

TÉCNICAS PARA INSPEÇÃO

SISTEMAS DE PROTEÇÃO CATÓDICA E REVESTIMENTOS DE TUBULAÇÕES

1. Generalidades

1.1. Corrosão

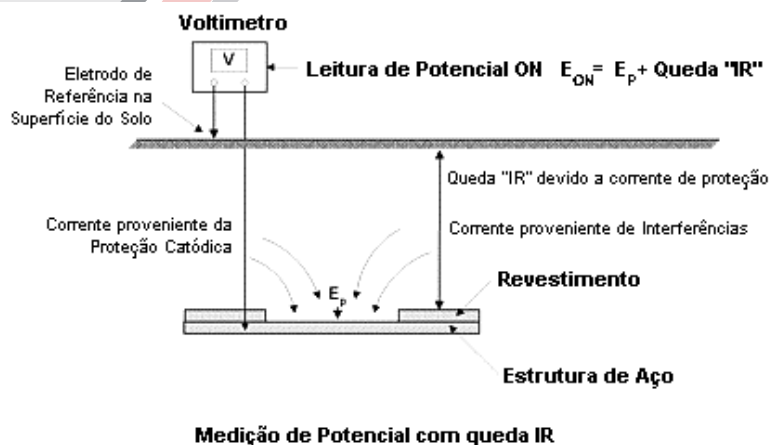
Nada mais é, em seu princípio mais básico, do que o processo inverso da metalurgia onde estruturas metálicas enterradas ou submersas tendem a retornar ao seu estado mineral, ou seja, trata-se da deterioração de metais e ligas por ação química do meio ambiente (água ou solo). Desta forma, as estruturas metálicas submetidas a estes ambientes estarão sob severa ação de processos corrosivos trazendo com isso enormes prejuízos ambientais, econômicos e a imagem da empresa.

1.2. Corrosão Eletroquímica

Entende-se por corrosão eletroquímica os processos de destruição que se desenvolvem, por meio de eletrólitos (água do mar, solo, soluções aquosas de ácidos, bases, sais, ar atmosférico com umidade, etc...), em contato com o metal.

Dentre os vários tipos de corrosão de natureza eletroquímica, temos a Corrosão Galvânica. Ela é resultante do contato elétrico de materiais dissimilares presentes em um mesmo eletrólito e este tipo de corrosão será tão mais intenso quanto mais distantes forem os materiais na tabela de potenciais eletroquímicos.

Quando isto ocorre, o metal que libera corrente para o eletrólito se corrói, tendo comportamento anódico, e é denominado anodo. O metal que recebe a corrente do eletrólito fica protegido e é chamado de catodo, por adquirir comportamento catódico.



1.3. Sobre as Técnicas de Prevenção Contra Corrosão

Dados estatísticos mostram que a corrosão externa é uma das maiores causas de vazamentos em tubulações enterradas, assim, os dutos devem ser protegidos contra o processo corrosivo, o que pode ser feito mediante uma combinação entre Revestimentos Mecânicos e Sistemas de Proteção Catódica.

Os mais atuais ensaios e técnicas de engenharia aceitam e recomendam, uma combinação de Revestimentos Mecânicos e Proteção Catódica, como a medida mais efetiva para prevenir e controlar os efeitos da corrosão externa sobre dutos enterrados.

1.3.1. Os Revestimentos Mecânicos

Representam a primeira linha de defesa contra a corrosão externa e geralmente proporcionam uma excelente proteção. No entanto, todos eles são passíveis de deterioração com o tempo, devido à absorção de água, pressões e ou abrasões geradas pela compactação do solo, danos causados por raízes, ataques bacteriológicos e numerosas outras causas.

Deteriorado ou danificado o revestimento, as superfícies de aço expostas ao meio eletrólito (terra ou água), estarão sujeitas à perda da massa metálica e, se esta condição se mantém por algum tempo, corrosão e vazamentos serão inevitáveis.

1.3.2. A Proteção Catódica

Atuando como a segunda linha de defesa contra a corrosão externa, tem por objetivo proteger a tubulação nos locais onde haja falhas do revestimento, e sua função é a de inibir o processo de corrosão.

Com base no mesmo princípio da corrosão eletroquímica (fluxo de corrente gerado pela diferença de potencial entre materiais), estudos de engenharia realizados mostram que é possível reduzir a níveis insignificantes o processo que deterioração do metal, injetando-se uma corrente elétrica de proteção na estrutura através do eletrólito, forçando uma situação em que seu potencial apresente valores mais negativos em relação ao meio circulante, assumindo assim um comportamento catódico.

1.3.2.1. Proteção Catódica por Corrente Impressa:

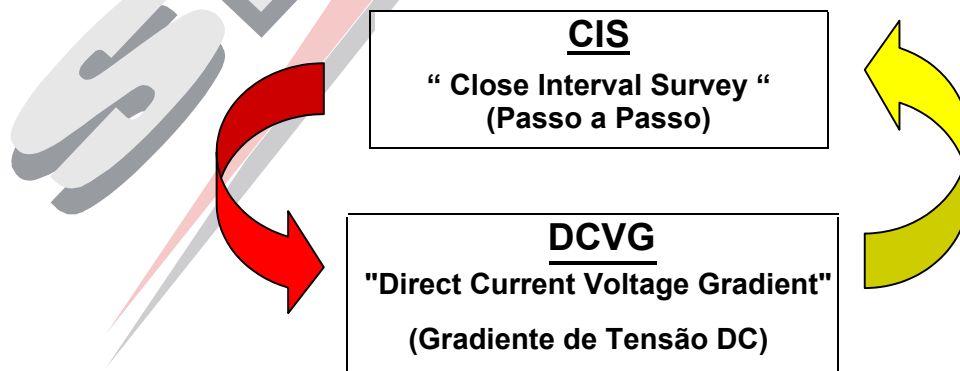
Por sua eficiência e maior longevidade o método de Proteção por Corrente Impressa é o mais indicado para grandes estruturas. Os projetos elaborados pela **SEMPRO** prevêm vida útil média de vinte anos para um sistema, após isso os anodos deverão ser substituídos. Naturalmente a longevidade do sistema é diretamente proporcional a um **procedimento de manutenção** adequado.

Os componentes principais de um Sistema de Proteção Catódica por Corrente Impressa são:

- ✓ Unidade Retificadora - Converte a corrente alternada para corrente contínua que será drenada pelos anodos.
- ✓ Anodos Inertes – Um **projeto** bem elaborado deverá dimensionar um leito de anodos (no caso de instalação no solo) determinando a massa anódica necessária para uma boa distribuição da corrente ao longo de toda a estrutura a ser protegida.
- ✓ Pontos de Medição ou Teste – Desempenham um papel fundamental no procedimento de manutenção do sistema, pois permitem que seja monitorada a diferença de potencial entre a estrutura a ser protegida e o meio eletrólito. É através destes pontos que, por meio de Técnicas Especiais de Inspeção, pode-se garantir a Eficiência Operacional do sistema implementando-se correções e ou ajustes necessários.

2. Objetivo das Inspeções por Técnicas Específicas

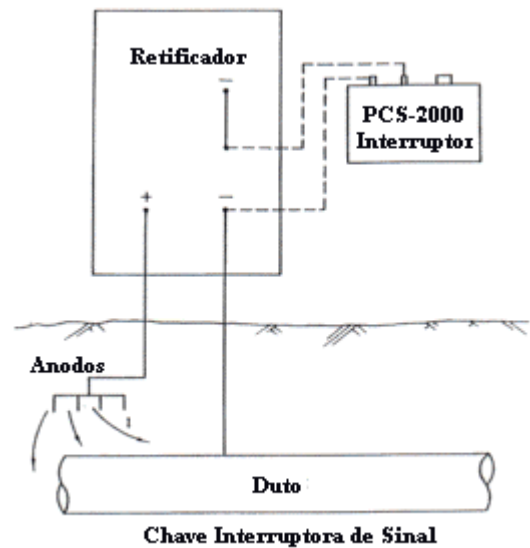
O fator determinante para a eficácia da combinação de métodos conforme descrevemos, é o controle de um delicado equilíbrio entre o estado em que se encontra o revestimento e os níveis de corrente injetados pelo Sistema de Proteção Catódica. Níveis efetivos de proteção serão atingidos se as diferenças de potenciais tubo/solo forem mantidas dentro de uma faixa delimitada por valores usualmente adotados e aceitos internacionalmente (entre -850mV e -1.140mV registrados com potencial "OFF"). A partir deste conceito, deve-se então considerar uma ligeira queda dos potenciais tubo/solo desde os pontos de máximo potencial (próximas aos pontos de injeção de corrente) até os pontos de mínimo potencial (os mais distantes dos pontos de injeção de corrente). A intensidade da queda deste potencial vai depender fundamentalmente da condição e do estado em que se encontra o revestimento da tubulação ou estrutura protegida. É possível inspecionar e avaliar o revestimento e o Sistema de Proteção Catódica da tubulação aplicando-se uma combinação de técnicas que permitam determinar o real estado de equilíbrio entre ambos os Sistemas Anticorrosivos instalados, a saber:



3. CIS (Close Interval Survey) ou Passo a Passo

Esta técnica de inspeção foi desenvolvida para análises detalhadas de níveis de Proteção Catódica em dutos e consiste na medição contínua dos potenciais tubo/solo, medidos em espaços próximos.

O operador caminha sobre a geratriz superior do duto estendendo um cabo ou fio muito fino, que deverá estar conectado no Ponto de Medição ou Ponto de Teste mais próximo. Um segundo cabo deve ser conectado a um par de semi-células de cobre – sulfato de cobre e um Registrador SEMPRO RGD 512.1 V S20 com o qual se fará o armazenamento das leituras para posterior análise dos registros.



Objetivando eliminar os erros de medição causados pelo fluxo de corrente entre a tubulação e as semi-células (queda de % "IR") os potenciais devem ser registrados com a injeção de corrente ligada (potenciais "ON") e desligada (potenciais "OFF"). Assim, para se obter os potenciais "OFF", devem ser instaladas Chaves Interruptoras de Correntes Sincronizadas via satélite modelo SEMPRO CIS em todos os retificadores que possam afetar o trecho de dutos que estão sendo inspecionados, inclusive possíveis fontes de interferência de outros sistemas de PC instalados nas proximidades se houver.

A fim de se evitar efeitos de despolarização dos dutos, os ciclos de interrupção de corrente devem ser executados em uma relação de 4 para 1, quanto menor o intervalo de cada ciclo, mais precisas as leituras e maior a facilidade para interpretação técnica dos registros.

Os dados registrados com potencial "ON" servem principalmente para indicar uma condição aproximada do estado de revestimento dos dutos, já que nos locais de boa qualidade de revestimento os perfis dos potenciais deverão se manter estáveis e, nos locais onde existirem defeitos, o registrador deverá indicar um "pico" de potencial. O pico será tão mais intenso quanto maior for o defeito do revestimento.

Nos locais onde o revestimento estiver danificado em longos trechos, o perfil dos potenciais registrados será instável com inúmeros "picos" visíveis no gráfico gerado pelo SEMPRO RGD 512.1 e uma queda generalizada nos valores dos potenciais poderão ser observadas.

Já os dados registrados com potencial "Off" servem para identificar os níveis exatos de polarização sobre os dutos e, se inferiores a -850mV indicam níveis inadequados de proteção e pode existir a possibilidade de corrosão. Se superiores a -1.140mV , indicam polarização excessiva, o que pode resultar em severos danos ao revestimento da tubulação nestes locais.

Em resumo a técnica “DCVG” permite:

- ❖ Identificar a localização exata dos defeitos no revestimento do duto.
- ❖ Determinar o grau de importância destes mesmos defeitos.
- ❖ Avaliar a extensão dos defeitos localizados.
- ❖ Identificar e investigar interferências que possam estar afetando o duto
- ❖ Determinar a localização exata dos anodos instalados.

5. Uso Combinado das Técnicas de “CIS” e “DCVG”.

A combinação das técnicas CIS – DCVG possibilita uma inspeção que permite avaliar ambos os Sistemas Preventivos de Corrosão Externa (Revestimento e Proteção Catódica).

A técnica “CIS” fornece informação **exata** sobre a eficiência do Sistema de Proteção Catódica e **aproximada** sobre a condição do revestimento do duto.

A técnica “DCVG” fornece a condição exata do revestimento, determinando a localização, gravidade e extensão dos defeitos. Sendo empregada após um exame detalhado sobre as áreas problemáticas identificadas pelo “CIS”.

Com os dados da inspeção “CIS – DCVG”, o departamento de manutenção receberá uma planilha contendo as seguintes classificações por níveis de reparos:

Nível A: Neste nível estarão as áreas de sub-proteção, onde os potenciais tubo/solo não cumprem os critérios para proteção do duto, em função dos defeitos no revestimento, que são analisados com DCVG.

Nível B: Incluirá os defeitos de revestimento indicados na “categoria A” de % IR e os defeitos contínuos da “categoria B” de % IR determinados pelo DCVG. Para estes defeitos recomenda-se reparo a curto/médio prazo a fim de eliminar altos consumos de Corrente de Proteção Catódica nestas zonas e permitir uma melhor distribuição ao longo de todo o duto.

Nível C: Aqui estarão inclusos os defeitos pontuais indicados na “categoria B” de % IR e os defeitos contínuos da “categoria C” de % IR. Para estes defeitos recomenda-se reparo a médio/longo prazo de acordo com a possibilidade operacional e critérios definidos pelos departamentos de manutenção e operação responsáveis pelo duto.

PROCEDIMENTO DE INSPEÇÃO

1 Metodologia de Trabalho em Campo.

- 1.1 Utilizando-se um localizador se procederá a determinação do traçado do duto, sinalizando-o com estacas a cada 50 metros.
- 1.2 Serão localizados os Equipamentos de Proteção Catódica (Retificadores ou Unidades de Corrente Impressa) mais próximos da zona de inspeção e se fará a verificação de seu funcionamento. Caso os equipamentos estejam fora de operação deverão ser tomadas providências para sanar tal circunstância. É possível estabelecer um Sistema Temporário de Injeção de Corrente.
- 1.3 Em cada retificador será instalado uma Chave Eletrônica Temporizada ou Chaves Eletrônicas com Sincronização Via Satélite (para os casos de mais de um Retificador) com o objetivo de possibilitar a interrupção de corrente, estabelecendo o ciclo "On" e "Off" das fontes de energia. A interrupção dos Retificadores será efetuada com "frequências rápidas", na proporção de 4:1 (800 milissegundos "On" e 200 milissegundos "Off"). Estes tempos poderão ser modificados nos casos em que as circunstâncias o aconselhem (tais modificações serão justificadas tecnicamente).
- 1.4 Serão localizados os marcos de identificação e sinalização do duto, bem como os Pontos de Teste, com base nos quais se verificarão as distâncias percorridas pelo Equipamento de Medição de Potenciais.
- 1.5 Serão executadas as medições de potenciais tubo/solo com o auxílio de um Voltímetro de alta precisão modelo "DVM 3300". Uma conexão será feita no Ponto de Teste através de uma bobina de fio de cobre e outra conexão será feita a duas varas com Semi-células de cobre – sulfato de cobre. Estas semi-células deverão estabelecer um bom contato com o solo a medida em que o operador avance passo-a-passo, sobre o traçado da tubulação. Em se detectando variações significativas de potencial tubo/solo (superior a 25 mV), durante as tomadas de potencial, devido a uma elevada resistência de contato semi-célula/solo, deverá ser umedecido o solo nos pontos de contato.
- 1.6 Os dados obtidos em campo e registrados no "DVM 3300" deverão ser transferidos diariamente a um computador portátil tipo "Laptop" quando se tomará o cuidado de efetuar cópias de segurança dos dados em disquetes ou CD's.
- 1.7 Nos casos em que se detectar anomalias dos potenciais, o monitoramento será completado pelo operador que executará os cálculos e o procedimento específico de avaliação DCVG. Será interrompida uma das fontes de corrente com ciclos "On" de 300 milissegundos e "Off" de 700 milissegundos. As sondagens se farão em intervalos regulares segundo as falhas encontradas. Uma vés localizado o epicentro do defeito, se quantificará sua importância determinando o gradiente de potencial em relação a terra referência e comparando-o com os valores de referencia obtidos nos Pontos de Teste.

- 1.8 Nos pontos onde se verificarem **falhas significativas julgadas graves**, se recomendará à abertura imediata para inspeção visual do revestimento e registro para relatório fotográfico. Estes dados deverão ser registrados em planilha específica e em separado do estudo básico dos potenciais.
- 1.9 Todos os elementos de referência visualizados e ou identificados no campo (vias férreas, estradas ou ruas, rios, cruzamentos com outras tubulações, etc...) serão registrados de maneira tal que permitam identificação com os pontos referencias da inspeção e preferencialmente checados e comparados com os Desenhos do Projeto(As Built) da tubulação.

2 Relatórios.

- 2.1 Com os dados recolhidos no campo, serão gerados gráficos dos potenciais registrados, com indicações dos elementos referenciais.
- 2.2 Será fornecido um relatório final referente ao duto inspecionado, indicando os dados relevantes e uma planilha contendo um resumo de todas as falhas detectadas, bem como recomendações de ações corretivas cabíveis, apontadas pela inspeção.
- 2.3 Sempre que possível, nos casos em que se recomende escavação imediata para os casos de **falhas significativas julgadas graves**, um técnico da equipe da SEMPRO deverá ter acesso à sondagem para inclusão dos registros visuais em relatório fotográfico.

Gráfico “DCVG”

