



JORNADAS DE DESARROLLO E INNOVACION  
OCTUBRE 2000

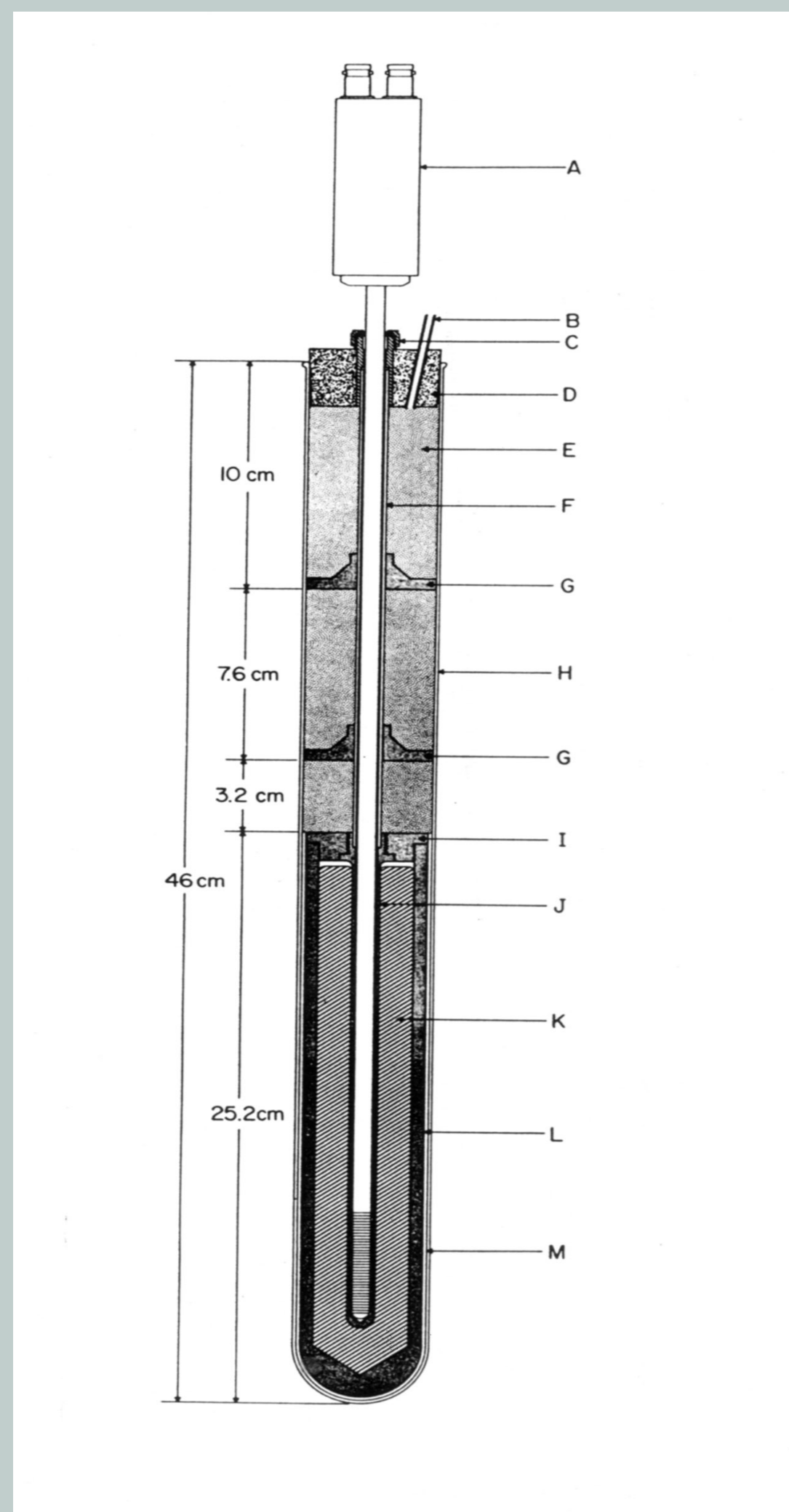
Instrumentación, Control y Metrología  
Precompetitivo  
Innovación Tecnológica

# Termómetros autocalibrables en el laboratorio y en la industria

M. Tischler, P. Giorgio  
Instituto Nacional de Tecnología Industrial, Departamento de Patrones Nacionales de Medida, Argentina  
H. Lehmann, Electrotherm, Geraberg, Thüringen, Alemania

La medición y control de temperatura son importantes en numerosos procesos industriales. Los termómetros con que se mide se descalibran durante el uso y requieren ser calibrados frecuentemente, para lo cual deben ser retirados de servicio y enviados a un laboratorio. Hace ya cierto tiempo se desarrolló en el INTI un nuevo dispositivo, el punto fijo termométrico miniatura (PFTM) que integrado en un termómetro permite su control y recalibración "in situ". El INTI patentó en Argentina y publicitó la idea hace ya más de tres lustros pero el desafío de desarrollar el producto para fines industriales no fue encarado hasta épocas más recientes.

El termómetro termoelectrico de punto fijo miniatura (TTPF) fue desarrollado en el ámbito de laboratorio en el INTI y utilizado desde un principio para establecer la Escala Nacional de Temperatura. Sirvió de esta manera para dar trazabilidad a diversos tipos de termómetros que INTI calibró a través de los años para la industria y otras instituciones.



Punto fijo convencional. El termómetro solo puede calibrarse en el laboratorio. Utiliza del orden de 1 kg de material puro, que funde o solidifica durante la calibración (cambio de fase).

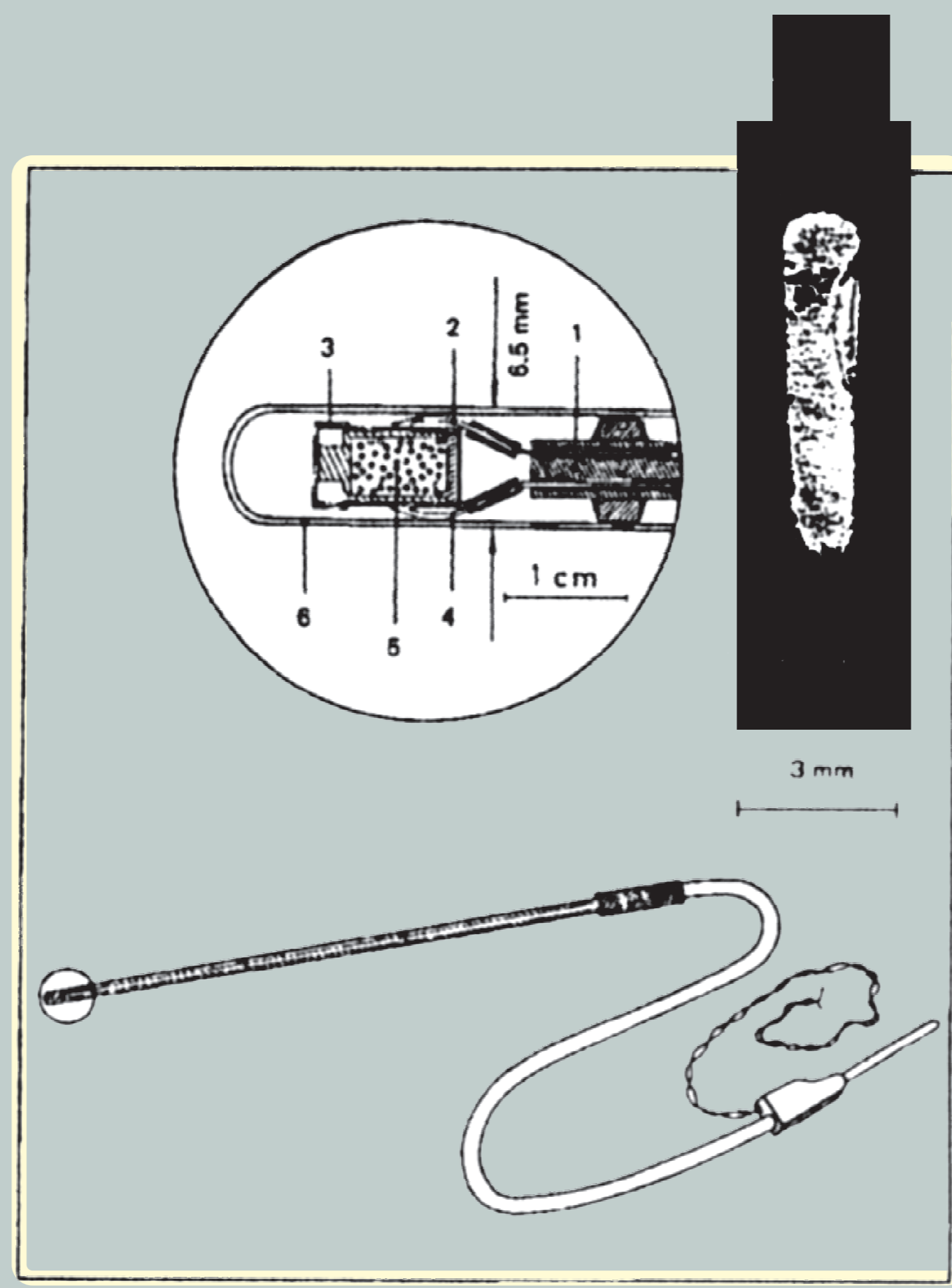
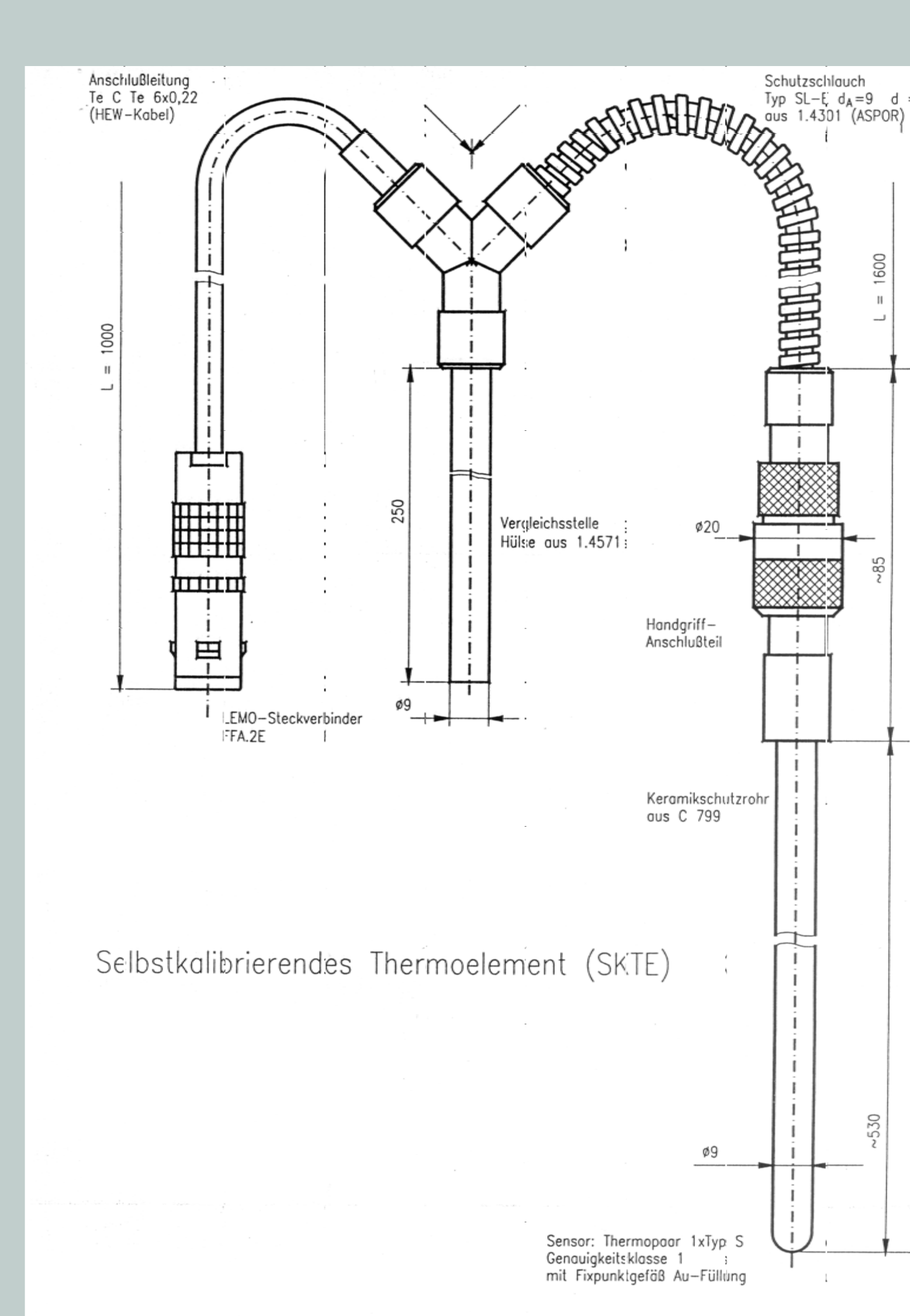
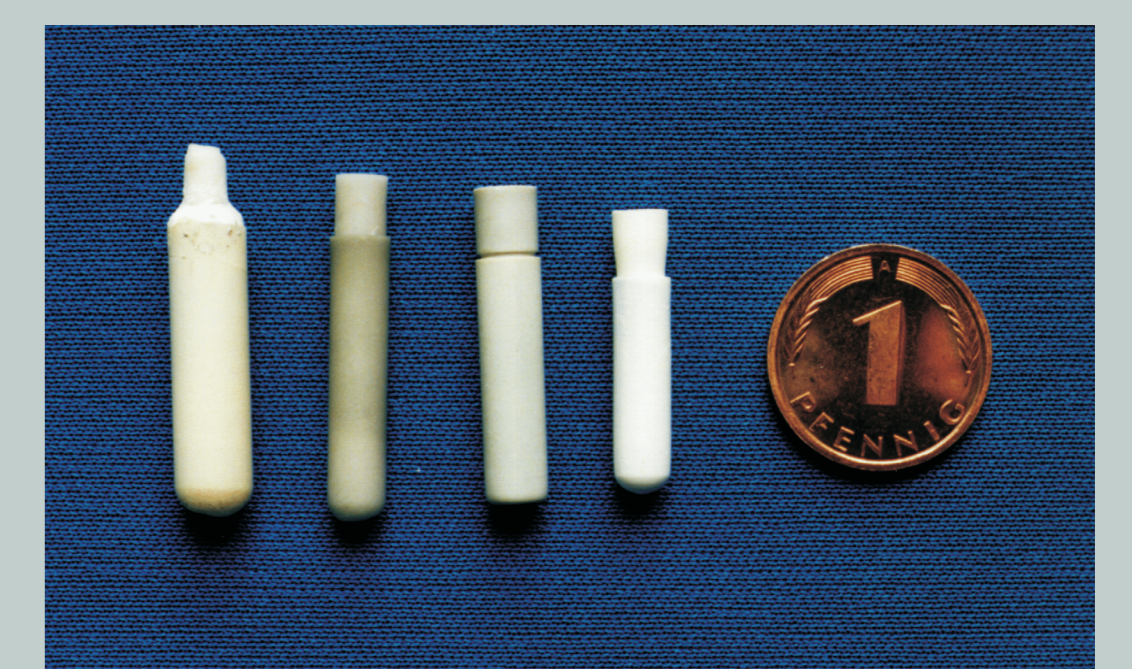


Figura 2: El termómetro termoelectrico de punto fijo  
1.- Aislador de alumina, 2 y 4.- Alambres de termocupla, 3.- Cápsula de platino con tapa, 5.- PFTM o portamuestras, y una fotografía de su sección, 6.- Tubo de cuarzo.

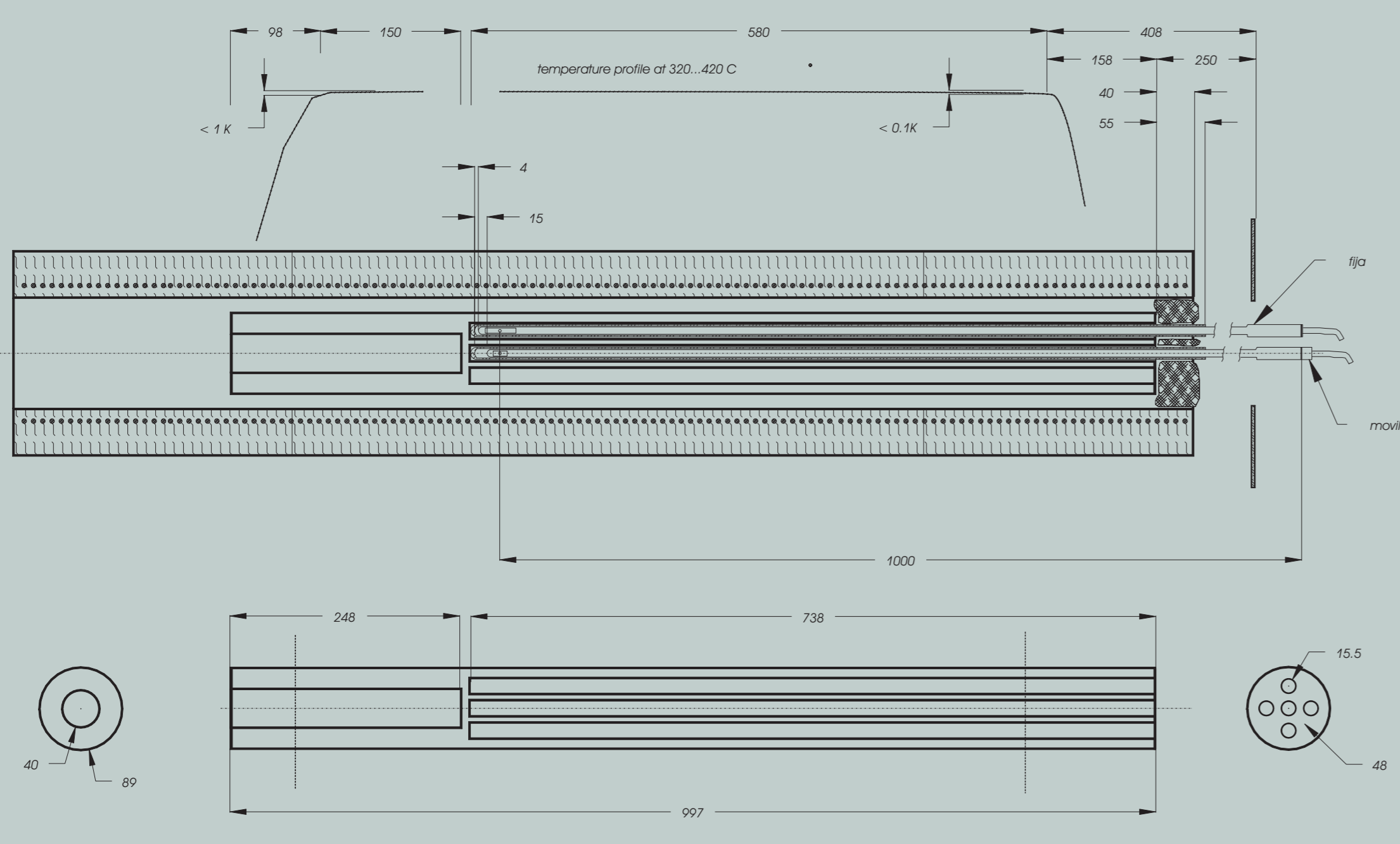
Termocupla autocalibrable con punto fijo miniatura (PFTM) desarrollado en el INTI y patentado en la Argentina (1984). El crisol de solo 10mm de longitud y 3 mm de diámetro puede intercambiarse para calibrar "in situ". Se cubre la gama entre 0°C y 1064°C. Contiene ~0,1g de material puro que cambia de fase durante la calibración. Está construido en grafito de pureza espectrográfica y actualmente estamos investigando la utilización de alumina y la extensión a mayores temperaturas.



En los últimos 10 años la Universidad Técnica de Ilmenau (Alemania) junto con la empresa Electrotherm, desarrolló en base a la idea gestada en INTI una termocupla autocalibrable con punto fijo termométrico miniatura (PFTM). La fotografía de la derecha muestra diversos modelos de PFTM. Los crisoles son fabricados con materiales del alta tecnología (p. ej. AlN y alumina de alta pureza). Contienen del orden de 1g de material puro que cambia de fase. La empresa cedió al INTI un prototipo de termocupla (termopar de Pt/Pd) con tres PFTM (Zn : 419,527 °C, Al : 660,323°C y Au : 1064,18 °C), para investigar su comportamiento en relación a los PFTM del INTI.

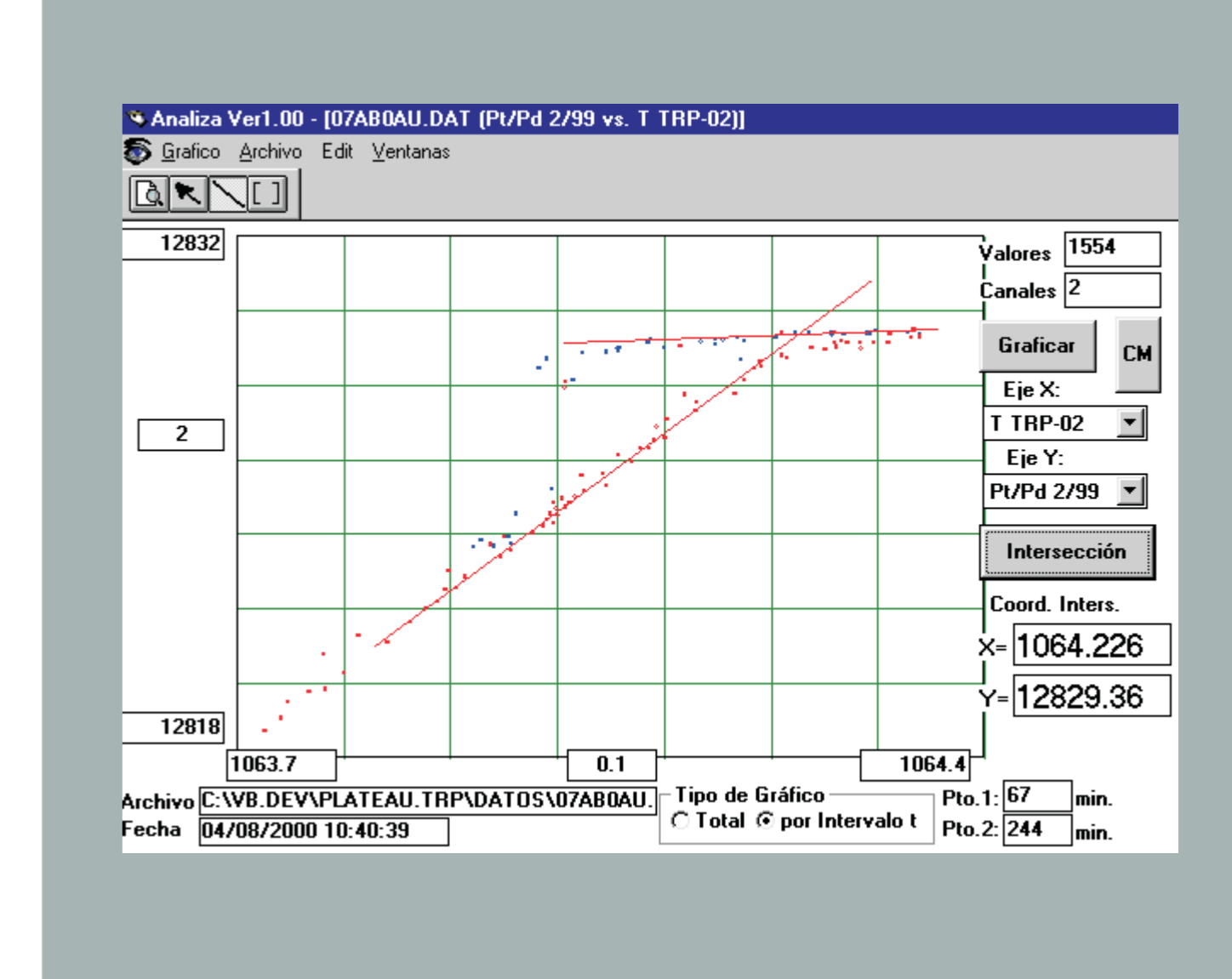
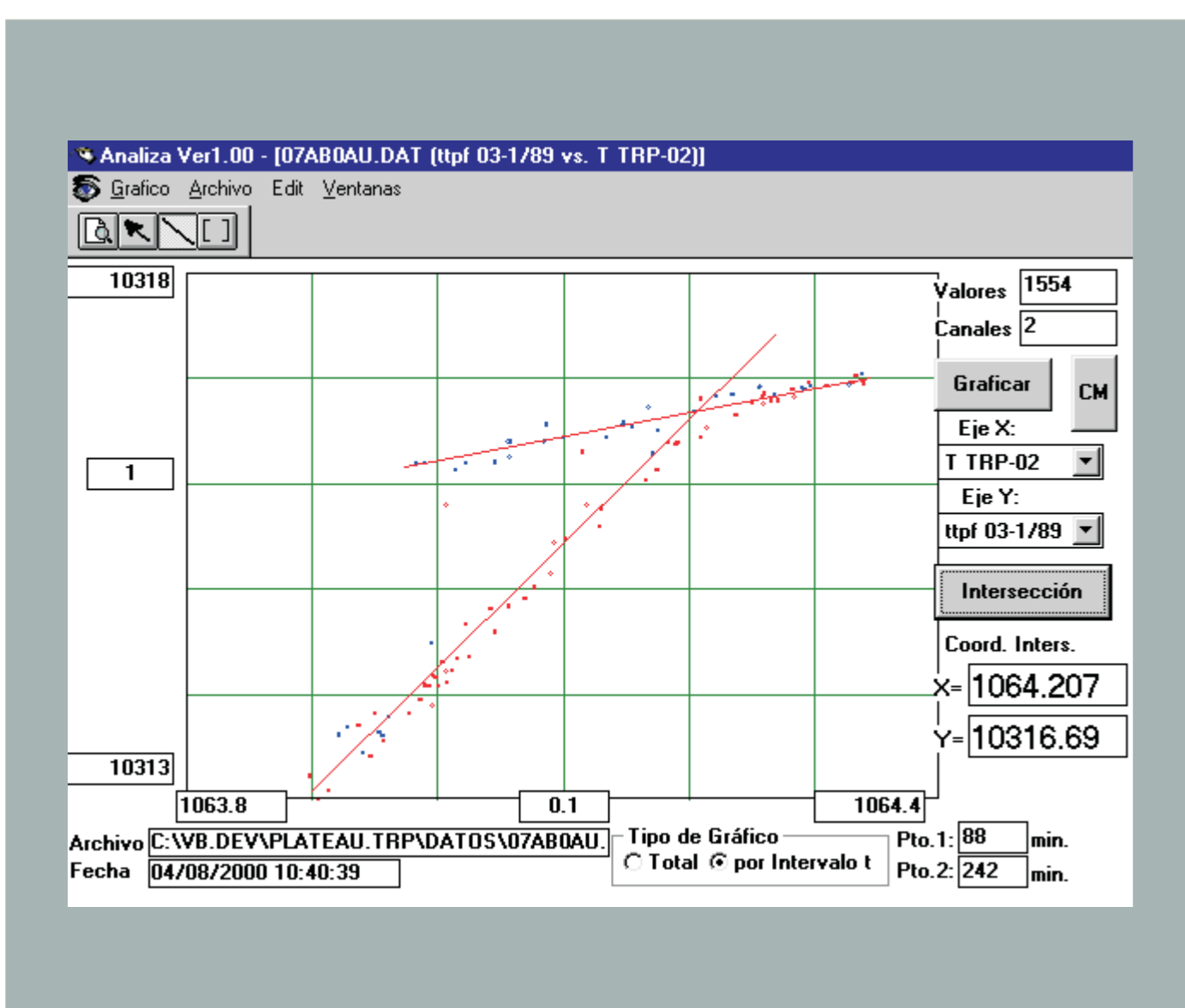


Escala: La moneda de 1pfennig alemana tiene un tamaño similar a la de 1 centavo argentina



Izquierda: Esquema del horno utilizado en INTI para comparar los PFTM del INTI con los cedidos por la empresa alemana para este fin. Este horno posee un tubo de calor (heat pipe) que permite la comparación al uniformizar la distribución de temperatura. Se utilizaron dos tubos de calor: uno con Cesio como material activo (300°C a 660°C) y otro con Sodio como material activo (600°C a 1100°C).

El horno es controlado automáticamente por un sistema computarizado desarrollado en INTI, que al mismo tiempo registra el proceso de cambio de fase dentro de PFTM. El sistema mide además, entre otras cosas la fuerza electromotriz (fem) generada por las termopares que portan los respectivos PFTM, y la temperatura del horno con una termoresistencia de platino (TRP) de precisión. La figura de la izquierda representa la fem generada por la termocupla del INTI ttpf 03-1/89 vs. la temperatura del horno. La figura de la derecha representa lo mismo para la termocupla de Electrotherm Pt/Pd 2/99. La intersección de las rectas rojas corresponde al punto de equilibrio de fase del material dentro del PFTM (en este caso oro con una temperatura de 1064,18 °C). Las diferencias que "ve" la TRP entre ambas termocuplas pueden interpretarse como la diferencia entre los puntos fijos, aunque parte de esta diferencia se debe a inhomogeneidades en la distribución de temperatura en el horno. Las tablas (abajo) muestran los resultados obtenidos para Zn, Al y Au. Las diferencias en °C están marcadas en rojo.



Ciclo	T TRP02	Archivo	TTPF03-189	TTPF03-190	PPF02/99	promedios	diff. con prom.
	°C	μV	μV	μV	μV	°C	°C
1	419.490	fus. y sol.	3437.86	Grafito	3437.626	419.491	-0.013
2	419.492	fus. y sol.	3437.86	Grafito	3437.626	419.492	0.000

PFTM de Zinc

Archivo	TTPF03-189	TTPF03-190	PPF02/99	promedios	diff. con prom.
ZM020A1	μV	μV	μV	°C	°C
fusión total	5847.07	Grafito	5847.07	660.164	-0.032
fusión total	5845.69	Grafito	5847.07	660.188	-0.008

PFTM de Aluminio

Ciclo	T TRP02	Archivo	TTPF03-189	TTPF03-190	PPF02/99	promedios	diff. con prom.
	°C	μV	μV	μV	μV	°C	°C
1	1064.183	fusión	10316.96	Alumina	10316.96	1064.183	0.000
2	1064.183	fusión	10316.96	Alumina	10316.96	1064.183	0.000

PFTM de Oro