

Identificação de potenciais danos nas condutas de PT na ponte Theodore Roosevelt, Florida

Explorar os métodos de ensaio não destrutivos utilizados para localizar e inspecionar condutas de pós-tensão e tendões em pontes

Visão geral

- O Departamento de Transportes da Florida necessitava de identificar a localização específica de potenciais danos de pós-tensão (PT) em duas secções de vigas em caixão da ponte Theodore Roosevelt em Stuart, FL
- O Proceq GP8100 foi utilizado para identificar a localização dos tendões, enquanto o Pundit PD8050 foi utilizado para determinar o estado dos tendões.
- Este projeto identificou com êxito potenciais falhas nas condutas PT e verificou a integridade das secções em bom estado

O objetivo deste projeto foi a utilização de ensaios não destrutivos para localizar as deformações dos tendões do PT identificadas com um sistema permanente de monitorização do estado da estrutura.

Desafio

No passado, a Ponte Roosevelt registou falhas nas condutas de PT, incluindo betumagem inadequada e rupturas de cabos que exigiram reparação. Após estas falhas, foi instalado um sistema permanente de monitorização acústica e de extensometria do estado estrutural.

Foram recebidos dados que indicam potenciais danos nos PT em duas secções de vigas em caixão, mas o atual sistema de monitorização não consegue determinar a localização específica. Para evitar a realização de trabalhos desnecessários, é preferível um método não destrutivo para identificar os danos.

Solução

O Screening Eagle's Proceq Ground Penetrating Radar, GP8100 foi utilizado para localizar os tendões, e o Pundit Ultrasonic Pulse Echo Linear Array, PD8050, foi utilizado em conjunto para avaliar a condição dos tendões PT. Ambas as secções inferiores das condutas de PT no vão em causa foram analisadas no piso da viga caixão entre as ancoragens. A maioria das secções era aceitável, embora houvesse várias secções com potenciais defeitos.



Figure 1. PT tendon locations inside the box beam

Foram utilizadas duas tecnologias, o radar de penetração no solo (GPR) e o eco de impulsos ultra-sônicos (UPE), para analisar completamente a ponte; uma para localizar os tendões e a outra para analisar o seu estado. Ambas são aptas a mapear incrustações e anomalias no betão, mas cada uma tem as suas próprias especialidades.

Os dispositivos GPR emitem ondas electromagnéticas no betão para criar uma imagem de objectos até 3 pés abaixo da superfície. Uma percentagem da onda é reflectida nos limites do material, dependendo da constante dieléctrica dos materiais. Os metais, como os vergalhões e as condutas de PT, têm uma constante dieléctrica infinita que cria uma forte reflexão, aparecendo claramente no exame. O ar também pode aparecer no exame, mas tem uma reflexão mais fraca porque a diferença na constante dieléctrica entre o betão e o ar é menor. No entanto, uma vez que as ondas GPR são completamente reflectidas em superfícies metálicas, os dispositivos GPR não são capazes de avaliar o estado no interior de uma conduta metálica, mas são uma excelente ferramenta para localizar com precisão os tendões PT.

A Screening Eagle tem três versões de GPR para betão, mas o GP8100 foi utilizado principalmente neste projeto. Este dispositivo tem 6 antenas para uma maior cobertura de área e varrimentos C de passagem única (chamados varrimentos de superlinha) que permitem uma interpretação mais fácil (Figura 2). As varreduras em C permitem visualizações através da profundidade do betão, começando na superfície e cortando através da espessura.



Figure 2. Proceq GP8100
GPR

O segundo dispositivo utilizado foi um dispositivo Ultrasonic Pulse Echo Linear Array (UPE). Esta tecnologia emite ondas acústicas no betão para criar uma imagem de objectos até 1,5 metros abaixo da superfície. Tal como acontece com o GPR, nos limites dos materiais, há uma percentagem de energia das ondas reflectida para o dispositivo, dependendo da densidade, do módulo de elasticidade e do coeficiente de Poisson dos materiais. Uma vez que a diferença de densidade entre o betão e o ar é tão grande, existe uma reflexão de quase 100% nas interfaces betão/ar.

A UPE é excelente na localização de defeitos relacionados com o ar, tais como delaminação, alveolamento e vazios, incluindo vazios de argamassa dentro de condutas PT. A UPE também é capaz de localizar metais, mas com menor sensibilidade. A diferença de densidade entre o betão e o aço é menor, pelo que apenas cerca de metade da energia é reflectida nas interfaces metálicas.

O dispositivo UPE da Screening Eagle, o Pundit PD8050, utiliza uma matriz linear de transdutores que permite um mapeamento detalhado com melhores relações sinal/ruído, porque pode intersectar alvos em diferentes ângulos para uma melhor visualização.



Figure 3: Pundit PD8050

Principais conclusões

Dados GPR

Os dados GPR, como os apresentados na Figura 4, foram recolhidos em cada local de varrimento para localizar cada tendão. Os seis tendões de cada lado da ponte são claramente visíveis. Além disso, a grelha de vergalhões e a parede traseira de betão são mostradas e marcadas. A parede de fundo de betão só é visível entre a grelha de vergalhões porque a onda não consegue contornar os tendões PT para uma reflexão adequada. Utilizando os lasers na parte lateral do aparelho, as localizações dos tendões foram marcadas na superfície do betão com giz vermelho.

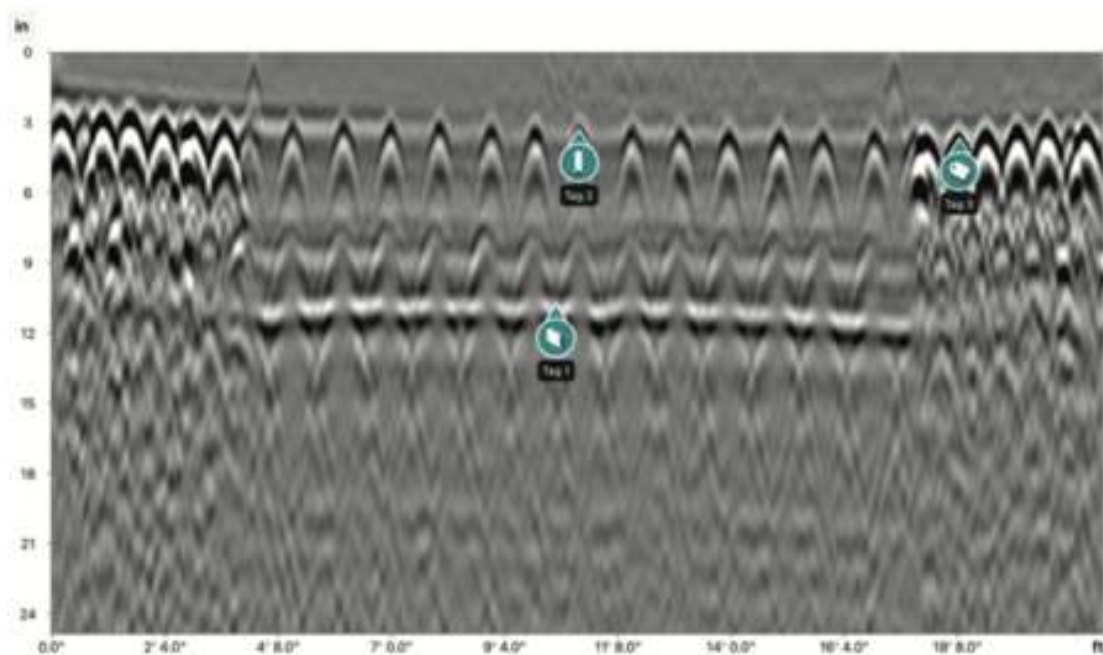
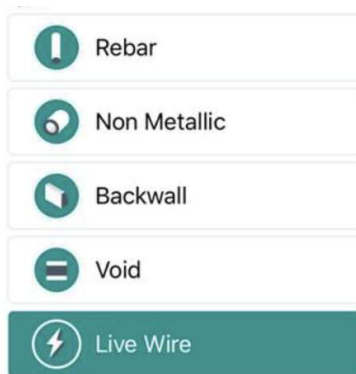


Figure 4: GPR scan across box girder width.



Dados UPE

Existe uma linha de imagens por secção que compõe o exame completo e cada exame está identificado na parte superior. O fim dos instantâneos de dados correspondentes a cada tendão é identificado com marcadores verdes (M1, M2, M3, etc.). Por outras palavras, os dados de cada tendão aparecem antes do marcador correspondente. Dependendo das condições da superfície, foram tiradas, no mínimo, três fotografias em cada tendão em locais diferentes.

Devido à rugosidade geral da superfície do pavimento da viga, o sexto tendão não pôde ser digitalizado em todas as secções, exceto numa. O eixo x pode ser utilizado para a medição de distâncias, mas, neste caso, a grelha completa foi ignorada a favor da eficiência da inspeção. O eixo y é a profundidade no betão, sendo a superfície (0,0). Existem muitos exames que identificam a espessura do feixe a cerca de 10 polegadas abaixo da superfície.



Figure 5

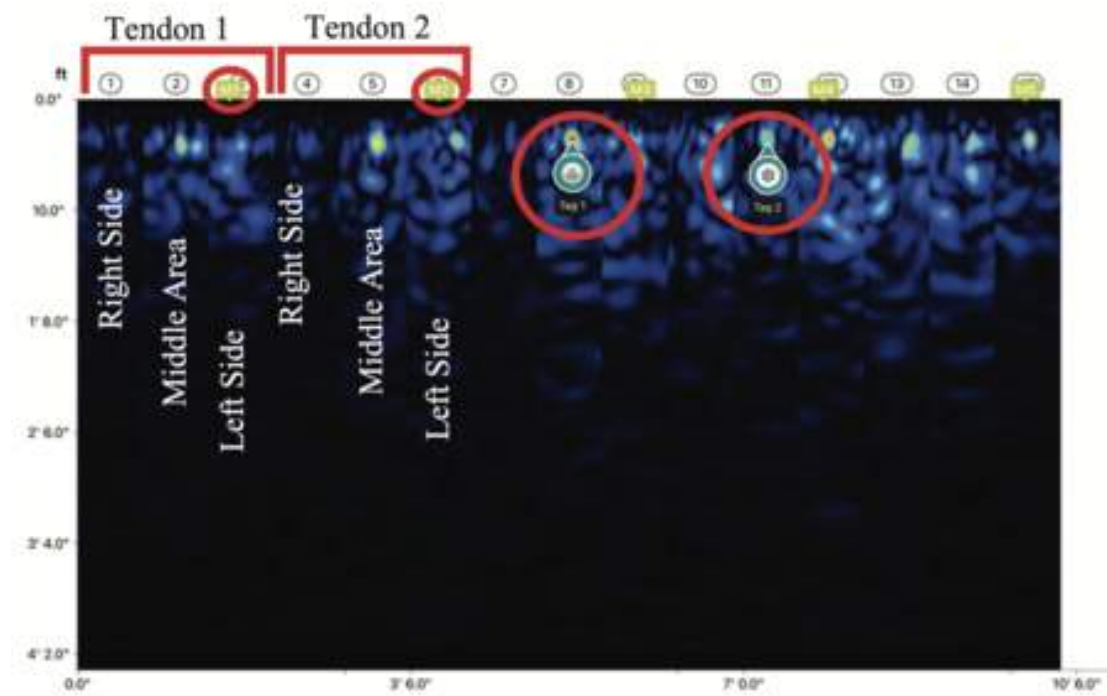
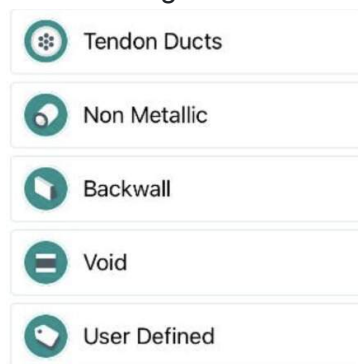


Figure 6



A Figura 6 é um bom exemplo, uma vez que foram tiradas 3 fotografias por tendão, tendo sido possível digitalizar 5 tendões. Esta secção também tinha secções de tendão bem betumadas e mal betumadas, cada uma delas identificada com etiquetas adequadas. As áreas a vermelho indicam uma reflexão forte, normalmente um indicador de ar. As áreas a amarelo ou verde indicam uma reflexão mais fraca, provavelmente o metal e a argamassa no tendão ou, potencialmente, uma pequena alveolação. O azul indica betão sólido ou um material tão próximo do betão em termos de densidade que o dispositivo não o regista.

A Figura 7 mostra um forte reflexo na terceira conduta PT, mas só foi localizado numa imagem. O resto dos exames dos tendões tiveram reflexões de menor amplitude em comparação, indicando apenas um pequeno problema de betumação nesse local centralizado. Os outros tendões desta secção foram considerados aceitáveis devido às baixas reflexões.

Existem muitas outras secções que se assemelham a este exemplo, apresentando reflexões de baixa amplitude para indicar a localização do tendão e confirmar as condições de betumação adequadas. Havia secções em cada viga que apresentavam sinais significativos de desgaste. A Figura 6 mostra uma área de delaminação à volta do tendão 3 e uma betumação incorrecta no tendão 5. A delaminação pode ser uma reflexão de menor amplitude, dependendo da largura da fenda, mas é fácil de identificar a partir da linha reta de reflexões. Neste caso, esta delaminação está por baixo de um remendo.

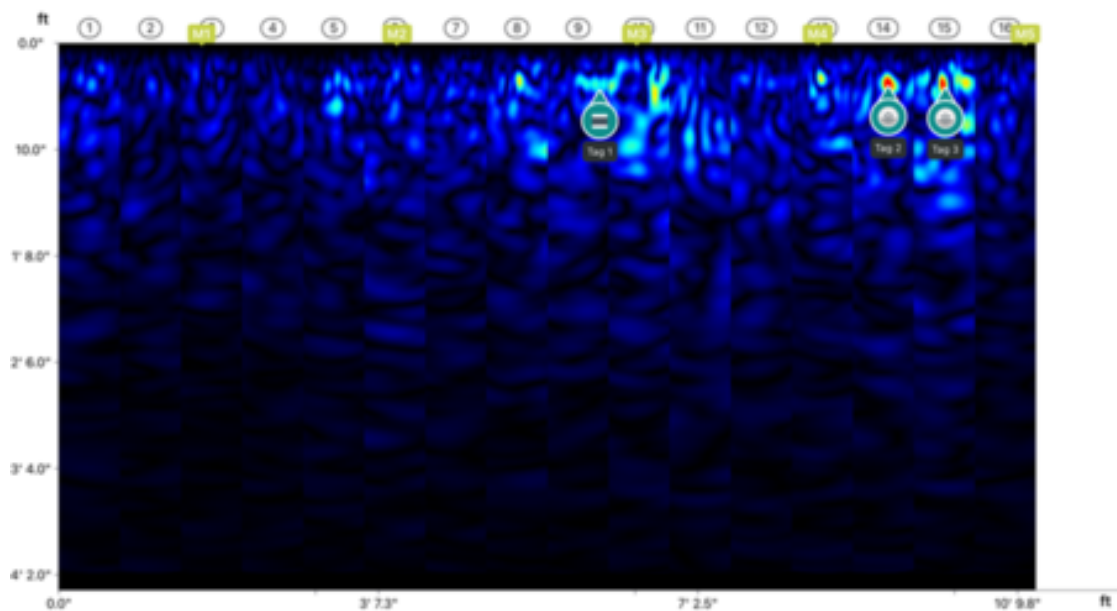


Figure 7: UPE scan

- ☒ Tendon Ducts
- ☒ Non Metallic
- ☒ Backwall
- ☒ Void
- ☒ User Defined

A Figura 8 mostra reflexões significativas com potenciais vazios que ocorrem à volta dos tendões, bem como na calda de cimento. Independentemente disso, estas fortes reflexões indicam uma grande presença de vazios de ar nesta área da estrutura.

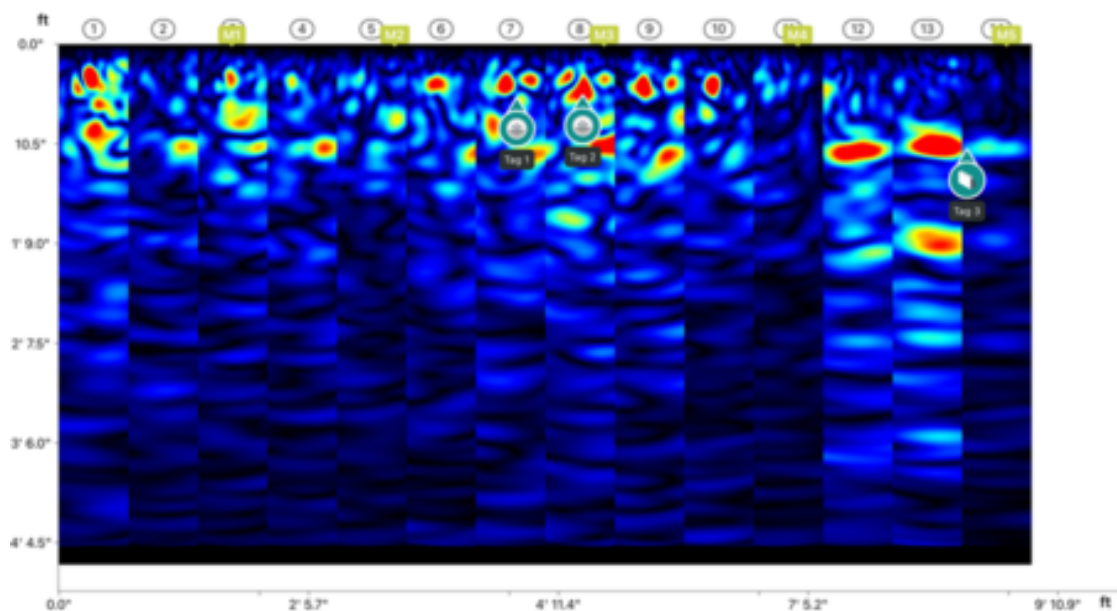
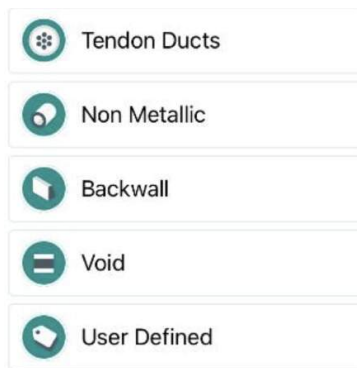


Figure 8: UPE scan



É importante lembrar que nem todos os reflexos fortes são prejudiciais. Este aparelho é capaz de captar imagens a 1,5 m de profundidade no betão, pelo que é frequente haver uma reflexão do outro lado do betão, chamada parede de fundo. Quando o betão é de boa qualidade, existe a possibilidade de uma segunda parede de fundo, um eco da primeira viagem que a onda fez através do betão. Isto pode ser utilizado para zerar e calibrar o dispositivo para obter as melhores medições de profundidade.

No vão 3-4 da viga em caixão, verificou-se uma parede de fundo forte e consistente sob o tendão 5, ao passo que em todos os outros locais apenas se observaram indícios ocasionais da parede de fundo. As condutas de PT podem fazer sombra ao muro de arrimo, mesmo que este esteja em boas condições, devido à energia necessária para se deslocar entre as interfaces betão/metal/argamassa. No entanto, no tendão 5, o muro de arrimo pode ser visto em todo o comprimento do exame. Quaisquer que sejam as interfaces de material que a onda tenha atravessado, não absorveu a mesma energia que outros locais analisados. Isto pode dever-se a uma mudança no betão, na argamassa ou no material da conduta (talvez mudando de metal para mangas não metálicas).

Os resultados deste projeto são promissores para localizar com precisão as falhas das condutas de PT, identificando várias instâncias de preocupação, mas também verificando a integridade das secções boas. Neste caso, foram realizados apenas alguns instantâneos em cada secção, mas é possível efetuar um C-scan de todo o comprimento do tendão entre os blocos de desvio, caso exista uma determinada área de grande preocupação. Este processo é mais moroso, mas se o detalhe e o rastreio da distância forem importantes, pode ser efectuado com o mesmo dispositivo e aplicação.

Foram realizados ensaios destrutivos em locais que indicavam um elevado grau de vazios nos tendões pela UPE. O relatório oficial ainda não foi divulgado, mas os relatórios iniciais indicam que a presença de vazios foi confirmada em cada local.

Leia mais estudos de caso sobre inspeções de pontes de betão no nosso [Centro Tecnológico](#).



[Terms Of Use](#)
[Website Data Privacy Policy](#)

Copyright © 2024 Screening Eagle Technologies. All rights reserved. The trademarks and logos displayed herein are registered and unregistered trademarks of Screening Eagle Technologies S.A. and/or its affiliates, in Switzerland and certain other countries.