

SEMINÁRIO DE PROTEÇÃO CATÓDICA: SUPERANDO DESAFIOS

Projeto e instalação de Leito profundo

Marcelo Rodrigues da Cruz

AGENDA

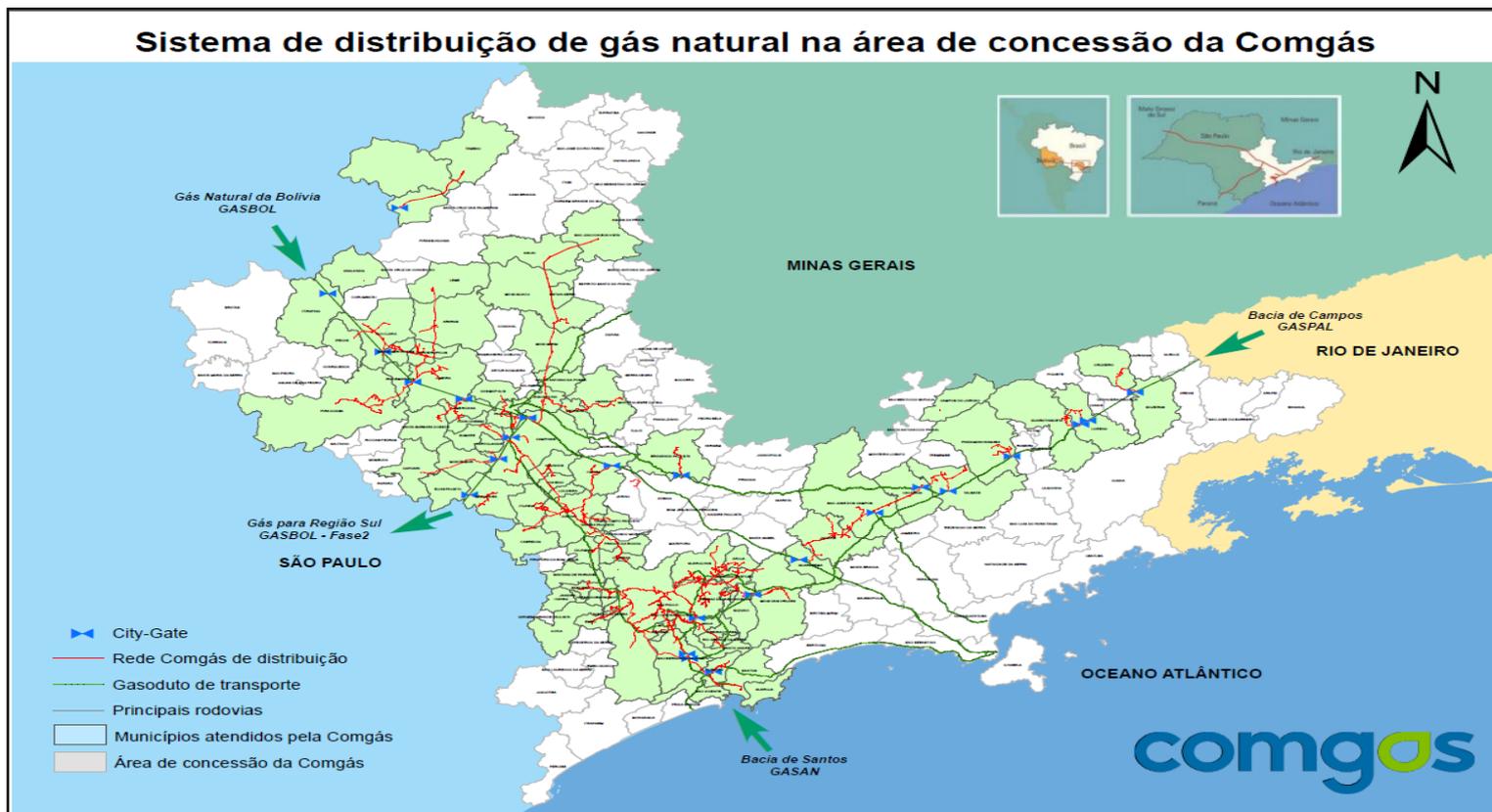
Parte 1 – Estudo de caso

Parte 2 – Projeto



Histórico

Aumento crescente da necessidade de distribuição do gás natural em grandes centros urbanos.



Densidade de ocupação do solo



Extensão de rede e Sistema SPC

Rede área de concessão: 2.400Km

Rede área Urbana: 1.814Km

Município de São Paulo: 621km

Retificadores: 213Uni

Drenagens: 60Uni

Pontos de teste: 2834Uni



Comgas e Ocupação do solo - São Paulo

- Extensão de rede aço: 621Km - 26%
- Retificadores: 85Uni - 40%
- Drenagens: 30Uni - 50%
- Pontos de testes: 1043Uni - 37%



AGENDA

Parte 1 – Estudo de caso



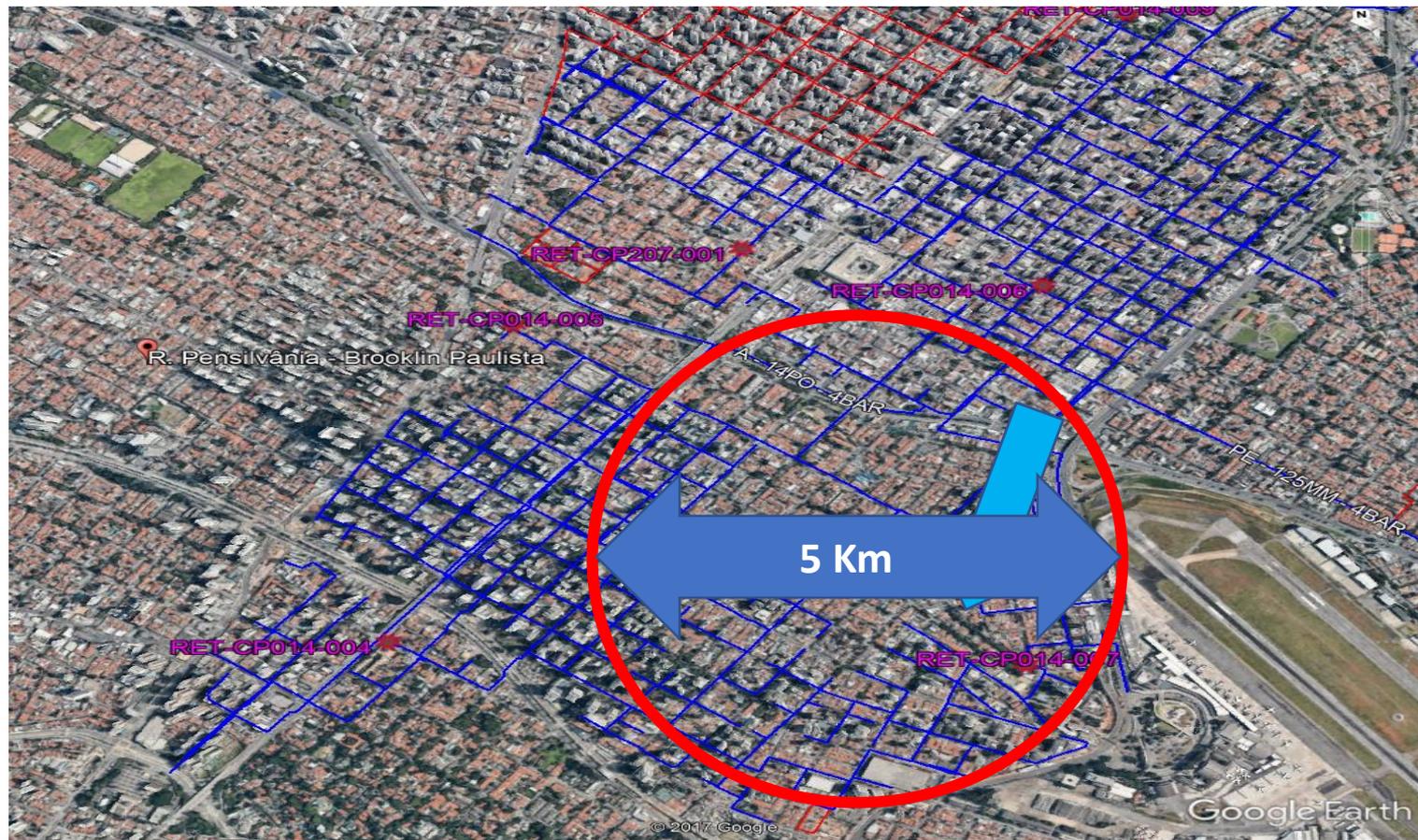
Sistema de distribuição de gás zona sul - SP



Distribuição dos retificadores



Local de instalação do Leito Profundo

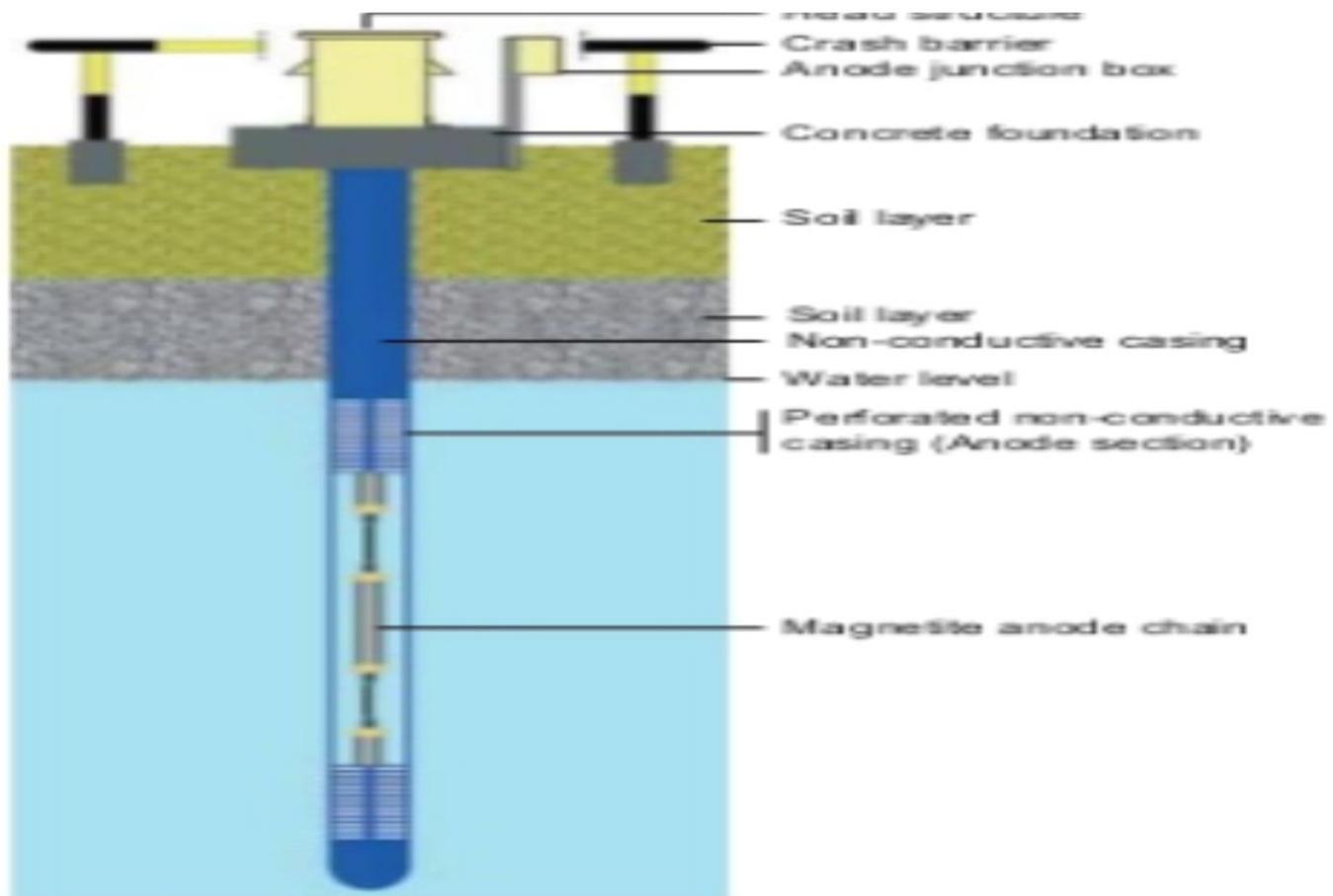


Leito em poço profundo

Solução para atendimento a uma crescente expansão da malha de tubulações de aço em áreas urbanas, onde não é possível a instalação de leito de anodos convencionais para prover proteção contra corrosão.



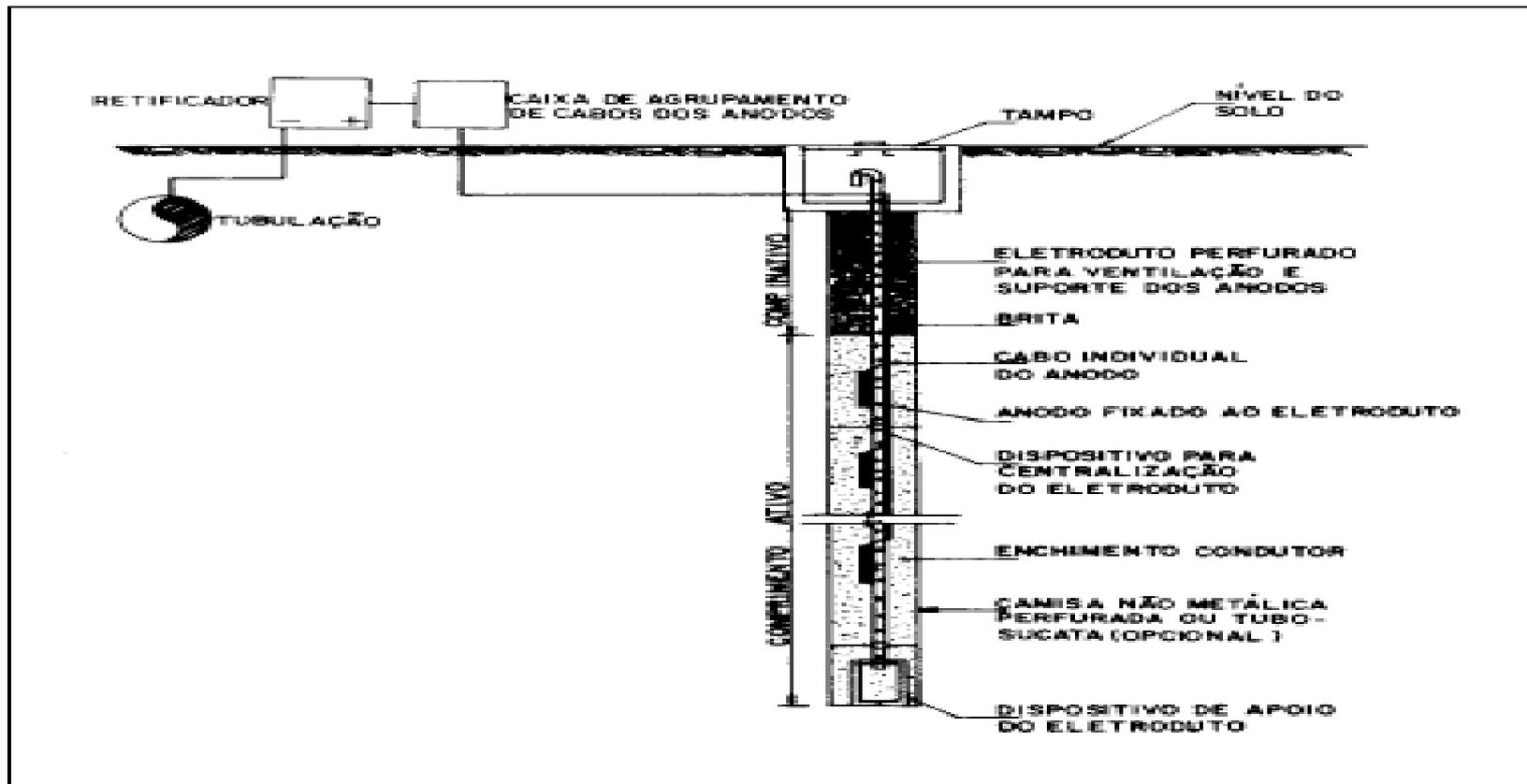
Tipos de Leito em poço profundo



Fonte: German cathodic protection



Tipos de Leito em poço profundo



Fonte: Luiz Paulo Gomes – Sistemas de proteção catódica

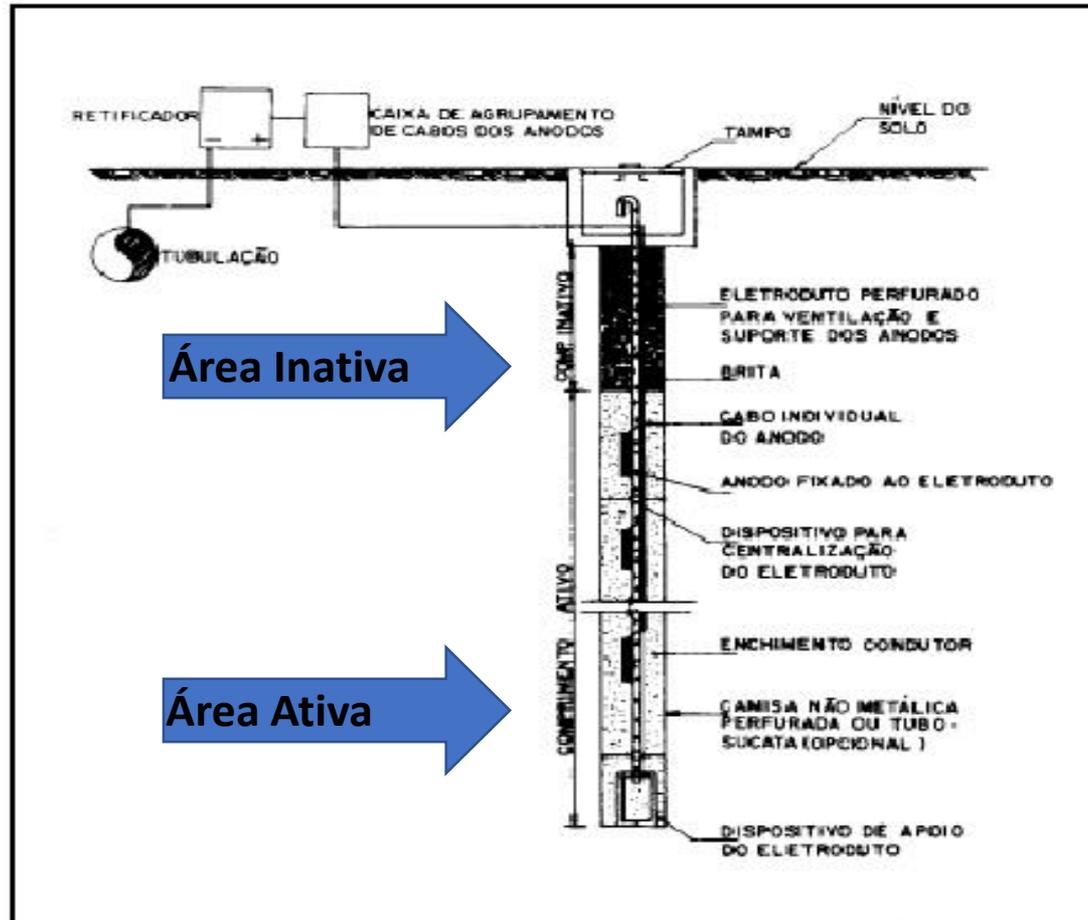


Tipos de Leito em poço profundo

- **Recuperável:** Leito pode ser reparado em casos de falha no funcionamento.
- **Não recuperável:** Em caso de falha de funcionamento, leito e furo são perdidos.



Estrutura de instalação



Vantagens e desvantagens

Vantagens

Instalações em espaço físico limitado

Eliminar blindagem por outras estruturas

Melhor distribuição de corrente

Redução de danos

Desvantagens

Custo Superior

Difícil avaliar o desempenho

Manutenção

Acúmulo de gases



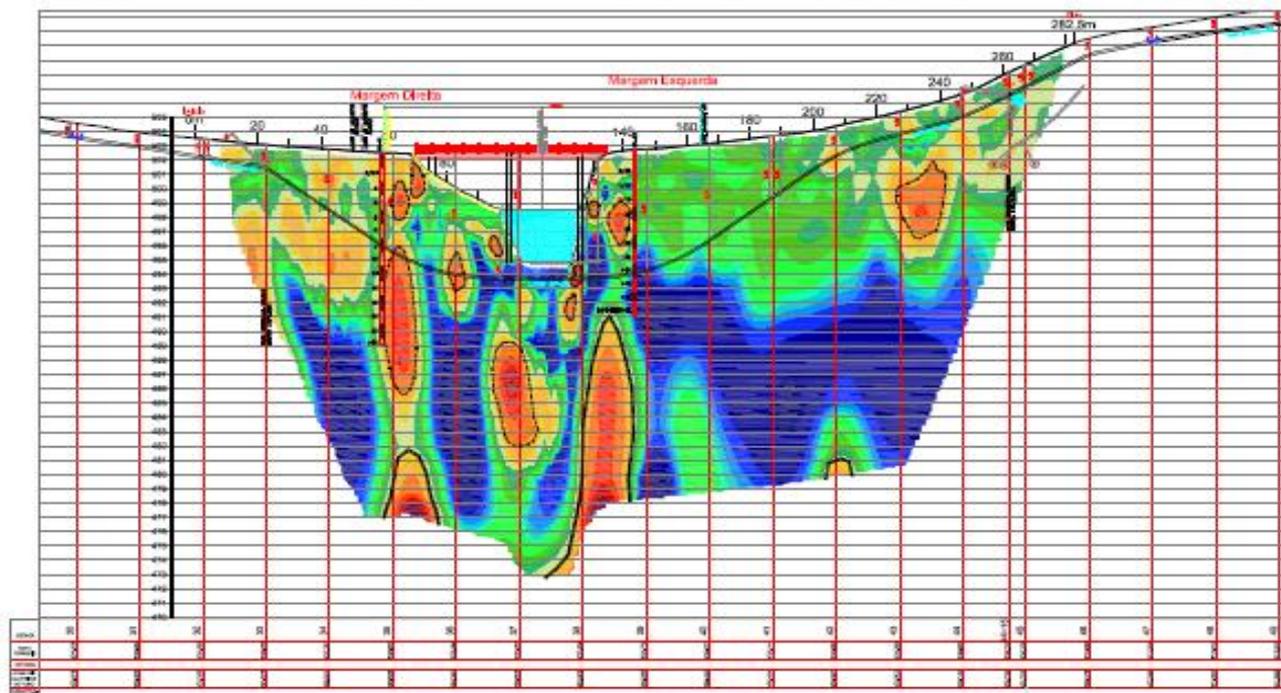
AGENDA

Parte 2 – Projeto



Projeto





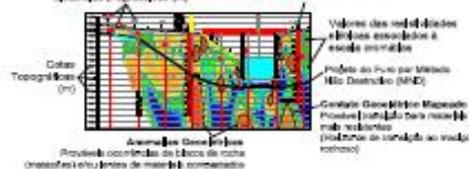
LEGENDA

ESCALA CROMÁTICA DAS RESISTIVIDADES ELÉTRICAS (Ohm.m)



Profundidade de Entalho, Φ ,
superfície do terreno e das
distâncias progressivas (m)

Identificação e [local] de
execução das sondagens
medidas e percussão (SPs)



SEÇÃO DE IMAGEM DE GEORRESISTIVIDADE TRAVESSIA DO RIO CAPIVARI

LEVANTAMENTO GEOFÍSICO PELO MÉTODO ELETRORRESISTIVO
(IMAGEM DE GEORRESISTIVIDADE) PARA SUBSIDIO AOS ESTUDOS
GEOLOGICO-GEOTÉCNICOS EM PROJETO DA TRAVESSIA DO RIO
CAPIVARI - SP

| | |
|---------------------------------------|---------|
| ALTA RESOLUÇÃO GEOLÓGICA E GEOTÉCNICA | |
| DATA | PROJETO |
| FECHA | LOCAL |
| PROJETO | FECHA |

Notas:

- 1 - Cotas (elevações) em metros;
- 2 - Todas as informações topográficas e de projeto do furo direcional foram fornecidas pelo CONTRATANTE;
- 3 - As distâncias progressivas apresentadas ao longo da seção geográfica foram tomadas acompanhando a superfície irregular do terreno.



Características e Cálculos

- Tipo de Anodos
- Desgaste dos anodos
- Expectativa de vida
- Quantidade de Anodos
- Espaçamento por anodos

- Corrente máxima a ser injetada pelo leito de anodos
- Enchimento condutor
- Comprimento coluna ativa
- Comprimento coluna Inativa



Cálculo do comprimento da coluna ativa

$$L_{\text{ativ}} = (N_{\text{an}} \times L_{\text{an}}) + (N_{\text{esp}} \times L_{\text{esp}})$$

Onde:

L_{ativ} = Comprimento mínimo da Coluna Ativa do leito;

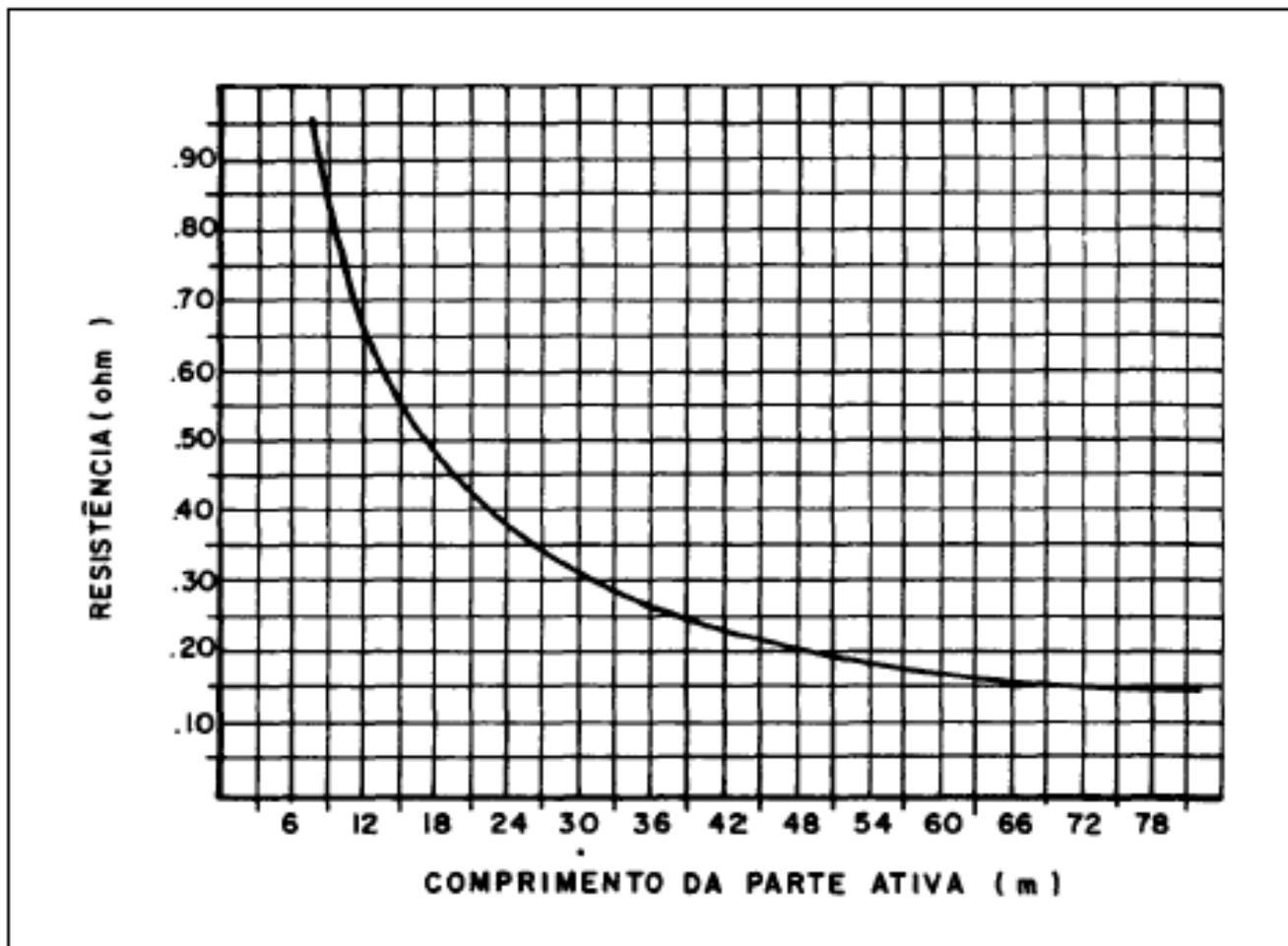
N_{an} = Número de ânodos;

N_{esp} = Número de espaçamentos entre anodos;

L_{esp} = Comprimento de cada espaçamento;



Cálculo do comprimento total do leito



Cálculo da distância do leito de anodos

$$Dat^2 = Dtp^2 + (Pa - Pt)^2$$

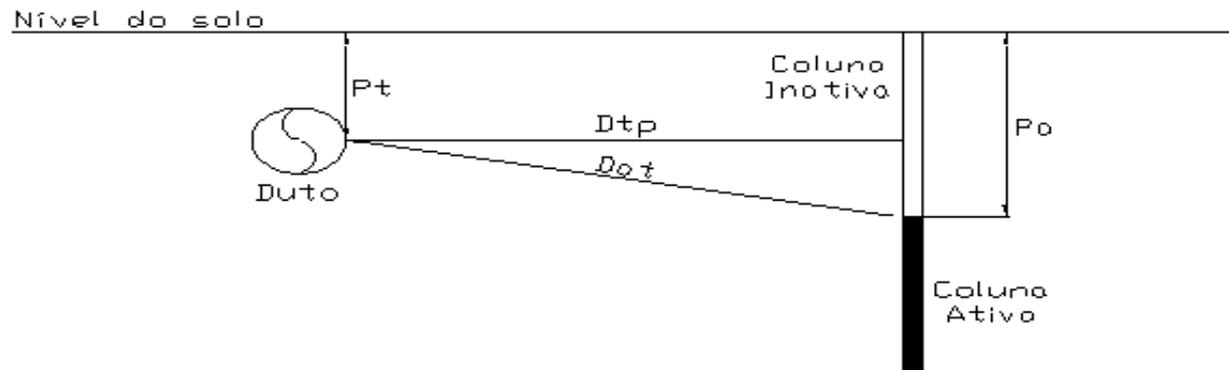
Onde:

Dat = Distância Duto/Leito

Dtp = Distância Duto/Poço

Pa = Profundidade do início da Coluna Ativa do leito

Pt = Profundidade média dos Dutos



Densidade do enchimento condutor

Moinha de coque

$$I_B = \frac{I}{\pi \times D_{GB} \times L_{ATIV}}$$



Onde:

I_B = Densidade de Corrente do Enchimento Condutor

I = Corrente Nominal do Leito;

D_{GB} = Diâmetro do Poço;

L_{ATIV} = Comprimento da coluna ativa do leito;



Cálculo da quantidade do enchimento condutor

$$V_U = V_{CQ} - V_{CL}$$

Onde:

V_U = Volume Útil do Poço

V_{CQ} = Volume do Enchimento Condutor

V_{CL} = Volume do Cabo Elétrico do Leito

V_{CL} = Desprezível

$$VU = VCQ = p \times r^2 \times LATIV$$

Onde:

VU = Volume Útil do Poço

VCQ = Volume do Enchimento Condutor

r = Raio do Poço

$LATIV$ = Comprimento da coluna ativa

$$QCQ = DCQ \times VU \times 1,1$$

Onde:

QCQ = Quantidade de Enchimento Condutor

DCQ = Densidade do Enchimento Condutor

VU = Volume Útil do Poço

1,1 = Fator de Segurança

QCQ =



Cálculo de resistência de contato do leito de anodo/solo

$$R_{ae} = [\rho/(2\pi L)] \cdot \{\ln [(8L)/D] - 1\}$$

Onde:

R_{ae} = Resistência de contato elétrico Leito/Solo

ρ = Resistividade elétrica do solo

L = Comprimento da coluna ativa do leito

D = Diâmetro da camisa do poço



Cálculo de resistência total do circuito

$R_t = R_{ae} + R_{ca}$, onde:

Onde:

R_t = Resistência total

R_{ae} = Resistência de contato anodo/eletrólito

R_{ca} = Resistência dos cabos elétricos



Cálculo de resistência total do circuito

$R_t = R_{ae} + R_{ca}$, onde:

Onde:

R_t = Resistência total

R_{ae} = Resistência de contato anodo/eletrólito

R_{ca} = Resistência dos cabos elétricos

$R_{ca} = C \times R_{ec}$, onde:

Onde:

C = Comprimento do cabo (km)

R_{ec} = Resistência específica do cabo



Cálculo da corrente do leito de anodos

$I = V_{nom} / R_t$, onde:

Onde:

I = Corrente máxima do leito (Ampères)

V_{nom} = Tensão Nominal do retificador (Volts)

R_t = Resistência total do leito (Ω)

* Realizar verificação da corrente por ano e cálculo da vida útil



Pedido de autorizações junto aos órgãos públicos.



Construção



Construção



Construção



Pré-operação

As Builts

Ajuste de equipamentos

Registro das medições



Bibliografia

NACE RP 0572 - Projeto, Instal, Oper e Manut de Leito Profundo.

ABNT NBR ISO 15589-1:2016 – Prot Catódica sistemas transporte dutos terrestres.

ABNT NBR 7117 - Medição da Resistividade do Solo pelo Método dos Quatro Pontos.

Sistemas de proteção catódica – Luiz Paulo Gomes

Corrosão Vicente Gentil, 5edição



Obrigado!

