

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM


ESTUDO PELO MÉTODO DA ELETRO-RESISTIVIDADE

POÇOS DE CALDAS  
INDÍCIO B  
ESTADO DE MINAS GERAIS

MAIO - JUNHO 1971

A880P

PHL  
007571  
2006

	<b>SUREMI</b> SEDOTE
<b>I-96</b>	ARCHIVO TECNICO
Requisito	132
Nº de Volumen	1

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO

2. TRABALHOS EXECUTADOS

2.1 - Sondagens elétricas

2.2 - Retângulos

2.3 - Parâmetros dos dispositivos utilizados

3. PRAZOS DE EXECUÇÃO

4. ESTUDO DOS RESULTADOS

4.1 - Repartição vertical das resistividades

4.1.1 - Sucessão - tipo de camadas elétricas

4.1.2 - Efeito da topografia

4.1.3 - Problema da profundidade da investigação

4.2 - Repartição horizontal das resistividades

4.2.1 - Orientação dos retângulos

4.2.2 - Elementos de computação

4.2.3 - Estudo do mapa de iso-resistividades aparentes

5. CONCLUSÃO

## 1. INTRODUÇÃO

De acôrdo com o contrato nº 101/DA/71 entre a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM e a Companhia Brasileira de Geofísica - CBG, esta última executou o levantamento, por sondagens elétricas e retângulos de eletroresistividade, de uma área de cêrca de 60 hectares, localizada na região de Poços de Caldas, no indício B.

O estudo em questão foi originalmente encomendado pela Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN.

O objetivo dêste levantamento era o de localizar no embasamento zonas de fraturas, suscetíveis de conter uma mineralização condutora.

## 2. TRABALHOS EXECUTADOS

### 2.1 - Sondagens elétricas

Foram executadas 30 sondagens elétricas com os números de 1 a 30 e duas sondagens com os números 2' e 30'. A sondagem 2' foi realizada no mesmo local que a sondagem nº 2 porém com a linha AB de corrente perpendicular à da primeira. A sondagem 30' foi executada no local inicial do retângulo nº 30, antes que a posição do mesmo tivesse sido mudada (isto é, a 120 metros ao Norte da SE 26).

### 2.2 - Retângulos

Foram levantados 30 retângulos de eletroresistividade, sendo a maioria deles completos (nºs 1 a 4, 6 a 12, 14 a 16 e 18 a 29); os quatro restantes foram incompletos devido ao remanejamento do programa dos trabalhos, decidido pelos técnicos da Comissão Nacional de Energia Nuclear durante a execução dos estudos.

Os retângulos incompletos são os seguintes:

- retângulo nº 5 com 5 perfis em vez dos 7 previstos
- retângulo nº 13 com 5 perfis
- retângulo nº 17 com 4 perfis
- retângulo nº 30 com 4 perfis

### 2.3 - Parâmetros dos dispositivos utilizados

As sondagens elétricas foram executadas com as linhas AB de corrente orientadas na direção Norte - Sul, com exceção da sondagem SE 2', que foi perpendicular à SE nº 2. O comprimento das linhas foi o seguinte:

- 21 SE com linha AB de 400 metros
- 1 SE com linha AB de 600 metros
- 10 SE com linha AB de 1.000 metros.

Os retângulos foram levantados com linhas AB de corrente desenroladas na direção Norte - Sul, com comprimento AB de 360 metros. Os valores das resistividades aparentes foram obtidos com MN de 9 metros.

Cada retângulo completo compreendeu 7

perfis de resistividade, com 14 medições por perfil, isto é, 98 medições por retângulo. Os perfis de um retângulo foram espaçados de 27 metros um do outro.

Os parâmetros dos retângulos foram escolhidos em função dos resultados das SE com grande comprimento de linha AB (1.000 metros).

### 3. PRAZOS DE EXECUÇÃO

Os trabalhos foram iniciados no dia 12 de maio de 1971, conforme o demonstrativo de serviços nº 60.11.01 do 15.05.71, e concluídos no dia 6 de junho de 1971.

Os resultados provisórios, na forma de mapa de isovalores, foram entregues no dia 7 de junho de 1971.

### 4. ESTUDO DOS RESULTADOS

#### 4.1 - Repartição vertical das resistividades

Para escolher o comprimento da linha AB dos retângulos e, igualmente, para auxiliar a interpretação final, foi inicialmente executada u'a malha de sondagens elétricas (SE).

##### 4.1.1 - Sucessão - tipo de camadas elétricas

Os diagramas das SE revelaram a seguinte sucessão de camadas elétricas:

- camada extremamente resistente,  $\rho > 5.000$  ohm.m;
- camada intermediária, com resistividade variável de 500 a 3.000 ohm.m;
- embasamento, espessa camada com resistividade variável entre menos de 100 e 500 ohm.m.

A primeira camada é geralmente, pouca espessa (5 a 10 metros).

A segunda camada pode tanto inexistir como atingir mais de 20 a 30 metros de espessura.

A primeira camada corresponde, sem dúvida, à uma zona seca superficial.

A segunda camada pode corresponder à uma zona de rocha alterada com teor de umidade relativamente baixo.

#### 4.1.2 - Efeito da topografia

A topografia influi de 2 maneiras nos diagramas:

- 1º - Os centros das SE estão localizados em cotas muito variáveis e a espessura das camadas resistentes superiores aumenta com a altitude. Os valores de resistividade aparente, representativos do embasamento, são então atingidos com comprimentos de linha bastante diferente entre si. Isso impõe a escolha de um comprimento de linha AB para os retângulos bastante grande para que o valor da resistividade aparente correspondente seja representativo do embasamento em todos os locais.
- 2º - A utilização de um AB grande, entretanto, aumenta o efeito da topografia porque a partir de um certo comprimento da linha AB a diferença de cotas entre os MN e os AB pode se tornar importante e provocar a deformação do diagrama. Para exemplificar, no caso de um centro de SE em cima de um morro e A e B nos flancos (se aproximando do condutor) o diagrama indicará uma descida anormalmente forte e, portanto, valores de resistividade abaixo dos reais.

No caso inverso, MN num vale e A e B nos flancos, os valores de resistividade obtidos serão superiores aos reais.

A correção de topografia nos diagramas das SE é possível em certos casos mediante o emprêgo de certas hipóteses simplistas: forma geométrica definida da superfície, secção elétrica do subsolo simples e bem contrastadas, etc.

Nos casos de relêvo acidentado, como o

presente, entretanto, é bastante difícil e limitamo-nos à observações qualitativas acêrca do fenômeno.

Apesar do que acabamos de comentar, entretanto, os diagramas de SE mostraram que a resistividade aparente, medida com  $AB = 360$  metros, está geralmente situada depois da "descida" correspondente à transição dos resistentes superiores para o embasamento (ver figuras 1, 2 e 3).

Este comprimento de  $AB = 360$  metros foi, assim, o escolhido para a execução dos retângulos.

Finalmente, não obstante os efeitos negativos provocados pela topografia, os diagramas permitem evidenciar variações sensíveis no embasamento condutor, conforme pode-se ver nas figuras 1, 2 e 3.

#### 4.1.3 - Problema da profundidade de investigação

É, evidentemente, interessante saber a que profundidades correspondem os valores medidos com  $AB = 360$  metros.

A inexistência de furos de aferição, bem como a forma dos diagramas (sucessão de resistentes em patamares decrescentes) tornam difícil a avaliação precisa das profundidades. Apesar disto, entretanto, parece-nos que a profundidade de investigação deve localizar-se entre 50 e 80 metros. Por outro lado, os diagramas de SE com grande comprimento de linha, indicam para o embasamento mais profundo, resistividades aparentes bastante constantes.

#### 4.2 - Repartição horizontal das resistividades

##### 4.2.1 - Orientação dos retângulos

Os retângulos foram executados com linha  $AB$  paralela à das SE, isto é, aproximadamente com direção Norte - Sul.

Esta direção, escolhida por ser perpendicular às zonas de fraturas previstas, é relativamente favorável em relação à topografia local.



#### 4.2.2 - Elementos de computação

Os valores medidos durante o levantamento dos retângulos apresentam-se, de um modo geral, bastante irregulares; as variações de uma medição para outra são frequentemente elevadas. Estas variações importantes já foram encontradas pelos técnicos da CNEN, nos estudos anteriores.

A explicação deste fenômeno pode situar-se na existência de vários filões mineralizados (mineralização piritosa, principalmente).

Para obtermos a planta de iso-resistividades, tivemos que desenhar previamente os perfis de resistividade em papel logarítmico. A comparação sintética destes perfis tornou possível a distinção entre pequenas anomalias locais e anomalias na escala do estudo.

Em certos locais, como aliás já era de se esperar, os valores de resistividade na junção de retângulos contíguos apresentaram discrepâncias importantes. A correção destas discrepâncias é o que denominamos "efetuar a embreagem".

As discrepâncias podem ter diferentes origens:

- "Ressalto" das tomadas AB. Às vezes, a variação brutal da natureza do terreno onde estão implantados os eletrodos A e/ou B pode provocar a deformação de todas as medidas de um retângulo.

A constatação e correção desta deformação é feita a partir do diagrama da SE, onde verificamos se a resistividade em  $AB = 360$  metros apresenta uma variação importante com relação ao resto da curva.

No presente estudo, devido à uniformidade do solo, tivemos poucas perturbações deste tipo.

- Variação da profundidade de investigação. Mesmo num caso teórico - superfície e camadas elétricas planas e horizontais com utilização do K apropriado para cada MN do retângulo - os valores de resistividade aparente obtidos variam com a posição relativa de MN; é

o conhecido fenômeno da variação da profundidade de investigação dentro de um retângulo.

No caso da sucessão de camadas elétricas resistentes sobre embasamento condutor, que é geralmente o nosso caso, a correção a ser aplicada chega a ser relativamente importante nos limites dos retângulos (0,7 a 1,4). Porém, para calcular esta correção, no caso simples de uma topografia plana, é necessário conhecer a profundidade do embasamento condutor no centro do retângulo. No caso de uma topografia acidentada, o cálculo se torna na realidade por demais complexo.

Voltando ao nosso estudo, efetuamos as embreagens, gráficamente, na direção Norte - Sul entre os segmentos de perfis de cada retângulo, apoiando a embreagem sobretudo nos valores mais centrais dos retângulos.

#### 4.2.3 - Estudo do mapa de iso-resistividades aparentes

Este mapa, apesar do fato de não ter sido completamente corrigido, permite extrair as seguintes observações importantes:

- As resistividades se repartem em faixas de baixos e altos valores, de direção aproximadamente Leste - Oeste (e de  $60/70^{\circ}$  Leste entre os retângulos 9 e 20).
- As faixas de baixos valores (inferiores a 200 ohm.m), que podem corresponder à zonas de fraturas mais ou menos mineralizadas, se localizam principalmente em cinco zonas:
  - zona 1 nos retângulos 1, 2, 3, 4
  - zona 2 nos retângulos 8, 21
  - zona 3 nos retângulos 9, 10, 11 e 12, 25
  - zona 4 nos retângulos 15 e entre os retângulos 20, 16 e 30, 29.
  - zona 5 entre os retângulos 24, 28.

- Estas zonas se estendem por áreas de topografia muito diferente e não parecem ser apenas o resultado de um efeito de topografia.
- As zonas de maior interêsse se localizam nos retângulos 1, 2, 3 e 9, 10 e 14 (canto Sudeste) e 20 (parte Sul).

O mapa das curvas porém, conforme vimos anteriormente, apesar das correções aplicadas, sofre a influência da topografia, que acentua os valores elevados em cima dos morros e os valores baixos nos vértices.

Por este motivo, mesmo com esta aparente conformidade entre a repartição horizontal das resistividades e a geologia do local, os resultados devem ser confrontados com o mapa do levantamento radiométrico.

## 5. CONCLUSÃO

O presente estudo permitiu elaborar um mapa de resistividade que apresenta boa concordância com os dados da geologia, indicando faixas de valores baixos de direção aproximadamente Leste - Oeste e 60/70 graus Leste.

Estas faixas, embora possam estar acentuadas pelo relêvo do local, parecem refletir variações reais de resistividade do embasamento.

A primeira confrontação com o mapa da radiometria de superfície, realizada em Poços de Caldas no dia 7 de junho, pareceu indicar anomalias fortes de radiometria na área dos retângulos 9, 10 e 20, parecendo comprovar a existência de faixas mineralizadas nestes locais.

Na zona 1 todavia, nos retângulos 1 e 2, a radiometria não revelou anomalias importantes. Entretanto, a profundidade de investigação deste método é bastante limitada.

De qualquer maneira antes de executar furos nesta área, julgamos interessante efetuar alguns retângulos suplementares ao Sul da zona estudada.

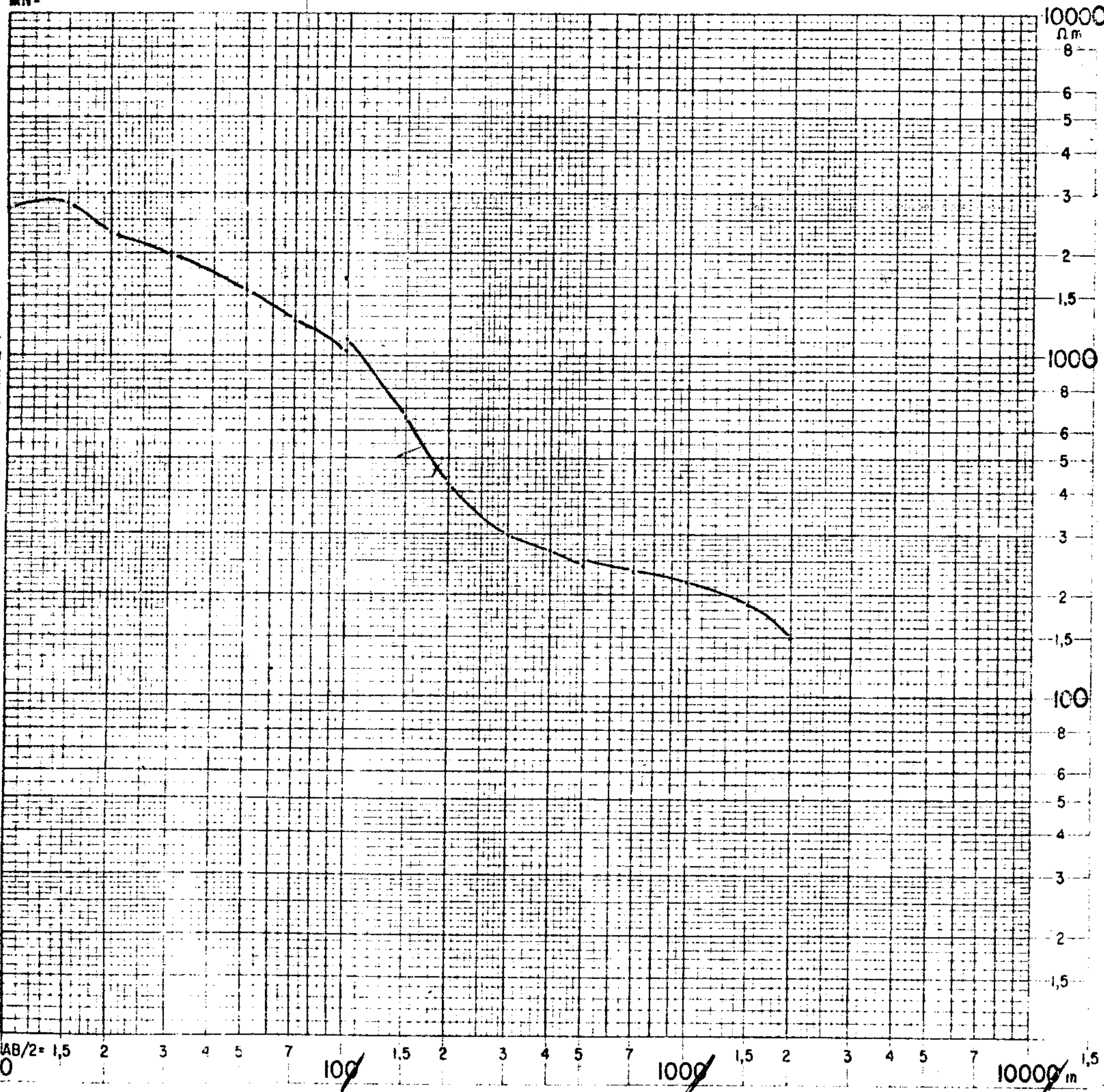
Rio de Janeiro, 16 de agosto de 1971.

  
\_\_\_\_\_  
WLADIMIR CHIPIAKOFF

  
\_\_\_\_\_  
CHRISTIAN ECORCHEVILLE

MN=

PERFIL DE RESISTIVIDADE - CBG - FORM. E-1

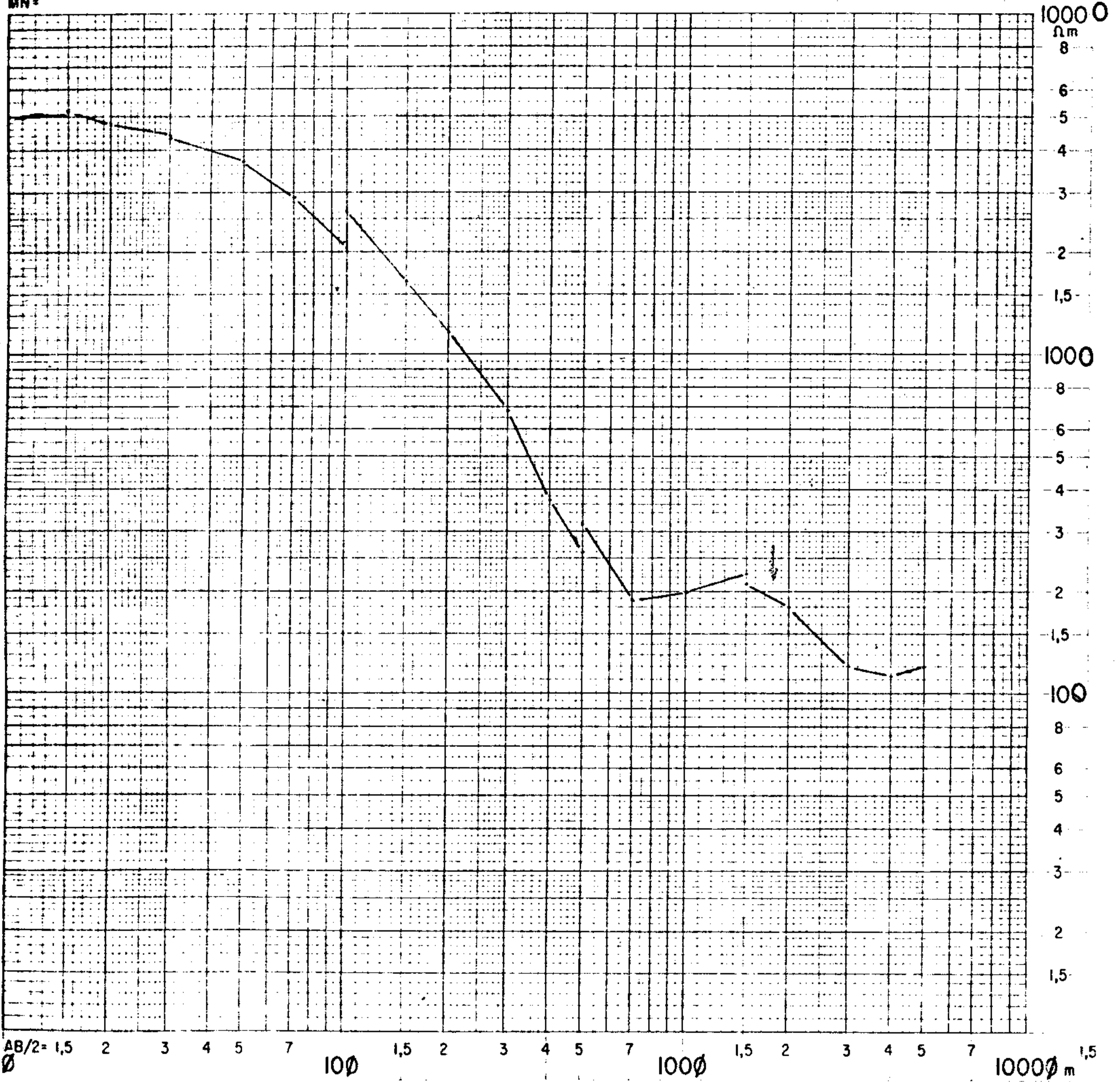


COLUNA LITOLÓGICA  
OBSERVAÇÕES

POCO:

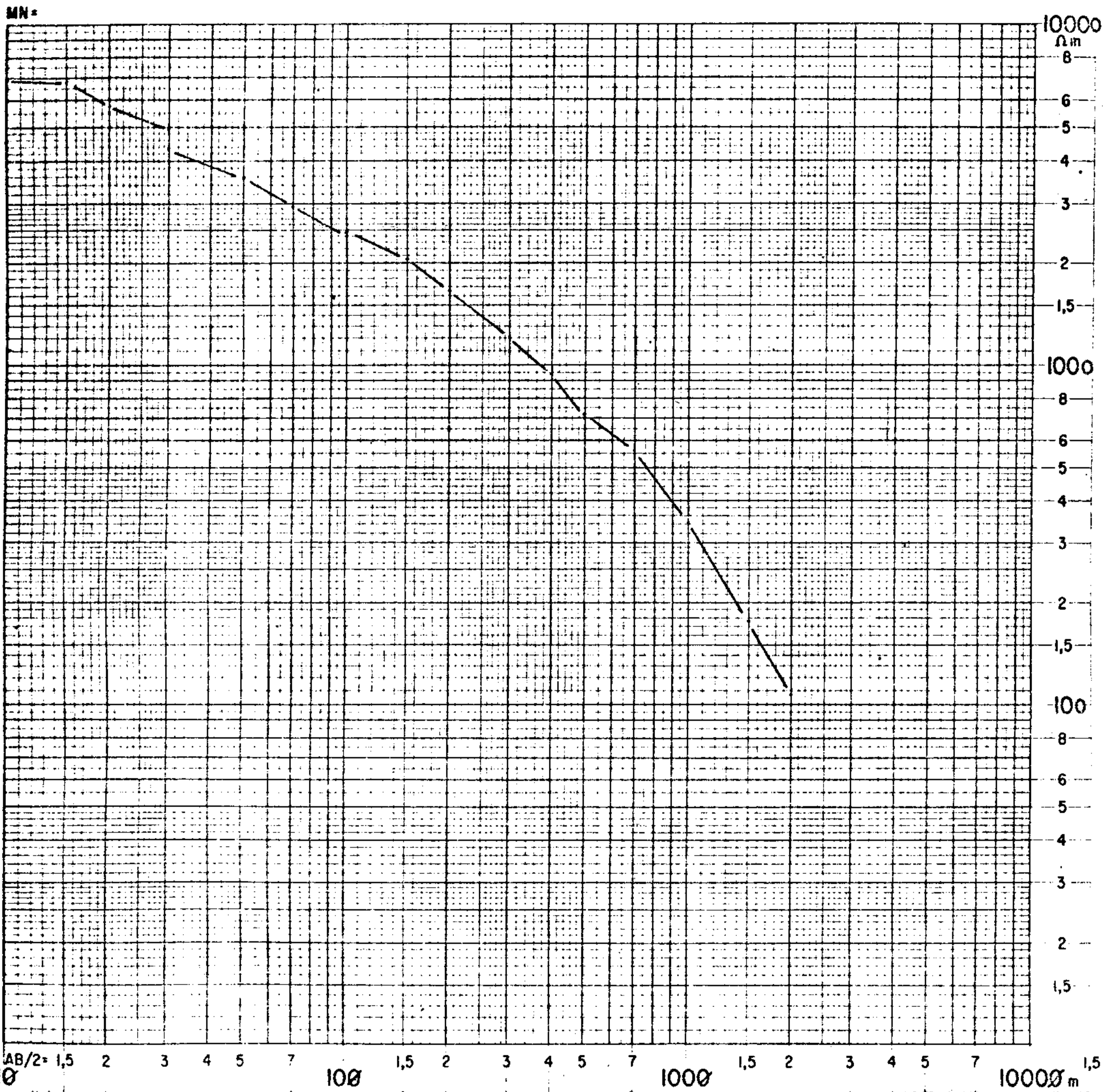
MN =

PERFIL DE RESISTIVIDADE - CBG - FORM. E-1



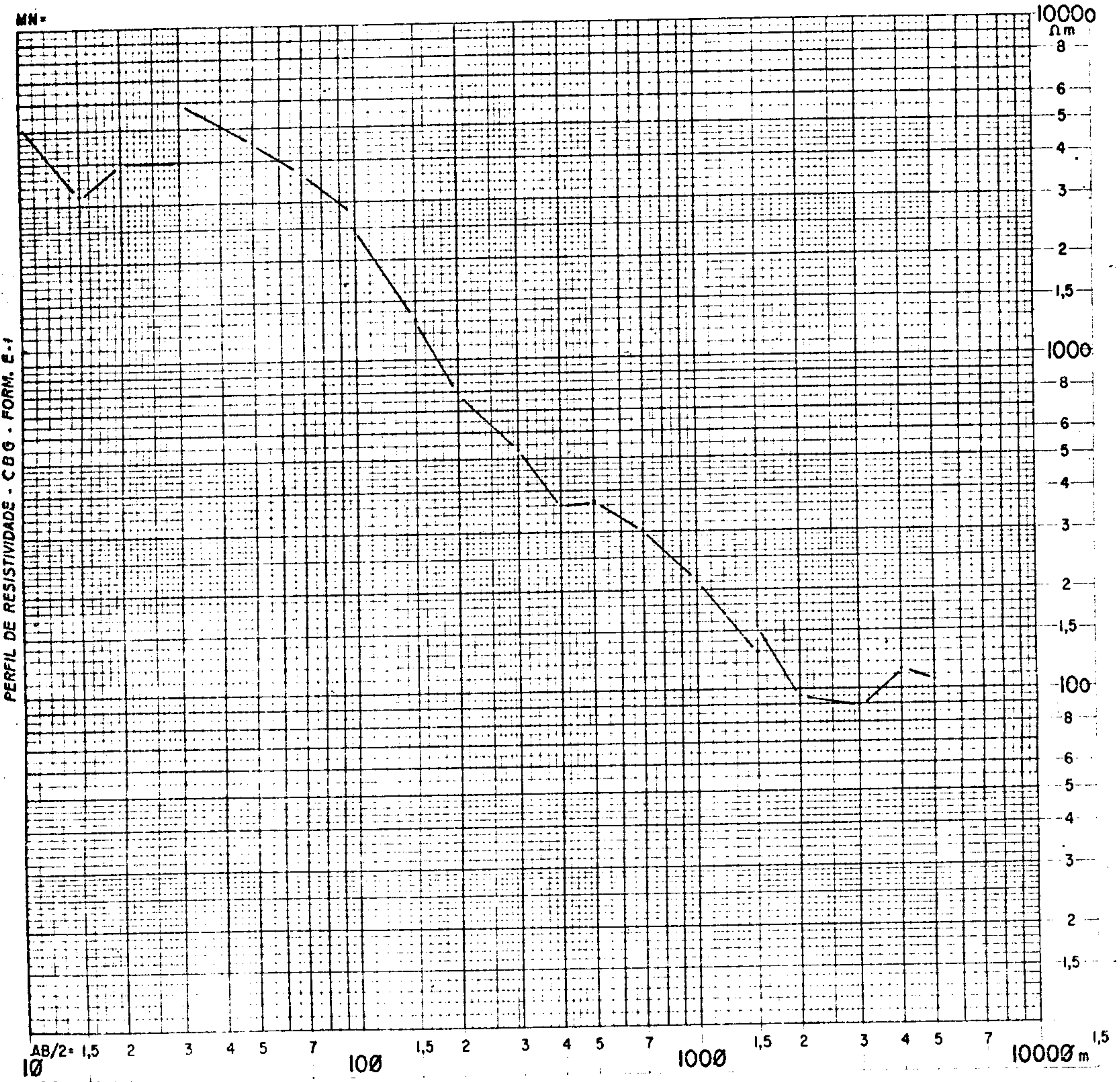
COLUNA LITOLÓGICA  
OBSERVAÇÕES

POÇO:



COLUNA LITOLÓGICA  
OBSERVAÇÕES

POCO:



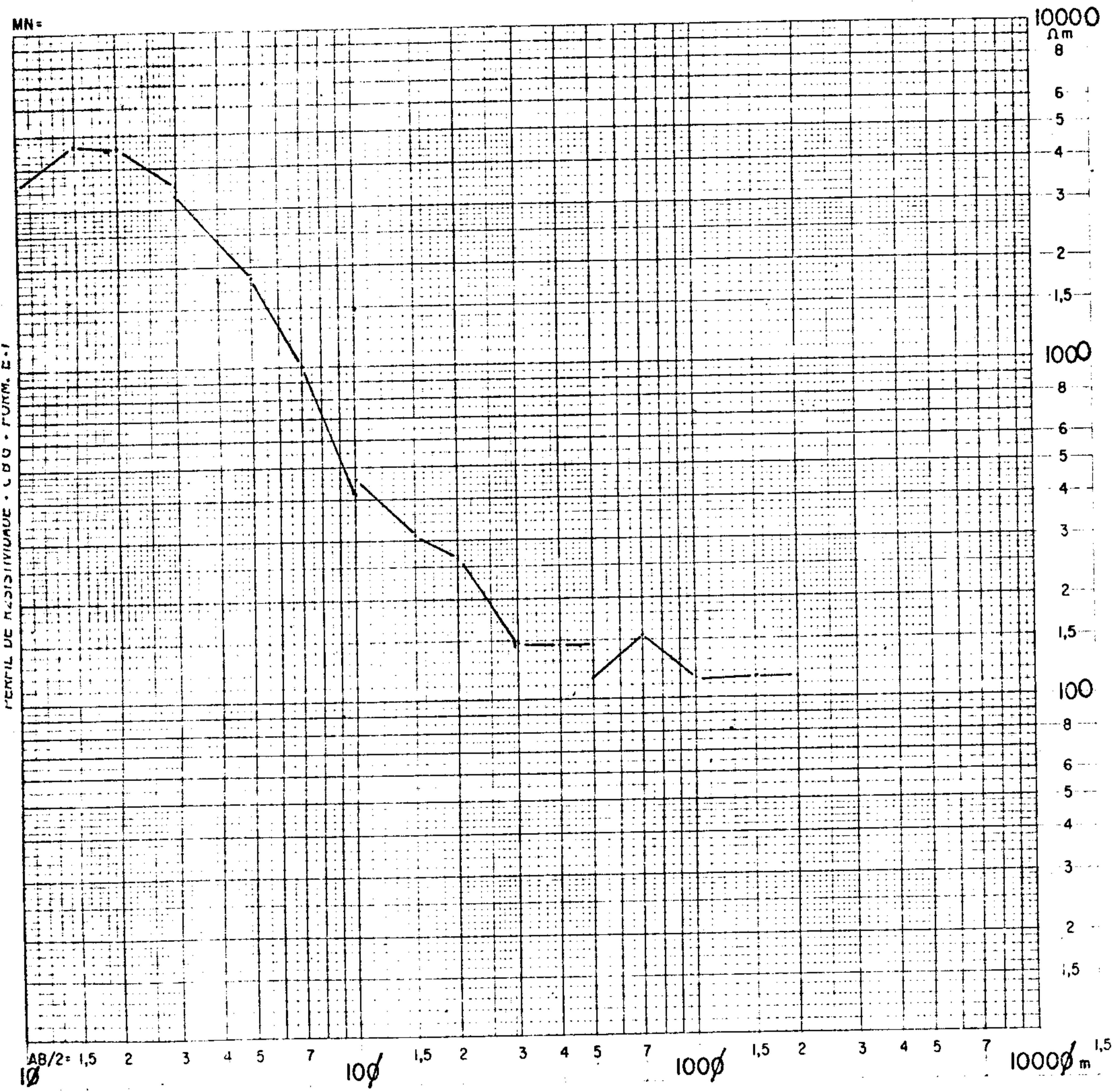
COLUNA LITOLÓGICA  
OBSERVAÇÕES

POÇO:

RELATÓRIO

ANEXO:



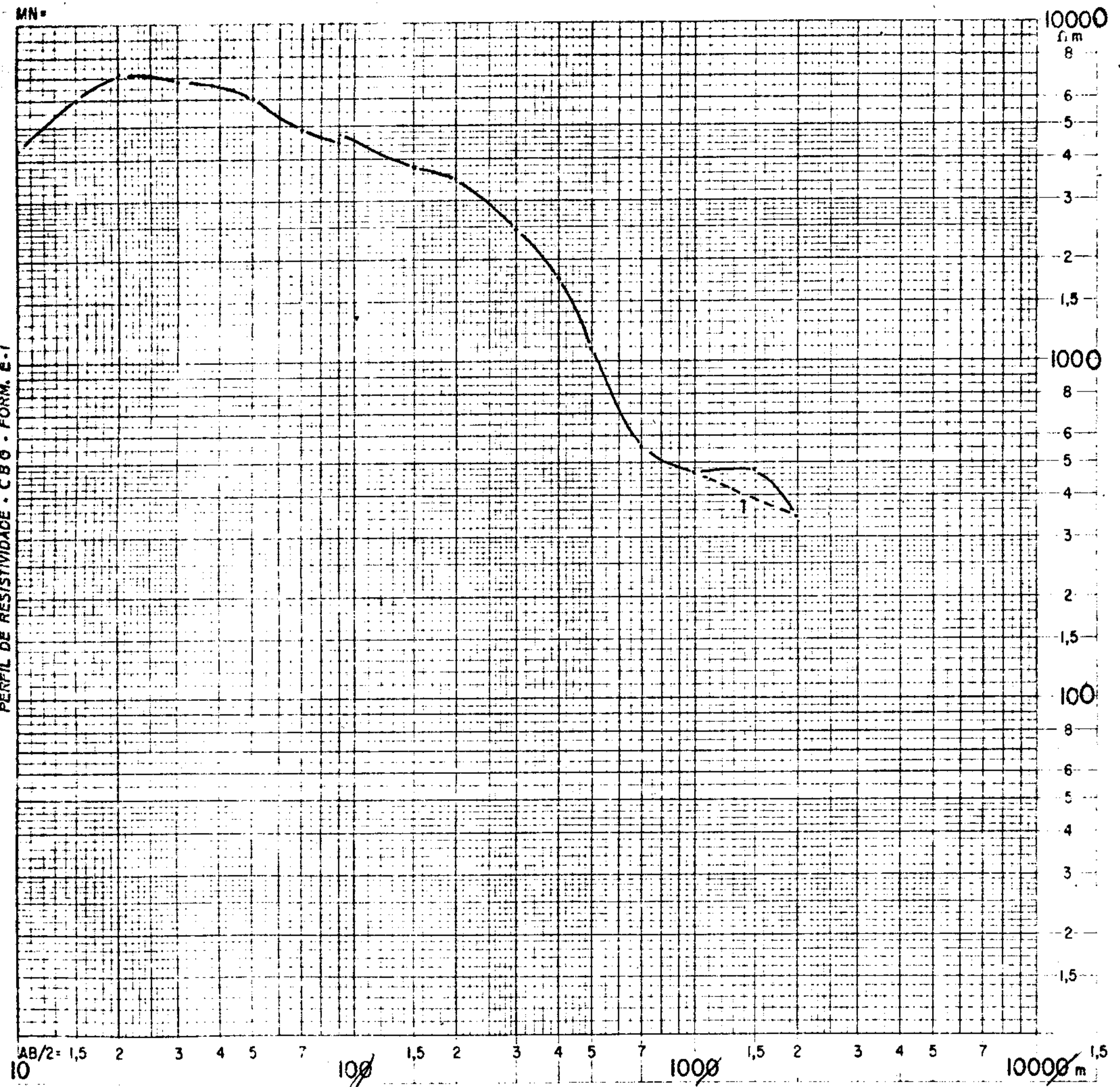


COLUNA LITOLÓGICA  
OBSERVAÇÕES

POCO:

RELATÓRIO:

ANEXO



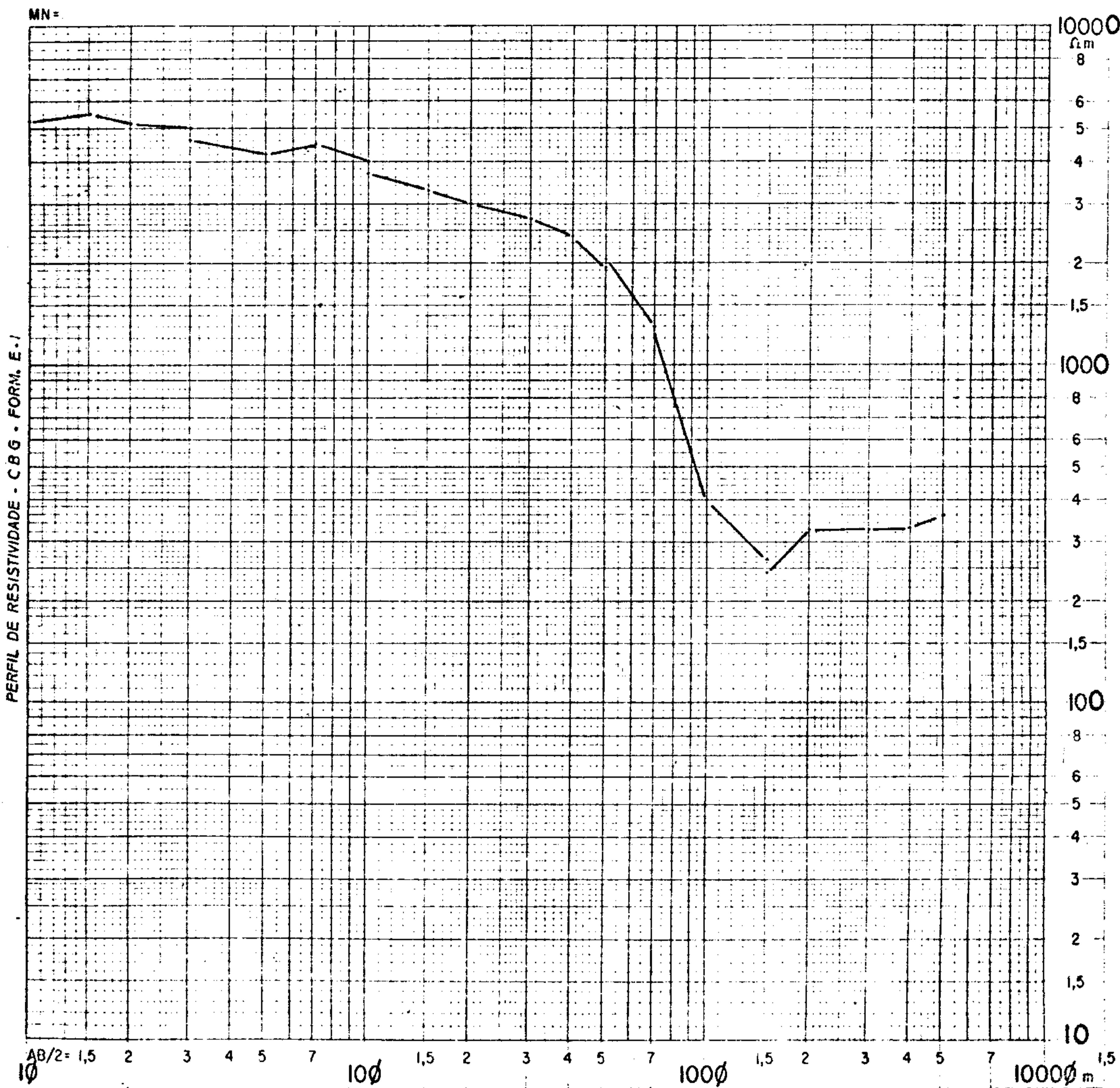
COLUNA LITOLÓGICA  
OBSERVAÇÕES

POÇO:

*Rodriguez*

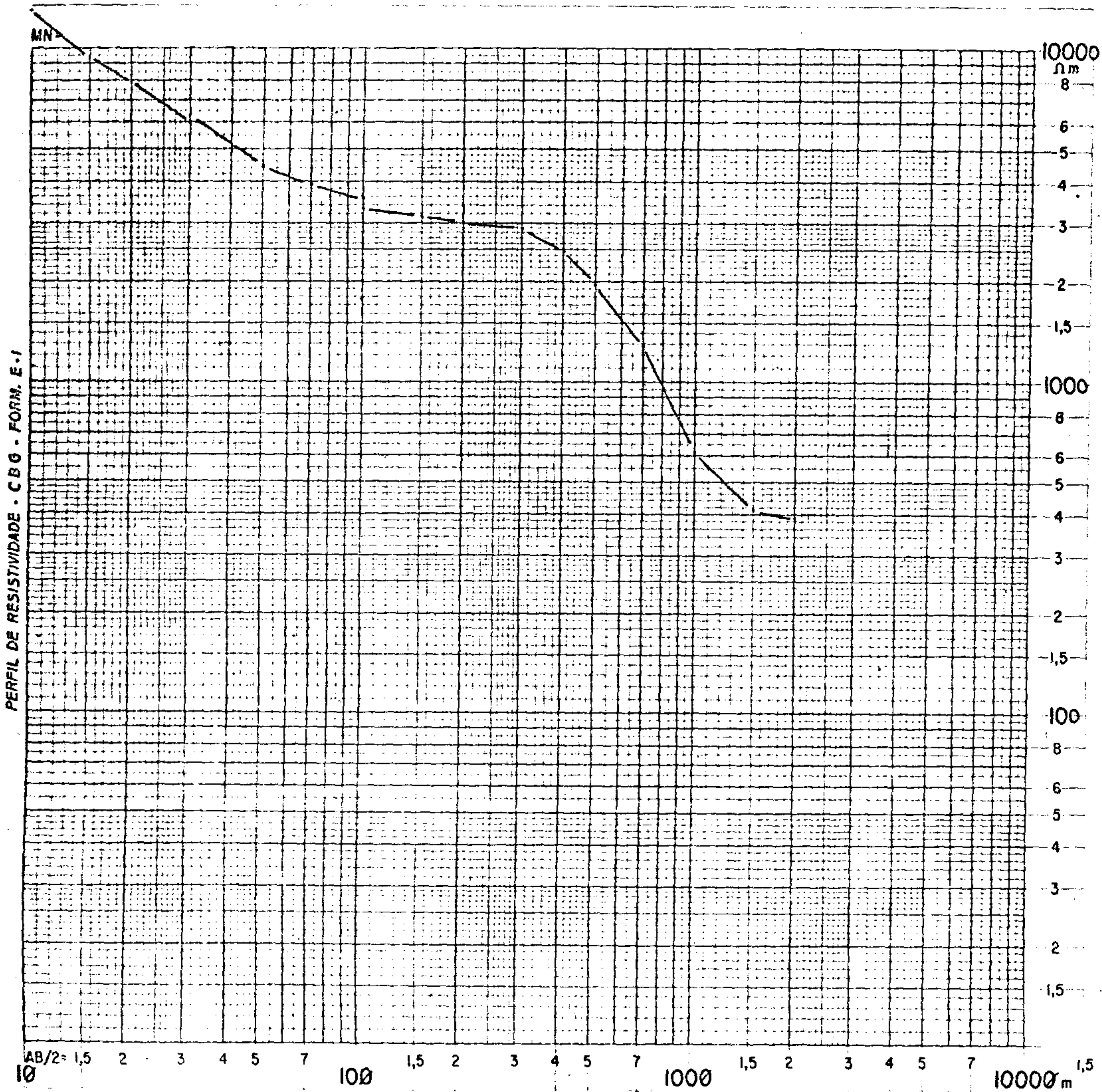
RELATÓRIO

ANEXO:



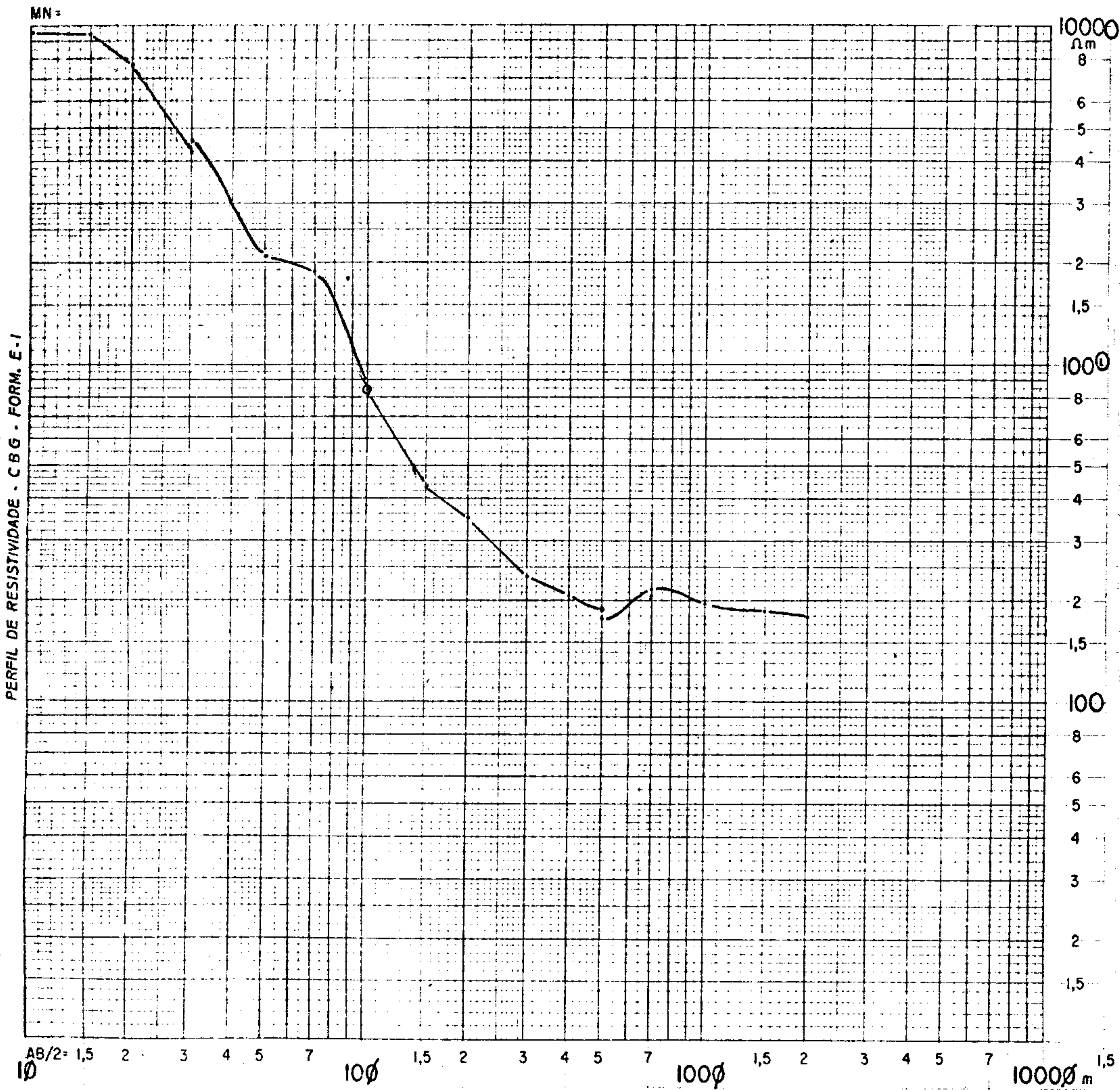
COLUNA LITOLÓGICA  
OBSERVAÇÕES

POÇO:



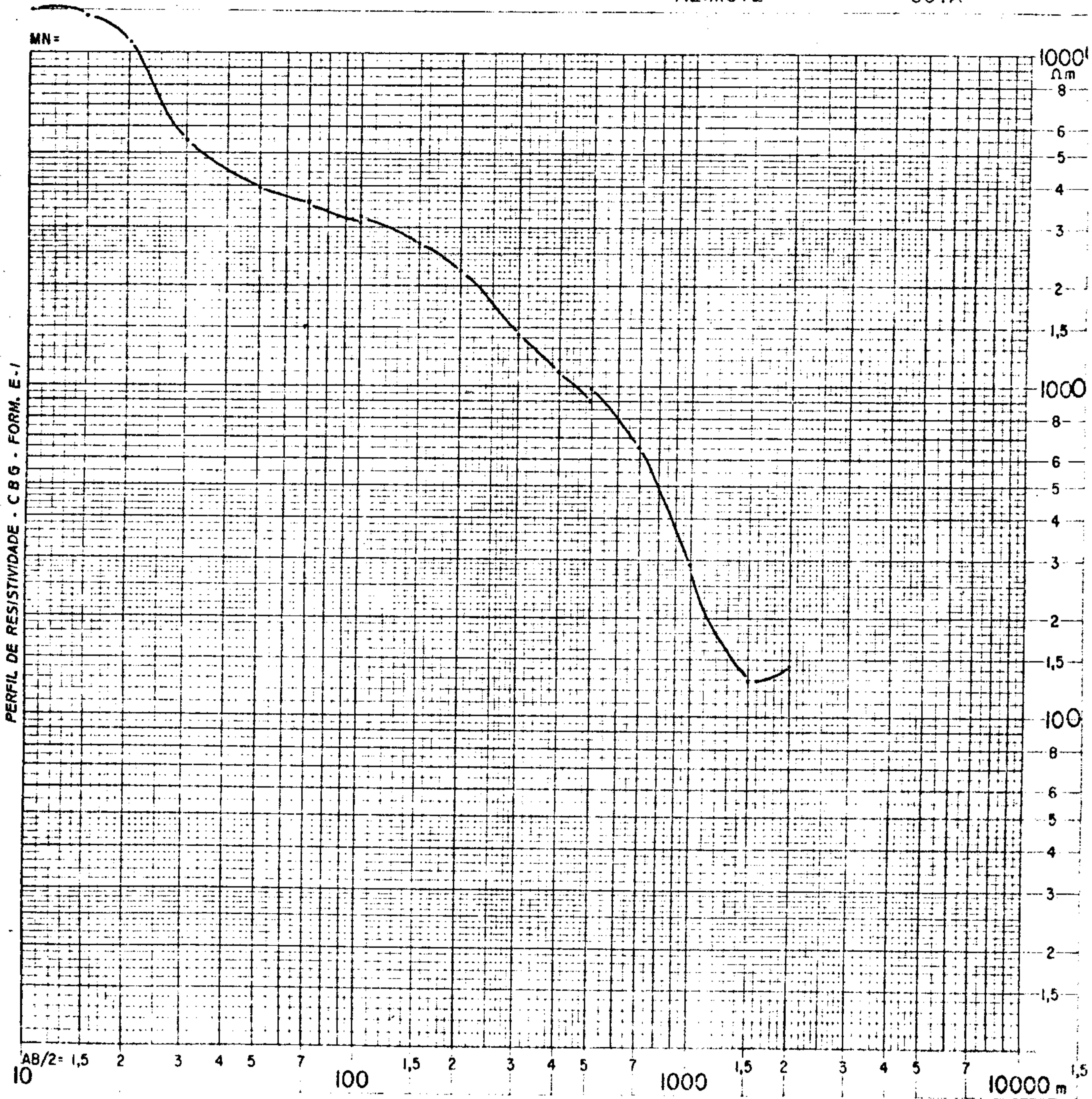
COLUNA LITOLÓGICA  
OBSERVAÇÕES

POÇO:



COLUNA LITOLÓGICA  
OBSERVAÇÕES:

POCO:



COLUNA LITOLÓGICA

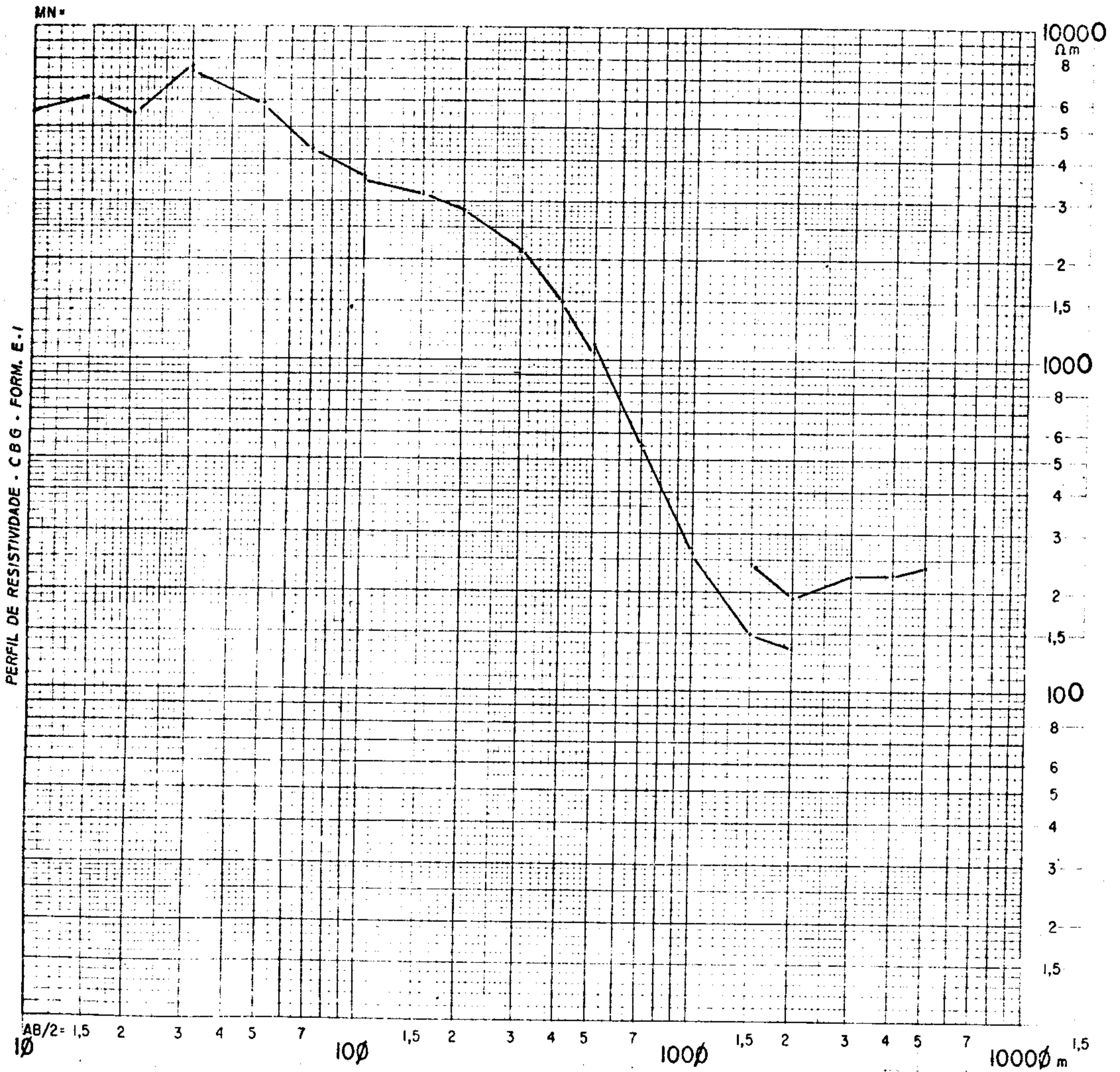
OBSERVAÇÕES:

POÇO:

*Handwritten mark*

RELATÓRIO

ANEXO



COLUNA LITOLÓGICA  
OBSERVAÇÕES:

POÇO:

CROQUIS

EQUIPE: EE-16

SE

11

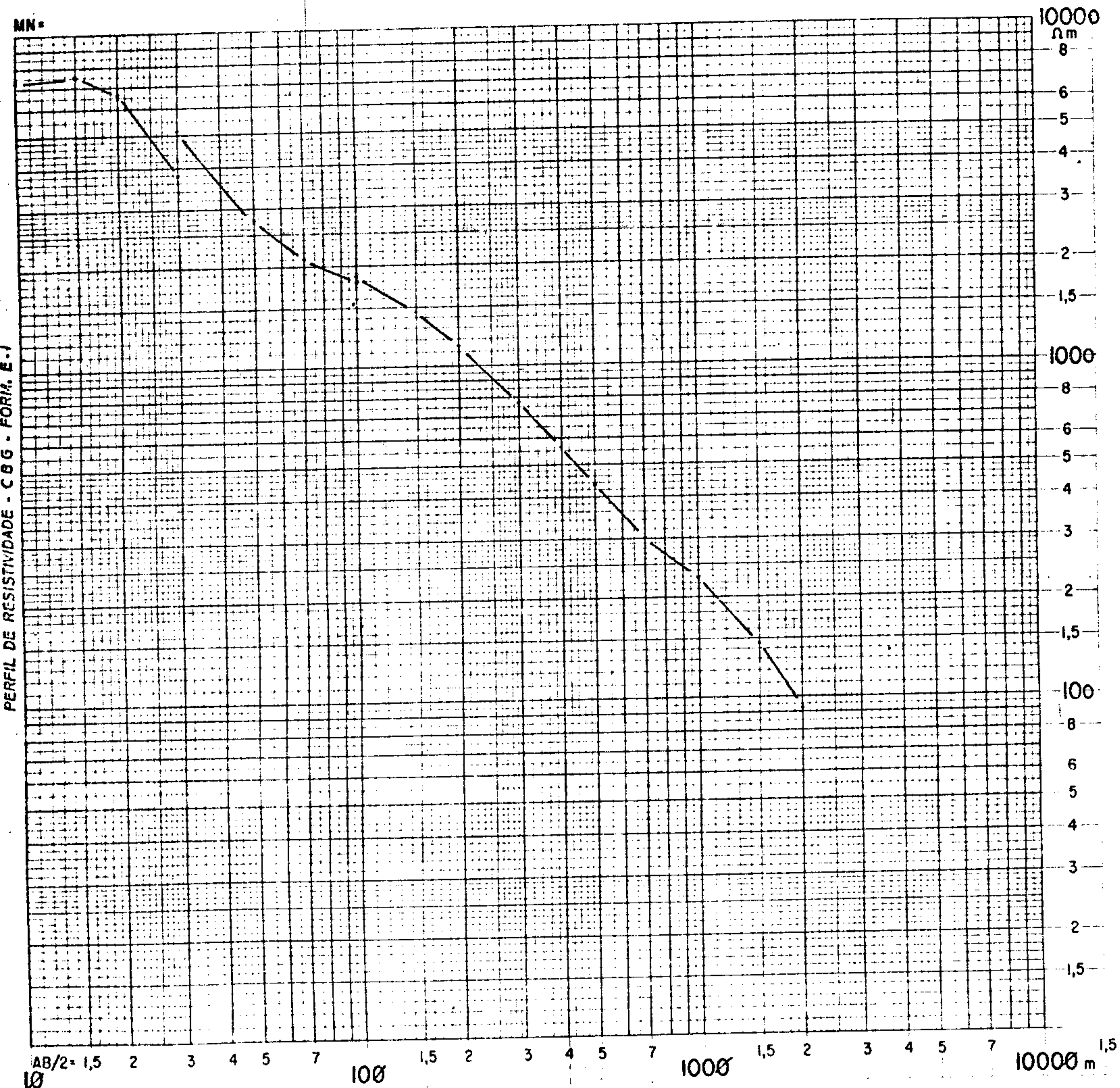
CLIENTE: C.P.R.M.

DATA: 15-5-71

ÁREA: P. DE CALDAS

AZIMUTE: 19° 30'

COTA:



COLUNA LITOLÓGICA  
OBSERVAÇÕES

POCO:

RELATÓRIO

ANEXO



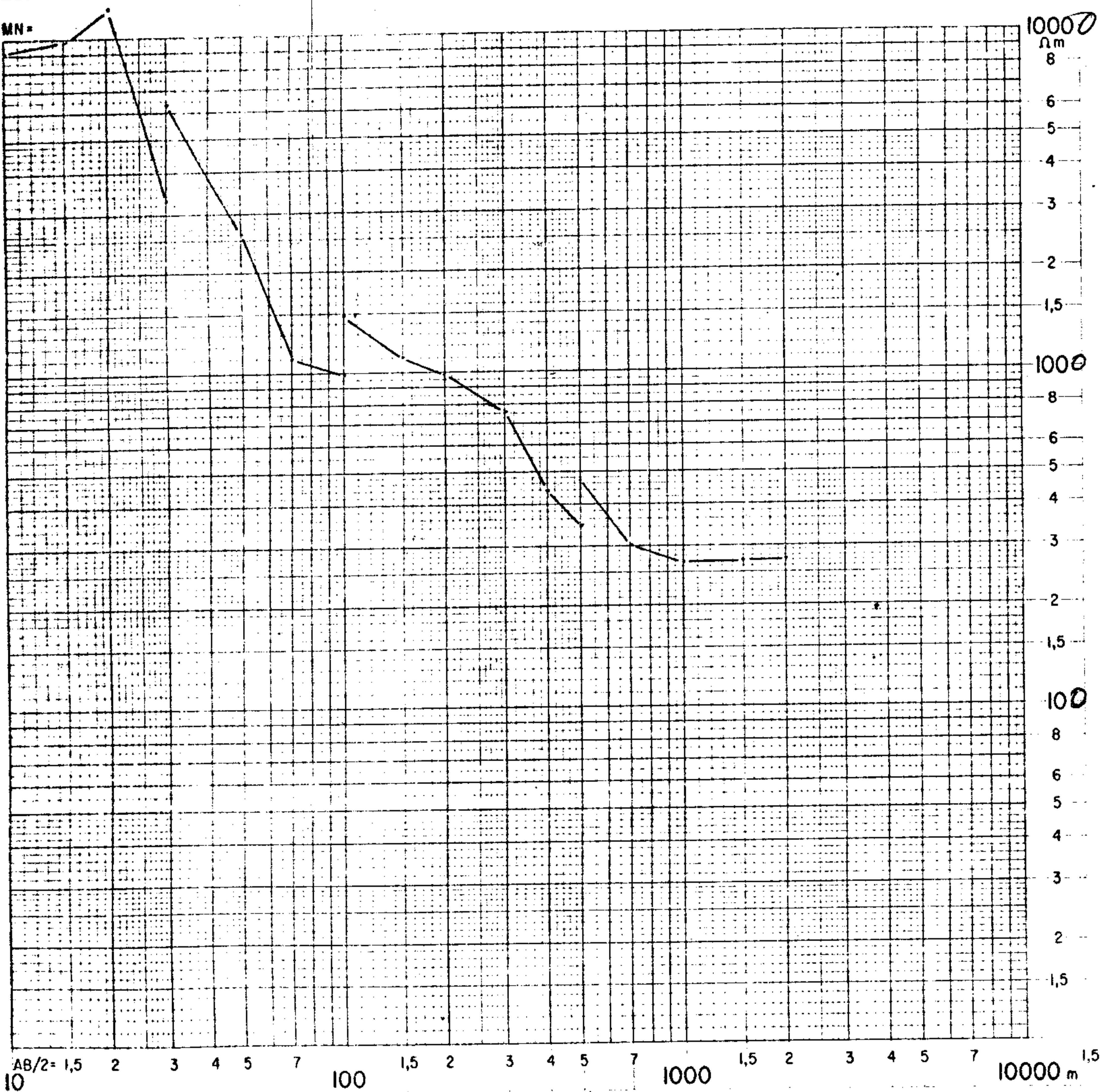
CLIENTE: C.P.R.M.

DATA: 5-71

ÁREA: P. DE CALDAS

AZIMUTE: 19° 30'

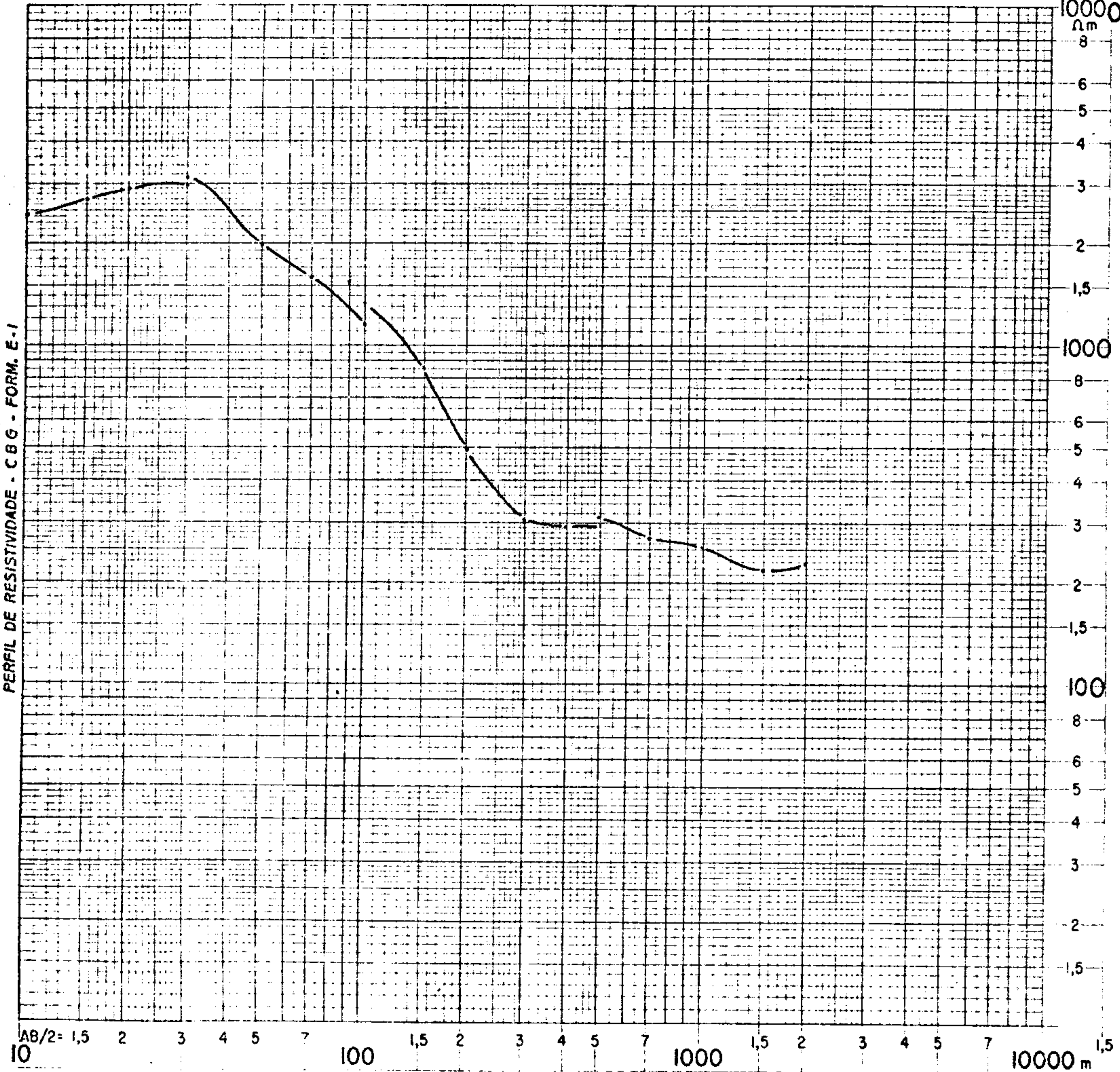
COTA:



COLUNA LITOLÓGICA  
OBSERVAÇÕES:

POCO:

MN=



COLUNA LITOLÓGICA

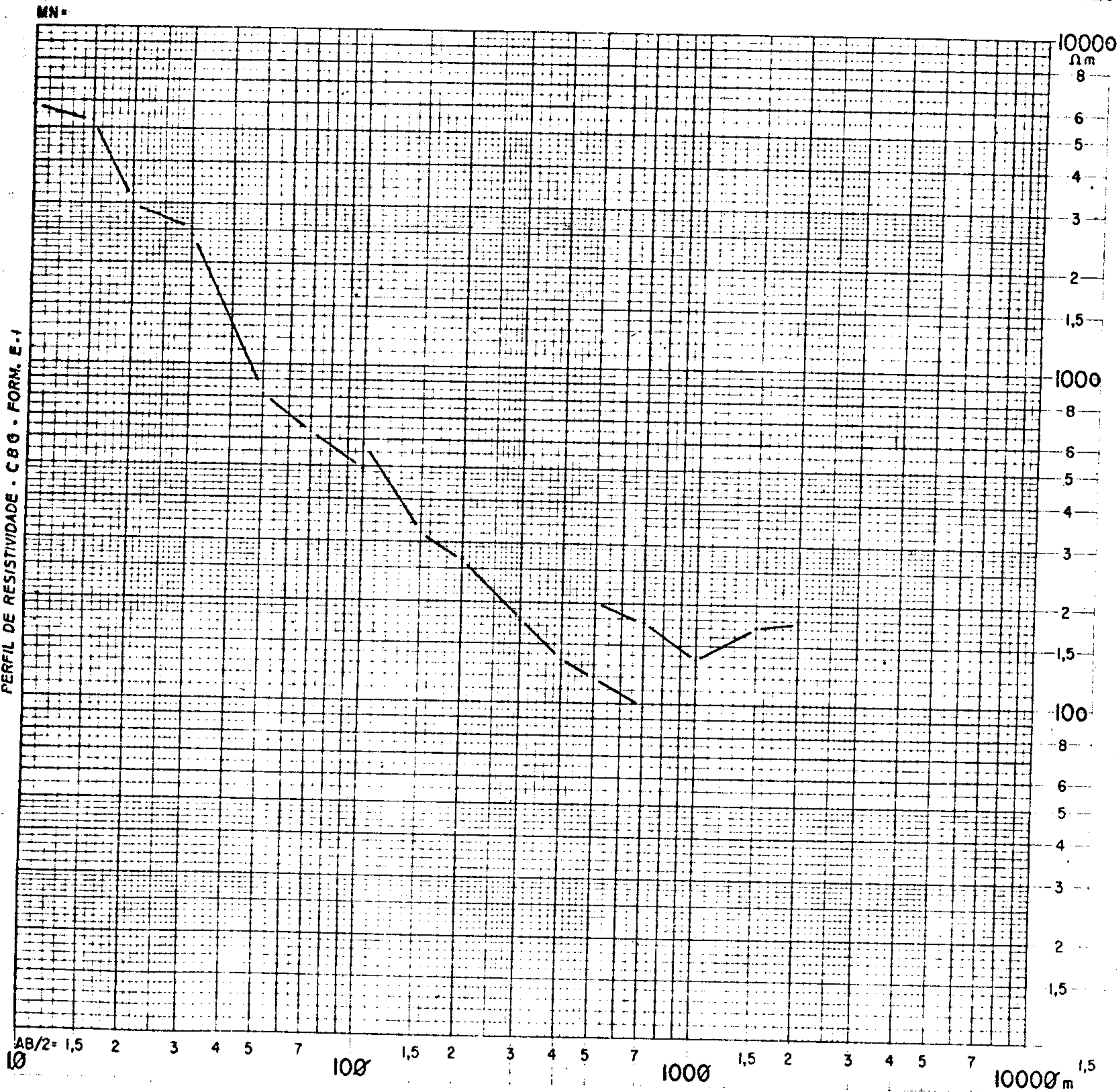
POCO:

OBSERVAÇÕES:

*Reuter*

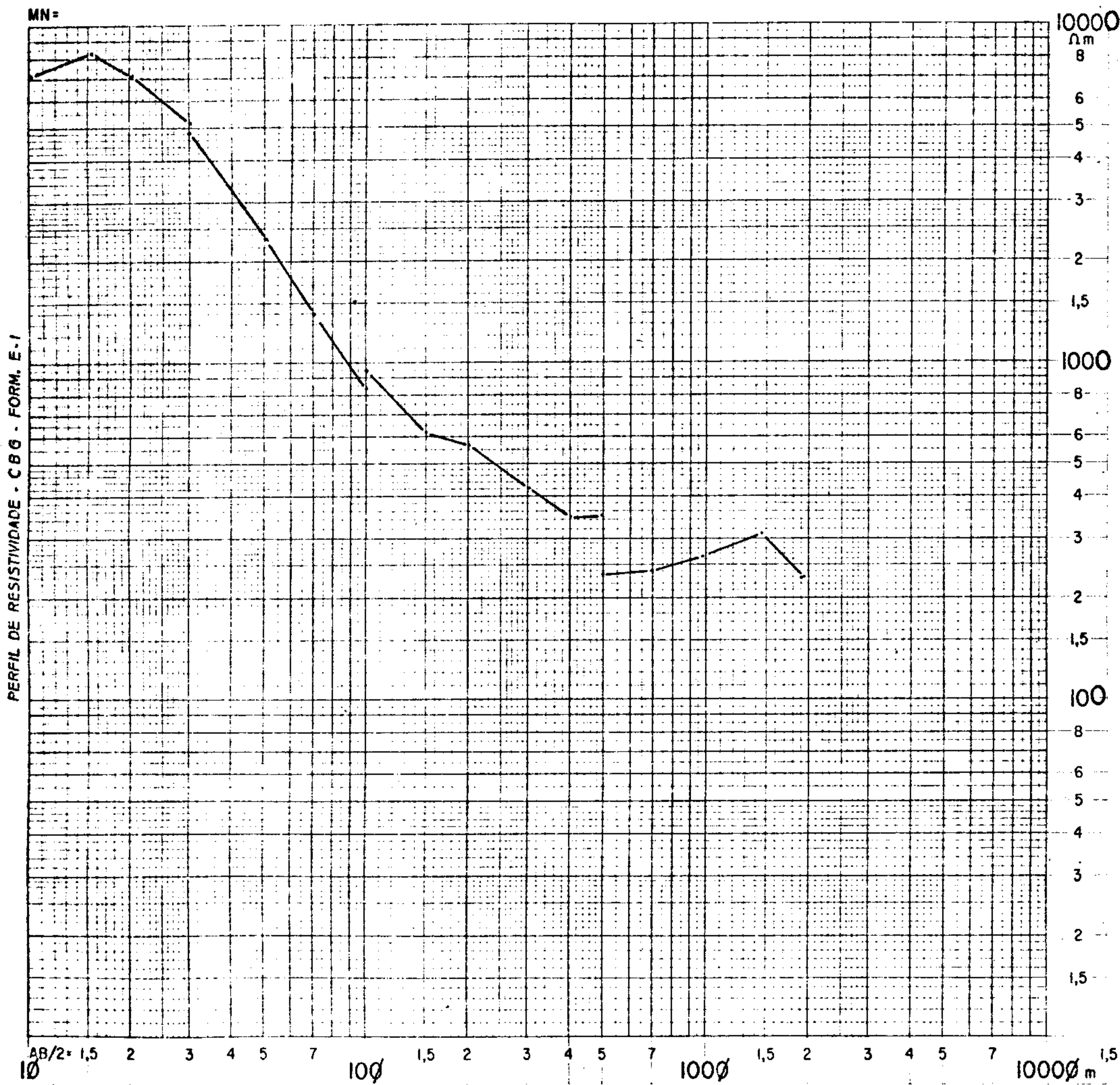
RELATÓRIO

ANEXO:



COLUNA LITOLÓGICA  
OBSERVAÇÕES

POÇO:



COLUNA LITOLÓGICA  
OBSERVAÇÕES

POCO:

CRÔQUIS:

EQUIPE: EE-16

SE

17

CLIENTE: C.P.R.M.

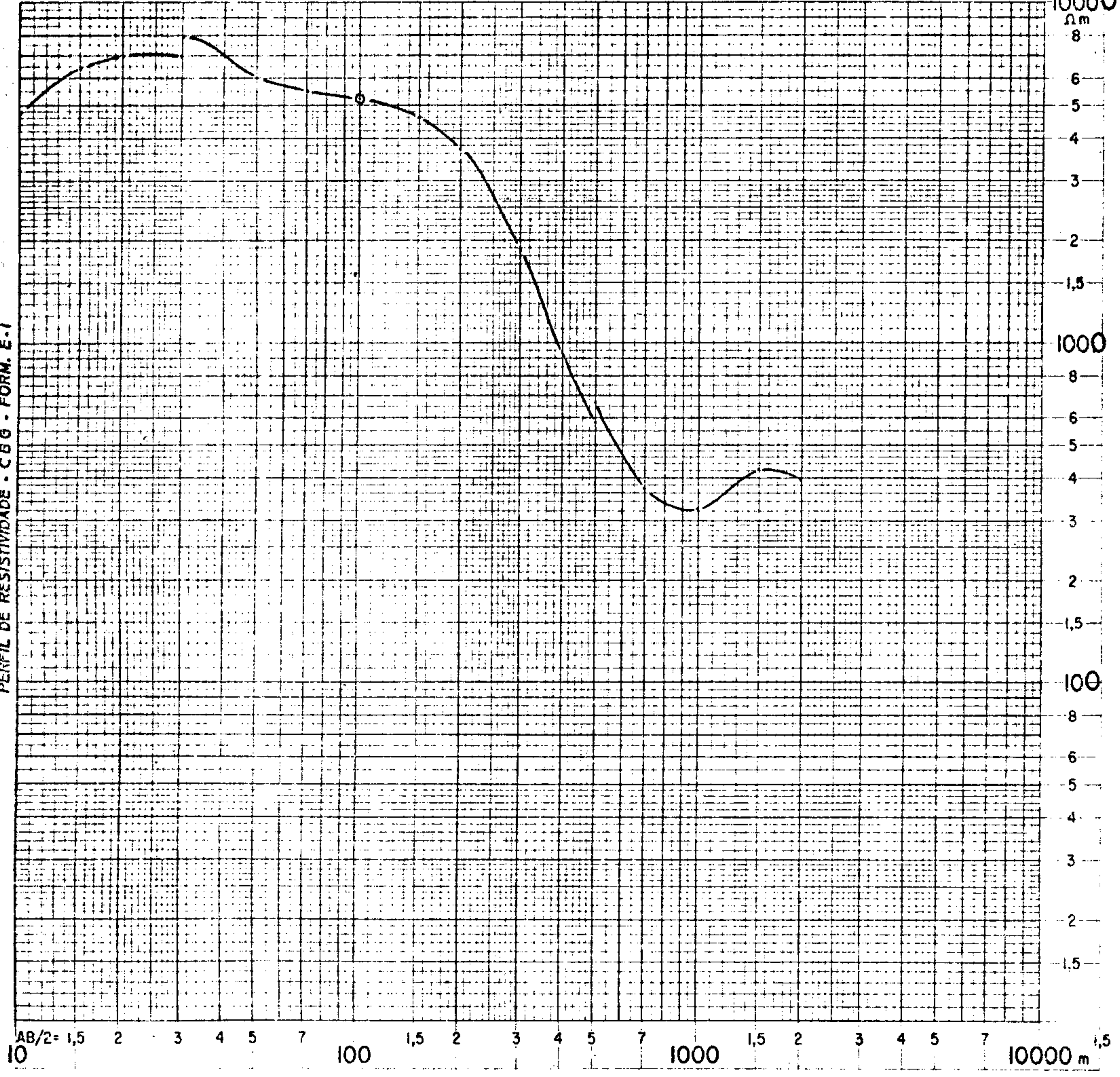
DATA: 6-6-71

AREA: P. DE CALDAS

AZIMUTE: 19° 30'

COTA:

MN=



COLUNA LITOLÓGICA  
OBSERVAÇÕES:

POÇO:

*Rodriguez*

RELATÓRIO:

ANEXO:

CRUQUIS

EQUIPE EE-16

SE

18

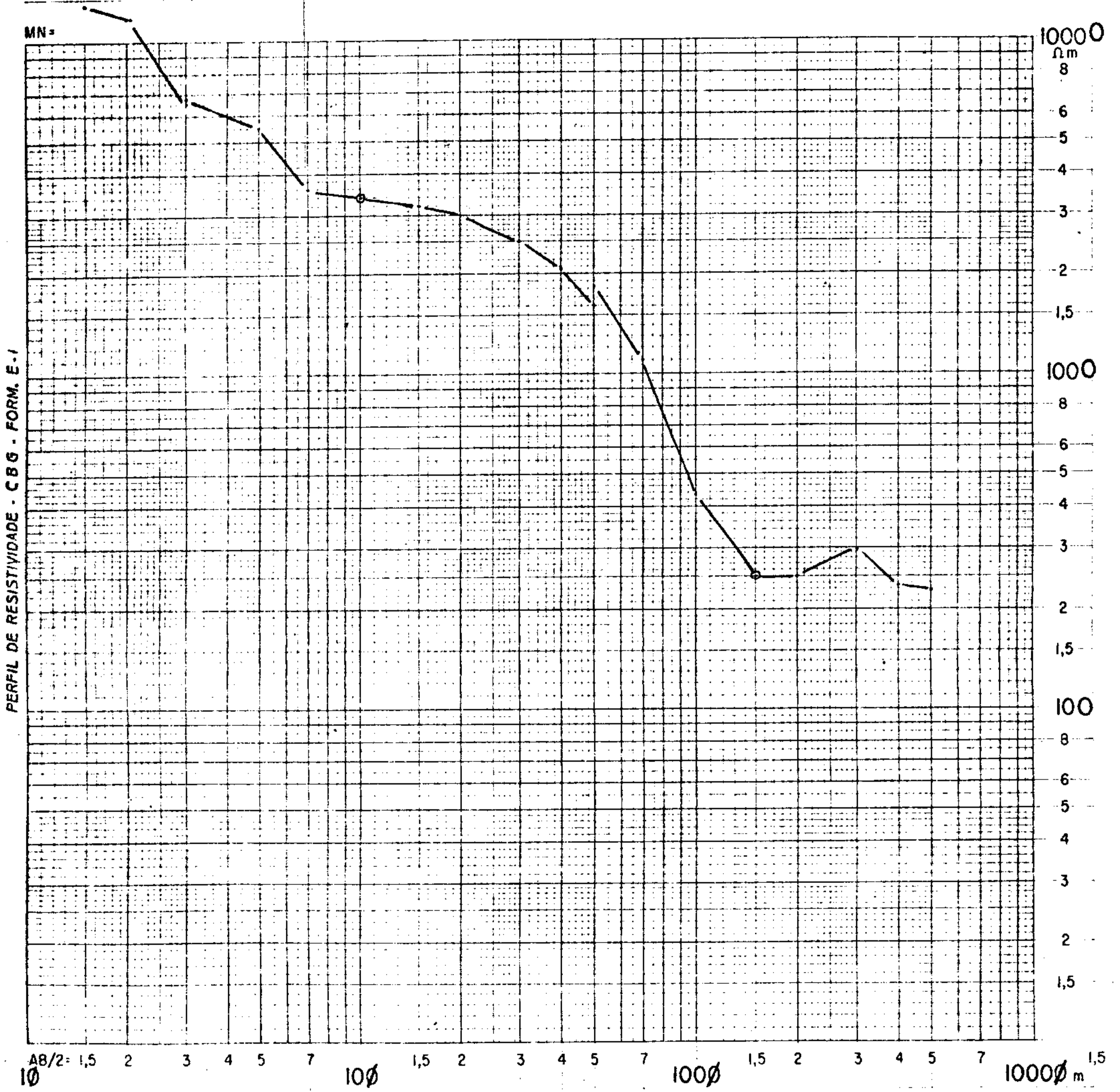
CLIENTE: C.P.R.M.

DATA 13-5-71

ÁREA P. DE CALDAS

AZIMUTE: 19° 30'

COTA:



COLUNA LITOLÓGICA  
OBSERVAÇÕES

POCO:

CROQUIS

EQUIPE EE-16

SE

19

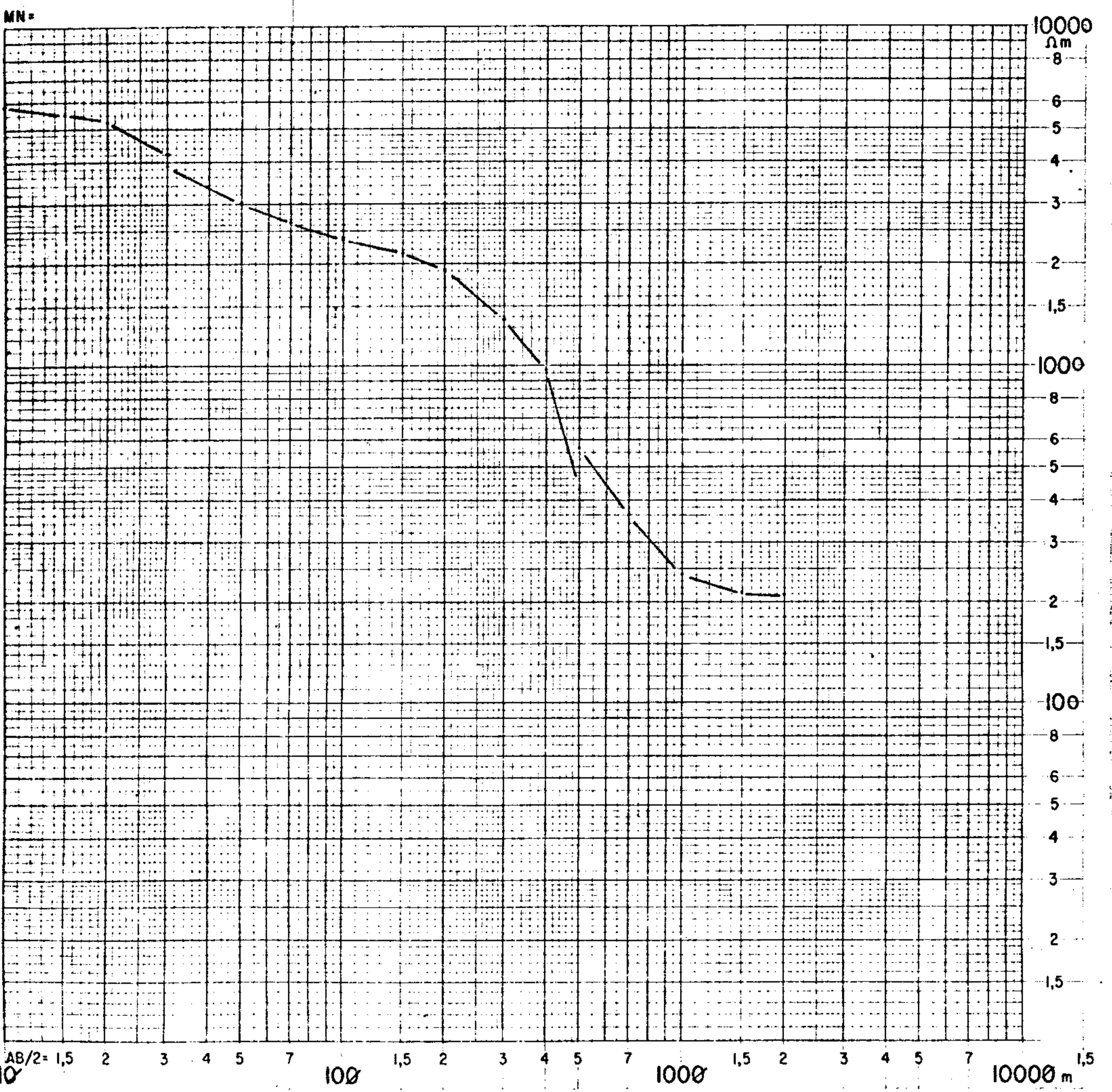
CLIENTE: C.P.R.M.

DATA: 15-5-71

ÁREA: P. DE CALDAS

AZIMUTE: 19° 30'

COTA:



COLUNA LITOLÓGICA  
OBSERVAÇÕES:

POCO:

CARTELO

EQUIPE EE-16

SE

20

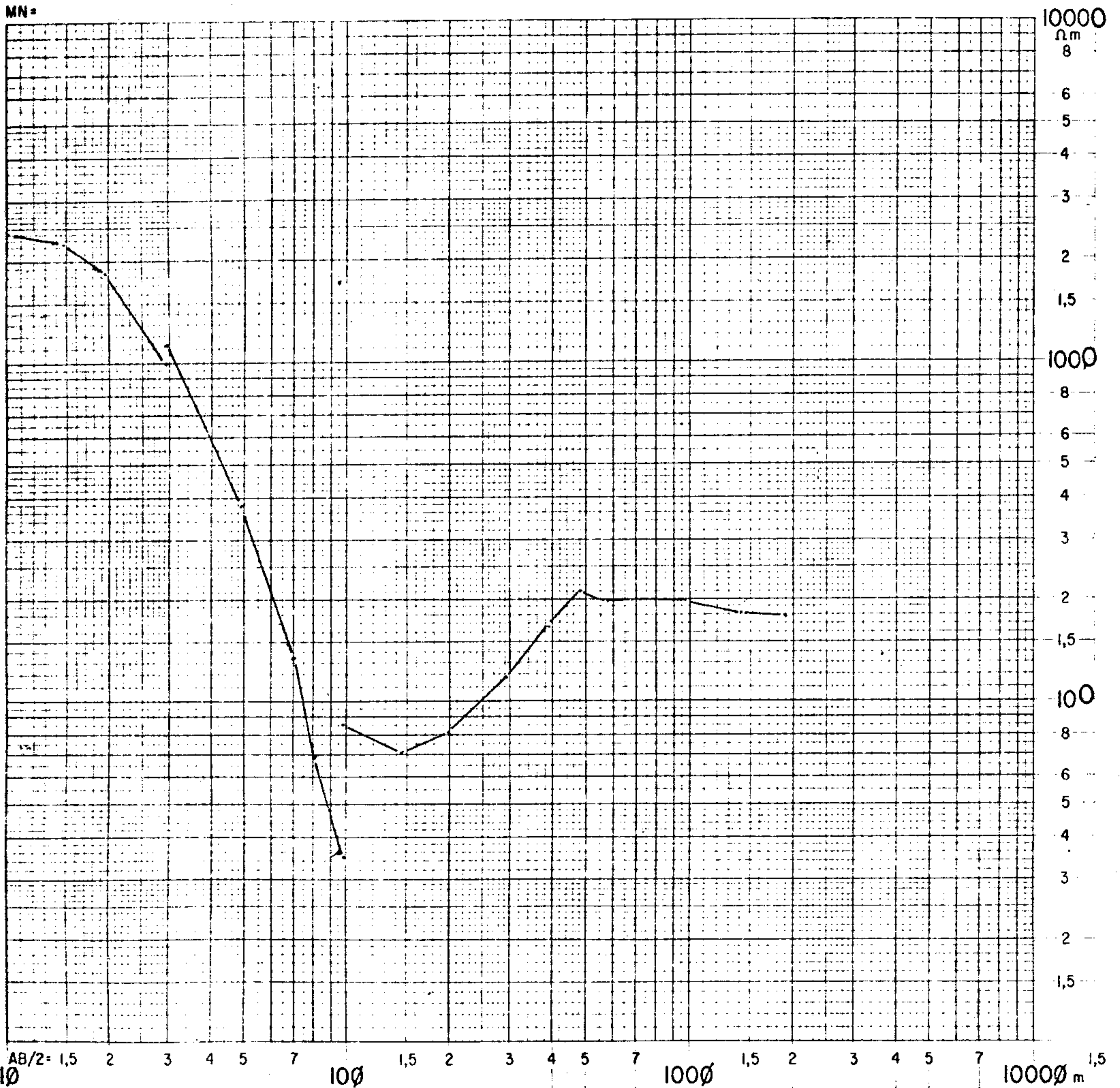
CLIENTE: C.P.R.M.

DATA 25-5-71

ÁREA: P. DE CALDAS

AZIMUTE: 19° 30'

COTA:



COLUNA LITOLÓGICA  
OBSERVAÇÕES

POÇO:



CROQUIS

EQUIPE: EE-16

SE

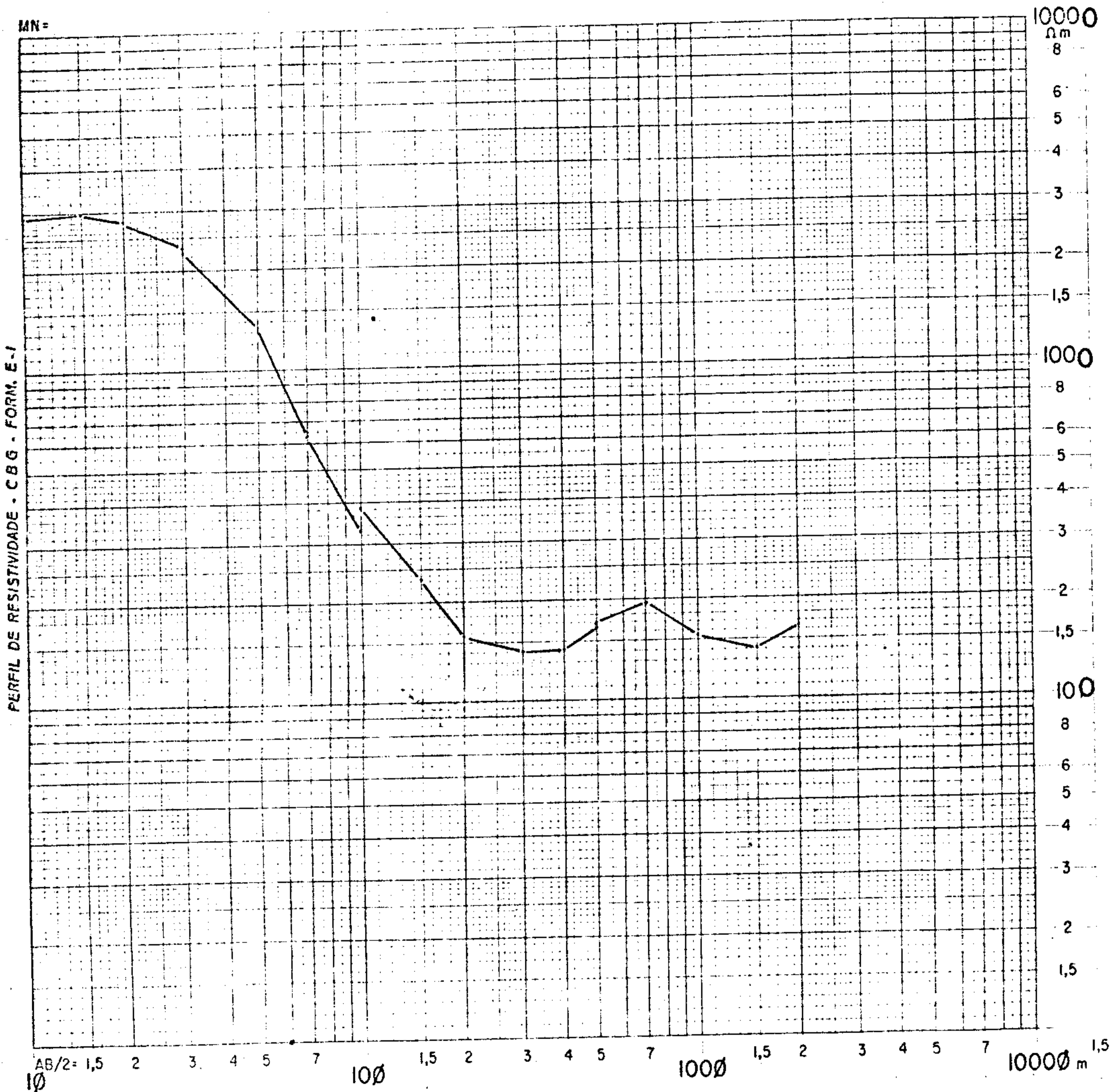
21

CLIENTE: C.P.R.M.

DATA: 3-6-71

ÁREA: P. DE CALDAS

AZIMUTE: 19° 30' COTA:



COLUNA LITOLÓGICA  
OBSERVAÇÕES

POCO:

CROQUIS:

EQUIPE: EE-16

SE

22

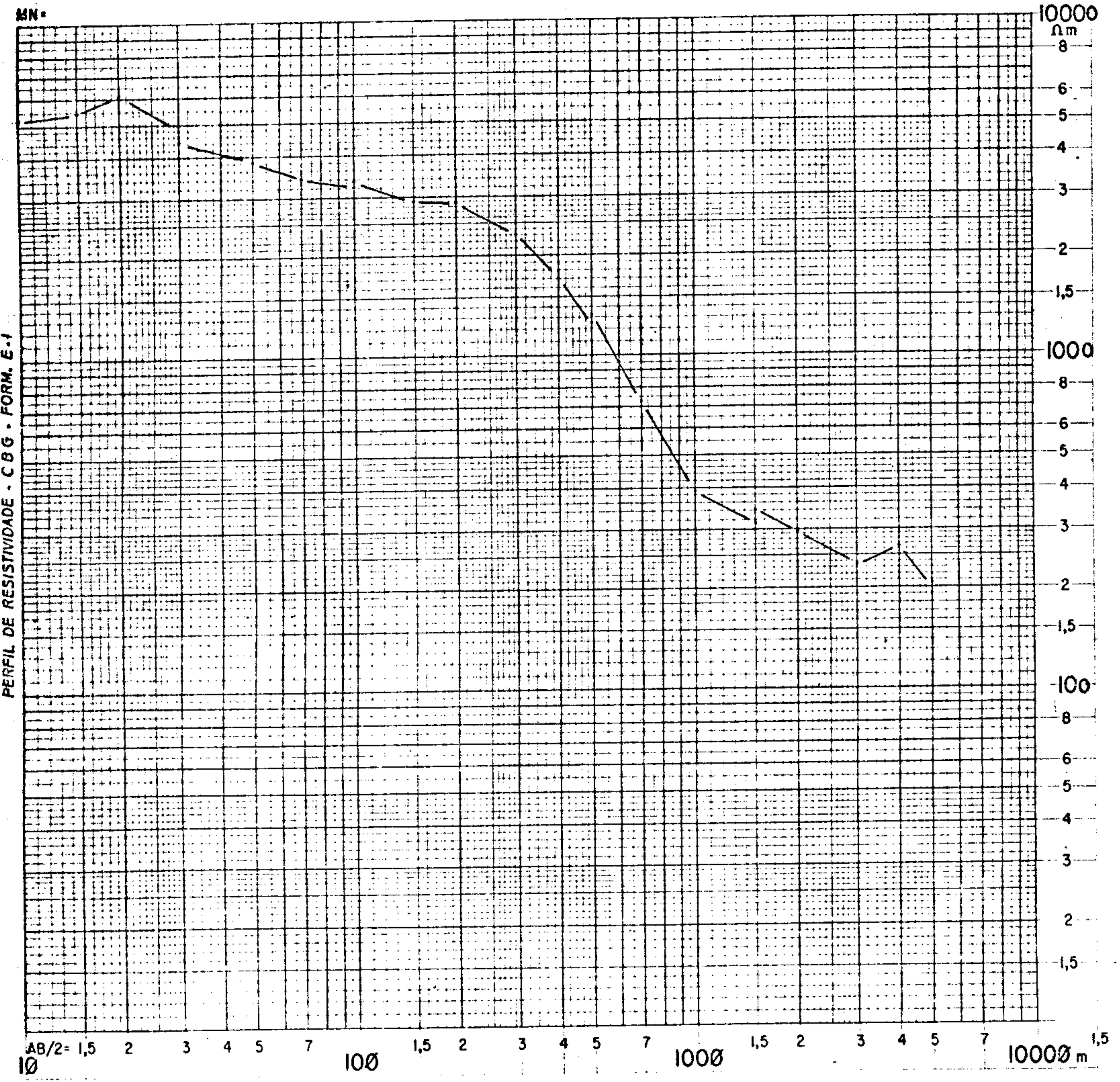
CLIENTE: C.P.R.M.

DATA: 14-5-71

ÁREA: P. DE CALDAS

AZIMUTE: 19°30'

COTA:



COLUNA LITOLÓGICA  
OBSERVAÇÕES

POCO:

CROQUIS

EQUIPE: EE -16

SE

23

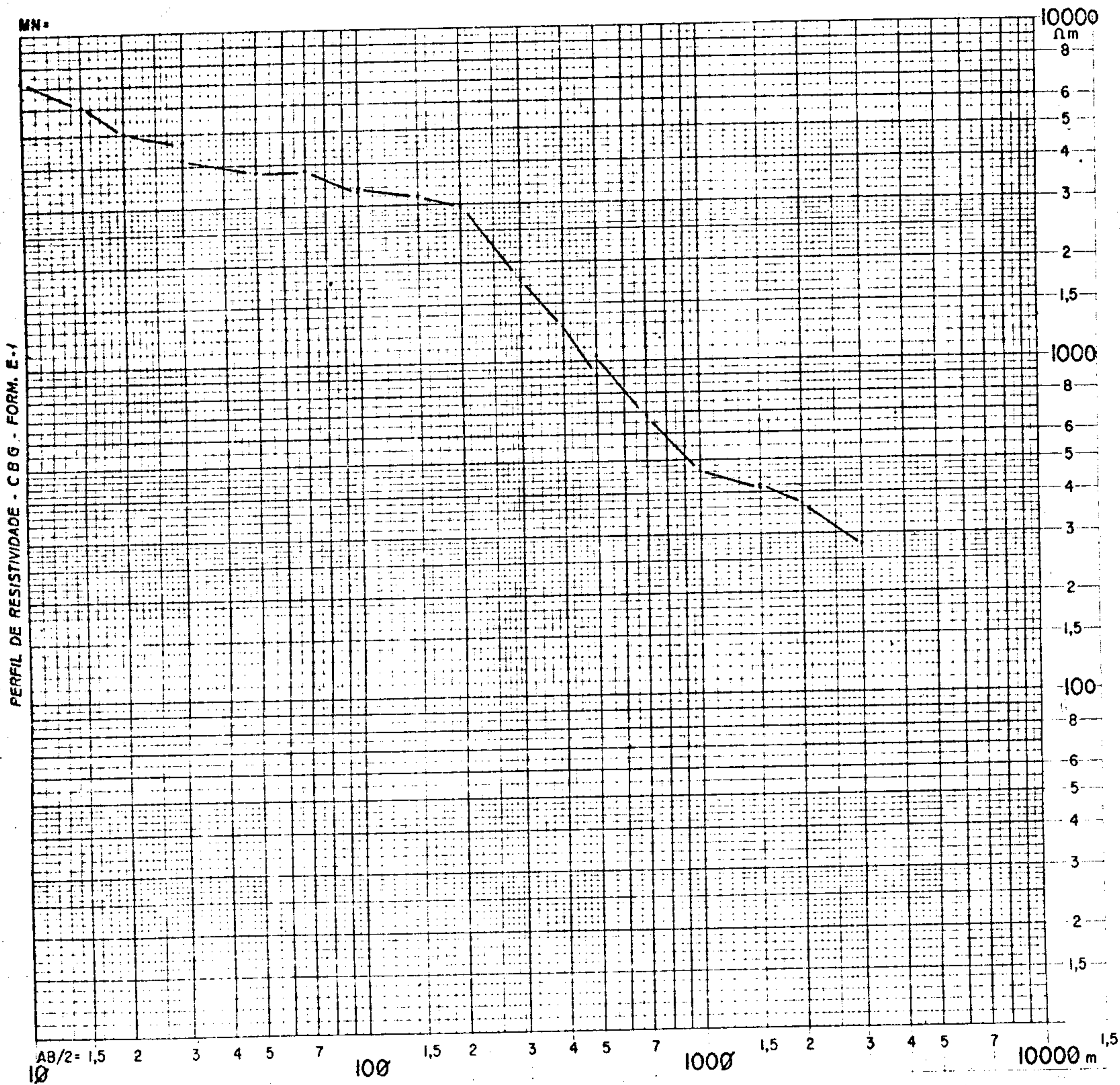
CLIENTE: C.P.R.M.

DATA: 15-5-71

ÁREA: P. DE CALDAS

AZIMUTE: 19°30'

COTA:



COLUNA LITOLÓGICA  
OBSERVAÇÕES

POÇO:

CROQUIS

EQUIPE EE-16

SE

24

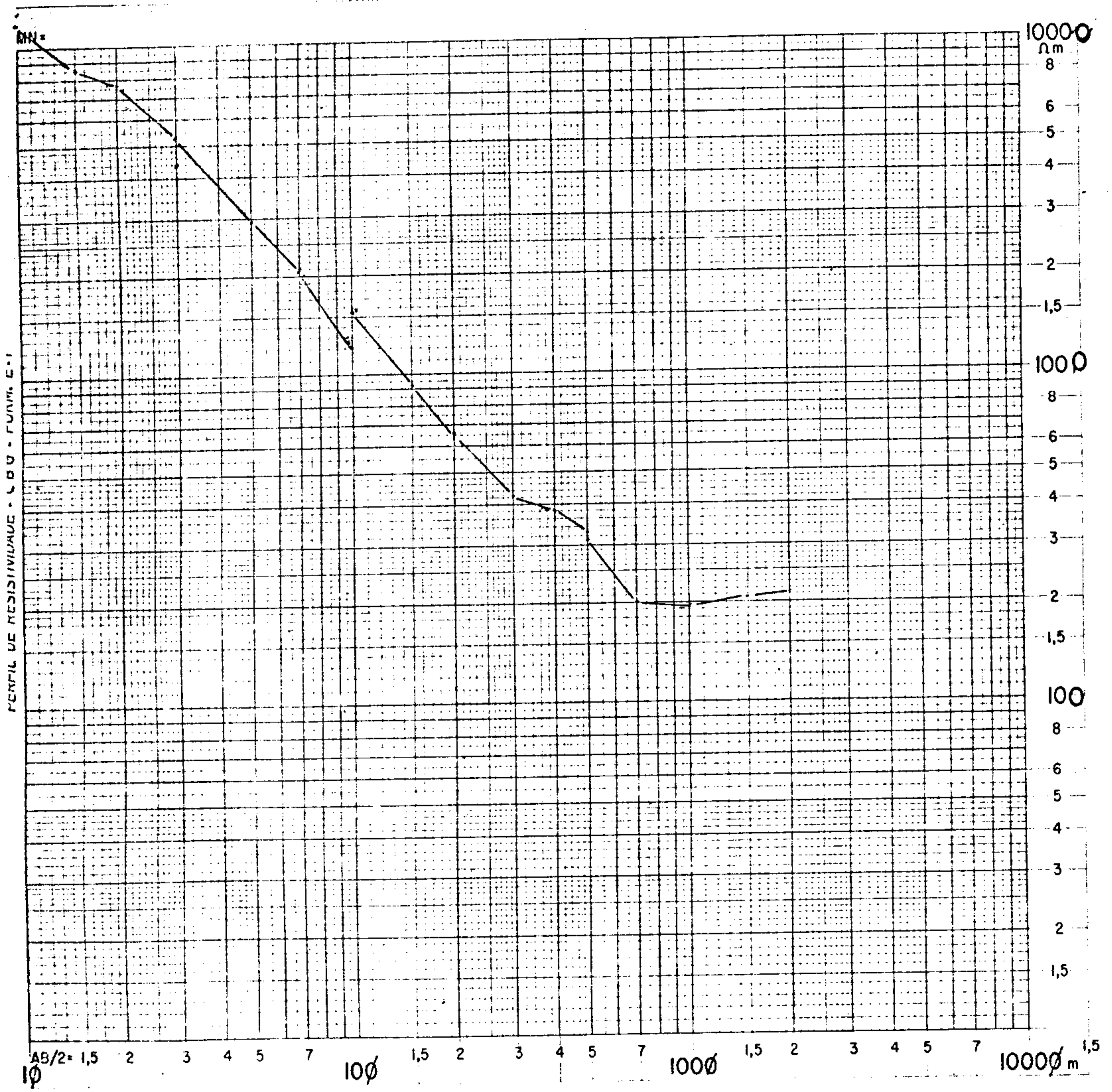
CLIENTE: C.P.R.M.

DATA: 5-71

ÁREA: P. DE CALDAS

AZIMUTE: 19° 30'

COTA:



COLUNA LITOLÓGICA  
OBSERVAÇÕES

POÇO:

CROQUÍ:

EQUIPE: EE-16

SE

25

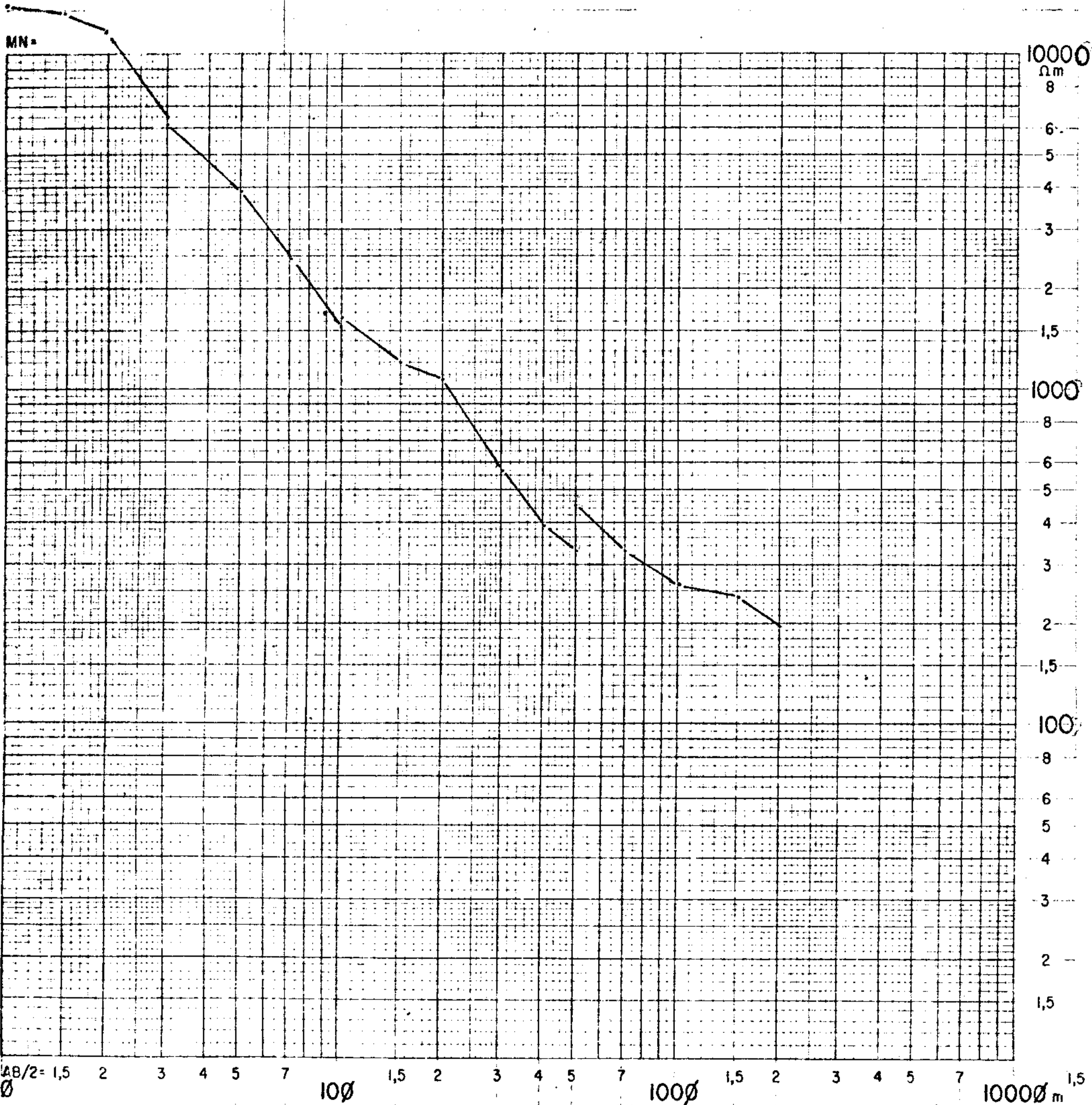
CLIENTE: C.P.R.M.

DATA: 30-5-71

ÁREA: P. DE CALDAS

AZIMUTE: 19° 30'

COTA:



COLUNA LITOLÓGICA  
OBSERVAÇÕES

POÇO:

CROQUIS:

EQUIPE EE-16

SE

26

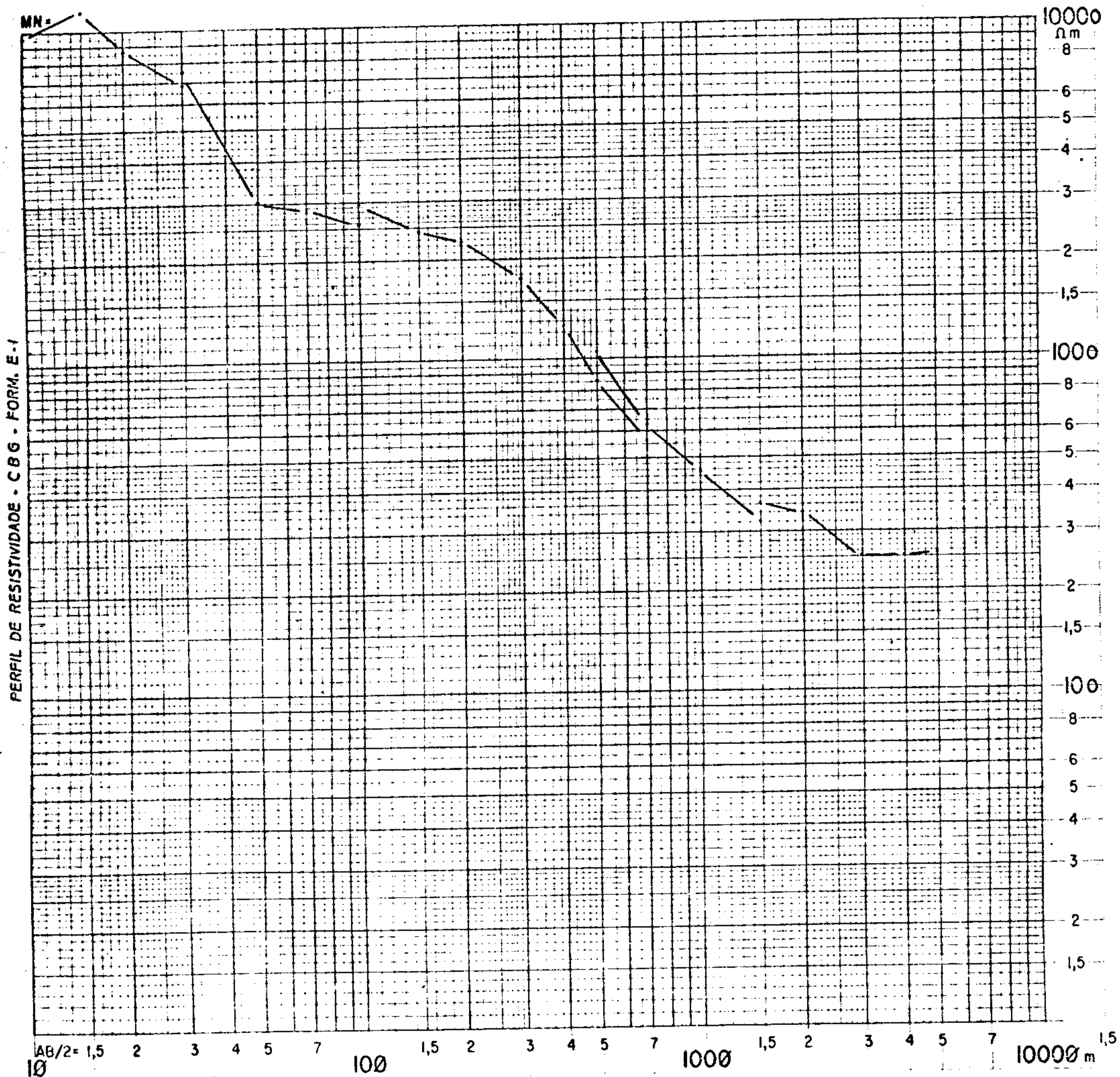
CLIENTE: C.P.R.M.

DATA: 14-5-71

ÁREA: P. DE CALDAS

AZIMUTE: 19° 30'

COTA:



COLUNA LITOLÓGICA  
OBSERVAÇÕES

POÇO:

CROQUIS:

EQUIPE EE-16

SE

27

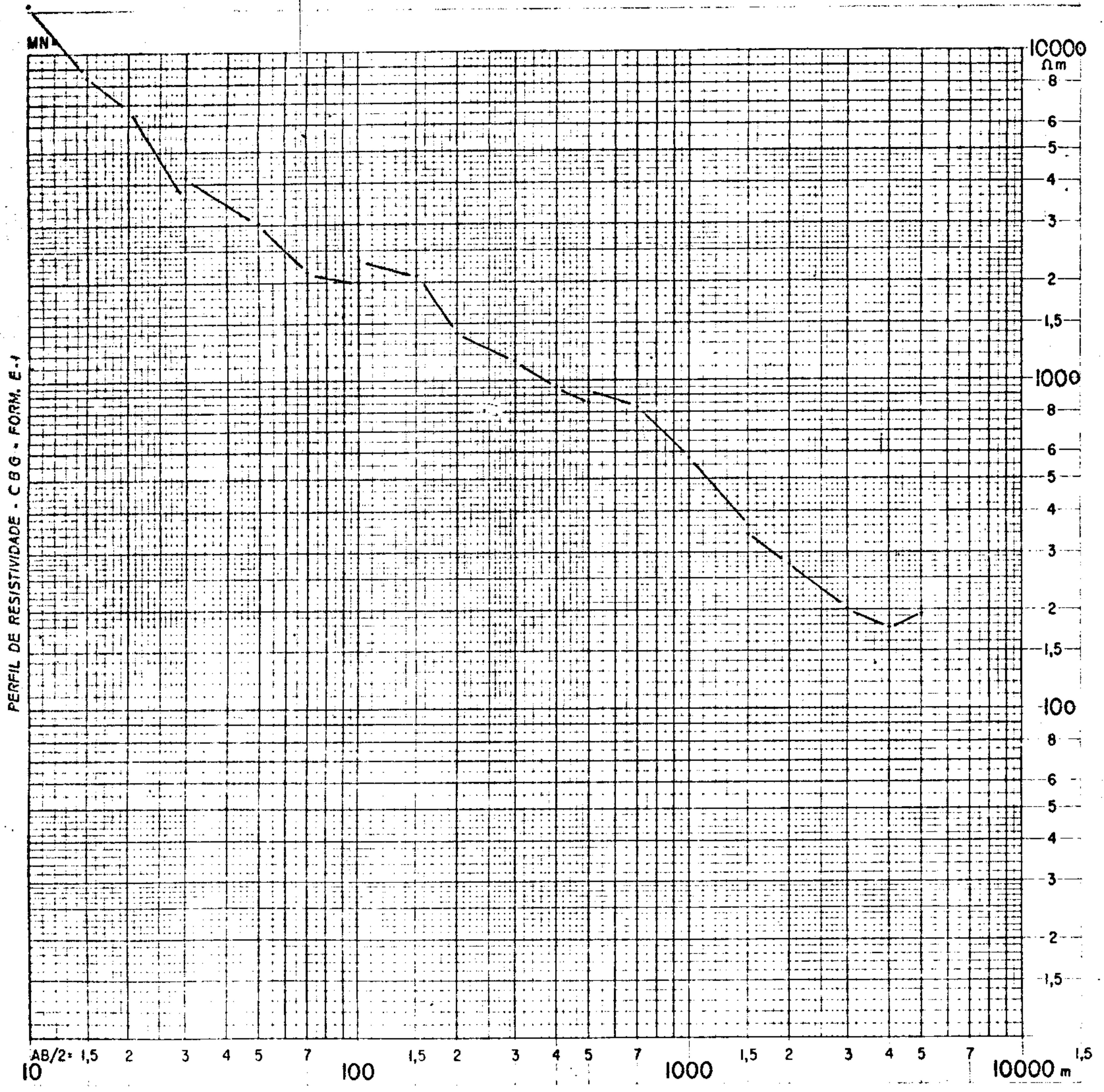
CLIENTE: C.P.R.M.

DATA: 14-5-71

ÁREA: P. DE CALDAS

AZIMUTE: 19°30'

COTA:



COLUNA LITOLÓGICA  
OBSERVAÇÕES

POÇO:

CROQUIS:

EQUIPE: EE-16

SE

28

CLIENTE: C.P.R.M.

DATA: 3-6-71

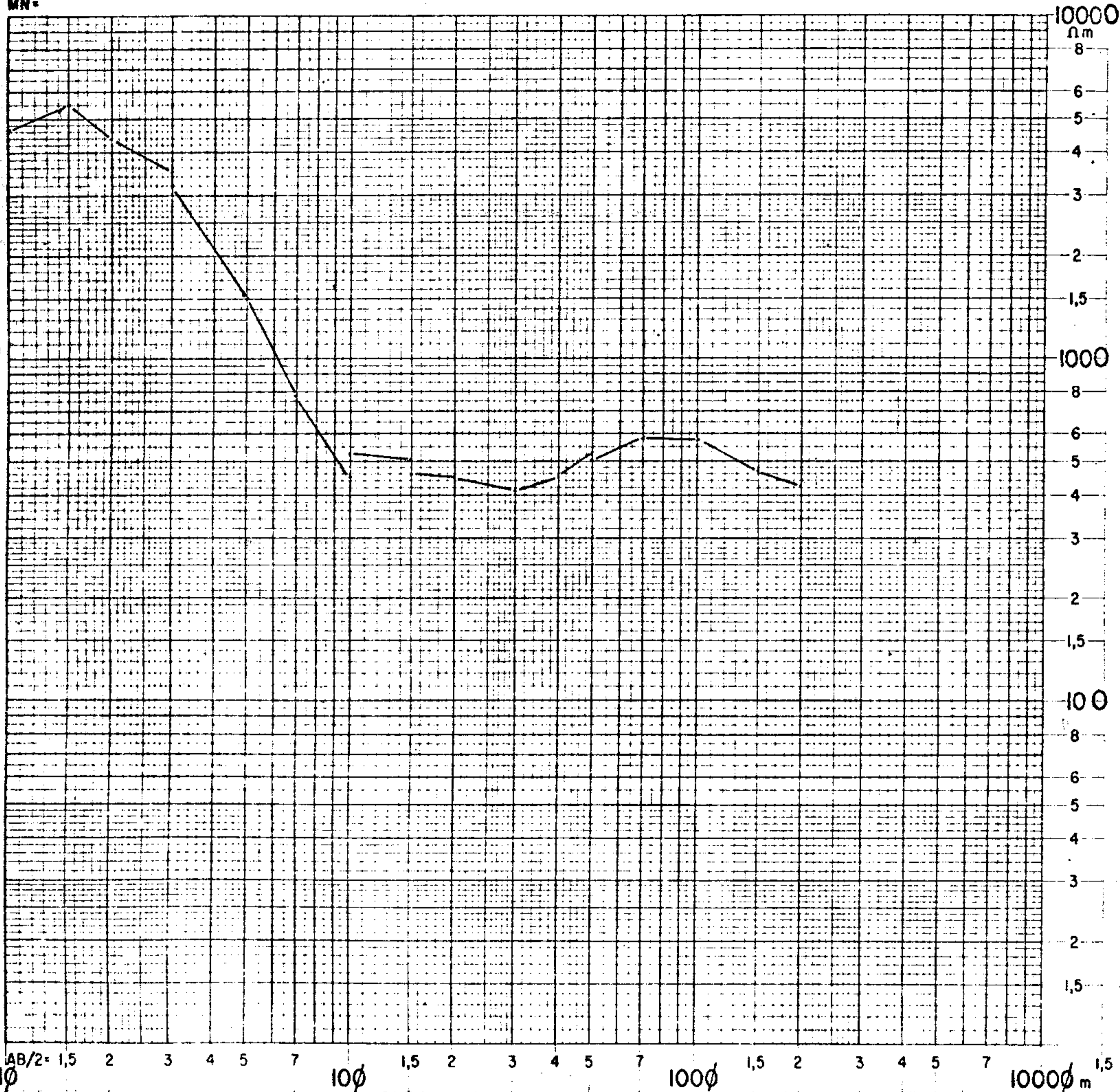
ÁREA: P. DE CALDAS

AZIMUTE: 19° 30'

COTA:

MN-

PERFIL DE RESISTIVIDADE - CBG - FORM. E-1



COLUNA LITOLÓGICA  
OBSERVAÇÕES

POCO:



CROQUIS:

EQUIPE: EE-16

SE

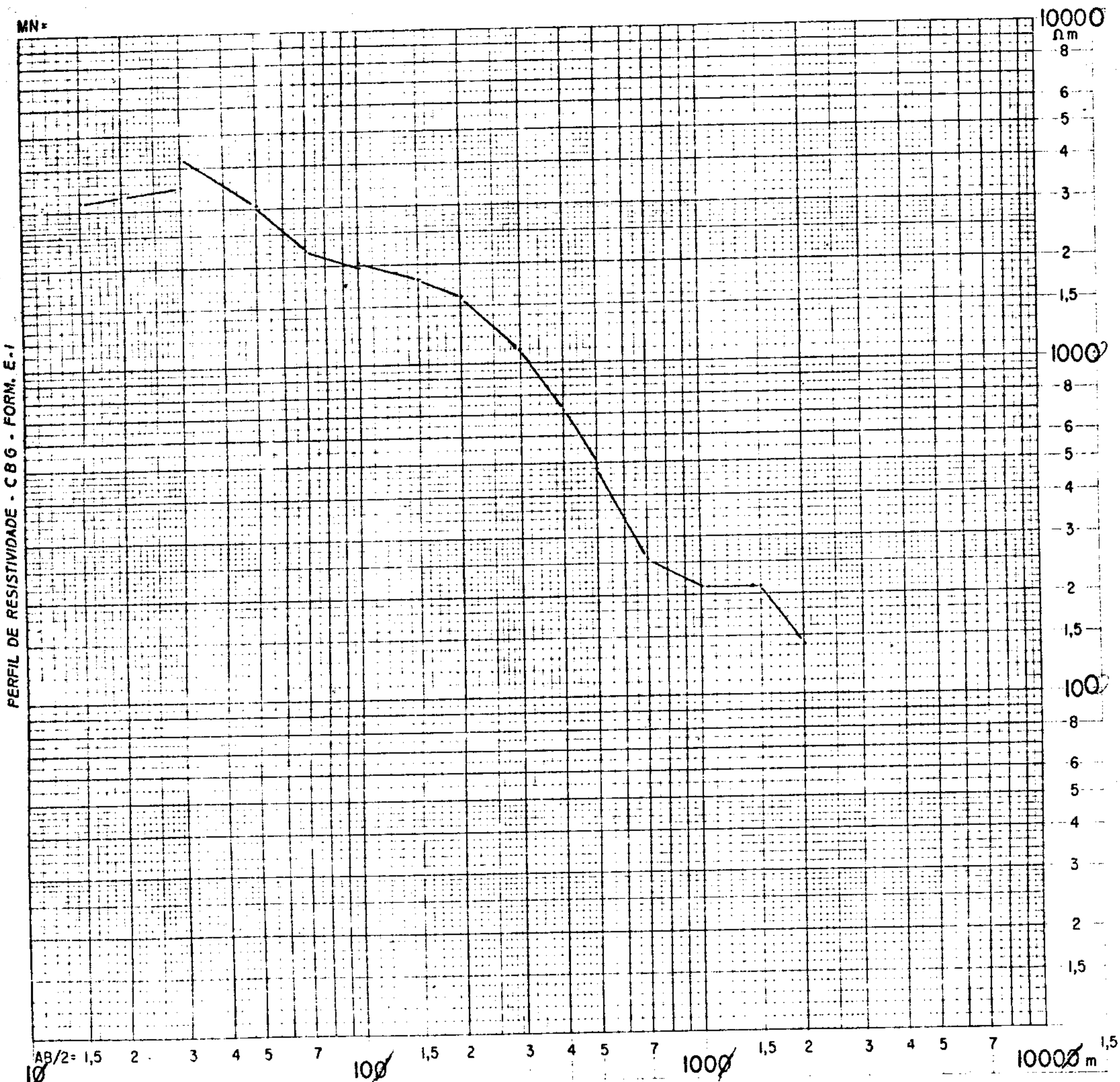
29

CLIENTE: C.P.R.M.

DATA 01-6-71

ÁREA: P. DE CALDAS

AZIMUTE: 19° 30' COTA



COLUNA LITOLÓGICA  
OBSERVAÇÕES

POCO:

CROSS

EQUIPE EE-16

EE

30

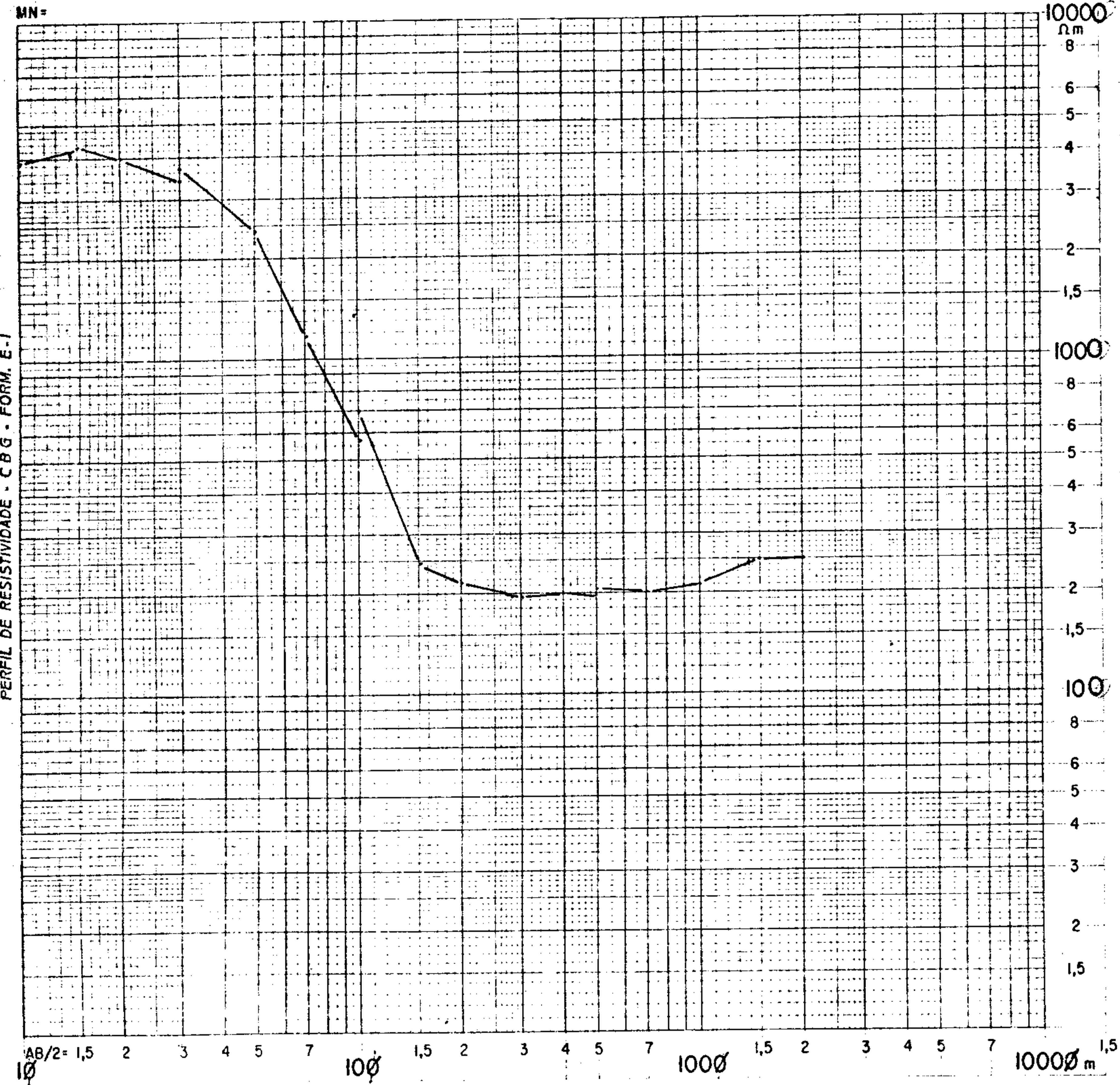
CLIENTE: C.P.R.M.

DATA: 01-6-71

ÁREA: P. DE CALDAS

AZIMUTE: 19° 30'

COTA:



COLUNA LITOLÓGICA  
OBSERVAÇÕES

POÇO:

RELATÓRIO:

ANEXO: