

Análisis de un material encontrado en la escena de un crimen



Alumnos del laboratorio criminalístico de física del IES Jerónimo Zurita de Zaragoza

Se cometió un crimen en la Avenida Madrid 273 de Zaragoza, para lo cual se requirió la presencia de la unidad forense y de los técnicos del CSI. Tras una inspección visual se procedió a fotografiar la escena del crimen y recoger las pruebas que el/los asesinos hubieran podido dejar. Se encontraron tres sustancias químicas de origen desconocido y un trozo de material cuya naturaleza también se desconocía, estas muestras fueron enviadas al laboratorio de investigación criminalística para su análisis.

En el laboratorio criminalístico de Física se analizó la pieza de material, realizando las siguientes pruebas en el orden que se describe

1. Análisis a simple vista del material, medidas de densidad y conductividades eléctrica y calorífica
2. Microscopía electrónica de barrido (SEM)
3. Microscopía de análisis confocal
4. Medidas de susceptibilidad magnética
5. Microscopía de fuerza magnética

El tipo de pruebas a realizar y el orden en que se realizaron responden a los estándares para este tipo de materiales en un laboratorio de criminalística.

Análisis a simple vista del material encontrado, medidas de densidad y conductividades eléctrica y calorífica



Fotografía del objeto

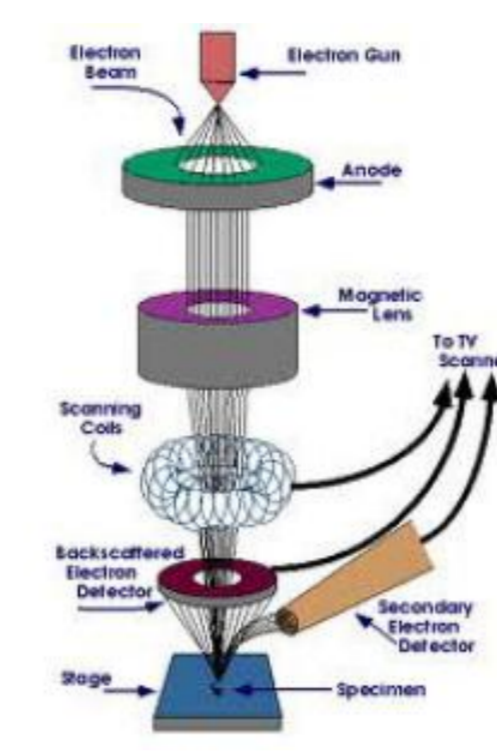
Medidas de conductividad eléctrica realizadas con una pila y un polímetro nos confirman que el material conduce la corriente eléctrica. Calentado por una de los lados con una placa calefactora, se observa que conduce el calor, por tanto podemos suponer que se trata de un metal.

La medida de la densidad del material da un valor de $2,7\text{g/cm}^3$, muy próxima a la del Aluminio. Podríamos suponer que se trata de una aleación de aluminio. Habrá que someterlo a otras pruebas para determinar con exactitud si se trata de aluminio y determinar cuáles son los componentes de la aleación.

Microscopía electrónica de barrido (SEM)



Un microscopio electrónico utiliza como fuente de radiación electrones, en lugar de luz visible, que es la radiación utilizada por un microscopio óptico.



Realización:

Se incrustó la muestra en un bloque de resina en dos posiciones (de lado y de frente) al analizar la parte frontal se determinó que no estaba compuesto de aluminio sino de una aleación de Níquel, Cobalto, Fósforo y algo de Cromo como elementos principales tal y como se puede ver en la gráfica. No apareció aluminio hasta que analizamos la parte central de la muestra de canto y reveló que el interior de esta era una aleación de aluminio y

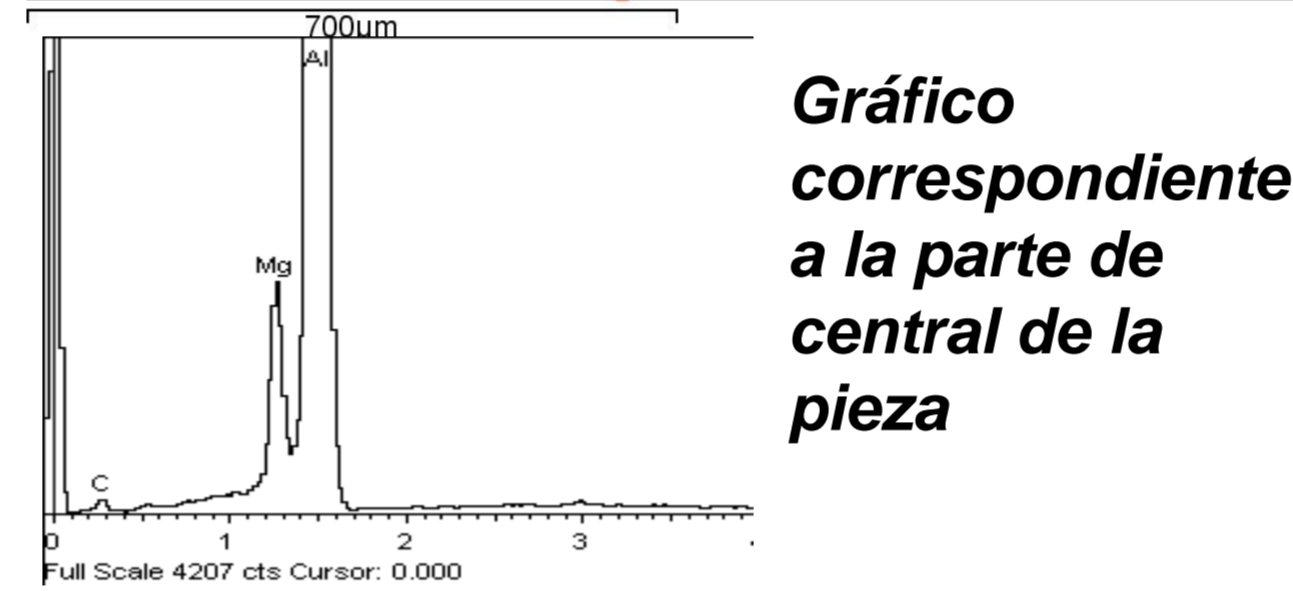
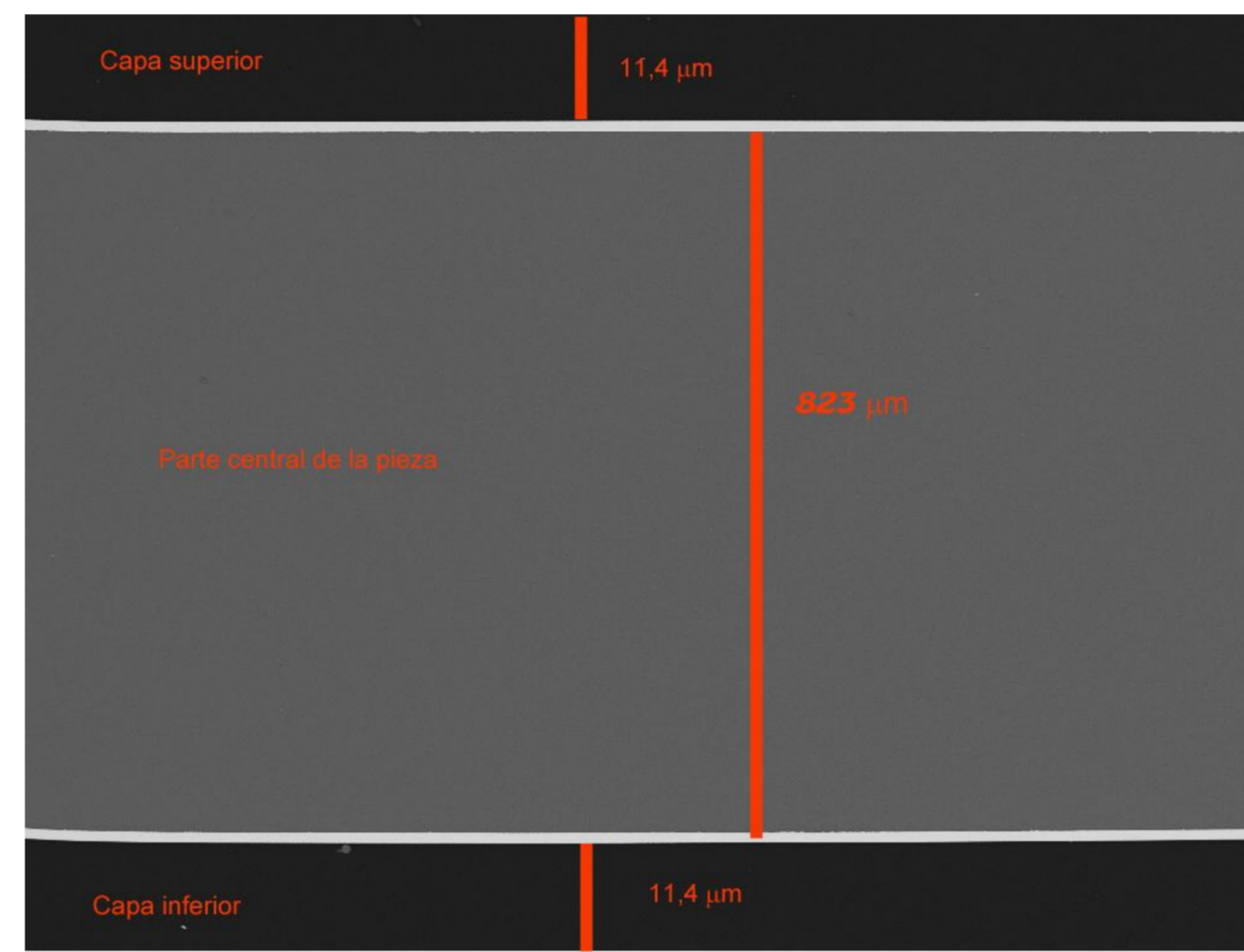


Gráfico correspondiente a la parte de central de la pieza

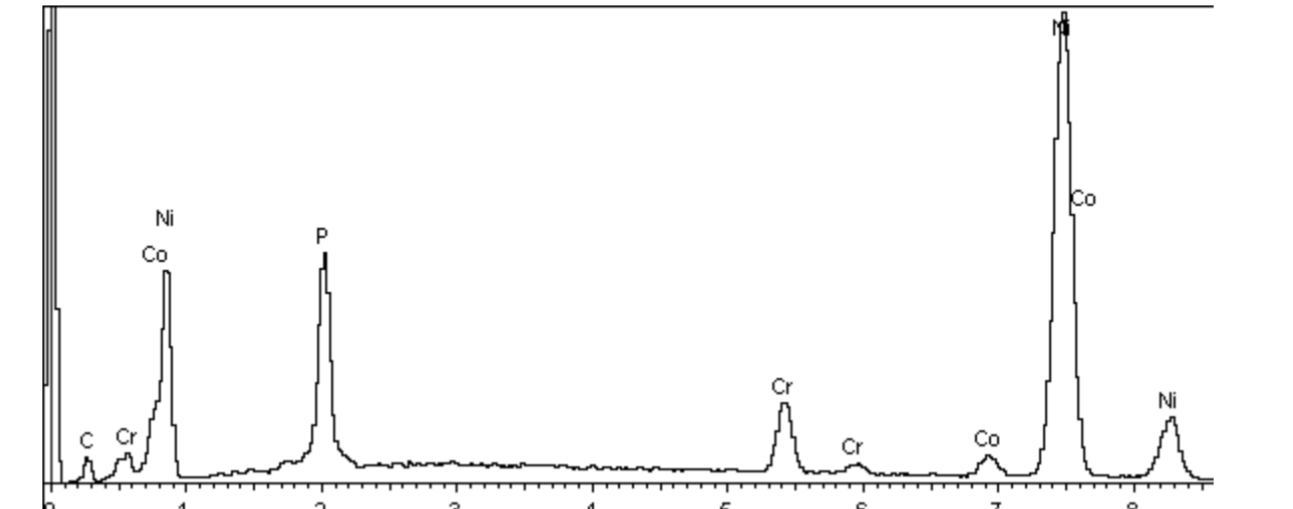


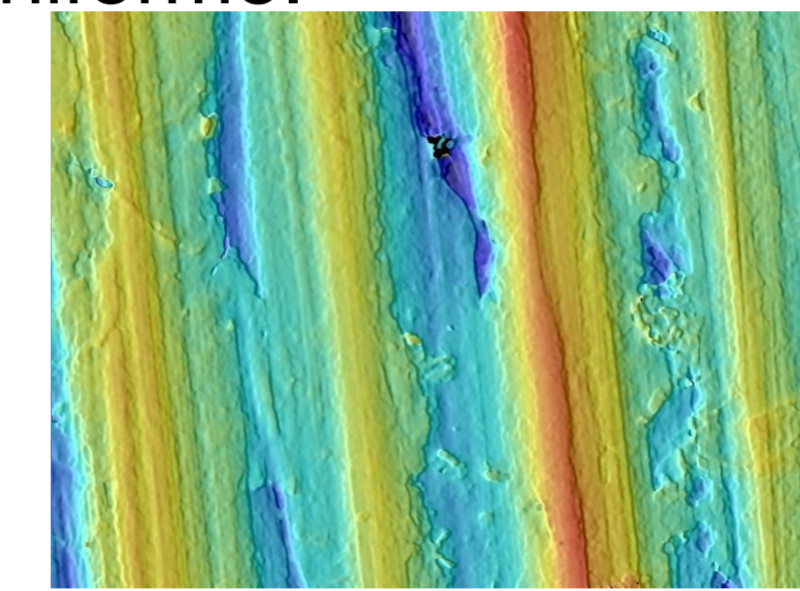
Gráfico correspondiente a la parte superior e inferior

Microscopía de análisis confocal

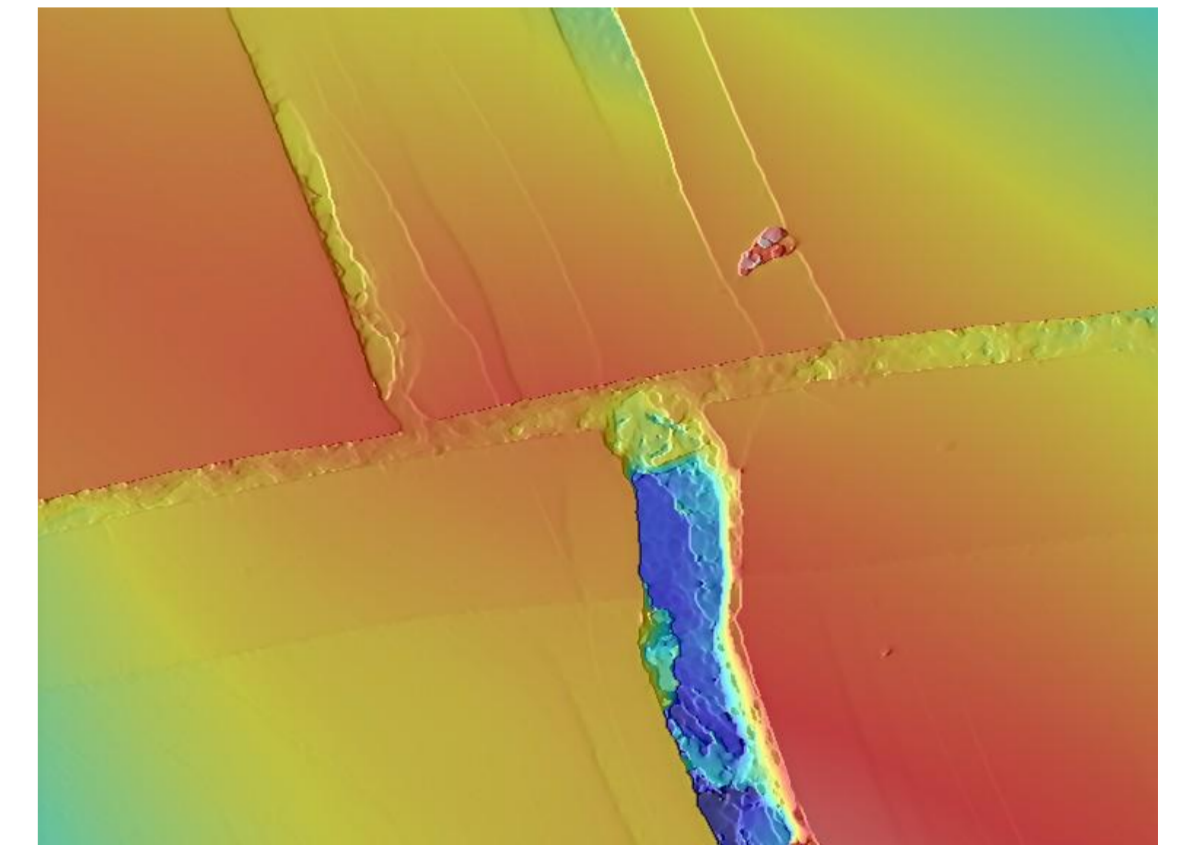
Se trata de un microscopio óptico que nos permite realizar un escáner topográfico de un material.

Proceso de Medida: Se ajustó el microscopio enfocando la zona deseada. Se marcó como punto de inicio una altura enfocada y después se acercó hasta desenfocarla y se realizó el barrido.

Se comparó una muestra de aluminio rugoso (izquierda) con nuestra muestra (derecha), viendo grandes diferencias, nuestra muestra es más uniforme.



En los bordes podemos observar grandes grietas por lo que se deduce que se ha fragmentado de un objeto mayor.

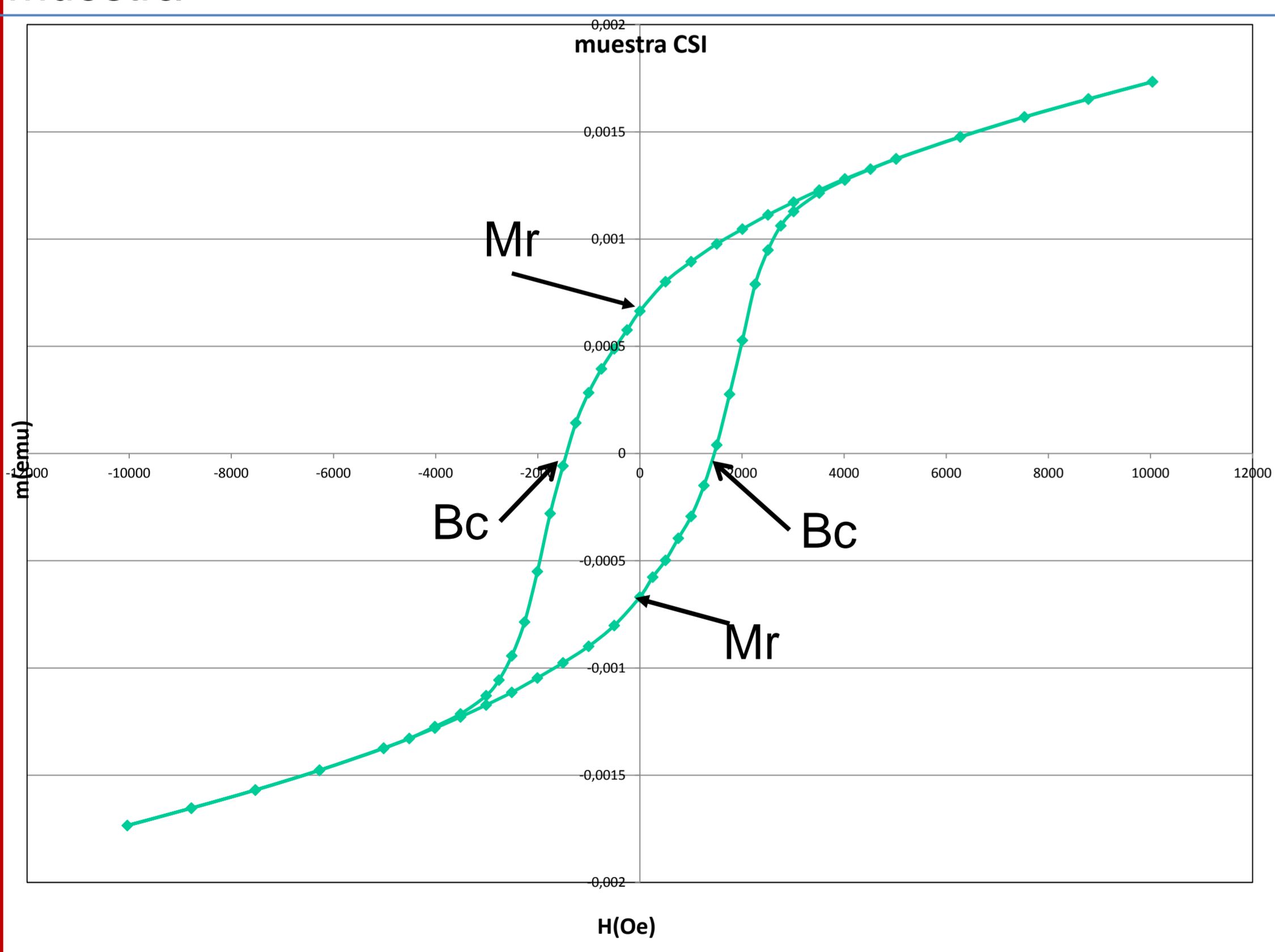


Fotografía del borde de la pieza, hecha en el microscopio de análisis confocal, donde se observa la fragmentación de la misma

Medidas de susceptibilidad magnética

La máquina utilizada es un magnetómetro. Su función es aplicar un campo magnético para conocer la imantación de la muestra en cada fase.

La muestra se introduce a través de una varilla en el magnetómetro. Una vez dentro, se coloca entre dos bobinas superconductoras, y se genera un campo magnético que se aplica sobre la muestra



Se obtiene una gráfica que corresponde a un ciclo de histéresis como la de la figura

Es un material ferromagnético, ya que al desaparecer el campo magnético aplicado (eje horizontal), el del material (eje vertical) no vuelve a cero, (0,00066414 Oersted). Sabemos que la muestra tiene cobalto y níquel en su superficie, estos dos últimos metales son ferromagnéticos.

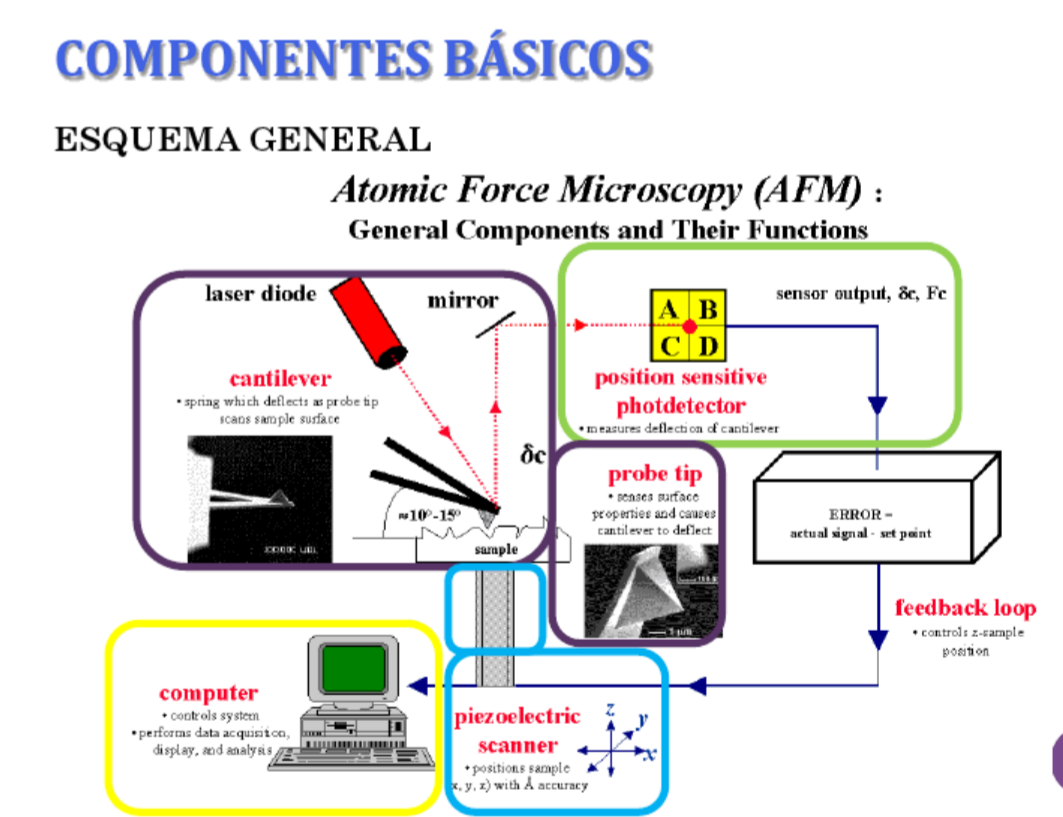
Si continuamos disminuyendo el campo magnético externo observamos en la curva que se desmagnetiza el material con un campo externo de -1506 emu, este campo no es ni muy alto (material duro) ni muy bajo (material blando).

Continuamos disminuyendo el campo externo hasta llegar a la imantación de saturación inversa, que tiene el mismo valor que la directa pero de signo contrario, -3512 oersted. A partir de este punto si vamos disminuyendo en valor absoluto el campo magnético negativo, la pieza no vuelve por la misma curva como se observa en el gráfico. Los valores de B_c (Campo magnético coercitivo) y M_r (Remanencia) son iguales que en la curva primera pero de signo contrario. A una curva como esta se le llama de histéresis.

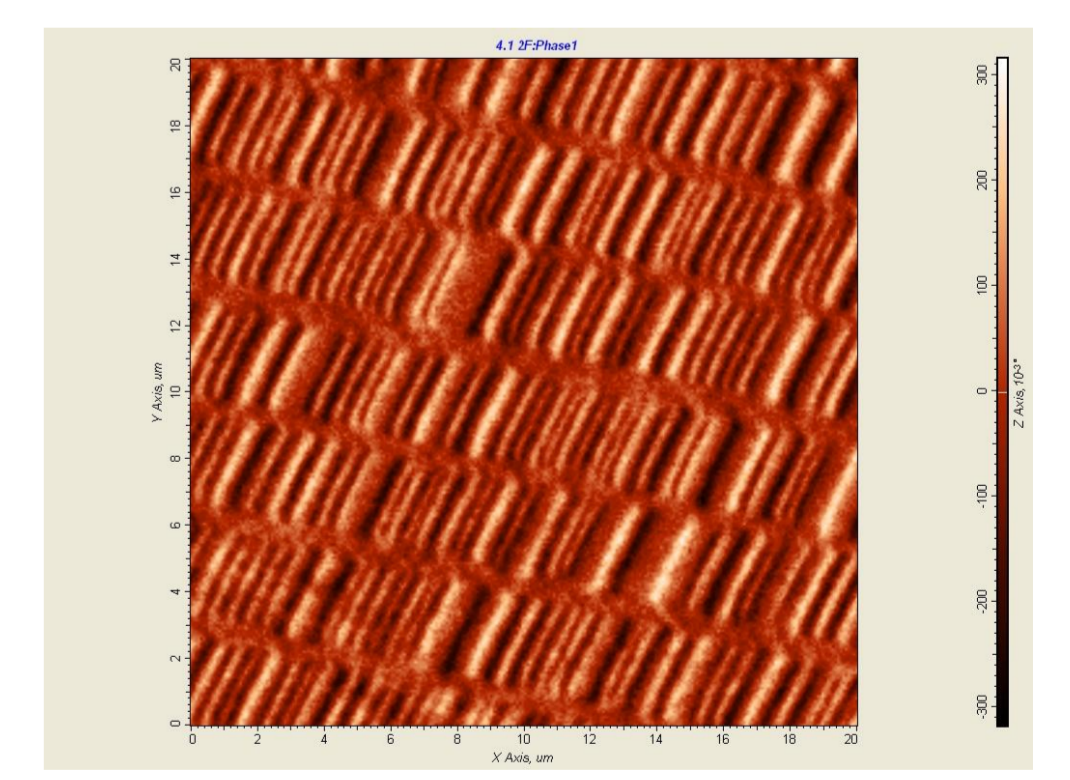
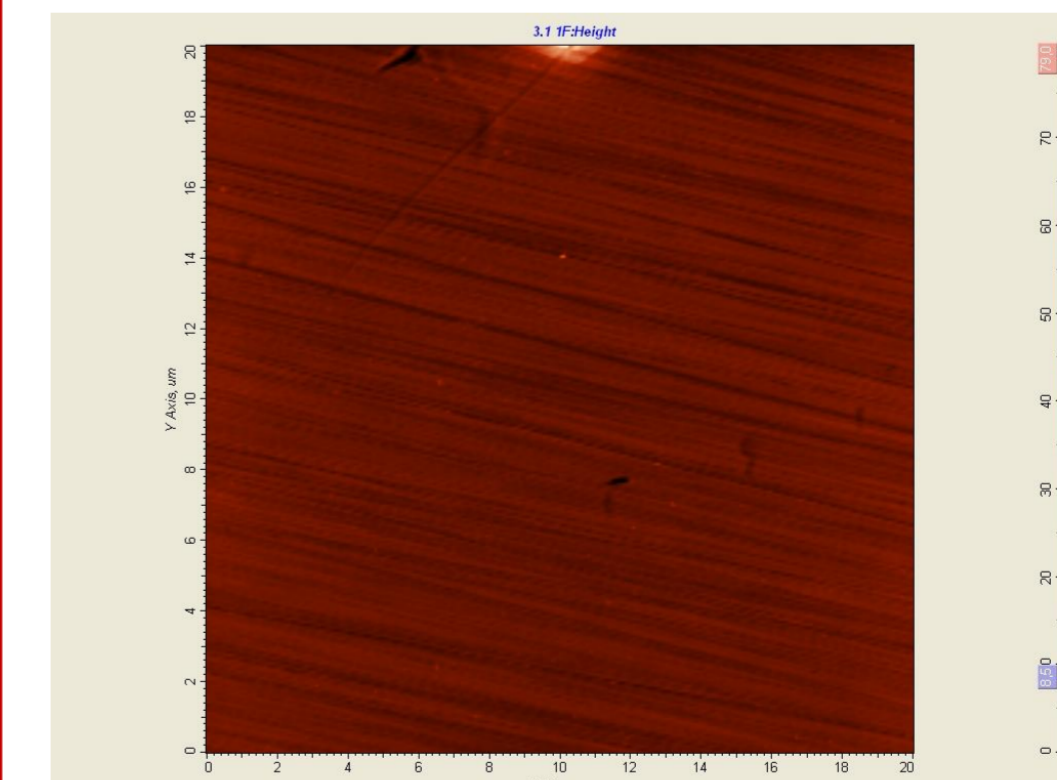
Se trata de un material ferromagnético que se puede imantar en dos sentidos N-S y S-N y que se puede desimantar con un campo magnético externo no excesivamente grande

Microscopía de fuerza magnética

En la microscopía de fuerza magnética una punta recorre la superficie de la muestra ligeramente separada de ella y es de un material magnético. Para determinar la posición de la punta hay un láser que se refleja en la punta e incide en un fotodetector.



En la microscopía de fuerza atómica se obtuvo una imagen de su topografía (Figura de la izquierda)



Con la microscopía de fuerza magnética, se obtuvo la representación de la figura de la derecha en la que se observan diferentes zonas, con sentidos de imantación N-S y S-N, dominios magnéticos. En la imagen la franjas de diferente color blanco o rojizo

Conclusiones: Se trata de una pieza hecha de una aleación de aluminio según nos indica las medidas de densidad que forma parte de un objeto más grande según demuestra la microscopía confocal. La microscopía electrónica nos indica que está recubierta por los dos lados de una capa que es fundamentalmente de níquel y cobalto. El centro es de una aleación de Aluminio y magnesio Las medidas de susceptibilidad magnética nos dicen que el material es ferromagnético, en concordancia con la presencia de Ni y Co y que no es ni muy duro ni muy blando desde el punto de vista magnético. El material se puede imantar permanentemente en las dos orientaciones y se puede desimantar. Por último las medidas de microscopía magnética nos confirma la presencia de dominios magnéticos N-S y S-N. Podemos deducir que es un objeto que almacena información en dos estados que podemos relacionar con los 1 y 0 de la lógica digital (bits), que se puede borrar la información sin dificultad, pero no con un campo magnético pequeño y como además es metálico, de aluminio, concluimos que es un trozo de un disco duro.