

Critérios para Elaboração de Projetos de Subestações Tipo 01

ENERGISA/GTD-NRM/Nº036/2021

Norma de Distribuição Unificada

NDU 054.1

Versão 1.0 - novembro/19



Apresentação

Esta Norma Técnica apresenta os requisitos mínimos e as diretrizes necessárias para a construção das subestações compactas isoladas a gás, padrão ENERGISA Tipo 01, a ser construída nas áreas de concessão do Grupo ENERGISA.

Na elaboração deste padrão, foram considerados os critérios da confiabilidade, segurança, seguindo as normas da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas e cumprindo a legislação vigente para oferecer uma energia de qualidade aos clientes.

As cópias e/ou impressões, parciais ou em sua íntegra, deste documento não são controladas.

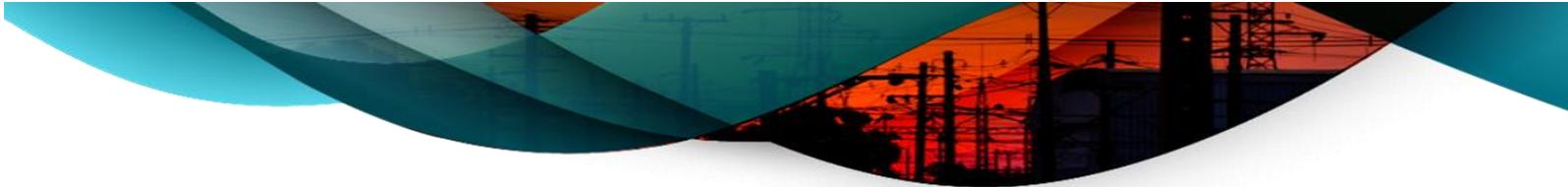
A presente revisão desta norma técnica é a **versão 1.0**, datada de **novembro de 19**.

João Pessoa - PB, novembro de 19.

GTD - Gerência Técnica da Distribuição

Esta norma técnica, bem como as alterações, poderá ser acessada através do código abaixo:





Equipe Técnica de Elaboração da NDU 054.1

Anderson Paiva de Figueiredo

Grupo Energisa

Aprovação Técnica

Ademálio de Assis Cordeiro

Grupo ENERGISA

Jairo Kennedy Soares Perez

ENERGISA Borborema / ENERGISA Paraíba

Fernando Lima Costalonga

ENERGISA Tocantins

Juliano Ferraz de Paula

ENERGISA Sergipe

Amaury Antonio Damiance

ENERGISA Mato Grosso

Paulo Roberto dos Santos

ENERGISA Mato Grosso do Sul

Fabício Sampaio Medeiros

ENERGISA Rondônia

**Ricardo Alexandre Xavier
Gomes**

ENERGISA Acre

Fábio Lancelotti

ENERGISA Minas Gerais / ENERGISA Nova Friburgo

Rodrigo Brandão Fraiha

ENERGISA Sul Sudeste

Sumário

1.	Introdução.....	5
2.	Descrição da SE.....	9
3.	Descrição do Empreendimento.....	13
4.	Partes Constituintes da Subestação	14
4.1.	Entrada de LT de Alta Tensão	14
4.2.	CMI - Compacta Modular Integrada	14
4.2.1.	SKID	23
4.2.2.	GIS (Gas Insulated Substation).....	24
4.2.3.	Transformador de Força.....	29
4.2.4.	Descida de Cabos/Barramento MT	29
4.2.5.	Parede Corta Fogo	30
4.2.6.	Eletrocentro	30
4.3.	Banheiro e Almojarifado	37
4.4.	Banco de Capacitor	37
5.	Demais Itens e Serviços da SE	37
6.	Notas Complementares	38
6.1.	Unifilar	38
6.2.	Arranjo.....	39
6.3.	Arquitetura de Rede	39
6.4.	Demais Notas.....	39
7.	Lista de Documentos a serem emitidos.....	40
7.1.	Documentação - Projeto Elétrico	40
7.2.	Documentação - Projeto Eletromecânico	41
7.3.	Documentação - Projeto Civil	41
8.	Códigos.....	42
9.	Cronograma	43
10.	Histórico de Versões deste Documento.....	43
11.	Vigência.....	43
12.	Lista de Anexo.....	44

1. Introdução

Esta norma técnica estabelece as diretrizes gerais para a construção da Subestação (SE) Tipo 01, padrão ENERGISA, com o objetivo principal de definir os critérios técnicos para a elaboração dos projetos, fornecimento de equipamentos, execução da obra civil, montagem e comissionamento da SE. Assim, estabelece-se a padronização na área de concessão da ENERGISA.

A Figura 1 e a Figura 2 apresentam as vistas isométrica e superior, respectivamente, do modelo 3D da SED Tipo 01 completa.

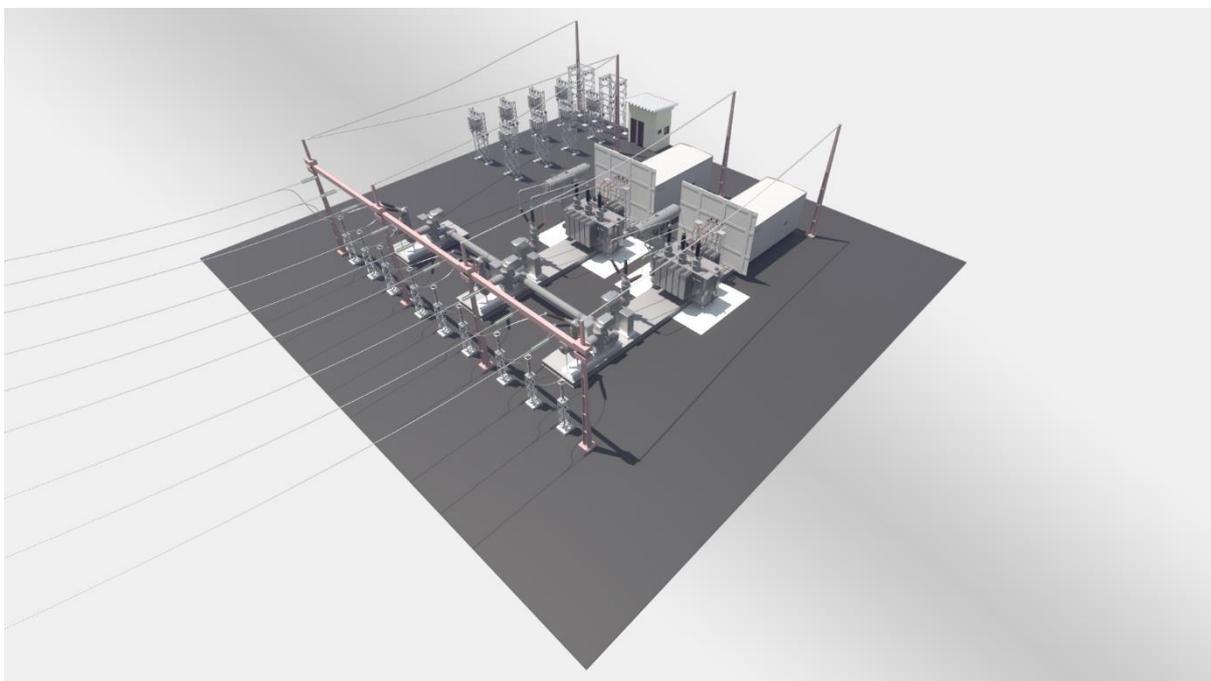


Figura 1: Modelo 3D - SED Tipo 01 vista isométrica

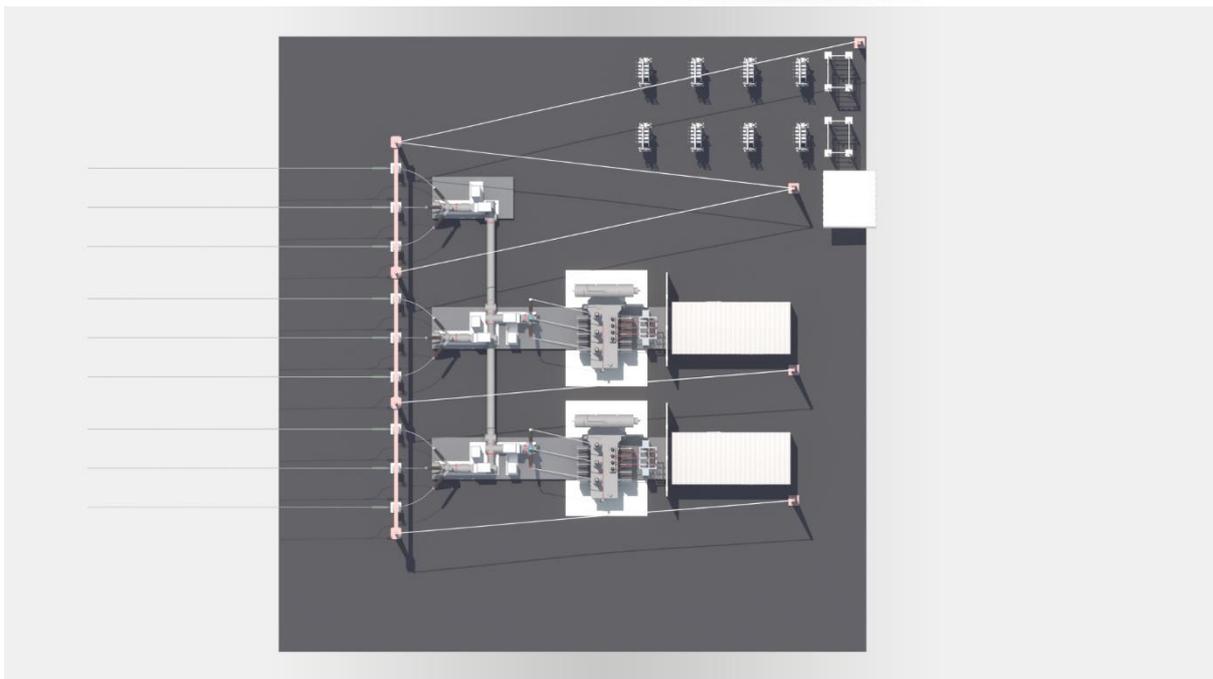


Figura 2: Modelo 3D - SED Tipo 01 vista superior

A SED Tipo 01 utiliza a solução CMI (Compacta Modular Integrada). A CMI contém todos os componentes necessários para o perfeito funcionamento de uma subestação, sendo composta, resumidamente, por três partes/blocos montados sobre uma base chassi metálica (*skid*):

Bloco	Composição
Alta tensão	GIS - Subestação isolada a gás SF6 com classe de isolamento 145 kV
Transformação	Transformador de até 40MVA
Média e baixa tensão	<ul style="list-style-type: none"> •Eletrocentro contendo: SPCS, serviço auxiliar, sistema de telecomunicação e cubículos de média tensão; •Descida de cabos, barramento de média tensão, parede corta fogo.

As Figura 3 e Figura 4 apresentam um exemplo de CMI.

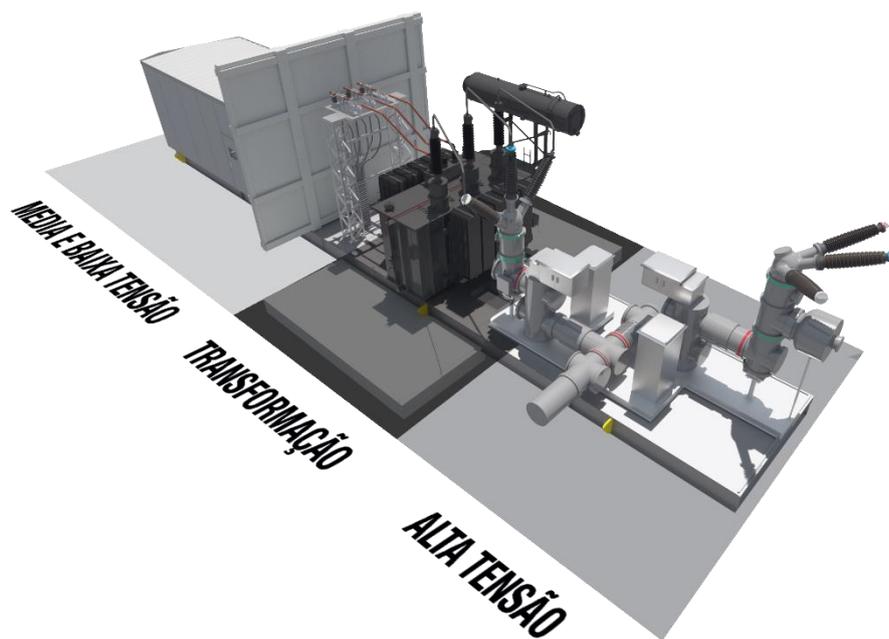


Figura 3: CMI composta por alta tensão, transformação e média e baixa tensão

MEDIA E BAIXA TENSÃO

TRANSFORMAÇÃO

ALTA TENSÃO

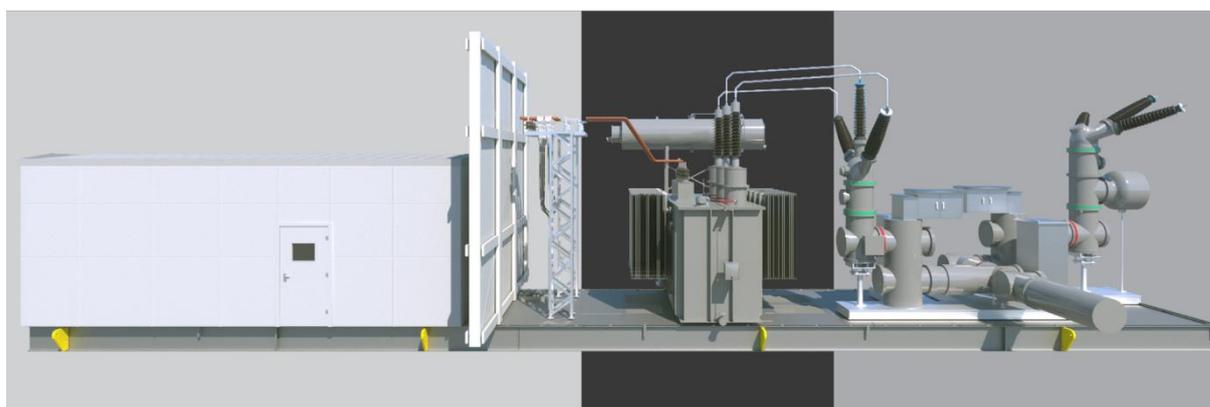


Figura 4: CMI composta por alta tensão, transformação e média e baixa tensão

Além da CMI, esta subestação possui: para-raios externos à GIS, pórticos de entrada para a ancoragem da linha de transmissão, banheiro, almoxarifado e banco de capacitores de média tensão.



A montagem e o comissionamento da subestação (CMI) é realizado, em quase toda sua totalidade, em fábrica. Isso implica que esses serviços são realizados em local controlado, com baixo nível de intemperes e com menor necessidade de deslocamento de profissionais e equipamentos para campo, implicando no aumento da confiabilidade e na redução do tempo necessário para montagem e comissionamento em campo.

O uso de GIS na alta tensão do CMI, CMT na média tensão e eletrocentro na baixa/média tensão implica, em relação as subestações convencionais:

- Menor espaço requerido para instalação;
- Redução do trabalho em campo (menor obra civil e tempo de instalação);
- Menor custo de manutenção;
- Maior continuidade do serviço, devido a menor taxa de falhas dos equipamentos;
- Maior flexibilidade;
- Menor prazo de fornecimento até a energização;
- Maior resistência ao clima e aos ambientes agressivos.

2. DESCRIÇÃO DA SE

A SED Tipo 01 foi concebida para suportar em sua máxima expansão até:

- 03 (três) bays de linha
- 02 (dois) bays de transformação.

Desta forma, a SED Tipo 01 completa (com todos os bays possíveis) apresenta 3 módulos distintos de CMI (três CMI's, vide Figura 2), sendo cada um deles descritos no item 4.1. A conexão entre as CMI's na parte de alta tensão é realizada por um barramento isolado a gás (GIB) e na média tensão, quando necessário, por cabos isolados.

A implantação A (fase 1) da SED Tipo 01 (vide Anexo III) possui apenas uma CMI, sendo a parte de alta tensão formada por um bay linha-transformador, conforme item 4.2.2.1. A Figura 5 e a Figura 6 apresentam as vistas isométrica e superior do modelo 3D da implantação (fase 1) da SED Tipo 01. A SED Tipo 01 de implantação tem uma área de aproximadamente 45m x 32m.

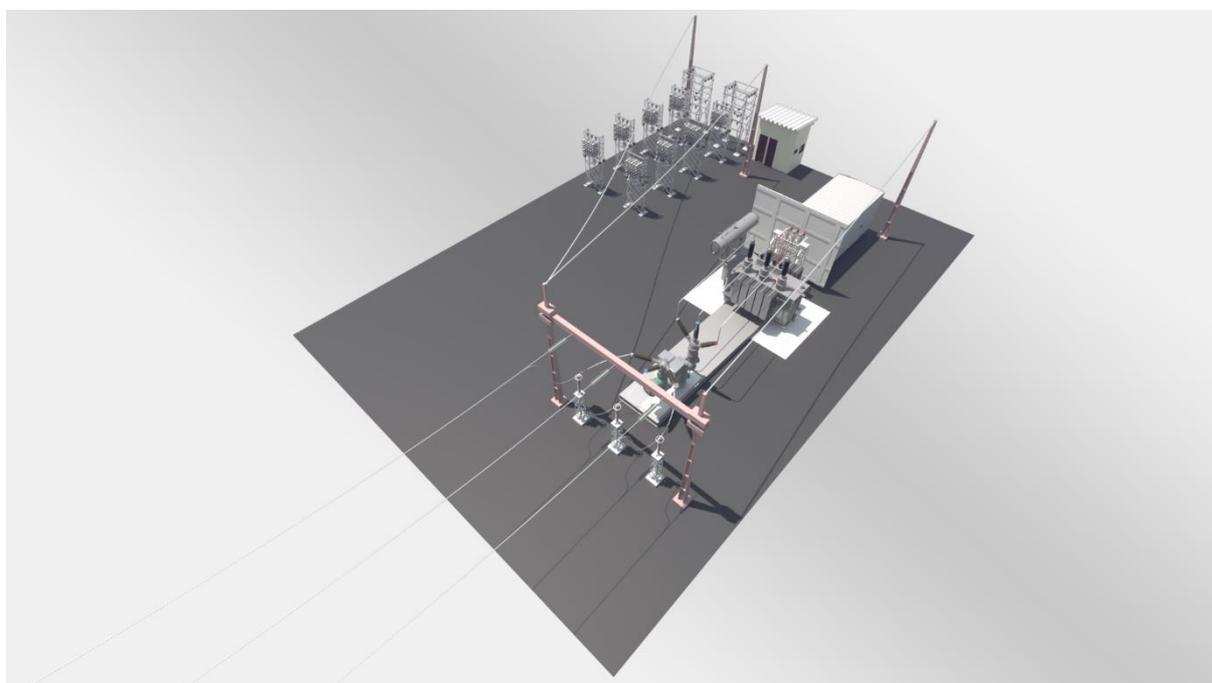


Figura 5: Modelo 3D - SED Tipo 01 implantação vista isométrica

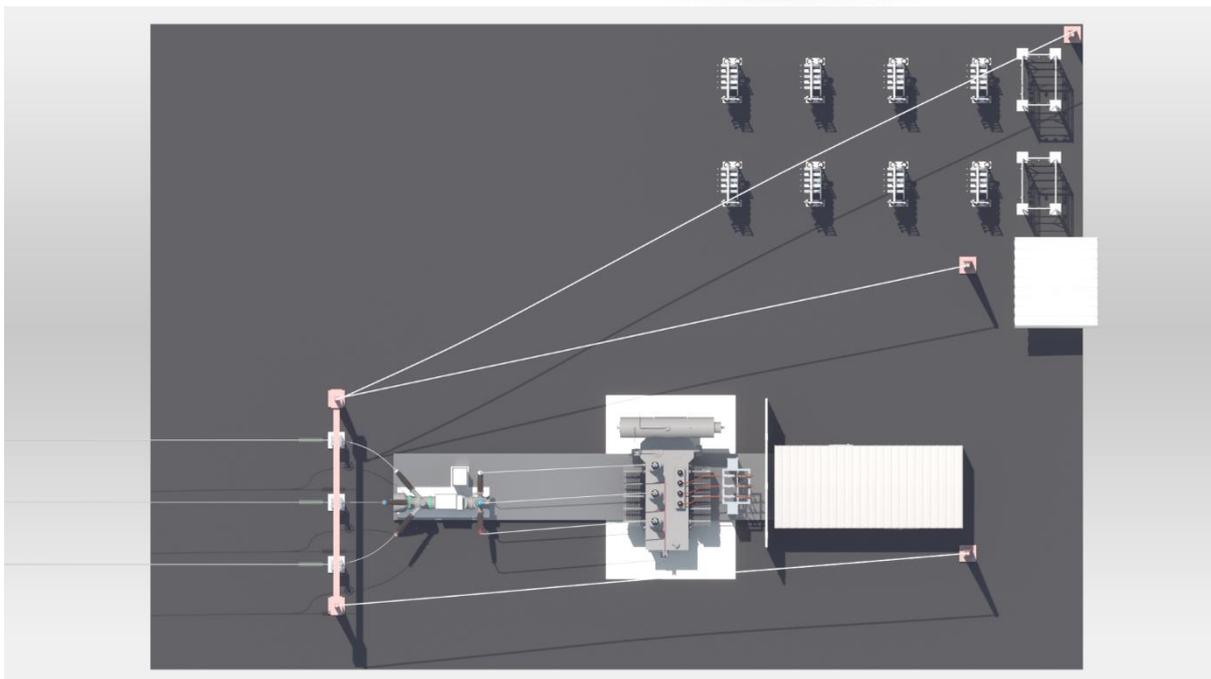


Figura 6: Modelo 3D - SED Tipo 01 implantação vista superior

Para a ampliação da subestação tipo 1, seja inserindo mais um bay de linha-transformador ou mais um bay de transformação e/ou bay de linha, deve ser instalado mais uma CMI. Para esta ampliação são necessários mais 16 metros de expansão da SE, totalizando uma área de aproximadamente 45m x 48m. Isto é necessário para que haja espaço para a nova CMI, para a manobra de carreta para eventual retirada/manutenção do transformador e espaço para uma eventual SED móvel para contingências. Além da expansão do terreno e alocação da nova CMI, deverão ser realizadas as seguintes adequações na subestação implantada:

- Adequação da GIS bay linha-transformador do CMI existente, alterando para um bay de linha mais um bay de transformador (vide item 4.2.2.2);
- Montagem de um barramento isolado a gás GIB, para interligação do barramento de alta tensão das CMI's;
- Instalação de parede corta fogo entre os transformadores das CMI's;
- Interligação do SPCS (Sistema de Proteção, Controle e Supervisão) das CMI's;

- Fornecimento de cubículos de média tensão para adequação do eletrocentro do primeiro CMI e permitir a interligação de barras com o cubículo da nova CMI;
- Interligação do barramento de média tensão (entre as CMI's) por meio de cabos isolados;
- Fornecimento de um banco de capacitor (caso aplicável);
- Demais serviços e materiais necessários para o perfeito funcionamento da SED;

O Anexo IV apresenta o arranjo proposto para expansão da SED Tipo 01. A Figura 7 e a Figura 8 apresentam as vistas isométrica e superior do modelo 3D da ampliação da SED Tipo 01.

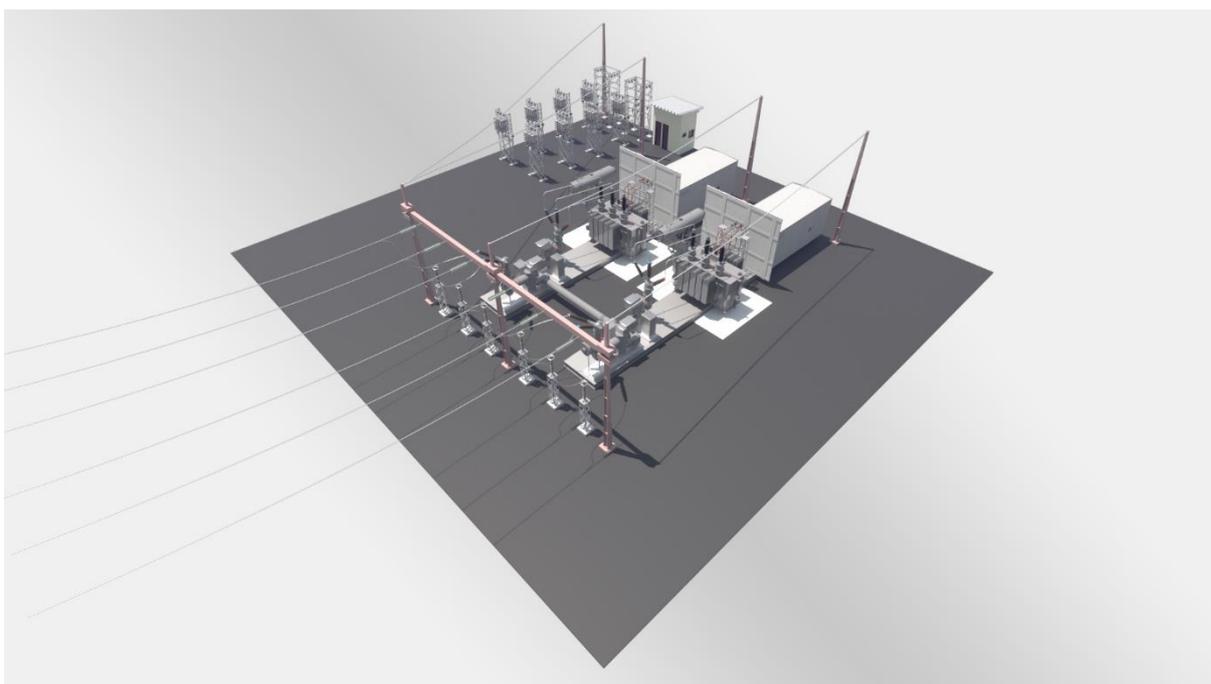


Figura 7: Modelo 3D - SED Tipo 01 ampliação vista isométrica

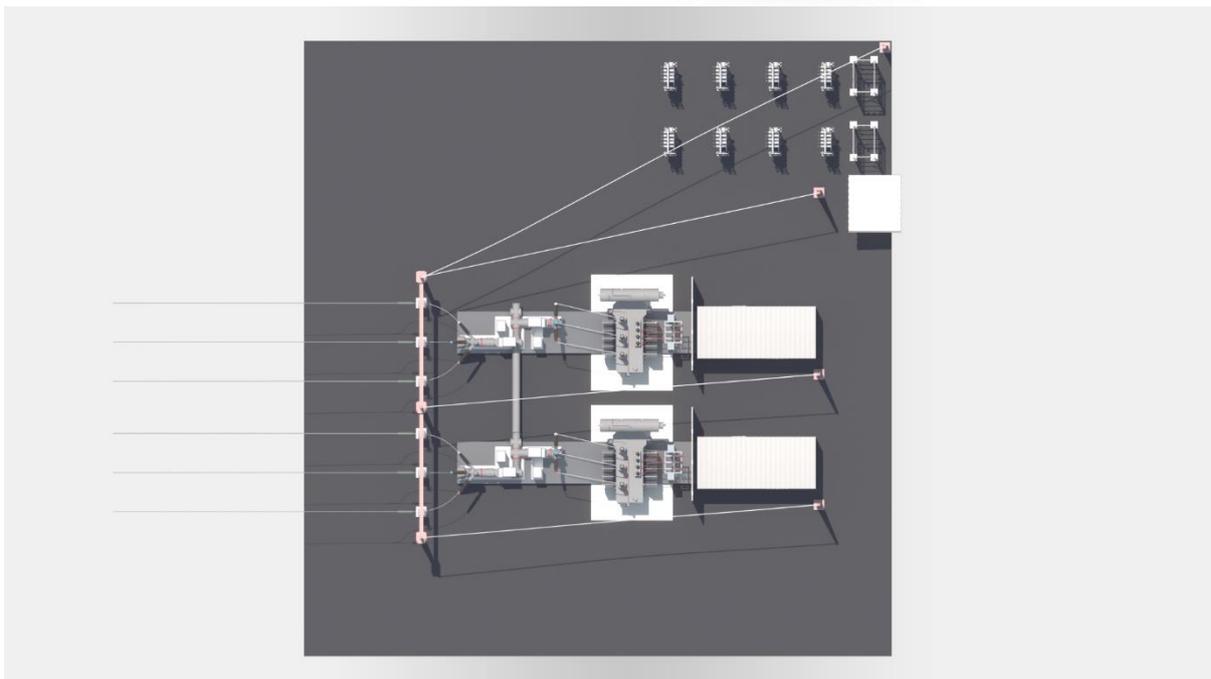


Figura 8: Modelo 3D - SED Tipo 01 ampliação vista superior

Por fim, para a segunda e última expansão possível da SED Tipo 01, adequando-a para seu arranjo completo, é possível a implementação de uma nova entrada de LT (bay de LT) sem necessidade de expandir o terreno. Este novo bay deve ser implementado na parte superior da subestação, por meio de uma nova CMI. Esta CMI possuirá apenas a parte/bloco da alta tensão (GIS bay LT) sobre uma base skid. Desta forma, para esta ampliação são necessárias as adequações a seguir:

- Instalação de um novo barramento isolado a gás GIB, para interligação do barramento de alta tensão das CMI's;
- Alocação do novo painel de LT em um dos CMI existentes;
- Interligação do SPCS (Sistema de Proteção, Controle e Supervisão) das CMI's;
- Demais serviços e materiais necessários para o perfeito funcionamento da SE;

O Anexo V apresenta o arranjo proposto da SED Tipo 01 completa e a Figura 1 e a Figura 2 apresentam as vistas isométrica e superior do modelo 3D da subestação.

3. Descrição do Empreendimento

O fornecimento da SED Tipo 01 engloba, mas não se limita, a:

- Projeto executivo;
- Fabricação;
- Obra civil e montagem;
- Ensaio;
- Comissionamento;
- Transporte;
- Compacta Modular Integrada - CMI;
- Barramento isolado a gás - GIB (caso aplicável);
- Para-raios para entrada de LT;
- Pórticos de entrada;
- Caixa separadora de água e óleo;
- Banheiro e almoxarifado;
- Base e infraestrutura para antena de telecomunicações (caso aplicável);
- Banco de capacitores (caso aplicável);
- Sistema de proteção, controle e supervisão;
- Sistema de serviço auxiliar;
- Sistema de iluminação;
- Barramento aéreo;

- Cabos de controle e força;
- Fornecimento e lançamento de cabos de média tensão até a caixa de distribuição;
- Todo e qualquer, mesmo que aqui não citado, serviço, material e equipamento a fim de garantir o perfeito funcionamento e desempenho da SE.

4. Partes Constituintes da Subestação

4.1. Entrada de LT de Alta Tensão

A entrada de LT da SED é composta por pórticos, preferencialmente de concretos, para a ancoragem da LT na SED, cadeias de isolamento e suspensão, na quantidade adequada para o atendimento da solução, para raios de óxido de zinco com tensão condizente a tensão nominal da LT para todas as fases das entradas de LT da SED e cabos de força. A Figura 9 apresenta a vista em perspectiva do modelo 3D da entrada de LT de alta tensão

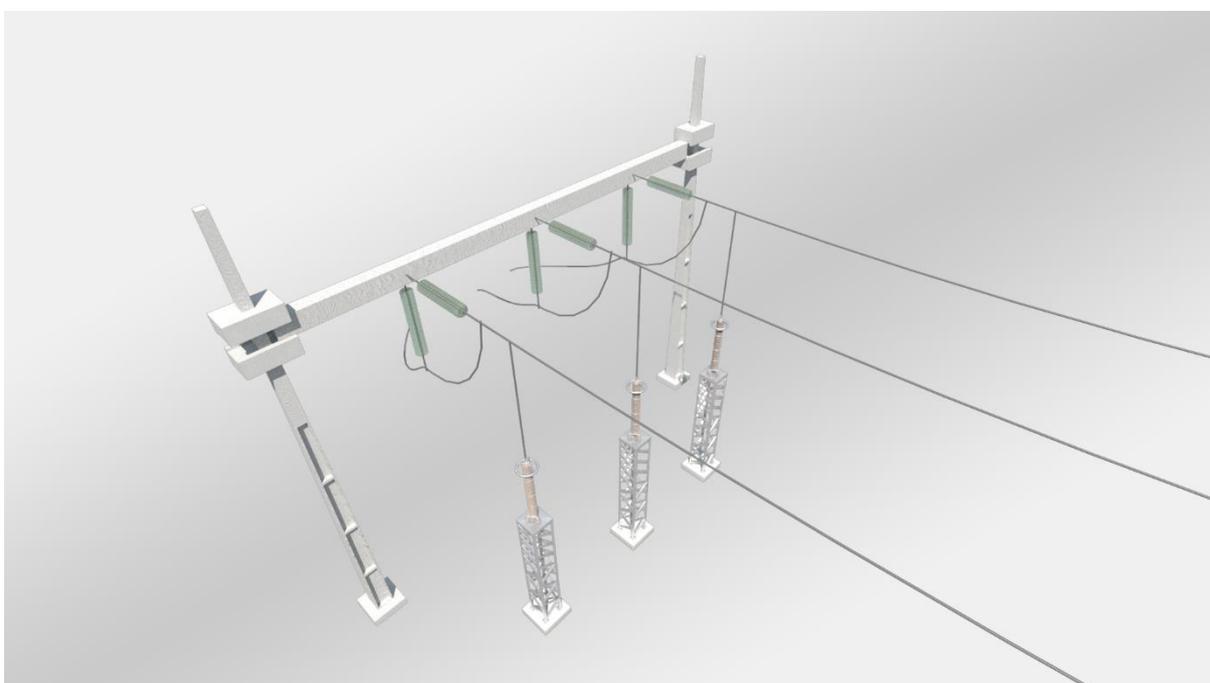


Figura 9: Vista em perspectiva da entrada de linha de transmissão.

4.2. CMI - Compacta Modular Integrada

Conforme descrito no item 1, a CMI contém todos os componentes necessários para o perfeito funcionamento de uma subestação, sendo composta resumidamente por três partes/blocos montados sobre uma base chassi metálica (skid):

Bloco	Composição
Alta tensão	GIS - Subestação isolada a gás SF6 com classe de isolamento 145 kV
Transformação	Transformador de até 40MVA
Média e baixa tensão	<ul style="list-style-type: none"> • Eletrocentro contendo: SPCS, serviço auxiliar, sistema de telecomunicação e cubículos de média tensão; • Descida de cabos, barramento de média tensão, parede corta fogo.

A Figura 10 apresenta a relação dos blocos constituintes da CMI com o unifilar e o modelo 3D, assim como a Figura 3 e a Figura 4.

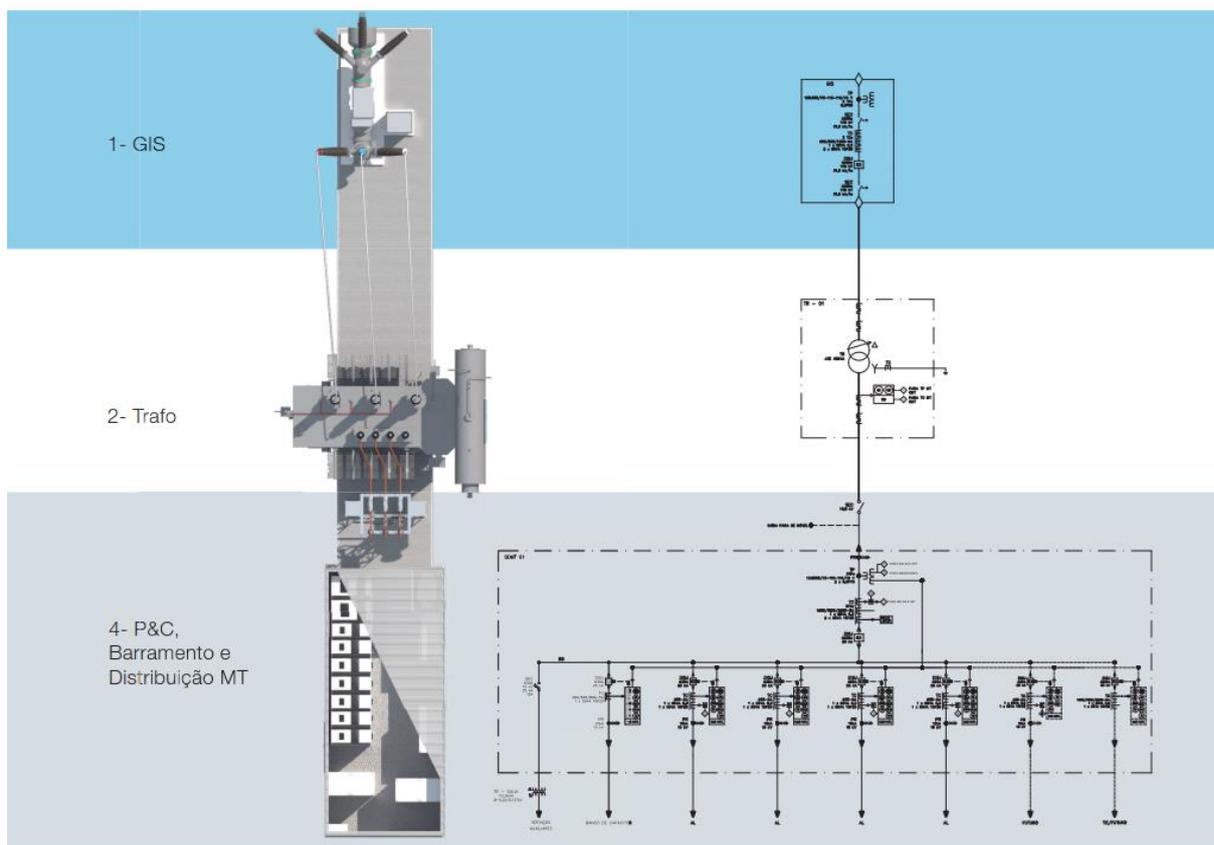


Figura 10: Relação do CMI com o unifilar



A CMI engloba o conceito “plug and play”, uma vez que a subestação é fornecida completamente montada e previamente em fábrica.

A realização do teste e montagem em fábrica implica na realização dos serviços em um local com baixo nível de intemperes, maior padronização e maior confiabilidade. Ademais, esta solução reduz sobremaneira os serviços de obra civil e de montagem eletromecânica.

Apesar da possibilidade de mobilidade da CMI, ela não se enquadra como uma subestação móvel apesar. As SEDs móveis apresentam transformadores especiais para suportar os testes de velocidade e frenagem, setor de média tensão mínimo (apenas 1 bay, geralmente), não permite expansão e carreta especial para tráfego e manobra em ruas de centros urbanos para atendimento a cargas emergenciais. Já a solução CMI apresenta transformador padrão (o mesmo utilizado em subestações convencionais), setor de média com mais de um bay (o CMI 01 apresenta 09 bays de média tensão) e base SKID.

Assim, o CMI apresenta os mesmos equipamentos de uma subestação convencional da concessionária. Isso implica em possibilidade de aproveitamento de equipamentos de SEDs existentes para a CMI e da CMI para SEDs existentes, não necessitando de sobressalentes especiais para os equipamentos, como acontece com as SEDs móveis, e maior facilidade de aquisição de materiais e equipamentos.

A distribuição de esforço/peso dos equipamentos sobre a base skid de maneira mais uniforme acarreta na possibilidade do uso de uma base radier simples ao invés de diversas fundações profundas, como acontece nas subestações convencionais. Esse tipo de base apresenta menor necessidade de maquinário e mão de obra especializada. A utilização da base radier deve ser confirmada em projeto por meio de sondagem, pois as características do solo podem exigir a utilização de outras soluções.

A CMI pode apresentar diversas configurações dependendo das necessidades e especificações da subestação. A parte de alta, por exemplo, pode utilizar GIS com diversas configurações, pode haver transformadores de força com diversas potências ou que utilizem entradas e saídas aéreas ou por cabo isolado; as quantidades de



painéis e o SPCS da solução podem sofrer alterações; a quantidade de colunas de CMT podem variar; o transformador de serviço auxiliar pode ser alocado dentro do eletrocentro ou no barramento de descida de cabos; pode-se utilizar o setor de baixa e média tensão abrigado ou desabrigado; entre outras variações.

Foram concebidos 3 tipos de módulos CMI a serem utilizadas na SED Tipo 01 (Módulo CMI 1, CMI 2 e CMI 3). As CMI's da ENERGISA possuem as características apresentadas na tabela do início deste item, bloco de alta tensão composto de GIS, bloco de transformação composto por transformador até 40MVA e bloco de média e baixa tensão composto por eletrocentro e descida de cabos.

A SED Tipo 01 completa é composta por 3 (três) módulos CMI's.

As CMIs 1 e 2 são compostas por:

- GIS, vide item 4.2.2.2;
- SKID, vide item 4.2.1;
- Transformador de força, vide item 4.2.3;
- Descida de cabos/Barramento de média, vide item 4.2.4;
- Parede corta-fogo, vide item 4.2.5;
- Eletrocentro, vide item 4.2.6.

A diferença entre os módulos (CMI - Compacta modular integrada) 01 e 02 está no número de saídas para barramento isolado: a GIS da CMI 01 apresenta apenas uma saída, enquanto a GIS do módulo 02 apresenta duas saídas, conforme apresentado nos diagramas unifilares da Figura 11 e da Figura 12. O item 4.2.2 detalha de maneira completa a diferença das GISs aplicadas às CMIs. A Figura 13 e a Figura 14 apresentam as vistas isométrica e lateral, respectivamente, do modelo 3D CMI 01. A Figura 15 e a Figura 16 apresentam as vistas isométrica e lateral, nesta ordem, do modelo 3D CMI 02.

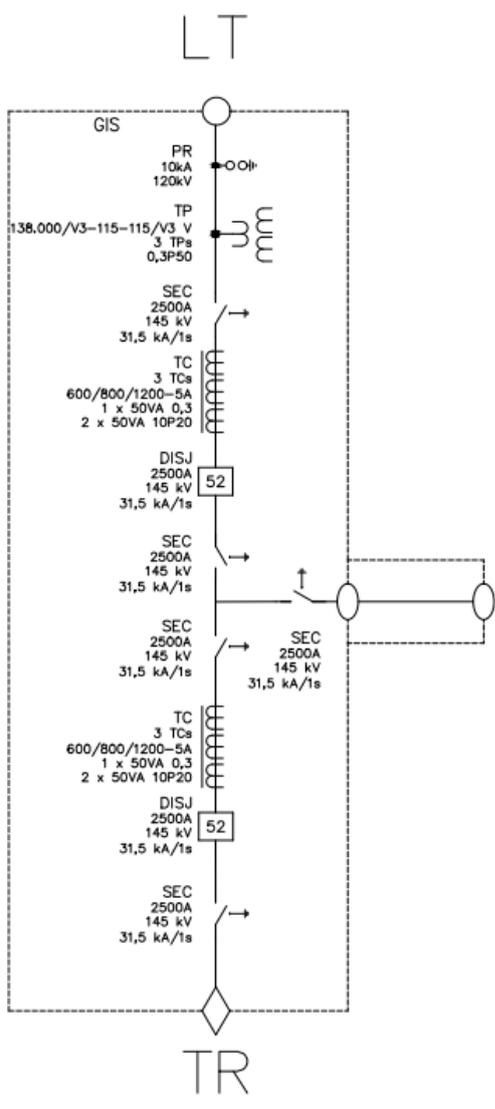


Figura 11: Unifilar da GIS da CMI 01

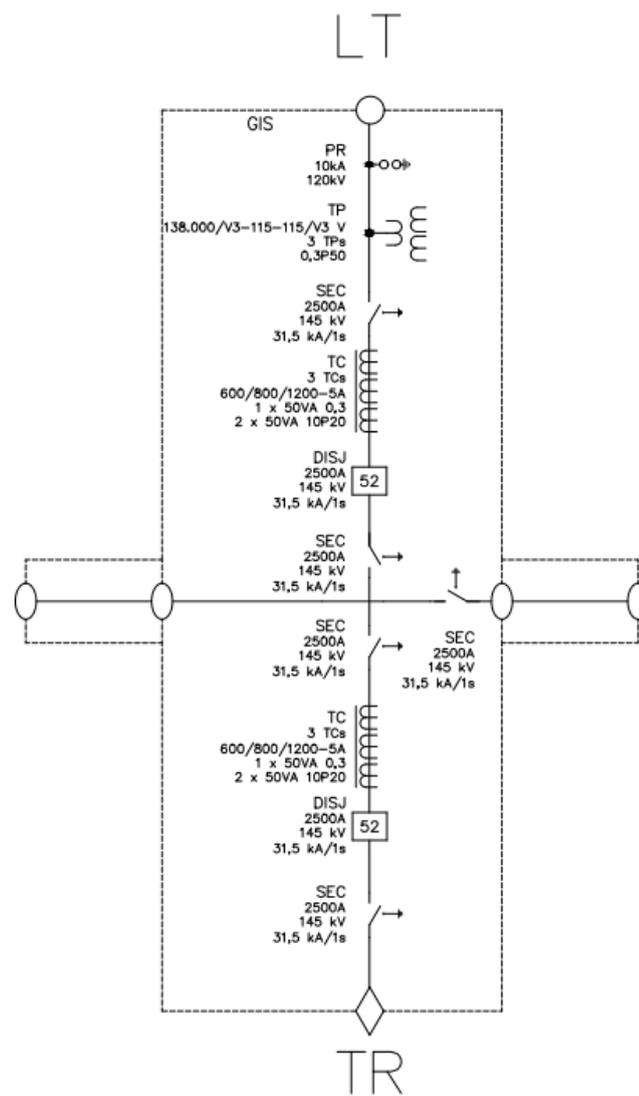


Figura 12: Unifilar da GIS da CMI 02

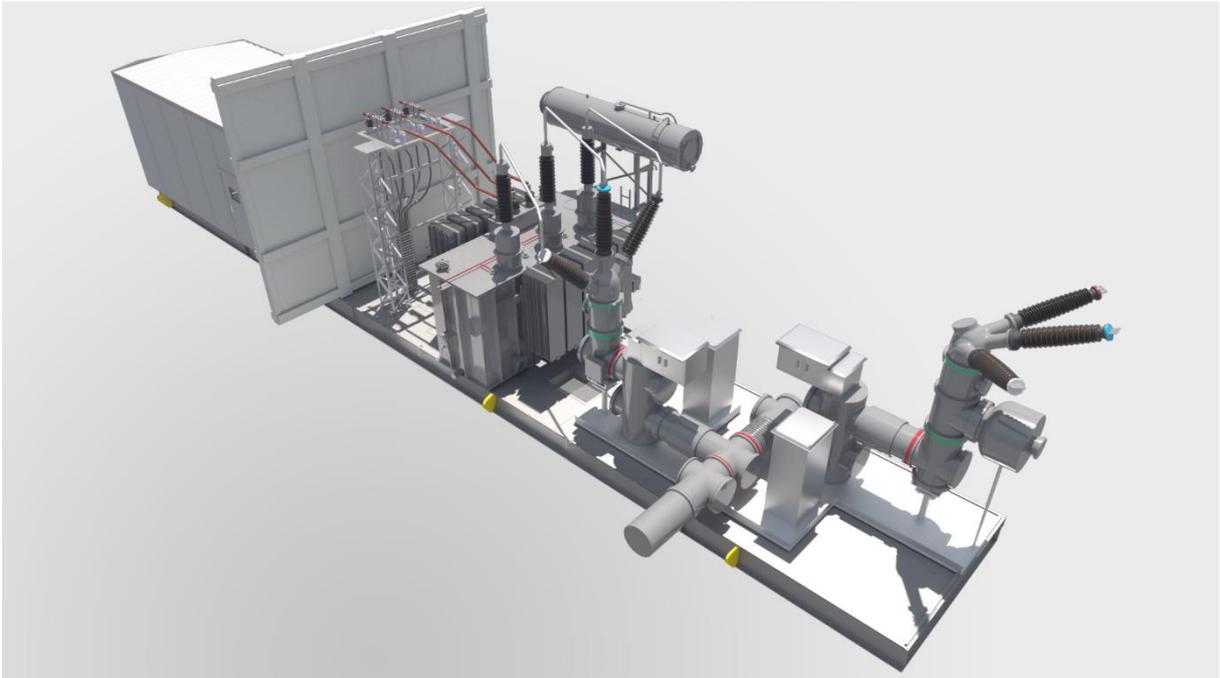


Figura 13: Modelo 3D - CMI 01 vista isométrica

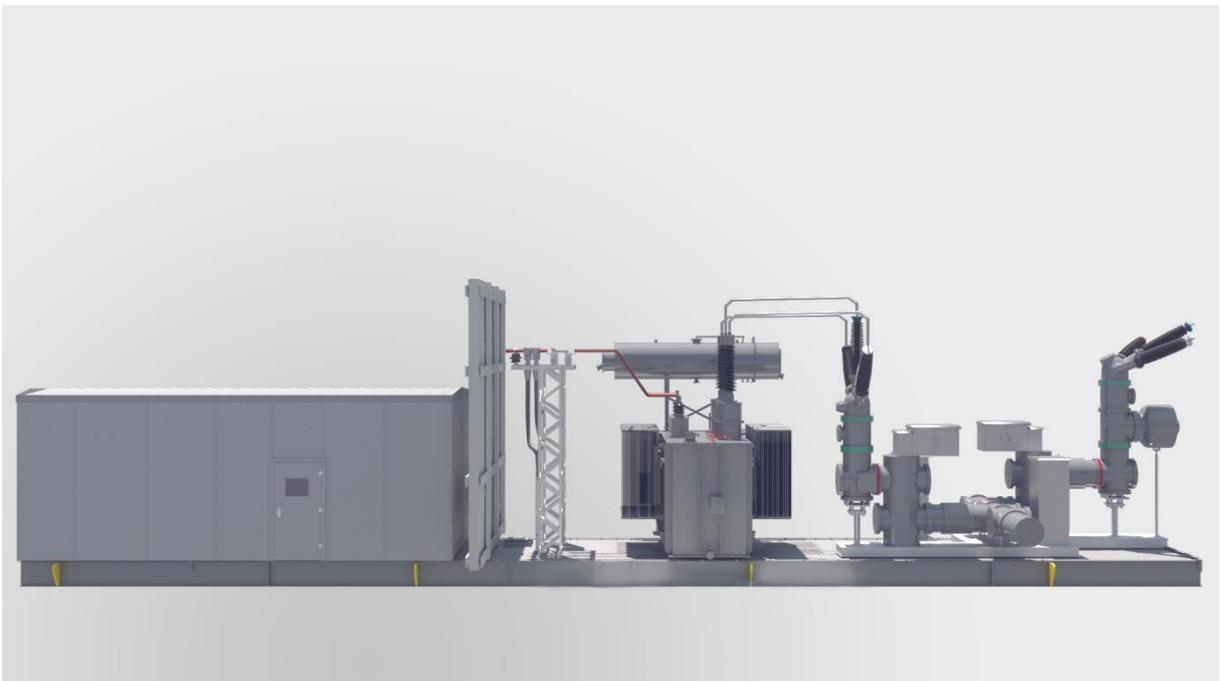


Figura 14: Modelo 3D - CMI 01 vista lateral

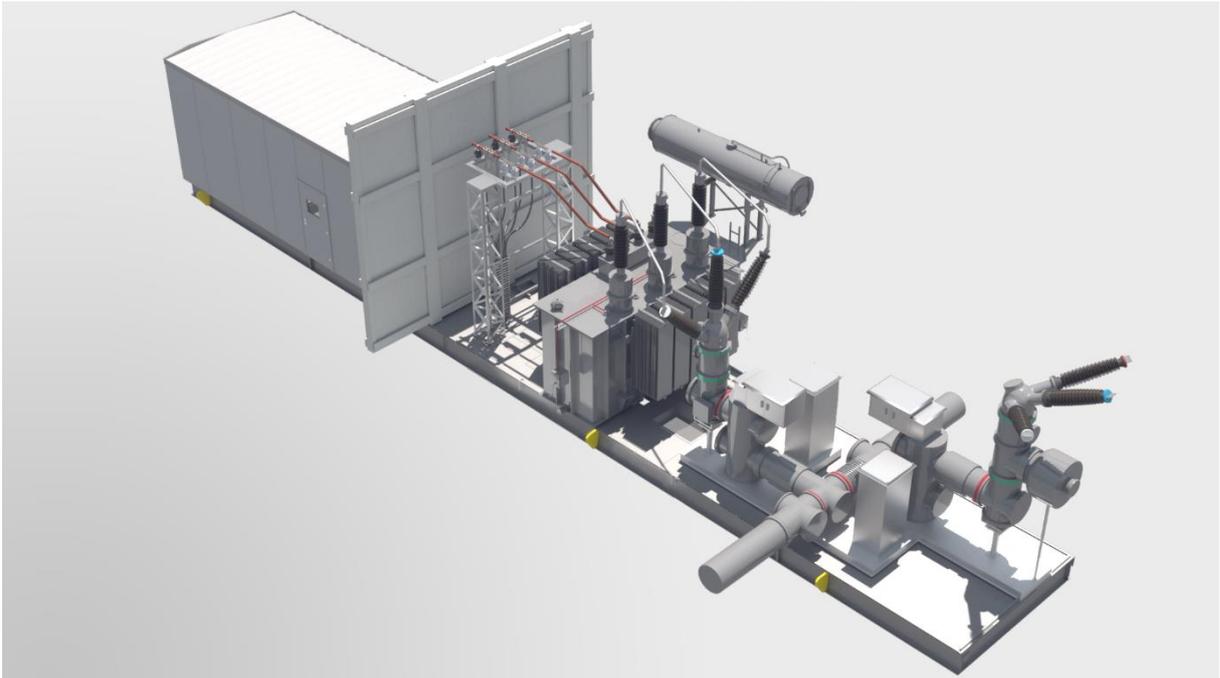


Figura 15: Modelo 3D - CMI 02 vista isométrica

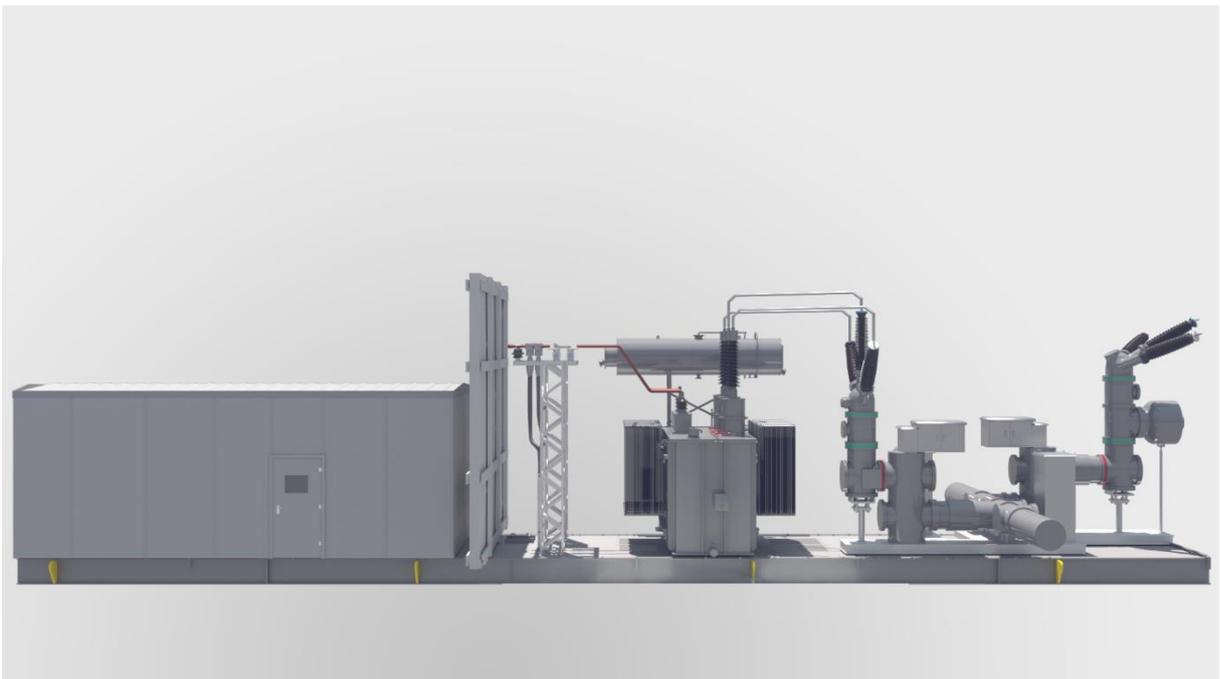


Figura 16: Modelo 3D - CMI 02 vista lateral

O módulo CMI 03 é um bay de linha, contendo:

- GIS;
- Skid.

A Figura 17 e a Figura 18 apresentam as vistas isométrica e lateral, respectivamente, do modelo 3D da CMI 03.

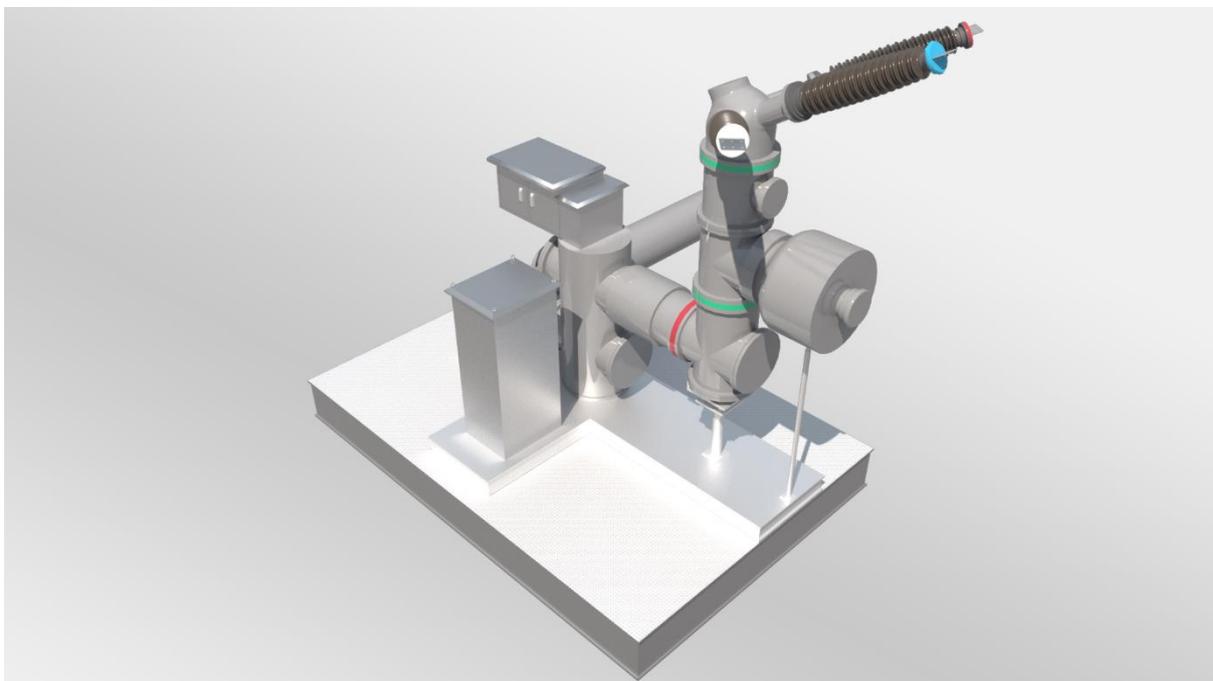


Figura 17: Modelo 3D - CMI 03 vista isométrica

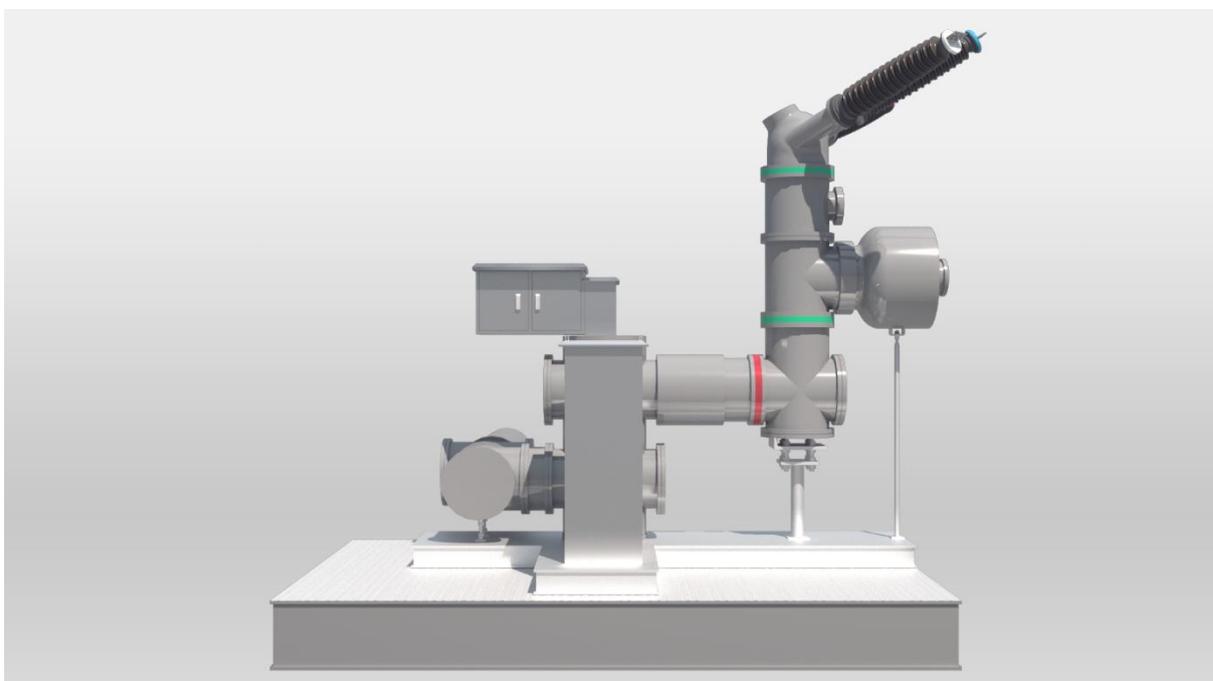


Figura 18: Modelo 3D - CMI 03 vista lateral

No momento da implementação A da SED Tipo 01, conforme apresentado no item 2, é recomendado a utilização de uma adaptação do CMI 01. Esta adaptação consiste

na troca da GIS do CMI 01 (vide item 4.2.2.2) para uma GIS bay linha-trafo (vide item 4.2.2.1) e na possibilidade de redução de um painel de LT no eletrocentro do módulo.

As CMIs, sem o transformador de força, devem apresentar massa máxima total que permita o seu transporte de acordo com as distribuições de carga definidas pelos órgãos responsáveis.

Os módulos deverão ser fornecidos com o laudo do transporte.

4.2.1. SKID

A CMI será fornecida completamente montada sobre chassi (SKID). Este deve ter resistência mecânica suficiente para suportar os diversos esforços dos equipamentos e movimentação devido ao seu transporte e instalação. A estrutura do piso é construída através de perfis soldados na base, cujo fechamento é realizado por chapa de aço corrugada 3/16". A base deve ser preparada com todos os recortes e dispositivos para montagem e fixação dos painéis elétricos e leito de cabos.

O piso é parcialmente fechado na área dos painéis, para acomodação dos cabos e funciona também como porão de cabos.

O aterramento do SKID deve ser feito por uma barra de cobre que percorrerá todo o perímetro do chassi, além de estar embutida dentro do mesmo de maneira adequada. Deve haver no mínimo 6 pontos destinados à ligação dos módulos à malha de terra.

Deverá ser previsto no mínimo 4 (quatro) pontos de içamento. Em todos estes, deve haver identificação do peso total do chassi, do conjunto e da capacidade de içamento de cada ponto. Ressalta-se que deverá ser executado o Plano de *Rigging*.

O projeto estrutural e mecânico do SKID deve prever utilização de macacos hidráulicos para içamento do transformador de força quando o módulo estiver em posição de transporte ou de montagem definitiva. Esses pontos devem estar claramente indicados no SKID.

Os detalhes da SKID deverão ser representados em desenho a ser aprovado pela engenharia da ENERGISA. Todo o projeto deve ser realizado em software BIM

(*Building Information Modeling*), principalmente o roteamento de cabos dentro da SKID e os esforços dos equipamentos da CMI.

Cada CMI deve ser fabricada, preferencialmente, sobre um mesmo SKID. Caso seja necessário a repartição do chassi para transporte, ela poderá ser feita em até duas partes.

A Figura 19 apresenta uma representação de um exemplo de chassi SKID.

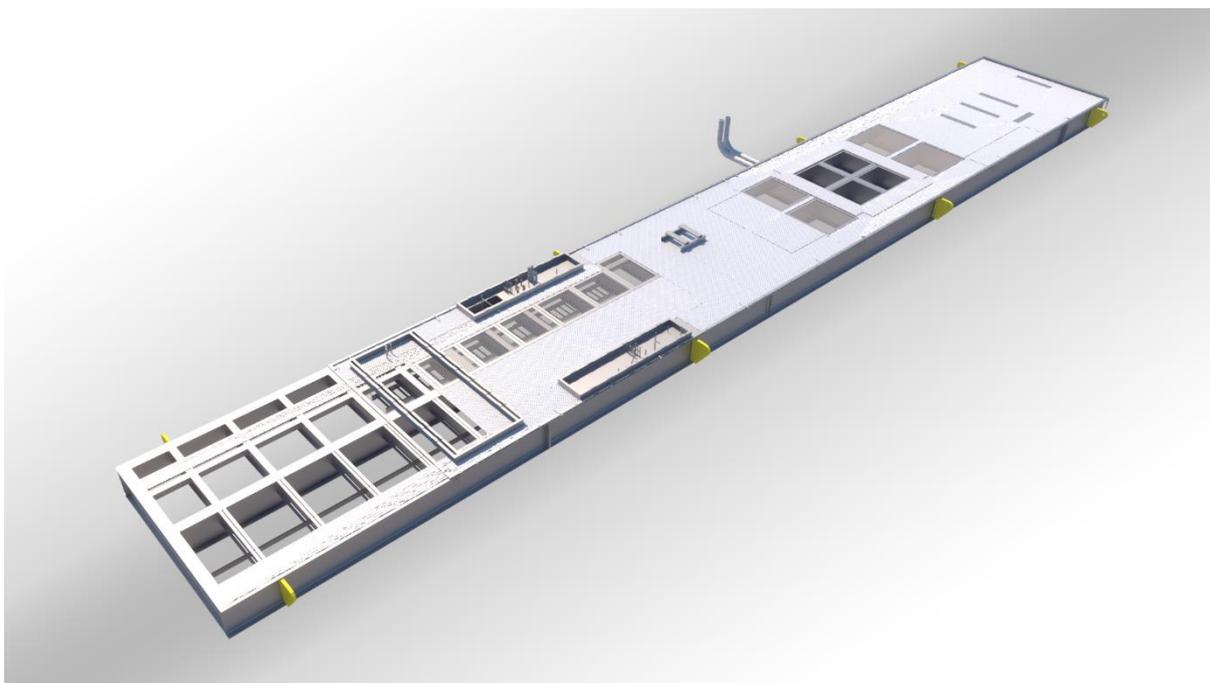
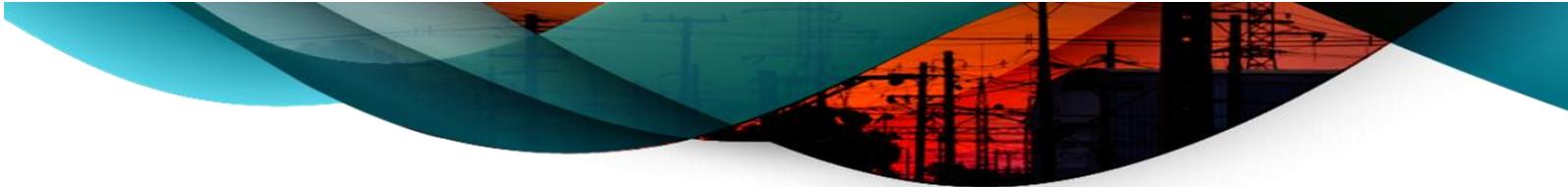


Figura 19: Vista Isométrica do Chassi (SKID)

4.2.2. GIS (Gas Insulated Substation)

As GIS utilizadas nas soluções padronizadas devem estar de acordo com a ETU 144 - SUBESTAÇÃO BLINDADA ISOLADA A GÁS SF6 145 KV.

O setor de alta tensão da SED Tipo 01 completa é composto por 3 *bays* de LT e 2 de TR no esquema barra simples seccionada em duas partes. Os *bays* da SE são compostos por GIS conectadas por barramentos isolados a gás (GIB). A GIS faz a transição / interligação de saída para conexões de cabos aéreos, além da função de interrupção e chaveamento.



A GIS é composta por um conjunto de manobra isolado a gás SF₆ com *design* modular. Esse agrupamento é classificado como um dispositivo de comutação encapsulado em invólucro metálico, combinando disjuntores, chaves seccionadoras, chaves de aterramento, transformadores de corrente, transformadores de potencial, barramentos e buchas para cabos aéreos.

O invólucro é preenchido com gás SF₆ como meio isolante, o que possibilita a pequena distância de isolamento elétrica entre as partes vivas e entre os equipamentos.

4.2.2.1. GIS - BAY LINHA-TRAFO

Este módulo GIS é composto por:

- 6 (seis) buchas;
- 1 (um) disjuntor;
- 2 (duas) seccionadoras três posições;
- 3 (três) transformadores de corrente;
- 3 (três) transformadores de potencial.

No caso de implementação da SED Tipo 01 com apenas um módulo, pode ser fornecido um módulo com a alta tensão composta por um *bay* linha-trafo, conforme diagrama unifilar da Figura 20 e representação 3D da Figura 21.

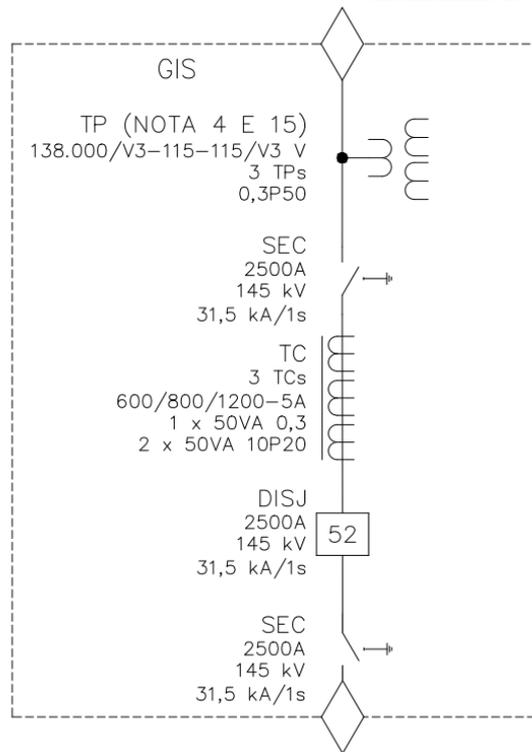


Figura 20: Unifilar bay linha-trafo



Figura 21: Representação 3D do bay linha-trafo

Este módulo deve ser projetado de tal forma que possibilite a expansão da GIS para o bay de linha mais bay de Trafo, conforme apresentado no tópico 4.2.2.2.

4.2.2.2. GIS - BAY DE LINHA MAIS BAY DE TRAF0

Este módulo GIS é composto por:

- 6 (seis) buchas;
- 2 (dois) disjuntor;

- 5 (cinco) seccionadoras três posições;
- 6 (seis) transformadores de corrente;
- 3 (três) transformadores de potencial,

A GIS com *bay* de linha mais *bay* de trafo do módulo 01 é conforme apresentado na Figura 22. A GIS do módulo 02 é conforme apresentado na Figura 23. A diferença das duas GIS se deve a presença de duas saídas de barramento isolado na GIS do módulo 02 e uma saída na GIS do módulo 01. Ambas estão representadas em 3D pela Figura 24.

Quando se utilizar a GIS *bay* linha-trafo para a implementação da SED Tipo 01, deve-se prever a expansão da GIS para o *bay* de linha mais *bay* de trafo.

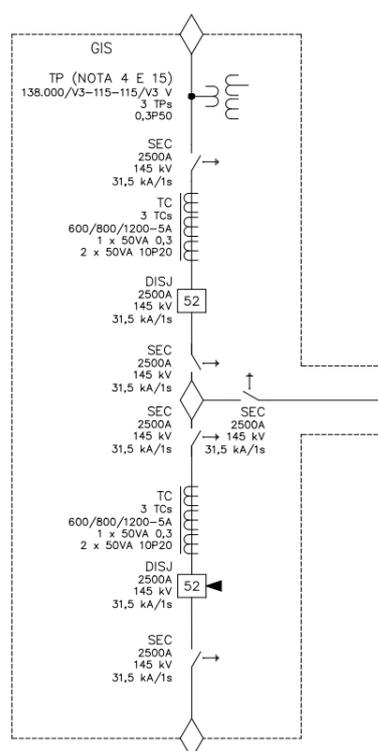


Figura 22: Unifilar bay linha mais bay Trafo - módulo 01

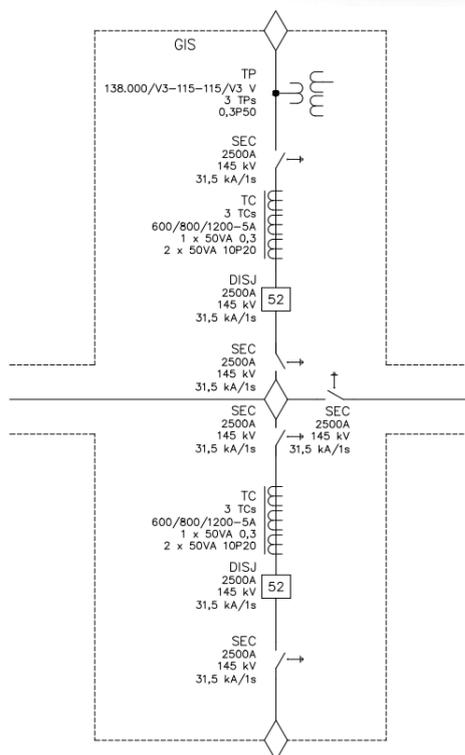


Figura 23: Unifilar bay linha mais bay Trafo - módulo 02

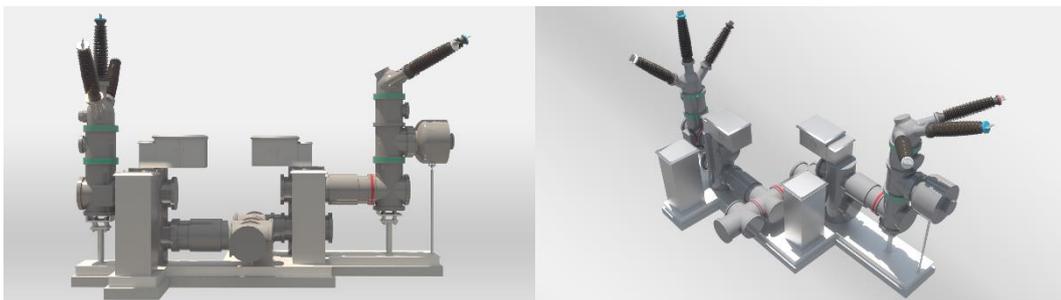


Figura 24: Representação 3D do bay de linha mais bay de trafo

4.2.2.3. GIS - BAY DE LINHA

Este módulo GIS é composto por:

- 3 (três) buchas;
- 1(um) disjuntor;
- 2 (duas) seccionadoras três posições;
- 3 (três) transformadores de corrente;
- 3 (três) transformadores de potencial,

A GIS com bay de linha do módulo 03 é conforme apresentado na Figura 25 e na Figura 26.

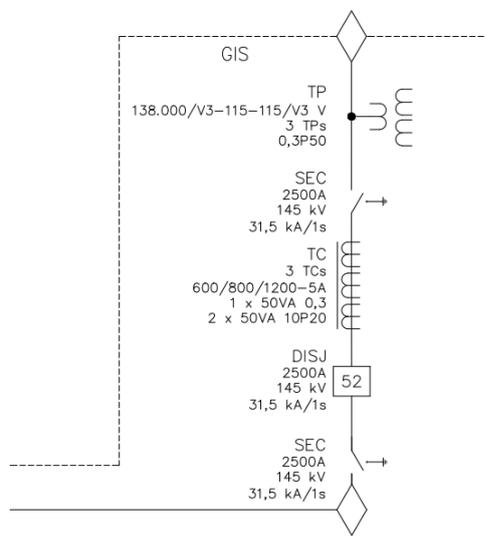


Figura 25: Unifilar bay de linha

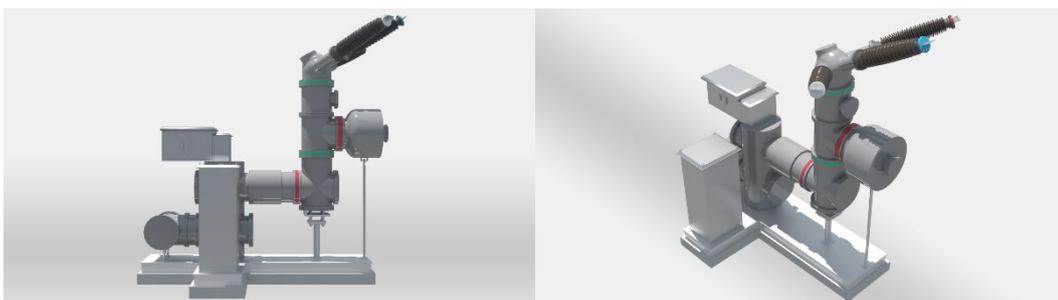


Figura 26: Representação 3D do bay de linha

4.2.3. Transformador de Força

Os transformadores de força utilizados nas soluções padronizadas devem estar de acordo com a Especificação Técnica ETU-001

4.2.4. Descida de Cabos/Barramento MT

Deverá ser fornecido uma descida de cabos de MT a ser alocada sobre o SKID entre o transformador de força e a parede corta-fogo. A Figura 27 apresenta um exemplo desta descida de cabos/barramento de MT.

Essa estrutura possui:

- 01 (uma) seccionadora de MT;

- Conectores tipo NEMA 4 furos para a descida de cabos de média tensão para os cubículos de média tensão (CMT);
- Conectores tipo NEMA 4 furos em espera para a conexão da SE Móvel;

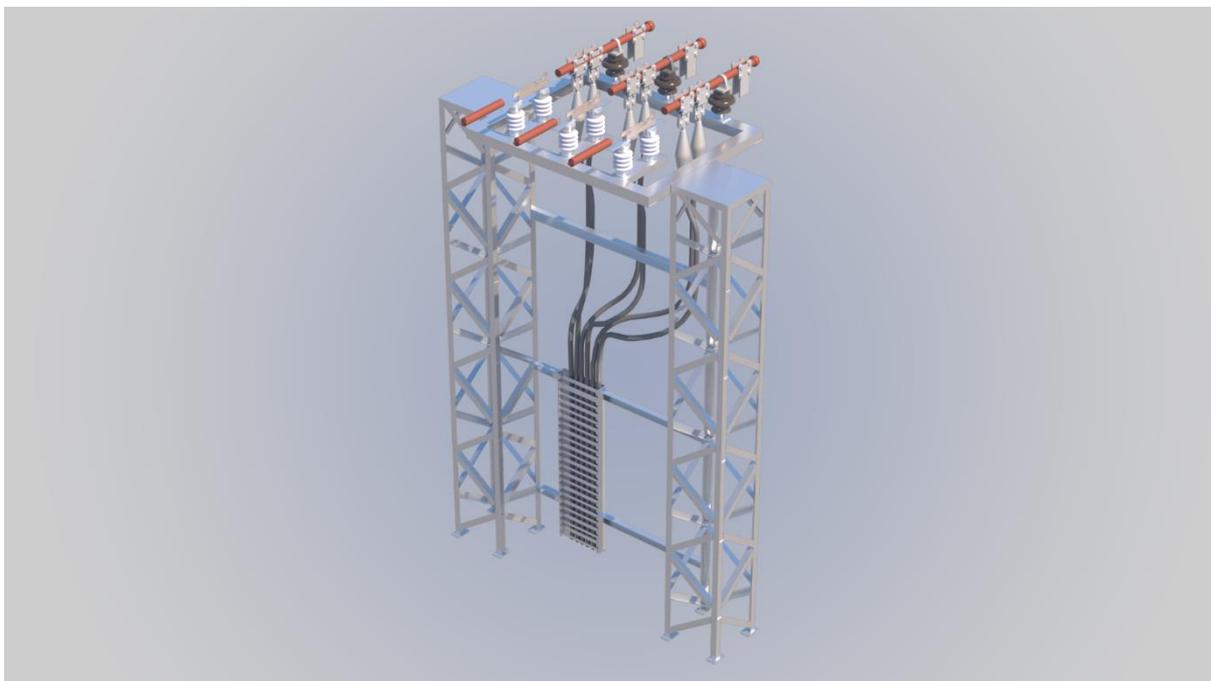


Figura 27: Descida de cabos/Barramento de MT

4.2.5. Parede Corta Fogo

Deverá ser fornecida uma parede corta-fogo para os módulos CMIs 01 e 02 sobre a SKID entre a descida de cabos/barramento de MT e o eletrocentro. A CMI 03 não possui parede corta fogo. Além disso, deverá ser fornecida outra entre os transformadores de força das CMI.

A parede corta-fogo deverá ser fornecida conforme Especificação técnica NDU 005 - Critérios para Elaboração de Projetos de Subestações e respeitar as normas locais do bombeiro.

4.2.6. Eletrocentro

Os eletrocentros utilizados nas soluções padronizadas devem estar de acordo com a Especificação Técnica ETU-146 MÓDULO DE MANOBRA COMPACTO DA MÉDIA TENSÃO.

As Figura 28 e Figura 29 apresentam o modelo 3D externo e interno do eletrocentro proposto para a SED Tipo 01.

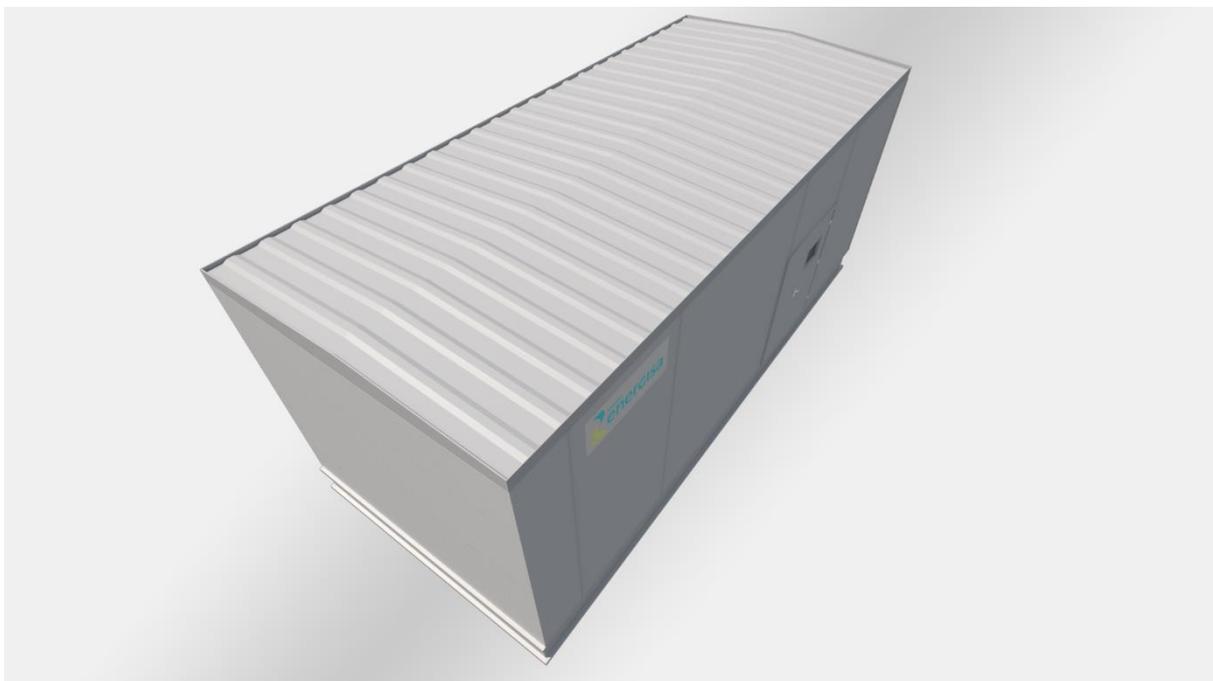


Figura 28: Modelo 3D da parte externa do eletrocentro do Tipo 01

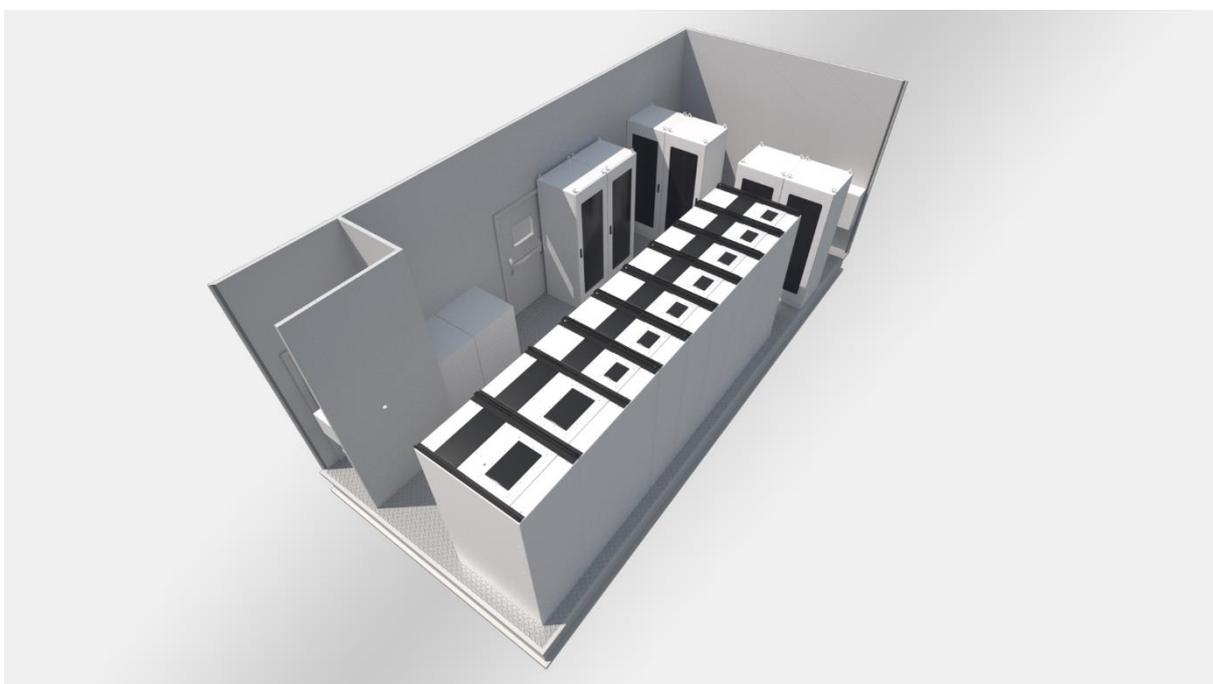


Figura 29: Modelo 3D da parte interna do eletrocentro do Tipo 01



O Eletrocentro é um conjunto abrigado de equipamentos, materiais elétricos, materiais eletromecânicos, ferragens, partes e peças necessárias ao perfeito funcionamento do conjunto, podendo ser constituído de um ou mais módulos. Neste caso, ele é composto por apenas um módulo, o que possibilita o transporte em qualquer uma de suas modalidades (rodoviário, ferroviários, marítimo, etc.), desde a fábrica até o local de aplicação.

Os eletrocentros são compostos por:

- Invólucro metálico com estruturas de suporte e acesso;
- Cubículos de Média Tensão - CMTs, conforme item 4.2.6.1;
- SPCS - Sistema de proteção, controle e supervisão, conforme item 4.2.6.2;
- Sistema de alimentação de energia, conforme item 4.2.6.3;
- Sistema de medição;
- Eletrodutos, eletrocalhas e canaletas;
- Sistema de aterramento;
- Sistema de iluminação e força;
- Sistema de detecção e combate ao incêndio
- Estrutura básica para sistema de comunicação e CFTV;
- Sistema de ar condicionado, exaustão e ventilação;
- Cabos de controle e força;
- Outros sistemas afim de garantir o perfeito funcionamento do eletrocentro e da subestação.

4.2.6.1. CMT (CUBÍCULO DE MÉDIA TENSÃO)

Os cubículos de média tensão utilizados nas soluções padronizadas devem estar de acordo com a Especificação Técnica ETU-146 CUBÍCULO DE MÉDIA TENSÃO ISOLADO A AR E A GÁS 15, 24 E 36kV.

Os CMT da SED Tipo 01 possuem, por módulo:

- 01 (uma) entrada de transformador - 2500A;
- 05 (cinco) saídas de alimentadores - 630A;
- 01 (uma) saída de transformador de serviço auxiliar - 630A (chave fusível ou disjuntor com fusível);
- 01 (uma) saída para banco de capacitor - 630A;
- 01 (uma) coluna de interconexão de barras - 2500A (a conexão das colunas de interconexão de barra é feita por cabo isolado).

Deverá ser **confirmado** a quantidade de alimentadores em edital.

4.2.6.2. SPCS (SISTEMA DE PROTEÇÃO, CONTROLE E SUPERVISÃO)

O sistema de proteção, controle e supervisão (SPCS) da CMI 01 é composto, pelo menos, por:

- 02 (dois) painéis de proteção de LT (um painel para LT do módulo 01 e um para a LT do módulo 02), conforme item 4.2.6.2.1;
- 01 (um) painel de proteção de TR, 4.2.6.2.2;
- 01 (um) painel de automação, 4.2.6.2.3;
- 01 (um) painel de medição própria.

O SPCS da CMI 02 é composto, pelo menos, por:

- 01 (um) painel de proteção de LT, conforme item 4.2.6.2.1;
- 01 (um) painel de proteção de TR, conforme item 4.2.6.2.2;

- 01 (um) painel de automação, conforme item 4.2.6.2.3;
- 01 (um) de telecomunicações, conforme item 4.2.6.2.4;
- 01 (um) painel de medição própria.

No caso da implantação da SE utilizando *bay* linha-trafo, o SPCS do módulo é composto, pelo menos, por:

- 01 (um) painel de proteção de TR;
- 01 (um) painel de automação;
- 01 (um) de telecomunicações;
- 01 (um) painel de medição própria.

Em edital, pode ser solicitado o fornecimento do painel de proteção de LT para o módulo com *bay* linha-trafo.

4.2.6.2.1. PAINEL DE LT (LINHA DE TRANSMISSÃO)

Os painéis de proteção de LT devem ser compostos, pelo menos, por:

- Painel rack 19”;
- Relé de proteção principal, com função diferencial de linha (87L) ou de distância (21)*;
- Relé de proteção retaguarda, com função diferencial de linha (87L) ou de distância (21)*;
- Miscelâneas.

*Será definida, em edital, a função do relé de proteção de linha.

4.2.6.2.2. PAINEL DE TR (TRANSFORMADOR)

Os painéis de proteção de TR devem ser compostos, pelo menos, por:

- Painel rack 19”;
- Relé de proteção principal com função diferencial (87);
- Relé de proteção retaguarda com função diferencial (87);
- UAC (Unidade de Aquisição e Controle);
- Miscelâneas.

4.2.6.2.3. PAINEL DE AUTOMAÇÃO

Os painéis de automação devem ser compostos, pelo menos, por:

- 02 (dois) Switch;
- 01 (um) UCC;
- 01 (uma) IHM com mouse e teclado;
- 01 (um) GPS;
- 01 (uma) CPU com acesso de engenharia.

4.2.6.2.4. PAINEL DE TELECOMUNICAÇÕES

Os painéis de proteção de Telecomunicações devem ser compostos, pelo menos, por:

- 01 (um) Switch;
- 01 (um) Roteador;
- 01 (um) Conversor CC/CC 125VCC/48VCC 10A;
- 01 (um) conjunto de equipamento para a camada de comunicação*.

* Este item será fornecimento da ENERGISA.

4.2.6.2.5. Proteção de Alimentadores (AL)

A proteção dos alimentadores será realizada por um relé de proteção 50/51 a ser alocado na seção de baixa tensão dos CMT. Além do relé de proteção, os medidores (se aplicáveis) serão alocados na seção de baixa tensão dos CMT.

4.2.6.3. Serviço Auxiliar

O serviço auxiliar deverá ser fornecido conforme Especificação técnica NDU 054 - Critérios para Elaboração de Projetos de Subestações - Tipo 01, 02, 03, 04 e 05.

Os módulos 01 e 02 devem possuir sistemas de serviço auxiliar independentes compostos, pelo menos, de:

- 01 (um) Banco de Bateria de no mínimo 250/10h VRLA em painel com tampa removível;
- 01 (um) Retificador de no mínimo 50A;
- 01 (um) Painel de Serviço Auxiliar CC/CA;
- 01 (um) Transformador de serviço auxiliar a seco.

O sistema de alimentação CC e CA da GIS, e demais equipamentos, da CMI 03 deverá ser feito a partir dos painéis do sistema de alimentação CC e CA da CMI 01 ou 02. A ENERGISA definirá em pedido de compra se será utilizado o sistema de alimentação CC e CA do CMI 01 ou do CMI 02 para alimentação do CMI 03.

4.2.6.3.1. Sala de Baterias/Painel de Bateria

As baterias utilizadas nas soluções padronizadas devem estar de acordo com a ETU 516 - Baterias e Carregadores-Retificadores para Sistema de Corrente Contínua - 125 Vcc.

Para a SED Tipo 01, não será necessária a construção de uma sala de baterias separada da sala de painéis com o objetivo de otimizar o espaço do eletrocentro da solução.

4.2.6.3.2. Retificador

Os retificadores utilizados nas soluções padronizadas devem estar de acordo com a ETU 516 - Baterias e Carregadores-Retificadores para Sistema de Corrente Contínua - 125 Vcc.

4.2.6.3.3. Painel de Serviço Auxiliar

O painel de serviço auxiliar da SED Tipo 01 deverá conter, em um mesmo painel, os equipamentos, materiais, barramento e disjuntores para atender o serviço auxiliar CC e CA de todo o módulo e SE.

4.3. Banheiro e Almojarifado

Deverão ser construídos, nas dependências da SE, um banheiro e um almojarifado de pelo menos 9m².

4.4. Banco de Capacitor

Deverá ser fornecido banco de capacitores de média tensão. Os valores de capacitância e quantidade serão definidos em edital.

5. DEMAIS ITENS E SERVIÇOS DA SE

Além dos itens supracitados, faz parte do fornecimento da subestação Tipo 01 os serviços de obra civil como:

- Terraplenagem (caso exigido);
- Drenagem;
- Malha de terra e sistema de aterramento;
- Base de equipamentos e pórtico;
- Pavimentação de toda área da SE;
- Cercamento da SE com muro com concertina.

Também faz parte do fornecimento da SED Tipo 01 a montagem eletromecânica, o fornecimento de materiais, testes, comissionamento e energização de toda a subestação.

6. NOTAS COMPLEMENTARES

6.1. Unifilar

Conforme apresentado no Anexo I, a SED completa é composta, na parte de alta tensão, por:

- 03 (três) *bays* entradas de LT;
- 02 (dois) *bays* de TR;
- 02 (duas) unidades transformadoras;
- 02 (duas) seccionadoras de barramento.

O esquema de manobra do setor de alta tensão é do tipo barra simples com a presença de duas seccionadoras que realizam o seccionamento do barramento.

O setor de média tensão é composto por:

- 02 (duas) seccionadoras de média tensão**;
- 02 (duas) entradas de transformadores;
- 10 (dez) saídas de alimentadores*;
- 02 (duas) saídas de transformador de serviço auxiliar*;
- 02 (duas) saídas para banco de capacitor*;
- 02 (duas) coluna de interconexão de barras*;
- 02 (dois) conjunto de bancos de capacitor de 4x1,8MVAR**.

* As quantidades mencionadas acima podem sofrer alterações em edital.

** A potência do conjunto de bancos de capacitores pode ser alterada em edital.

6.2. Arranjo

Os Anexo III, Anexo IV e Anexo V apresentam: o arranjo proposto para a implementação da SED Tipo 01 com uma CMI, o arranjo para a primeira ampliação proposta e o arranjo da subestação completa com os três módulos CMIs, respectivamente.

Para a implementação da SED Tipo 01 com uma CMI, é recomendado a utilização de um terreno de aproximadamente 46mx32m. Para a implementação completa da SED Tipo 01, é recomendado um terreno de aproximadamente 46mx48m.

6.3. Arquitetura de Rede

O Anexo VI: Arquitetura de Rede apresenta a arquitetura de rede básica proposta para a SED Tipo 01 completa. A topologia de rede entre os *switches* e os IED's (Dispositivos Eletrônicos Inteligentes) é dupla estrela.

6.4. Demais Notas

Em qualquer tempo e sem necessidade de aviso prévio, esta Norma poderá sofrer alterações, no seu todo ou em parte, por motivo de ordem técnica e/ou devido a modificações na legislação vigente, de forma a que os interessados deverão, periodicamente, consultar a Concessionária.

7. Lista de Documentos a serem emitidos

Para o projeto da SED Tipo 01 deverá ser emitido pelo menos os documentos abaixo.

7.1. Documentação - Projeto Elétrico

A tabela abaixo apresenta a lista de documentos mínimos do projeto elétrico a serem emitidos para SED Tipo 01 completa.

Projeto Elétrico
WORK STATEMENT
DIAGRAMA LÓGICO - POR PAINEL
DIAGRAMA LÓGICO - CMT
DIAGRAMA UNIFILAR GERAL
LISTA DE EQUIPAMENTOS
DIAGRAMA TRIFILAR
ARQUITETURA DETALHADA DO SISTEMA
BASE DE DADOS - LISTA DE PONTOS
PAINEL LT 1 (LINHA) - CADERNO ELÉTRICO
PAINEL LT 2 (LINHA) - CADERNO ELÉTRICO
PAINEL LT 3 (LINHA) - CADERNO ELÉTRICO
PAINEL TR 1 (TRAFO) - CADERNO ELÉTRICO
PAINEL TR 2 (TRAFO) - CADERNO ELÉTRICO
PAINEL TELECOM - CADERNO ELÉTRICO
PAINEL PSUP - CADERNO ELÉTRICO
PAINEL TELECOM - CADERNO ELÉTRICO
PAINEL LT 1 (LINHA) - CADERNO CONSTRUTIVO
PAINEL LT 2 (LINHA) - CADERNO CONSTRUTIVO
PAINEL LT 3 (LINHA) - CADERNO CONSTRUTIVO
PAINEL TR 1 (TRAFO) - CADERNO CONSTRUTIVO
PAINEL TR 2 (TRAFO) - CADERNO CONSTRUTIVO
PAINEL TELECOM - CADERNO CONSTRUTIVO
PAINEL PSUP - CADERNO CONSTRUTIVO
PAINEL LT 1 (LINHA) - LISTA DE FIAÇÃO
PAINEL LT 2 (LINHA) - LISTA DE FIAÇÃO
PAINEL LT 3 (LINHA) - LISTA DE FIAÇÃO
PAINEL TR 1 (TRAFO) - LISTA DE FIAÇÃO
PAINEL TR 2 (TRAFO) - LISTA DE FIAÇÃO
PAINEL TELECOM - LISTA DE FIAÇÃO
PAINEL PSUP - LISTA DE FIAÇÃO
PAINEL LT 1 (LINHA) - DIAGRAMA LÓGICO
PAINEL LT 2 (LINHA) - DIAGRAMA LÓGICO
PAINEL LT 3 (LINHA) - DIAGRAMA LÓGICO
PAINEL TR 1 (TRAFO) - DIAGRAMA LÓGICO
PAINEL TR 2 (TRAFO) - DIAGRAMA LÓGICO
DIAGRAMA DE INTERLIGAÇÃO
LISTA DE CABOS
ROTA DE CABOS
ROTA DE CABOS OPTICOS
LISTA DE MATERIAIS ELETRICOS
LISTA DE MATERIAIS OPTICOS

SERVIÇO AUXILIAR CA - MEMORIA DE CALCULO
SERVIÇO AUXILIAR CC - MEMORIA DE CALCULO
SERVIÇO AUXILIAR CA E CC - CADERNO ELÉTRICO
SERVIÇO AUXILIAR CA E CC - CADERNO CONSTRUTIVO
SERVIÇO AUXILIAR CA E CC - LISTA DE FIAÇÃO
FOLHA DE DADOS DO TRANSFORMADORE DE SERVIÇOS AUXILIARES
FOLHA DE DADOS DO RETIFICADOR

7.2. Documentação - Projeto Eletromecânico

A tabela abaixo apresenta a lista de documentos mínimos do projeto eletromecânico a serem emitidos para SED Tipo 01 completa.

Projeto Eletromecânico
SKID - Arranjo para Operação
SKID - Arranjo para Transporte
SKID - Rede Aérea
SKID - Disposição de Eletrodutos
SKID - Eletrocentro - Iluminação
SKID - Aterramento
SKID - Dimensões e Detalhes Estruturais
SKID - Plano de Cargas
SKID - Sistema de Detecção, alarme e combate a incêndio
SED - Arranjo - Plantas
SED - Arranjo - Cortes e Detalhes
SED - Ferragens para Fixações Diversas
SED - DETALHE - Cadeia de isoladores
SED - DETALHE - Fixação de Cabo para raio em poste de concreto
SED - Aterramento - Cortes e detalhes
Lista de Material - Eletromecânico e Instalação
SED - Aterramento - Planta
SED - Aterramento - Memória de Cálculo
SED - Arranjo Geral
SED - Iluminação Externa - Planta e Detalhes
SKID - Plano de Pintura
Plano de Rigging - Planta, cortes e detalhes
Plano de Rigging - Memorial
SKID - Eletrocentro - Climatização - Planta e cortes
SKID - Eletrocentro - Climatização - Detalhes
SKID - Eletrocentro - Climatização - Memória de Calculo
SKID - Eletrocentro - Placas de Sinalização
SKID - Arranjo para Operação
SKID - Arranjo para Transporte

7.3. Documentação - Projeto Civil

A tabela abaixo apresenta a lista de documentos mínimos do projeto civil a serem emitidos para SED Tipo 01 completa.

Projeto Civil
LOCAÇÃO DOS FUROS DE SONDAGEM - PLANTA GERAL

RELATÓRIO DE SONDAAGEM
LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO
TERRAPLENAGEM - PLANTA
TERRAPLENAGEM - CORTES
DRENAGEM ÁGUA E ÓLEO - PLANTA
DRENAGEM - DISPOSITIVOS - DETALHES, FÔRMA E ARMAÇÃO
DRENAGEM ÁGUA E ÓLEO - MEMÓRIA DE CÁLCULO
CAIXA SEPARADORA DE ÁGUA E ÓLEO
CAIXA SEPARADORA DE ÁGUA E ÓLEO - MEMÓRIA DE CÁLCULO
URBANIZAÇÃO - PLANTA
URBANIZAÇÃO - CERCAS, PORTÕES E DETALHES
LOCAÇÃO DAS FUNDAÇÕES - PLANTA GERAL
FUNDAÇÃO PARA COLUNAS DE PÓRTICO - MEMÓRIA DE CÁLCULO
FUNDAÇÃO PARA COLUNAS DE PÓRTICO - FÔRMA E ARMAÇÃO
FUNDAÇÃO PARA COLUNAS DE PÓRTICO - FÔRMA E ARMAÇÃO
FUNDAÇÃO PARA CMI - FÔRMA
FUNDAÇÃO CMI - ARMAÇÃO
FUNDAÇÃO CMI - MEMÓRIA DE CÁLCULO
FUNDAÇÃO PARA PARA-RAIOS 138KV - FÔRMA E ARMAÇÃO
FUNDAÇÃO PARA PARA-RAIOS 138KV - MEMÓRIA DE CÁLCULO
EDIFICAÇÃO - BANHEIRO E ALMOXARIFADO - ARQUITETURA
EDIFICAÇÃO - BANHEIRO E ALMOXARIFADO - ESQUADRIAS
HIDRAULICO E HIDROSANITÁRIO
DETALHE MURO E PORTÃO
ESTRUTURAS DE CONCRETO - POSTES, VIGAS E ANÉIS - SETORES 138/13.8KV
ESTRUTURAS DE CONCRETO - ACESSÓRIOS - DETALHES

8. Códigos

Código	Descrição
Implementação A - SED Tipo 01	SED Tipo 01 com 1 CMI bay linha-trafo. <ul style="list-style-type: none"> • 01 entrada de linha • 01 bay de linha-trafo • 01 transformador • 01 banco de capacitor
Implementação B - SED Tipo 01	SED Tipo 01 com 2 CMI. <ul style="list-style-type: none"> • 02 entrada de linha • 02 bay de linha • 01 bay de TR • 01 transformador • 01 banco de capacitor
Implementação C - SED Tipo 01	SED Tipo 01 com 2 CMI. <ul style="list-style-type: none"> • 01 entrada de linha • 01 bay de linha • 02 bay de TR • 02 transformador • 02 banco de capacitor
Implementação D - SED Tipo 01	SED Tipo 01 com 2 CMI. <ul style="list-style-type: none"> • 02 entrada de linha • 02 bay de linha • 02 bay de TR • 02 transformador • 02 banco de capacitor
Implementação E - SED Tipo	SED Tipo 01 com 3 CMI.

Código	Descrição
01	<ul style="list-style-type: none"> • 03 entrada de linha • 03 bay de linha • 02 bay de TR • 02 transformador • 02 banco de capacitor
Implementação F - SED Tipo 01	SED Tipo 01 com 1 CMI bay linha mais bay de trafo. <ul style="list-style-type: none"> • 01 entrada de linha • 01 bay de linha • 01 bay de TR • 01 transformador • 01 banco de capacitor

9. Cronograma

A empresa responsável por executar a obra de implementação da SED Tipo 01 deve atender aos eventos e os prazos definidos na tabela abaixo, contados a partir da data de assinatura de contrato.

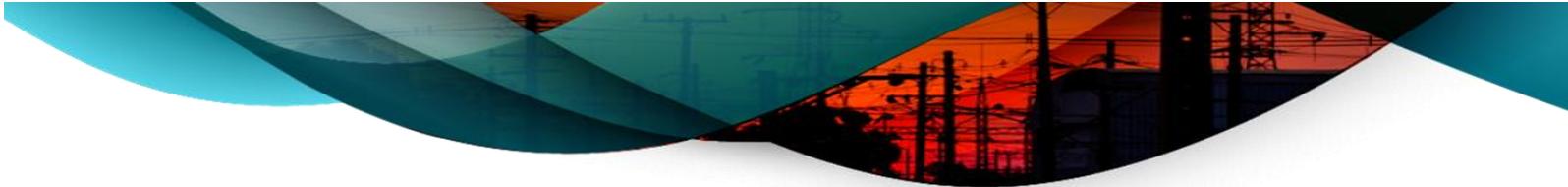
Item	Etapa/Eventos	Dias
1	Assinatura de contrato	0 Dias após assinatura do contrato
2	Entrega de seguro e emissão do pedido de compra	5 Dias após assinatura do contrato
3	Entrega do cronograma de fornecimento	15 Dias após assinatura do contrato
4	Aprovação dos equipamentos	30 Dias após assinatura do contrato
5	Aprovação da documentação técnica, projetos civis, eletromecânico e elétrico	110 Dias após assinatura do contrato
6	Mobilização	120 Dias após assinatura do contrato
7	Teste dos equipamentos/CMI em fábrica	200 Dias após assinatura do contrato
8	Entrega dos equipamentos/CMI	215 Dias após assinatura do contrato
9	Finalização dos serviços de obra civil e montagem eletromecânica	240 Dias após assinatura do contrato
10	Finalização do comissionamento e teste	270 Dias após assinatura do contrato
11	Energização	285 Dias após assinatura do contrato
12	Entrega da documentação "as-built"	300 Dias após assinatura do contrato

10. Histórico de Versões deste Documento

Data	Versão	Descrição das Alterações Realizadas
06/11/2019	1.0	Revisão inicial

11. Vigência

Esta Norma entra em vigor na data de 01/01/2021 e revoga as versões anteriores em 01/01/2021.



12. Lista de Anexo

Anexo I: Unifilar SED Tipo 01

Anexo II: Corte Proposto SED Tipo 01

Anexo III: Arranjo de Implantação Proposto SED Tipo 01

Anexo IV: Arranjo Proposto da Expansão 01 SED Tipo 01

Anexo V: Arranjo Proposto SED Completa SED Tipo 01

Anexo VI: Arquitetura de Rede SED Tipo 01