ANEXO I

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ADITAMENTO 3
ADITIVO 3

VERSÃO EM PORTUGUÊS
VERSIÓN EN PORTUGUÉS

INDICE

1. OBJETIVO 2

2. ALCANCE DO FORNECIMENTO 2

3. CRITÉRIOS TÉCNICOS 2

3.1. NORMAS APLICADAS 2

4. APLICAÇÃO 3

5. CARACTERÍSTICAS 3

5.1. PRENSA TRIAXIAL DINÂMICA 3

5.2. CÉLULAS TRIAXIAIS 5

5.3. CÉLULAS DE CARGAS SUBMERSSÍVEIS. 7

5.6. DISPOSITIVO DE CONTROLE DE VOLUME 8

5.7. COMPRESOR DE AR 8

5.8. UNIDADE PARA A DETERMINACÃO DE MODULO DE RESILIÊNCIA. 8

5.9. SERVIÇOS, MATERIAIS E PEÇAS 8

6. RESPONSABILIDADE DE ITAIPU 8

7. RESPONSABILIDADE DA CONTRATADA 9

8. PRAZOS E GARANTIAS 9

9. CERTIDICADO DE CALIBRAÇÃO 9

1. OBJETIVO

A presente especificação técnica refere-se à aquisição de una Prensa Tri-axial Dinâmica Digital com acessórios para aplicação no Laboratório de mecânica dos solos dependente do laboratório de Tecnologia de Concreto de ITAIPU (LTCI), na Central Hidroelétrica de ITAIPU (CHI).

2. ALCANCE DO FORNECIMENTO

O CONTRATISTA deverá prover ITAIPU dos seguintes equipamentos, peças, ferramentas e serviços, como se descreve a seguir:

- 01 (uma) PRENSA TRIAXIAL DINÂMICA, com sistema tri-axial dinâmico controlado automaticamente por PC, com servo-atuação eletromecânica.
- Células tri-axiais.
- Células de carga submersível.
- Transdutores de deslocamento axial.
- Transdutores de pressão para ensaio tri-axial.
- Dispositivo de controle de volume.
- Compressor de ar.
- Unidade para a determinação do modulo de resiliência.
- Serviço de instalação, funcionamento e treinamento para utilização do novo aparelho;
- Ferramentas necessárias para a instalação e a manutenção.
-

3. CRITÉRIOS TÉCNICOS

3.1. NORMAS APLICADAS

- ASTM D2850, D4767
- BS 1377:6, 1377:7, 1377:8
- NF P94-071-1/2
- CEN-ISO-TS 17892-10
- ASTM D3999
- AASTHO T0307

4. APLICAÇÃO

Investigação das propriedades dinâmicas do terreno, assim como as características da tensão-deformação, reconhecidas como parte muito importante em muitos aspectos do design de uma construção, como estruturas de fundações para máquinas ou estruturas submetidas a diferentes interações dinâmicas e engenharia sísmica. A descrição precisa do comportamento do solo dentro de um pequeno intervalo de deformação também é um elemento sumamente importante na previsão do movimento das estruturas que cooperam com o subsolo, possuindo, por tanto, um grande impacto na qualidade do traçado das forças internas no sistema estrutural de uma estrutura, incluindo suas fundações. Os módulos de rigidez para deformações muito pequenas são reconhecidas como propriedades fundamentais do solo. Por este motivo, na engenharia geotécnica, a informação obtida nos ensaios dinâmicos e sísmicos buscam no laboratório reproduzir as mesmas forças dinâmicas, de vibração e de impacto na mostra de solo e proporcionar desta maneira aos engenheiros uma melhor compreensão de como se comporta um material de solo nestas situações específicas.

Além dos ensaios dinâmicos, deve realizar ensaios tri-axiais CD, CU, UU, bender em 70 mm, K0, saturação, trajetória de esforços, monotonic shear, módulo resiliente.

5. CARACTERÍSTICAS

5.1. PRENSA TRIAXIAL DINÂMICA

A prensa deve possuir um sistema tri-axial dinâmico controlado automaticamente por PC, com servo-atuação eletromecânica, encarregada da aplicação das cargas verticais e deslocamentos. Constituída por painel com válvulas proporcionais, controladas via computador, tensão alimentação 220 V, 60 Hz.

Apresentar estrutura robusta com alta rigidez, acabamentos e componentes eletromecânicos de alta qualidade, deve estar desenvolvida para ensaios automáticos com sistema servo-controlado programado via rede / computador, adaptável também para ensaios de controle manual mecânico / analógico.

O sistema base deve incluir:

- Quadro de reação: construção robusta de dupla coluna em aço cromado, com a rigidez necessária para manter a estabilidade da prensa durante o ensaio, ou seja, sem produzir vibrações, falhas ou possível fadiga nos componentes do equipamento ao longo do tempo, devido a efeitos dinâmicos

- Aplicação eletromecânica de carga vertical
- Controle PID: Controle de circuito fechado com algoritmo extremadamente eficiente que forneça uma alta sensibilidade, que facilite o sistema de operação e alcançar assim ondas mais precisas. Entre suas características deve incluir controle de amplitude manual e automático que compense as pequenas mudanças que possam ocupar no sistema durante o ciclo, garantindo o alcance constante dos picos requeridos. O controle PID deve garantir que a carga seja alcançada de forma rápida, suave e precisa, mantendo um alto nível de precisão.
- Aquisição de dados, processo e controle: O controlador dinâmico compacto – CDC, deve ser capaz de poder controlar até 3 eixos de circuito fechado (carga / deslocamento axial, célula e contrapressão):
  - ✓ Carga axial / deslocamento
  - ✓ Pressão celular até 1000 kPa
  - ✓ Contrapressão até 1000 kPa

  Deve possuir uma velocidade de circuito efetiva de 10 kHz e fazer o teste de forma completamente automática, incluindo as válvulas de ligado / desligado para a linha de drenagem e para a provisão de ar à célula tri-axial. Deve estar vinculado ao PC através de um link LAN / Ethernet (1 Gbit / s), com 16 portos de transdutor (resolução real de 16 bits).
- Microcomputador tipo PC, com controle do controlador dinâmico CDC, com a instalação

de unidade de aplicação de cargas e software, 220 v, 60 Hz.

O software deve permitir o controle dos seguintes utilitários e estágios de um teste triaxial cíclico:

Saturação

- A pressão da câmara aumenta com a verificação do valor B.
- A contrapressão aumenta com a medição da mudança de volume.
- Rampas de pressão da câmara e contrapressão.

Consolidação

- Consolidação isotrópica com medição contínua de variação de volume.

Consolidação K0

Deslocamento vertical da carga com controle de diâmetro da amostra usando:

- Medição direta por correia radial com transdutores na amostra.
- Medição da mudança de volume e altura da amostra.

Curso de esforço

- Esforço Horizontal e Vertical.
- s, t (média de esforço e esforço de corte).
- p, q (esforço normal médio e esforço desviante).
- esforço vertical usando o controle de esforço.

Corte monotônico

- Estágio de corte estático controlado por deformação, drenagem ou não drenagem.
- Carga de compressão ou extensão, através do atuador vertical.
- Carregamento cíclico
- Tensão cíclica ASTM D5311 com carga controlada.
- Carga controlada ASTM D3999 e módulo de amortecimento.
- Módulo de deslocamento e amortecimento controlado ASTM D3999.
- Teste não padronizado ou multiciclo.
- Forma de onda definida ou importada pelo usuário.

Limites do transdutor

- Uma válvula de corte de ar que pode ser programada para ser ativada usando limites de canal definidos.

Calibração

- Calibração digital por ajuste linear, ajuste polinomial ou linearização.
- Opção de verificação do transdutor.

Características gerais do sistema de ensaios dinâmicos.

- Servo-atuação eletromecânica, sem necessidade de ar comprimido ou subministro de energia hidráulica para a força vertical;
- Capacidade de aceitar células tri-axiais para amostras de até 100 mm de diâmetro;
- Gerar formas de onda padrão e definidas pelo usuário, programáveis, combinando as medições in situ (terremotos);
- Calibração e verificação de transdutores controlada por software;

- Funções de desconexão de emergência (manuais e automáticas);
- Depósito de ar subministrado com duas servo-válvulas para controle de pressão de célula e contrapressão;
- Controlador Dinâmico Compacto conectado ao PC via link de comunicação Ethernet (100Mbit / s),
- Controle via software / computador para controle da velocidade: rápida / lenta, direção: para cima / para baixo, e, condição parada, permitir memória da configuração programada com dispositivo para evitar deslocamento excessivo;
- Capacidade de realizar ensaios tri-axiais de solo estático (tensão efetiva e trajetória de tensão), dinâmicos e insaturados;
- Configuração do ensaio através de um único procedimento programável, para expandir e modificar cada etapa de acordo com a resposta da amostra;
- Carga axial / deslocamento;
- Aplicação de carga vertical eletromecânica;
- Permitir ensaios de compressão e tração,
- Equipado com atuante eletromecânico para realizar ensaios estáticos e dinâmicos, apresentar componentes precisos de alta qualidade com sistema estável para impedir vibrações que afetem a amostra durante os ensaios;
- Painel digital e tela com membrana de isolamento resistente e impermeável à agua e à poeira;
- Possuir uma completa variedade de acessórios para ensaios em compressão e tração para diferentes amostras de solo, para ensaios de tensão uniaxial, tri-axial com tensões totais / efetivas, trajetória de tensões e ensaios dinâmicos.

Especificações Técnicas.

- Carga dinâmica mínima (quadro de carga): 15 kN ± 1 kN
- Carga estática mínima (quadro de carga): 10 kN ± 1 kN.
- Automatização completa do ensaio em todas as etapas, mediante loop fechado de alta sensibilidade P.I.D. (até 10kHz).
- Canais de entrada ADC de 16 bits para transdutores (16 canais);
- Controle do controlador dinâmico compacto em unidade de aquisição dados de 16 canais com software. 220V, 60 Hz, 1ph;
- Frequência de operação maior a 10 Hz (dependendo das condiciones do ensaio);
- Atuante motorizado de alto rendimento, capacidade de 15 kN, para cargas dinâmicas, libre folga e sem ruído;
- Curso vertical mínimo: 50 mm.
- Pressão Máxima de Confinamento: 1000 kPa.
- Pressão máxima de retorno: 1000 kPa.
- Microprocessador controlado.
- Impulsão avançada do motor de passos.
- Controle infinitesimal de variação de velocidade de 0.00001 a 99.99999 mm / min
- Botão de aproximação rápida.
- Som sobre alarma de viaje.
- Grande tela de alto contraste, com teclado de membrana mínimo de 4 linhas ou teclado touch screen, com teclas de configuração e programação.
- Distância vertical livre mínima entre bases inferior y superior deverá ser a necessária para atender células tri axiais segundo especificado no item 5.2.
- Distância horizontal livre mínima entre colunas deverá ser a necessária para atender células tri axiais segundo especificado no item5.2.
- Diâmetro da placa: 158 ± 2 mm.
- Deslocamento / percorrida mínima da placa: 100 mm.

.

5.2. CÉLULAS TRIAXIAIS

A célula consiste essencialmente em uma câmara com bandas transparentes para restringir a expansão excessiva durante o ensaio e evitar ruptura quando usada com sistemas de ar comprimido. O desenho da célula deve garantir o perfeito alinhamento vertical da célula mantendo a parede de Perspex do

vidro acrílico separada do topo da célula. As células devem ser projetadas para acomodar um espécime com uma altura de duas vezes seu diâmetro. Permitir ensaios para tensões efetivas / tensões totais, trajetória de tensões e ensaios dinâmicos.

Devem ser fornecidas células tri-axiais bandadas de:

- 1 (uma) célula tri-axial bandada para tamanho da amostra de até 100 mm de diâmetro.

Principais Características:

- Pressão máxima de trabalho até 2000 kPa.
- Cinco pontos de entrada para drenagem superior / inferior, pressão das células e pressão dos poros.
- Engate rápido para duas linhas de drenagem na base.
- Fixação a vácuo para uso com tampa superior a vácuo para testes de tração.
- Graxa repelente à água, caixa de 1 kg.
- Construção em liga leve, pistão de aço inoxidável e O-ring.
- Braçadeira de montagem em aço inox. incorporada.
- Incluir pilar e suporte para calibrador de seletor de tensão ou transdutor.
- Cinco válvulas de ligar / desligar sem mudanças de volume ajustadas como padrão,
- Para tamanhos de amostra com 38,50,70 e 100 mm de diâmetro.
- As células devem estar desenhadas para acomodar uma amostra com altura equivalente a duas vezes seu diâmetro.
- Câmera de comprimento padrão que permitam uso de células de carga submergíveis.
- Fácil montagem.
- Altura (mm): 600 ± 15.
- Diâmetro total incluído válvulas (mm): 440 ± 2.
- Peso aproximado (kg): 21.

ACESSÓRIOS
Acessórios devem ser fornecidos para cada tamanho de célula tri-axial.

1 (um) Pedestal

Para analisar amostras com diferentes diâmetros na mesma célula tri-axial.

Pedestais específicos devem ser fornecidos para amostras com diâmetros de 38, 50, 70, 100 mm.

1 (uma) Tampa superior/tampa superior de vácuo

As tampas superiores devem diferir apenas em relação ao diâmetro da amostra, elas são independentes da célula tri-axial em uso.

A tampa superior e a tampa do aspirador superior devem estar providas de dois tubos de drenagem para amostras com diâmetros de 100 mm.

Acessórios para amostras.

Os seguintes acessórios devem ser fornecidos para cada tamanho de amostras, correspondentes aos diâmetros de 38, 50, 70 e 100mm.

- 1 (um) Disco de vidro acrílico.
- 1 (um) Par de discos porosos.
- Membrana de borracha nos diâmetros solicitados x 355 mm de comprimento (10 unidades cada um).
- 1 (uma) Ferramenta de colocação de anéis o'ring nos diâmetros solicitados.
- 1 (uma) Ferramenta de colocação de membrana nos diâmetros solicitados.
- Anel o'ring para amostras nos diâmetros 38, 50, 70 e 100 mm (10 unidades cada).
- Filtros de drenagem (50 unidades cada) para amostras nos diâmetros solicitados.

- Disco de filtro para amostras de diâmetros solicitados. (Embalagem de 100 unidades).
- 1 (um) Molde de compactação bipartido, de altura adequado para teste de módulo resiliente.
- 1 (um) Amostrador manual completo de cortador, carrinho de madeira e receptor para amostras de diâmetros solicitados.
- Tubo de nylon 6 mm de diâmetro x 8 mm de diâmetro externo, 10 metros de comprimento.

5.3. CÉLULAS DE CARGAS SUBMERSSÍVEIS.

São utilizadas para medir a força axial aplicada à amostra nas células tri-axiais. Devem ser fornecidas completas com conector à viga superior de nossos marcos de carga tri-axial.

- Capacidade de sobrecarga: 200 %
- Sensibilidade nominal mínima: 2mV/V (5000 Divisões)
- Tensão de excitação: 10 V CC
- Não linearidade: ±0,05% em toda a escala
- Histereses: 0,05% em toda a escala
- Deflexão a carga máxima: 0,05 mm
- Força lateral máxima sem efeito: 50% em toda a escala
- Escala de temperatura compensada: Entre 0 y 50 °C
- Diâmetro: 75 mm ± 5%
- Altura (aproximada): 50 mm ± 5%
- Peso (aproximado): 850 g ± 5%

Capacidade de células:

- 1 (una) Célula de carga submersível com capacidade de 25 kN, compatível com o sistema tri-axial Dinâmico.

5.4. TRANSDUTORES DE DESLOCAMENTO AXIAL.

Transdutores potenciométrico:

- 1 (um) Transdutor LVDT deslocamento axial, percurso de 50 mm, com bloco de montagem completo do conector Lumberg de 6 pinos.
- 1 (um) Suporte de montagem para o transdutor de deslocamento de 25 mm de diâmetro, para fixação a um ram de célula tri-axial para amostras com tamanhos 38, 50, 70 e 100 mm.

Equipado com:

- Capacidade de ±25 mm
- Tensão de entrada: 10 V CC
- Sensibilidade nominal: 165 mV/mm
- Linearidade: 0,50%

5.5. TRANSDUTORES DE PRESSÃO PARA ENSAIO TRIAXIAL.

É usado para medir a pressão da célula, pressão de retorno, pressão dos poros (água ou ar), deve possuir:

- Excelente desempenho e estabilidade.
- Boa precisão.

Os transdutores de pressão são usados para medir a pressão da célula, pressão de retorno, pressão de poros (água ou ar). Eles devem ser conectados às células tri-axiais por meio do bloco de desaeração apropriado. Os transdutores são baseados no princípio de medição extensiométrica com medidores de tensão na base de metal.

1 (um) Transdutor de pressão mínimo 1000 kPa

Características:

- Tensão de entrada: 10 V DC

- Tensão de saída: 1,5 mV/V
- Precisão: melhor que 0,1kPa

Acessórios

- Bloqueio de desaeração para conexão às células tri-axiais bandadas, para a medição de pressão de poros.

5.6. DISPOSITIVO DE CONTROLE DE VOLUME

Dispositivo de controle de volume automático com inversão de fluxo com controle à distância.

- Capacidade mínima: 100 cc
- Precisão: 0,1 cc
- Pressão de funcionamento mínima: 1000 kPa

5.7. COMPRESOR DE AR

Deve ser utilizado para alimentar o sistema tri-axial dinâmico e o sistema de pressão de ar / água com ar comprimido.

- Pressão máxima: 10 bar
- Pressão máxima (uso contínuo): 8 bar
- Capacidade do reservatório: 50 l
- Fluxo de ar: 15 m3/h
- Potência nominal: 4kW
- Alimentação: 220 V, 60 Hz
- Filtro de partículas com capacidade de 5 mícrons

5.8. UNIDADE PARA A DETERMINACÃO DE MODULO DE RESILIÊNCIA.

É utilizado para a determinação do módulo resiliente em amostras compactadas.
Deve incluir:

- Software para realizar o ensaio conforme à norma AASHTO T307,
- 2 (dos) transdutores de deslocamento de 10 mm
- Suportes de montagem para ligar os transdutores ao pistão da célula tri-axial.

O software deve incluir os seguintes elementos:

- Duas sequências padrão de tensão cíclica e tensão de confinamento dinâmica para materiais de terraplenagens y bases/sub-bases
- A possibilidade de configurar sequências personalizadas que o usuário possa guardar e reproduzir automaticamente
- Acompanhamento continuo em tempo real dos dados registrados e processados de cada sequência individual.

5.9. SERVIÇOS, MATERIAIS E PEÇAS

Os serviços de instalação e start-up da máquina, bem como o treinamento dos mesmos para os técnicos especializados da ITAIPU, devem ser executados por pessoal qualificado da CONTRATADA. As ferramentas e instrumentos específicos devem ser fornecidos pela CONTRATADA.

A CONTRATADA deverá formalmente propor a ITAIPU um prazo para a execução dos serviços descritos acima, com pelo menos 15 dias de antecedência. A ITAIPU terá um prazo máximo de 5 dias para se manifestar em relação ao período solicitado.

6. RESPONSABILIDADE DE ITAIPU

As responsabilidades de ITAIPU são:

- Analisar e aprovar catálogos e manuais e outros documentos técnicos. A aprovação em questão não isenta a CONTRATADA das garantias contratuais.
- Supervisão da instalação e start-up da máquina.

- Supervisionar a CONTRATADA quanto ao cumprimento dos regulamentos atuais de segurança do trabalho.

7. RESPONSABILIDADE DA CONTRATADA

As atividades e suprimentos indicados abaixo são de responsabilidade da CONTRATADA

- Fornecer a máquina nas instalações da ITAIPU BINACIONAL, localizada na rodovia Itaipu - Hernandarias, Alto Paraná, com transporte em nome da CONTRATADA.
- Apresentar catálogos e manuais e outros documentos técnicos.
- Desenvolver e disponibilizar o manual de operação e manutenção da máquina nos formatos físico e digital (arquivo PDF) em português ou espanhol de acordo com os padrões da ITAIPU.
- Execute os serviços de instalação e start-up da máquina.
- Fornecer, se necessário, ferramentas e instrumentos especiais para a execução de manutenção futura.
- Proporcionar treinamento teórico e prático sobre a máquina para os profissionais da ITAIPU, nas dependências do Laboratório. O treinamento deve cobrir o funcionamento do equipamento, a forma em devem ser montados para o funcionamento adequado, e o uso adequado dele mesmo. O treinamento deve ser programado para um mínimo de 72 horas e um total de 6 profissionais do laboratório de concreto.
- A assistência técnica deve ser fornecida pelo fabricante do equipamento através de seus representantes autorizados ou subsidiárias, na sede da ITAIPU BINACIONAL, localizada na rodovia Itaipu - Hernandarias, Alto Paraná.

8. PRAZOS E GARANTIAS

A CONTRATADA deverá informar à ITAIPU a data de entrega e instalação da mesma no prazo de 15 dias.

A CONTRATADA terá prazo máximo para entrega do equipamento de 120 dias, contados da adjudicação da compra do equipamento.

A CONTRATADA deverá oferecer uma garantia mínima de 12 meses para a máquina, bem como para as peças e materiais, contados a partir da data de instalação da máquina.

9. CERTIDICADO DE CALIBRAÇÃO

A CONTRATADA deverá fornecer à ITAIPU a máquina com o certificado de Calibração da Máquina emitido pelo órgão competente e com validade mínima de 12 meses, contados a partir da data de instalação da máquina.

VERSÃO EM CASTELHANO
VERSIÓN EN CASTELLANO

SOPC.DT/2020

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

INDICE

1. OBJETIVO 3

2. ALCANCE DEL SUMINISTRO 3

3. CRITERIOS TÉCNICOS 3

3.1. NORMAS APLICADAS 3

4. APLICACIÓN 3

5. CARACTERÍSTICAS 3

5.1. PRENSA TRIAXIAL DINÁMICA. 3

5.2. CÉLULAS TRIAXIALES. 6

5.3. CELDAS DE CARGAS SUMERGIBLES 7

5.4. TRANSDUCTOR DE DESPLAZAMIENTO AXIAL 8

5.5. TRANSDUCTOR DE PRESIÓN PARA PRUEBA TRIAXIAL. 8

5.6. DISPOSITIVO DE CAMBIO DE VOLUMEN 8

5.7. COMPRESOR DE AIRE 8

5.8. UNIDAD PARA DETERMINACIÓN DE MODULO DE RESILIENCIA. 8

5.9. SERVICIOS, MATERIALES Y PIEZAS 9

6. RESPONSABILIDAD DE ITAIPU 9

7. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA 9

8. PLAZOS Y GARANTÍAS 10

9. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN 10

1. OBJETIVO

La presente especificación técnica se refiere a la adquisición de una Prensa Triaxial dinámica con accesorios para aplicación en el Laboratorio de mecánica de suelos dependiente del laboratorio de Tecnología de Hormigón de ITAIPU (LTCI), en la Central Hidroeléctrica de ITAIPU (CHI).

2. ALCANCE DEL SUMINISTRO

El CONTRATISTA deberá suministrar a ITAIPU los siguientes equipos, piezas, herramientas y servicios, como se describe a continuación:

- 01 (una) PRENSA TRIAXIAL DINÁMICA, con sistema triaxial dinámico controlado automáticamente por PC, con servo-actuación electromecánica células triaxiales.
- Células triaxiales.
- Celdas de carga sumergible.
- Transductor de desplazamiento axial
- Transductor de presión para prueba triaxial.
- Dispositivo de cambio de volumen
- Compresor de aire
- Unidad para determinación de módulo de resiliencia.
- Servicio de instalación, puesta en marcha y entrenamiento para uso de la nueva máquina;
- Herramientas especiales para la instalación y el mantenimiento.

3. CRITERIOS TÉCNICOS

3.1. NORMAS APLICADAS

- ASTM D2850, D4767
- BS 1377:6, 1377:7, 1377:8
- NF P94-071-1/2
- CEN-ISO-TS 17892-10
- ASTM D3999
- AASHTO T0307

4. APLICACIÓN

Investigación de las propiedades dinámicas del terreno, como las características de tensión-deformación, reconocidas como parte muy importante en muchos aspectos del diseño de una construcción, como estructuras de cimientos para máquinas o estructuras sometidas a distintas interacciones dinámicas e ingeniería sísmica. La descripción precisa del comportamiento del suelo dentro de un pequeño intervalo de deformación también es un elemento sumamente importante en la predicción del movimiento de las estructuras que cooperan con el subsuelo, teniendo, por tanto, un gran impacto en la calidad del trazado de las fuerzas internas en el sistema estructural de una estructura, incluyendo sus cimientos. Los módulos de rigidez para deformaciones muy pequeñas se reconocen como propiedades fundamentales del suelo. Por este motivo, en ingeniería geotécnica, la información obtenida en los ensayos dinámicos y sísmicos buscan en laboratorio reproducir las mismas fuerzas dinámicas, de vibración y de impacto en la muestra de suelo y proporcionar de esta manera a los ingenieros una mejor comprensión de cómo se comporta un material de suelo en estas situaciones específicas.

Además de los ensayos dinámicos, debe poder hacer ensayos triaxiales CD, CU, UU, bender en 70 mm, K0, saturación, trayectoria de esfuerzos, monotonic shear, Módulo resiliente.

5. CARACTERÍSTICAS

5.1. PRENSA TRIAXIAL DINÁMICA.

La prensa debe contar con un sistema triaxial dinámico controlado automáticamente por PC, con servo-actuación electromecánica, encargada de la aplicación de las cargas verticales y desplazamientos. Constituida por panel con válvulas proporcionales, controladas vía computadora, tensión alimentación 220 V, 60 Hz.

Presentar estructura robusta con alta rigidez, acabados y componentes electromecánicos de alta calidad, debe estar desarrollada para ensayos automáticos con sistema servo-controlado programado vía red / computadora, adaptable también para ensayos de control manual mecánico / analógico.

El sistema base debe incluir:

- Marco de reacción: Construcción de acero cromado de doble columna robusta, con rigidez necesaria para mantener la estabilidad de la prensa durante el ensayo, o sin que se produzcan vibraciones, fallas o posibles fatigas en los componentes del equipamiento a lo largo del tiempo, debido a los efectos dinámicos.
- Aplicación electromecánica de carga vertical
- Control PID: Control de circuito cerrado con algoritmo extremadamente eficiente que brinde una alta sensibilidad, que facilite el sistema de operación y lograr así ondas más precisas. Entre sus características debe incluir control de amplitud manual y automático que compense los pequeños cambios que pueden ocupar en el sistema durante el ciclo, asegurando que se alcanzan constantemente los picos requeridos. El control PID debe asegurar que la carga se alcance de forma rápida, suave y precisa, manteniendo un alto nivel de precisión.
- Adquisición, procesamiento y control de los datos: el controlador dinámico compacto – CDC, debe ser capaz de poder controlar hasta 3 ejes de circuito cerrado (carga / desplazamiento axial, celda y contrapresión):
  - ✓ Carga axial / desplazamiento
  - ✓ Presión celular hasta 1000 kPa
  - ✓ Contrapresión hasta 1000 kPa

  Debe poseer una velocidad de circuito efectiva de 10 kHz y realizar la prueba de forma completamente automática, incluyendo las válvulas de encendido / apagado para la línea de drenaje y para el suministro de aire a La célula triaxial. Debe estar vinculado a la PC a través de un enlace LAN / Ethernet (1 Gbit / s), con 16 puertos de transductor (resolución real de 16 bits).
- Microcomputador tipo PC, con control del controlador dinámico CDC, con instalación de unidad de aplicación de cargas y software, 220 v, 60 Hz.

El software debe permitir el control de las siguientes utilidades y etapas de un ensayo triaxial cíclica:

Saturación

- Incrementos de presión de la cámara con chequeo del valor B.
- Incrementos de contrapresión con medida del cambio de volumen.
- Rampas de presión de cámara y contrapresión.

Consolidación

- Consolidación isotrópica con medición continúa de cambio de volumen.

Consolidación Ko

Desplazamiento vertical de la carga con control de diámetro de muestra usando ya sea:

- Medición directa por correa radial con transductores sobre la muestra.
- Medición del cambio de volumen y altura de la muestra.

Recorrido de esfuerzo

- Esfuerzo Horizontal y Vertical.

- s, t (promedio de esfuerzo y esfuerzo de corte).
- p, q (esfuerzo normal promedio y esfuerzo desviador).
- esfuerzo vertical utilizando el control de esfuerzo.

Corte monotónico

- Etapa de corte estático controlado por deformación, drenado o nodrenado.
- Carga de compresión o extensión, mediante el actuador vertical.

Carga cíclica

- ASTM D5311 Esfuerzo cíclico con carga controlada.
- ASTM D3999 Módulo de Carga controlada y amortiguación.
- ASTM D3999 Módulo de desplazamiento controlado y amortiguación.
- Ensayo no estándar o multi ciclos.
- Definida por el usuario o forma de onda importado.

Límites del transductor

- Una válvula de cierre de aire que puede ser programado para ser activado usando los límites del canal definidos.

Calibración

- Calibración digital mediante ajuste lineal, ajuste polinómico o linealización.
- Opción de verificación del transductor.

Características generales del sistema de ensayos dinámicos.

- Servo-actuación electromecánica, sin necesidad de aire comprimido o suministro de energía hidráulica para la fuerza vertical;
- Capaz de aceptar células triaxiales para muestras de hasta 150 mm de diámetro;
- Generar formas de onda estándar y definidas por el usuario, programables, combinando las mediciones in situ (terremotos);
- Calibración y verificación de transductores controlada por software;
- Funciones de desconexión de emergencia (manuales y automáticas);
- Depósito de aire suministrado con dos servoválvulas para control de presión de célula y contra presión;
- Controlador Dinámico Compacto conectado al PC vía enlace de comunicación Ethernet (100Mbit / s),
- Control vía software / computadora para control de la velocidad: rápida / baja, dirección - hacia arriba / abajo, y, condición parada, permitir memoria de la configuración programada con dispositivo para evitar desplazamiento excesivo;
- Capacidad de realizar ensayos triaxiales de suelo estático (tensión efectiva y trayectoria de tensión), dinámicos e insaturados;
- Configuración del ensayo a través de un único procedimiento programable, para expandir y modificar cada etapa de acuerdo con la respuesta de la muestra;
- Carga axial / desplazamiento;
- Aplicación de carga vertical electromecánica;
- Permitir ensayos de compresión y tracción,
- Equipado con actuador Electromecánico para realizar ensayos estáticos y dinámicos, presentar componentes precisos de alta calidad con sistema estable para impedir vibraciones que afecten la muestra durante los ensayos;
- Panel digital y pantalla con membrana de aislamiento resistente e impermeable al agua y al polvo;
- Disponer de una completa variedad de accesorios para ensayos en compresión y en tracción para diferentes muestras de suelo, para ensayos de tensión uniaxial, triaxial con tensiones totales / efectivas, trayectoria de tensiones y ensayos dinámicos.

Especificaciones Técnicas.

- Carga dinámica mínimo (cuadro de carga): 15 kN ± 1 kN
- Carga estática mínimo (cuadro de carga): 10 kN ± 1 kN.
- Automatización completa del ensayo en todas las etapas, mediante bucle cerrado de alta sensibilidad P.I.D. (hasta 10kHz).
- Canales de entrada ADC de 16 bits para transductores (16 canales);
- Control del controlador dinámico compacto en unidad de adquisición datos de 16 canales con software. 220V, 60 Hz, 1ph;
- Frecuencia de operación mayor a 10 Hz (dependiendo de las condiciones del ensayo);
- Actuador motorizado de alto rendimiento, capacidad de 15 kN para cargas dinámicas, libre holgura y sin ruido;
- Curso vertical mínimo: 50 mm.
- Presión Máxima de Confinamiento: 1000 kPa.
- Presión máxima de retorno: 1000 kPa.
- Microprocesador controlado.
- Impulsión avanzada del motor de pasos.
- Control infinitesimal de variación de velocidad de 0.00001 a 99.99999 mm / min
- botón de acercamiento rápido.
- Sonido sobre alarma de viaje.
- Capacidad para ensayos con células triaxiales para muestras de hasta 100 mm de diámetro.
- Pantalla grande de alto contraste, con teclado de membrana mínimo 4 líneas o teclado touch screen, con teclas de configuración y programación.
- Distancia vertical libre entre bases inferior y superior debe ser la necesaria para albergar células triaxiales según se especifica en el ítem 5.2 de estas especificaciones técnicas.
- Distancia horizontal libre mínima entre columnas debe ser la necesaria para albergar células triaxiales según se especifica en el ítem 5.2 de estas especificaciones técnicas.
- Diámetro de la placa aproximado: 158 ± 2 mm.
- Desplazamiento/recorrido mínimo de la placa: 100 mm.

5.2. CÉLULAS TRIAXIALES.

La celda consiste esencialmente en una cámara con bandas transparentes para evitar la expansión excesiva durante la prueba y para proteger contra fallas explosivas cuando se usa con sistemas de aire comprimido. El diseño de la célula debe asegurar la alineación vertical de la celda al sujetar la pared de Perspex por separado de la parte superior de la celda. Las células deben estar diseñadas para acomodar un espécimen con un alto de dos veces su diámetro. Permitir ensayos para tensiones efectivas / tensiones totales, trayectoria de tensiones y ensayos dinámicos.

Debe ser suministrado células triaxiales bandadas de:

- 1 (una) célula triaxial bandada para tamaño de muestras de hasta 100 mm de diámetro.

Principales Características.

- Presión máxima de trabajo hasta 2000 kPa.
- Cinco puntos de entrada para drenaje superior / inferior, presión celular y presión de poros.
- Acoplamiento rápido para dos líneas de drenaje en la base.
- Fijación de vacío para uso con tapa superior de vacío para pruebas de extensión.
- Grasa repelente al agua, caja de 1 kg.
- Construcción de aleación ligera, ariete de acero inoxidable y junta teórica.
- Abrazadera de celda en acero inoxidable incorporada.
- Incluir pilar y yunque para calibrador de dial de tensión o transductor.
- Cinco válvulas de encendido / apagado sin cambios de volumen caben de serie.
- Para tamaños de muestra con 38, 50, 70 y 100 mm de diámetro.
- Las celdas deben estar diseñadas para acomodar una muestra con un alto dos veces su

diámetro
- Las cámaras de longitud estándar aceptan celdas de carga sumergibles.
- Fácil montaje.
- Altura (mm): 600 ± 15.
- Diámetro total incluido válvulas (mm): 440 ± 2.
- Peso aproximado (kg): 21.

ACCESORIOS
Los accesorios deben ser proveídos para tamaño de célula triaxial.

1 (un) Pedestal.

Para analizar muestras con diferentes diámetros en la misma célula triaxial.

Se tiene que proveer pedestales para espécimen de diámetro de 38, 50, 70, 100 mm.

1 (una) Tapa superior / tapa superior de vacío

Las tapas superiores deben diferir solo con respecto al diámetro de la muestra, son independientes de la célula triaxial en uso.

Se tiene que proveer la tapa superior y tapa superior de vacío con dos tubos de drenaje para espécimen de diámetro de 38, 50,70, 100 mm.

Accesorios para las muestras.

Se debe proveer los siguientes accesorios para espécimen de diámetro de 38, 50, 70 y 100 mm.

- 1 (un) Disco de vidrio acrílico.
- 1 (un) Par de disco poros.
- Membrana de goma de los tamaños de diámetro solicitados x 355 mm de longitud (paquete de 10 unidades).
- 1 (una) Herramienta de colocación de anillos para los diámetros solicitados.
- 1 (una) Herramienta de colocación de membrana para diámetros solicitados.
- Anillo para diámetros solicitados (Paquete de 10 unidades).
- Filtros de drenaje (paquete de 50 unidades) para muestras de diámetros solicitados.
- Disco filtrante para muestras de diámetros de solicitados. (Paquete de 100 unidades).
- 1 (un) Molde de compresión bipartido, de altura adecuada para prueba de módulo resiliente.
- 1 (un) Muestreador manual completo de cortador, carro de madera y receptor para muestras de diámetros de solicitados.
- Tubo de nylon de 6 mm de diámetro x 8 mm de diámetro externo, 10 metros de longitud.

5.3. CELDAS DE CARGAS SUMERGIBLES.

Se utiliza para medir la fuerza axial aplicada a la muestra en las células triaxiales. Se debe proveer completo con conector a la viga superior de nuestros marcos de carga triaxial.

- Capacidad de sobrecarga: 200 %
- Sensibilidad nominal mínima: 2mV/V (5000 Divisiones)
- Tensión de excitación: 10 V CC
- No linealidad: ±0,05% en toda la escala
- Histéresis: 0,05% en toda la escala
- Deflexión a carga máxima: 0,05 mm
- Fuerza lateral máxima sin efecto: 50% en toda la escala
- Escala de temperatura compensada: Entre 0 y 50 °C
- Diámetro (aproximado): 75 mm
- Altura (aproximada): 50 mm
- Peso (aproximado): 850 g

Capacidad de celdas:

- 1 (una) Célula de carga sumergible con capacidad de 25 kN, compatible con el sistema

triaxial Dinámico.

5.4. TRANSDUCTOR DE DESPLAZAMIENTO AXIAL

Transductores potenciómetros:

- 1 (un) Transductor LVDT desplazamiento axial, recorrido de 50 mm, con bloque de montaje completo de conector de 6 pines Lumberg.
- 1 (un) soporte de montaje para el transductor de desplazamiento de 25 mm de diámetro, para adaptarse a un ram de celda triaxial de tamaños 38, 50, 70, 100 mm.

Deben Contar con:

- Capacidad: ±25 mm
- Tensión de entrada: 10 V CC
- Sensibilidad nominal: 165 mV/mm
- Linealidad: 0,50%

5.5. TRANSDUCTOR DE PRESIÓN PARA PRUEBA TRIAXIAL.

Se utiliza para medir la presión celular, la contrapresión, la presión de poro (agua o aire), debe poseer:

- Excelente rendimiento y estabilidad
- Buena precisión

Los transductores de presión se utilizan para medir la presión de la celda, la contrapresión, la presión de los poros (agua o aire). Tienen que estar conectados a las células triaxiales por medio del bloque de desaireación adecuado. Los transductores se basan en el principio de medición extensimétrica con medidores de tensión en la base de metal.

1 (un) Transductor de presión mínima 1000 kPa.

Características:

- Voltaje de entrada: 10 V DC.
- Voltaje de salida: 1,5 mV/V.
- Precisión: mejor que 0,1 kPa.

Accesorios

- Bloqueo de desaireación para conexión a celdas triaxiales en banda, para la medición de la presión de poros.

5.6. DISPOSITIVO DE CAMBIO DE VOLUMEN

Dispositivo de cambio de volumen automático con inversión de flujo con control a distancia.

- Capacidad mínima: 100 cc
- Precisión: 0,1 cc
- Presión de funcionamiento mínima: 1000 kPa.

5.7. COMPRESOR DE AIRE

Se usa para alimentar el sistema triaxial dinámico y el sistema de presión de aire / agua con aire comprimido,

- Presión máxima: 10 bar
- Presión máxima (uso continuo): 8 bar
- Capacidad del tanque mínimo: 50 l
- Flujo de aire mínimo: 15 m3/h
- Potencia nominal aproximada: 1500 W
- Alimentación: 220 V, 60 Hz
- Filtro de Partículas de 5 Micras de capacidad mínima.

5.8. UNIDAD PARA DETERMINACIÓN DE MODULO DE RESILIENCIA.

Utilizado para la determinación del módulo resiliente en muestras compactadas.
Debe incluir:

- Software para realizar el ensayo conforme a la norma AASHTO T307,

- 2 (dos) transductores de desplazamiento de 10 mm
- Soportes de montaje para acoplar los transductores al pistón de la celda triaxial.

El software debe incluir los siguientes elementos:

- Dos secuencias estándar de tensión cíclica y tensión de confinamiento dinámica para materiales de explanadas y bases/sub bases.
- La posibilidad de configurar secuencias personalizadas que el usuario pueda guardar y reproducir automáticamente
- Seguimiento continuo en tiempo real de los datos registrados y procesados de cada secuencia individual

5.9. SERVICIOS, MATERIALES Y PIEZAS

Los servicios de instalación y puesta en funcionamiento de la máquina, así como el entrenamiento del mismo a los técnicos especializados de ITAIPU, deben ser ejecutados por personal calificado del CONTRATISTA. Las herramientas e instrumentos específicos deben ser suministrados por el CONTRATISTA.

El CONTRATISTA deberá proponer formalmente a ITAIPU un período para la ejecución de los servicios descritos arriba, con una antelación mínima de 15 días. La ITAIPU tendrá un plazo máximo de 5 días para manifestarse en cuanto al período solicitado.

6. RESPONSABILIDAD DE ITAIPU

Son responsabilidades de ITAIPU:

- Analizar y aprobar catálogos y manuales y demás documentos técnicos. La aprobación en cuestión no exime al CONTRATISTA de las garantías contractuales.
- Supervisión de la instalación y puesta en funcionamiento de la máquina.
- Fiscalizar al CONTRATISTA en cuanto al cumplimiento de las normas de seguridad del trabajo vigentes.

7. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA

Las actividades y suministros indicados a continuación son de responsabilidad del CONTRATISTA:

- Suministrar la máquina en las instalaciones de ITAIPU BINACIONAL, ubicada en la Supercarretera Itaipu – Hernandarias, Alto Paraná, con transporte por cuenta del CONTRATISTA.
- Presentar catálogos y manuales y demás documentos técnicos.
- Desarrollar y proporcionar el manual de operación y mantenimiento de la máquina en formatos físico y digital (archivo PDF) en portugués o español conforme normas ITAIPU.
- Realizar los servicios de instalación y puesta en marcha de la máquina.
- Proporcionar, si es necesario, herramientas e instrumentos especiales para la ejecución de futuros mantenimientos.
- Impartir entrenamiento teórico y práctico sobre la máquina para hasta los profesionales de ITAIPU, en las dependencias del Laboratorio. El entrenamiento debe abarcar el funcionamiento de los equipos, como los mismos deben ser montados para su correcto funcionamiento y el uso correcto del mismo. El entrenamiento debe ser programado para mínimo 72 horas y una cantidad de 6 profesionales del laboratorio del hormigón.
- La asistencia técnica deberá ser prestada por el fabricante del equipo a través de sus representantes autorizados o filiales, en la sede de ITAIPU BINACIONAL, ubicada en la Supercarretera Itaipu – Hernandarias, Alto Paraná.

8. PLAZOS Y GARANTÍAS

El CONTRATISTA deberá informar a ITAIPU la fecha de entrega e instalación del mismo con antecedencia de 15 días.

El CONTRATISTA, tendrá un plazo máximo para entregar el equipo de 120 días, contados a partir de la adjudicación de la compra del equipo.

El CONTRATISTA debe ofrecer una garantía mínima de 12 meses para la máquina, así como para las piezas y materiales, contados a partir de la fecha de instalación de la máquina

9. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

El CONTRATISTA deberá proveer a ITAIPU con la máquina el certificado de Calibración de la Máquina emitida por órgano competente y con validez mínima de 12 meses, contados a partir de la fecha de instalación de la máquina.