ÍNDICE DE REVISÕES

REV.	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS
0	EMISSÃO ORIGINAL

	REV. 0	REV. A	REV. B	REV. C	REV. D	REV. E
DATA	03/07/2026					
EXECUÇÃO	MJIC					
VERIFICAÇÃO	T2FV					
APROVAÇÃO	TRIK					

DE ACORDO COM O PE-1TP-00365 ELABORAÇÃO, EMISSÃO E REVISÃO DE DOCUMENTOS TÉCNICOS DE ENGENHARIA, AS INFORMAÇÕES DESTE DOCUMENTO SÃO DE PROPRIEDADE DA TRANSPETRO, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE

SUMÁRIO

1.OBJETIVO 3

2.ESCANEAMENTO LASER POR NUVEM DE PONTOS 3

2.1.EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS DE ESCANEAMENTO 4

2.2.REQUISITOS PARA NUVEM DE PONTOS 4

2.3.UTILIZAÇÃO DE DRONES 6

1. OBJETIVO

As orientações aqui descritas têm por objetivo delinear os parâmetros técnicos e especificações que nortearão a execução dos serviços de Levantamento de Campo utilizando a técnica de escaneamento por nuvem de pontos (Laser Scanner), de forma a obter uma representação tridimensional precisa e detalhada das instalações e áreas de interesse, permitindo maior assertividade no desenvolvimento do projeto, mitigação de riscos e suporte à tomada de decisão com base em dados confiáveis e atualizados.

Além disso irá possibilitar, futuramente, que os terminais de armazenamento e movimentação de petróleo e seus derivados, gás natural e biocombustíveis – terrestres e marítimos –, operados e manutenidos pela Transpetro, estejam aptos para utilização de ferramentas de automação de engenharia.

2. ESCANEAMENTO LASER POR NUVEM DE PONTOS

O Levantamento de Campo por *Laser Scanner* consiste em levantamento tridimensional a laser com base em nuvem de pontos em área industrial, com utilização de "Laser Scanner", para obtenção de nuvem de pontos 3D em cor real e elaboração de fotos panorâmicas imersivas em 360º. O levantamento de campo tridimensional deverá ser a base para fornecimento da nuvem trabalhada, cuja entrega deverá atender minimamente os itens listados abaixo.

- Realizar processo de tratamento da nuvem de pontos (unificação/registration, cálculo, posicionamento e referenciamento, limpeza de ruídos, conversão de formatos e emissão da nuvem de pontos) das cenas (estações, posições do scanner) tomadas em campo;
- Todas as cenas deverão ser alinhadas em uma única nuvem de pontos, utilizando processo de alinhamento por alvos instalados, nas estruturas (quando aplicável), pontos referências presentes da estrutura ou pela própria nuvem de pontos;
- Entrega dos arquivos da nuvem de pontos unificada/registrada, calculada, posicionada e referenciadas, limpa de ruídos nos formatos nativo do "*Scanner*" e *.E57, e nos formatos convertidos para formato *.LFD e *.RCP. A nuvem de pontos somente será aceita após passar por um processo de limpeza de cenas, a fim de eliminar pontos desnecessários que dificultem a visualização ou que possam poluir o entendimento dos dados e a geração da modelagem 3D geométrica, se for o caso;
- Entrega das fotos imersivas panorâmicas 360º;
- A Contratada deverá após finalização do "REGISTRATION" da nuvem de Pontos (cálculo, unificação e posicionamento da nuvem de pontos) gerar a publicação da Nuvem de Pontos para um ambiente WEB que permitirá a visualização das cenas (posicionamento, estações) geradas pelo scanner de maneira ágil e fácil, onde será possível obter informações dimensionais, elaborar anotações e comunicação integrada entre os arquivos do TruView, ou similar. Este ambiente deverá ficar disponível pelo período mínimo do contrato.
    - O número de pontos a serem publicados deverão ser os mesmo em que ocorrerão as tomadas fotográficas, e serem suficientes para visualizar todas as áreas das instalações escaneadas.

- A publicação da nuvem de pontos via WEB inclui a apresentação de um lay-out da área escaneada com os respectivos pontos em que ocorreram as tomadas de cenas. O conteúdo deverá ser dividido em diferentes níveis, como planta-chave, planta de cada área e plantas de elevação. As tomadas deverão possuir regra de cores que as identifique conforme sua elevação (o critério a ser utilizado deverá ser aprovado pela Petrobras).
- Além da disponibilização em ambiente WEB, a CONTRATADA deverá entregar todos os arquivos por meio de HDs externos custeados pela CONTRATADA, devendo estes, possuírem o tamanho necessário.

O produto do Escaneamento Laser será um banco de dados, contendo as nuvens de pontos referenciadas no sistema de coordenadas de cada terminal.

2.1. EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS DE ESCANEAMENTO

Antes do início de cada serviço deve ser apresentado à fiscalização, para comentários e aprovação, o procedimento de execução dos serviços de escaneamento a laser, controle de qualidade (abordando a prova de calibração, prova de compensação de temperatura e umidade e estatísticas de registro de dados) referente ao equipamento que será utilizado, apresentar planta das áreas a serem escaneadas e um planejamento para realização dos levantamentos com nuvem de pontos.

Os equipamentos utilizados no levantamento de campo deverão ser avaliados de acordo com a classificação de área a ser analisada, observando as permissões de entrada nas áreas operacionais.

2.2. REQUISITOS PARA NUVEM DE PONTOS

- Utilização de Laser Scanner 3D de alta precisão, com taxa de medição igual a 1.000.000 pontos por segundo;
- Laser Scanner com câmera integrada, sensor GPS, bússola, altímetro e compensador de dois eixos;
- Nuvem de pontos referenciada através de pontos do sistema de coordenadas. Essa informação deverá ser considerada antes do início dos trabalhos de captura de dados e definido através de um ponto com coordenadas (X, Y e Z), conhecido e materializado na planta ou em um ponto facilmente identificado no local (marco existente, por exemplo);
- Unificação (registration);
- Cálculo, posicionamento e referenciamento;
- Emissão de nuvem de pontos;
- Elaboração das fotos imersivas 360° (Bubble View ou similar);
- Posição entre cenas não superior à 4 metros;
- De forma a possibilitar a identificação de TAGs em equipamentos, tubulações, painéis, entre outros, o equipamento deverá ser posicionado em posição frontal à estas inscrições;
- Para trechos com densidade de ativos elevado, por exemplo tubulações, as cenas devem ser realizadas quantas forem necessárias de maneira não criar pontos cegos na nuvem de pontos.

- Para validação e complemento dos serviços executados em campo, deverão ser feitas imagens fotográficas de cada cena (estação, posições do scanner) com qualidade igual ou superior a 5.0 Mega Pixels;
- Coleta de dados respeitando o mínimo de 3.000 pontos por m², garantindo a definição de cada área levantada;
- Percentual de sobreposição de no mínimo de 60%;
- Precisão da nuvem de pontos que permita adquirir um ponto (N, E, Z) com precisão angular de 1 segundo e linear de 1 mm + 1,5 PPM (quando for necessário);
- As regiões de sombra deverão ser eliminadas ou mitigadas;
- As cenas deverão ser realizadas em quantidades necessárias para atender o nível de precisão e detalhamento exigido na tabela seguinte, para definição e posicionamento de cada elemento físico:

Tabela 1 – Nível de precisão e detalhamento exigido

Objeto	Descrição	Precisão
Tubulações	Nuvem de pontos: devem constar as tubulações de processo com todos os seus componentes flangeados, soldados e ou rosqueados, com curvas, cotovelos, derivações, retenções, válvulas, flexíveis, mangueiras, cabos e suportes do tipo abraçadeiras, grampos, pedestais e assemelhados. De forma adicional, dentro dos limites de qualidade possível, deverão ser contemplados tubulações com diâmetro inferior a ¾".	Tubulações acima de Ø 2" e seus respectivos componentes devem ter a precisão de 3 mm. Tubulações até 2" devem ter a precisão de posicionamento de 6mm.
Equipamentos	Nuvem de pontos: devem constar todos os equipamentos como bombas, tanques, compressores, vasos, trocadores de calor, torres, motores, etc., incluindo bocais, portas de visitas, plataformas, escadas e guarda corpos, além de bocais, respiros, drenos, vents, conexões e tubos inclusive os menores que Ø 2".	Os equipamentos devem ter a precisão de posicionamento de 5 mm e os bocais devem ter precisão de 3mm.
Estruturas metálicas	Nuvem de pontos: deverão constar colunas, cintas, vigas de aço, "pipe-racks", suportes de tubulações, guarda corpos, corrimões, passarelas, hidrantes, grades de pisos e outras estruturas secundárias. Perfis metálicos cuja seção transversal seja menor que 2", podem ser representadas como barras.	Colunas, vigas metálicas, guarda corpos, passarelas, escadas e outras estruturas secundárias deverão ter precisão de posicionamento de até 5 mm
Edificações	Nuvem de pontos: devem constar bases de concreto, muros, mourões, demais estruturas de	As edificações deverão ter precisão de posicionamento de até 5 mm

	alvenaria, ruas, guias (meio-fio) e pisos (sem textura).	
Elétrica	Nuvem de pontos: deverão constar eletrodutos, caixas de passagem e distribuição, postes de iluminação, luminárias, transformadores, motores, painéis de controle externos e geradores.	Painéis e bandejas elétricas deverão ter precisão de posicionamento de 3 mm.
Instrumentação	Nuvem de pontos: deverão constar todos os "tubings", instrumentos, caixas, bandejas e painéis de processo e de automação.	Os instrumentos de processo deverão ter precisão de 2 mm. Os painéis de processo e automação deverão ter precisão 3 mm
HVAC	As nuvens de pontos devem conter todos os itens de HVAC, como painéis, dutos com seus componentes e equipamentos.	Precisão de posicionamento de 5 mm.
Segurança	As nuvens de pontos devem conter todos os itens de segurança industrial, como extintores de incêndio, hidrantes, monitores de espuma e lava-olhos de emergência.	Precisão de posicionamento de 5 mm.

Notas:

1. As tubulações que se encontrarem em galerias protegidas por grades metálicas (caso seja aplicável), deverão ter suas proteções removidas, sendo o serviço de remoção e recolocação das grades responsabilidade da TRANSPETRO.
2. A infraestrutura elétrica ficará limitada à sua geometria, não sendo necessário o levantamento dos internos de caixas e eletrodutos. Os eletrodutos ficarão limitados à informação quanto ao seu respectivo diâmetro externo e suportação.
3. A quantidade de posições, assim como a localização de cada posição para captura das visadas, será de responsabilidade da CONTRATADA. Todos os trabalhos de levantamento deverão ser feitos por profissionais capacitados e com a equipe que se fizer necessária.

2.3. UTILIZAÇÃO DE DRONES

O procedimento de obtenção da nuvem de pontos via sobrevoo por drone poderá ser utilizada em conjunto ao laser scanner, desde que previamente submetida à aprovação da fiscalização da Transpetro. O laser scanner não poderá ser substituído e o uso conjunto das duas tecnologias deverão manter o desempenho e precisão exigidas neste documento para a nuvem de pontos a ser entregue como produto.

A CONTRATADA deverá fornecer, todos os equipamentos, suprimentos, softwares, documentação, licenças e recursos humanos para executar o levantamento de campo via Drone.