

5.1 Condiciones del ensayo

Los ensayos han sido realizados en el Laboratorio del "Centre de Disseny d'Aliatges Lleugers i Tractaments de Superfície" que la Universitat Politècnica de Catalunya auspicia en la Escola Universitària Politècnica de Vilanova i la Geltrú.

Las condiciones ambientales de ensayo fueron las correspondientes a un laboratorio, es decir una temperatura ambiente de aproximadamente 22 °C, y una humedad relativa del 85%.

Los ensayos se realizaron a una velocidad constante de desplazamiento de mordazas en dos intervalos distintos. Una primera etapa de precarga en la que la velocidad de desplazamiento era de 10 mm/min hasta alcanzar una fuerza sobre el especimen de 20 Newtons, y una velocidad de ensayo de 20 mm/min hasta alcanzar la fuerza máxima en la que se detenía el ensayo.

5.2 Máquina de ensayo

Los ensayos se han realizado en una Máquina Universal de Tracción - Compresión de 100 kN de la marca Zwick, modelo Z100. Con servosistema de control de fuerza y desplazamiento y sistema informático de tratamiento de resultados que permite obtener gráficos fuerza - desplazamiento de mordaza, tensión - deformación, etc. (Fig. 3.6).

A esta máquina se acoplaron unos útiles de diseño especial que permitieron sujetar los especímenes en una posición concreta y aplicar la fuerza en la posición elegida para determinar su rigidez.



Fig. 3.6.- Máquina de ensayo

5.3 Útiles del ensayo

Para la realización de los ensayos de rigidez se diseñaron un conjunto de útiles que permitieran efectuar el ensayo de cada vértebra inclinada 60° hacia atrás respecto a su posición horizontal. Esta posición permite aplicar una solicitud a flexión sobre la fractura de manera que la fuerza es paralela a la sección de fractura y provoca también el máximo efecto de cizalladura sobre la misma.

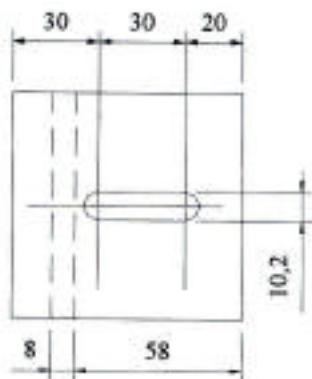
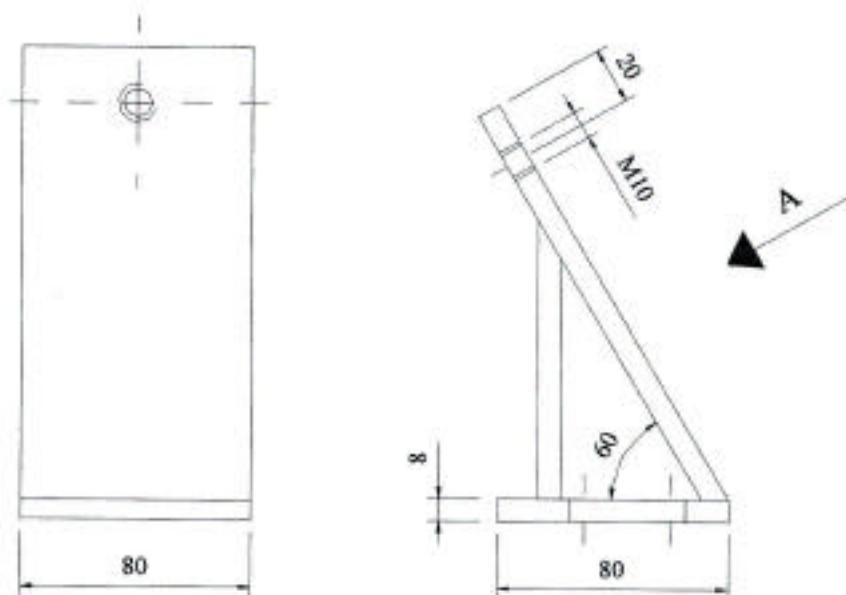
Los útiles que se diseñaron y construyeron aparecen en los planos 1, 2 y 3.

El plano 1 muestra el útil para la sujeción de la vértebra por lo que se puede definir como un soporte inclinado 60° para la sustentación del especímen, con dos orificios roscados para la colocación de un tornillo M10 que atraviesa el cuerpo vertebral y permite sujetar la vértebra en esta posición. La posición inclinada del soporte permite orientar el espécimen para que reciba la carga, la cual es aplicada directamente sobre las apófisis articulares inferiores y el arco vertebral.

El plano 2 se refiere al vástago con punta elástica que, montado en el brazo desplazable de la máquina, es el encargado de aplicar la fuerza de ensayo en la zona correspondiente de la vértebra.

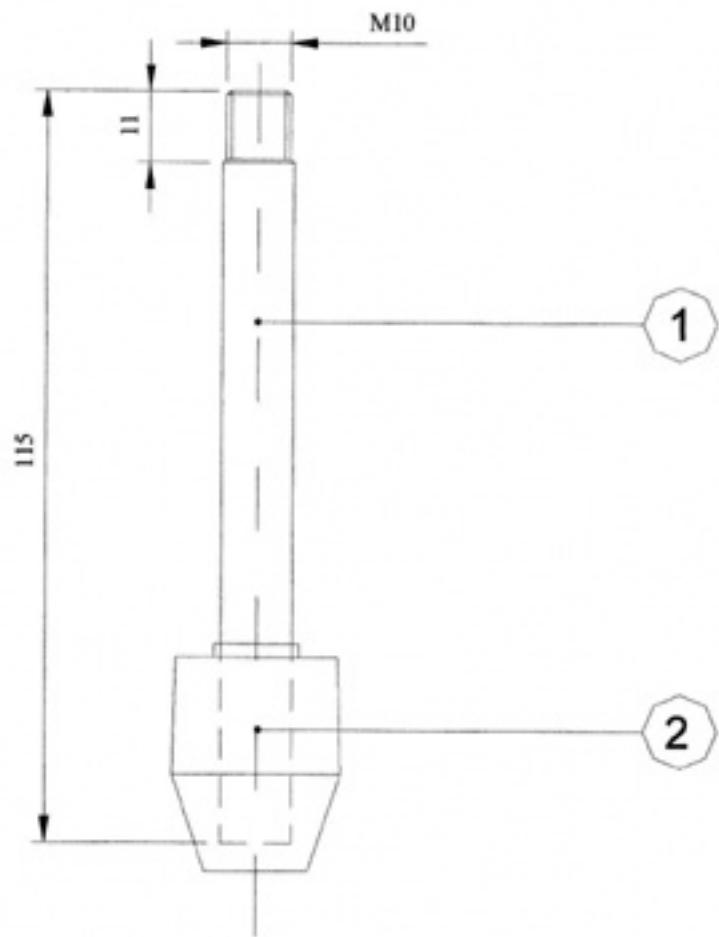
El plano 3 se refiere a los útiles de sujeción de la máquina de ensayo de los dos descritos anteriormente. Fue necesario diseñar y construir los útiles descritos, que permitieran la adaptación y sujeción del sistema de aplicación de fuerzas a la máquina de ensayos, de manera que fueran regulables para que pudieran adecuarse al tamaño y morfología de cada vértebra.

En las figuras 3.7, 3.8 y 3.9, respectivamente, se muestran una vértebra humana, una vértebra de plástico reparada con tornillos translaminares y una vértebra reparada con el sistema de la pinza pedículo-laminar montadas en el soporte inclinado.

PLANO 1: SOPORTE INCLINADO**VISTA A**

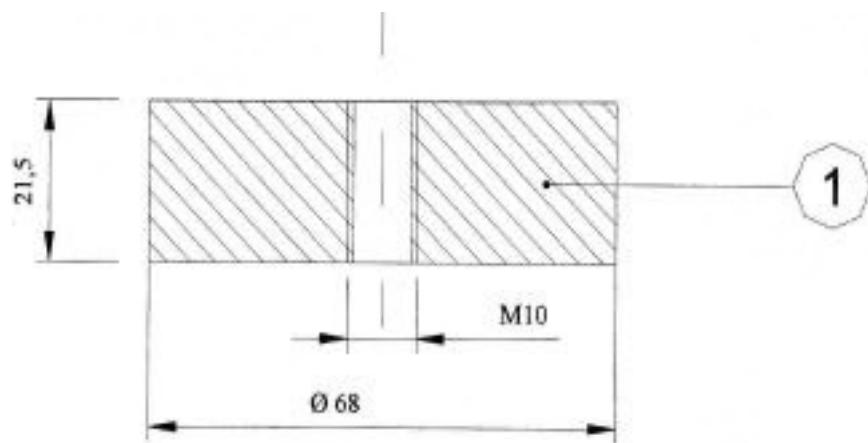
cotas en mm

Denominación	Nº Piezas	Material
Soporte Inclinado	1	Acero Pavonado

PLANO 2: VÁSTAGO CON PUNTA ELÁSTICA

cotas en mm

Nº	Denominación	Cantidad	Material
1	Vástago	1	Acero Pavonado
2	Punta	1	Goma

PLANO 3: PIEZAS DE ADAPTACIÓN A LA MÁQUINA DE ENSAYO

cotas en mm

Nº	Denominación	Cantidad	Material
1	Piezas de adaptación a la máquina	2	Acero Pavonado

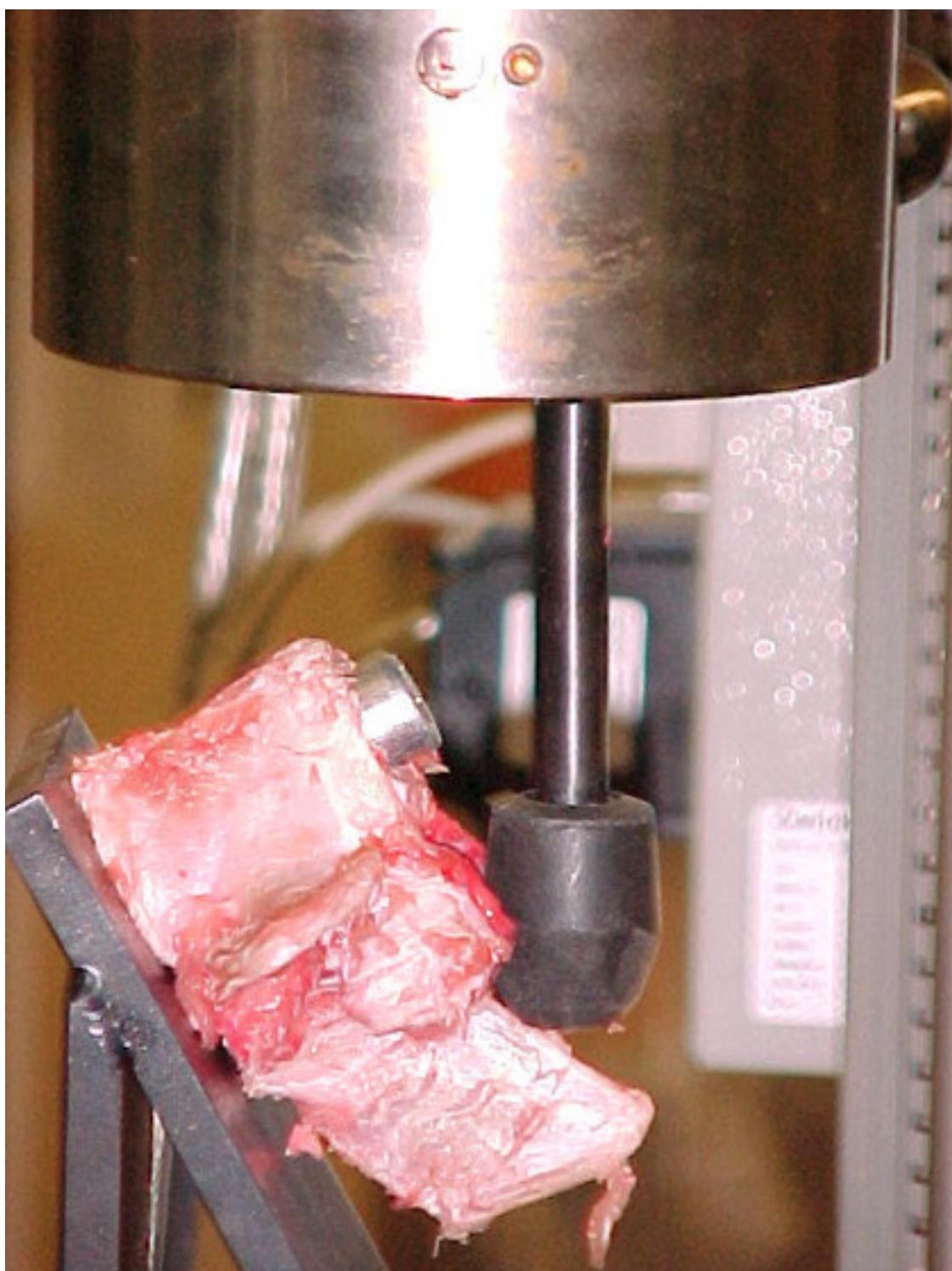


Fig. 3.7.- Vértebra humana sobre plano inclinado



Fig. 3.8.- Vértebra de plástico

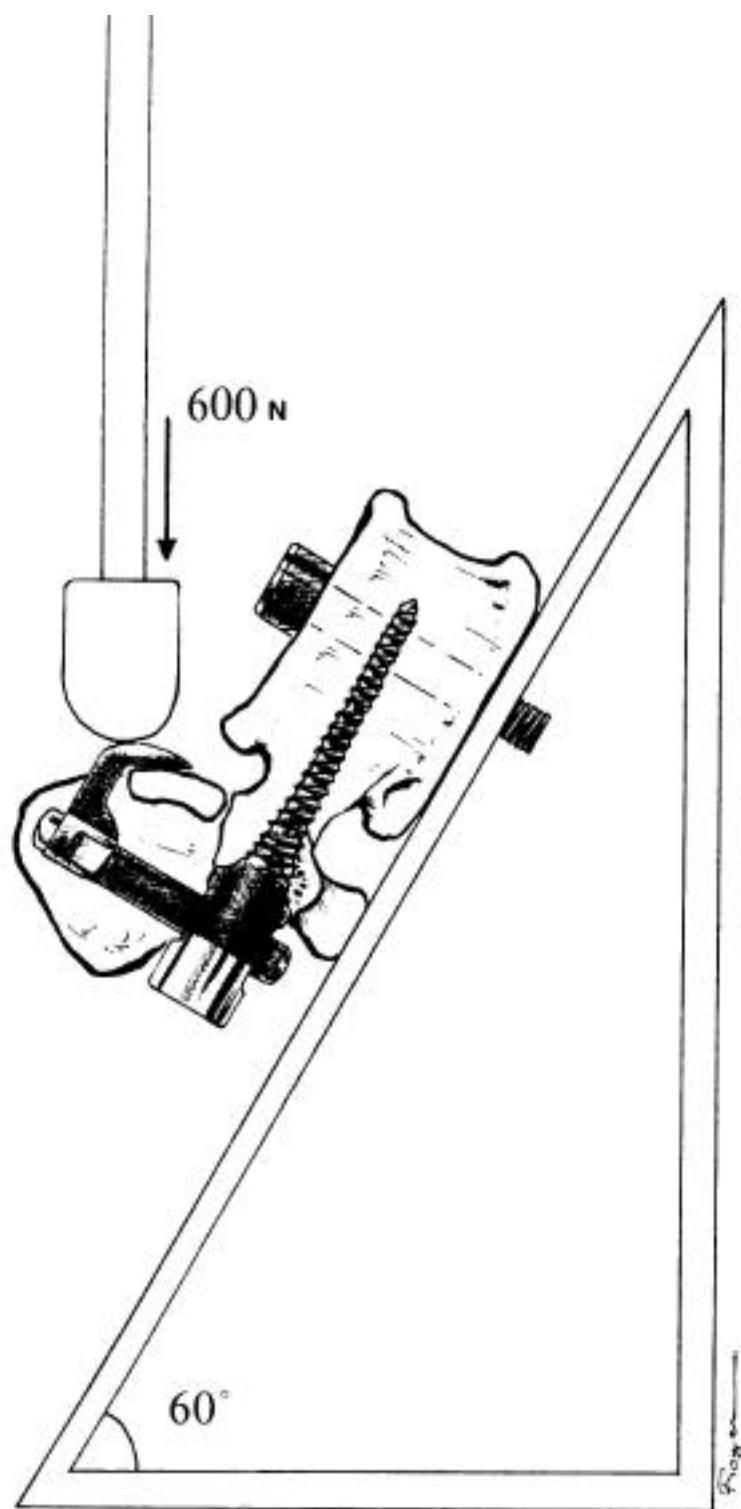


Fig. 3.9.- Ensayo sobre una vértebra reparada con la pinza pedículo-laminar

5.4 Descripción del método

Seleccionado el espécimen a ensayar, se procede a montarlo en el soporte inclinado que se ha descrito, cuidando de que su orientación sea la correcta para recibir la fuerza aplicada por el vástago con punta elástica sobre las apófisis articulares inferiores del arco vertebral. El soporte se sitúa sobre la plataforma inferior de la máquina de ensayo y se ajusta a la posición inicial dispuesta para el ensayo.

Se predisponde la Máquina Universal de Tracción estableciendo los parámetros propios de cada prueba. Se inicia el ensayo aplicando gradualmente la carga y observando el comportamiento del espécimen para limitar la prueba cuando dejan de ser proporcionales los valores de carga aplicada y las deformaciones.

La respuesta del espécimen se visualiza en un gráfico carga aplicada-deformación (Fig. 3.10) que nos permitirá, en la evaluación de los resultados, valorar la rigidez de cada uno de los sistemas.

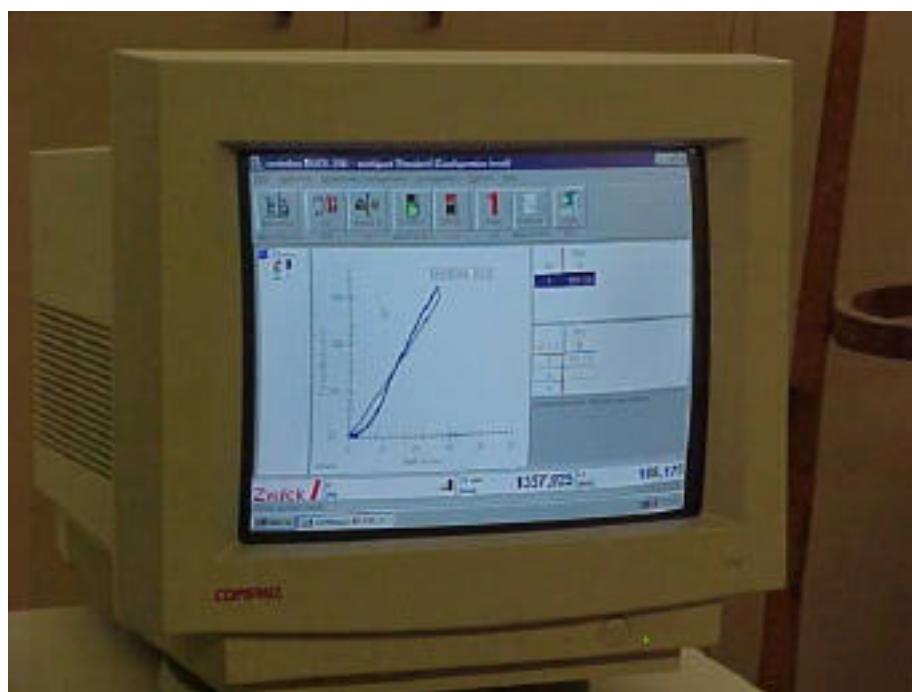


Fig. 3.10.- Gráfico fuerza-deformación. Visualización en pantalla.

Las figuras 3.11 a 3.16 ilustran ensayos de los diferentes sistemas de fijación citados.

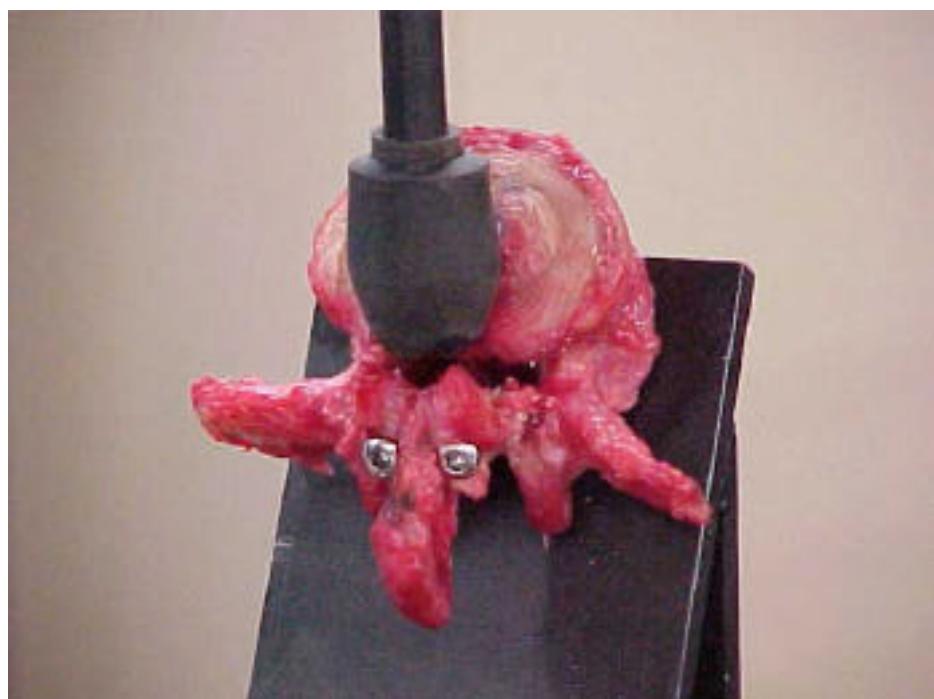


Fig. 3.11.- Vértebra humana. Sistema Buck

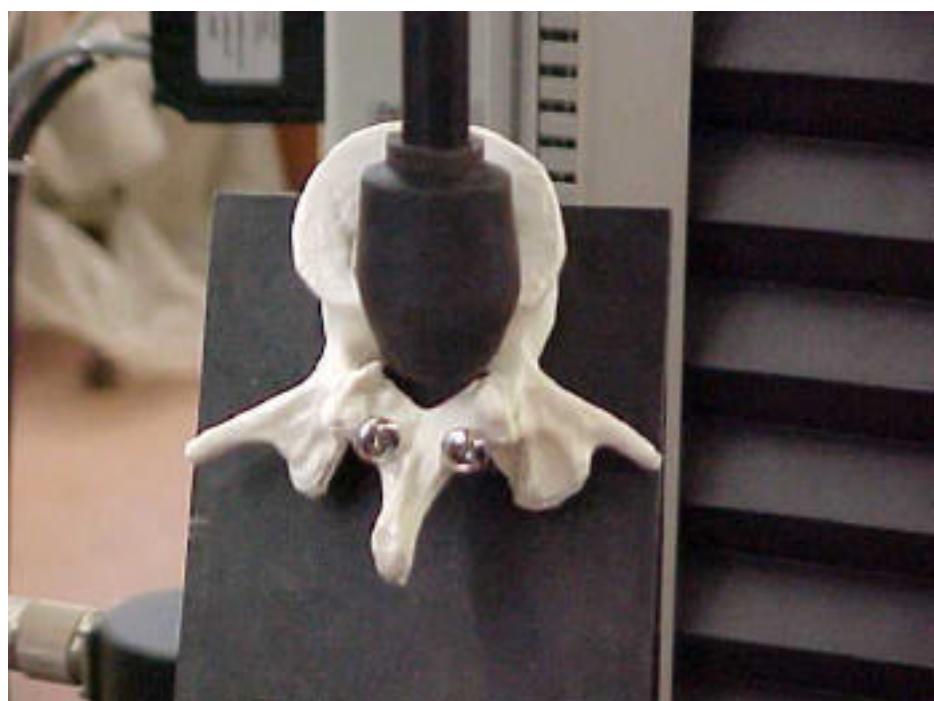


Fig. 3.12.- Vértebra de plástico. Sistema Buck

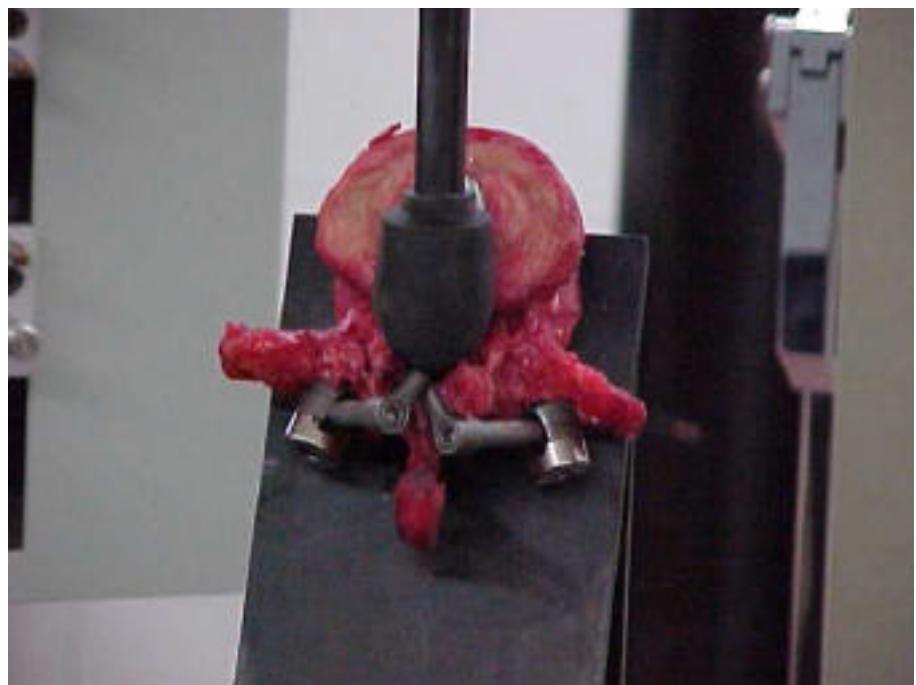


Fig. 3.13.- Vértebra humana. Sistema Diapasón

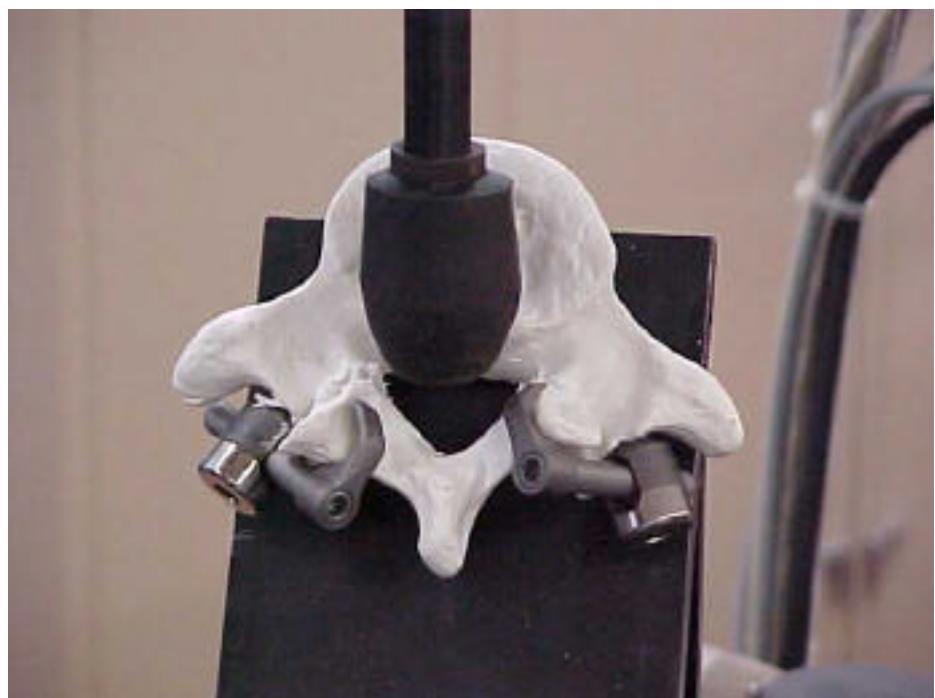


Fig. 3.14.- Vértebra de plástico. Sistema Diapasón

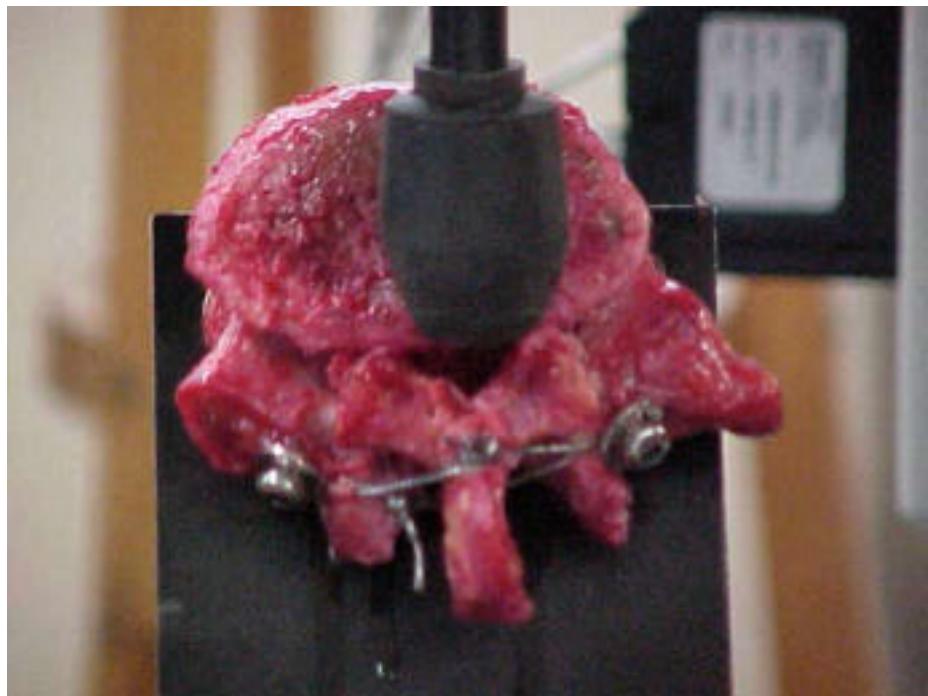


Fig. 3.15.- Vértebra humana. Sistema Songer



Fig. 3.16.- Vértebra de plástico. Sistema Songer