

02	Modificação nos ensaios de tipo do dispositivo de monitoramento	CAETANO	CRHISCAR MGDM	25/03/2022
01	Modificação nos sobressalentes e Planilha de Dados Garantidos	CRHISCAR	CAETANO MGDM	17/09/2021
Nº	DESCRIÇÃO	REVISOR(ES)	APROVAÇÃO	DATA
REVISÕES				
				
EMISSÃO INICIAL ÁREA RESPONSÁVEL SMIE.DT Divisão de Engenharia de Manutenção Elétrica		SUBESTAÇÃO MARGEM DIREITA ENGENHARIA ELÉTRICA & ELETRÔNICA SETOR DE 220 / 66 kV – PARA-RAIOS PARA-RAIOS DE ÓXIDO DE ZINCO DE 240 kV		
DIRETORIA TÉCNICA		ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA		
PROJETO/AUTORIA CAETANO				
VERIFICAÇÃO RODRICHA				
APROVAÇÃO DIVISÃO MGDM	APROVAÇÃO DEPARTAMENTO KLEBER			
DATA 28/08/2020	CONTROLE DO EMITENTE -	FORMATO A4	CÓDIGO DE ITAIPU 6612-20-19510-P	PÁGINA 1/22
			REVISÃO R2	

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	3
2	OBJETIVO.....	3
3	ESCOPO DO FORNECIMENTO.....	3
3.1	EQUIPAMENTOS E MATERIAIS.....	3
3.2	MATERIAIS E SERVIÇOS NÃO INCLUÍDOS NESTE FORNECIMENTO.....	3
4	CRITÉRIOS TÉCNICOS	4
4.1	GERAL	4
4.2	CONDIÇÕES AMBIENTAIS	4
4.3	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	4
4.4	DETALHES CONSTRUTIVOS.....	5
4.4.1	Geral.....	5
4.4.2	Corpo isolante.....	6
4.5	REQUISITOS DIMENSIONAIS	6
4.6	COMPONENTES.....	9
4.7	DISPOSITIVO DE MONITORAMENTO DOS PARA-RAIOS	9
4.8	FERRAMENTAS E DISPOSITIVOS ESPECIAIS.....	11
4.9	SOBRESSALENTE.....	11
4.10	PLACA DE IDENTIFICAÇÃO	11
4.11	INSPEÇÃO EM FÁBRICA	12
4.11.1	Geral.....	12
4.11.2	Plano de Inspeção e Testes (PIT).....	13
4.11.3	Ensaio de Tipo e Especiais	13
4.11.4	Ensaio no material do invólucro externo (housing).....	15
4.11.5	Ensaio de rotina	15
4.12	DOCUMENTOS A SEREM FORNECIDOS PELA CONTRATADA	16
4.12.1	Documentos técnicos básicos.....	16
4.13	EMBALAGEM, ARMAZENAMENTO E TRANSPORTE	17
5	LOCAL DE ENTREGA DOS EQUIPAMENTOS	17
6	PRAZOS DO FORNECIMENTO.....	17
	REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES	18
	ANEXOS.....	19

1 INTRODUÇÃO

A Usina Hidrelétrica de Itaipu (ITAIPU) possui para-raios de óxido de zinco operando em tensão de 220 kV / 50 Hz e com invólucro de porcelana, instalados na Subestação Margem Direita, os quais se encontram em final de vida útil (em média com mais de 33 anos em operação).

Diante do exposto, propõe-se a substituição destes para-raios por novas unidades com invólucro polimérico, com sensíveis ganhos de confiabilidade e segurança.

2 OBJETIVO

O objeto desta Especificação Técnica é prover informações e definir os requisitos de projeto, elaboração de documentos técnicos, fabricação, ensaios e transporte para o fornecimento de 33 para-raios de óxido de zinco, com invólucro polimérico, para aplicação nos *bays* das linhas MD-ACY1 e MD-ACY2, e nos transformadores rebaixadores e reguladores T1, R1, T2, R2, T3, R3, T6 e T7, com tensão de 220 kV / 50 Hz, na Subestação Margem Direita de ITAIPU.

3 ESCOPO DO FORNECIMENTO

3.1 EQUIPAMENTOS E MATERIAIS

- 33 (trinta e três) para-raios de óxido de zinco, tensão nominal de 240 kV, invólucro polimérico, sem gaps, para conexão entre fase-terra, projetados para instalação ao tempo em estrutura metálica ou de concreto existente, completos com todos seus componentes e acessórios, de acordo com o Capítulo 4 desta Especificação;
- 33 (trinta e três) dispositivos de monitoramento dos para-raios, com todos seus acessórios para fixação em estrutura metálica ou de concreto e conexão em ponto de aterramento via barra retangular ou cabo de cobre, conforme instalações existentes em ITAIPU, de acordo com o item 4.7 desta Especificação;
- 1 (um) conjunto de ferramentas e/ou dispositivos especiais e acessórios para instalação, manuseio e manutenção dos para-raios, conforme item 4.8 desta Especificação (se necessário e/ou aplicável);
- Sobressalentes, conforme item 4.9 desta Especificação;
- Documentos técnicos, inspeções e ensaios de fábrica, conforme itens 4.11 e 4.12 desta Especificação;
- Embalagem e transporte adequados, desde o local de fabricação até as instalações de ITAIPU, conforme item 4.13 desta Especificação.

3.2 MATERIAIS E SERVIÇOS NÃO INCLUÍDOS NESTE FORNECIMENTO

- Instalação e comissionamento;
- Conexões elétricas com outros equipamentos, tanto existentes quanto providos por terceiros.

4 CRITÉRIOS TÉCNICOS

4.1 GERAL

O *layout* dos equipamentos e componentes deve permitir fácil acesso e manuseio para montagem e desmontagem, assim como para a realização de ensaios, manutenção e reparos.

Todos os equipamentos e componentes devem ser padronizados, e os de mesmo tipo devem ser fisicamente e eletricamente intercambiáveis.

Todos os materiais, equipamentos e componentes devem ser novos e da melhor qualidade, livres de defeitos, falhas e imperfeições. Eles devem ser de uma classe e grau de proteção adequado para sua aplicação, em cumprimento com as mais recentes boas práticas de engenharia.

O projeto, fabricação e ensaios dos para-raios e seus acessórios devem ser em acordo com as mais recentes versões das normas IEC 60099-4 e IEC 60099-5.

4.2 CONDIÇÕES AMBIENTAIS

Os para-raios e acessórios a serem fornecidos devem ser adequados para operar e suportar as condições ambientais descritas na Tabela 1.

Tabela 1 – Condições ambientais no local de instalação dos para-raios

Clima	Subtropical
Precipitação média anual	1900 mm
Amplitude de temperatura ambiente na região	-3 °C a +42 °C
Temperatura média diária não superior a	33 °C
Elevação sobre o nível do mar	< 1000 m
Velocidade máxima de vento	172 Km/h
Grau de poluição	Nível III
Densidade de descargas atmosféricas	10 raios/Km ² (100 dias/ano)
Radiação solar máxima	520 W/m ²

4.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Os para-raios devem ter as características descritas na Tabela 2, as quais devem ser consideradas como requisitos mínimos

Tabela 2 – Características técnicas mínimas

Tipo	estação, óxido de zinco sem gaps, <i>hollow core</i> , invólucro polimérico
Tensão nominal (Ur)	240 kV
Frequência nominal	50 Hz
Tipo de aterramento do sistema	neutro rigidamente aterrado
Máxima tensão de operação contínua (Uc)	191 kV
Corrente de descarga nominal	10 kA
Capacidade de absorção de energia à Ur	8 kJ/kV
Corrente de alta intensidade e curta duração, onda 4 x 10 µs (pico):	100 kA
Corrente de baixa intensidade e longa duração, 2000 µs (pico)	1000 A
Capacidade de sobretensão temporária – TOV (após energia nominal)	262 kV (1 s) 247 kV (10 s)
Nível máximo de proteção (tensão de descarga/residual) para	472 kV

um impulso de corrente 1 kA, onda 30 x 60 μ s, frente de onda lenta / manobra (kV pico)	
Nível máximo de proteção (tensão de descarga/residual) para um impulso de corrente 10 kA, onda 8 x 20 μ s, frente de onda rápida / impulso (kV pico)	564 kV
Nível máximo de proteção (tensão de descarga/residual) para um impulso de corrente 20 kA, onda 8 x 20 μ s, frente de onda rápida / impulso (kV pico)	621 kV
Corrente mínima suportável de curto-circuito (0,2 s)	65 kA
Nível máximo de descargas parciais internas com 200 kV de tensão eficaz aplicada entre fase-terra	10 pC
Mínima distância de escoamento	7500 mm
Carga mecânica de longa duração (SLL)	8800 Nm
Carga mecânica de curta duração (SSL)	22600 Nm
Cor/material da isolamento	cinza / borracha de silicone
Posição de montagem	vertical

4.4 DETALHES CONSTRUTIVOS

4.4.1 Geral

Os para-raios devem ser do tipo tubo (*hollow tube design*), confeccionados em plástico reforçado com fibra de vidro (*FRP – fiber reinforced plastic*), atendendo os requisitos especificados pela norma IEC 61462 em sua versão mais recente.

Os para-raios devem ter por elementos ativos blocos de óxido de zinco, desprovidos completamente de *gaps*. A fixação dos blocos de óxido de zinco dentro do corpo do para-raios deve ser efetuada de modo que mantenha o conjunto firmemente posicionado, mesmo durante transporte e montagem. A característica tensão-corrente dos blocos de óxido de zinco deve ser tal que, nas tensões de operação do sistema, tenha-se uma corrente de fuga que não afete a vida útil do para-raios.

Os para-raios devem ser compostos preferencialmente por uma única seção, podendo-se alternativamente admitir no máximo duas seções. Não admitir-se-á arranjos de múltiplas colunas.

O para-raios deve possuir um projeto tal que dispense o uso de anéis anti-corona em sua parte superior.

Os para-raios devem possuir um meio eficaz para alívio de sobrepressões internas, de modo a evitar a projeção de partes do equipamento ou mesmo o direcionamento de gases superaquecidos para outros equipamentos e pessoas nas cercanias. Caso o meio de alívio de sobrepressão seja constituído de uma válvula ou diafragma, a mesma deve garantir perfeita estanqueidade do para-raios durante toda sua vida útil e ser confeccionada em materiais que suportem as condições ambientais sem deterioração. Também deve possuir algum dispositivo de sinalização visual que permita identificar-se facilmente quando da atuação do mesmo.

Os para-raios devem ser aptos para montagem vertical sobre plataformas ou pedestais, sendo a base do tipo isolada, de forma a garantir que toda a corrente de fuga e de descargas seja conduzida unicamente pelo condutor de aterramento e pelo dispositivo de monitoramento (conforme item 4.5 desta Especificação). A isolamento da base deve ser obtida mediante o uso de isoladores e/ou componentes que dispensem a aplicação de parafusos passantes e que sejam imunes a infiltração de água, sujeitas e umidade, garantindo assim a manutenção de elevados valores de resistência de isolamento mesmo quando expostos por longos períodos as condições climáticas e ambientais no local de instalação. O modelo de base adotado deve ser capaz de garantir a suportabilidade aos esforços mecânicos especificados na Tabela 2 do item 4.3 desta Especificação.

Todas as partes metálicas dos para-raios (flanges, bases, porcas, arruelas e parafusos) devem ser confeccionadas em metal inoxidável ou possuir galvanização a quente, conforme a norma ISO 1461, com espessura de camada mínima de 75 μm . Qualquer processamento ou usinagem destas partes metálicas devem ocorrer antes da galvanização a quente. As partes metálicas que tenham contato entre si devem ser projetadas para evitar corrosões devido ao efeito galvânico da umidade.

Os flanges dos para-raios devem apresentar um sistema de vedação que garanta a estanqueidade do equipamento durante toda sua vida útil e ser confeccionada em materiais que suportem as condições ambientais sem deterioração.

4.4.2 Corpo isolante

O invólucro externo (housing) do corpo dos para-raios, que envolve o material compósito FRP, deve ser em borracha de silicone (Polissiloxano Metil Vinílico com aditivos) tipo HTV (high temperature vulcanising), cor cinza, livre de EPDM e outras borrachas orgânicas, atendendo a norma IEC 62217 em sua versão mais recente, sendo resistente ao trilhamento, a erosão elétrica, as radiações ultravioletas solares e aos efeitos das descargas corona e ozônio. Dever possuir resistência ao rasgamento maior que 8 N/m baseado na norma ISO 34-1, com força de adesão na interface com o corpo isolante compósito superior ao valor da resistência ao rasgamento. Também deve possuir alta hidrofobicidade, classificada como tipo HC1 de acordo com a norma IEC TS 62073 em sua versão mais recente.

A borracha de silicone deve suportar um arco elétrico de baixa intensidade por mais de 180 segundos sob as condições indicadas na norma IEC 61621. Deve também ser resistente a chama, categorizada como tipo V0 de acordo com a norma IEC 60695-11-10 ou possuir LOI maior que 25% segundo a norma ASTM D2863.

A coluna isolante deve ser construída em corpo único, sem quaisquer emendas ou flanges intermediários. O invólucro externo de borracha de silicone deve garantir total proteção ao corpo isolante compósito quanto ao ingresso de umidade, e seu design e formato das saias deve ser tal que atenda minimamente a distância de escoamento preconizada na Tabela 2 do item 4.3 desta Especificação. Os flanges devem ser mecanicamente e diretamente fixados nas extremidades do corpo isolante, confeccionados em material metálico inoxidável ou com galvanização a quente segundo a norma ISO 1461, com espessura de camada mínima de 75 μm .

4.5 REQUISITOS DIMENSIONAIS

Os para-raios objeto desta Especificação serão instalados em substituição a para-raios que atualmente operam na Subestação Margem Direita e, portanto, serão instalados em locais onde já existem bases (pedestais de concreto e plataformas de aço) e condutores primários (barras e linhas de alta tensão), impondo desta forma limitações dimensionais para instalação dos novos para-raios ora em aquisição (ver Figuras 1, 2 e 3).

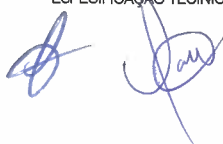




Figura 1 – Para-raios instalados em transformador 500/220 kV na Subestação Margem Direita



Figura 2 – Para-raios instalados em transformador 220/66 kV na Subestação Margem Direita

[Handwritten signatures]



Figura 3 – Para-raios instalados em saídas de linhas na Subestação Margem Direita

Desta forma os para-raios devem apresentar as seguintes características dimensionais:

- O terminal primário dos para-raios deverá apresentar uma altura não inferior a 3400 mm, considerada desde a parte inferior da base até a extremidade superior do terminal primário;
- Preferencialmente o projeto do para-raios deve dispensar o uso de anel de equalização, porém caso isso seja indispensável, o mesmo deve ter dimensões compatíveis com os locais de aplicação dos para-raios (conforme as Figuras 1, 2 e 3), de modo a não causar interferência com equipamentos e estruturas adjacentes, bem como garantir as distâncias de isolamento (*clearance*);
- A base do para-raios deve dispor em sua face inferior de uma furação, para fixação aos pedestais de concreto e plataformas metálicas existentes na subestação, mediante o uso de parafusos passantes, obedecendo aos aspectos dimensionais expressos na Figura 4.

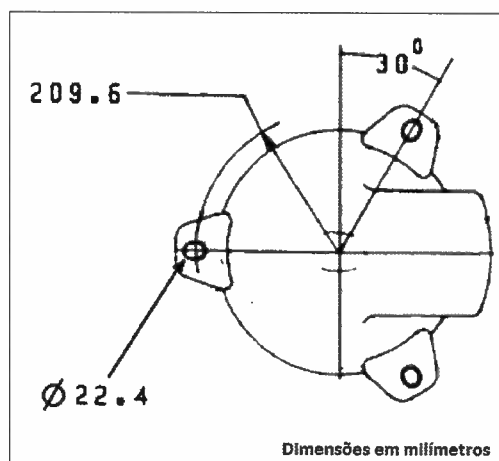


Figura 4 – Aspectos dimensionais da base do para-raios

4.6 COMPONENTES

Os para-raios devem ser fornecidos com ao menos os seguintes componentes, os quais devem ser idênticos para todas as unidades:

- Terminal primário principal tipo barra chata, com 4 furos de 14,2 mm de diâmetro espaçados entre si de 44,4 mm, como apresentado na Figura 5, de tal forma a ser adequado para fixação dos atuais conectores existentes na subestação (inclusive quanto a compatibilidade dos materiais metálicos);

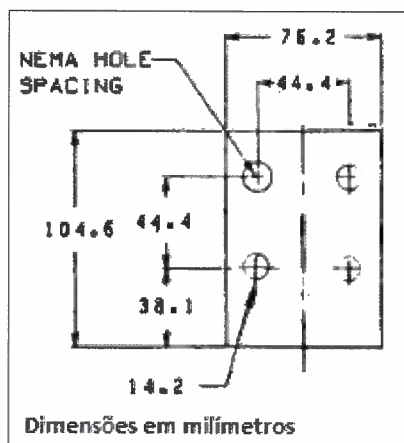


Figura 5 – Aspectos dimensionais do terminal primário do para-raios

- Terminal com conector de aterramento, adequado para conexão do para-raios à malha de terra da subestação por meio de cabo de cobre nu de seção 107 mm² (4/0 AWG), devendo ser possível a mudança de posição do terminal junto a base do para-raios, de forma a facilitar a conexão com o cabo de aterramento existente no local.

4.7 DISPOSITIVO DE MONITORAMENTO DOS PARA-RAIOS

Os dispositivos de monitoramento dos para-raios, que serão instalados em lugar dos contadores de operação / miliamperímetros atualmente existentes na subestação, devem possuir minimamente as seguintes funcionalidades e características técnicas:

- Contador de operações:
 - Registro em memória própria (tipo cíclica) de pelo menos as 400 últimas atuações do para-raios;
 - Sensibilidade para detecção de correntes iguais ou inferiores a 100 A (valor de pico, onda 8 x 20 μ s);
 - Frequência de registro menor ou igual a 0,5 segundos, incluindo a data, hora, minuto e segundo;
 - Registro de corrente de forma discreta ou por faixa de corrente;
 - Desejável a apresentação visual do número de operações através de visor no corpo do dispositivo.
- Capacidade de registro dos seguintes impulsos de corrente (conforme norma IEC 60099-4):

- Impulso de alta corrente (valor de pico, onda $4 \times 10 \mu s$);
 - Impulso atmosférico (valor pico, onda $8 \times 20 \mu s$);
 - Impulso de manobra (valor pico, onda $30 \times 60 \mu s$);
 - Corrente de longa duração (valor rms, duração de 0,2 s).
- Medição do valor de pico das correntes de fuga total e resistiva:
 - Faixa de medição de corrente de fuga total de 0,2 a 12 mA (pico/ $\sqrt{2}$), com erro menor ou igual a $\pm 15\%$;
 - Faixa de medição de corrente de fuga resistiva de 25 a 2000 μA (rms), com erro menor ou igual a 20% (para correntes maiores que 51 μA);
 - Medição de corrente de fuga resistiva utilizando o método B2 da norma IEC 60099-5, com correção pela tensão do sistema e pela temperatura ambiente especificamente para a marca/modelo do para-raios ofertado;
 - Referente ao item anterior, não serão aceitos os fatores de correção típicos para temperatura e tensão dados pela norma IEC 60099-5, a menos que seja comprovado por meio de ensaios que tais fatores possam ser aplicados ao para-raios ofertado.
- Forma de alimentação elétrica do dispositivo:
 - O dispositivo deve possuir uma forma autônoma para alimentação elétrica, como por exemplo, células fotovoltaicas, dispensando qualquer necessidade de infraestrutura prévia;
 - Não será aceito alimentação elétrica autônoma advinda exclusivamente de baterias ou capacitores, os quais devem ser fornecidos e servir apenas como alimentação alternativa na ausência da fonte principal por determinados períodos de tempo.
- O dispositivo deve possuir minimamente grau de proteção IP65 (conforme norma IEC 60529), de forma a suportar as condições climáticas do meio de instalação, especialmente o ingresso de umidade.
- Forma de comunicação, para acesso aos dados armazenados no dispositivo e realização de parametrizações:
 - A comunicação deve ser do tipo sem fio (*wireless*), sendo admitido o uso de cabos entre o dispositivo e uma antena auxiliar (tais cabos devem ser adequados para uso ao tempo e com comprimento mínimo de 10 metros);
 - Se aplicável, a antena auxiliar mencionada no item acima deve ser adequada para uso ao tempo e ser fornecida com todos os acessórios para fixação em estruturas metálicas e de concreto;
 - Caso seja necessário algum dispositivo adicional para o estabelecimento da comunicação, o mesmo deve ser do tipo portátil, com classificação "A" segundo os requisitos de emissão de rádio frequência (EMC) das normas EN 55011 e/ou EN 55022 (ou equivalentes), devendo ser fornecido na quantidade mínima de 3 unidades.
- Software para obtenção e análise dos dados advindos dos dispositivos de monitoramento:
 - Deverá ser fornecido em sua versão mais recente e compatível com sistema operacional Windows 10 ou superior;



- O software deve permitir a análise histórica dos dados coletados através de gráficos e/ou tabelas, a fim de fomentar o diagnóstico dos para-raios;
 - Deve permitir a exportação de relatórios contendo as medições e/ou diagnósticos dos para-raios, preferencialmente em formato CSV e/ou XLS.
 - O software deve ser, preferencialmente, em idioma português ou espanhol, e alternativamente em idioma inglês;
 - Caso haja necessidade de licença ou chave de acesso para utilização do software, deverão ser fornecidas em quantidade mínima de 3 unidades;
 - As licenças ou chaves de acesso mencionadas no item anterior devem ser vitalícias e as posteriores atualizações devem ser disponibilizadas sem custos;
 - Não serão aceitas exclusivamente soluções de acesso ao software sediado em servidores remotos (solução “na nuvem”).
- O dispositivo deve ser fornecido completo, com acessórios para fixação (parafusos, suportes e isoladores) e terminais/conectores adequados para conexão com barra de cobre nu de seção retangular 60 x 5 mm e com cabos de cobre nu de seção 107 mm² (4/0 AWG).

4.8 FERRAMENTAS E DISPOSITIVOS ESPECIAIS

A CONTRATADA obriga-se a fornecer ferramentas e/ou dispositivos especiais que porventura sejam necessários para manuseio, transporte e manutenção dos para-raios, em razão das características e peculiaridades próprias dos mesmos.

4.9 SOBRESSALENTES

A CONTRATADA deve incluir os seguintes itens no conjunto de sobressalentes a serem fornecidos:

- 01 (um) conjunto completo de base isolante do para-raios, conforme itens 4.4.1 e 4.5 desta Especificação.

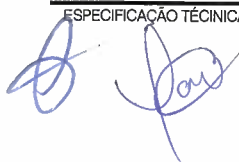
Para os sobressalentes que não podem ser individualizados, e portanto só podem ser identificados de forma global, tais como kits, conjuntos, jogos ou outros, se deverá fornecer a descrição completa de todos os elementos que compõem este item global, em conformidade com o modelo básico de referência (este requisito também se aplica para os materiais fornecidos conforme item 4.8 desta Especificação).

A CONTRATADA deverá garantir o fornecimento de sobressalentes para aquisições futuras por no mínimo 10 anos.

4.10 PLACA DE IDENTIFICAÇÃO

Cada para-raios deve ser provido com uma placa individual de identificação, confeccionada em aço inoxidável com escrita indelével, fixada em local de fácil visualização, contendo ao menos as seguintes informações inscritas em idioma castelhano:

- A designação “PARA-RAIOS / PARARRAYOS DESCARGADOR”;
- Nome e/ou logotipo do fabricante e seu endereço;
- Tipo e número de designação do fabricante;
- Número serial;



- Número do manual de instruções;
- Tensão nominal (U_r);
- Máxima tensão contínua de operação (U_c);
- Níveis de isolamento (BSL e BIL – valor de crista em kV).
- Frequência nominal (Hz);
- Classe de descarga de linha, em kA;
- Norma aplicável ao para-raios;
- Ano de fabricação;
- Número do contrato com ITAIPU.

4.11 INSPEÇÃO EM FÁBRICA

4.11.1 Geral

Para este fornecimento será adotada a inspeção “classe 2”, conforme documento Condições Gerais de Inspeção (CGI), qual seja, inspeção técnica final, com o produto acabado, nas instalações da CONTRATADA ou de seu subfornecedor, de acordo com o Plano de Inspeção e Testes (PIT).

A fabricação, ensaios, documentação e o fornecimento devem cumprir com todos os requisitos estabelecidos nesta Especificação e nas normas técnicas nela mencionadas.

Os ensaios devem ser realizados para demonstrar a correta conformidade dos para-raios e dispositivos de monitoramento com os requisitos mínimos solicitados nesta Especificação e nas normas técnicas. A CONTRATADA pode propor ensaios adicionais de acordo com sua experiência, os quais deverão ser aprovados pela ITAIPU.

Os métodos de ensaios para os para-raios e dispositivos de monitoramento devem seguir os procedimentos estabelecidos nas normas IEC.

A CONTRATADA deve apresentar os certificados de calibração dos instrumentos de medição utilizados nos ensaios de tipo, rotina e especiais, com o respectivo atestado de qualificação do laboratório onde as calibrações foram realizadas. Especialmente as seguintes exigências devem ser atendidas:

- Todas as calibrações dos instrumentos devem ser acreditadas por algum signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo: ILAC;
- Todo certificado de calibração deve estar conforme a norma ISO/IEC 17025, contendo a logomarca da rede de calibração ao qual o laboratório pertence e os pontos medidos na calibração devem fazer parte do escopo acreditado do laboratório de calibração. Listas atualizadas dos escopos dos laboratórios são mantidas pelos organismos acreditadores;
- Excepcionalmente quando não existirem condições técnicas de calibrar algum instrumento conforme os requisitos acima, pode ser aceita uma forma alternativa de calibração. Nesse caso, deve haver o acordo formal entre a CONTRATADA e a ITAIPU antes da execução da calibração, devendo a mesma ser convidada a acompanhar a execução da calibração;
- O laboratório executante deve ser capaz de comprovar a rastreabilidade metrológica de todos os instrumentos utilizados na calibração e no monitoramento das condições ambientais do laboratório. A ITAIPU reserva-se ao direito de solicitar os documentos de comprovação metrológica ao laboratório que realizar a calibração.

A ITAIPU enviará um ou mais inspetores para acompanhar os ensaios de rotina e quando aplicável, também os ensaios de tipo e especiais.



Todos os custos relacionados aos ensaios requeridos e calibrações correrão por conta da CONTRATADA e já devem estar contemplados na elaboração da proposta comercial.

4.11.2 Plano de Inspeção e Testes (PIT)

A CONTRATADA deve preparar e submeter para aprovação de ITAIPU o plano de inspeção e testes (PIT) contendo os procedimentos dos ensaios a serem realizados com antecedência mínima de 60 (sessenta) dias corridos, a partir da data de início dos ensaios nas instalações da CONTRATADA ou de seu subfornecedor.

Os ensaios requeridos nesta especificação técnica devem ser estruturados de maneira a atender, quando corresponder, a sequência indicada nas normas IEC 60099-4 e IEC 60099-5.

O PIT deve conter, ao menos, as seguintes informações:

- Objetivos dos ensaios;
- Tipo de inspeção e normas técnicas adotadas;
- Breve descrição dos ensaios a serem realizados;
- Documentos de referência;
- Descrição detalhada de cada estágio dos ensaios;
- Cronograma de execução;
- Requisitos e recursos necessários;
- Valores esperados e critérios de aceitação dos resultados;
- Relação dos ensaios de tipo, especiais e do invólucro polimérico para os quais possui certificados válidos, atendendo os itens 4.10.3 e 4.10.4 desta Especificação.

Os certificados de ensaios de tipo, especiais e do invólucro polimérico devem ser apresentados em documento a parte, juntamente com o PIT, para análise por parte de ITAIPU.

4.11.3 Ensaios de Tipo e Especiais

A CONTRATADA deve prover para ITAIPU os certificados dos ensaios de tipo e especiais requeridos a seguir, executados em equipamento idêntico, ou alternativamente com variações construtivas menores quando comparado ao que foi ofertado (a ITAIPU analisará os projetos do para-raios ensaiado e do para-raios ofertado, para aceitar ou não o certificado de ensaio apresentado). Será aceito protocolo de ensaio de tipo ou especial único que cubra tanto 50 Hz quanto 60 Hz, sempre que tal protocolo atenda plenamente o estabelecido neste item e que a frequência não seja fator relevante para os resultados.

Em qualquer caso, os ensaios devem ser realizados em conformidade com as versões mais recentes das normas IEC 60099-4 e IEC 60099-5 para os valores apresentados no item 4.3, a fim de garantir conformidade com esta Especificação Técnica.

Os certificados dos ensaios de tipo e especiais não devem ter data de emissão superior a 10 (dez) anos retroativos à data de apresentação da oferta comercial por ocasião do processo licitatório.

Os ensaios faltantes devem ser previstos no PIT e executados conforme sequência indicada na IEC 60099-4, na presença dos inspetores de ITAIPU, correndo os custos envolvidos nos ensaios por conta da CONTRATADA. Os para-raios utilizados nestes ensaios não poderão fazer parte do fornecimento.

Para os para-raios, ao menos os seguintes certificados de ensaios de tipo e especiais, realizados conforme estabelecido nos parágrafos anteriores, devem ser apresentados ou executados pela CONTRATADA:

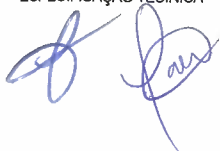
- Ensaios de suportabilidade de isolamento (IEC 60099-4, parte 10.8.2);

- Ensaio de tensão residual (IEC 60099-4, parte 10.8.3);
- Ensaio para verificar estabilidade de longo prazo sob tensão contínua de operação (IEC 60099-4, parte 10.8.4);
- Ensaio para verificar a taxa de transferência de carga repetitiva, Qrs (IEC 60099-4, parte 10.8.5);
- Ensaio de comportamento de dissipação de calor (IEC 60099-4, parte 10.8.6);
- Ensaios de ciclo de operação (IEC 60099-4, parte 10.8.7);
- Ensaio de tensão a frequência nominal versus tempo (IEC 60099-4, parte 10.8.8);
- Ensaios de curto-circuito (IEC 60099-4, parte 10.8.10);
- Ensaios de momento fletor (IEC 60099-4, parte 10.8.11);
- Ensaio de taxa de vazamento pela selagem (IEC 60099-4, parte 10.8.13);
- Ensaio de tensão de rádio interferência (IEC 60099-4, parte 10.8.14);
- Ensaio para verificar a suportabilidade dielétrica dos componentes internos (IEC 60099-4, parte 10.8.15);
- Ensaio dos componentes internos de equalização, se aplicável (IEC 60099-4, parte 10.8.16);
- Ensaios de envelhecimento climático (IEC 60099-4, parte 10.8.17).

Com relação aos dispositivos de monitoramento, a CONTRATADA deverá apresentar os certificados dos seguintes ensaios de tipo executados em dispositivo idêntico já fornecido, a fim de garantir conformidade com todas as exigências técnicas expressas no item 4.7 desta especificação técnica:

- Ensaio de sopro de poeira e de proteção contra ingresso de água, conforme norma IEC 60529, caracterizando o dispositivo como, no mínimo, IP65;
- Ensaio de ciclo de temperatura, conforme norma IEC 60068-2-14, devendo ser realizado partindo-se da temperatura ambiente e aplicando-se 2 ciclos, indo da temperatura mínima de -40 °C até a máxima temperatura de +60 °C, permanecendo pelo menos 3 horas em cada valor limite de temperatura, sendo o critério de aprovação a ausência de danos visíveis no dispositivo;
- Ensaio de medição de corrente de fuga total e resistiva, cobrindo ao menos 3 valores de cada tipo dentro da faixa de medição especificada (sendo um valor em cada extremo e outro no meio da faixa), demonstrando o atendimento aos limites de erro do dispositivo conforme folha de dados técnicos. A corrente de fuga a ser aplicada no ensaio deve ser senoidal, com um conteúdo de terceiro harmônico de 3%. A corrente de fuga resistiva deve ser obtida pelo método B2 da norma IEC 60099-5;
- Ensaio de registro de impulsos de corrente: deverão ser aplicados impulsos atmosféricos (onda 8 x 20 μ s) e impulsos de manobra (onda 30 x 60 μ s), em conformidade com a norma IEC 60099-4, para ao menos 3 valores de corrente por tipo de impulso, dentro das faixas de medição especificadas na folha de dados técnicos (sendo um valor em cada extremo e outro no meio de cada faixa), demonstrando a capacidade do dispositivo registrar os valores de corrente (e demais grandezas associadas, como por exemplo duração do impulso e energia, se for aplicável) atendendo aos limites de erro e/ou a classificação correta de todos os impulsos dentro de cada faixa de medição especificada, conforme a folha de dados técnicos do dispositivo.

No caso da CONTRATADA não possuir certificado de algum dos ensaios de tipo preconizados acima para os dispositivos de monitoramento ou de algum dos certificados não atender os requisitos mínimos estabelecidos no item 4.7 desta Especificação, os ensaios faltantes ou insuficientes devem ser previstos no PIT e executados na presença dos inspetores de ITAIPU, e



os custos envolvidos são de inteira responsabilidade da CONTRATADA. Os dispositivos de monitoramento utilizados para estes ensaios não poderão fazer parte do fornecimento.

Com relação aos fatores de correção dos valores de corrente resistiva medidos pelo dispositivo de monitoramento para temperatura e tensão do sistema, caso os mesmos não correspondam especificamente ao para-raios ofertado (conforme exigido no item 4.7 desta Especificação), a CONTRATADA deverá realizar ensaios para obtenção dos fatores de correção para diferentes valores de temperatura e tensão, cobrindo no mínimo as mesmas faixas de valores apresentadas nas curvas típicas da norma IEC 60099-5. Estes ensaios deverão constar no PIT e seus custos serão de inteira responsabilidade da CONTRATADA, sendo acompanhados pelos inspetores de ITAIPU.

Todos os instrumentos a serem utilizados nos ensaios devem possuir um certificado de calibração vigente, atendendo o exposto no item 4.11.1 desta Especificação.

4.11.4 Ensaios no material do invólucro externo (housing)

A CONTRATADA deve prover para ITAIPU os certificados de ensaio do material utilizado no invólucro externo (housing) dos para-raios a serem fornecidos, atendendo minimamente as normas e critérios estabelecidos no item 4.4.2 desta Especificação. Caso a CONTRATADA não possua tais certificados, deverá executar os ensaios na presença dos inspetores de ITAIPU, devendo ainda atender as disposições dos itens 4.11.1 e 4.11.2 desta Especificação.

4.11.5 Ensaios de rotina

O objetivo destes ensaios é demonstrar, antes da emissão da liberação de embarque por ITAIPU, que os materiais e equipamentos a serem fornecidos são adequados para aplicação e para as condições de serviço a qual serão submetidos.

Os ensaios de rotina deverão ser realizados em 100% do lote adquirido e a CONTRATADA deve prover antecipadamente todos os equipamentos e acessórios necessários para execução dos ensaios em fábrica, a fim de evitar atrasos das atividades programadas.

Todos os instrumentos a serem usados nos ensaios devem possuir certificado de calibração vigente, atendendo o exposto no item 4.11.1.

Antes da condução dos ensaios nos para-raios e dispositivos de monitoramento, uma inspeção visual deve ser feita, assim como a verificação dimensional dos componentes e acessórios.

A CONTRATADA deve fornecer a ITAIPU duas (2) cópias dos relatórios (impressos e digitais) com todos os resultados dos ensaios de rotina, assinados pelo inspetor de ITAIPU e aprovados pela área de controle da qualidade do fabricante. Dados porventura utilizados na elaboração de tabelas e gráficos como resultado dos ensaios realizados também devem ser fornecidos em meio digital e editável.

A aprovação dos resultados dos ensaios não isenta a CONTRATADA de suas responsabilidades quanto a defeitos, falhas, não conformidades e imperfeições não detectadas durante os ensaios e inspeções.

Os inspetores de ITAIPU terão autoridade para rejeitar qualquer item que, ao final dos ensaios, não atenda com os requisitos especificados. As correções necessárias devem ser documentadas através de registro de não conformidade e aprovadas pelos inspetores de ITAIPU e, após implementação, uma nova sequência de ensaios deve ser realizada novamente sem custos adicionais para ITAIPU.

Os equipamentos e materiais somente serão liberados para embarque após a aprovação e emissão do Boletim de Inspeção com a respectiva liberação técnica, assim como a emissão do Certificado de Liberação de Embarque (CLE), por parte dos inspetores de ITAIPU.

Os ensaios nos para-raios devem ser subsequentemente conduzidos de acordo com a norma IEC 60099-4. Ao menos os seguintes ensaios de rotina devem ser realizados:

- Medição de tensão de referência (U_r);
- Ensaio de tensão residual, com impulso de corrente mínimo de 10 kA, onda 8 x 20 μ s, frente de onda rápida;
- Ensaio de descargas parciais internas;
- Medição de perdas watts e de corrente de fuga à tensão de operação contínua (U_c);
- Ensaio de estanqueidade.

Os seguintes ensaios devem ser realizados em todos os dispositivos de monitoramento fornecidos, conforme segue:

- Ensaio de registro de impulso de corrente: deverão ser aplicados ao menos dois impulsos de corrente (onda 8 x 20 μ s) com valores iguais ou menores a 100 A (pico), de acordo com a sensibilidade de detecção especificada. A efetividade do registro deverá ser confirmada via o software associado ao dispositivo;
- Ensaio de medição de corrente de fuga total: deverão ser aplicados dois valores de corrente (3 mA e 10 mA, valor pico/ $\sqrt{2}$), atestando-se que o valor medido pelo dispositivo não excede o erro máximo especificado e atende o item 4.7 desta Especificação.

A convocação de inspeção deve ser realizada em conformidade com os procedimentos indicados nas Condições Gerais de Inspeção (CGI) informado nas Referências Complementares.

4.12 DOCUMENTOS A SEREM FORNECIDOS PELA CONTRATADA

Os documentos a serem fornecidos pela CONTRATADA, antes, durante e ao final da entrega dos objetos deste fornecimento, devem ser elaborados como estipulado no documento "Diretrizes básicas para elaboração, revisão e apresentação de documentos técnicos" (2710-20-15200-P-R4).

Os documentos técnicos submetidos para aprovação de ITAIPU serão analisados e devolvidos a CONTRATADA com a indicação do grau de aprovação, devendo tramitar exclusivamente através do protocolo geral da Usina Hidrelétrica de Itaipu e/ou do Sistema de Arquivo Técnico (SATedms).

Os documentos técnicos considerados como não aprovados ou aprovados com comentários devem ser submetidos novamente pela CONTRATADA para aprovação de ITAIPU.

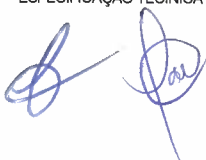
Todos os documentos técnicos devem ser preparados em idioma português ou castelhano.

A aprovação dos documentos técnicos por ITAIPU não isenta a CONTRATADA de suas responsabilidades contratuais de fornecimento dos equipamentos.

4.12.1 Documentos técnicos básicos

A CONTRATADA deverá fornecer ao menos os seguintes documentos técnicos:

- Detalhes construtivos dos para-raios e acessórios, incluindo desenhos dimensionais, vistas, cortes, elevações, pesos e desenhos de placas;
- Desenhos detalhados do para-raios apresentando seus componentes internos (invólucro de silicone, tubo de FRP, blocos de ZnO, blocos metálicos de enchimento, etc), incluindo informações dimensionais (espessuras das camadas, diâmetros, alturas, distâncias, perfil das saias, etc) e de caracterização dos materiais empregados



(composição química, resistividade elétrica, condutividade térmica, calor específico, densidade, emissividade de superfícies, etc);

- Desenhos com indicações dos pontos de içamento e detalhes de montagem e fixação na estrutura suporte já existente em ITAIPU;
- Manual de instalação contendo os métodos e detalhes para montagem e instalação em campo;
- Manual de operação e manutenção, contendo inclusive valores de referência e limites para a componente resistiva da corrente de fuga, bem como tabelas e/ou curvas para correção desta componente por temperatura e tensão, específicas para o modelo de para-raios ofertado. As tabelas e/ou curvas, além de constarem nos manuais, devem ser fornecidas separadamente em formato digital na forma de arquivos tipo .xls (obrigatório) e arquivos proprietários para uso em instrumentos de medição de corrente resistiva de fuga (se disponível);
- Catálogos, desenhos, manuais e demais documentos referentes ao dispositivo de monitoramento do para-raios, bem como ao coletor de dados portátil (caso aplicável) e ao software;
- Catálogos, desenhos, manuais e demais documentos de dispositivos e ferramentas fornecidos de acordo com os itens 4.8 e 4.9 desta Especificação (caso aplicável).
- Relatório técnico contendo todos os certificados de ensaios de tipo, especiais e do invólucro polimérico, de acordo com os itens 4.10.3 e 4.10.4 desta Especificação.

4.13 EMBALAGEM, ARMAZENAMENTO E TRANSPORTE

Os para-raios, os dispositivos de monitoramento e seus componentes e acessórios devem ser entregues, hermeticamente selados e com embalagens adequadas em caixas de madeira ou outro material compatível com o tipo de transporte a ser utilizado.

Dever-se-á entregar os materiais fornecidos para montagem imediata e para armazenagem como reserva em lotes separados, ou seja, com embalagens e documentos separados. Para todos os efeitos, o lote de material de reserva deverá ser entregue com uma etiqueta externa de identificação clara, indicando-o como material reserva, com seu respectivo número de contrato.

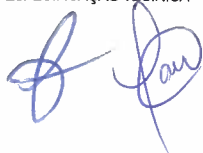
A CONTRATADA deve fornecer, adicionalmente, todas as instruções requeridas para o correto transporte, manipulação e armazenamento dos equipamentos, sendo a CONTRATADA responsável pelo armazenamento dos equipamentos e acessórios em local adequado até a entrega dos mesmos em ITAIPU.

5 LOCAL DE ENTREGA DOS EQUIPAMENTOS

A CONTRATADA deverá observar o local de entrega dos equipamentos definido no instrumento contratual.

6 PRAZOS DO FORNECIMENTO

A CONTRATADA deverá observar os prazos de fornecimento definidos no instrumento contratual.



REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES

Os documentos relacionados a seguir são citados no texto desta especificação. Em caso de divergência, prevalecerão os requisitos estabelecidos nas Especificações, Contrato ou Ordem de Compra.

- 2710-20-15200-P-R4: Diretrizes básicas para a elaboração, a revisão e a apresentação de documentos técnicos;
- Condições Gerais de Inspeção, elaborado pela Superintendência de Materiais da ITAIPU Binacional – MT.DF/MTS.DF/MTSI.DF, disponível na página web de compras de ITAIPU (<https://compras.itaipu.gov.br> – item “Normas e Instruções”)

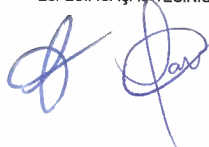


ANEXOS

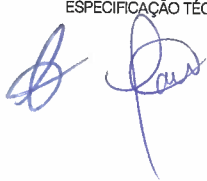
ANEXO A – Tabela de dados garantidos a ser preenchida pelo Proponente

Os para-raios, os dispositivos de monitoramento e demais componentes e acessórios deverão atender os requerimentos obrigatórios apresentados na coluna Dados Requeridos. Nos campos em branco, a Proponente deverá informar o valor a ser garantido para o fornecimento, com qualidade igual ou superior ao especificado.

ITEM DA ESPECIFICAÇÃO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	DADOS REQUERIDOS	DADOS GARANTIDOS
GERAL				
	Nome do Proponente	-----		
	Nome do Fabricante do para-raios	-----		
4.1	Norma Técnica aplicável	-----	IEC 60099-4	
4.3	Tipo do para-raios	-----	Estação, óxido de zinco sem gaps, hollow core, invólucro polimérico	
	Modelo do para-raios	-----		
	País de origem do para-raios	-----		
CARACTERÍSTICAS DO PARA-RAIOS				
4.3	Tensão nominal (Ur)	kV, rms	240	
4.3	Frequência nominal	Hz	50	
4.3	Máxima tensão de operação contínua (Uc)	kV, rms	191	
4.3	Corrente de descarga nominal	kA	10	
4.3	Capacidade de absorção de energia à Ur	kJ/kV	≥ 8	
4.3	Corrente de alta intensidade e curta duração, onda 4 x 10 µs	kA, pico	≥ 100	
4.3	Corrente de baixa intensidade e longa duração (2000 µs)	A, pico	≥ 1000	
4.3	Corrente suportável de curto circuito (0,2 s)	kA	≥ 65	
4.3	Máxima tensão residual para impulso 1 kA, onda 30 x 60 µs	kV, pico	472	
4.3	Máxima tensão residual para impulso 10 kA, onda 8 x 20 µs	kV, pico	564	
4.3	Máxima tensão residual para impulso 20 kA, onda 8 x 20 µs	kV, pico	621	
4.3	Capacidade de sobretensão temporária (TOV) após energia nominal	kV, rms	≥ 247 (10 s) ≥ 262 (1 s)	
	Tensão suportável de impulso atmosférico, 1,2 x 50 µs, seco, invólucro externo	kV,pico	-----	
	Tensão suportável de impulso de manobra, 250 x 2500 µs, molhado, invólucro externo	kV, pico	-----	
	Tensão suportável a frequência industrial (50 Hz), molhado, invólucro externo	kV, rms	-----	
4.3	Descargas parciais internas com 200kV de tensão eficaz aplicada entre fase-terra	pC	≤ 10	
4.3	Distância de escoamento	mm	≥ 7500	
4.3	Carga mecânica de longa duração (SLL)	N.m	≥ 8800	



4.3	Carga mecânica de curta duração (SSL)	N.m	≥ 22600	
4.3	Material do isolamento externo / Cor	-----	borracha de silicone /cinza	
4.4.1	Quantidade de seções do para-raios	-----	No máximo 2	
4.4.1	Possui anel anti-corona?	-----	Não	
4.4.1	Tipo de base	-----	isolada	
4.4.1	Tipo de montagem	-----	vertical	
4.4.2	Material do invólucro externo	-----	Tipo HTV, livre de EPDM e outras borrachas orgânicas	
4.5	Altura total	mm	≥ 3400	
4.5	Quantidade de anéis de equalização	unid.	-----	
4.5	Dimensões da base do para-raios	mm	cfe. Esp. Técnica	
4.6	Tipo de terminal primário principal (dimensões)	mm	cfe. Esp. Técnica	
4.6	Tipo de terminal/conector de aterramento (dimensões)	mm	cfe. Esp. Técnica	
	Peso total do para-raios	kg	-----	
CARACTERÍSTICAS DO DISPOSITIVO DE MONITORAMENTO				
	Nome do Fabricante do dispositivo	-----		
	Modelo do dispositivo	-----		
4.7	Capacidade de registros do contador de operações em memória cíclica própria	unid.	≥ 400	
4.7	Corrente de atuação do contador de operações (pico, onda 8 x 20 μs)	A	≤ 100	
4.7	Faixa de medição de corrente de fuga total, mantendo o erro igual ou inferior a ± 15 %	mA (pico/v/2)	0,2 a 12	
4.7	Faixa de medição de corrente de fuga resistiva (método B2 da norma IEC 60099-5, com correção por temperatura e tensão de acordo com a marca/modelo do para-raios), mantendo o erro igual ou inferior a 20 % (p/ corrente igual ou maior que 51 μA)	μA	25 a 2000	
4.7	Frequência de registro de impulsos	s	≤ 0,5	
4.7	Grau de proteção do dispositivo (mínimo)	-----	IP65	
4.7	Tipo de alimentação elétrica	-----	autônoma	
4.7	Forma de comunicação externa do dispositivo para acessar os dados/parâmetros armazenados	-----	sem fio, por meio de dispositivo portátil	
4.7	Utiliza antena auxiliar para comunicação sem fio?	-----	Sim/Não	
4.7	Comprimento do cabo de interligação entre dispositivo e antena	m	≥ 10	
	Modelo e versão do software de obtenção e análise dos dados do dispositivo de monitoramento	-----	-----	
4.7	Software opera localmente (sem acesso a internet)?	-----	Sim	
4.7	Versão do Sistema Operacional compatível com o software de obtenção e análise dos dados do dispositivo de monitoramento	-----	MS Windows 10 ou mais recente	
4.7	Tipo de terminal/conector de aterramento (dimensões)	mm	cfe. Esp. Técnica	



ENSAIOS E DOCUMENTAÇÃO				
4.11.1	Cumprir com os requisitos de calibração de instrumentos de medição usados nos ensaios de tipo, especiais e rotina	-----	si / no	
4.11.3	Ensaio de tipo e especiais atendem conforme Especificação Técnica	-----	si / no	
4.11.4	Ensaio do material do invólucro polimérico (housing) atendem conforme Especificação Técnica	-----	si / no	
4.11.5	Ensaio de rotina atendem conforme Especificação Técnica	-----	si / no	
4.12	Documentação atende conforme Especificação Técnica		si / no	

