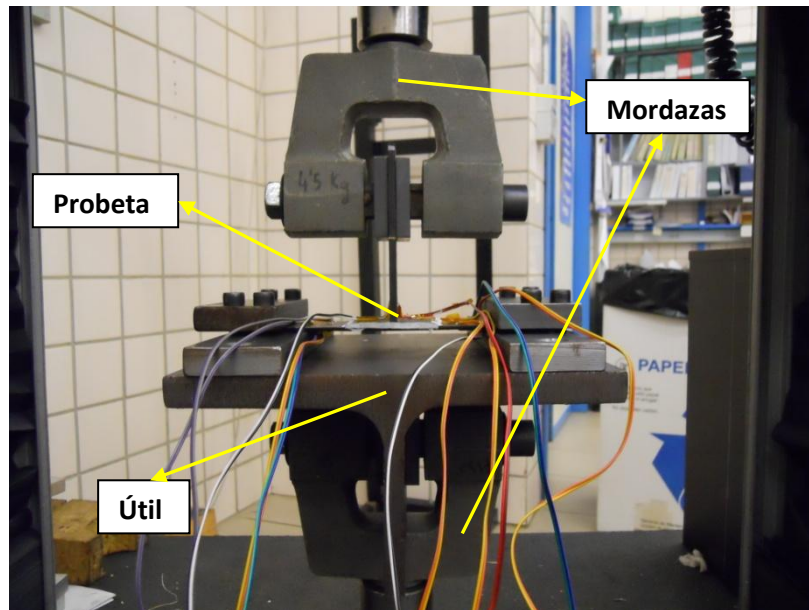


Fig. 3.11. Vista de la cogida del útil a la mordaza de la máquina.

Se optó por el uso de unas mordazas especiales con un área de sujeción mayor que el de las mordazas que se usan habitualmente en esta máquina. En la figura 3.11 se pueden ver este tipo de mordazas.

Los ensayos se realizaron todos a una velocidad de 0,5 mm/min ya que se comprobó que esta velocidad permitía ver adecuadamente el proceso de propagación de la grieta.

Se han medido la carga y las deformaciones registradas por las bandas extensométricas presentes en cada probeta. Además en algunos ensayos se ha obtenido una relación entre el avance de la grieta y la carga, ya que se tomaron medidas de la carga conforme iba avanzando la grieta.