



IB-NDT

Nondestructive Evaluation
www.ibndt.com

Brasil

▪ 2017 ▪

SOLUÇÕES INTEGRADAS EM ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS

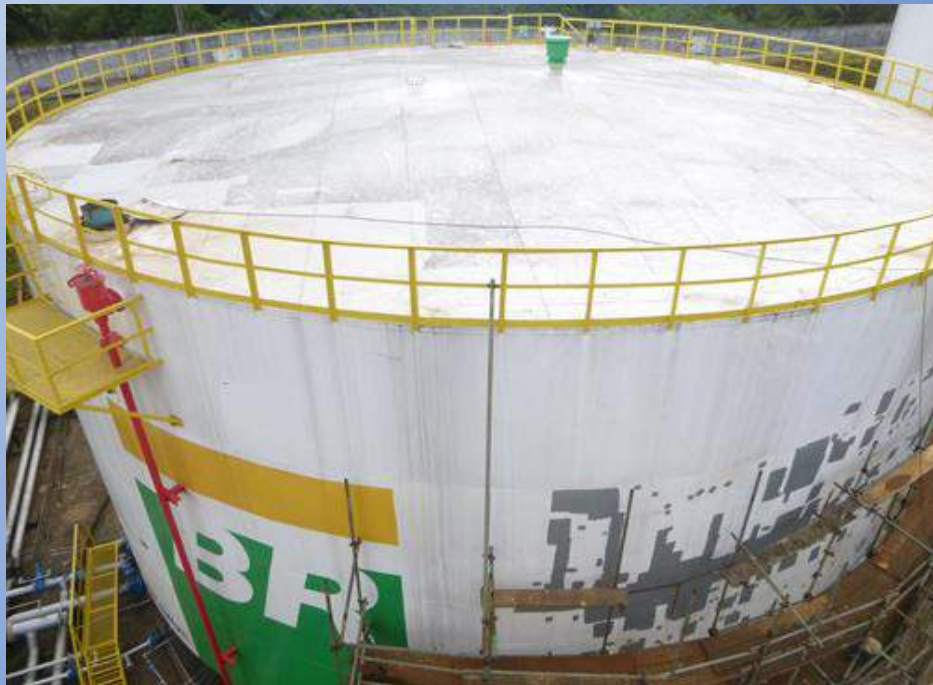




IB-NDT
Nondestructive Evaluation
www.ibndt.com

**PROGRAMA DE INSPEÇÃO EM TANQUES DE
ARMAZENAMENTO FORA DE OPERAÇÃO**

PROGRAMA DE INSPEÇÃO EM TANQUES DE ARMAZENAMENTO DURANTE PARADA





PROGRAMA DE INSPEÇÃO EM TANQUES DE ARMAZENAMENTO FORA DE OPERAÇÃO O PROGRAMA

Este programa consiste na aplicação de conjunto de ensaios e avaliações de engenharia para coleta de dados durante a parada do tanque permitindo que as ações de manutenção e reparo sejam efetivas na reabilitação estrutural do tanque. Garantindo que todas as não conformidades estruturais sejam reabilitadas.

Estes programas atendem aos requisitos das normas:

- API 653 - TANK INSPECTION, REPAIR, ALTERATION, AND RECONSTRUCTION;
- ABNT NBR 17505:2015 - ARMAZENAMENTO DE LÍQUIDOS INFLAMÁVEIS E COMBUSTÍVEIS;
- ABNT NBR 7821:1983 - TANQUES SOLDADOS PARA ARMAZENAMENTO DE PETRÓLEO E DERIVADOS;
- EEMUA Publication 159 - ABOVE GROUND FLAT BOTTOMED STORAGE TANKS – A GUIDE TO INSPECTION, MAINTENANCE AND REPAIR;
- INSPEÇÃO BASEADA EM RISCO CONFORME AS NORMAS API 580, API 581 E EEMUA 159-Level 2.
- N-2318 – INSPEÇÃO EM SERVIÇO DE TANQUES DE ARMAZENAMENTO ATMOSFÉRICO.



PROGRAMA DE INSPEÇÃO EM TANQUES DE ARMAZENAMENTO FORA DE OPERAÇÃO O PROGRAMA

Estabelecer o plano de manutenção para reabilitação de tanques de armazenamento é uma atividade complexa. Definir os danos e descontinuidades que necessitam ser reparados devem ser planejadas com base no tempo operacional que o cliente deseja adotar para o tanque, ou seja, quando vamos parar o tanque novamente?

O programa de inspeção **TANK OUT OF OPERATION (TOP)**, na resposta deste questionamento é fundamental, pois através da identificação dos mecanismos de dano atuante e seu dimensionamento é possível realizar uma avaliação quantitativa e estabelecer o melhor plano de reparo para o tanque. Este programa poderá contemplar as seguintes atividades:

- MFL das Chapas de fundo;
- Medição de espessura por ultrassom;
- Realização de ACFM nos cordões de solda do costado e ligação com fundo;
- Avaliação da solda frágil em conformidade com API 650;
- Análise de recalque através de elementos finitos;
- Memória de cálculo conforme API 653;
- Avaliação de danos conforme API-579;
- Memória de cálculo da Bacia de contenção conforme ABNT NBR 17505
- Avaliação de pintura conforme a ISO 4628-5;
- Inspeção em válvulas de acessórios do tanque;
- Análise de vedação de teto flutuante;
- Elaboração do relatório de recomendação de manutenção;
- Avaliação do sistema de aterramento do TQ;



PROGRAMA DE INSPEÇÃO EM TANQUES DE ARMAZENAMENTO FORA DE OPERAÇÃO INSPEÇÃO EXTERNA CONFORME API 653

INSPEÇÃO EXTERNA EM CONFORMIDADE COM A API 653: As inspeções externas são realizadas em conformidade com procedimentos específicos e aprovados por profissional habilitado.

	PROCEDIMENTO SGI	CODIGO:
	INSPEÇÃO TÉCNICA EM TANQUES DE ARMAZENAMENTO	Nº: PR-SGI-038 Rev: 03 Data: 24/02/2017 Válido: 24/02/2019

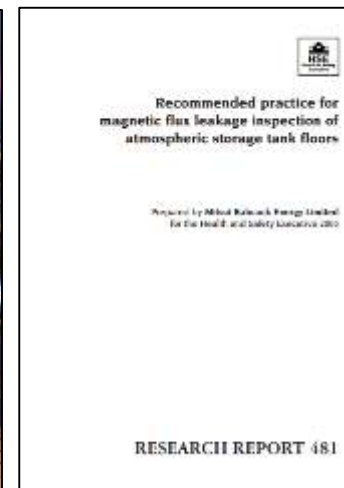
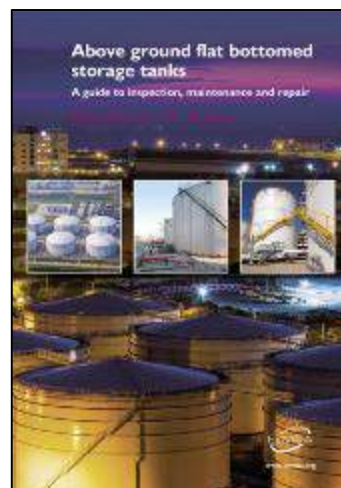
Página 1 de 11

IB-NDT
Nondestructive Evaluation
www.ibndt.com

INSPEÇÃO TÉCNICA EM TANQUES DE ARMAZENAMENTO

Elaboração: JOÃO GARCIA	Assinatura:
Aprovação: RAFAEL ROCHA	Assinatura:

SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO - SGI
(QUALIDADE, MEIO AMBIENTE, SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO)
www.ibndt.com



Todos os itens normativos são avaliados. Para os itens não conforme são fornecidos recomendações de inspeção com base em matriz de criticidade.

PROGRAMA DE INSPEÇÃO EM TANQUES DE ARMAZENAMENTO FORA DE OPERAÇÃO MFL DE ALTA RESOLUÇÃO NO FUNDO E COSTADO

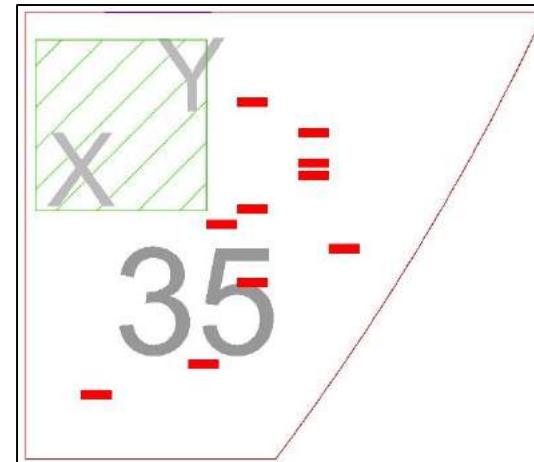
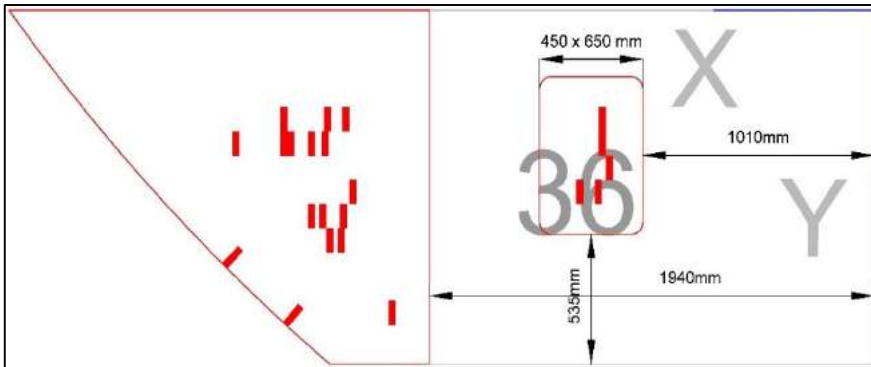
A técnica de MFL consiste na magnetização com ímãs permanentes poderosos capazes de criar um campo magnético forte o suficiente para a saturação magnética da chapa. As discontinuidades são percebidas pelos 48 sensores Hall e 3 de Eddy Current, através das distorções nas linhas do fluxo magnético. Os sensores Hall captam e armazenam as variações de sinal digitalmente, que são descarregados em processadores de dados e traduzidos na forma de gráficos



PROGRAMA DE INSPEÇÃO EM TANQUES DE ARMAZENAMENTO EM OPERAÇÃO MFL DE ALTA RESOLUÇÃO NO FUNDO E COSTADO

REABILITAÇÃO DAS CHAPAS DE FUNDO: Com base nos resultados de MFL é gerado o plano de reparo. Este documento é gerado em Autocad.

TABELA DE DESCONTINUIDADES FORNECIDA EM EXCEL									
Chapa	X (m)	Y (dm)	Profundidade (mm)	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Tipo	mV	Espessura Residual (mm)	% Esp Res
1	0,20	1	4,0	15	33	ext	23,3	2,5	38
1	0,32	1	1,7	18	40	ext	4,7	4,8	74
1	0,39	1	2,1	32	66	ext	4,2	4,4	68
1	0,68	1	1,2	31	31	ext	4,7	5,3	82

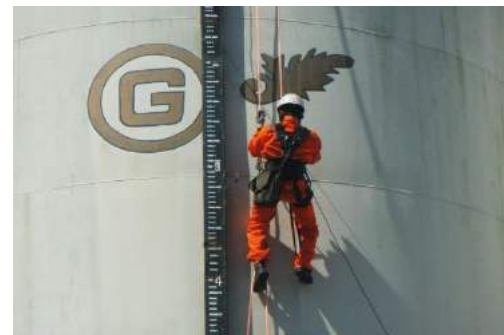




PROGRAMA DE INSPEÇÃO EM TANQUES DE ARMAZENAMENTO FORA DE OPERAÇÃO ACFM (Alternating Current Field Measurement)

A técnica ACFM mede quantidades absolutas de campos magnéticos superficiais produzidas por um campo magnético uniforme, induzido paralelamente a trinca. Para um campo uniforme, a relação entre a densidade do fluxo magnético e as correntes elétricas é dado pela Figura ao lado. Quando a corrente é curvada, isto causa uma elevação na densidade do fluxo magnético perpendicular à superfície. Esta técnica permite identificar e dimensionar trincas sem a necessidade de retirada de tinta ou escovação da superfície.

O ACFM (Alternating Current Field Measurement) na inspeção de tanques de armazenamento é utilizado na inspeção de cordões de solda do costado, bocais e soldas da chapa de fundo e rodo.





IB-NDT
Nondestructive Evaluation
www.ibndt.com

PROGRAMA DE INSPEÇÃO EM TANQUES DE ARMAZENAMENTO FORA DE OPERAÇÃO TESTE DE ESTANQUEIDADE

A IB-NDT realiza inspeções com caixa de vácuo nas soldas das chapas de fundo e rodo, conforme procedimento de inspeção qualificado.





PROGRAMA DE INSPEÇÃO EM TANQUES DE ARMAZENAMENTO FORA DE OPERAÇÃO ANÁLISE DE SEGURANÇA DA VELOCIDADE DE CARREGAMENTO CONFORME API RP 2003

Em fluidos inflamáveis, para evitar a geração de centelhas e corrente elétrica conduzidas por tubulações, devido a energia estática gerado pelo fluido em movimento durante o enchimento do Tanque a API RP 2003 determina que a velocidade de enchimento inicial (até que o tubo de enchimento esteja totalmente submerso), não ultrapasse 116,75m³/h. A IB-NDT realiza os levantamentos de dados junto ao cliente e elabora este cálculo.

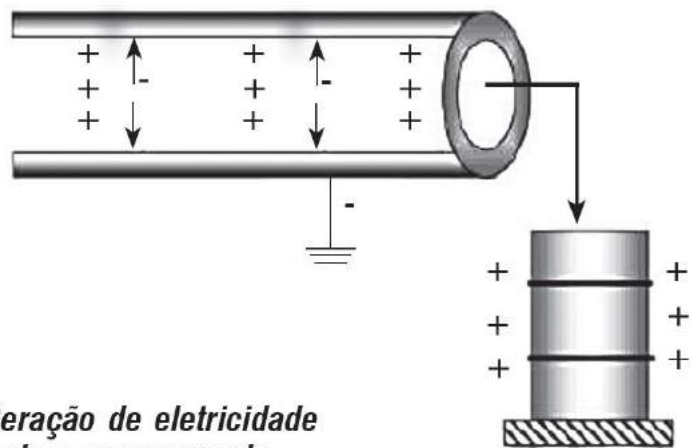
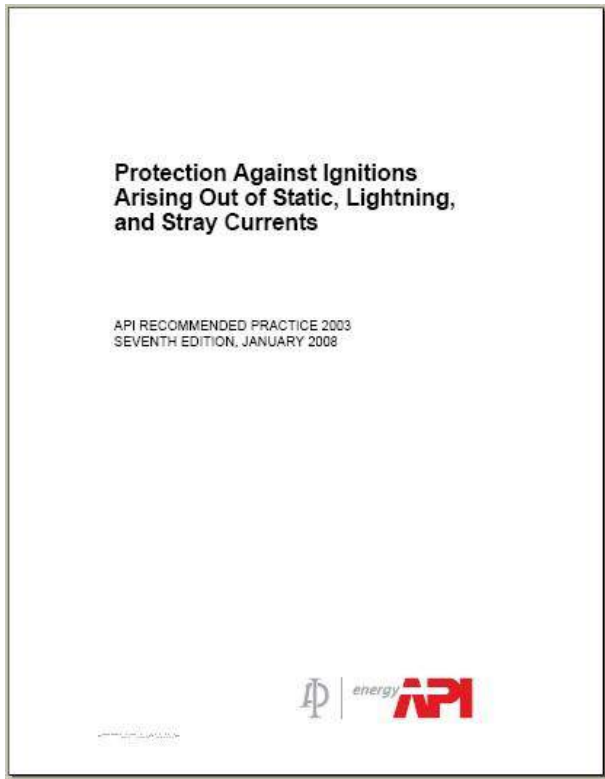


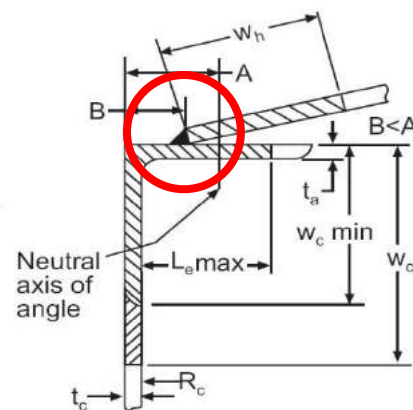
Figura 1 – Geração de eletricidade estática durante o carregamento

PROGRAMA DE INSPEÇÃO EM TANQUES DE ARMAZENAMENTO FORA DE OPERAÇÃO AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS DE ALÍVIO

A proteção contra sobrepressão ou vácuo de tanque deve atender às condições de operação normal e às situações de emergência. Este alívio pode ser realizado através de válvulas de alívio também dimensionadas para situações de emergência ou utilização da solda frágil para atender a situação de emergência.

Situações de geração (mais comuns) no aumento de pressão ou sobrepressão:

- 1- Pressurização devido ao bombeamento excessivo de produto de entrada;
- 2- Vaporização do líquido por vazamento de vapor ou condensado de sistema de aquecimento interno do líquido;
- 3- Vaporização do líquido, incluindo o “flashing”, que pode ser significativa se a temperatura do líquido estiver próxima do ponto de ebulição (“boiling point”) na pressão no tanque;
- 4- Mudança na temperatura da corrente de entrada para o tanque, que gera um “heat input”, pode resultar em sobrepressão no tanque.
- 5- Aumento da temperatura da corrente de vapor de aquecimento;
- 6- Falha no controle da pressão de fluido de inertização;
- 7- Falha do sensor da válvula termostática de controle de temperatura de aquecimento do líquido no tanque, resultando em rápida vaporização do líquido e gerando sobrepressão;
- 8- Falha no sistema de coleta de vapores do tanque, causando o bloqueio da saída dos vapores;
- 9- Falha de energia elétrica, afetando as válvulas motorizadas e controladores ou suspendendo o fornecimento de ar de instrumentação;
- 10- Reações químicas exotérmicas, gerando vaporização súbita;
- 11- Transbordamento do líquido por perda de controle de enchimento;
- 12- Produto transferido com gás pressurizado;
- 13- Água residual de lastro no fundo do tanque aquecida subitamente com líquido que entra em alta temperatura, acima de 150°C, no interior do tanque.
- 14- Entrada de líquido com arraste de água com temperatura acima de 100°C.



Configuração típica da Solda Frágil



PROGRAMA DE INSPEÇÃO EM TANQUES DE ARMAZENAMENTO FORA DE OPERAÇÃO AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS DE ALÍVIO

Situações de geração de vácuo ou subpressão de emergência (mais comuns):

1. Vácuo gerado com o bombeamento excessivo de produto de saída;
2. Condensação do vapor após a limpeza com vapor (“steam-out”);
3. Condensação do vapor após a teste de estanqueidade com vapor (“leak test”);
4. Resfriamento rápido do líquido armazenado com a entrada de produto mais frio, que pode causar condensação e contração que leva à geração de vácuo.

Situações de explosão pela ignição dos vapores internos potencialmente mais perigosas e destruidoras, por envolverem riscos de incêndio (mais comuns):

1. Após sucessivos enchimentos e esvaziamentos do líquido no tanque, a camada de vapores sobre a superfície em mistura com ar pode ficar entre os limites de inflamabilidade, ignitar e explodir, causando súbita pressurização interna.
2. Essa sobrepressão pode ocorrer por explosão interna no tanque, devido à ignição dos vapores inflamáveis, causada por:
 - a) Centelha de eletricidade estática dentro do tanque;
 - b) Serviços de soldagem no ou próxima de tanque;
 - c) Descarga atmosférica sobre o tanque;
 - d) Fogo em um tanque adjacente ou próximo;
 - e) Depósitos de sulfeto de ferro pirofórico incandescente dentro do tanque;
 - f) Depósitos de coque incandescente em tanque de asfalto ou betumem.

Normas utilizadas na avaliação do sistema de alívio para condição normal de operação e emergência:

1. API STD 653 - Tank Inspection, Repair, Alteration and Reconstruction;
2. API 650: Welded Steel Tanks for Oil Storage
3. API STD 2000 - Venting Atmospheric and Low-Pressure Storage Tanks;
4. ISO 28300 - Petroleum, petrochemical and natural gas industries — Venting of atmospheric and low-pressure storage tanks.
5. API 937A - Evaluation of Design Criteria for Storage Tanks with Frangible Roof Joints.

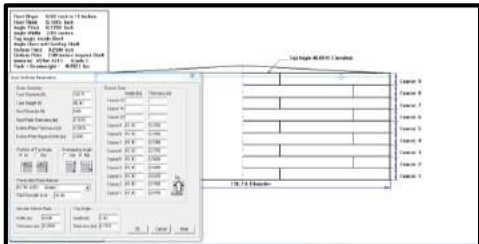


PROGRAMA DE INSPEÇÃO EM TANQUES DE ARMAZENAMENTO FORA DE OPERAÇÃO AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS DE ALÍVIO

PASSO A PASSO DA METODOLOGIA DE ANÁLISE DOS DISPOSITIVOS DE ALÍVIO DO TANQUE

Dimensionamento do sistema de alívio

- Determinação das pressões máximas;
- Cálculo da vazão máxima para condição de emergência;
- Cálculo das vazões máximas para condição de operação;



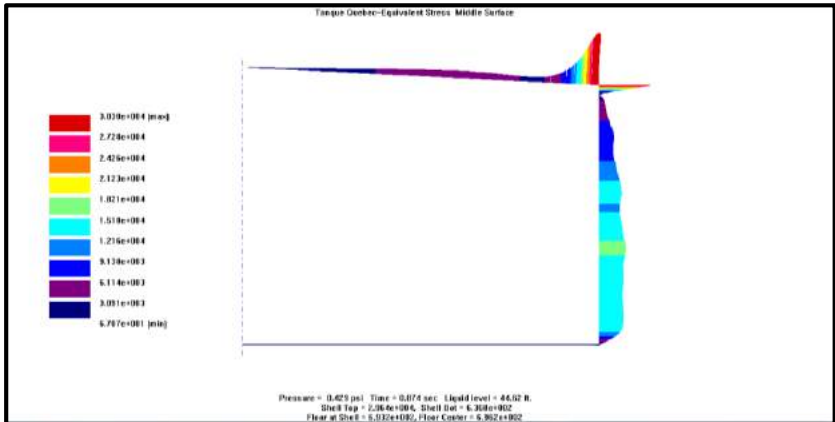
Análise da Solda frágil existente

- Dimensional da configuração existente no TQ;
- Análise de tensões da solda de ligação costado x fundo;
- Análise de tensões da solda de ligação costado x teto;



Determinação da melhor configuração do sistema de alívio

- Especificação da válvula de alívio;
- Especificação da Janela de emergência, ou;
- Caracterização da solda frágil existente;



Análise de tensões da ligação tetoxcostadofundo



PROGRAMA DE INSPEÇÃO EM TANQUES DE ARMAZENAMENTO FORA DE OPERAÇÃO INSPEÇÃO DA SOLDA DE LIGAÇÃO FUNDO X COSTADO

INSPEÇÃO DA SOLDA DE LIGAÇÃO FUNDO X COSTADO: Realizamos a análise desta ligação conforme item 5.1.5.7 da API 650 e itens B.2.4 e B.2.5 do apêndice “B” da norma API-653.



Dimensional do recalque



Ensaio de ACFM na solda de
ligação costado e fundo



Dimensional na solda de
ligação costado e fundo
(externo e interno)



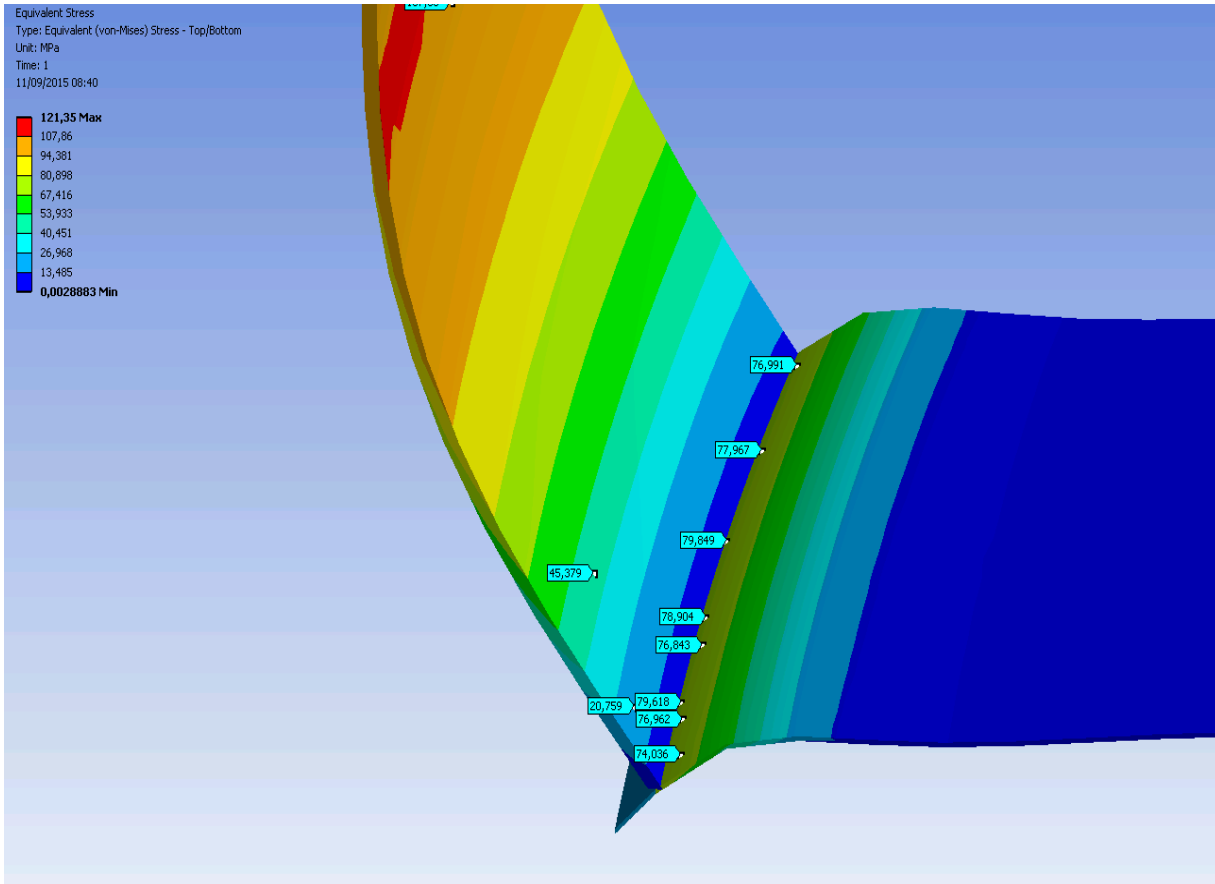
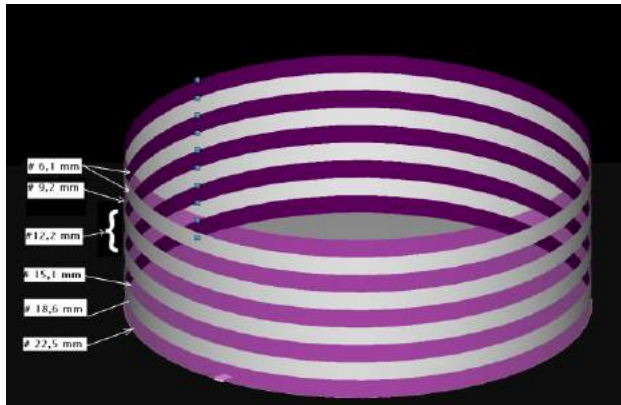
Teste de caixa de vácuo

Para análise da integridade do cordão de solda de ligação do fundo com o costado são mensuradas as dimensões da solda conforme Figura 5-3C do item 5.1.5.7 da API 650, neste relatório.



PROGRAMA DE INSPEÇÃO EM TANQUES DE ARMAZENAMENTO FORA DE OPERAÇÃO INSPEÇÃO DA SOLDA DE LIGAÇÃO FUNDO X COSTADO

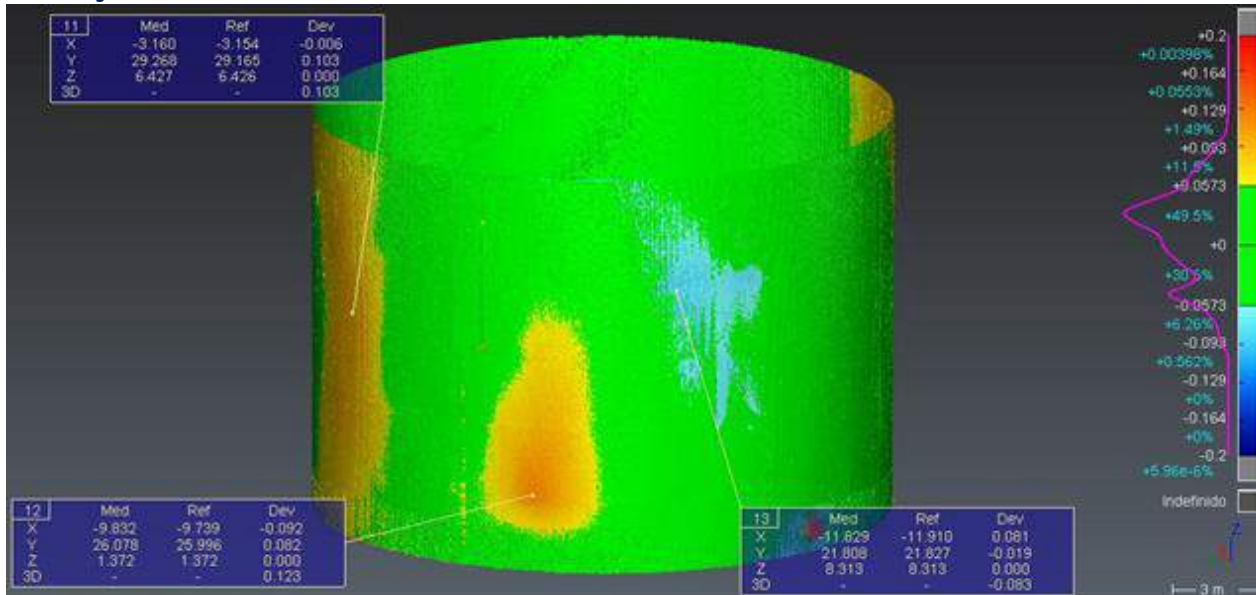
ANÁLISE DE RECALQUE: Nas situações onde o recalque é superior ao determinado nos os itens B.2.4 e B.2.5 do apêndice “B” da norma API-653 a IB-NDT pode realizar análise de tensões para determinar a continuidade operacional.





PROGRAMA DE INSPEÇÃO EM TANQUES DE ARMAZENAMENTO FORA DE OPERAÇÃO AVALIAÇÃO DE DANOS CONFORME API-579

Tanques de armazenamento tendem a acumular danos ao longo da sua vida devido às suas condições operacionais, criando um grande problema para as equipes de manutenção e inspeção, pois, teoricamente, eles devem ser reconicionados para retornarem às suas condições originais de projeto. Como este problema está associado a perda de produção e perda econômica, alternativamente foi desenvolvido o conceito de "Fitness-for-Service" ou "Fitness-for-Purpose", que define as avaliações quantitativas de engenharia que são realizadas para demonstrar a integridade estrutural de um componente em serviço que contenham danos. A principal norma desenvolvida para este tipo de avaliação é a "API Recommended Practice 579 Fitness-for-Service", na qual utilizamos em nossas avaliações.

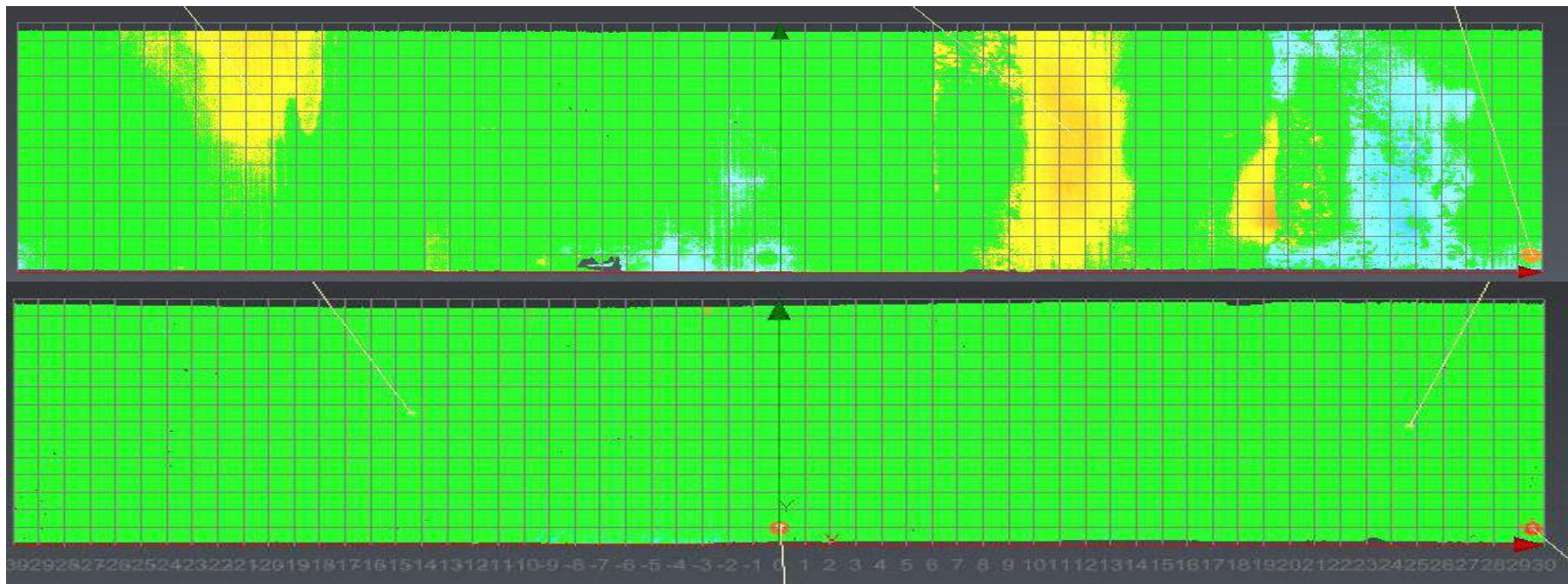


Escaneamento em 3D para análise deformações



IB-NDT
Nondestructive Evaluation
www.ibndt.com

PROGRAMA DE INSPEÇÃO EM TANQUES DE ARMAZENAMENTO FORA DE OPERAÇÃO AVALIAÇÃO DE DANOS CONFORME API-579



Visão planificada do escaneamento 3D para análise deformações

Veja um vídeo de escaneamento a laser 3d no link abaixo

<https://youtu.be/KsjhPBsQJ6s>

Contatos:

Serra-ES

Tel: +55 27 3348-0370

contato@ibndt.com

Comercial:

Fábio Cerqueira

Cel.: 27 981820950

fabio@ibndt.com

Técnico:

Igor Kozyrev

Cel.: 27 981827255

igor@ibndt.com

Obrigado!