



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

PROYECTO "ESTABLECIMIENTO DE UNA RED
DE CONTROL DE CONTAMINACION POR
INTRUSION MARINA EN LOS ACUIFEROS
COSTEROS DE GRANADA MEDIANTE TECNICAS
DE MEDIDA DE CARACTER TERMOMETRICO".

TOMO III. ESTABLECIMIENTO DE LA RED DE
CONTROL.



MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO

30649

TOMO III

ESTABLECIMIENTO DE LA RED DE CONTROL

PROYECTO: "ESTABLECIMIENTO DE UNA RED DE CONTROL DE
CONTAMINACION POR INTRUSION MARINA EN LOS ACUIFEROS
COSTEROS DE GRANADA MEDIANTE TECNICAS DE MEDIDA
DE CARACTER TERMOMETRICO"

I N D I C E

III.1. DISEÑO Y ADOPCION DEL TIPO DE RED

III.1.1. Medidas en sondeos

III.1.2. Instalación permanente

III.1.3. Distribución de los puntos de control

III.1.4. Medida simultánea de conductividad

III.2. DISEÑO DE LAS SONDAS

III.2.1. Cuerpo central

III.2.2. Componentes

III.2.3. Parámetro de temperatura (T)

III.2.4. Parámetro conductividad

III.3. EQUIPO DE MEDIDA

III.3.1. Características generales

III.3.2. Circuito de Temperatura

III.3.3. Circuito de Conductividad

III.4. COMPROBACIONES Y CALIBRACIONES

III.4.1. Comprobaciones de diseño

III.4.2. Calibración de temperatura

III.4.3. Calibración de conductividad

III.5. INSTALACION DE LAS SONDAS

III.5.1. Toma de profundidades

III.5.2. Permisos

III.5.3. Dispositivo de instalación

III - 1

DISEÑO Y ADOPCION DEL TIPO DE RED

III.1.1. Medida en sondeos

Para la definición geométrica de la interfase agua dulce-agua salada mediante técnicas de medida de carácter termométrico, podríamos optar por dos técnicas generales de medida, a saber, técnicas de superficie o técnicas en sondeos.

- a) La influencia de la onda térmica provocada por el frente de agua salada de origen marino se atenúa gradualmente con la distancia, por lo que los valores esperados de dicho efecto en la superficie son claramente menores que los esperados si los puntos de control se sitúan en profundidad.
- b) Además, las variaciones térmicas en la superficie, tanto locales, por vegetación, heterogeneidad de transmisividad térmica, edificaciones, ... etc. como zonales y medioambientales - presentan un efecto añadido cuya complejidad lo hace prácticamente imposible de filtrar o eliminar.
- c) Por otro lado, la medida directa en sondeos explotados nos proporciona una información más veraz sobre la influencia de los conos de eyección producidos por las explotaciones hídricas de la zona en el avance de la intrusión marina.

Por todo ello, se decidió realizar la medida en sondeo y pozos - tanto explotados como sin explotar sin que ello nos hiciera olvidar las complicaciones que este tipo de medidas conlleva en lo que a su instalación se refiere. Estos problemas de todos conocidos, como son la inaccesibilidad de las sondas en muchos casos y los movimientos helicoidales de los cables debidos a las turbulencias generadas por el funcionamiento de las bombas, representaban uno de los retos que intentamos superar con este proyecto.

.../...

III.1.2. Instalación permanente

Dado que la detección de la onda térmica en sondeos no es realizable como para el caso del avance de la salinidad del agua del pozo que se puede obtener mediante la medida de muestras de agua -- sino que hay que realizarla a una profundidad determinada, detectando así incluso las variaciones de la interfase de equilibrio -- conductividad-temperatura del frente de intrusión marina, nos quedaba por decidir si los sensores de medida debían establecerse -- con carácter permanente o por el contrario desarrollar un equipo -- móvil con la sonda instalada en un carrete de modo que ésta pudiera bajar a cualquier profundidad cada vez que fuera a medirse un punto.

Este último sistema tiene dos ventajas evidentes, el ahorro de -- costes al reducir el número de sondas y la menor afección de las alteraciones químicas que se producen con la inmersión continuada de las sondas y un claro inconveniente que es la disminución de operatividad en el tiempo necesario para realizar una campaña de medidas.

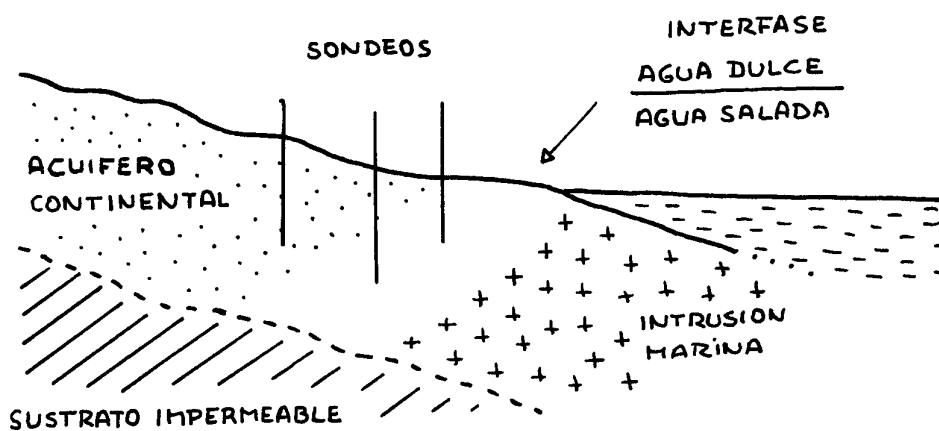
Sin embargo, una de las aspiraciones de nuestro estudio era conseguir una red de control que en el futuro pudiera manejarse desde una sede única, utilizando sistemas de comunicación por radio o por cable hasta cada uno de los puntos. Dicha red, aunque -- irrealizable en este proyecto por razones económicas, debía pasar por una primera fase en la que se resolvieran los problemas derivados de la permanencia de las sondas bajo el agua. De esta forma y previa consulta con el Director del Proyecto por parte del -- I.T.G.E. decidimos abordar la instalación de la red con carácter permanente.

No obstante, dado que el aumento de costes no era muy significativo y las ventajas que suponen el contar con una sonda móvil que

serviera en cualquier momento para el control de funcionamiento de las sondas instaladas, se decidió construir dicho sistema sobre un carrete en el que las profundidades vinieran reflejadas de manera sencilla por impresión en el cable.

III.1.3. Distribución de los puntos de control

Si consideramos de manera esquemática la geometría del frente de intrusión marina, podemos observar que el avance de dicho frente se produce en horizontal, de derecha a izquierda hasta alcanzar un equilibrio hidrodinámico de modo que esa superficie adquiere un determinado buzamiento en función de las características hidrodinámicas de la zona; es debido a este buzamiento por lo que este avance tiene una componente vertical.



De esta forma, y dado que el número de sondas instaladas es limitado (~ 40) hemos considerado que la mejor manera de estudiar este proceso dinámico sería distribuir las espacialmente a lo largo de toda la zona en la que se puede esperar el alcance de la intrusión de manera que mantuvieran todos ellos una cota aproximada y agrupando, en la medida de lo posible, puntos

de explotación junto a puntos sin explotar (piezómetros o sondeos sin explotar).

A continuación presentamos los planos de situación de los puntos definitivos de control (elegidos también por las consideraciones que veremos en el apartado de instalación de las sondas).

III.1.4. Medida simultánea de conductividad

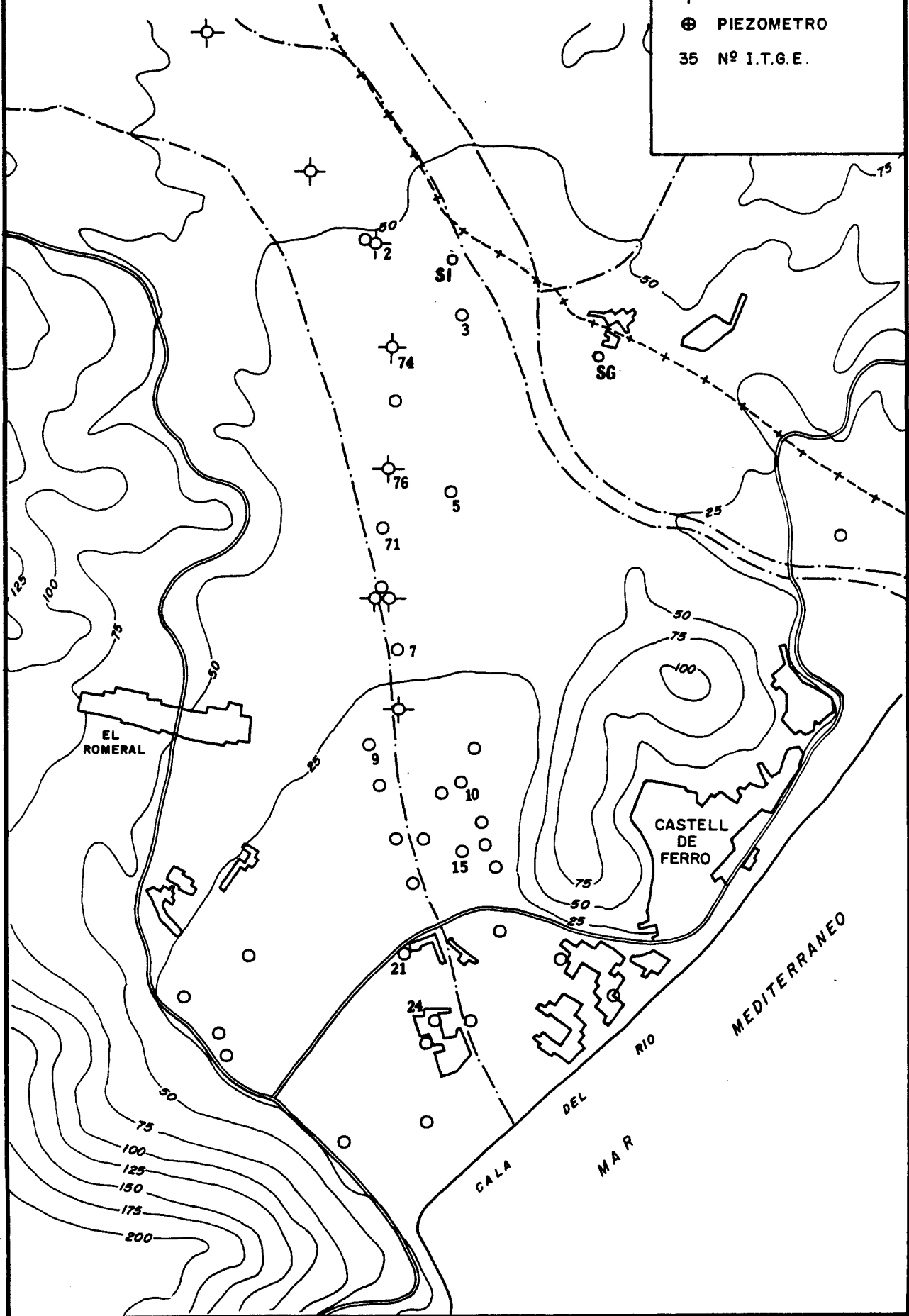
La medida de temperatura, objetivo de este proyecto, resulta -- ser de muy difícil contrastación debido a que las variaciones -- que presenta pueden estar provocadas no sólo por la cercanía de aguas de distinta procedencia sino por otros factores, siendo -- así, que se trata precisamente de encontrar la relación experi-- mental existente entre temperatura y la proximidad del frente -- marino. Así, nos planteamos medir igualmente otro parámetro -- que nos proporcionara una confirmación de que las fluctuaciones en T se producen o no por los fenómenos de intrusión marina.

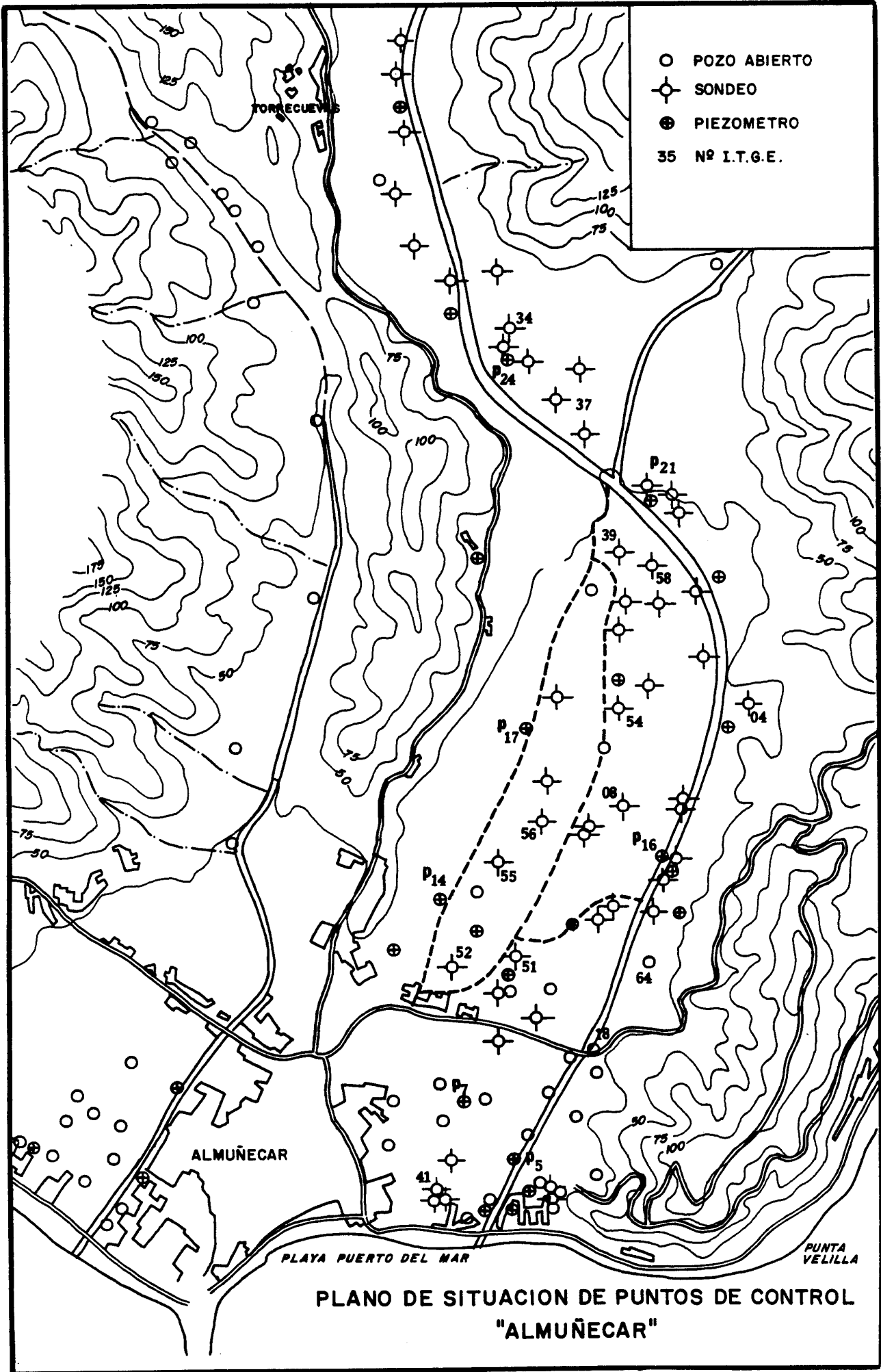
Uno de los parámetros más directamente relacionados con la salinidad del agua es la conductividad del fluido que además incorpora a la red un alto grado de validez para el control de la intensidad del proceso de intrusión marina. Esta última afirmación es veraz siempre que consideremos, como es el caso, que el aumento de salinidad es debido, sobre todo, al aumento de concentración en ClNa y no de cualquier otra sal o iones en disolución.

PLANO DE SITUACION - PUNTOS DE CONTROL

"CASTELLDEFERRO"

- POZO ABIERTO
- ⊕ SONDEO
- ⊗ PIEZOMETRO
- 35 Nº I.T.G.E.





III - 2

DISEÑO DE LAS SONDAS

III.2.1. Cuerpo central

El material seleccionado para la construcción del cuerpo de las sondas ha sido P.V.C., tanto por el coste y facilidad de mecanizado como por sus características eléctricas y su resistencia al deterioro químico y mecánico.

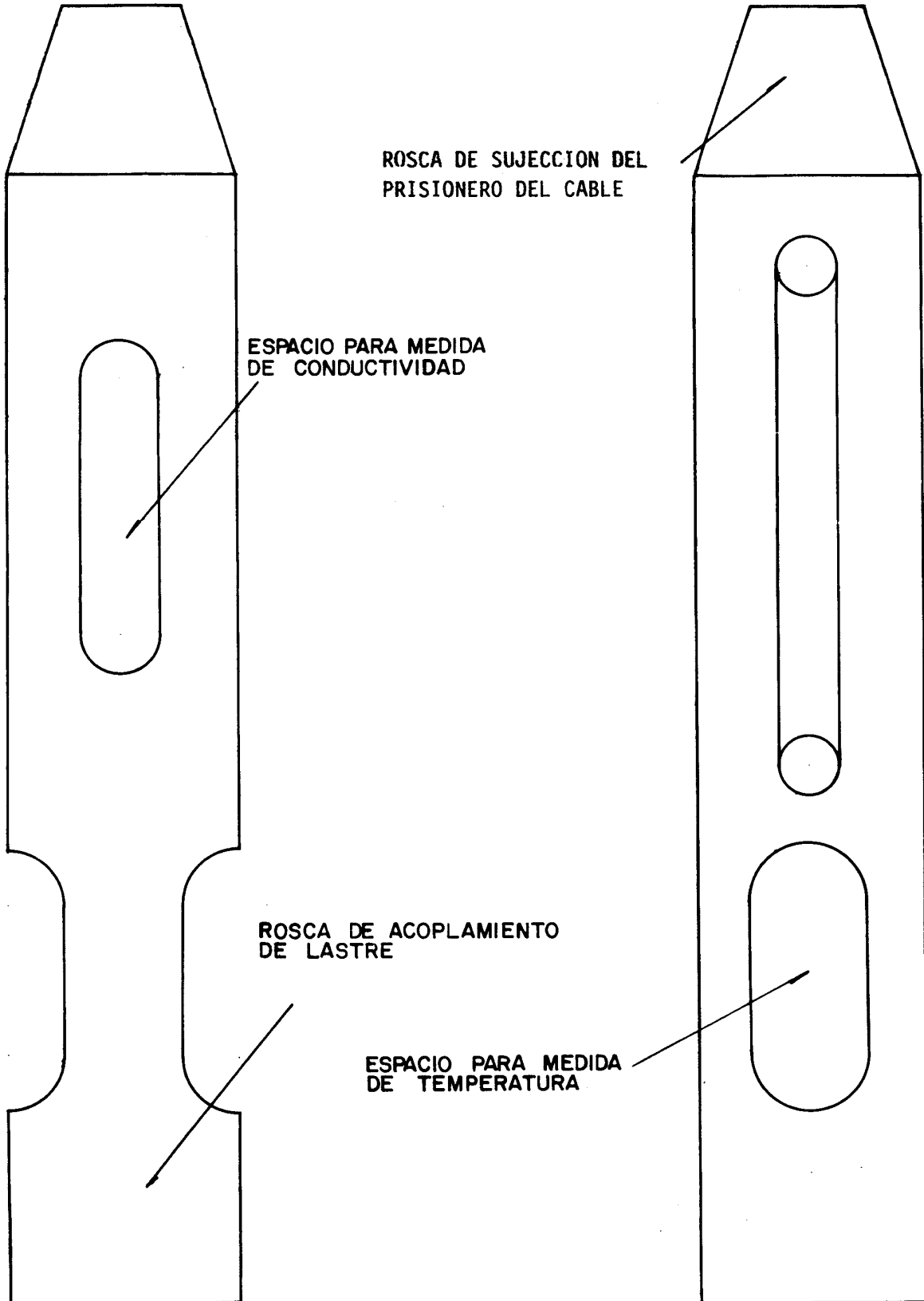
El diseño de la forma de dicho cuerpo se ha realizado en base a cuatro requisitos fundamentales:

- a) Los electrodos para la medida de conductividad debían mantener las líneas de campo eléctricas dentro de la propia sonda de manera que no se vieran afectadas por las características de los materiales externos (tubería, formaciones, ...).
- b) La zona interelectródica debía posibilitar, en la mayor medida posible, la movilidad del fluido para que no se produjeran acumulaciones de materia en suspensión dentro de ella.
- c) La distribución de masa debía dejar el sensor de temperatura lo más aislado posible para disminuir la influencia de la inercia térmica del sistema en el sensor y conseguir así una respuesta del sensor lo más rápida posible con la variación de temperatura del fluido.
- d) El diámetro exterior de la sonda debía permitir el paso de éste por el espacio anular existente entre la tubería de explotación (incluyendo las bridas de juntas) y la tubería de revestimiento y, por otro lado, facilitar los requisitos anteriores (resistencia, hermeticidad, ...). Para ello se recabó información sobre los diámetros empleados en los sondeos de la zona, eligiéndose un diámetro exterior de 40 mm como el más ajustado.

A continuación presentamos un dibujo del diseño adaptado para el cuerpo de la sonda.

CUERPO DE LA Sonda

6.



Otra de las consideraciones sobre la forma de las sondas que es muy problemática para su instalación en sondeos, eran los problemas derivados del funcionamiento de la bomba de explotación, pues este fenómeno produce una turbulencia helicoidal a lo largo del sondeo que va enrollando progresivamente el cable que lo sostiene. Para evitarlo se decidió acoplar un lastre rígido en la sonda de manera que impidiese el movimiento rotativo alrededor de la tubería y que, al darle más peso, obstaculizara la absorción del cable o de la sonda a través de la rejilla que típicamente rodea las bombas de explotación.

III.2.2. Componentes

El cable adquirido para la sustentación de las sondas y conducción de las señales es un cable de seis conductores de múltiples hilos recubiertos con P.V.C., con apantallamiento eléctrico por trazado de hilos de acero y con un doble recubrimiento general de P.V.C. ...

El sistema de sujeción de la sonda al cable consiste en un prisionero comercial para estos fines (sujeto a la sonda mediante un tubo roscado de acero inoxidable) con la suficiente resistencia a la tracción como para aguantar el peso de la sonda más cualquier tirón accidental (aspiración de la bomba, enganches ...)

Las conexiones internas de los conductores de temperatura y de los electrodos de conductividad van protegidas por dos tapas, también en P.V.C. y aisladas con silicona grasa introducida en temperatura de licuefacción para conseguir mayor estanqueidad a temperatura ambiente. Estas tapas van fijadas al cuerpo central mediante dos tornillos de acero inoxidable especial para ambientes marinos.

Los conectores superiores del cable al equipo de medida son de marca comercial y caracterizados por ser metálicos lo que les confiere suficiente dureza para el trato que puedan sufrir en la instalación y la medida y en concreto de latón, lo que en general le proporciona una cierta resistencia a la oxidación. Los pines de conexión llevan un baño de oro, pues estos si que deben preservarse de la oxidación.

III.2.3. Parámetro temperatura (T)

El sensor elegido para la medida de la temperatura es el AD590 -- que es un circuito integrado con forma de cilindro de dimensiones:

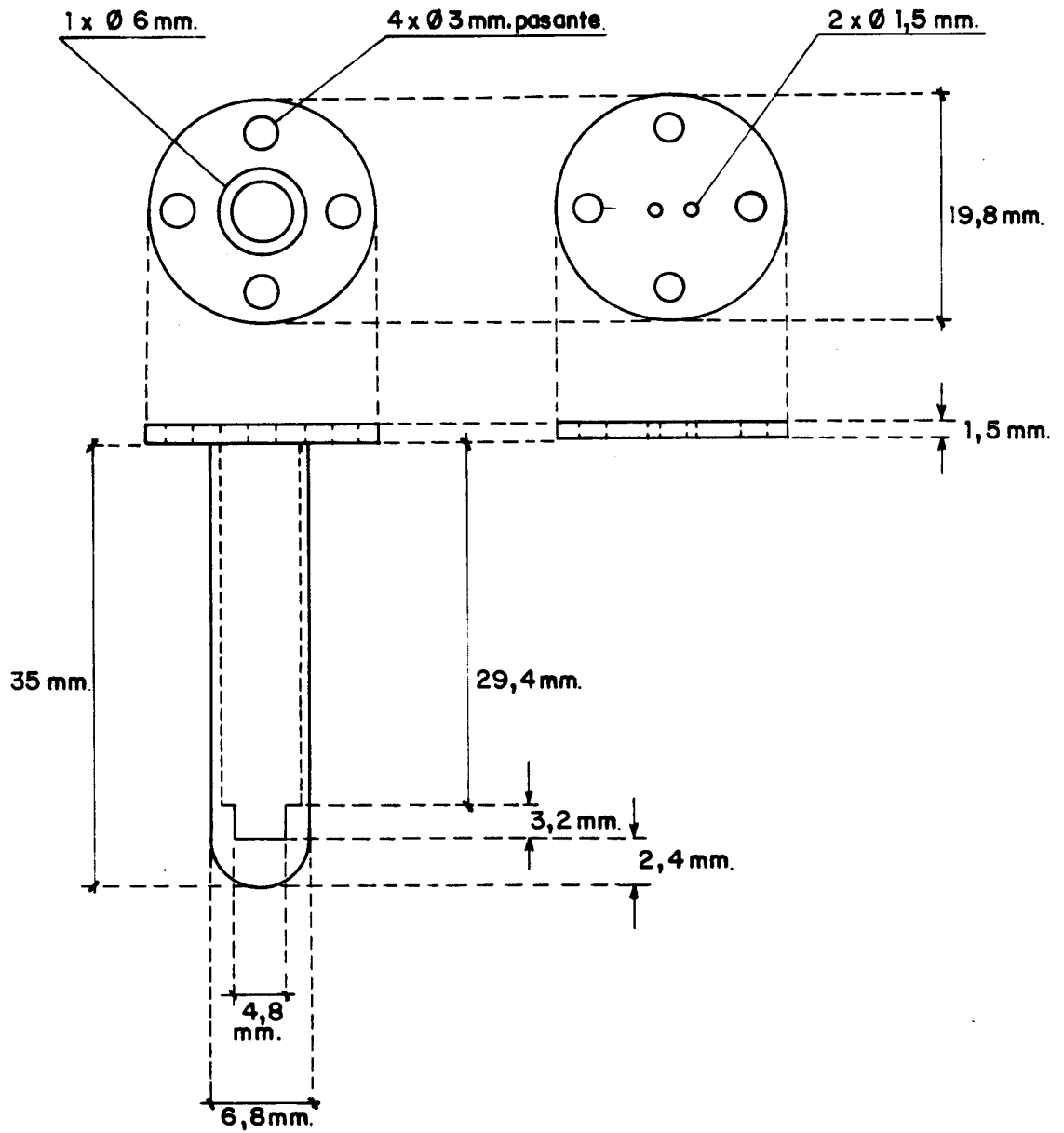
Diámetro	-	4.7 mm
Altura	-	3.6 mm

y que proporciona una corriente proporcional a su temperatura -- absoluta, lo cual permite la utilización lejana del sensor respecto al módulo procesador de señal al no verse afectado por la longitud de los cables de conexión.

De sus características destacaremos una linealidad de $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ en todo el rango desde -55°C a 150°C y la posibilidad de realizar un circuito de calibración dada esa linealidad de manera que reducimos el error por debajo de 0.1°C entre unos límites determinados.

Este sensor, que incorpora tres cables de salida de señal (dos de señal y uno de toma de tierra), debíamos aislarlo convenientemente de la humedad pues cualquier fuga de corriente produce fuertes variaciones de la señal. Para ello se diseñó una cápsula en acero -- inoxidable dentro de la cual va el sensor y de la que salen dos -- conductores ya aislados con recubrimiento de P.V.C. La forma y materia de estas cápsulas debía ser, además, resistente a golpes y rozaduras pero con un espesor de pared suficientemente pequeño, reduciendo así su inercia térmica. Con estos requisitos se eligió -- como material acero inoxidable AISI 316 y con la forma reflejada -- en el croquis adjunto.

CAPSULA DEL SENSOR DE TEMPERATURA



II.2.4. Parámetro Conductividad

Para la medida de conductividad (σ) se ha elegido un dispositivo de medida de dos electrodos, de tal manera que aplicando su diferencia de potencial constante entre ellos, la conductividad del fluido que los une vendrá dada por

$$\sigma = K \frac{I}{V}$$

de tal manera que I varíe linealmente con dicha conductividad. El valor de la constante sólo depende de las características geométricas del dispositivo de medida (distancia interelectrónica, forma de los electrodos, ...) y podemos hallarlo fácilmente con una calibración.

La forma de estos electrodos se eligió en base a consideraciones de mecanización y montaje y se optó por electrodos cilíndricos - de la forma siguiente:



El material de que estuviera compuesto ha sido el punto más crítico en la medida de conductividad. Este material debía tener una resistencia muy elevada a la corrosión y oxidación, es decir, ser lo más inerte posible y por otro lado debía tener sus características mecánicas apreciables por lo que no podíamos contar con -- electrodos de Titanio platinizado que son los que se emplean normalmente en este tipo de sondas. Este platinizado (negro) se realiza por deposición electrolítica y tiene muy poca resistencia - al rozamiento, es por lo que las sondas de laboratorio se deben replatinizar a menudo. La siguiente posibilidad era contar con -- electrodos de titanio con un platinizado evaporítico de suficiente espesor (en torno a decenas de micras) como para hacerlo resis

tente al rozamiento, pero los laboratorios en donde se podrían realizar estos tratamientos no lo realizan a no ser con un coste elevadísimo.

Así pues, debíamos buscar un material comercial con mucha resistencia a la oxidación y corrosión salina, resultando la aleación - INCONEL 625 de ANCO ALLOYS INTERNACIONAL la elegida por sus cualidades y cuya composición en % es Ni 61.0; Cr 21.5; Mo 9.0; -- Nb 3.6; Fe 2.5.

III - 3

EQUIPO DE MEDIDA

III.3.1. Características generales

Para la ubicación de la electrónica de procesamiento de la señal hemos elegido un estuche de aluminio ligero con cierre hermético que nos garantiza la ausencia de humedad dentro del equipo y que presenta - muy buenas características de resistencia y dureza. Este estuche es portátil y tiene unas dimensiones de 365 x 345 x 145 mm.

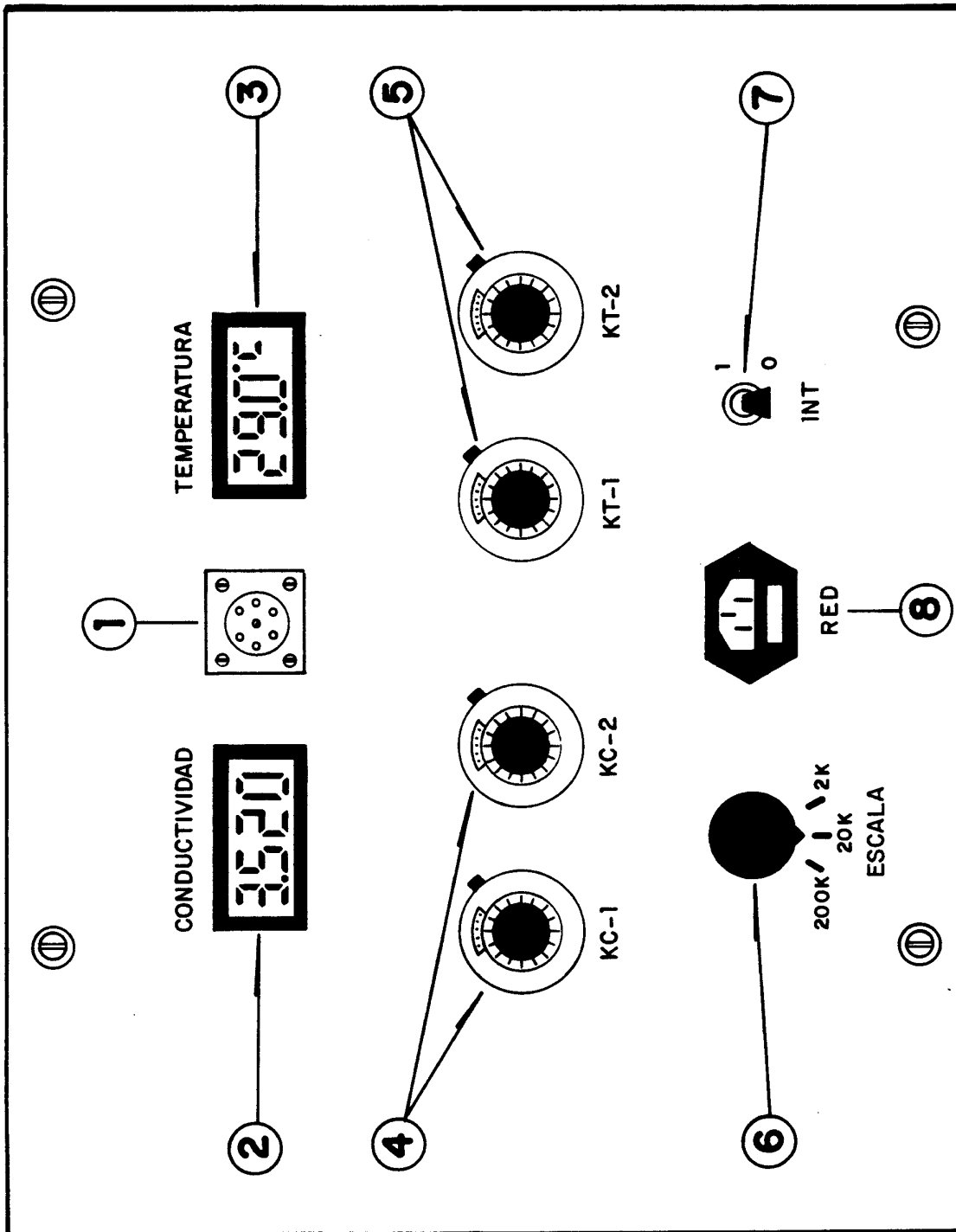
El equipo se alimenta con una batería de Ni-Cd de 12 voltios recargable mediante un cable de fácil conexión a la red (220 V).

El estuche, una vez abierto, muestra un frontal con los mandos de - operación y cuyo manejo se describe más adelante. En esa descripción no aparece el manejo de los diales de calibración de conductividad, pues no se ha llegado a la optimización de la electrónica -- (aunque esté incluida) para obtener la lectura directa de conductividad. Así, el valor real de conductividad hay que obtenerlo mediante la utilización de las curvas de calibración que aparecen en el - Anexo.

DESCRIPCION DEL EQUIPO

- 1 - Conector para las sondas
- 2 - Reloj digital lectura de conductividad
- 3 - Reloj digital lectura de temperatura
- 4 - Mandos de calibración conductividad
- 5 - Mandos de calibración temperatura
- 6 - Conmutador de rango de lectura (2 k /20 k/200 k)
- 7 - Conmutador de encendido/apagado
- 8 - Conector con fusible a la red

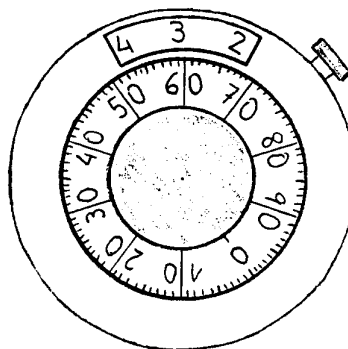
FRONTAL DEL EQUIPO DE MEDIDA



MODO DE OPERAR

- 10) Enchufar el conector de la sonda en 1.
- 20) Colocar los conmutadores KT-1 y KT-2 según los valores indicados en la tapa para ese sondeo.

P. ej.: 360



- 30) Colocar el conmutador de rango de lectura (6) en 2K
- 40) Encender el equipo con (7).
- 50) Si la lectura de conductividad (2) muestra pasar a 20K. Si continua pasar a 200K.
- 60) Si los valores en (2) y (3) no fueran estables (oscilaciones) esperar 5 minutos. Pasado ese tiempo anotar los valores en la carpeta - de medidas y las observaciones que se consideren oportunas (si - hay oscilaciones ...)

RUTINA DE MEDIDA

- 1 - Revisar el estado del conector y sus protecciones (bolsa de plástico, tapa del conector). Si fuera necesario aplicar grasa a la rosca de la tapa.
- 2 - Con cuidado de no forzar el cable ni retorcelo, conectar la sonda al maletín, intentando que coincida directamente la muesca, sin girarlo.
- 3 - Roscar la sonda con cuidado.
- 4 - Encender el equipo.
- 5 - Realizar la medida, según se describe en el modo de operar.
- 6 - Una vez realizada la medida, volver a colocar el tapón del conector y la bolsa de plástico si la hubiera.
- 7 - Asegurarse de que quedan bien cerradas las puertas de los sondos o las tapas de los piezómetros.

III.3.2. Circuito de temperatura

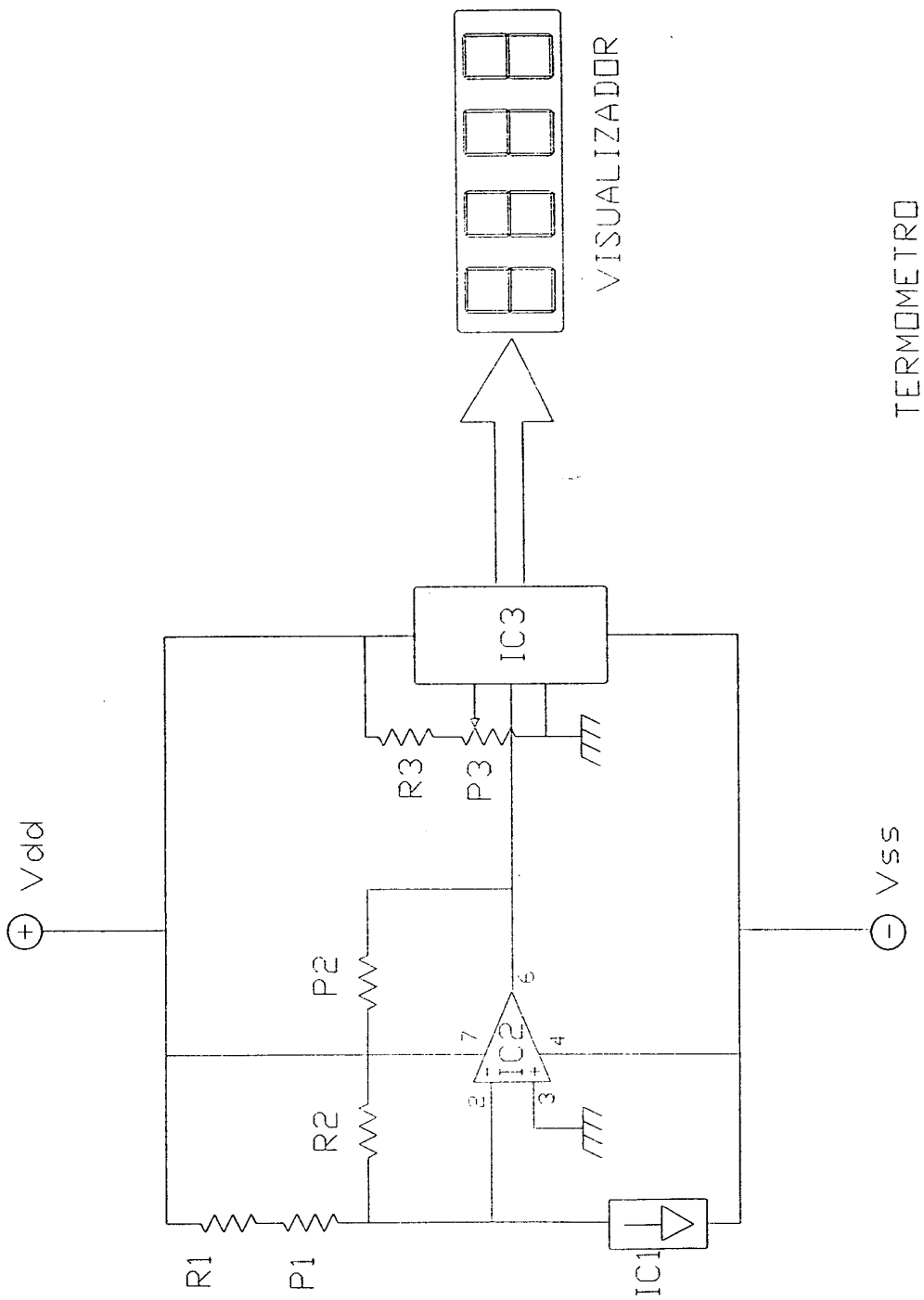
Teóricamente, la constante de proporcionalidad entre la corriente suministrada por el sensor y su temperatura absoluta es de un microamperio por grado kelvin. Dado que los sensores utilizados pueden presentar variaciones en la linealidad de la relación corriente/temperatura produciendo errores de hasta 1° K, es preciso contar con un circuito que permita corregir esos errores.

Para ello, hemos de acoplar una resistencia ohmica variable en un circuito convertidor corriente/tensión que nos transforma la corriente proporcional a la temperatura en una tensión proporcional a dicha temperatura. Ajustando debidamente el vector de la resistencia, se puede obtener una tensión con la pendiente precisa en voltios por grado kelvin.

Por otro lado, para obtener una indicación de la temperatura en grados centígrados y no en grados kelvin tenemos que restar a la corriente proveniente de la sonda una corriente cuyo valor sea el que envía el sensor cuando está a 0°C que es aproximadamente 273 microamperios, con lo que la corriente resultante será positiva si la temperatura es mayor que 0°C y negativa si es menor. La eliminación de ese valor se realiza también mediante una resistencia ohmica variable que tendremos que ajustar una vez instalado el sensor y en un proceso de calibración.

Finalmente, la tensión de salida la llevamos a través de un convertidor analógico/digital a un visualizador con una precisión de 0.1°C .

El esquema electrónico de todo este circuito se presenta a continuación.



TERMOMETRO

III.3.3. Circuito de conductividad

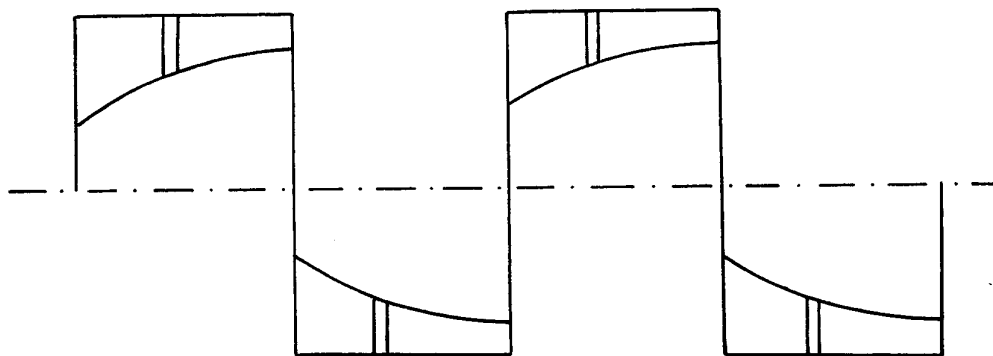
Tal y como vimos en III.2.3. el valor de conductividad viene dado por una expresión del tipo

$$\sigma = K \frac{I}{V}$$

De aquí se desprende el interés de realizar una medida basada en la adopción de un sistema de tensión V constante de manera que la intensidad I presente una dependencia lineal con la conductividad

$$\sigma = K' I$$

Con este fin, se desarrolló un sistema de medida con un generador de tensión constante cuya salida se aplica a los electrodos a través de un medidor de corriente que no influya en la tensión disponible a la salida. Este sistema se presenta a continuación (fuente de alimentación o referencia). Esa señal se transforma en una onda cuadrada para no medir continuamente en una dirección y evitar la polarización de los electrodos de medida. Además, el resultado de la aplicación a los electrodos se mide de manera discreta en el tiempo para evitar aún más los efectos ajenos a la conductividad del fluido; de manera esquemática:



No obstante, y por efecto en los electrodos esta medida no presenta una variación lineal con la conductividad sino logarítmica, por lo que hubo de diseñarse un circuito para la corrección de dicho efecto. Este circuito logarítmico debe tener entonces una posibilidad de

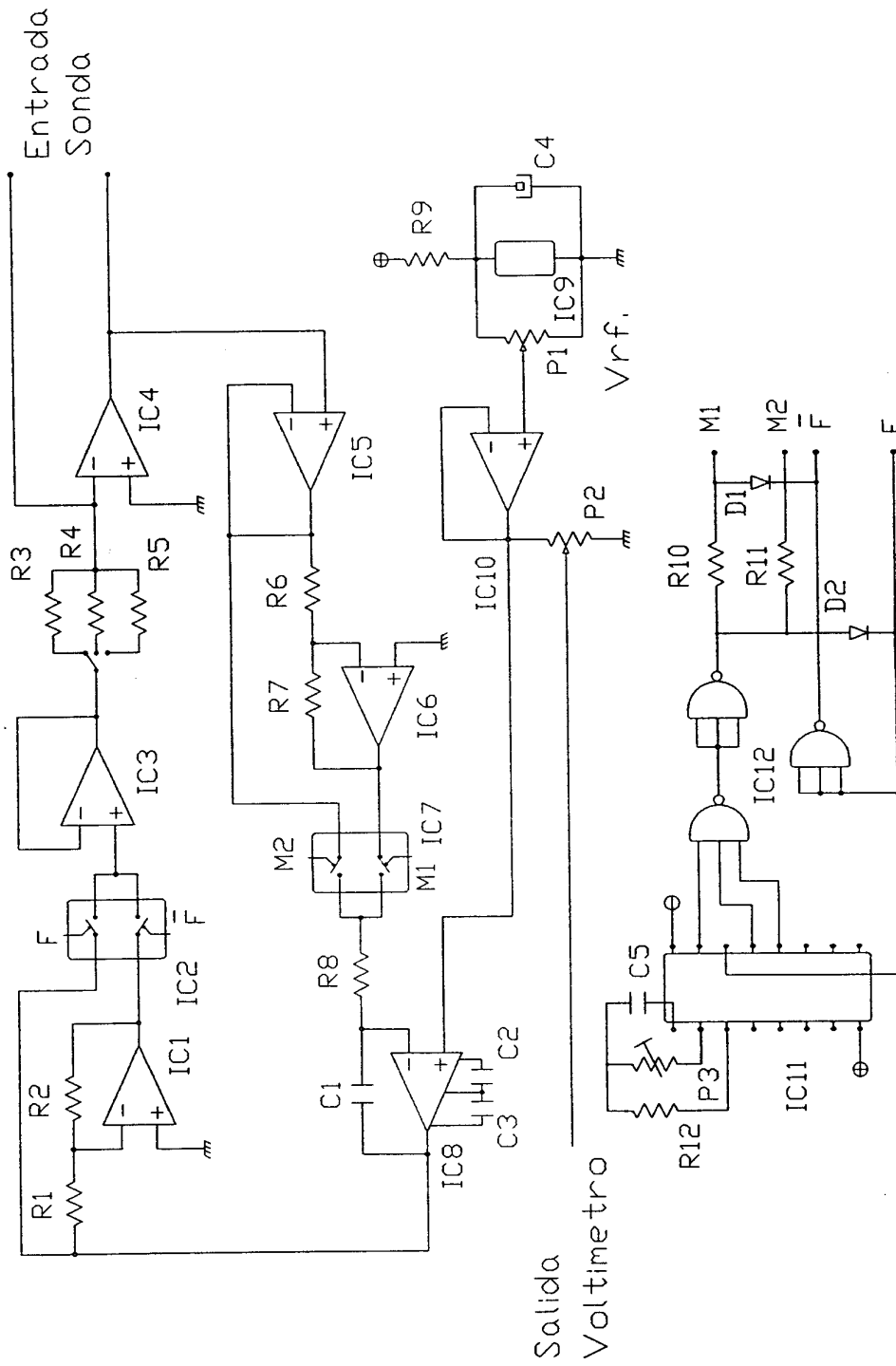
variación en función de la intensidad del efecto que queremos corregir (polarización, componente residual, ...). La consecución de manera directa mediante dichos extremos de esta posibilidad no se ha conseguido por problemas de tiempo, aunque todo el dispositivo esté preparado para ello.

El resultado de la medida (tanto directa como a través del circuito logarítmico) se pasa entonces a través de un filtro para eliminar las variaciones de ruidos, un convertidor analógico/digital y finalmente al visualizador.

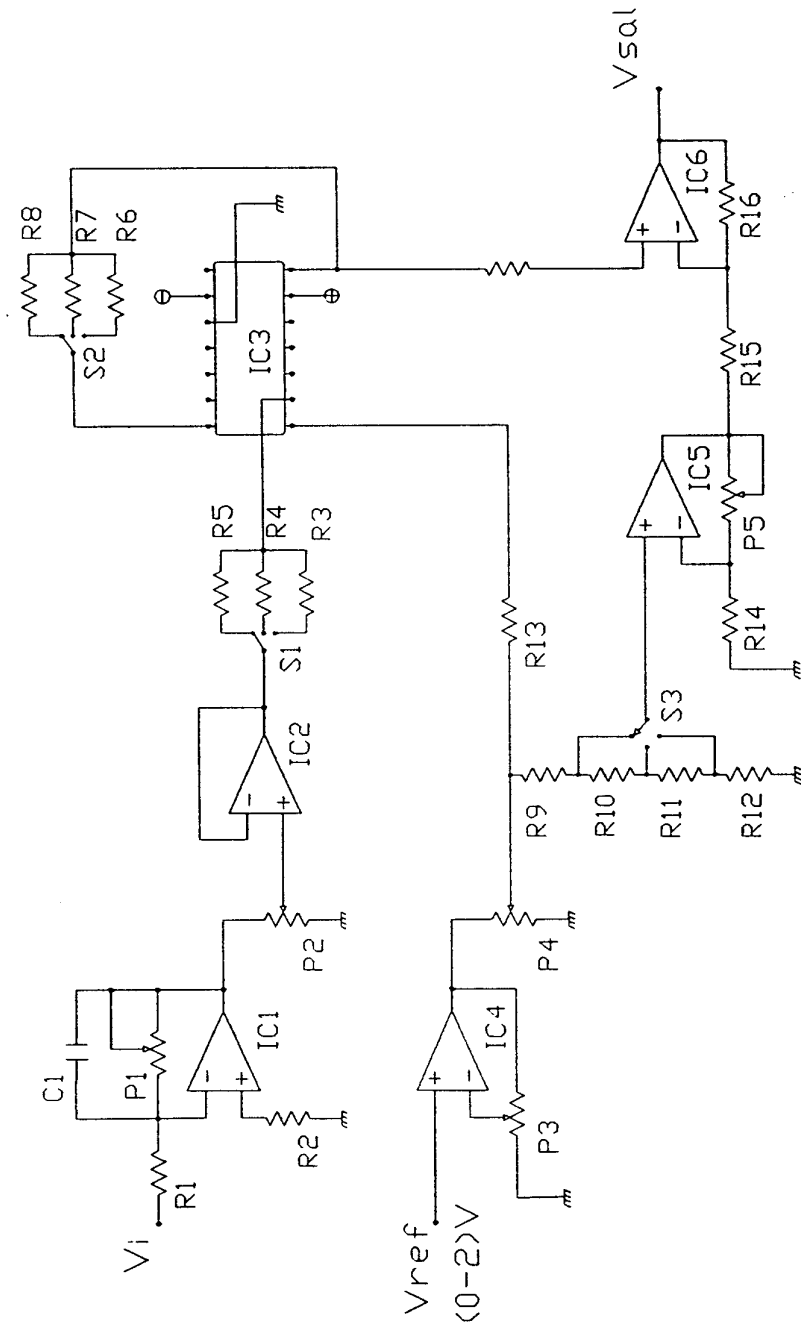
Esta lectura de conductividad tiene en el visualizador una precisión del 1% de fondo de escala, y como el rango de medidas posibles es muy ancho (de 0 a 50.000 $\mu\text{mho/cm}$) se ha elegido una escala lineal con varios alcances de medida, a saber:

0 - 2000	$\mu\text{mho/cm}$	con precisión de 20	$\mu\text{mho/cm}$
0 - 20000	"	con precisión de 200	"
0 - 200000	"	con precisión de 2000	"

Los esquemas electrónicos del circuito general de medida y del circuito logarítmico se presentan a continuación.



CIRCUITO GENERAL



CIRCUITO LOGARITMICO

III - 4

COMPROBACIONES Y CALIBRACIONES

IV.4.1. Comprobaciones de diseño

Una de las primera pruebas a las que nos encontramos obligados es la resistencia a la oxidación y corrosión de todos los materiales empleados. Para ello, se tomó una muestra de 10 l de agua del sondeo-19447008 de Almuñécar a la que se le añadió ClNa hasta conseguir un estado de sobresaturación; en distintas partes de esa disolución - se introdujeron todos los materiales empleados en la construcción - de las sondas (prisioneros, tornillos, electrodos, ...) resultando de ello la sustitución de los tornillos que aunque se habían adquirido como inoxidables no aguantaban en este tipo de disolución durante períodos largos de tiempo. Los electrodos y la cápsula del sensor de T si superaban con éxito esas pruebas.

Otra de las pruebas era la resistencia a la tracción del sistema de sujección de la sonda al cable resultando una resistencia de 50 kgs al inicio de la deformación y 80 kgs al límite de resistencia, lo que parece más que suficiente.

Uno de los elementos que no fué chequeado al comienzo de la instalación y que resultó ser deficiente para sus cometidos, fué el aislamiento de la conexión de los hilos del sensor de T con los conductores del cable fuera de la cápsula. Este aislamiento se realizó en principio con un termorretractil comercial y en una de las demostraciones del equipo se observó que no mantenía la calidad esperada, - por lo que hubo que sustituirlo por un termorretractil más sofisticado para estos fines que ha sido el RAYCHEN TERMOFIT SCL, que salió con éxito de los chequeos posteriores. Otro de los elementos que, - para nuestro asombro, produjo también errores en la medida de T, fué el cable de unión entre el sensor de T ya encerrado en la cápsula y los conductores del cable de la sonda. Este cable de unión era, - en principio, un cable de un sólo hilo de 0.3 mm de espesor con recubrimiento de P.V.C. con más baja impedancia de los usados para destrucción de explosivos, pero resultó con un recubrimiento muy -- irregular y con muchas zonas débiles que no soportaron el proceso - de montaje por lo que hubo que sustituirlos todos después de insta-

lados. Esto llevó a la destrucción de las tres primeras cápsulas de T, pues el primer aislamiento interno de la cápsula era de resina -epoxi indestructible una vez secada. En las siguientes cápsulas se substituyó el aislamiento de resina por el de silicona grasa de muy -buenas propiedades dieléctricas e hidrofugas.

Tanto antes del montaje en serie como después se fueron resolviendo problemas periódicos sobre la estabilidad de las medidas después de un período determinado de inclusión en la disolución mencionada anteriormente para la elección del material a emplear, así como sobre la influencia de los efectos de inducción o polarización de los --electrodos en el resultado de la medida. De esta pruebas se concluyó que habíamos alcanzado un grado de estabilidad suficiente, pero no así la dependencia de la medida con la polarización e inducción de los electrones como la disolución, produciendo una medida de valor logarítmica respecto a la conductividad real.

III.4.2. Calibración de Temperatura

Tal como vimos en IV.3.2. el circuito de medida de T lleva dos potenciômetros regulables desde el exterior mediante dos diales seña lados en IV.3.1. con los que se tiene que realizar el ajuste para -conseguir unos valores absolutos de la medida de tal manera que todos los sensores estuvieran calibrados de acuerdo a unos patrones -externos.

Uno de estos patrones es la temperatura de 0°C , eligiendo para --ello la temperatura de una mezcla homogeneizada de hielo y agua cuyo valor teórico es de 0°C . El otro una temperatura por encima del valor máximo esperado de las medidas en el subsuelo tomando para ello una temperatura de 40°C obtenida por calentamiento de agua de manera homogeneizada y medida con un termómetro de mercurio normalizado.

Con ese proceso los valores obtenidos para los potenciómetros del circuito de medida de T se expresan en la Tabla que se presenta a continuación, con un error medio de diferencia de T absoluta de $\pm 0.025^{\circ}\text{C}$ para medidas entre 10 y 30°C .

IV.4.3. Calibración de conductividad

Dado que la medida de la conductividad del fluido era de tipo logarítmica y dado que la constante del dispositivo quedaba por determinar - de manera exacta, debíamos realizar una calibración de la medida de conductividad para transformarla a la real. Para ello contábamos con un conductivímetro de laboratorio marca YSI modelo Yellow Spring Instrument (mod 32) y de las relaciones existentes empíricas entre conductividad y concentración de una determinada sal. Como además aparecía un efecto residual o de componente continua (valor medio no nulo), la relación debía tener la forma:

$$\sigma_{\text{real}} = K \cdot e^{k'I} - v_0 = \text{cte} \cdot (e^{\text{cte}' \cdot I} - 1)$$

Estas calibraciones se fueron realizando ininterrumpidamente a lo largo de todo el proceso desde contar con el primer prototipo presentando los resultados definitivos en el anexo de este informe.

En la página siguiente presentamos una tabla con los valores definitivos de esas constantes.

SONDEO		SONDA	LON.	KC1	KC2	KT1	KT2	OBSERVACIONES
CARMEN DEL PILAR	1	26	1.20	5.11	340	680		
PIEZOMETRO 5	2	10	1.70	3.42	320	640		
RIVERA	3	12						
PIEZOMETRO 7	4	28	2.10	2.80	380	510		
MIGUEL MANZANO	5	32	1.70	3.41	370	550		
CRUZ DE ALVAR	6	29	1.20	4.97	340	750		
LOS PINOS	7	32	1.40	4.51	360	690		
PIEZOMETRO 14	8	31	1.30	4.43	390	550		
SAN ISIDRO	22	32	1.60	4.06	390	660		
SAN JOSE	9	32	1.00	6.36	360	600		
VAHOSA	10	32	1.60	4.05	350	610		
PIEZOMETRO 16	11	31	1.40	4.47	360	670		
BRAULIO SALAS	12	36	1.10	5.28	370	590		
PIEZOMETRO 17	13	36	1.20	5.01	300	680		
LA BARROSA	14	38	1.10	6.54	390	620		
LA ALVINA	15	40	1.20	4.93	350	640		
SAN JOSE OBRERO	16	42	1.30	4.58	340	680		
PIEZOMETRO 21	17	36	1.50	4.03	370	590		
POZO ALBOLALLA	18	37	1.00	5.96	330	710		
MANUEL GALIANA	19	52	1.00	6.26	340	680		
PIEZOMETRO 24	20	48	1.40	4.15	150	350		
SAN ISIDRO (MATEN)	21	50	1.00	5.71	360	720		
CISTERNA SAN CRISTOBAL	39	8	1.60	4.40	350	750		
LA SANDBALA	40	14	1.30	4.65	360	760		
PIEZOMETRO 6	41	11	1.90	3.07	360	630		
FRANCISCO MORENO PUERTAS	23	11	1.70	3.59	400	680		
MANUEL GARCIA CRUZ (HOTEL)	24	13	2.00	3.04	370	750		
MANUEL GONZALEZ MONTES	25	20	1.50	4.09	350	650		
JOSE MARTIN	26	22	1.90	3.75	360	760		
MANUEL RUBINO (AMBROSIO DEL VALLE)	27	21	1.70	3.42	390	750		
AYTO.	28	28	1.70	3.56	350	680		
AYTO. (FRENTE A AGRO CASTELL)	29	34	1.10	5.55	350	690		
VIRGEN DEL CARMEN	30	34	1.40	4.29	380	680		
SAN JUAN	31	33	1.30	5.01	350	590		
SAN FRANCISCO DE ASIS	32	40	1.20	5.14	340	740		
SAN MIGUEL	33	43	1.20	5.26	380	580		
EL LANCE	42	41	1.20	5.23	380	670		
SAN ISIDRO	36	46	1.30	4.78	360	370		
SAN JOSE	34	47	1.00	6.41	110	480		
SERAFIN GALIANO	35	47	0.90	7.43	390	720		

Posteriormente, para el cálculo de la concentración de iones Cl^- , dato que, además de característico para la utilización del agua, es de gran importancia para la comparación con otros tipos de análisis hechos en la zona, hemos utilizado una curva media de concentración/conductividad dada, para temperatura de 25°C , por la expresión:

$$C_c = (C_d - 500)/1500 \quad \text{si } C_d > 2000$$

$$C_c = (C_d/2000)^{4/3} \quad \text{si } C_d < 2000$$

siendo C_c la concentración equivalente de ClNa en gr/l y C_d la conductividad en $\mu\text{mho/cm}$.

La concentración de Cloruros vendrá dada por la relación:

$$C_c (\text{Cl}^-) = 0.606 C_c$$

III. 5

INSTALACION DE LAS SONDAS

IV.5.1. Toma de profundidades

Una vez realizada la selección de los 40 puntos de medida entre Almuñécar y Castell de Ferro debíamos cerciorarnos de que sus profundidades eran factibles para la instalación de las sondas y coincidentes con los valores teóricos según referencias del I.T.G.E. Los valores no siempre pudieron comprobarse en algunos sondeos hasta la realización del agujero de acceso en la tapa del sondeo, siendo los resultados definitivos.

IV.5.2. Permisos

Uno de los apartados que más inconvenientes ha supuesto en la realización de este proyecto ha sido la obtención de permisos para la -- instalación de las sondas, en concreto en los sondeos en explotación en el término municipal de Almuñécar. El proceso seguido ha sido el normal mediante una circular de la DIRECCION GENERAL DE AGUAS SUBTERRANEAS del I.T.G.E. y una circular de la Cátedra de Geofísica Aplicada y Prospección de la E.T.S. de Ingenieros de Minas de Madrid, la consiguiente presentación de éstas en los Ayuntamientos de Almuñécar y Castell de Ferro y la localización de las comunidades de propietarios y sus presidentes con la entrega a éstos de dichas circula -- res. Dado que la numeración de estos sondeos en el inventario del -- ITGE no coincide con la numeración que tienen esos puntos en el campo y la inexistencia de una lista de propietarios en la que aparezca cualquiera de esos números, el proceso fué muy lento. A pesar de -- ello y quizá debido al miedo sobre el control que la instalación de estos sondeos podían pensar que conllevaba, no fué posible obtener -- las llaves de acceso a la mayoría de los sondeos en explotación en -- Almuñécar, incluso después de haber cambiado la primera selección de los puntos exclusivamente debido a este motivo. Queremos destacar -- sin embargo, las facilidades dadas por los propietarios de los son-- deos que si lo hicieron en Almuñécar, de toda la comunidad de Cas-- tell de Ferro y de su Ayuntamiento y de la Comisaría de Aguas de Gra-- nada.

IV.5.3. Dispositivos de instalación

Para la instalación de los sondeos, debimos pasar un sistema con la suficiente seguridad como para aguantar el peso de la sonda + lastre, el cable y cualquier posible enganche, así que optamos por la sujeción mediante bridas industriales a la pared cercana a la bomba del sondeo con una pequeña instalación para poder recoger el cable en el caso de una supuesta operación de mantenimiento de la bomba. La maniobra que quedaba por realizar era la apertura de un agujero de acceso al interior del sondeo de manera que la alteración, tanto estética como mecánica no fuera significativa.

Se decidió entonces realizar una perforación en la tapa del sondeo - mediante una corona de widia para Acero de 45 mm de diámetro por ser el sistema que menos afectaba al sondeo y de mejor posición posterior.

ANEXO

CURVAS DE CALIBRACION

LORETINES

APROXIMACION MATEMATICA

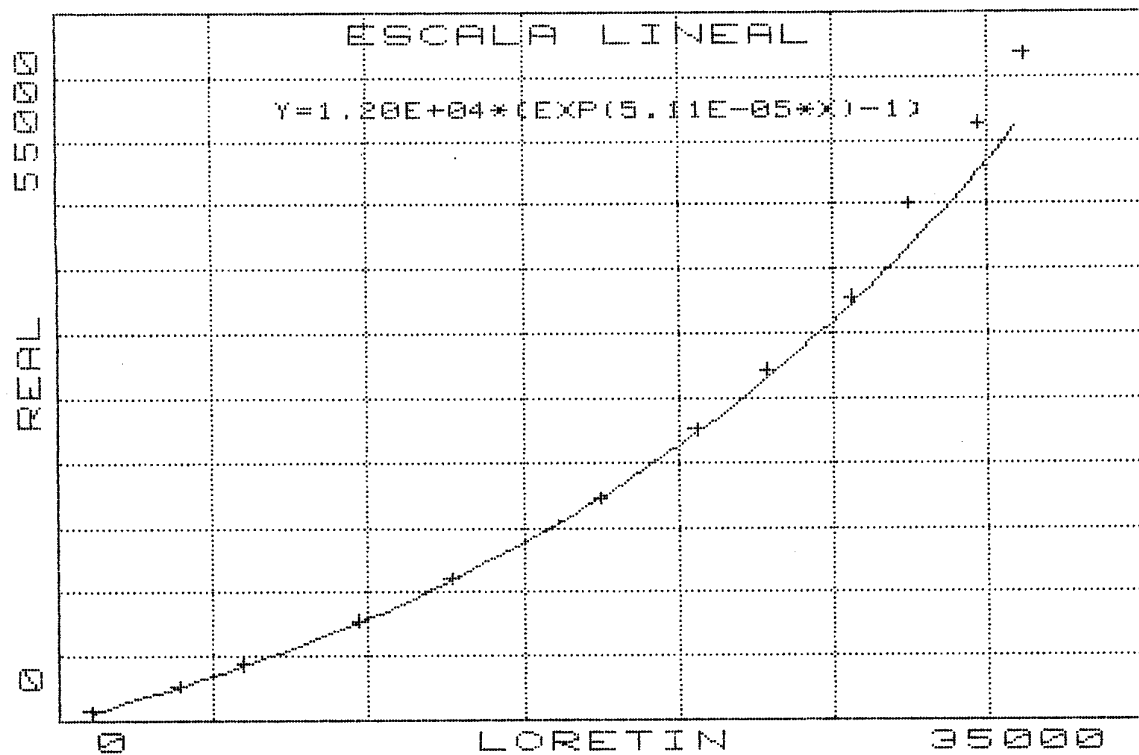
Junio de 1.990

DATOS DE CALIBRACION DEL LORETIN LOR1

Dato	Cond Loretin	Cond Real (YSI)
1	1076	670
2	3920	2660
3	6020	4360
4	9730	7760
5	12690	10960
6	17510	17160
7	20600	22500
8	22900	27100
9	25600	32700
10	27450	40000
11	29700	46300
12	31150	51800

Curva del tipo $Y=k1*[exp(k2*x)-1]$

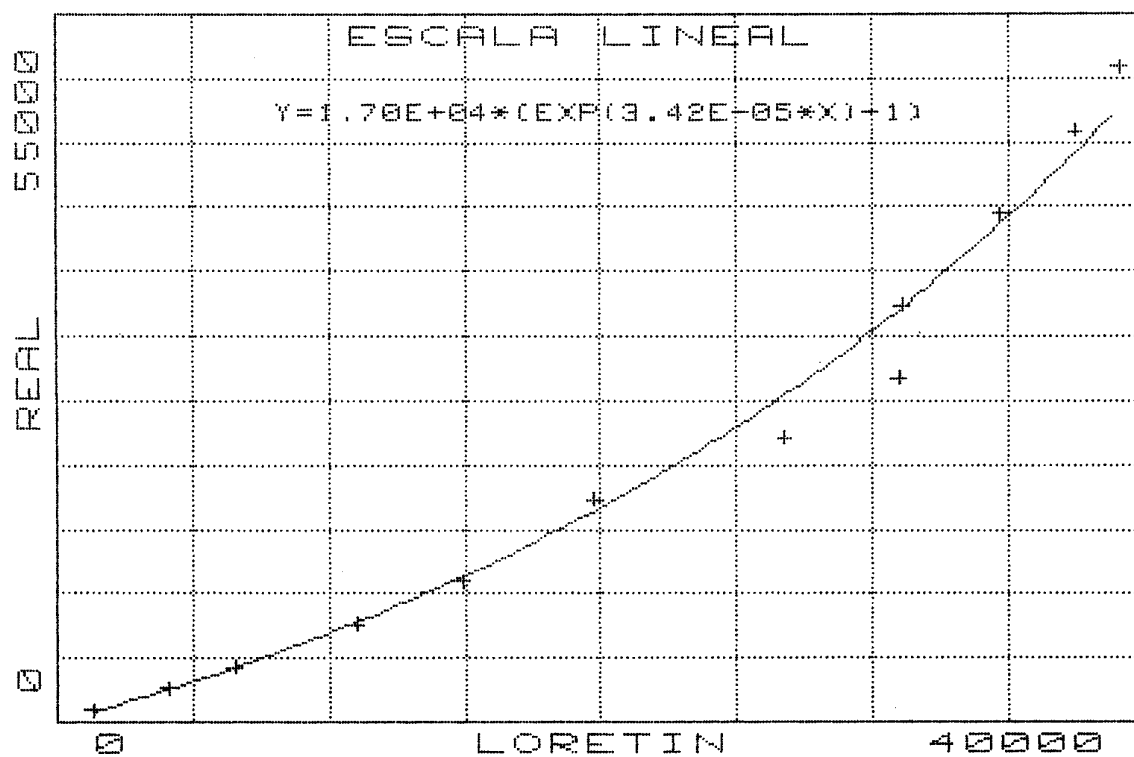
K1=1.20E+04 | k2=5.11E-05



DATOS DE CALIBRACION DEL LORETIN LOR2		
Dato	Cond Loretin	Cond Real (YSI)
1	1335	806
2	4160	2610
3	6600	4270
4	11070	7580
5	14970	10880
6	19800	17240
7	26800	22100
8	31000	26700
9	31100	32300
10	34750	39400
11	37500	45900
12	39150	50800

Curva del tipo $Y=k1*[exp(k2*x)-1]$

$K1=1.70E+04$ $k2=3.42E-05$

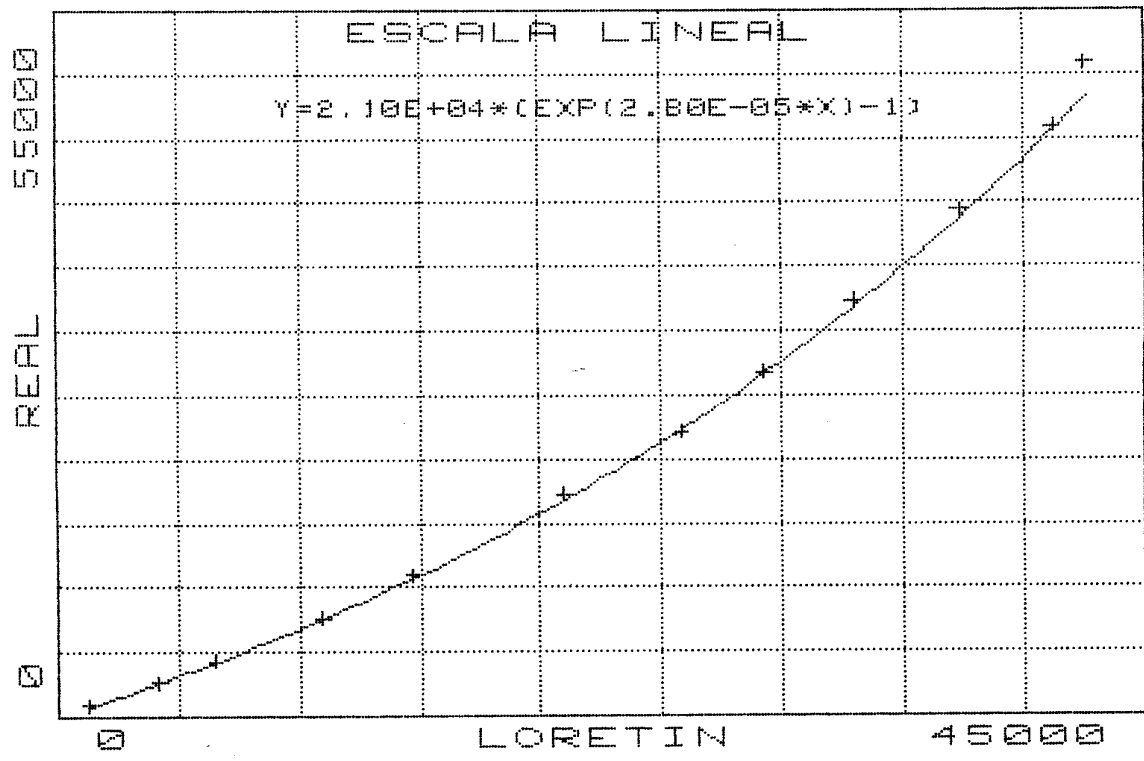


DATOS DE CALIBRACION DEL LORETIN LOR4

Dato	Cond Loretin	Cond Real (YSI)
1	1361	806
2	4220	2610
3	6590	4270
4	11030	7580
5	14790	10880
6	21000	17240
7	25900	22100
8	29300	26700
9	33000	32300
10	37400	39400
11	41300	45900
12	42600	50800

Curva del tipo $Y=k1*[exp(k2*x)-1]$

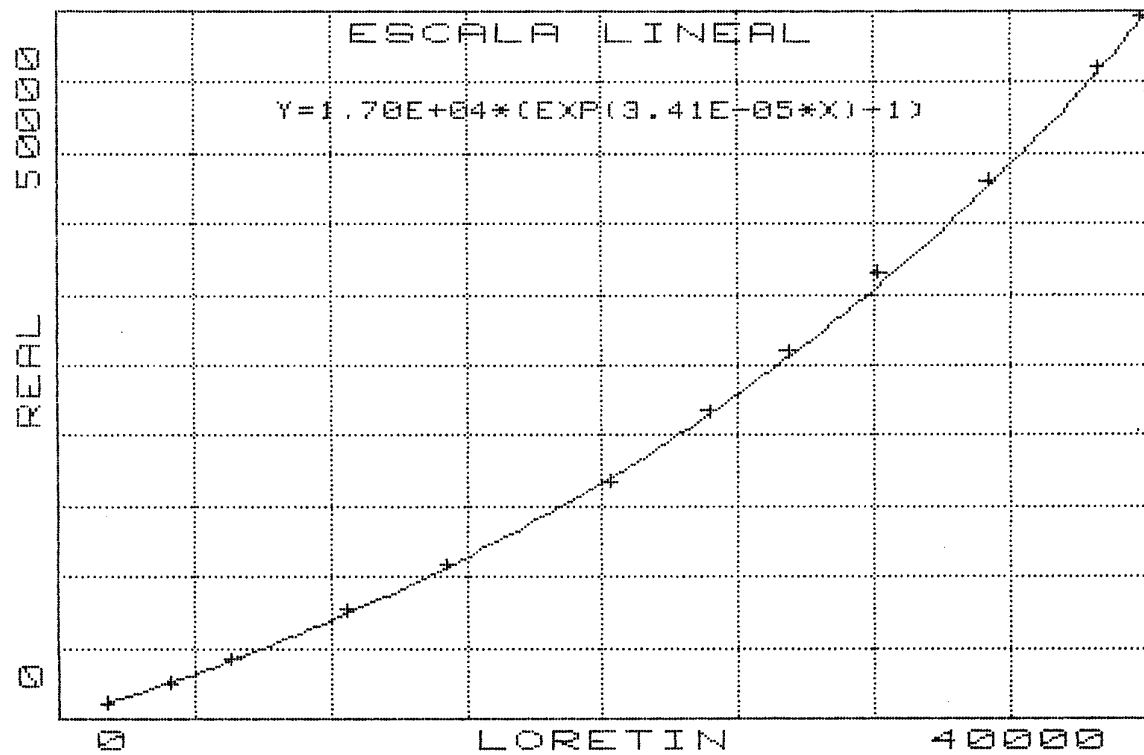
$K1=2.10E+04$ $k2=2.80E-05$



DATOS DE CALIBRACION DEL LORETIN LOR5		
Dato	Cond Loretin	Cond Real (YSI)
1	1829	1040
2	4140	2470
3	6440	4180
4	10660	7610
5	14340	10860
6	20300	16700
7	24000	21700
8	26900	26000
9	30200	31500
10	34250	38000
11	38300	46000
12	39900	49600

Curva del tipo $Y=k1*[exp(k2*x)-1]$

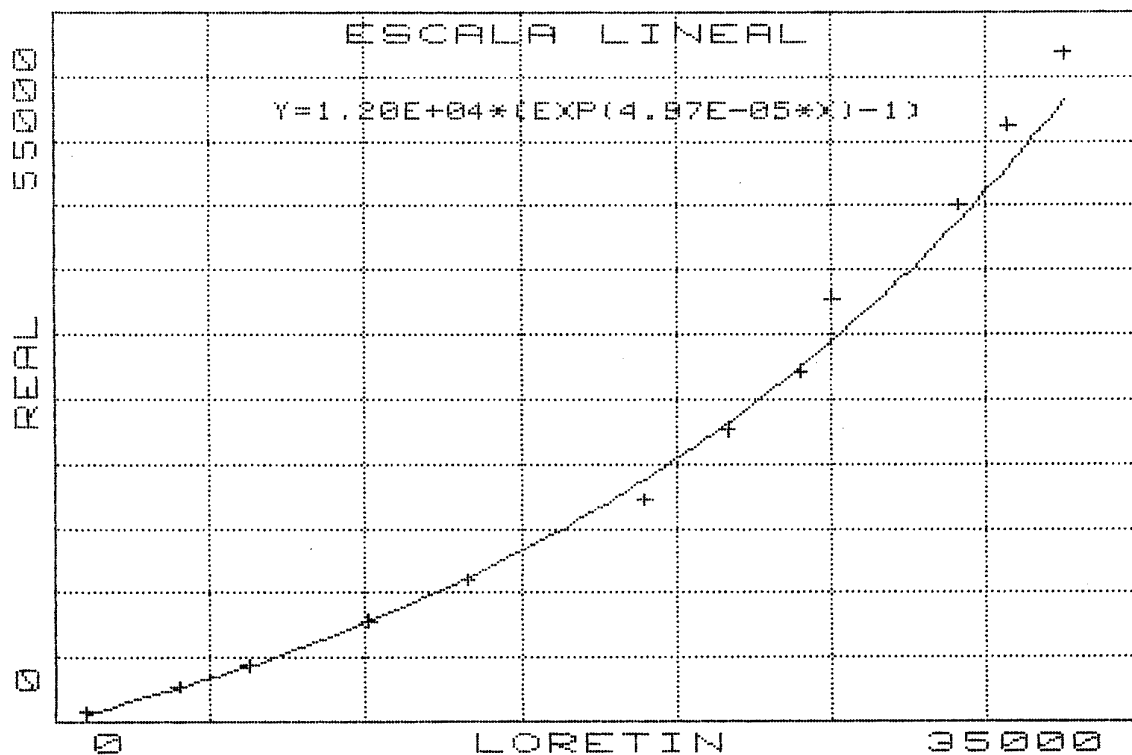
K1=1.70E+04 k2=3.41E-05



DATOS DE CALIBRACION DEL LORETIN LOR6		
Dato	Cond Loretin	Cond Real (YSI)
1	1058	670
2	4020	2660
3	6240	4360
4	10130	7760
5	13320	10960
6	18990	17160
7	21700	22500
8	24050	27100
9	25050	32700
10	29100	40000
11	30700	46300
12	32500	51800

Curva del tipo $Y=k1*[exp(k2*x)-1]$

K1=1.20E+04 k2=4.97E-05

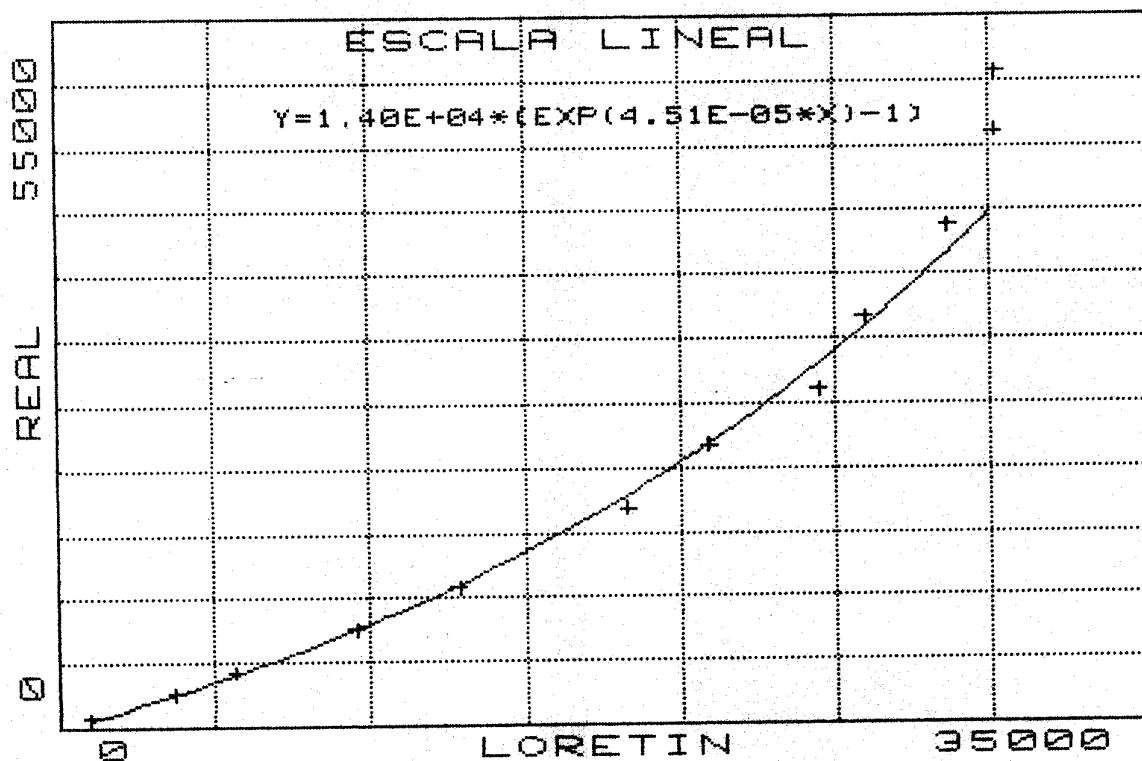


DATOS DE CALIBRACION DEL LORETIN LOR7

Dato	Cond Loretin	Cond Real (YSI)
1	1030	671
2	3760	2580
3	5750	4200
4	9590	7450
5	12900	10700
6	18300	16800
7	20950	21700
8	24500	26000
9	25950	31600
10	28650	38800
11	30150	46100
12	30200	50600

Curva del tipo $Y=k1*[exp(k2*x)-1]$

$K1=1.40E+04$ $k2=4.51E-05$

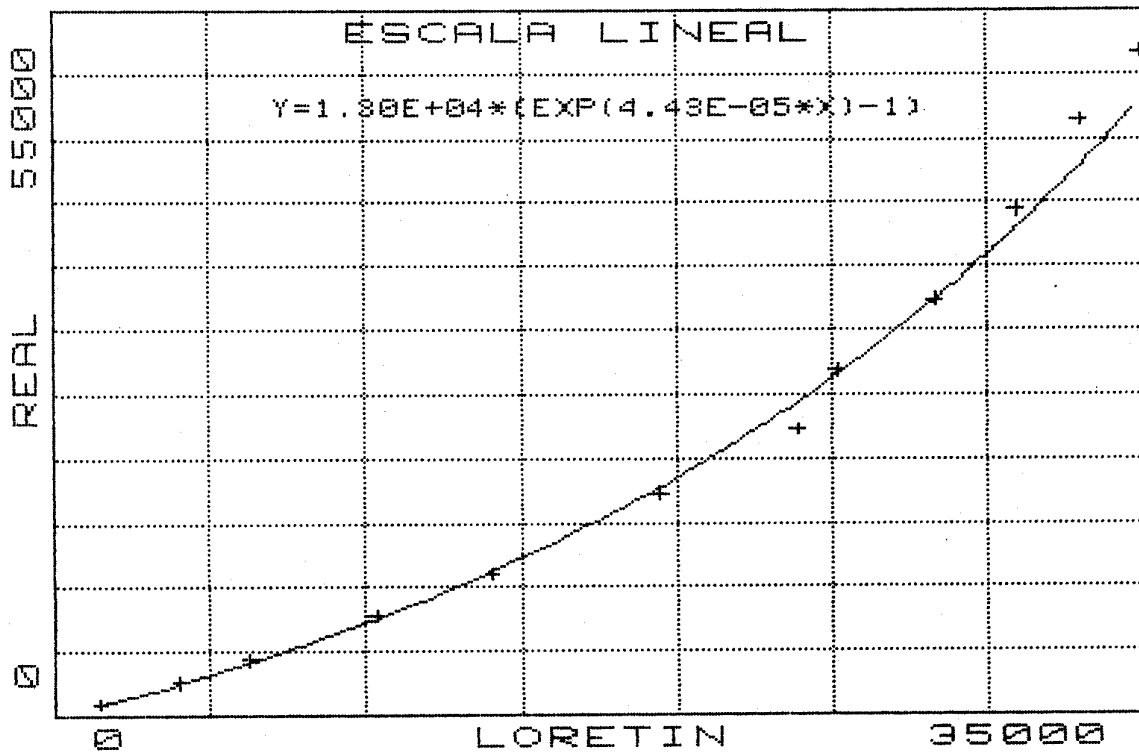


DATOS DE CALIBRACION DEL LORETIN LOR8

Dato	Cond Loretin	Cond Real (YSI)
1	1510	882
2	4080	2620
3	6330	4290
4	10350	7680
5	14100	10950
6	19500	17220
7	23900	22200
8	25200	26800
9	28300	32300
10	30950	39400
11	33000	46400
12	34950	51700

Curva del tipo $Y=k1*[exp(k2*x)-1]$

$K1=1.30E+04$ $k2=4.43E-05$

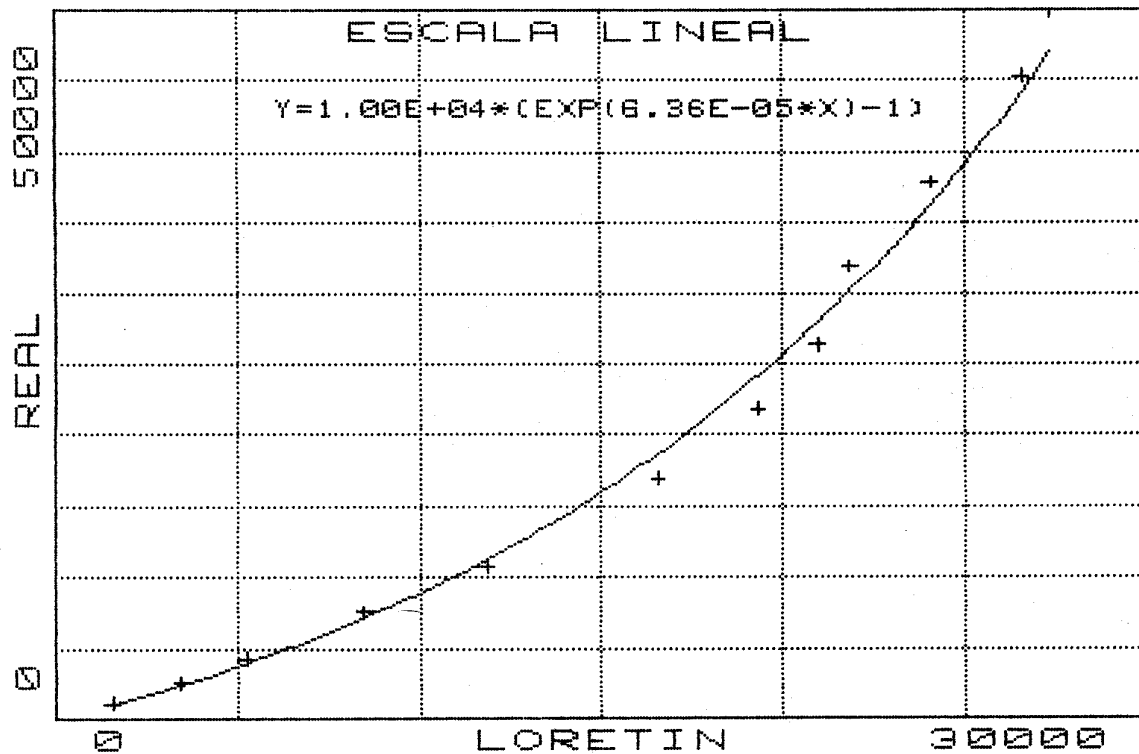


DATOS DE CALIBRACION DEL LORETIN LOR9

Dato	Cond Loretin	Cond Real (YSI)
1	1590	1020
2	3500	2510
3	5270	4190
4	8500	7450
5	11900	10740
6	16600	16900
7	19350	21800
8	21000	26300
9	21900	31800
10	24100	37800
11	26600	45200
12	27350	49900

Curva del tipo $Y=k1*[exp(k2*x)-1]$

$K1=1.00E+04$ $k2=6.36E-05$

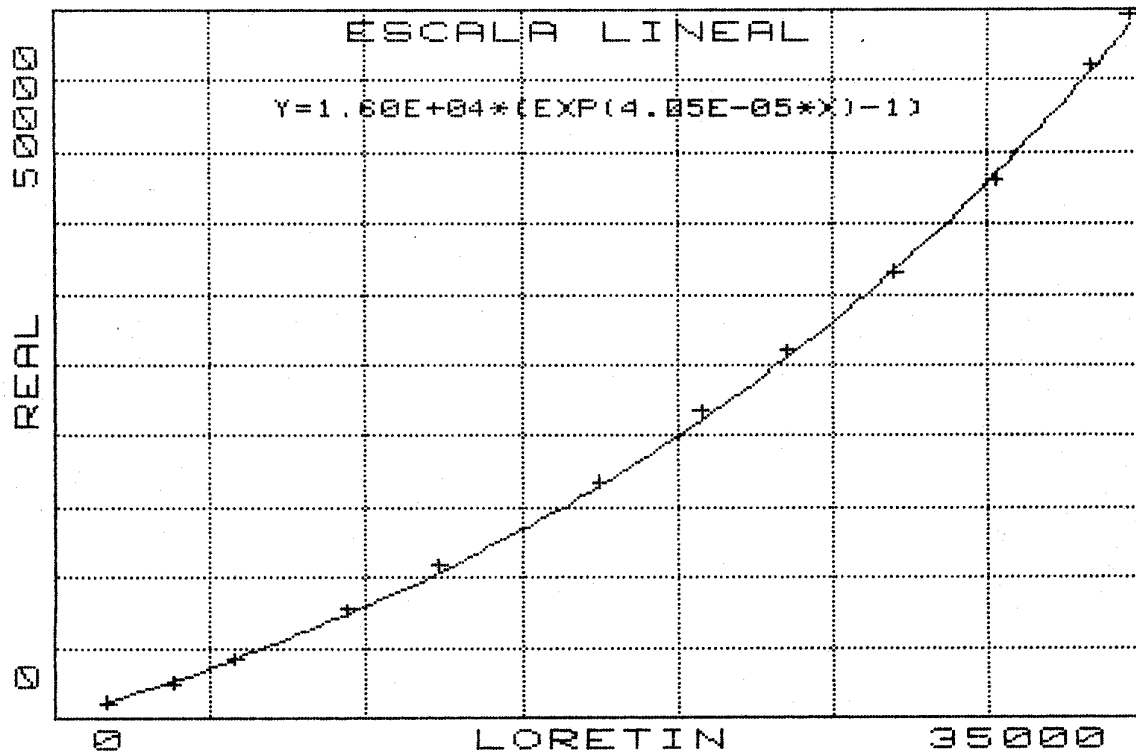


DATOS DE CALIBRACION DEL LORETIN LOR10

Dato	Cond Loretin	Cond Real (YSI)
1	1729	1040
2	3820	2470
3	5810	4180
4	9450	7610
5	12350	10860
6	17510	16700
7	20800	21700
8	23600	26000
9	27000	31500
10	30250	38000
11	33350	46000
12	34550	49600

Curva del tipo $Y=k1*[exp(k2*x)-1]$

$K1=1.60E+04$ $k2=4.05E-05$

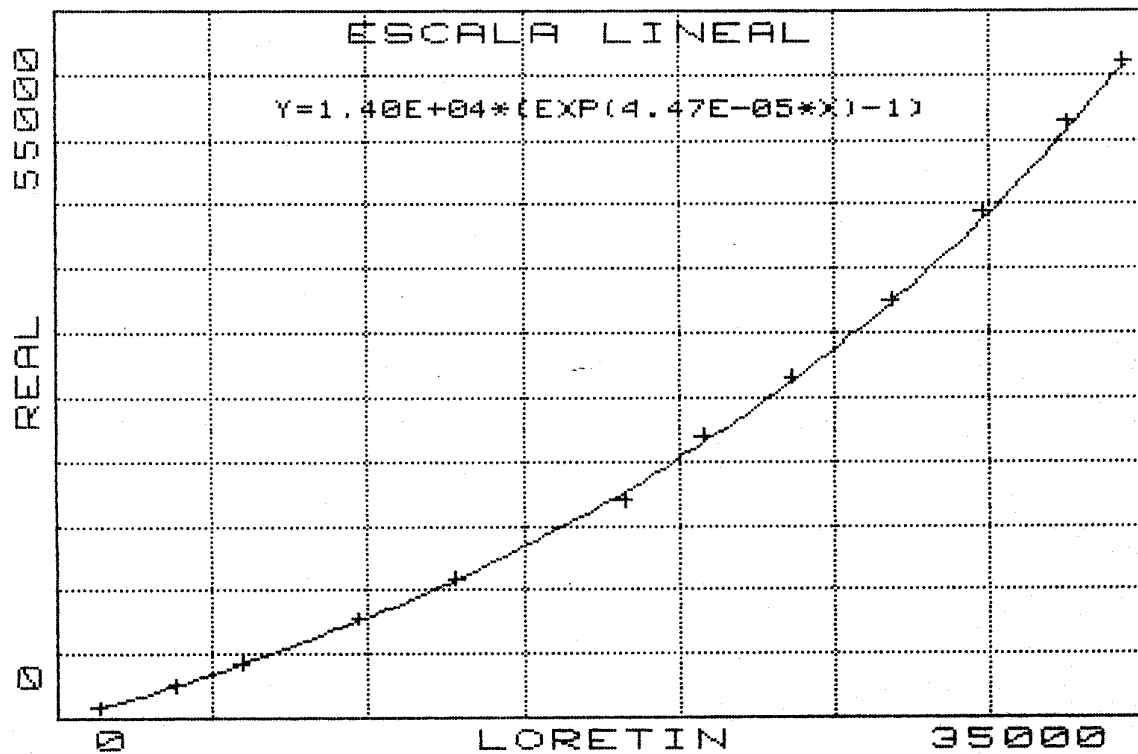


DATOS DE CALIBRACION DEL LORETIN LOR11

Dato	Cond Loretin	Cond Real (YSI)
1	1383	852
2	3890	2600
3	5970	4270
4	9730	7680
5	12850	10830
6	18250	16890
7	20800	21900
8	23650	26500
9	26850	32500
10	29750	39400
11	32500	46400
12	34300	51100

Curva del tipo $Y=k1*[exp(k2*x)-1]$

$K1=1.40E+04$ $k2=4.47E-05$

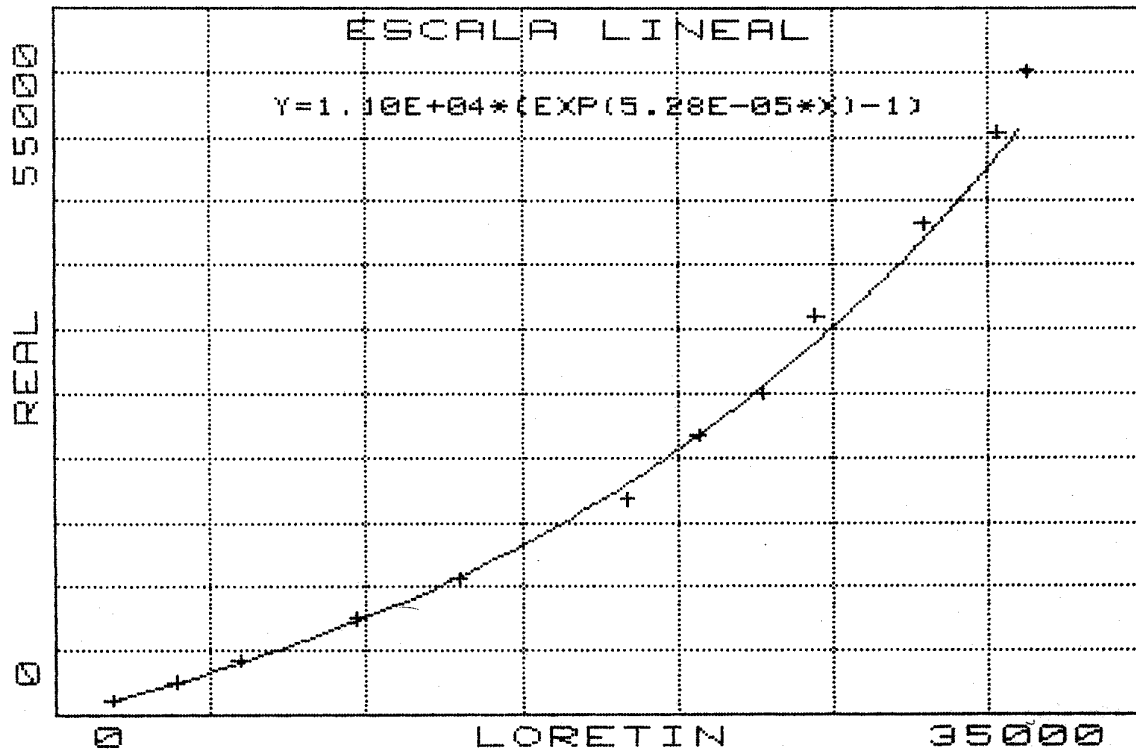


DATOS DE CALIBRACION DEL LORETIN LOR12

Dato	Cond Loretin	Cond Real (YSI)
1	1880	1106
2	3900	2520
3	5950	4190
4	9700	7390
5	13000	10590
6	18380	16740
7	20700	21600
8	22750	25000
9	24450	31000
10	27900	38200
11	30300	45300
12	31250	50000

Curva del tipo $Y=k1*[exp(k2*x)-1]$

$k1=1.10E+04$ $k2=5.28E-05$

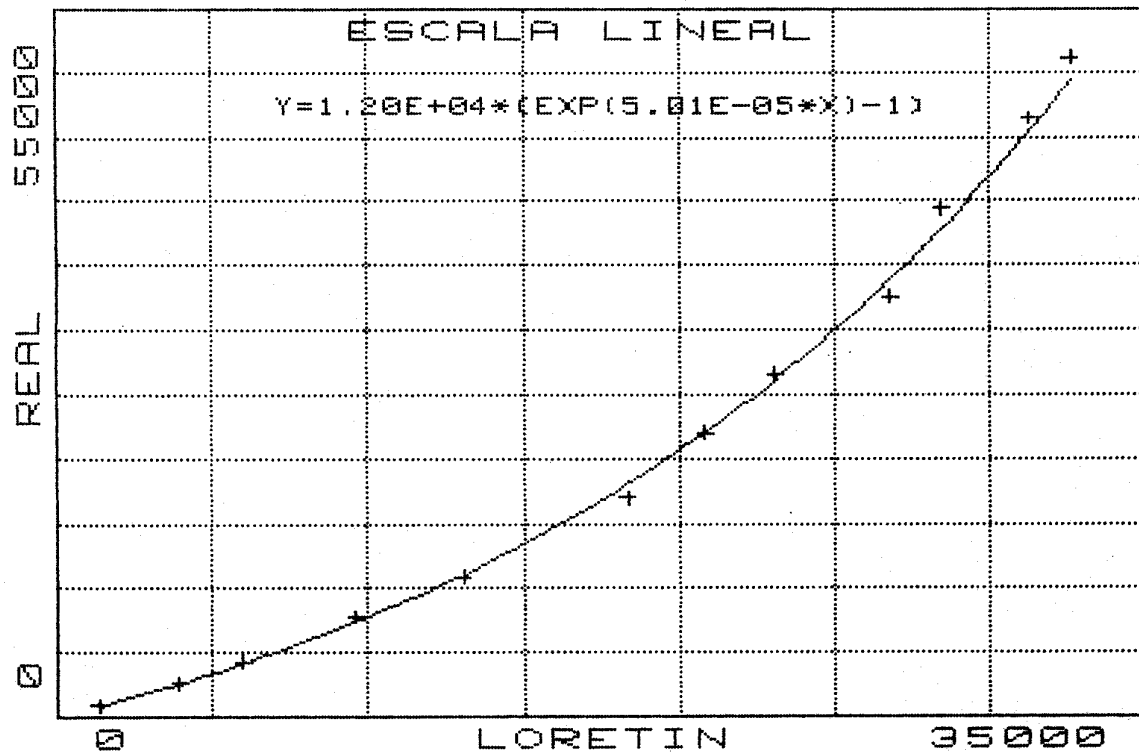


DATOS DE CALIBRACION DEL LORETIN LOR13

Dato	Cond Loretin	Cond Real (YSI)
1	1383	852
2	3980	2600
3	6010	4270
4	9630	7680
5	13100	10830
6	18370	16890
7	20850	21900
8	23100	26500
9	26800	32500
10	28450	39400
11	31300	46400
12	32600	51100

Curva del tipo $Y=k1*[exp(k2*x)-1]$

$k1=1.20E+04$ $k2=5.01E-05$

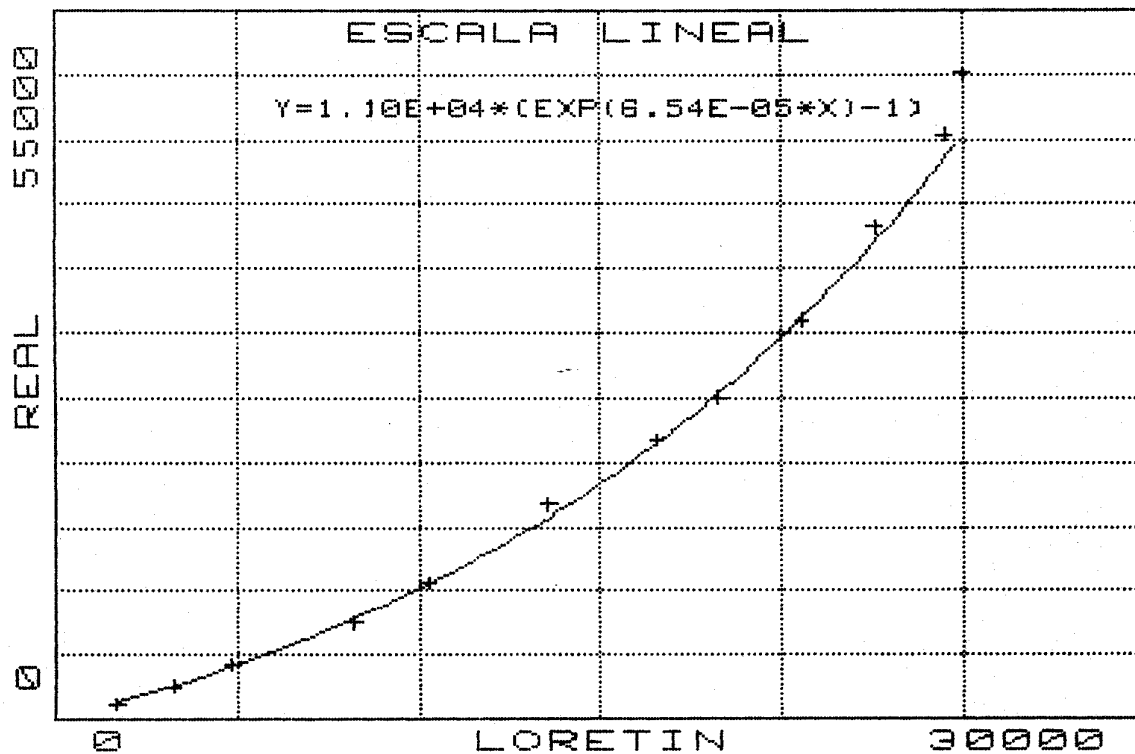


DATOS DE CALIBRACION DEL LORETIN LOR14

Dato	Cond Loretin	Cond Real (YSI)
1	1730	1100
2	3260	2520
3	4920	4190
4	8260	7390
5	10300	10590
6	13600	16740
7	16600	21600
8	18300	25000
9	20600	31000
10	22600	38200
11	24500	45300
12	25000	50000

Curva del tipo $Y=k1*[exp(k2*x)-1]$

K1=1.10E+04 k2=6.54E-05

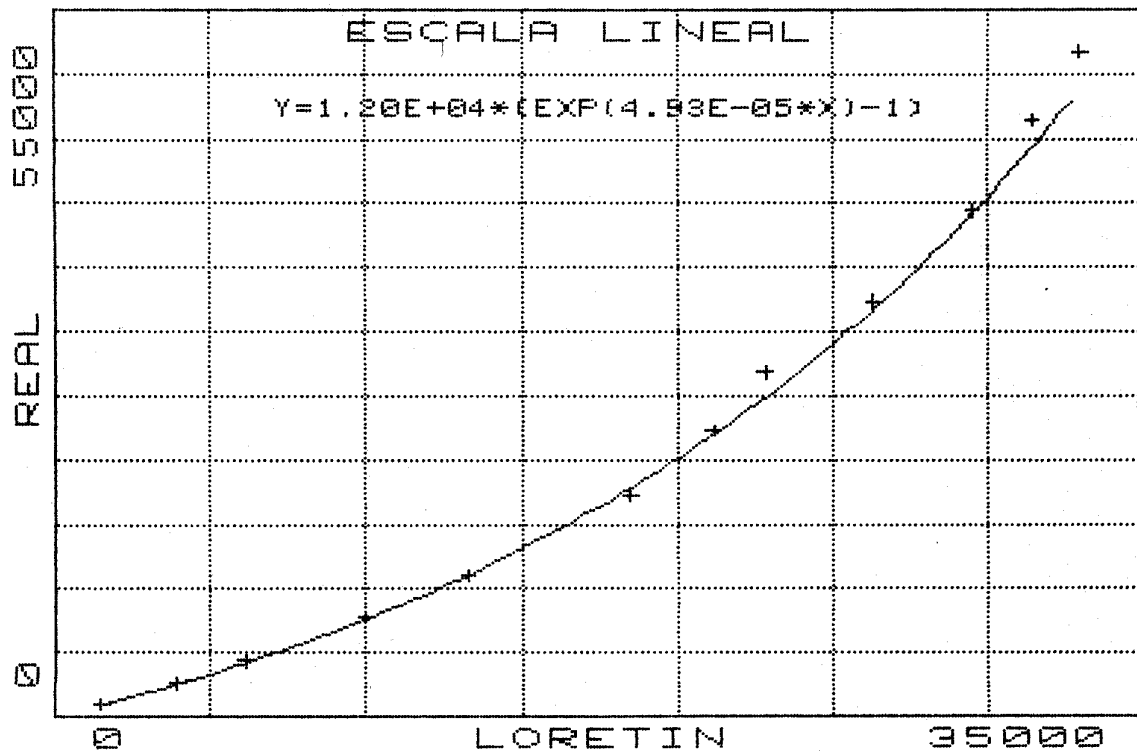


DATOS DE CALIBRACION DEL LORETIN LOR15

Dato	Cond Loretin	Cond Real (YSI)
1	1526	882
2	3990	2620
3	6150	4290
4	10000	7680
5	13300	10950
6	18500	17220
7	21200	22200
8	22850	26800
9	26300	32300
10	29500	39400
11	31450	46400
12	32950	51700

Curva del tipo $Y=k1*[exp(k2*x)-1]$

$K1=1.20E+04$ $k2=4.93E-05$

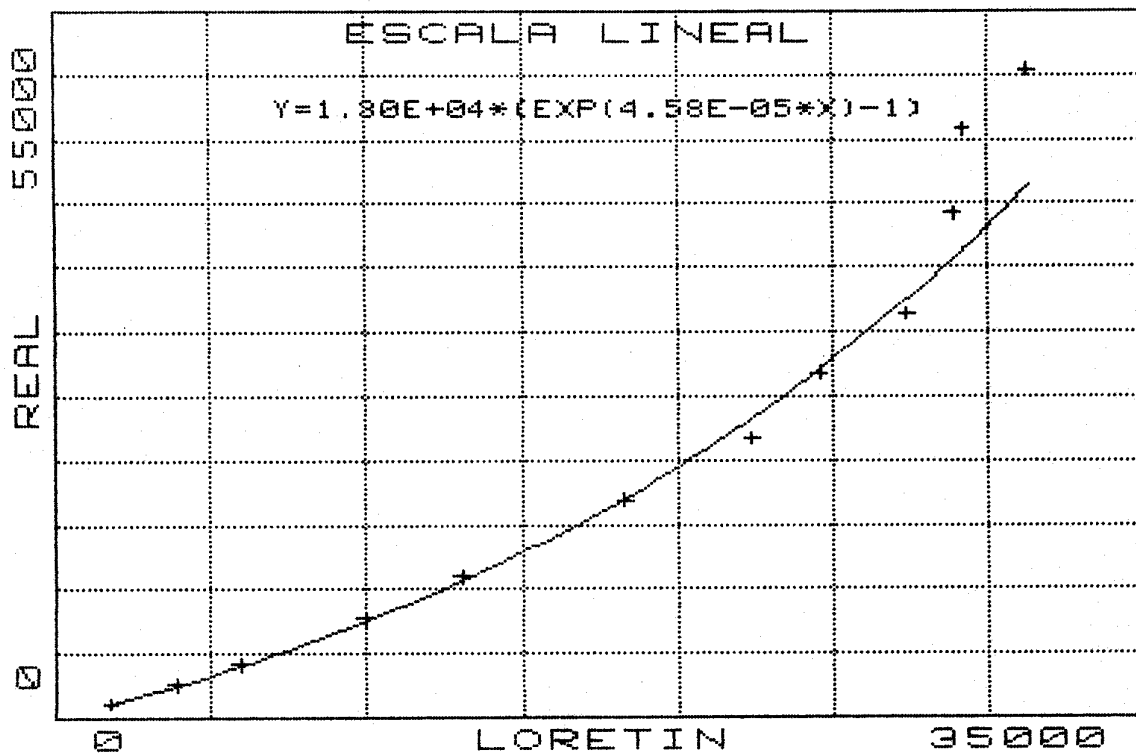


DATOS DE CALIBRACION DEL LORETIN LOR16

Dato	Cond Loretin	Cond Real (YSI)
1	1800	1082
2	3910	2560
3	5980	4150
4	9950	7640
5	13070	10900
6	18300	16800
7	22400	21600
8	24600	26700
9	27400	31300
10	28900	39200
11	29200	45800
12	31300	50300

Curva del tipo $Y=k1*[exp(k2*x)-1]$

$K1=1.30E+04$ | $k2=4.58E-05$

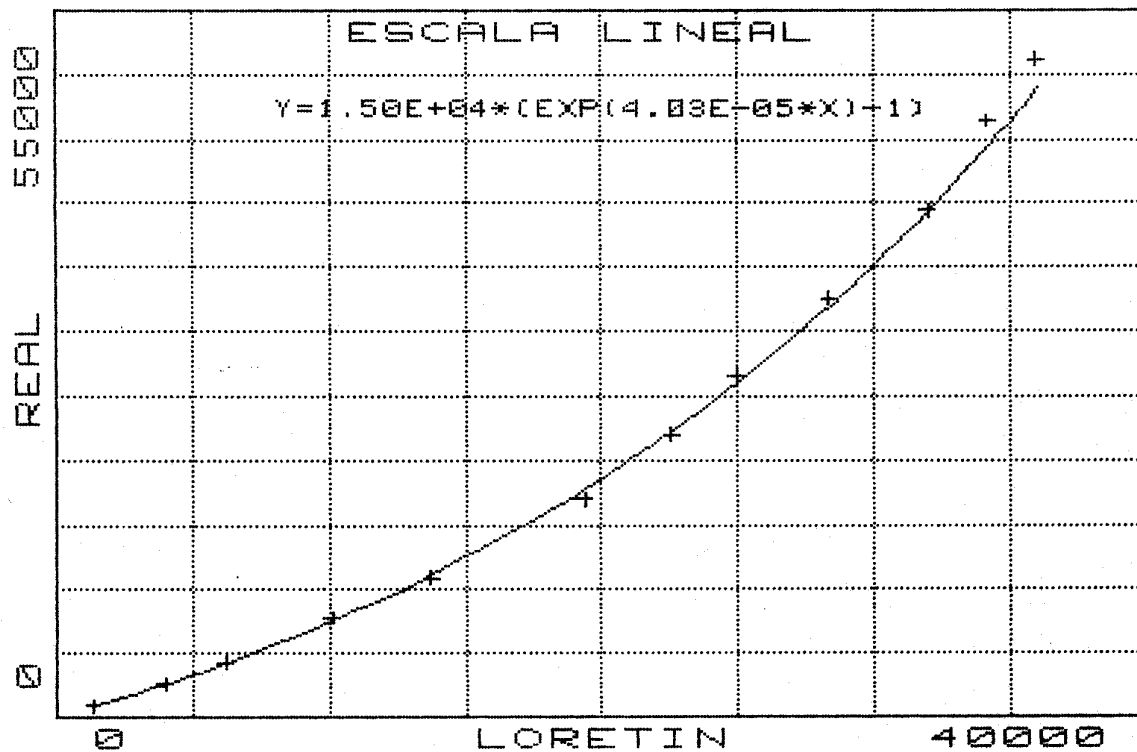


DATOS DE CALIBRACION DEL LORETIN LOR17

Dato	Cond Loretin	Cond Real (YSI)
1	1390	852
2	4050	2600
3	6250	4270
4	10180	7680
5	13800	10830
6	19400	16890
7	22600	21900
8	25000	26500
9	28400	32500
10	32000	39400
11	34200	46400
12	36000	51100

Curva del tipo $Y=k1*[exp(k2*x)-1]$

$K1=1.50E+04$ $k2=4.03E-05$

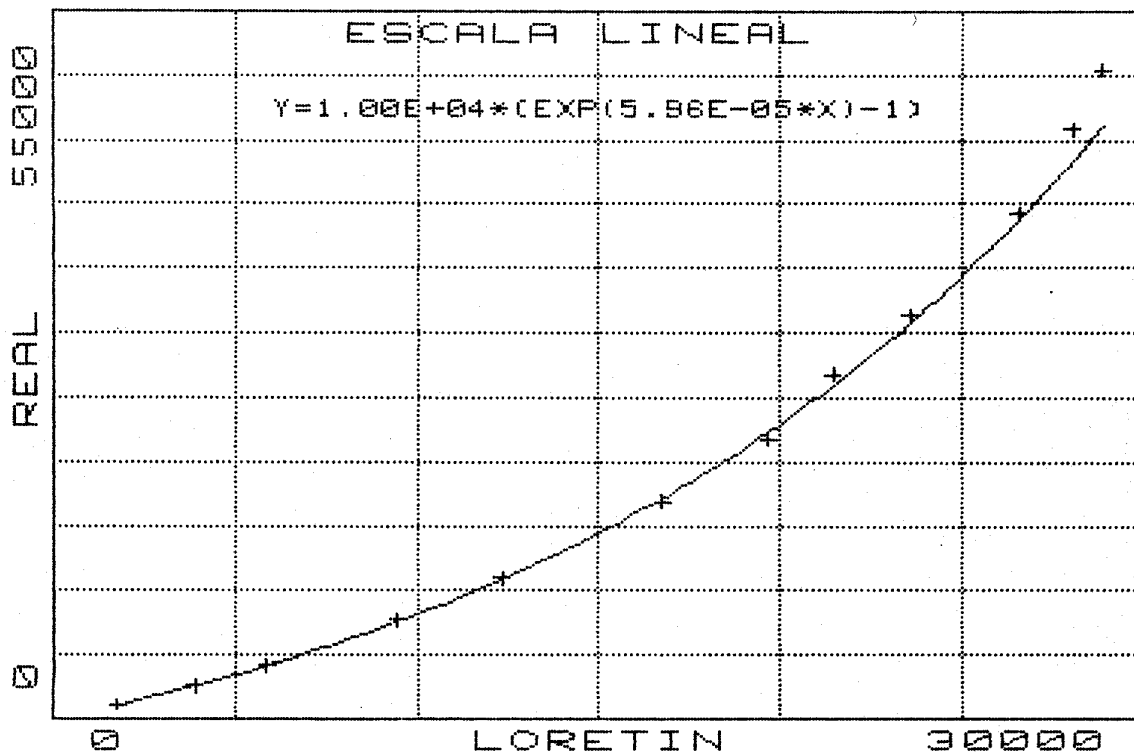


DATOS DE CALIBRACION DEL LORETIN LOR18

Dato	Cond Loretin	Cond Real (YSI)
1	1820	1082
2	3930	2560
3	5920	4150
4	9500	7640
5	12400	10900
6	16800	16800
7	19700	21600
8	21500	26700
9	23600	31300
10	26600	39200
11	28100	45800
12	28900	50300

Curva del tipo $Y=k1*[exp(k2*x)-1]$

K1=1.00E+04 ; k2=5.96E-05

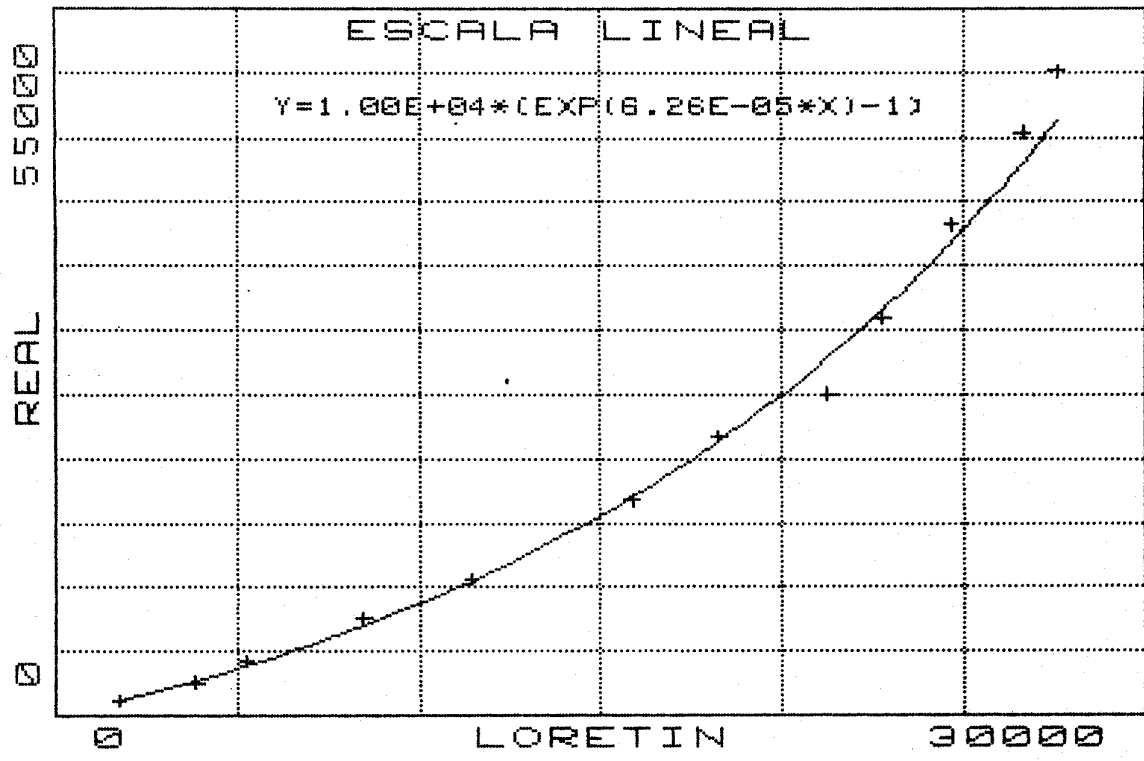


DATOS DE CALIBRACION DEL LORETIN LOR19

Dato	Cond Loretin	Cond Real (YSI)
1	1790	1100
2	3900	2520
3	5300	4190
4	8500	7390
5	11500	10590
6	15900	16740
7	18300	21600
8	21300	25000
9	22800	31000
10	24700	38200
11	26700	45300
12	27600	50000

Curva del tipo $Y=k1*[exp(k2*x)-1]$

K1=1.00E+04 k2=6.26E-05

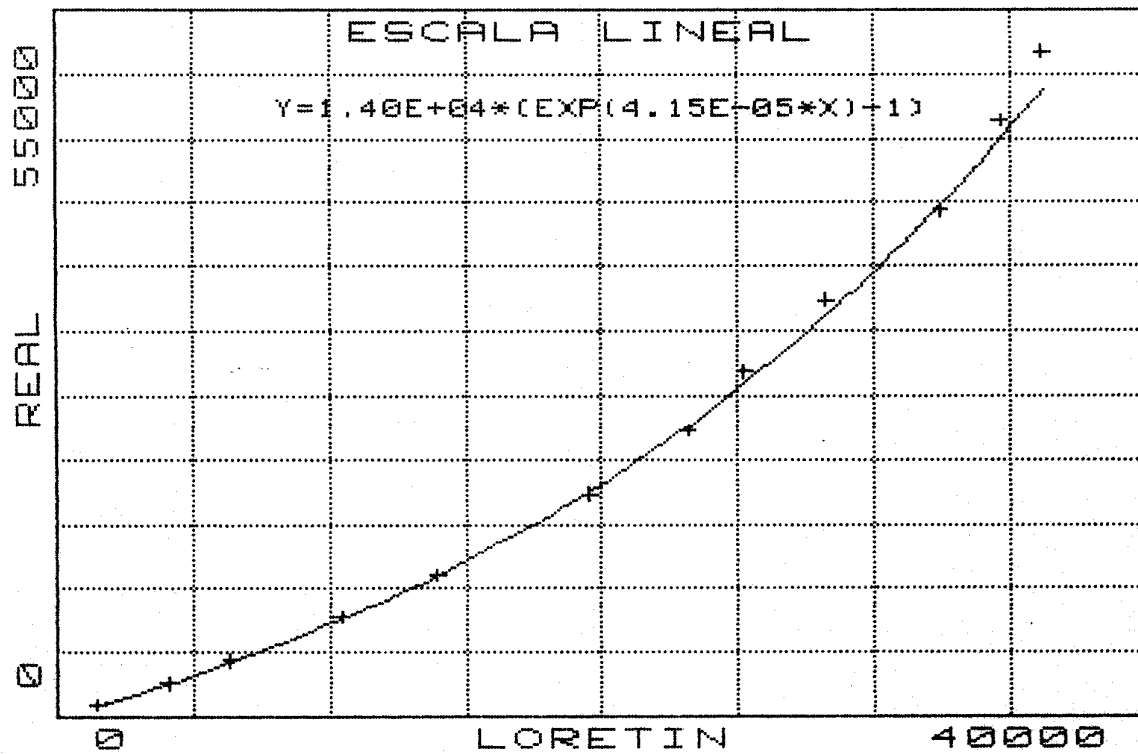


DATOS DE CALIBRACION DEL LORETIN LOR20

Dato	Cond Loretin	Cond Real (YSI)
1	1550	882
2	4150	2620
3	6420	4290
4	10480	7680
5	14000	10950
6	19600	17220
7	23200	22200
8	25300	26800
9	28300	32300
10	32500	39400
11	34700	46400
12	36200	51700

Curva del tipo $Y=k1*[exp(k2*x)-1]$

K1=1.40E+04 k2=4.15E-05

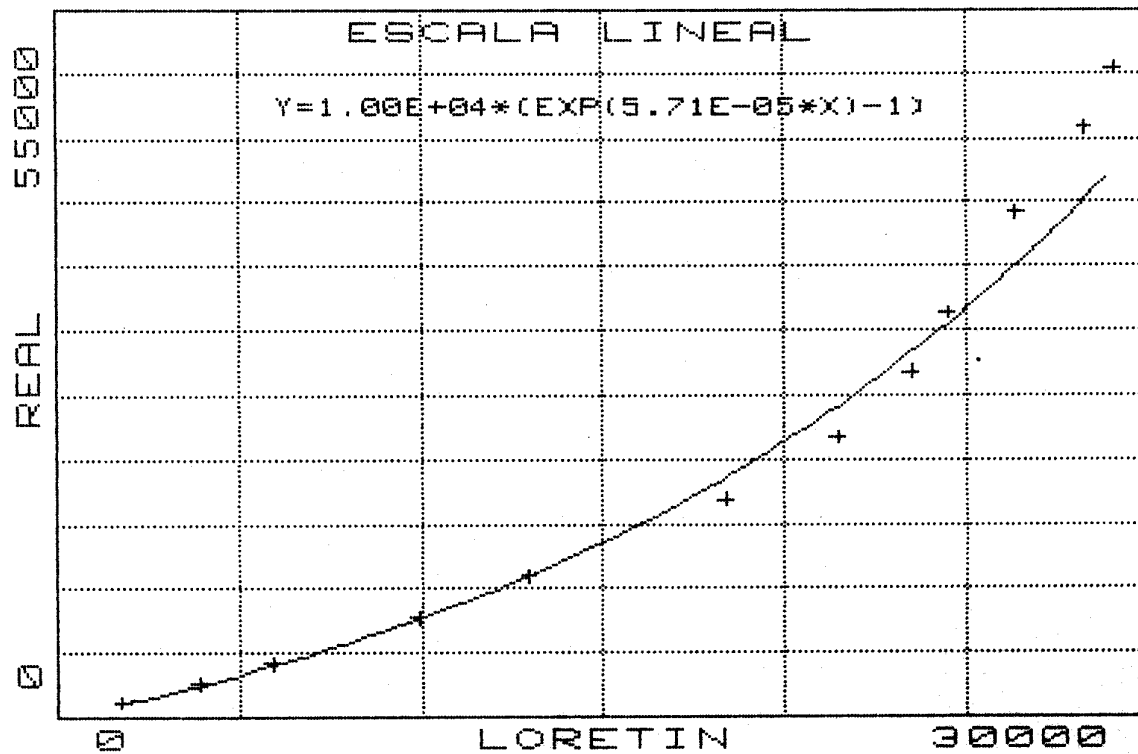


DATOS DE CALIBRACION DEL LORETIN LOR21

Dato	Cond Loretin	Cond Real (YSI)
1	1830	1082
2	3930	2560
3	5960	4150
4	9950	7640
5	13000	10900
6	18400	16800
7	21500	21600
8	23500	26700
9	24500	31300
10	26400	39200
11	28300	45800
12	29100	50300

Curva del tipo $Y=k1*[exp(k2*x)-1]$

$K1=1.00E+04$ $k2=5.71E-05$

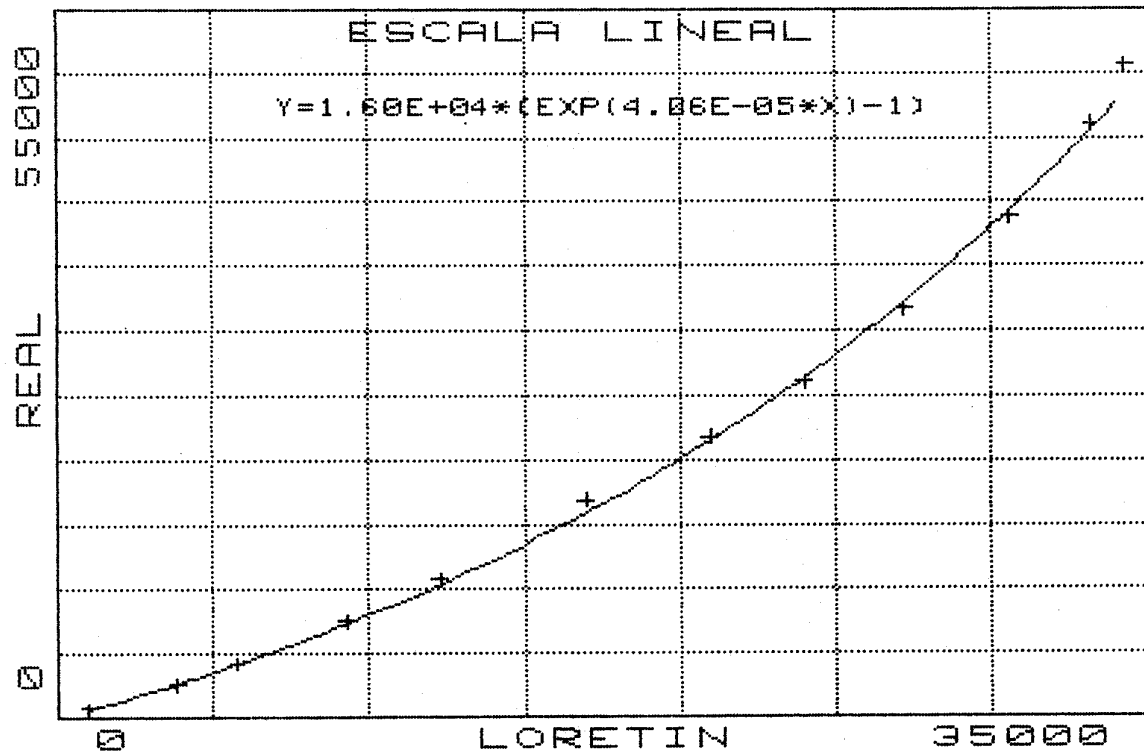


DATOS DE CALIBRACION DEL LORETIN LOR22

Dato	Cond Loretin	Cond Real (YSI)
1	1060	670
2	3880	2580
3	5800	4200
4	9300	7450
5	12300	10700
6	17000	16800
7	21000	21700
8	24000	26000
9	27200	31600
10	30600	38800
11	33200	46100
12	34300	50600

Curva del tipo $Y=k1*[exp(k2*x)-1]$

$K1=1.60E+04$ $k2=4.06E-05$

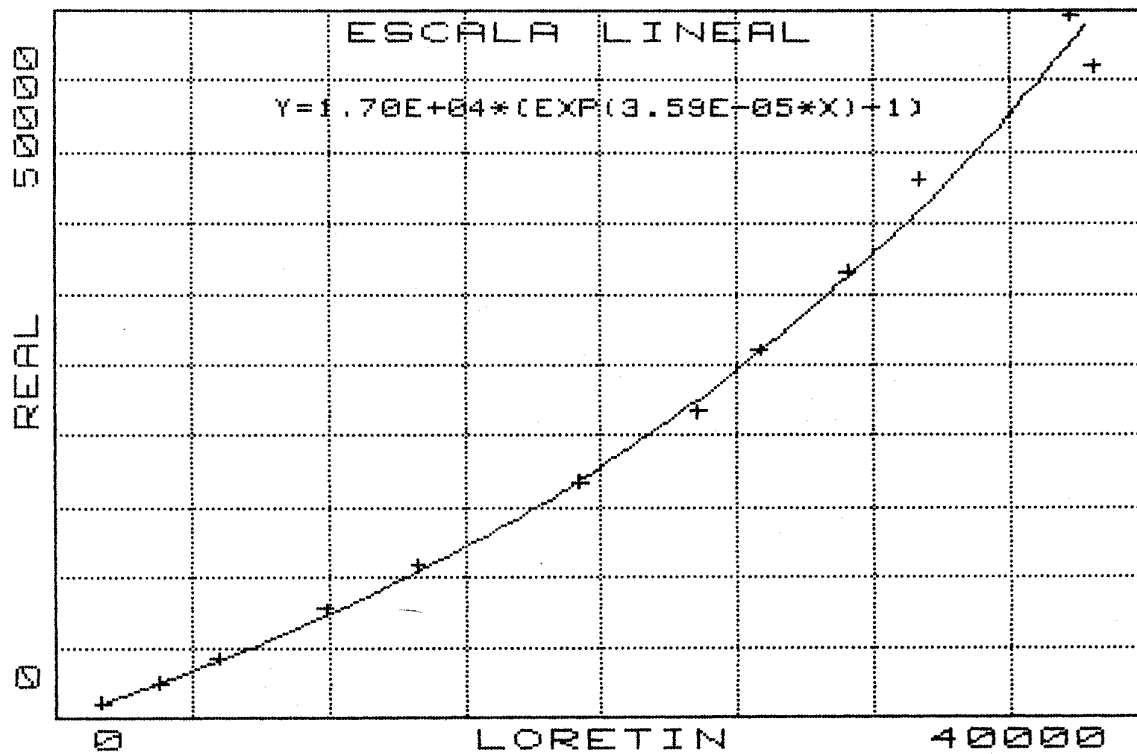


DATOS DE CALIBRACION DEL LORETIN LOR23

Dato	Cond Loretin	Cond Real (YSI)
1	1751	1040
2	3890	2470
3	6040	4180
4	9940	7610
5	13310	10860
6	19250	16700
7	23600	21700
8	25900	26000
9	29100	31500
10	31700	38000
11	38150	46000
12	37300	49600

Curva del tipo $Y=k1*[exp(k2*x)-1]$

$K1=1.70E+04$ $k2=3.59E-05$

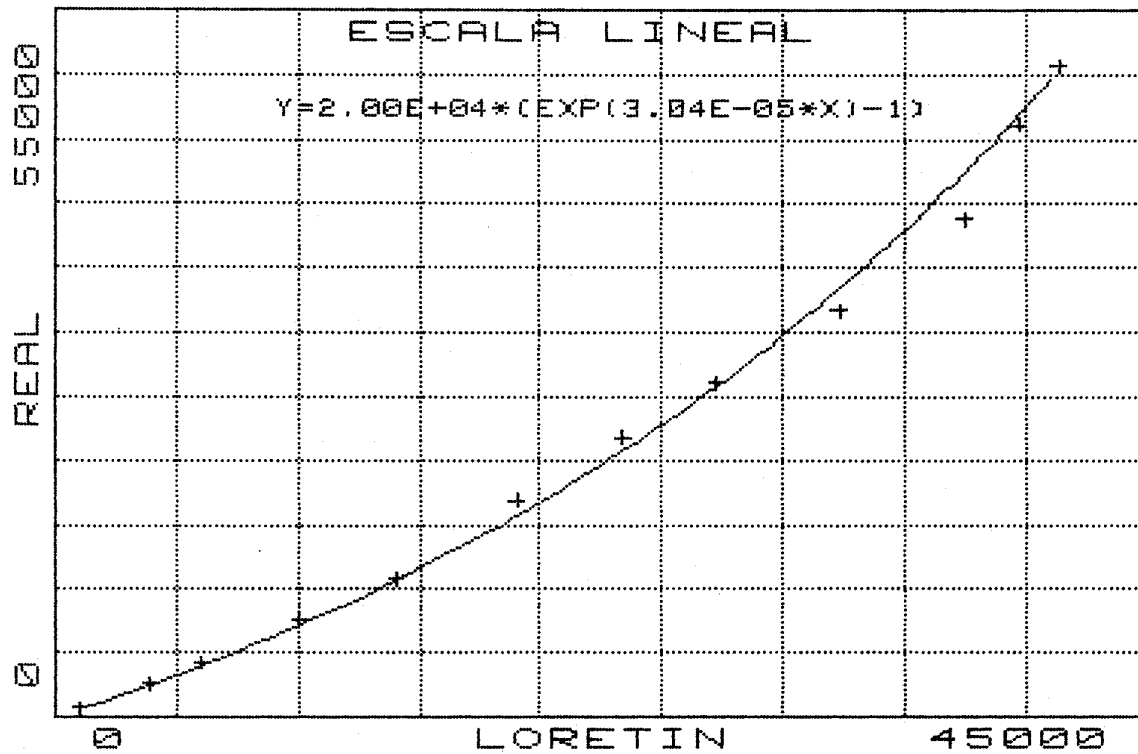


DATOS DE CALIBRACION DEL LORETIN LOR24

Dato	Cond Loretin	Cond Real (YSI)
1	1070	670
2	3960	2580
3	6110	4200
4	10100	7450
5	14100	10700
6	19100	16800
7	23400	21700
8	27300	26000
9	32400	31600
10	37500	38800
11	39800	46100
12	41400	50600

Curva del tipo $Y=k1*[exp(k2*x)-1]$

K1=2.00E+04 k2=3.04E-05

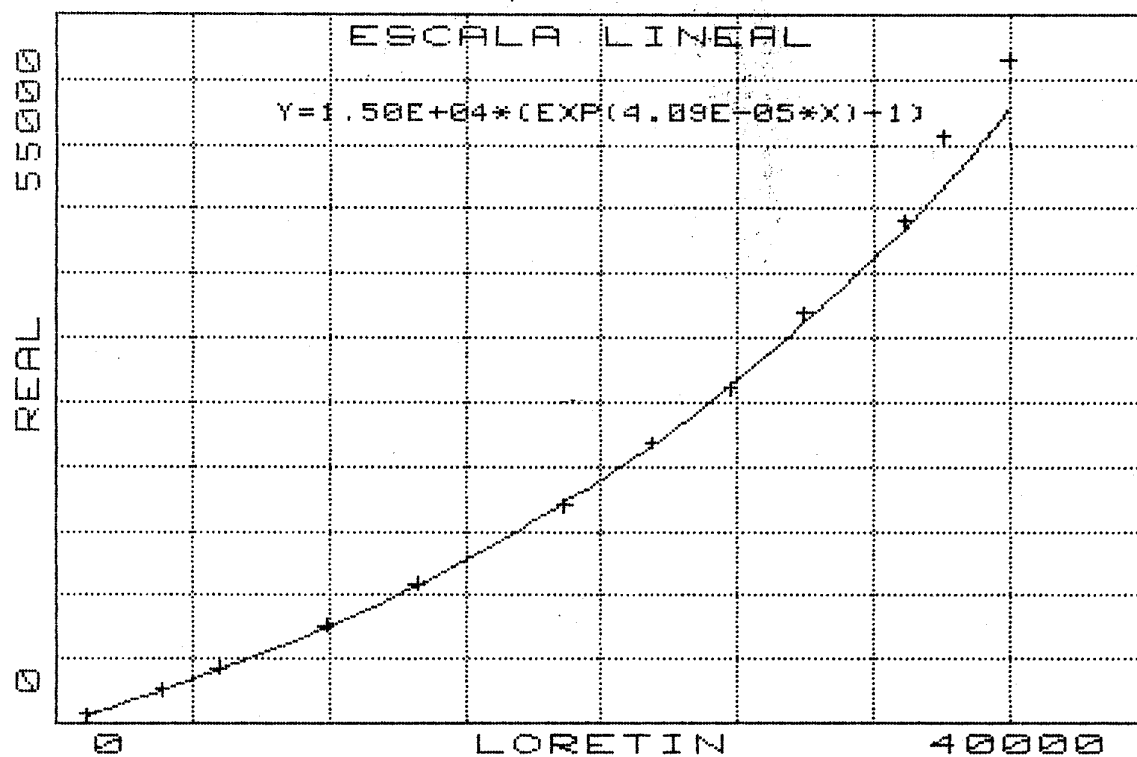


DATOS DE CALIBRACION DEL LORETIN LOR25

Dato	Cond Loretin	Cond Real (YSI)
1	1220	642
2	3960	2620
3	6020	4220
4	9930	7510
5	13300	10800
6	18700	16950
7	21900	21800
8	24800	26000
9	27500	31800
10	31200	39000
11	32600	45600
12	35000	51500

Curva del tipo $Y=k1*[exp(k2*x)-1]$

$K1=1.50E+04$ $k2=4.09E-05$

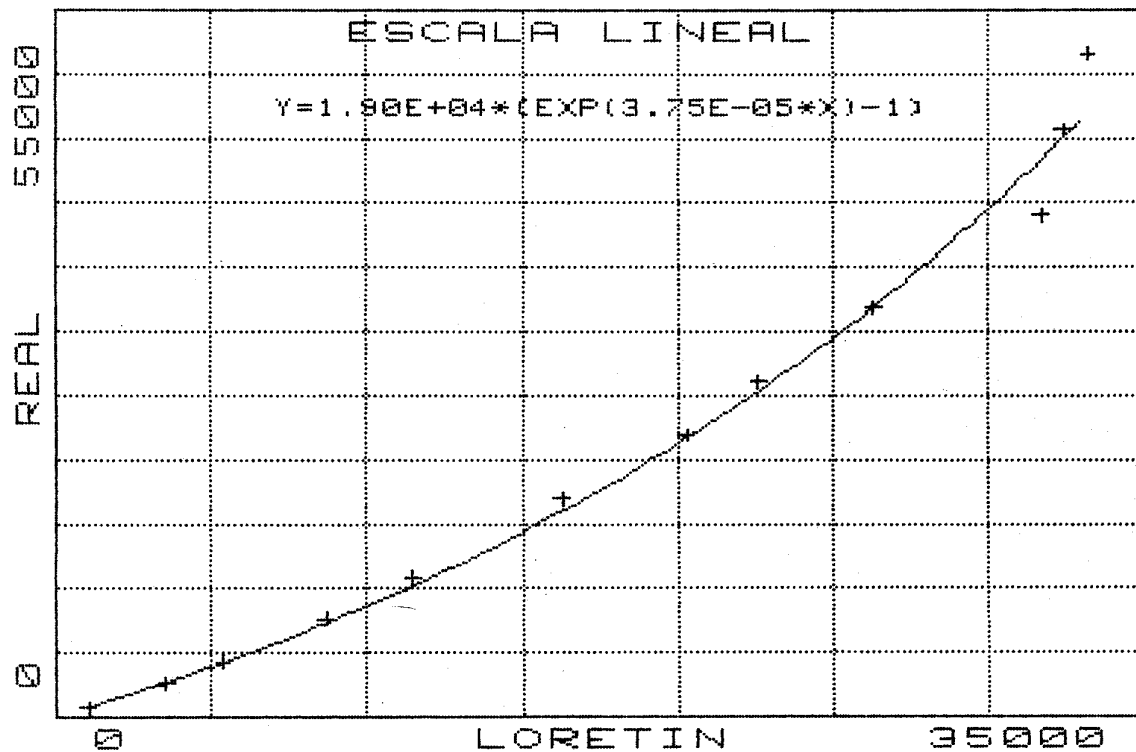


DATOS DE CALIBRACION DEL LORETIN LOR26

Dato	Cond Loretin	Cond Real (YSI)
1	1080	642
2	3570	2620
3	5410	4220
4	8690	7510
5	11500	10800
6	16300	16950
7	20300	21800
8	22600	26000
9	26300	31800
10	31700	39000
11	32400	45600
12	33200	51500

Curva del tipo $Y=k1*[exp(k2*x)-1]$

K1=1.90E+04 | k2=3.75E-05

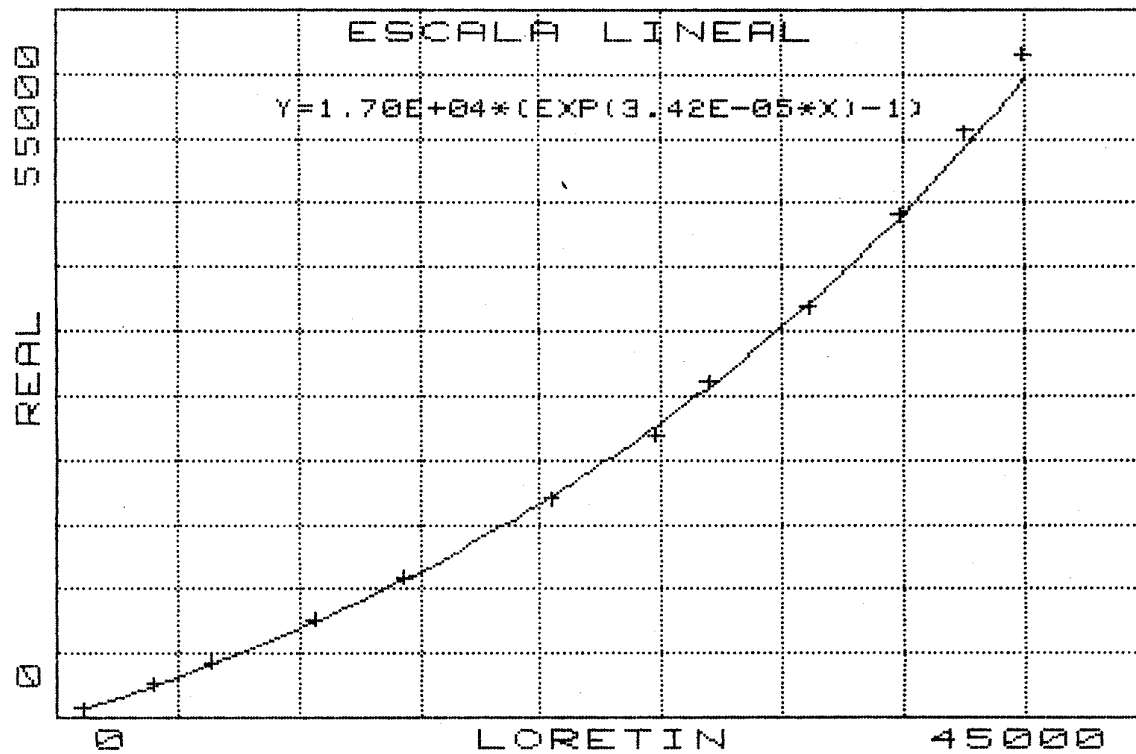


DATOS DE CALIBRACION DEL LORETIN LOR27

Dato	Cond Loretin	Cond Real (YSI)
1	1150	642
2	4130	2620
3	6440	4220
4	10700	7510
5	14400	10800
6	20500	16950
7	24800	21800
8	27000	26000
9	31100	31800
10	34900	39000
11	37600	45600
12	40000	51500

Curva del tipo $Y=k1*[exp(k2*x)-1]$

$K1=1.70E+04$ $k2=3.42E-05$

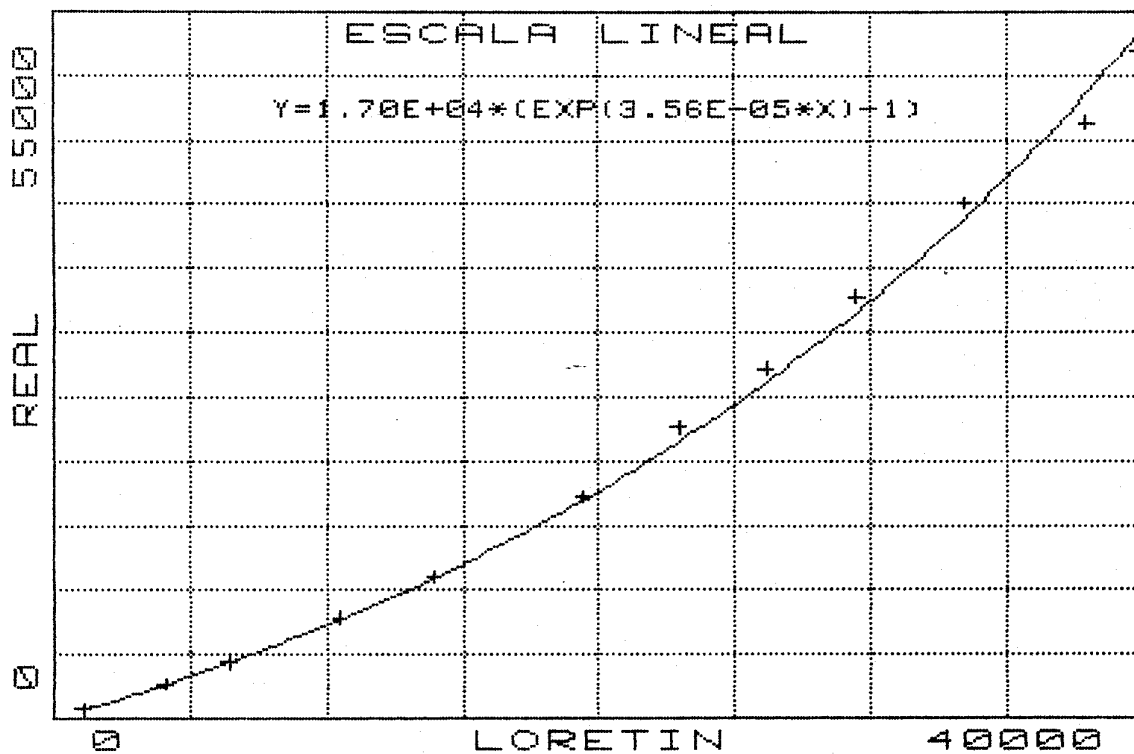


DATOS DE CALIBRACION DEL LORETIN LOR28

Dato	Cond Loretin	Cond Real (YSI)
1	1140	670
2	4150	2660
3	6500	4360
4	10540	7760
5	13990	10960
6	19500	17160
7	23000	22500
8	26200	27100
9	29500	32700
10	33500	40000
11	38000	46300
12	39900	51800

Curva del tipo $Y=k1*[exp(k2*x)-1]$

$K1=1.70E+04$; $k2=3.56E-05$

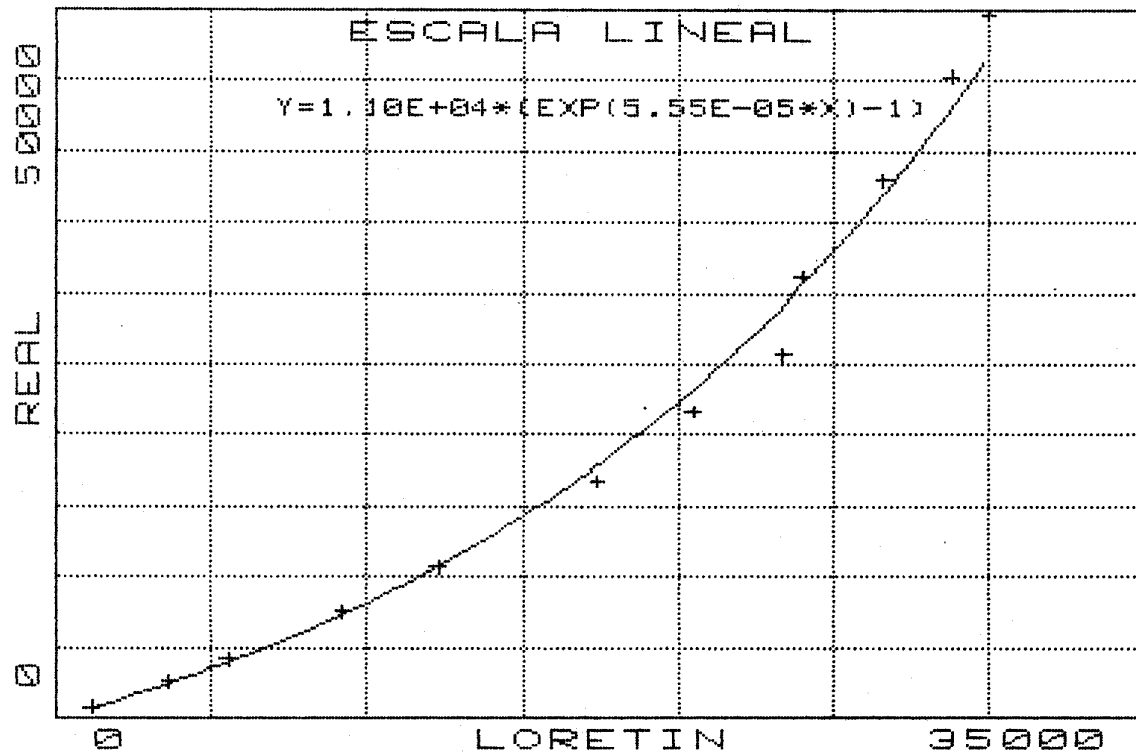


DATOS DE CALIBRACION DEL LORETIN LOR29

Dato	Cond Loretin	Cond Real (YSI)
1	1180	669
2	3690	2510
3	5570	4080
4	9260	7420
5	12300	10600
6	17400	16650
7	20500	21600
8	23400	25600
9	24000	31100
10	26600	37900
11	28800	45200
12	30000	49600

Curva del tipo $Y=k1*[exp(k2*x)-1]$

K1=1.10E+04 | k2=5.55E-05

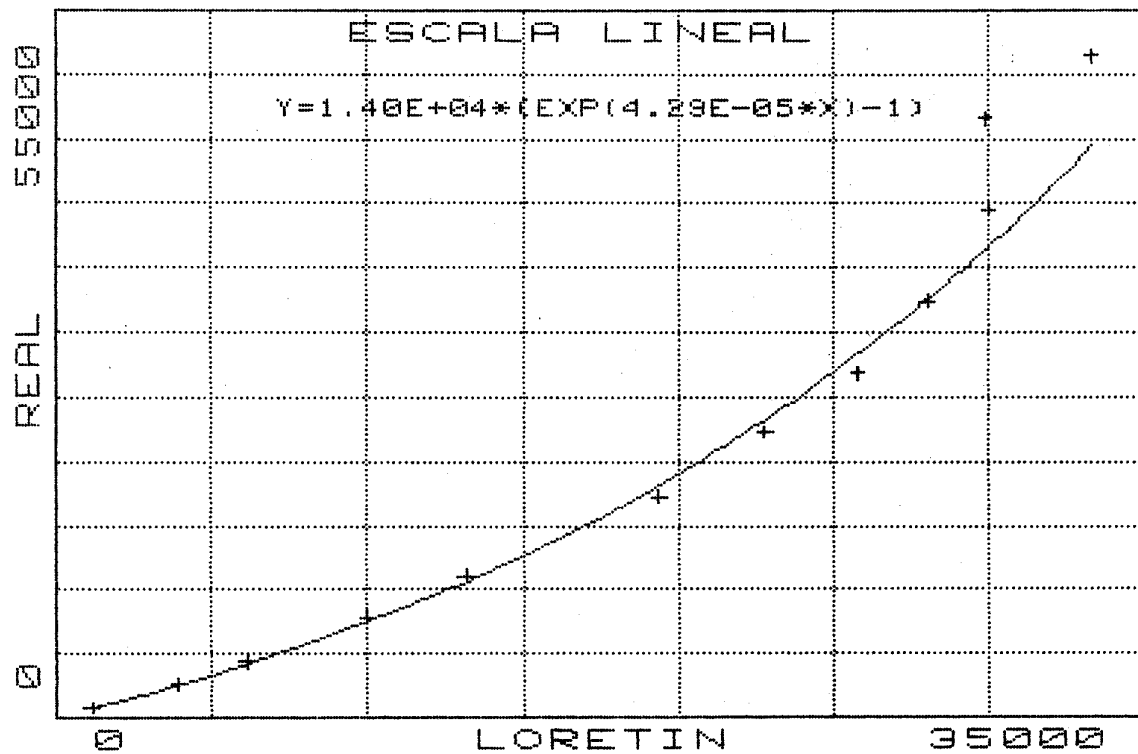


DATOS DE CALIBRACION DEL LORETIN LOR30

Dato	Cond Loretin	Cond Real (YSI)
1	1190	725
2	3980	2620
3	6150	4310
4	10000	7700
5	13200	11000
6	19400	17200
7	22800	22200
8	25800	26800
9	28000	32300
10	30000	39500
11	29900	46500
12	33300	51400

Curva del tipo $Y=k1*[exp(k2*x)-1]$

K1=1.40E+04 | k2=4.29E-05

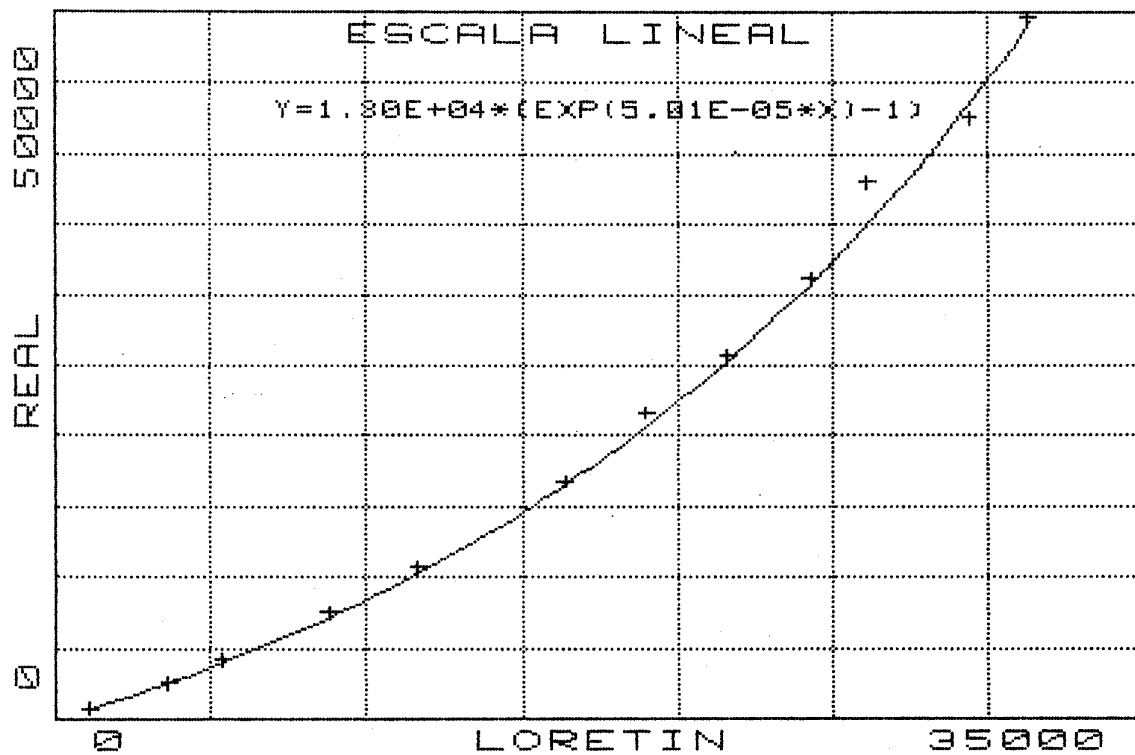


DATOS DE CALIBRACION DEL LORETIN LOR31

Dato	Cond Loretin	Cond Real (YSI)
1	1150	669
2	3700	2510
3	5450	4080
4	8800	7420
5	11700	10600
6	16400	16650
7	19000	21600
8	21600	25600
9	24300	31100
10	26100	37900
11	29400	42500
12	31300	49600

Curva del tipo $Y=k1*[exp(k2*x)-1]$

$K1=1.30E+04$ $k2=5.01E-05$

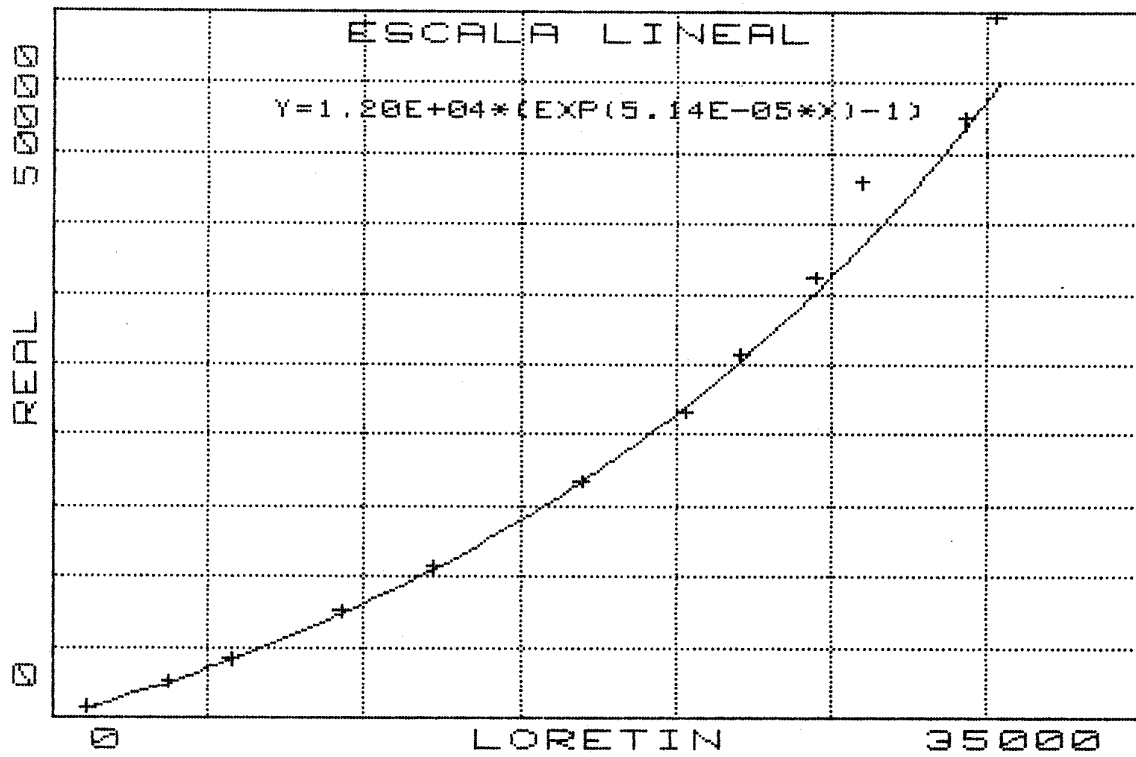


DATOS DE CALIBRACION DEL LORETIN LOR32

Dato	Cond Loretin	Cond Real (YSI)
1	1140	669
2	3790	2510
3	5780	4080
4	9290	7420
5	12250	10600
6	17000	16650
7	20300	21600
8	22100	25600
9	24500	31100
10	26000	37900
11	29300	42500
12	30300	49600

Curva del tipo $Y=k1*[exp(k2*x)-1]$

$K1=1.20E+04$ $k2=5.14E-05$

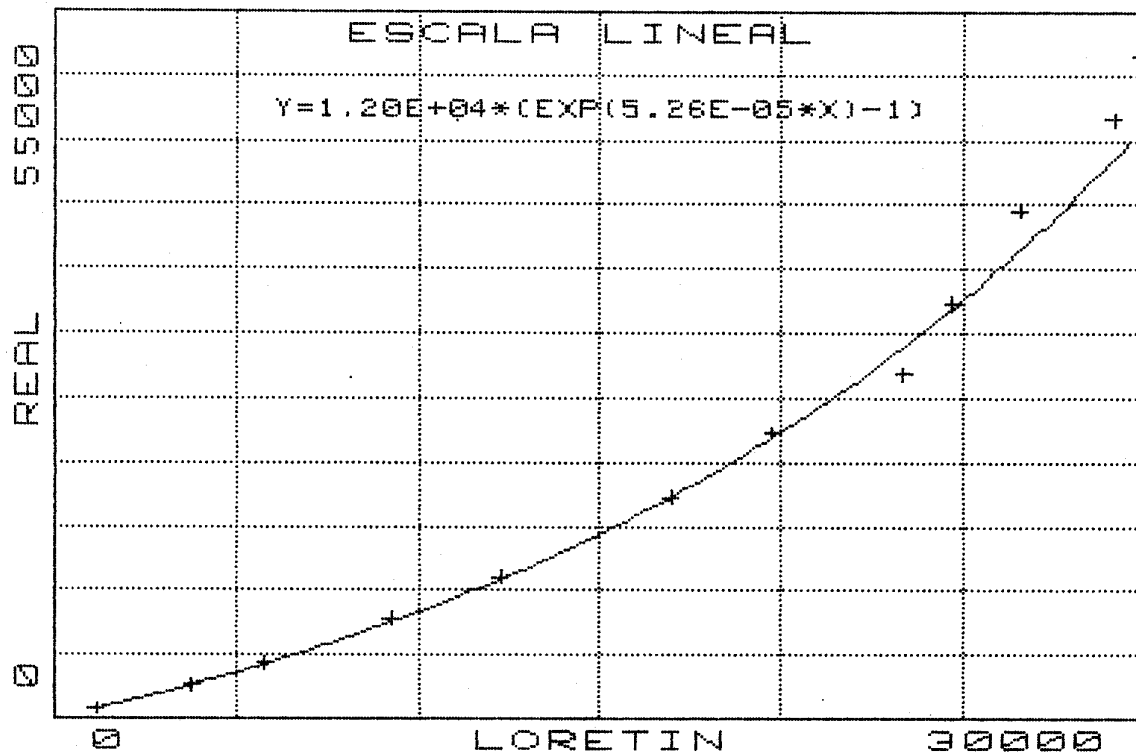


DATOS DE CALIBRACION DEL LORETIN LOR33

Dato	Cond Loretin	Cond Real (YSI)
1	1180	725
2	3840	2620
3	5810	4310
4	9300	7700
5	12300	11000
6	17000	17200
7	19800	22200
8	23400	26800
9	24700	32300
10	26600	39500
11	29200	46500
12	29900	51400

Curva del tipo $Y=k1*[exp(k2*x)-1]$

K1=1.20E+04 ; k2=5.26E-05

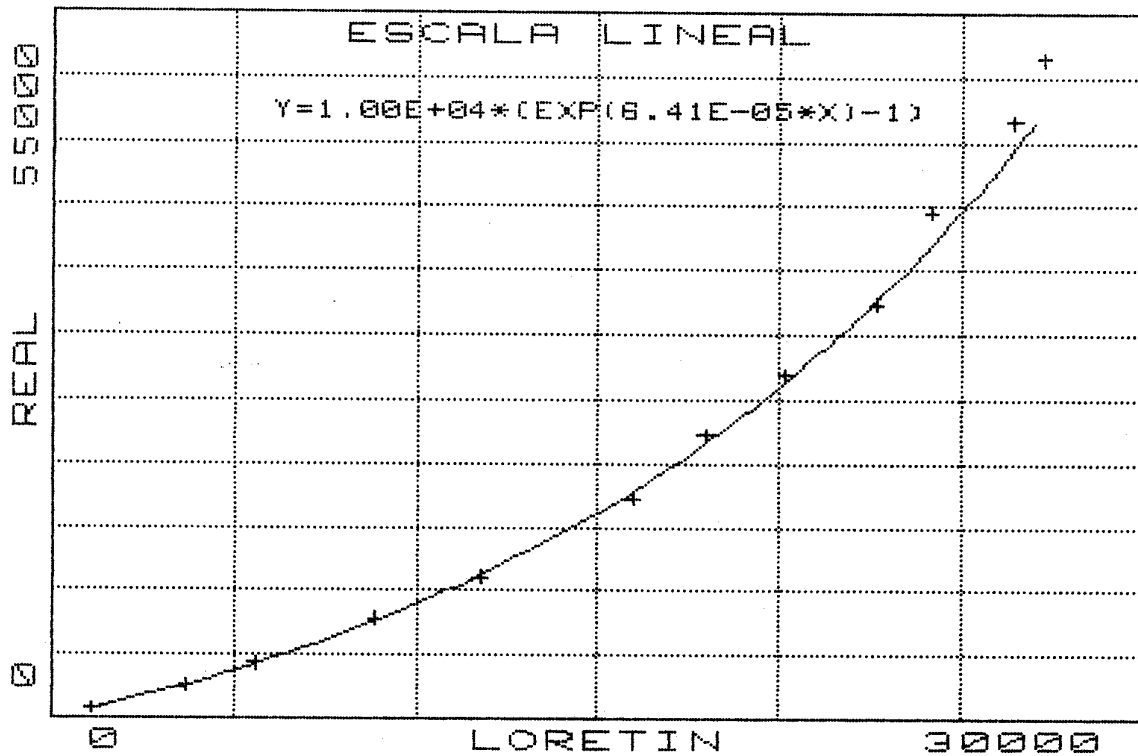


DATOS DE CALIBRACION DEL LORETIN LOR34

Dato	Cond Loretin	Cond Real (YSI)
1	1160	725
2	3720	2620
3	5600	4310
4	8900	7700
5	11800	11000
6	16000	17200
7	18000	22200
8	20200	26800
9	22700	32300
10	24200	39500
11	26500	46500
12	27300	51400

Curva del tipo $Y=k1*[exp(k2*x)-1]$

K1=1.00E+04 | k2=6.41E-05

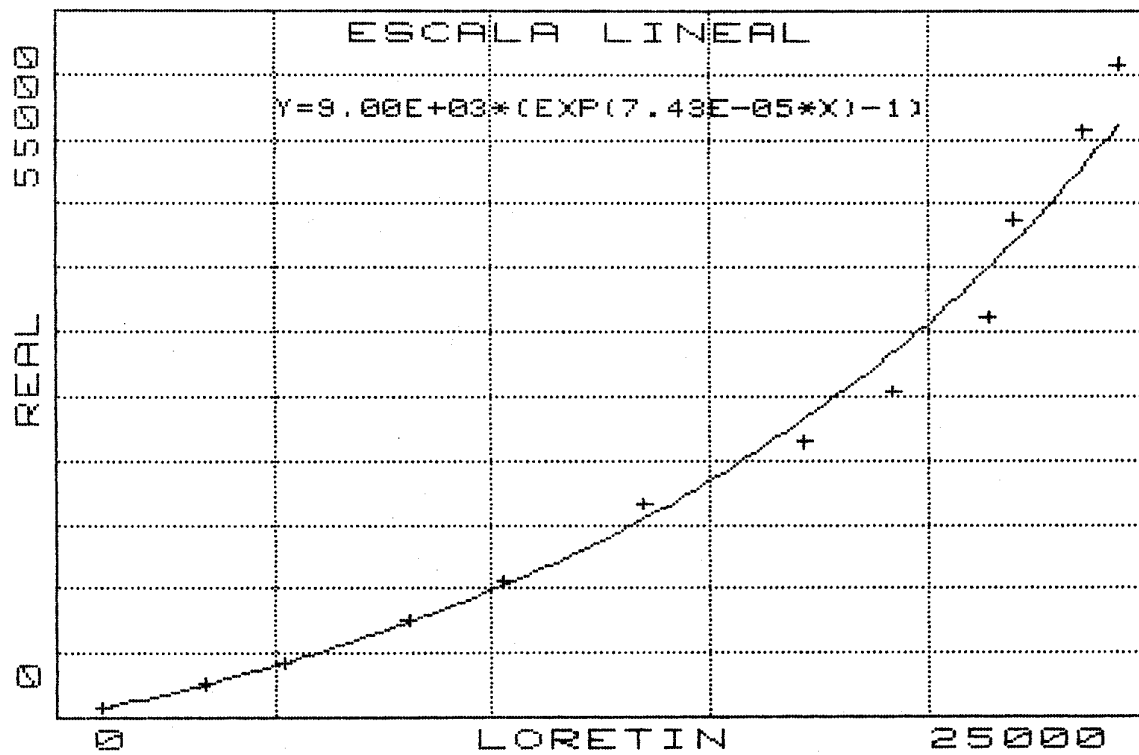


DATOS DE CALIBRACION DEL LORETIN LOR35

Dato	Cond Loretin	Cond Real (YSI)
1	1090	700
2	3460	2550
3	5240	4200
4	8090	7470
5	10300	10600
6	13500	16600
7	17200	21400
8	19200	25300
9	21400	31100
10	22000	38700
11	23600	45600
12	24400	50700

Curva del tipo $Y=k1*[exp(k2*x)-1]$

K1=9.00E+03 ; k2=7.43E-05

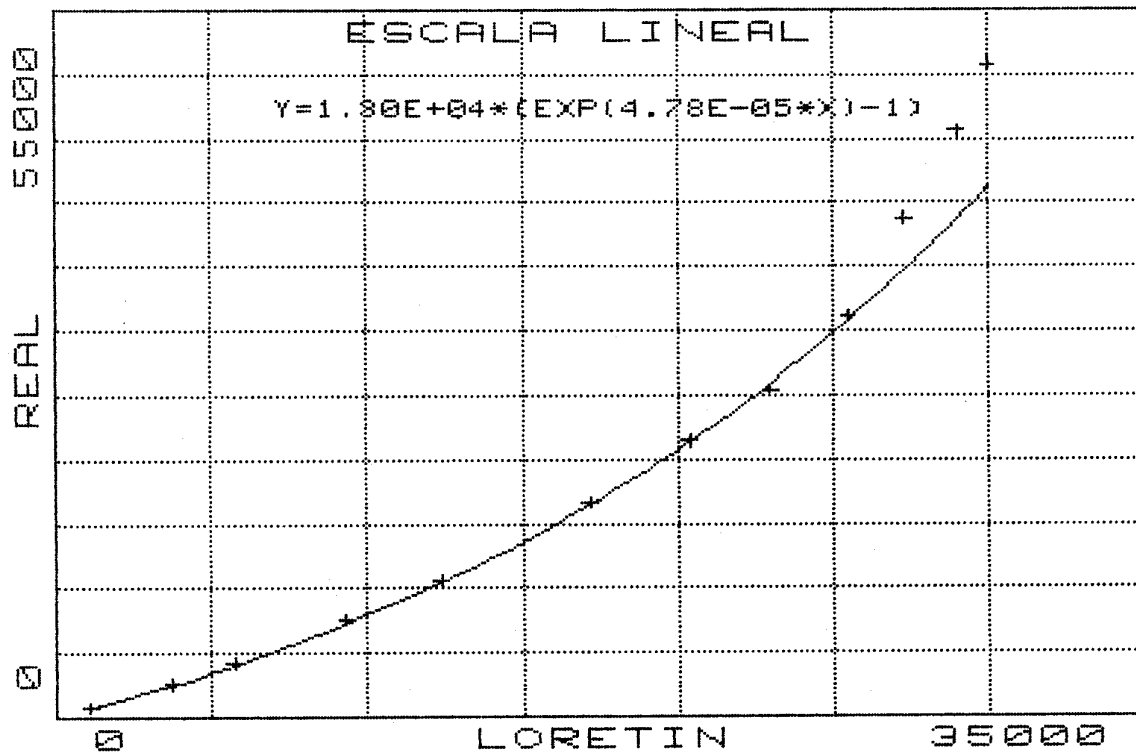


DATOS DE CALIBRACION DEL LORETIN LOR36

Dato	Cond Loretin	Cond Real (YSI)
1	1150	700
2	3760	2550
3	5760	4200
4	9340	7470
5	12400	10600
6	17200	16600
7	20400	21400
8	23000	25300
9	25500	31100
10	27300	38700
11	29000	45600
12	30000	50700

Curva del tipo $Y=k1*[exp(k2*x)-1]$

K1=1.30E+04 k2=4.78E-05

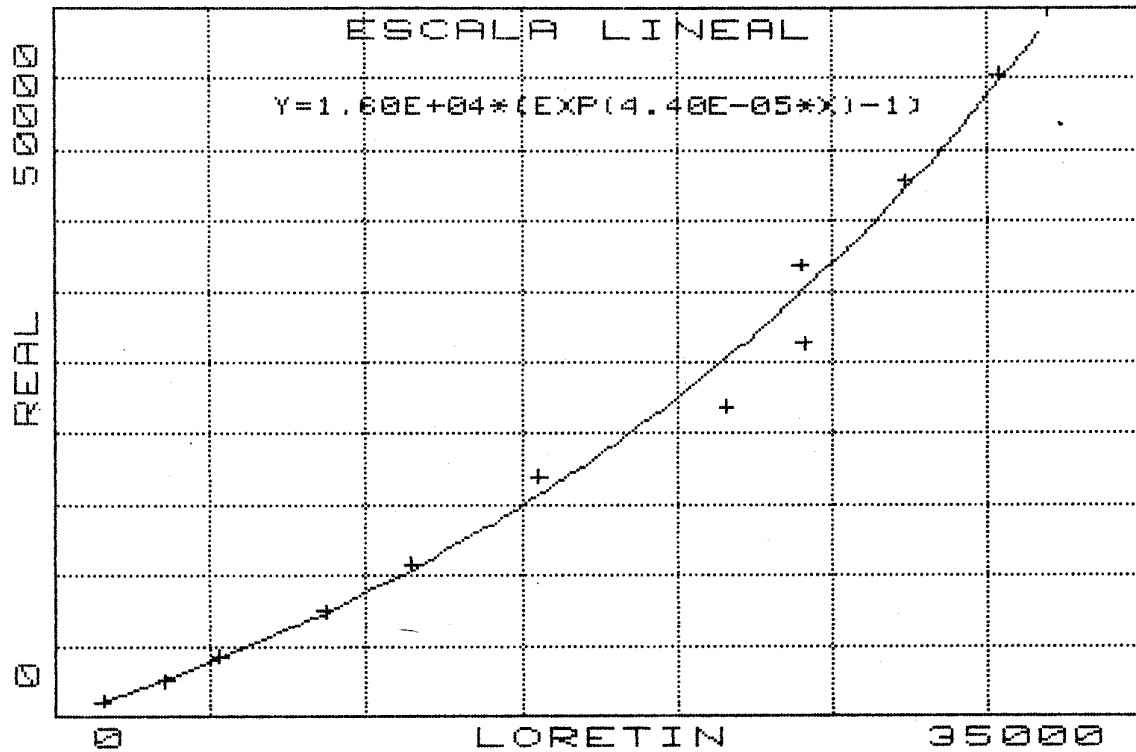


DATOS DE CALIBRACION DEL LORETIN LOR39

Dato	Cond Loretin	Cond Real (YSI)
1	1580	1020
2	3600	2510
3	5330	4190
4	8700	7450
5	11500	10740
6	15600	16900
7	21600	21800
8	24100	26300
9	24000	31800
10	27350	37800
11	30350	45200
12	31900	49900

Curva del tipo $Y=k1*[exp(k2*x)-1]$

$K1=1.60E+04$ | $k2=4.40E-05$

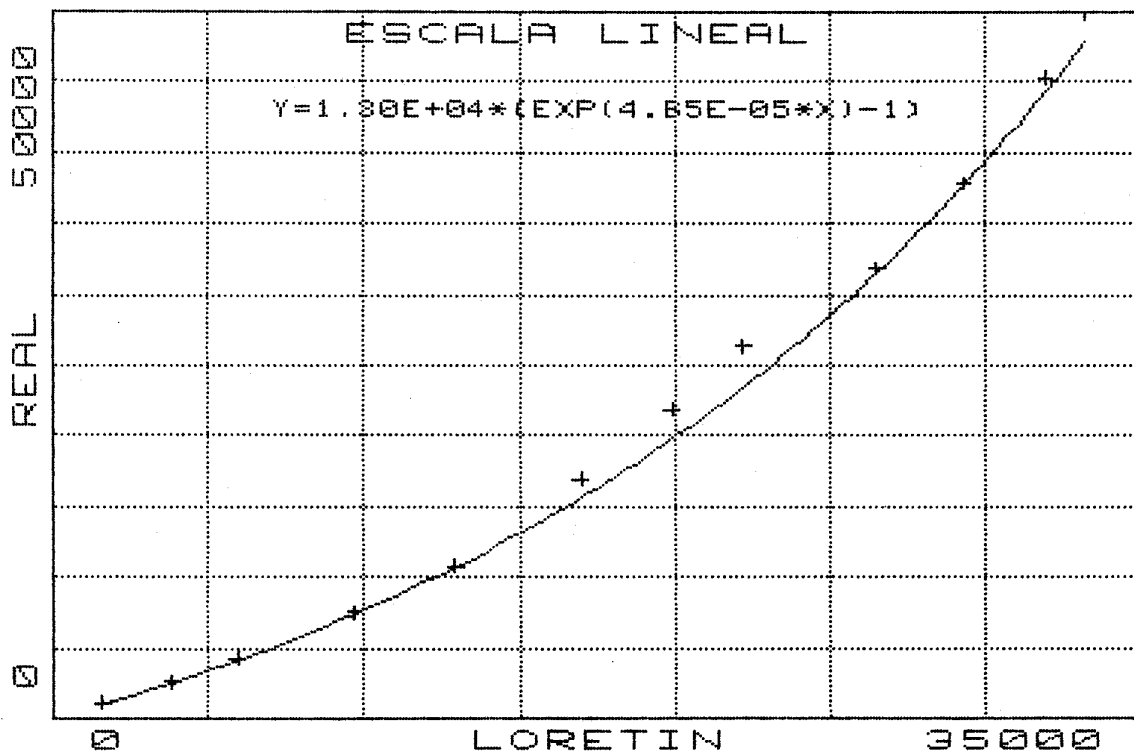


DATOS DE CALIBRACION DEL LORETIN LOR40

Dato	Cond Loretin	Cond Real (YSI)
1	1650	1020
2	3840	2510
3	5980	4190
4	9700	7450
5	12960	10740
6	17000	16900
7	19900	21800
8	22200	26300
9	26500	31800
10	29300	37800
11	31950	45200
12	33200	49900

Curva del tipo $Y=k1*[exp(k2*x)-1]$

$K1=1.30E+04$; $k2=4.65E-05$

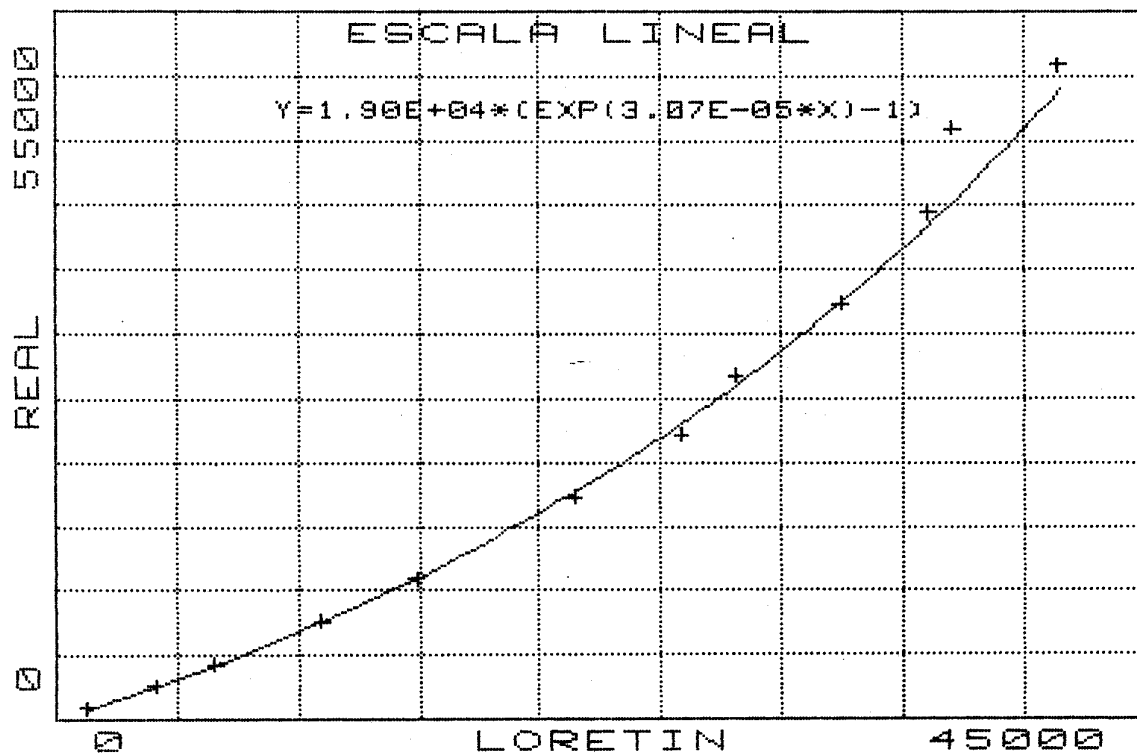


DATOS DE CALIBRACION DEL LORETIN LOR41

Dato	Cond Loretin	Cond Real (YSI)
1	1349	806
2	4180	2610
3	6600	4270
4	11020	7580
5	14950	10880
6	21500	17240
7	25900	22100
8	28150	26700
9	32500	32300
10	36100	39400
11	37100	45900
12	41500	50800

Curva del tipo $Y=k1*[exp(k2*x)-1]$

K1=1.90E+04 ; k2=3.07E-05



DATOS DE CALIBRACION DEL LORETIN LOR42

Dato	Cond Loretin	Cond Real (YSI)
1	1130	700
2	3730	2550
3	5650	4200
4	9180	7470
5	12100	10600
6	17000	16600
7	20100	21400
8	22900	25300
9	24400	31100
10	26400	38700
11	28200	45600
12	30700	50700

Curva del tipo $Y=k1*[exp(k2*x)-1]$

$K1=1.20E+04$ | $k2=5.23E-05$

