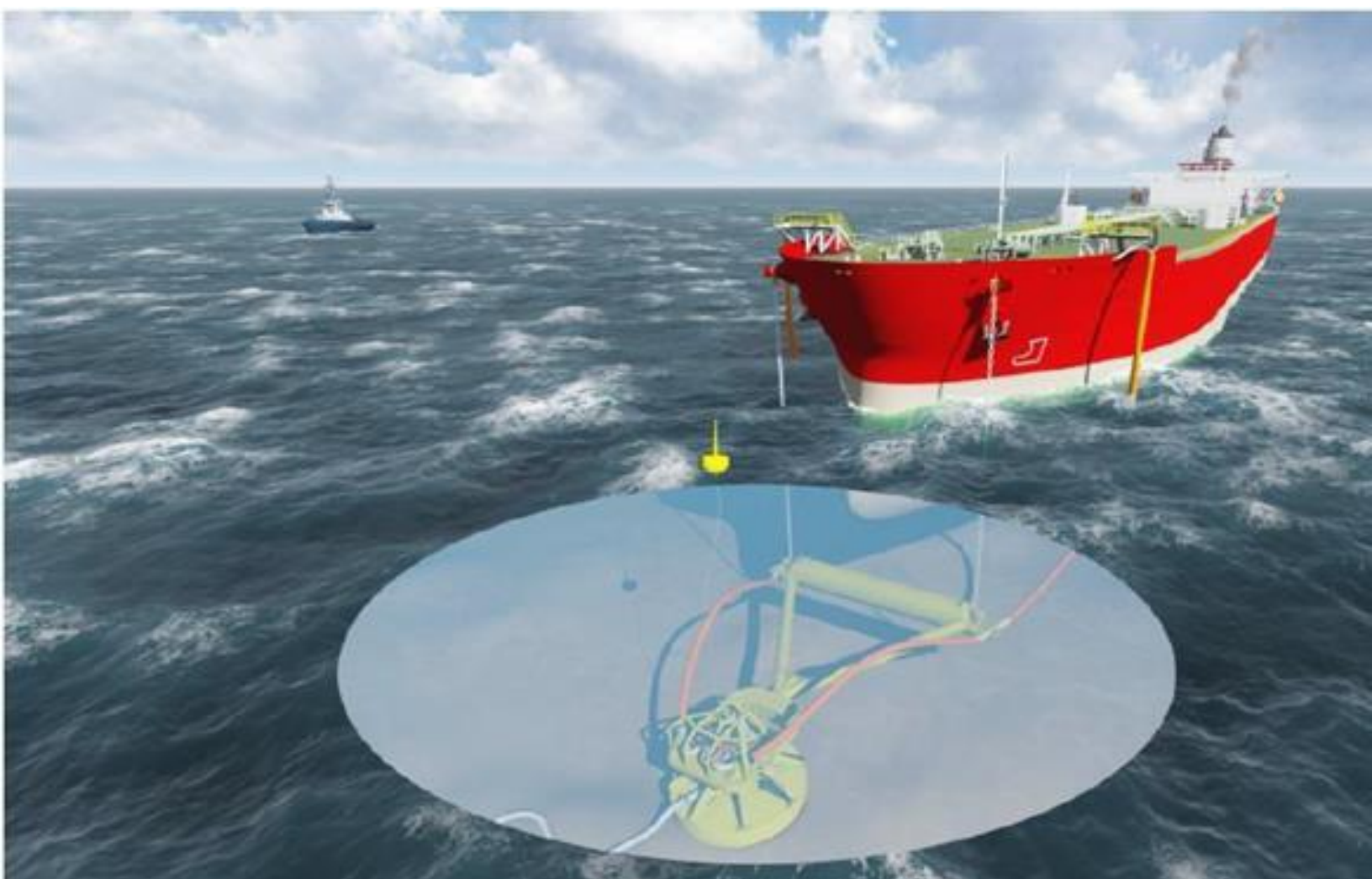


Agrupamento de Informações no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) das Instalações *Offshore* de Gás Natural, Adutora, Emissário Submarino e Estação de Bombeamento

Volume 11



Anexo 8-1

Estudo de Análise de Risco (EAR)

(1 de 2)



Usina Termoelétrica (UTE)
e
Unidade de Regaseificação e Gasoduto
de Gás Natural

Porto de Sergipe

Estudo de Análise de Riscos

Volume 1 de 2 - Capítulos e Anexos A, B, C, D, E, G e H



São Paulo

Agosto – 2017

VOLUME 1**INDICE**

TÍTULO	PAGINA
1. Introdução	4
1.1 – Objetivo	4
1.2 – Organização do Relatório	4
2. Caracterização do Empreendimento e Descrição da Região	5
2.1 – Descrição das Instalações e Operações	5
2.1.1 – Terminal de Regaseificação (FSRU) e Fornecimento de Gás Natural	6
2.1.2 – Gasoduto de Transporte de Gás Natural	11
2.1.3 – Usina Termelétrica Porto de Sergipe (UTE)	16
2.2 – Descrição da Região	19
2.2.1 – Localização do Projeto	19
2.2.2 – Caracterização do entorno	21
2.2.3 – Características Meteorológicas da Região	23
3. Caracterização do Gás Natural	24
4. Identificação dos Riscos	25
4.1 – Identificação dos Riscos de Acidentes	25
4.1.1 – Metodologia Aplicada para Realização da Análise Preliminar dos Riscos	25
4.2 – Elaboração da Análise Preliminar dos Riscos (APR)	29
5. Estimativa das Consequências	45
5.1 Substâncias de Referência	46
5.2 Inventários	46
5.3 Diâmetros das Tubulações	47
5.4 Modelos Utilizados	47
5.5 Extensão e Pontos de Ruptura no Duto	48
5.6 Pressão e Temperatura nos Trechos Estudados	48
5.7 Direções e Alturas dos Vazamentos	49
5.8 Efeitos Físicos Estudados	50
5.8.1 – Sistemas de Transporte - Gasodutos	50
5.8.2 – Sistema de armazenamento e distribuição interna de Gás Natural	51
5.8.3 – Níveis de Radiação Térmica Estudados	51
5.9 Dados Meteorológicos Aplicados ao Estudo das Consequências	52
5.10 Dados de Entrada para Modelagem das Consequências	53
5.11 Mapeamento de Vulnerabilidade da Região	64
5.12 Vulnerabilidade do Parque Eólico	64
6. Estimativa das Frequências de Ocorrência	66
6.1 Estimativa de Frequência de Ocorrência de Acidentes em Dutos de Transporte de Gás Natural	66
6.2 Estimativa de Frequência de Ocorrência de Acidentes em Tubulações Internas de Gás Natural	68
7. Estimativa e Avaliação do Risco Social e Individual	70
7.1 Metodologia para a Estimativa do Risco Social	70

7.2 Estimativa e Avaliação do Risco Social	73
7.3 - Estimativa e Avaliação do Risco Individual	74
8. Conclusões e Recomendações	76
9. Diretrizes para o Gerenciamento de Riscos	80
10. Referências Bibliográficas	81
11. Equipe Técnica	82

ANEXOS

Anexo A – Planta de Locação (DE-232-01-001)

Anexo B – Planta de Situação (DE-232-15-002 Fls. 1 a 6)

Anexo C – Desenhos de Engenharia:

- 1GP000849 – Site Layout
- 1GP002936 – General Arrangement Gas Turbine Outdoor Auxiliares
- 1GP003322 – General Arrangement – Fuel Gas Treatment Area
- P&ID – LNG Regaseification – 3000-PID-10009 Fls1-5
- Heat &Material Balance – 3000-CHT-10007 Fl.1-12

Anexo D – Laudo Dados Meteorológicos

Anexo E – FISPQ – Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos – Gás Natural

Anexo F – Modelagens Matemáticas

Anexo G – Mapeamento de Vulnerabilidade

Anexo H – Modelagens Matemáticas para Avaliação da Vulnerabilidade do Parque Eólico

Observação: O Anexo F (Modelagens Matemáticas) encontra-se no volume 2 deste relatório.

1.0 INTRODUÇÃO

Neste relatório está apresentada a Análise de Riscos dos empreendimentos da CELSE Centrais Elétricas de Sergipe S.A., a serem implantados no Estado de Sergipe, no município de Barra dos Coqueiros, Região Metropolitana de Aracaju. O projeto será composto pelos seguintes sistemas: Unidade de Regaseificação (GNL) e fornecimento de Gás Natural, Gasoduto de transporte e Unidade Termoelétrica (UTE).

A presente Análise de Riscos foi elaborada de acordo com a metodologia apresentada na Norma Cetesb P4.261 – “Risco de Acidente de Origem Tecnológica – Método para decisão e termos de referência, para avaliação das condições de riscos impostas pelos sistemas ao meio ambiente e à comunidade circunvizinha.

1.1 OBJETIVO

O referido estudo tem por objetivo apresentar o empreendimento e identificar, estimar e avaliar os riscos impostos a comunidade presente nas proximidades das instalações, devido ao potencial de ocorrência de acidentes ampliados.

1.2 ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO

As etapas deste relatório podem ser resumidas em:

- Introdução;
- Caracterização do empreendimento e descrição do entorno da instalação;
- Caracterização do gás natural;
- Identificação dos perigos;
- Estimativa das consequências;
- Estimativa das frequências de ocorrência dos efeitos físicos;
- Estimativa e avaliação dos riscos;
- Conclusões e recomendações do relatório.

Para a elaboração deste relatório foram levantadas informações relativas ao projeto e às condições operacionais dos sistemas juntamente com a CELSE Centrais Elétricas de Sergipe S.A. e empresas de projeto contratadas por esta.

Este relatório foi composto em dois volumes, sendo no primeiro apresentado os capítulos e os anexos A, B, C, D, E, G e H e no segundo volume, o anexo F, referente às modelagens matemáticas das consequências.

2. CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO E DESCRIÇÃO DA REGIÃO

Neste capítulo estão apresentadas as principais características das futuras instalações dos empreendimentos da CELSE Centrais Elétricas de Sergipe S.A., a ser implantado no município de Barra dos Coqueiros – SE, o qual será composto por: Unidade de Regaseificação de GNL, Gasoduto de Transporte e Unidade Termoelétrica (UTE). Também está apresentada neste capítulo, a descrição da região onde os sistemas serão instalados com a caracterização populacional e meteorológica da mesma.

2.1 DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES E OPERAÇÕES

O empreendimento compreende a instalação de um terminal de regaseificação de GNL do tipo flutuante (FSRU – *Floating Storage and Regaseification Unit*), a ser localizado a aproximadamente 6,5 km da costa, para fornecimento de gás natural para futura usina termelétrica, a ser localizada a cerca de 1,5 km da costa.

Como interligação entre estes sistemas, um gasoduto de transporte de gás natural será instalado para interligar o terminal de regaseificação (FSRU) a usina termelétrica, possuindo assim um comprimento de cerca de 6,5 km na sua parte marítima e cerca de 1,5 km em sua parte terrestre.

No Anexo A pode-se visualizar a Planta de Locação do empreendimento (desenho DE-232-01-001), na qual encontram-se representados os sistemas citados acima.

2.1.1 Terminal de Regaseificação (FSRU) e Fornecimento de Gás Natural

2.1.1.1 Características Gerais

O projeto do terminal de regaseificação (FSRU) foi desenvolvido para uma vazão máxima de 21 MM Nm³/dia. Inicialmente está prevista a entrega de 6,5 MM Nm³/dia para a UTE Porto de Sergipe I, podendo a vazão ser aumentada em função de projetos futuros, como por exemplo a implantação de outras unidades termelétricas ou ainda de conexão com malhas de distribuição de gás natural.

Nas Tabelas 2.1 a 2.3 a seguir encontram-se as principais características do terminal de regaseificação (FSRU), além das principais características de dois navios metaneiros típicos (GNLC), os quais abastecerão a unidade FSRU.

Tabela 2.1 – Características do FSRU

Variável	Valor
Capacidade	170.000 m ³
Pressão de operação	0,10 bar a 0,50 bar
Temperatura de operação	-155,0°C a -161,0°C
Densidade do GNL	500 kg/m ³

Comprimento Total (L _{OA})	292,50 m
Comprimento entre Perpendiculares (L _{PP})	281,0 m
Boca	43,4 m
Calado de projeto	11,9 m
Calado de escantilhão	12,9 m
Porte Bruto (Deadweight)	86.600 t
Motor principal	26.750 KW
Velocidade de serviço	19,5 nós

Tabela 2.2 – Características do Navio Metaneiro (GNLC) – Típico 1

Variável	Valor
Capacidade	145.000 m ³
Comprimento Total (L _{OA})	286,0 m
Comprimento entre Perpendiculares (L _{PP})	274,0 m
Boca	44,2 m
Calado de projeto	11,5 m
Porte Bruto (Deadweight)	74.000 t
Motor principal	24.980 KW
Velocidade de serviço	19,5 nós

Tabela 2.3 – Características do Navio Metaneiro (GNLC) – Típico 2

Variável	Valor
Capacidade	216.000 m ³
Comprimento Total (L _{OA})	315,0 m
Comprimento entre Perpendiculares (L _{PP})	303,0 m
Boca	50,0 m
Calado de projeto	12,0 m
Porte Bruto (Deadweight)	89.000 t
Motor principal	29.100 KW
Velocidade de serviço	19,5 nós

O Sistema de Regaseificação (SR) foi concebido com uma complexidade técnica mínima, que só deve ser aumentada se justificada para atingir as normas de segurança exigidas, ou para aumentar a disponibilidade das instalações e para satisfazer os requisitos de licenciamento. Este está sendo concebido para uma vida útil mínima de 25 anos.

A FSRU será ancorada por um sistema tipo Submerged Soft-Yoke (SSY) pivotado e equipado com um (1) riser flexível conectado via Soft-Yoke ao gasoduto submarino. O SSY também tem um lançador de pig temporário para comissionamento do gasoduto. No ponto (em terra) onde o gasoduto alimentará o ramal da UTE Porto de Sergipe I, haverá um receptor de pig temporário para comissionamento.

No projeto atual, o GN recebido pelo gasoduto, será distribuído para a UTE Porto de Sergipe I com demanda de 6,5 MM Nm³/dia, 50 a 55 bar(g), e temperatura de 10 a 25 °C. Nesse ramal será instalada uma estação de tratamento de gás composta por:

- Redutora de pressão: conjunto de válvulas redutoras de pressão para manter a pressão nas condições adequadas para uso do gás na termoelétrica;
- Filtragem: dois filtros em paralelo sendo um em espera, de forma a possibilitar a manutenção sem parada da linha, para proteção do sistema de medição de vazão;
- Medição de vazão: estação de medição composta de válvulas e medidor de vazão;
- Ponto de Coleta de Amostra.

2.1.1.2 Sistemas de Controle e Combate à Incêndio / Salvatagem

Considerando-se as características de inflamabilidade do gás natural serão previstos sistemas de controle e combate à incêndio. Como sistema de proteção primária, as seguintes medidas serão consideradas para proteção contra riscos de incêndio:

- Sistemas de contenção primários e secundários para evitar a fuga de hidrocarboneto líquido ou gás. O potencial de vazamento de GNL será reduzido minimizando, no projeto, o número de pontos de vazamento e a seleção de equipamentos confiáveis minimizando intervenções (tais como a seleção de juntas tipo anel, bombas sem selos de vedação, conexões de instrumentação apropriadas, e, evitando conexões flangeadas onde possível).
- Sistemas fixos de detecção de incêndio e gás compostos de dois tipos diferentes de elementos de detecção os quais devem ativar um alarme sonoro em estações de controle guardadas, com a finalidade de alertar os operadores sobre uma falha na contenção;
- Sistema de detecção de baixa temperatura no entorno da instalação para alertar o pessoal em caso de vazamento de líquido ou vapor;
- Manter a integridade da fronteira de contenção em todos os momentos para reduzir a possibilidade de um vazamento de GNL ou de vapor de GNL sem controle;
- Manter uma separação positiva entre as áreas de processo ou de armazenamento e as áreas contendo fontes de ignição.

Já como proteção secundária, serão utilizados os seguintes sistemas de prevenção da propagação dos riscos de acidente:

- Um sistema de proteção contra incêndios à base de água (por exemplo, sistemas de dilúvio e de aspersão);
- Um sistema de espuma de alta expansão / de pó seco;
- Um sistema de supressão de incêndio gasoso;
- Proteção do pessoal e Equipamentos de Salvatagem;

- Proteção contra incêndio passivo (PFP).

Ainda, serão instaladas válvulas para parada de emergência para facilitar o desligamento seguro e o isolamento do inventário de modo a minimizar o risco de escalada em caso de emergência.

Quanto aos equipamentos de segurança, estão previstos no projeto:

- Equipamento de Proteção Individual (EPI);
- Aparelho de Respiração Autônomo (SCBA);
- Equipamento de primeiros socorros;
- Chuveiros de emergência e estações para lavagem de olhos;
- Sinais de Segurança e Avisos;
- Proteção contra impacto do frio;
- Cobertores de fogo;
- Coletes salva-vidas;
- Embarcação de Escape (baleeiras).

2.1.1.3 Sistemas de Proteção

A proteção contra a corrosão e a proteção catódica da FSRU e do sistema de amarração serão concebidas de acordo com as normas DNV-OS-C101, DNV-RP-B101 e DNV-RP-B401 ou similares. A vida útil do sistema de proteção contra a corrosão da FSRU será consistente com o casco.

- O sistema de proteção contra a corrosão do casco da FSRU incluirá um Sistema de Proteção Catódica de Corrente Impressa (ICCP);
- O sistema ICCP será concebido de tal forma que os potenciais na borda das blindagens dielétricas não sejam mais negativos do que -1,2 V (Ag / AgCl Água Salgada) em qualquer momento durante sua vida útil;
- Os tanques de lastro terão anodos de sacrifício de zinco para proteção contra a corrosão;
- O sistema de proteção catódica utilizado na FSRU será compatível com o sistema de proteção catódica do Sistema de Amarração; e,
- O sistema ICCP será integrado com o sistema ICCP do SOFT-YOKE.

Todos os equipamentos e sistemas de tubulação serão protegidos quando a pressão interna ou externa exceder a condição de projeto do sistema devido a uma emergência, distúrbio no sistema, erro operacional, mau funcionamento da instrumentação ou incêndio. Assim:

- Todo o projeto estará de acordo com as últimas edições da API RP 520 e 521;
- Um sistema de suspiros (vents) a bordo é o método preferido para eliminar os gases de suspiro do processo na FSRU. A localização e o comprimento do suspiro levarão em consideração os limites aceitáveis LEL de hidrocarbonetos na instalação no caso de suspiro e/ou alívio e a radiação de calor resultante no caso de ignição inadvertida dos gases de suspiro. A fim de minimizar a entrada de ar, a ponta do suspiro será

equipada com vedante fluídico. Um sistema de extinção de incêndio com CO₂ será instalado para extinguir a chama em caso de ignição por gás.

2.1.1.4 Sistema de Utilidades

O Sistema de Utilidades é composto por: Água do Mar e Sistema de Geração de Energia, conforme descrito a seguir:

Água do mar: A FRSU é originalmente equipada com três (3) bombas de captação de água do mar, cada uma com a capacidade de 9.000 m³/h com uma pressão de 70 mca. As bombas de captação de água do mar são instaladas na sala de bombas da popa e suprem de água salgada a planta de regaseificação instalada no convés principal.

As linhas de água salgada para a planta de regaseificação incluem filtros para proteção dos vaporizadores. Um sistema de injeção de hipoclorito de sódio será instalado para prevenir a proliferação de micro-organismos marinhos no sistema de água salgada.

O descarte da água salgada fria proveniente dos vaporizadores será efetuado pela lateral da FRSU por uma tubulação horizontal.

Sistema de Geração de Energia: O sistema de geração de energia da FRSU será independente e fornecerá energia a toda a FRSU, incluindo o sistema de gaseificação, o sistema de armazenamento e descarga, as acomodações, os sistemas de controle, os sistemas navais e o sistema de amarração sob todas as circunstâncias normais de operação.

2.1.1.5 Método de Transferência de GNL a partir do Navio Metaneiro

O método de transferência de GNL poderá ser via braço de carregamento ou mangote criogênico e serão concebidos de acordo com as seguintes condições:

- Um mínimo de quatro braços ou mangotes padrão, sendo dois para GNL, um para retorno de vapor e um sobressalente (híbrido) instalados na FRSU;
- O sistema mecânico para os braços ou mangotes será concebido para movimentos oscilantes contínuos;
- O sistema de braços ou mangotes será equipado com dupla válvula de esfera e acoplamentos com liberação em emergência acionados remotamente e conexão / desconexão tipo hidráulica;
- O sistema de braços ou mangotes será um sistema completo de operação, controle e alarme integrado, será integrado aos sistemas de regaseificação de GNL e aos sistemas de parada de emergência;
- Assume-se um dia de descarga para um GNLC comum. Por isso, o sistema será concebido para transferir uma quantidade nominal de 170.000 m³ de GNL em 16 horas de bombeamento;
- O sistema de braços ou mangotes de transferência irá operar em todas as condições de calado esperadas;

- O envelope de movimento para a operação dos braços ou mangotes será de, pelo menos, $\pm 2,5$ m em todas as direções;
- O envelope de movimento real será avaliado com base na gama de GNLC's susceptíveis de descarregar ao lado da FSRU;
- Os braços ou mangotes serão concebidos para serviço criogênico.

Uma visão geral do arranjo do FSRU, assim como os sistemas adjacentes, pode ser observada no Anexo B – Planta de Situação (Desenho DE-232-15002 Fls. 1 a 6).

2.1.1.6 Processo de Regaseificação

O sistema de regaseificação proposto é constituído por dois (2) módulos:

- O módulo do vaso recondensador da sucção das bombas booster composto pelo vaso propriamente dito; e
- O módulo de regaseificação, composto pelos três (3) trens de regaseificação consistindo nas bombas /motores de pressurização de GNL e os vaporizadores de GNL aquecidos por água salgada.

O GNL é bombeado dos tanques de estocagem da FSRU para o vaso recondensador das bombas booster e distribuído para os trens de regaseificação. O líquido no vaso recondensador das bombas de pressurização é subresfriado, sendo necessária reposição no vaso de gás para manter a pressão constante. Isso é balanceado por válvulas de controle na entrada da reposição de gás e na linha de saída de gás.

O vaso recondensador proporciona um pulmão na sucção das bombas de pressurização. Esse vaso também recebe as linhas de retorno das bombas de pressurização e dessa forma atua como um dissipador de calor durante a partida das bombas. Em caso de parada das bombas e no caso de mudanças na vazão não previstas, o vaso recondensador atua como um vaso pulmão para as bombas de pressurização.

O vaso da sucção das bombas de pressurização também está dimensionado para trabalhar como um recondensador no caso em que os tanques do navio supridor gerem vapor de GNL a mais que a demanda de gás da operação de gaseificação.

O vapor do GNL (Boil-Off) entra no vaso recondensador da sucção das bombas, para misturar com o GNL frio condensando e alimentando a corrente de GNL subresfriado que vai para a sucção das bombas de pressurização.

As bombas de pressurização aumentam a pressão de forma a atender a pressão requerida para enviar o GNL aos vaporizadores. A pressão de envio depende e é ajustada pela vazão de saída do gás produzido pelos evaporadores.

Os vaporizadores de GNL são trocadores de calor tipo casco tubos, usando água salgada no lado do casco como meio de aquecimento. Estes vaporizadores são de projeto comprovado, tendo estado em serviço com aplicações de GNL por vários anos tanto em terminais em terra como em embarcações de gaseificação.

Cada trem de gaseificação pode ser isolado dos outros para manutenção, garantindo a operação contínua dos outros trens. O fluxo de gás saindo de cada trem é controlado por uma válvula de controle na saída do vaporizador de GNL.

Os Desenhos de Engenharia “P&ID – LNG Regaseification – 3000-PID-10009 Fls1-5”, assim como o Balanço de Massa e Calor “Heat &Material Balance – 3000-CHT-10007 Fls.1-12” do Sistema de Regaseificação podem ser observados no Anexo C deste EAR.

2.1.2 Gasoduto de Transporte de Gás Natural

2.1.2.1 Características Gerais

O sistema compreende toda a tubulação, acessórios e equipamentos interligados, necessários ao transporte do gás natural desde a estrutura submarina estaqueada para a ancoragem da FSRU, até o receptor de esferas localizado na usina termoeletrica.

O gasoduto possui duas seções, que são distintas pelas suas técnicas construtivas e normas aplicáveis:

- Seção submarina;
- Seção terrestre.

Na figura 2.1 abaixo pode-se observar a representação das seções terrestre submarina do gasoduto de gás natural.

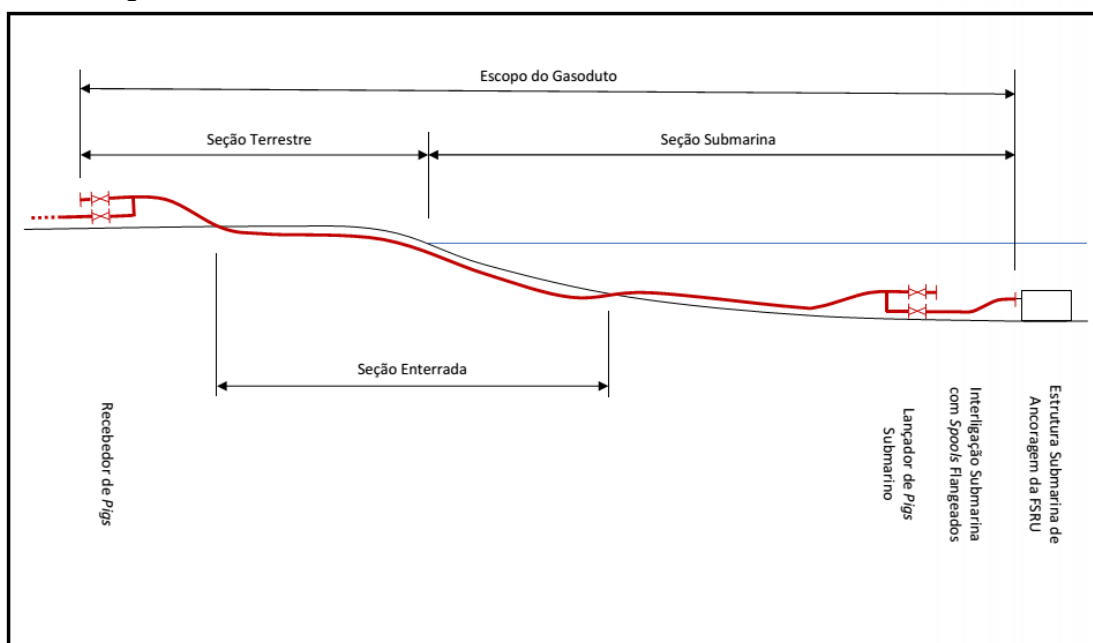


Figura 2.1 – Representação das seções do gasoduto

O duto de transporte é dimensionado para ter uma vida útil de 40 anos, desde que obedecidos os procedimentos de manutenção e inspeção.

A extremidade da seção terrestre será aflorada junto ao receptor temporário de pigs, onde o fluxo de gás será então avaliado, terá sua pressão controlada e distribuído adequadamente. O receptor temporário de pigs deve ser instalado próximo à entrada de gás natural na UTE.

Atendendo à norma ASME B31.8, complementada pelo API 1111 no que se refere as especificidades da seção submarina, o duto foi dimensionado atendendo os seguintes itens:

- Pressão interna;
- Pressão externa;
- Flambagem local devido apenas à pressão externa;
- Flambagem de propagação; e,
- Esforços mecânicos combinados.

A especificação técnica do duto encontra-se na Tabela 2.4 a seguir:

Tabela 2.4 – Especificação Técnica do Duto

Variável	Valor
Diâmetro	16 ~ 18 pol
Espessura	12,7 mm para o material API 5L X42
Comprimento aproximado	8 km (até entrada na UTE)
Material	Aço X42 (igual ou superior)
Sobre espessura	1,6 mm
Revestimento na parte não enterrada	Concreto, espessura mínima de 38 mm
Espaçamento dos anodos	120 m
Pressão de operação	105 bar (nível do mar)
Temperatura de operação	5°C - 10°C

O gás natural transportado pelo gasoduto está classificado na categoria D conforme a Tabela 2.5 a seguir.

Tabela 2.5 – Classificação dos Fluidos

Categoria	Descrição
A	Tipicamente fluidos a base de água não-inflamáveis
B	Fluidos inflamáveis e/ou tóxicos à temperatura ambiente e pressão atmosférica. Exemplos típicos são óleos e derivados de petróleo.
C	Fluidos gasosos não-inflamáveis à temperatura ambiente e pressão atmosférica. Exemplos típicos são o nitrogênio, dióxido de carbono, argônio e ar.
D	Gás natural monofásico atóxico.
E	Fluidos gasosos inflamáveis e/ou tóxicos à temperatura ambiente e pressão atmosférica transportados como gases ou líquidos. Exemplos típicos são o hidrogênio, o gás natural (não abrangido pela categoria D), o etano, o etileno, a amônia e o cloro.

2.1.2.2 Sistema de Proteção

A seção submarina não enterrada será constituída por tubos de aço de alta resistência fabricados com 12 m de comprimento para compor a linha do gasoduto. A tubulação será isolada da água do mar, utilizando-se um revestimento externo anticorrosivo. Uma vez que este revestimento não possui eficiência de 100%, a tubulação será provida também de anodos de sacrifício, montados na tubulação de forma espaçada ao longo do seu comprimento, de forma a proteger possíveis falhas no revestimento anticorrosivo.

Uma vez que o gasoduto transporta gás seco, não é esperada corrosão interna na tubulação, embora tipicamente uma pequena sobre espessura de 1,6mm é adicionada sobre a espessura requerida pelo projeto estrutural, visando cobrir uma eventual e não esperada corrosão uniforme na parede.

O duto submarino não enterrado nestas profundidades requer a montagem de revestimento de concreto sobre o anticorrosivo, de forma a permitir a estabilidade do gasoduto no fundo marinho quando sujeito às forças hidrodinâmicas ambientais devido à ação das ondas e da correnteza.

A seção terrestre também será provida de tubulação de aço de alta resistência, sendo revestida externamente com revestimento anticorrosivo. A tubulação é instalada em valas que são posteriormente recobertas.

Caso a resistividade do solo seja inferior, será possível a utilização de anodos de sacrifício montados diretamente sobre a tubulação, semelhante a como é realizado na seção submarina.

2.1.2.3 Métodos Construtivos e de Instalação

Os tubos podem ser fabricados com utilização de chapas calandradas e com aplicação subsequente de solda longitudinal (tubos com costura) ou por extrusão (tubos sem costura).

Os tubos são revestidos com revestimento anticorrosivo, deixando espaço em cada extremidade sem revestimento para permitir soldagem de campo. Os tubos para uso submarino, para travessia de rios ou para regiões alagadiças são também revestidos com concreto.

O duto submarino é construído com utilização de uma balsa de lançamento, que possui uma sequência de estações de trabalho para soldagem, inspeção não destrutiva e revestimento das juntas de campo, alinhadas com as máquinas de tração e a rampa de lançamento que irá guiar a tubulação para fora da balsa.

Já os dutos terrestres serão construídos com auxílio de guindastes com lanças laterais, conhecidos por side-boom, que são os principais equipamentos para permitir soldagem e abaixamento do gasoduto na vala de forma progressiva e com as deformações controladas.

As principais etapas da construção do gasoduto propriamente dito contemplam:

- Mobilização;
- Identificação da faixa de domínio e abertura de pista;
- Limpeza e nivelamento da faixa de domínio;
- Recebimento e Inspeção dos tubos e materiais;
- Abertura e preparação da vala;
- Desfile / distribuição dos tubos na faixa de domínio;
- Curvamento de tubos, onde necessário;
- Soldagem, inspeção e revestimento da junta;
- Abaixamento do duto na vala;
- Cobertura / preenchimento da vala;

- Limpeza, recuperação e revegetação da faixa de domínio;
- Interligação com o recebedor de esferas e com a seção submarina;
- Enchimento, limpeza e inspeção interna do gasoduto;
- Teste hidrostático;
- Condicionamento;
- Desmobilização.

A limpeza, inspeção interna e o teste hidrostático do gasoduto deverão ser realizados com a seção submarina já interligada em uma única operação contemplando todo o gasoduto.

Ao término da construção, a faixa de domínio deverá ser sinalizada, com o objetivo de proteger as novas instalações, impedindo a escavação ou o tráfego de veículos.

O projeto requer levantamento de campo para obter as informações de topografia e geotecnia na faixa de domínio para a sua execução, além de ser necessário o conhecimento

da resistividade elétrica do solo e a posição correta tridimensional da passagem dos cabos de potência.

Um programa de inspeção a longo prazo será estabelecido na fase de projeto e implementado pela Celse antes de iniciar a fabricação do duto. O programa de inspeção será baseado na avaliação de risco e definirá o que, por que, como e quando uma atividade de inspeção deverá ser realizada. Serão verificados/realizados:

- Teste de pressão do sistema;
- Teste do equipamento de segurança;
- Equipamento de controle de pressão;
- Equipamento de proteção contra sobrepressão;
- Sistemas de parada emergenciais;
- Válvulas de parada automáticas;
- Perda de espessura da parede do duto;
- Entalhes e trincas; e
- Dimensão interna do duto.

As atividades de pré-comissionamento envolverão, principalmente:

- Teste hidrostático;
- Limpeza do duto e seus componentes;
- Aferição da ovalização e desalinhamento do duto; e
- Secagem do duto.

O comissionamento de gasodutos envolve a remoção completa do ar no gasoduto utilizando-se o gás natural antes que a pressão seja aumentada até o nível requerido para o teste de operação de 72 h. No mínimo, os seguintes parâmetros serão verificados:

- Controle de pressão ao longo do duto;
- Controle da temperatura ao longo do duto;
- Controle do ponto de orvalho;
- Composição, vazão, densidade e viscosidade do gás;
- Parâmetros definidos para o controle de corrosão; e
- Concentração de constituintes tóxicos, se houver.

2.1.3 Usina Termelétrica Porto de Sergipe (UTE)

A instalação de uma Unidade Termoelétrica (UTE) compreende basicamente um conjunto de equipamentos termomecânicos e elétricos acoplados que convertem energia química do combustível (GN) em energia elétrica em condições de ser entregue à rede de transmissão de energia elétrica.

2.1.3.1 Turbinas à Gás

A UTE Porto Sergipe I será composta por 3 (três) conjuntos de turbina a gás, as quais serão acionadas através da combustão de gás natural. Os gases quentes da turbina serão encaminhados para caldeira de recuperação para geração de vapor, que alimentará o gerador elétrico. Os gases da caldeira de recuperação serão encaminhados para chaminé.

Nas turbinas à gás, o ar ambiente será conduzido através da válvula de admissão e do revestimento de admissão, para o compressor, que irá pressurizá-lo e alimentá-lo nos combustores. Nos combustores, este será misturado com o combustível e inflamado, onde irá aumentar a temperatura de mistura dos produtos de combustão.

A mistura comprimida e aquecida irá expandir-se na turbina, reduzindo a pressão e a temperatura, conforme a energia térmica seja absorvida e convertida em trabalho mecânico. Uma parcela deste trabalho mecânico será utilizada para acionar o compressor e o restante será utilizado para acionar o gerador elétrico.

Para a partida da TG, se faz necessária a utilização de um sistema de conversor de frequência de partida, que utilizará o gerador elétrico como motor para fornecer a velocidade autossustentável à unidade, durante o ciclo de partida. Ao atingir uma velocidade autossustentável, o sistema de partida será consecutivamente desenergizado e a TG atingirá sua velocidade nominal sozinha.

A Tabela 2.6 apresenta as principais características das turbinas à gás da Usina Termelétrica Porto de Sergipe I.

Tabela 2.6 – Características das Turbinas à Gás UTE Porto Sergipe I

Descrição	Capacidade
Fabricante	Alstom
Modelo	GT36
Temperatura de Admissão de Ar	25,5°C
Altitude Absoluta do Terreno	10 m
Umidade Relativa	80,0%
Taxa de compressão	33, 2:1
Temperatura dos Gases de Exaustão da Turbina	635,4°C
Potência Líquida nas Condições do Sítio	315.316 kWe
Consumo Específico da Turbina (Heat Rate)	9.070 kJ/kWh (gross@LHV)
Consumo Específico da Planta (Heat Rate)	5.970 kJ/kWh (gross@LHV)
Eficiência da Planta	60,3%

2.1.3.2 Gerador de Vapor de Recuperação de calor (GVRC)

Para a recuperação do calor dos gases de exaustão das turbinas a gás, e a geração de vapor para injetá-los na turbina a vapor, será utilizado um Gerador de Vapor de Recuperação de Calor (GVRC) do tipo tambor em circulação normal, com três níveis de pressão e queima suplementar.

O GVRC será do tipo horizontal e irá operar em modo de recirculação natural. Os gases de exaustão da Turbina a Gás são a fonte quente para produção de vapor superaquecido.

A bomba de água de alimentação combinada de Alta Pressão (AP) e Média Pressão (MP) fornecerá a água para alimentação ao Gerador GVRC. A água de alimentação de Baixa Pressão (BP) será extraída dos economizadores AP/MP e, em seguida, será estrangulada até o nível de BP. O fluxo de água de alimentação será pré - aquecido nos economizadores e admitido nas baterias AP, MP e BP, onde irá gerar vapor saturado.

As bombas de recirculação alimentarão a serpentina de pré - aquecimento no final frio do GVRC. A água será retornada ao tanque de água de alimentação, a fim de manter a temperatura de fornecimento da água de alimentação nos níveis desejados.

O tanque de purga coletará os drenos contínuos e intermitentes do GVRC e também durante a partida da planta, drenando os sistemas externos da turbina a vapor, que estarão próximos do GVRC. O tanque de purga atuará como um separador de fases, onde o vapor será descarregado para a atmosfera e o condensado será bombeado ao sistema de água e vapor.

Os estados de vapor gerados na seção de alta, intermediária e baixa pressão encontram - se indicados na Tabela 2.7.

Tabela 2.7 – Características principais da geração de vapor da UTE Porto de Sergipe I

	Descrição	Quantidade
Alta Pressão	Vazão de vapor superaquecido	1.149,9 t/h
	Temperatura de vapor superaquecido	582,5°C
	Pressão do vapor superaquecido	173,1 bar
Média Pressão	Vazão de vapor superaquecido	1.259,4 t/h
	Temperatura de vapor superaquecido	585,0°C
	Pressão do vapor superaquecido	44,82 bar
Baixa Pressão	Vazão de vapor superaquecido	93,0 t/h
	Temperatura de vapor superaquecido	288,2°C
	Pressão do vapor superaquecido	5,28 bar

Após a passagem pelo Gerador de Vapor de Recuperação de Calor, os gases de combustão serão emitidos à atmosfera pela chaminé da caldeira. A tabela 2.8 apresenta as principais características dos gases emitidos e das referidas chaminés.

Tabela 2.8 – Características Principais dos gases de exaustão e chaminés da UTE Porto de Sergipe

Descrição	Característica
Altura da chaminé da caldeira	60 m
Diâmetro Interno da Chaminé	7,0 m
Temperatura dos Gases de Exaustão	71°C
Velocidade dos Gases de Exaustão	17,3 m/s
Vazão dos Gases de Exaustão	2.192,4 m ³ /s

A unidade possuirá uma Estação de Tratamento de Água do mar, a qual poderá utilizar pequenas quantidades de substâncias químicas tal como ácidos, hipoclorito de sódio e hidróxido de sódio. Prevê-se para o Tratamento de água, a instalação de um tanque de 60 m³ de cloreto de ferro.

2.1.3.3 Turbina a Vapor

A Turbina a Vapor (TV) será do tipo condensação reaquecida, composta por 3 câmaras de pressão. Os dois eixos da turbina para cada parte da turbina serão acoplados juntos, rigidamente, e o eixo da turbina de BP será acoplado rigidamente ao gerador elétrico, montado em eixo único com a TG.

O vapor de AP será injetado na turbina de AP através de 2 válvulas paralelas de parada e 2 válvulas paralelas de controle, onde será expandido à pressão reaquecida.

O vapor reaquecido será misturado ao vapor de MP e reaquecido no GVRC, para aquecimento do vapor reaquecido, que será admitido na turbina de MP através de 2 válvulas de parada e 2 válvulas de controle.

O vapor de BP será admitido na turbina de BP através de 1 válvula de parada e 1 batente de controle, para ser expandido e descarregado no condensador.

O condensador de água resfriada condensará o vapor de descarga da TV, ou vapor de superaquecido do bypass da TV, pela rejeição de calor para a água de resfriamento.

Uma caixa rápida coletará o vapor dos drenos internos da TV na partida da planta. Após a separação, o vapor será descarregado para a câmara de vapor do condensador e o condensado será descarregado no reservatório do condensador. O sistema de controle de nível mantém o nível constante no tanque principal de condensado. A Tabela 2.9 apresenta as principais características da TV.

Tabela 2.9 – Características Principais da turbina a vapor da UTE Porto de Sergipe I

Descrição	Característica
Fabricante	Alstom
Velocidade de Rotação	3.600 rpm
Pressão de Vapor para acionamento	173,1 bar
Temperatura de vapor para acionamento	585,5°C
Pressão de descarga	0,08 bar
Potência elétrica bruta na saída do gerador	570.052 kWe

No Anexo C deste EAR pode-se visualizar o Layout Geral da UTE (Desenho 1GP000849 Site Layout), a Planta Baixa do Projeto das Turbinas da UTE (Desenho 1GP002936 – General Arrangement Gas Turbine Outdoor Auxiliares – Plan View), assim como o sistema de alimentação com gás natural da UTE (Desenho 1GP003322 – General Arrangement – Fuel Gas Treatment Area – Plan View).

2.2 DESCRIÇÃO DA REGIÃO

2.2.1 Localização do Projeto

Os empreendimentos encontra-se localizado no Estado do Sergipe, no Município de Barra dos Coqueiros, Região Metropolitana de Aracaju.

Geograficamente, o município de Barra dos Coqueiros é conhecido por se constituir na península de Santa Luzia, possuindo uma área de 89,6 km² e uma população de 29.248 habitantes (Estimativa IBGE 2016). Em 2014 o PIB per capita do município, segundo o IBGE, foi de R\$15.621,00.

O Projeto está ligado à malha rodoviária federal (BR-101) através da rodovia estadual SE-240, (22 quilômetros) e à Cidade de Aracajú através da rodovia estadual SE-100 (23 quilômetros). Na Figura 2.2 pode-se observar a localização da área da UTE, do FSRU e o encaminhamento do gasoduto de GNL.



Figura 2.2 – Localização do empreendimento

Nas imediações do empreendimento localiza-se o mais importante porto de Sergipe: o Terminal Marítimo Inácio Barbosa (TMIB). O TMIB é um terminal offshore, e seu cais de acostagem situa-se a 2.400 m da linha da costa, sendo abrigado por um quebra-mar artificial de 550 m.

O porto opera cargas gerais como madeira, coque, ureia, trigo, fertilizantes e sucos naturais. É, ainda, utilizado pela Petrobras para apoio logístico às atividades de exploração e produção de petróleo na costa de Sergipe. Sua jurisdição compreende a costa do estado de Sergipe, desde a extremidade norte da foz do rio Sergipe até a divisa com o estado de Alagoas e a margem sergipana do trecho navegável do rio São Francisco.

Possui capacidade de armazenagem para 55 mil toneladas, distribuídas em nove armazéns e dois silos de cimento com altura de 63 metros e capacidade de 17.500 toneladas cada um.

2.2.2 Caracterização do entorno

A extensão da caracterização do entorno foi realizada com base nas maiores distâncias obtidas nas modelagens matemáticas, a serem detalhadas no capítulo 5, cuja abrangência pode causar danos à população. Na imagem a seguir pode-se observar o levantamento populacional na área em questão.



Figura 2.3 - Identificação Populacional

2.2.3 Características Meteorológicas da Região

Para caracterização meteorológica da região, aplicada durante a etapa de estimativa quantitativa das consequências do empreendimento (capítulo 5 deste relatório), foram adotados dados meteorológicos obtidos a partir de medições registradas no Aeroporto de Santa Maria, no município de Aracaju, obtidos pela INFRAERO e disponibilizados através do portal REDEMET (Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica), na Latitude 10°59'02" Sul e Longitude 37°04'13" Oeste. Na tabela a seguir estão apresentados os dados médios por período.

Tabela 2.10 - Dados meteorológicos aplicados ao estudo de consequências

Parâmetro	Período	Período
	Diurno	Noturno
Temperatura Média do Ar (°C)	27,2	26,3
Temperatura Média do Solo (°C)	32,2	31,3
Umidade Relativa Média (%)	72,4	76,0
Velocidade Média dos Ventos (m/s)	4,9	4,6

Os dados de distribuição dos ventos por direção estão apresentados a seguir para conhecimento das direções predominantes por período.

Tabela 2.11 - Frequência de Ocorrência dos Ventos

Direção De → Para	Frequência (%)	
	Período Diurno	Período Noturno
N→S	1,1	0,3
NE→SW	4,8	2,3
E→W	40,5	47,4
SE→NW	37,5	37,9
S→N	9,2	9,1
SW→NE	1,2	1,1
W→E	2,2	1,0
NW→SE	3,5	0,9
Total	100,0	100,0

Nota - a direção do vento refere-se àquela de onde ele vem. Ex. os ventos de NE, provém de NE e seguem para SW.

Para a classificação quanto à categorias de estabilidade atmosférica (Pasquill), foi utilizada a Tabela 2.12 abaixo para a classificação destas, levando-se em consideração as velocidades do vento e as características de insolação e nebulosidade.

Tabela 2.12 – Categorias de estabilidade em função das condições atmosféricas

Velocidade do vento (V) a 10 m (m/s)	Período diurno			Período noturno	
	Insolação			Nebulosidade	
	Forte	Moderada	Fraca	Parcialmente encoberto	Encoberto
< 2	A	A - B	B	E	F
2 - 3	A - B	B	C	E	F
3 - 5	B	B - C	C	D	E
5 - 6	C	C - D	D	D	D
> 6	C	D	D	D	D

A – extremamente instável; B – moderadamente instável; C – levemente instável; D – neutra; E – levemente estável; F – moderadamente estável.

Referência: NOAA – *National Oceanic and Atmospheric Administration*

Com base na Tabela 2.12 foram adotadas as categorias B-C para o período diurno e D para o período noturno, sendo estas compatíveis com as características da região em estudo.

O laudo referente aos dados meteorológicos citados encontra-se no Anexo D deste estudo.

3.0 CARACTERIZAÇÃO DO GÁS NATURAL

Na tabela 3.1 a seguir encontra-se a composição molar “standard” do gás natural a ser provido pela unidade de regaseificação (FSRU).

Tabela 3.1 – Composição do Gás Natural

Componente	(%)
Metano	96,01
Etano	3,20
Propano	0,60
i-Butano	0,05
n-Butano	0,05
i-Pentano	0,01
Nitrogênio	0,08

No Anexo E encontra-se a FISPQ – “Ficha de Informação de Segurança Produto Químico” do Gás natural, na qual pode-se visualizar as principais características do gás natural.

4.0 IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS

Este capítulo descreve a metodologia utilizada durante a identificação dos riscos relativos aos empreendimentos da CELSE Centrais Elétricas de Sergipe S.A., o qual inclui o sistema de alimentação com gás natural da UTE proveniente do terminal de gaseificação (FSRU).

4.1 IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS DE ACIDENTES

As técnicas de identificação de riscos são ferramentas voltadas à identificação dos possíveis eventos indesejáveis que podem levar a uma condição danosa, inerente à substância, atividade ou instalação, acarretando consequências significativas ao meio ambiente, aos trabalhadores e à vizinhança.

Dentre as técnicas utilizadas pode-se citar a Análise de Perigos e Operabilidade (*HazOp – Hazard and Operability Analysis*), a Análise Preliminar de Riscos (APR), a *What if?*, a Análise de Modos de Falhas e Efeitos (AMFE), dentre outras.

A aplicação de cada uma destas técnicas depende, fundamentalmente, do tipo de empreendimento a ser analisado e do escopo dirigido ao trabalho realizado.

Para a realização da etapa de identificação das situações de risco decorrentes de acidentes ampliados nas instalações e operações a serem realizadas no empreendimento em análise foi selecionada a técnica de Análise Preliminar de Riscos (APR).

Esta foi selecionada por ter boa aplicabilidade tanto em etapas de projetos como também em unidades já em operação, em análises nas quais o enfoque não seja as consequências trazidas por desvios operacionais ou sistêmicos e sim a ocorrência de acidentes envolvendo perdas de contenção na instalação, as quais possam gerar fatalidades à circunvizinhança, proporcionando neste caso uma revisão dos aspectos de segurança existentes na mesma.

A Análise Preliminar de Riscos tem por objetivo identificar situações de perigo na instalação cuja ocorrência tenha origem em erros humanos, em falhas intrínsecas aos equipamentos ou na interação entre ambos.

Esta técnica teve origem na área militar, e sua metodologia segue as diretrizes da norma do Programa Militar Padrão de Segurança dos USA – MIL – STD – 882. Devido à sua “herança” militar, esta técnica é muito usada para revisar áreas de processo onde pode haver grande liberação de energia de uma forma descontrolada.

4.1.1 Metodologia Aplicada para Realização da Análise Preliminar de Riscos

Com base na técnica escolhida foram levantadas as situações capazes de dar origem a acidentes nas instalações analisadas, identificadas e numeradas sob a forma de hipóteses

acidentais, suas possíveis causas decorrentes de falhas operacionais e/ou falhas, rupturas, furos e fissuras nas linhas e equipamentos da instalação, assim como as tipologias acidentais que possam ser geradas pela perda de contenção do gás natural nos sistemas.

Para as situações envolvendo a ocorrência de vazamentos contínuos no sistema de regaseificação do FSRU e nas linhas de alimentação das turbinas à gás internas à UTE, foram estudadas perdas de contenção nas tubulações e equipamentos a partir das classes de pequenos vazamentos, relacionadas à ocorrência de furos e/ou fissuras com até 10% do diâmetro, e grandes vazamentos, a partir da ocorrência de rupturas catastróficas, conforme a divisão de classes de vazamento apresentada no capítulo de perda de contenção (LoC) da referência bibliográfica “Reference Manual Bevi Risk Assessments; Version 3.2; 2009; RIVM (National Institute of Public Health and the Environment)”.

Já nas situações envolvendo a ocorrência de vazamentos contínuos nos trechos de gasoduto foram estudadas perdas de contenção a partir de pequenos, médios e grandes vazamentos, relacionados à ocorrência de furos/fissuras/ruptura com 5%, 20% e 100% do diâmetro do duto no trecho em questão.

Durante a realização da Análise Preliminar de Riscos (APR) a categorização das frequências de ocorrência e severidade dos danos foi realizada de maneira qualitativa apenas, conforme definição apresentada nas tabelas a seguir, baseada nas categorias apresentadas na NT 01/2009 homologada a partir da Resolução CE`RAM 3.965/2009.

Tabela 4.1: Categorias de Frequência de Ocorrência

Categorias	Faixa de Frequência	Descrição
FR – Frequente	Maior que uma vez por ano $f \geq 1$ ano	<ul style="list-style-type: none"> - Histórico de uma ou mais ocorrências por ano e nenhuma alteração feita no sistema; - Histórico de uma ou mais ocorrências por ano em empreendimentos similares; - Atividade frequente com inexistência de treinamento e procedimento, em presença de condições de trabalho adversas.
PR – Provável	Esperado na vida útil do empreendimento $1 < f \leq 100$ anos	<ul style="list-style-type: none"> - Histórico de ocorrência menor que 1 por ano ou situação que já esteve próxima de ocorrer e nenhuma alteração feita no sistema; - Ruptura ou quebra de equipamentos reconhecidamente degradados ou com inspeção deficiente; - Histórico de ocorrência menor que 1 por ano ou situação que já esteve próxima de ocorrer em empreendimentos similares; - Erro humano por inexistência de treinamento e procedimento, em presença de condições de trabalho adequadas.

Tabela 4.1: Categorias de Frequência de Ocorrência

Categorias	Faixa de Frequência	Descrição
OC – Ocasional	$100 < f \leq 10.000$ anos	- Falha única de equipamento em bom estado de operação e manutenção; - Cenários que dependem de falha única, humana em condições adequadas de ergonomia, com treinamento e procedimento.
RE – Remoto	$10.000 < f \leq 1.000.000$ Anos	- Falha dupla de equipamentos; - Ruptura de equipamentos estáticos, linhas e acessórios sujeitos a inspeção; - Falha de componente eletrônico; - Dupla falha humana em condições adequadas de ergonomia com treinamento e procedimento.
ER – Improvável	$f > 1.000.000$ anos	- Ruptura por falha mecânica de vasos de pressão com inspeção e testes periódicos nos sistemas de proteção. Sem histórico de sobrecarga de pressão, temperatura ou vibração, sem histórico de comprometimento por trincas ou perda de espessura; - Falha de vários sistemas de proteção; - Múltiplas falhas humanas em condições adequadas, com treinamento e procedimento.

Já para a severidade, para as substâncias de interesse deste estudo pôde ser realizada uma estimativa quantitativa, baseada na extrapolação dos limites do empreendimento, na amplitude da mesma e no tipo de área atingida, de acordo com o critério apresentado a seguir.

Tabela 4.2 - Categorias de Severidade das Consequências

Categorias	Descrição
I – Baixa	- Acidente sem afastamento; - Impacto ambiental de pequena magnitude com alcance interno ou externo ou reversível com ações imediatas; - Acidente restrito ao equipamento de origem do problema.
II – Moderada	- Acidente com afastamento; - Vítimas fatais (colaboradores); - Evasão de funcionários; - Impacto de magnitude considerável, porém reversível com ações mitigadoras restrito à área da empresa.
III – Crítica	- Vítimas fatais (colaboradores e/ou comunidade); - Impacto de magnitude considerável, porém reversível com ações mitigadoras que extrapolam a área de empresa; - Evasão de parte da comunidade externa, com retorno após a normalização da situação em andamento.

Tabela 4.2 - Categorias de Severidade das Consequências

Categorias	Descrição
IV – Catastrófica	<ul style="list-style-type: none"> - Grande quantidade de vítimas fatais na comunidade entorno; - Impacto irreversível ou de difícil reversão mesmo com ações mitigadoras ou impacto de grande magnitude e grande extensão, além dos limites da empresa; - Evasão da comunidade externa sem a possibilidade de retorno, ou com possibilidade de retorno após ações de descontaminação da região.

Sendo assim, a classificação da severidade teve como base os resultados da estimativa das consequências, apresentadas no capítulo 5 deste relatório.

A partir das frequências de ocorrência e da severidade dos danos foi classificado o risco de cada situação identificada, conforme a Matriz de Riscos apresentada a seguir.

		Frequência				
		ER	RE	OC	PR	FR
Severidade	IV	MO	MO	NA	NA	NA
	III	MO	MO	MO	NA	NA
	II	AC	AC	AC	MO	NA
	I	AC	AC	AC	AC	MO

Figura 4.1 - Matriz de Risco

A partir das categorias de riscos classificadas foram estabelecidas ações conforme a seguir.

Tabela 4.3 - Categorias de Risco

Categorias	Descrição
AC (Aceito)	- Não são necessárias ações corretivas. Não há obrigatoriedade de implantação de possíveis melhorias propostas. Nenhum estudo adicional é requerido.
MO (Moderado)	<ul style="list-style-type: none"> - São necessárias ações corretivas ou a realização de estudos complementares. Para os cenários classificados como risco moderado e com categorias de frequência <u>Frequente</u> ou <u>Provável</u> (severidade I ou II), é necessária a proposição de recomendações, de caráter obrigatório, porém sem necessidade de implementação imediata. As recomendações devem ter seu cronograma de implementação estabelecido e acordado com o órgão ambiental. Para esses cenários, não há obrigatoriedade de estudos complementares. - Os cenários classificados com categorias de severidade <u>Crítica</u> (III) ou <u>Catastrófica</u> (IV) devem ser considerados para avaliação quantitativa dos riscos. A implementação das recomendações geradas para estes cenários é obrigatória.

Tabela 4.3 - Categorias de Risco

Categorias	Descrição
- NA - (Não Aceito)	<p>- São necessárias ações corretivas. Para os cenários classificados nesta categoria devido à frequência <u>Frequente</u>, porém com severidade <u>Moderada (II)</u>, torna-se obrigatória a implementação de recomendações que reduzam esta frequência, sendo desnecessária a elaboração de estudos complementares ou outras análises. Nestes casos, as recomendações devem ser implementadas imediatamente.</p> <p>- Os cenários classificados nesta categoria devido à severidade <u>Crítica (III)</u> ou <u>Catastrófica (IV)</u> devem ser considerados para avaliação quantitativa dos riscos. A implementação das recomendações geradas para estes cenários é obrigatória.</p>

Os riscos foram avaliados na APR inicialmente sem as recomendações apresentadas, apenas considerando as salvaguardas/meios de controle já previstos no projeto e posteriormente (ao final da planilha) os riscos foram reavaliados considerando as recomendações apresentadas.

4.2 ELABORAÇÃO DA ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS (APR)

A APR foi elaborada ao longo do mês de abril de 2017, sendo sua versão final validada pela equipe de trabalho relacionada abaixo no dia 28/04/2016.

Tabela 4.4 – Relação de participantes da APR

Nome	Empresa	Área
César Ferreira	CELSE	Projetos UTE
Sérgio Nascimento	CELSE	Projetos Terminal GNL
Valdir Nakazawa	CH2M	Estudos Ambientais
Marcos Portela	AGR Engenharia	Análise de Risco
Adriana Bertozzi	AGR Engenharia	Análise de Riscos
Adriana Vida	AGR Engenharia	Análise de Riscos

Esclarece-se que a APR foi elaborada com base nas informações obtidas em reuniões com as equipes de projeto e na documentação indicada no campo Documentação de Referência das planilhas de APR.

A seguir estão apresentadas as planilhas de Análise Preliminar dos Riscos com a identificação dos riscos relativos ao empreendimento da CELSE, contemplando o terminal de gaseificação (FSRU), a alimentação com gás natural na UTE, além do gasoduto de interligação entre estes sistemas.

APR - ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS

INSTALAÇÃO/LOCAL: Terminal de Regaseificação	DATA: Abril/2017
OPERAÇÃO: Recebimento de GNL para o FSRU via navio metaneiro	PLANILHA DE APR 1 de 95
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA: Planta de Situação DE-232-15-002 Fls. 2 a 4 (Anexo B)	
EQUIPE DE APR E PESSOAS CONSULTADAS: César Ferreira, Sérgio Nascimento, Valdir Nakazawa, Marcos Portela, Adriana Bertozzi, Adriana Vida	

Nº	ATIVIDADE	SITUAÇÃO DE RISCO	CAUSAS	CONSEQUÊNCIAS	AVALIAÇÃO DO RISCO			SALVAGUARDAS PREVISTAS E RECOMENDAÇÕES	AVALIAÇÃO DO RISCO		
					FREQ.	SEV.	FREQ.		FREQ.	SEV.	FREQ.
1	Deslocamento da embarcação de apoio do navio metaneiro e do FSRU (quando da atracação do mesmo)	Vazamento de combustível da embarcação de apoio com contaminação do corpo hídrico	<ul style="list-style-type: none"> Colisão das embarcações de apoio contra o píer de apoio e/ou costado do navio metaneiro ou FSRU Mau estado de conservação Afundamento da embarcação por mau tempo (avaliado em situação de risco específica) Erro operacional durante o abastecimento da embarcação de apoio Abalroamento entre as embarcações de apoio e as embarcações 	<ul style="list-style-type: none"> Pequena contaminação do corpo hídrico 	PR	I	AC	<p><i>Meios de Detecção</i> Visual / Ruído</p> <p><i>Recomendações</i> R1) Para os cenários envolvendo vazamentos de substâncias oleosas no mar (cenários de vazamento do combustível dos navios) deverá ser elaborado e implantado um Plano de Emergência Individual, segundo Resolução Conama Nº398/2008, com realização de simulados de vazamento oleoso para o mar em periodicidade a ser definida quando da elaboração do mesmo. Recomenda-se a elaboração do mesmo para a etapa de operação das unidades. R2) Estabelecer procedimento com limitação de velocidade de aproximação da embarcação em 5 nós, de acordo com Regra Internacional para evitar albarroamento no Mar (RIPEAM). R3) Os tanques das embarcações de apoio que deverão ser usadas deverão ser selados. R4) Estabelecer procedimento contendo condições meteorológicas mínimas para operação de aproximação. Prever neste procedimento a paralisação imediata da operação de transferência em caso de mau tempo. R5) No caso de uso de navios rebocadores, estes deverão ser submetidos a certificações periódicas externas por meio de sociedades classificadoras.</p>	OC	I	AC
2		Colisão/abalroamento do rebocador e lanchas com o navio metaneiro ou FSRU	<ul style="list-style-type: none"> Mau tempo Imperícia do mestre da embarcação Falha de equipamento da embarcação 	<ul style="list-style-type: none"> Possibilidade de danos ao rebocador / lanchas e colaboradores 	PR	I	AC		RE	I	AC
3		Encalhe do rebocador	<ul style="list-style-type: none"> Mau tempo Imperícia do mestre da embarcação Falha de equipamento da embarcação Assoreamento da área de manobra 	<ul style="list-style-type: none"> Possibilidade de danos ao rebocador / lanchas e colaboradores 	OC	I	AC		RE	I	AC
4		Afundamento das embarcações de apoio	<ul style="list-style-type: none"> Mau tempo Imperícia do mestre da embarcação Falha de equipamento da embarcação Abalroamento entre embarcações Colisão com o navio metaneiro ou FSRU Incêndio na embarcação de apoio 	<ul style="list-style-type: none"> Perda das embarcações de apoio e possibilidade de danos / fatalidades aos colaboradores 	RE	II	AC		ER	II	AC

APR - ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS

INSTALAÇÃO/LOCAL: Terminal de Regaseificação	DATA: Abril/2017
OPERAÇÃO: Recebimento de GNL para o FSRU via navio metaneiro	PLANILHA DE APR 31 de 95
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA: Planta de Situação DE-232-15-002 Fls. 2 a 4 (Anexo B)	
EQUIPE DE APR E PESSOAS CONSULTADAS: César Ferreira, Sérgio Nascimento, Valdir Nakazawa, Marcos Portela, Adriana Bertozzi, Adriana Vida	

Nº	ATIVIDADE	SITUAÇÃO DE RISCO	CAUSAS	CONSEQUÊNCIAS	AVALIAÇÃO DO RISCO			SALVAGUARDAS PREVISTAS E RECOMENDAÇÕES	AVALIAÇÃO DO RISCO		
					FREQ.	SEV.	FREQ.		FREQ.	SEV.	FREQ.
5	Atracação do FSRU Atracação e desatracação de navios metaneiros a contrabordo do FSRU já atracado	Colisão da embarcação com os berços de atracação	<ul style="list-style-type: none"> Mau tempo Imperícia do comandante/prático da embarcação Falha de equipamento da embarcação Falha de comunicação entre FSRU e rebocador Falha/deficiência (perda de potência) do rebocador Deficiência das defensas Manutenção deficiente dos equipamentos de apoio à atracação 	<ul style="list-style-type: none"> Possibilidade de lesões aos colaboradores, danos severos a equipamentos ou instalações e possibilidade de vazamento de água de lastro do navio FSRU. 	PR	II	MO	<p><i>Meios de Detecção</i> Visual / Ruído</p> <p><i>Observações</i> As embarcações (navios metaneiros e FSRU) possuem casco duplo. Os tanques de combustível das embarcações (navios metaneiros e FSRU) ficam dispostos próximos a popa da embarcação (HFO/MGO)</p> <p><i>Recomendações</i> R1) Para os cenários envolvendo vazamentos de substâncias oleosas no mar (cenários de vazamento do combustível dos navios) deverá ser elaborado e implantado um Plano de Emergência Individual, segundo Resolução Conama Nº398/2008, com realização de simulados de vazamento oleoso para o mar em periodicidade a ser definida quando da elaboração do mesmo. Recomenda-se a elaboração do mesmo para a etapa de operação das unidades. R4) Estabelecer procedimento contendo condições meteorológicas mínimas para operação de aproximação. Prever neste procedimento a paralisação imediata da operação de transferência em caso de mau tempo. R6) Realizar inspeções periódicas nos sistemas de amarração do FSRU.</p>	RE	II	AC
6		Colisão do navio metaneiro em aproximação com o costado do FSRU já atracada nos berços	<ul style="list-style-type: none"> Mau tempo Imperícia do comandante/prático do navio metaneiro Falha de equipamento do navio metaneiro Falha de comunicação entre navio metaneiro e rebocador Falha/deficiência (perda de potência) do rebocador Deficiência das defensas dispostas nas embarcações (navio metaneiro e FSRU) Manutenção deficiente dos equipamentos de apoio à atracação 	<ul style="list-style-type: none"> Possibilidade de lesões aos colaboradores, danos severos a equipamentos ou instalações e possibilidade de vazamento de água de lastro do navio metaneiro, devido à colisão; Possibilidade de vazamento de gás natural liquefeito do navio metaneiro devido à colisão, resultando em danos a instalações, colaboradores e pessoas externas por: <ul style="list-style-type: none"> - explosão física, se houver contato do GNL com a água; - formação de incêndio em poça / jato de fogo; - formação de nuvem inflamável seguida de incêndio com possibilidade de explosão (flashfire / UVCE). 	PR	II	MO		RE	II	AC

APR - ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS

INSTALAÇÃO/LOCAL: Terminal de Regaseificação	DATA: Abril/2017
OPERAÇÃO: Recebimento de GNL via navio metaneiro	PLANILHA DE APR 3 de 95
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA: Planta de Situação DE-232-15-002 Fls. 2 a 4 (Anexo B)	
EQUIPE DE APR E PESSOAS CONSULTADAS: César Ferreira, Sérgio Nascimento, Valdir Nakazawa, Marcos Portela, Adriana Bertozzi, Adriana Vida	

Nº	ATIVIDADE	SITUAÇÃO DE RISCO	CAUSAS	CONSEQUÊNCIAS	AVALIAÇÃO DO RISCO			SALVAGUARDAS PREVISTAS E RECOMENDAÇÕES	AVALIAÇÃO DO RISCO		
					FREQ.	SEV.	FREQ.		FREQ.	SEV.	FREQ.
7	Armazenamento de GNL no Terminal de Gaseificação	Vazamento de GNL devido à ruptura catastrófica dos tanques de armazenamento de GNL do navio metaneiro	<ul style="list-style-type: none"> • Impacto mecânico / colisão; • Fragilização térmica ou mecânica do material. • Fragilização da solda do vaso de pressão e/ou equipamentos conectados aos mesmos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilidade de danos a instalações, colaboradores e pessoas externas por: <ul style="list-style-type: none"> - explosão física, se houver contato do GNL com a água; - formação de bola de fogo; - formação de nuvem inflamável seguida de incêndio com possibilidade de explosão (flashfire / UVCE). 	RE	II	AC	<p><i>Meios de Detecção</i> Visual / Ruído</p> <p><i>Observações</i> As embarcações (navios metaneiros e FSRU) possuem casco duplo. Os tanques de combustível das embarcações (navios metaneiros e FSRU) ficam dispostos próximos a popa da embarcação (HFO/MGO)</p> <p><i>Recomendações</i> Idem R4, R6 R7) Elaborar e implantar um plano de ação de emergências para os cenários acidentais envolvendo vazamentos de substâncias químicas, além de cenários de acidentes ocupacionais. Este plano deverá ser desenvolvido para a etapa de licença de operação. Este plano deverá contemplar a realização de simulados, com periodicidade máxima anual, envolvendo cenários de acidentes ampliados. R8) Elaborar e implantar um programa para gerenciamento dos riscos para a etapa de operação das Unidades. Este programa deve contemplar ações de gestão de manutenção, gestão de modificações, gestão de capacitação de recursos humanos (contratados e terceiros) e gestão de procedimentos operacionais voltadas às instalações e sistemas com possibilidade de vazamentos de substâncias químicas, além de toda a gestão de saúde e segurança ocupacional que deverá ser prevista em PPRÁ (Programa de Prevenção de Riscos Ambientais) e PCMSO (Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional). R9) Para a etapa de obras, deverão ser identificados os riscos das atividades a serem realizadas (durante as obras) sendo propostas medidas de gestão dos mesmos e desenvolvido e implantado um Plano de Ação de Emergências para a etapa de obras. Durante a identificação dos riscos da etapa de obras deverá ser avaliado a existência de cenários envolvendo derrames oleosos para o mar. Havendo, deverá ser previsto ações de combate emergencial e estrutura mínima de resposta emergencial. R10) Prover sistema de detecção de gás natural no terminal de regaseificação, em especial nas áreas contendo equipamentos rotativos (bombas e compressores), com alarme sonoro e desligamento automático do sistema ou fechamento automático de válvulas (a ser analisado e definido na consolidação do projeto da unidade).</p>	ER	II	AC
8		Vazamento de GNL devido à ruptura catastrófica dos tanques de armazenamento de GNL do navio de Gaseificação (FSRU)			RE	II	AC		ER	II	AC

APR - ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS

INSTALAÇÃO/LOCAL: Terminal de Regaseificação	DATA: Abril/2017
OPERAÇÃO: Recebimento de GNL via navio metaneiro	PLANILHA DE APR 433 de 95
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA: Planta de Situação DE-232-15-002 Fls. 2 a 4 (Anexo B)	
EQUIPE DE APR E PESSOAS CONSULTADAS: César Ferreira, Sérgio Nascimento, Valdir Nakazawa, Marcos Portela, Adriana Bertozzi, Adriana Vida	

Nº	ATIVIDADE	SITUAÇÃO DE RISCO	CAUSAS	CONSEQUÊNCIAS	AVALIAÇÃO DO RISCO			SALVAGUARDAS PREVISTAS E RECOMENDAÇÕES	AVALIAÇÃO DO RISCO		
					FREQ.	SEV.	FREQ.		FREQ.	SEV.	FREQ.
9	Transbordo de GNL entre o navio metaneiro e o FSRU	Grande vazamento de GNL no sistema de transferência entre o navio metaneiro e os tanques de estocagem do navio gaseificador (FSRU)	<ul style="list-style-type: none"> Erro operacional durante a montagem (falta de vedação/encaixe adequado) Erro operacional em desconectar os braços / mangotes durante a transferência Desconexão dos braços / mangotes por afastamento entre as embarcações devido a: <ul style="list-style-type: none"> - Falha na amarração; - Mau tempo; - Falha de comunicação sobre a operação. Falha estrutural do braço / mangote por falta de manutenção/inspeção 	<ul style="list-style-type: none"> Possibilidade de danos a instalações, colaboradores e pessoas externas por: <ul style="list-style-type: none"> - explosão física, se houver contato do GNL com a água; - formação de incêndio em poça / jato de fogo; - formação de nuvem inflamável seguida de incêndio com possibilidade de explosão (flashfire / UVCE). 	OC	II	AC	<p><i>Meios de Detecção</i> Visual / Ruído</p> <p><i>Recomendações</i> Idem R7, R8, R9, R10</p>	RE	II	AC
10		Médio/Pequeno vazamento de GNL no sistema de transferência entre o navio metaneiro e os tanques de estocagem do navio gaseificador (FSRU)	<ul style="list-style-type: none"> Falha estrutural do braço / mangote por falta de manutenção/inspeção. 		PR	II	MO		OC	II	AC

APR - ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS

INSTALAÇÃO/LOCAL: Terminal de Regaseificação	DATA: Abril/2017
OPERAÇÃO: Regaseificação de GNL	PLANILHA DE APR de 95
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA: Planta de Situação DE-232-15-002 Fls. 2 a 4 (Anexo B) / P&ID – LNG Regaseification – 3000-PID-10009 Fl.1/5 (Anexo C)	
EQUIPE DE APR E PESSOAS CONSULTADAS: César Ferreira, Sérgio Nascimento, Valdir Nakazawa, Marcos Portela, Adriana Bertozzi, Adriana Vida	

Nº	ATIVIDADE	SITUAÇÃO DE RISCO	CAUSAS	CONSEQUÊNCIAS	AVALIAÇÃO DO RISCO			SALVAGUARDAS PREVISTAS E RECOMENDAÇÕES	AVALIAÇÃO DO RISCO		
					FREQ.	SEV.	FREQ.		FREQ.	SEV.	FREQ.
11	Transferência dos tanques de estocagem de GNL ao vaso de recondensação	Grande vazamento de GNL a partir das linhas e equipamentos desde os tanques de estocagem do navio gaseificador (FSRU) até a bomba/linha de alimentação	<ul style="list-style-type: none"> • Ruptura dos equipamentos por: <ul style="list-style-type: none"> - Impacto mecânico; - Fragilização térmica ou mecânica do material; - Aumento de pressão da linha; - Fragilização da solda das linhas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilidade de danos a instalações, colaboradores e pessoas externas por: <ul style="list-style-type: none"> - explosão física, se houver contato do GNL com a água; - formação de incêndio em poça / jato de fogo; - formação de nuvem inflamável seguida de incêndio com possibilidade de explosão (flashfire / UVCE). 	OC	II	AC	<p><i>Meios de Detecção</i> Visual / Ruído</p> <p><i>Recomendações</i> Idem R7, R8, R9, R10 R11) Realizar avaliação de risco para a etapa de comissionamento das unidades, com o uso de check-list para: - avaliação da entrega final dos sistemas (instalado vs projetado); - realização de testes sem químicos (simulados ou práticos com água ou gases não inflamáveis e/ou tóxicos); - recebimento de documentos de projeto, especificações, desenhos e relatórios de comissionamento e passivação dos sistemas (quando aplicável); - teste dos interlocks / intertravamentos de segurança das Unidades. R12) Realizar avaliação de risco de segurança para start-up seguro das unidades (PSSR – pre start up safety review), observando: - Acompanhamento inicial da operação; - Capacitação dos colaboradores da operação e manutenção; - Definição de procedimentos operacionais / instrução de trabalho seguros; - Definição de manutenção a ser empregada nos sistemas críticos das unidades; - Disponibilidade da documentação técnica das Unidades (manual de operação das unidades contendo o range operacional dos sistemas, diagramas de instrumentação e processos, P&IDs, diagramas de processos, PFDs, diagramas de elétrica e instrumentação, folhetos e documentos técnicos dos equipamentos e instrumentação, diagramas de hidráulica, desenhos de instalações civil).</p>	RE	II	AC
12		Médio/Pequeno vazamento de GNL a partir das linhas e equipamentos desde os tanques de estocagem do navio gaseificador (FSRU) até a bomba/linha de alimentação	<ul style="list-style-type: none"> • Furo ou fissura nos equipamentos por: <ul style="list-style-type: none"> - Impacto mecânico; - Fragilização térmica ou mecânica do material; - Aumento de pressão da linha; - Fragilização da solda das linhas. • Vazamentos em juntas e conexões por falta de vedação ou aumento de pressão nas linhas. 		PR	II	MO		OC	II	AC

APR - ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS

INSTALAÇÃO/LOCAL: Terminal de Regaseificação

DATA: Abril/2017

OPERAÇÃO: Regaseificação de GNL

PLANILHA DE APR 635 de 15

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA: P&ID – LNG Regaseification – 3000-PID-10009 Fl.1/5(Anexo C)

EQUIPE DE APR E PESSOAS CONSULTADAS: César Ferreira, Sérgio Nascimento, Valdir Nakazawa, Marcos Portela, Adriana Bertozzi, Adriana Vida

Nº	ATIVIDADE	SITUAÇÃO DE RISCO	CAUSAS	CONSEQUÊNCIAS	AVALIAÇÃO DO RISCO			SALVAGUARDAS PREVISTAS E RECOMENDAÇÕES	AVALIAÇÃO DO RISCO		
					FREQ.	SEV.	FREQ.		FREQ.	SEV.	FREQ.
13	Transferência dos tanques de estocagem de GNL ao vaso de recondensation	Grande vazamento de GNL a partir das linhas e equipamentos desde a bomba/linha de alimentação até o vaso de recondensation (VX 0050)	<ul style="list-style-type: none"> Ruptura dos equipamentos por: <ul style="list-style-type: none"> - Impacto mecânico; - Fragilização térmica ou mecânica do material; - Aumento de pressão da linha; - Fragilização da solda das linhas. 	<ul style="list-style-type: none"> Possibilidade de danos a instalações, colaboradores e pessoas externas por: <ul style="list-style-type: none"> - explosão física, se houver contato do GNL com a água; - formação de incêndio em poça / jato de fogo; - formação de nuvem inflamável seguida de incêndio com possibilidade de explosão (flashfire / UVCE). 	OC	II	AC	<p><i>Meios de Detecção</i> Visual / Ruído</p> <p><i>Recomendações</i> Idem R7, R8, R9, R10, R11, R12</p>	RE	II	AC
14		Médio/Pequeno vazamento de GNL a partir das linhas e equipamentos desde a bomba/linha de alimentação até o vaso de recondensation (VX 0050).	<ul style="list-style-type: none"> Furo ou fissura nos equipamentos por: <ul style="list-style-type: none"> - Impacto mecânico; - Fragilização térmica ou mecânica do material; - Aumento de pressão da linha; - Fragilização da solda das linhas. Vazamentos em juntas e conexões por falta de vedação ou aumento de pressão nas linhas. 		PR	II	MO		OC	II	AC

APR - ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS

INSTALAÇÃO/LOCAL: Terminal de Regaseificação	DATA: Abril/2017
OPERAÇÃO: Regaseificação de GNL	PLANILHA DE APR 7 de 95
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA: P&ID – LNG Regaseification – 3000-PID-10009 Fls. 1/5 e 2/5 (Anexo C)	
EQUIPE DE APR E PESSOAS CONSULTADAS: César Ferreira, Sérgio Nascimento, Valdir Nakazawa, Marcos Portela, Adriana Bertozzi, Adriana Vida	

Nº	ATIVIDADE	SITUAÇÃO DE RISCO	CAUSAS	CONSEQUÊNCIAS	AVALIAÇÃO DO RISCO			SALVAGUARDAS PREVISTAS E RECOMENDAÇÕES	AVALIAÇÃO DO RISCO		
					FREQ.	SEV.	FREQ.		FREQ.	SEV.	FREQ.
15	Transferência do vaso de recondensation até os vaporizadores	Grande vazamento de GNL a partir das linhas e equipamentos desde o vaso de recondensation (VX 0050) até as bombas de pressurização (PA 1000 A/B).	<ul style="list-style-type: none"> • Ruptura dos equipamentos por: <ul style="list-style-type: none"> - Impacto mecânico; - Fragilização térmica ou mecânica do material; - Aumento de pressão da linha; - Fragilização da solda das linhas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilidade de danos a instalações, colaboradores e pessoas externas por: <ul style="list-style-type: none"> - explosão física, se houver contato do GNL com a água; - formação de incêndio em poça / jato de fogo; - formação de nuvem inflamável seguida de incêndio com possibilidade de explosão (flashfire / UVCE). 	OC	II	AC	<p><i>Meios de Detecção</i> Visual / Ruído</p> <p><i>Observações</i> Em caso de parada das bombas e no caso de mudanças na vazão não previstas, o vaso recondensador atua como um vaso pulmão para as bombas de pressurização.</p> <p><i>Recomendações</i> Idem R7, R8, R9, R10, R11, R12</p>	RE	II	AC
16		Médio/Pequeno vazamento de GNL a partir das linhas e equipamentos desde o vaso de recondensation (VX 0050) até as bombas de pressurização (PA 1000 A/B).	<ul style="list-style-type: none"> • Furo ou fissura nos equipamentos por: <ul style="list-style-type: none"> - Impacto mecânico; - Fragilização térmica ou mecânica do material; - Aumento de pressão da linha; - Fragilização da solda das linhas. • Vazamentos em juntas e conexões por falta de vedação ou aumento de pressão nas linhas. 	PR	II	MO	OC		II	AC	

APR - ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS

INSTALAÇÃO/LOCAL: Terminal de Regaseificação

DATA: Abril/2017

OPERAÇÃO: Regaseificação de GNL

PLANILHA DE APR 37 de 15

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA: P&ID – LNG Regaseification – 3000-PID-10009 Fl. 2/5 (Anexo C)

EQUIPE DE APR E PESSOAS CONSULTADAS: César Ferreira, Sérgio Nascimento, Valdir Nakazawa, Marcos Portela, Adriana Bertozzi, Adriana Vida

Nº	ATIVIDADE	SITUAÇÃO DE RISCO	CAUSAS	CONSEQUÊNCIAS	AVALIAÇÃO DO RISCO			SALVAGUARDAS PREVISTAS E RECOMENDAÇÕES	AVALIAÇÃO DO RISCO		
					FREQ.	SEV.	FREQ.		FREQ.	SEV.	FREQ.
17	Transferência do vaso de recondensação até os vaporizadores	Grande vazamento de GNL a partir das linhas e equipamentos desde as bombas de pressurização (PA 1000 A/B) até os trocadores de calor (HA1100 A/B)	<ul style="list-style-type: none"> Ruptura dos equipamentos por: <ul style="list-style-type: none"> - Impacto mecânico; - Fragilização térmica ou mecânica do material; - Aumento de pressão da linha; - Fragilização da solda das linhas. 	<ul style="list-style-type: none"> Possibilidade de danos a instalações, colaboradores e pessoas externas por: <ul style="list-style-type: none"> - explosão física, se houver contato do GNL com a água; - formação de incêndio em poça / jato de fogo; - formação de nuvem inflamável seguida de incêndio com possibilidade de explosão (flashfire / UVCE). 	OC	II	AC	<p><i>Meios de Detecção</i> Visual / Ruído</p> <p><i>Observações</i> A pressão de saída das bombas de pressurização é ajustada pela vazão de saída do gás produzido pelos evaporadores.</p> <p><i>Recomendações</i> Idem R7, R8, R9, R10, R11, R12</p>	RE	II	AC
18		Médio/Pequeno vazamento de GNL a partir das linhas e equipamentos desde as bombas de pressurização (PA 1000 A/B) até os trocadores de calor (HA1100 A/B)	<ul style="list-style-type: none"> Furo ou fissura nos equipamentos por: <ul style="list-style-type: none"> - Impacto mecânico; - Fragilização térmica ou mecânica do material; - Aumento de pressão da linha; - Fragilização da solda das linhas. Vazamentos em juntas e conexões por falta de vedação ou aumento de pressão nas linhas. 		PR	II	MO			OC	II

APR - ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS

INSTALAÇÃO/LOCAL: Terminal de Regaseificação	DATA: Abril/2017
OPERAÇÃO: Regaseificação de GNL	PLANILHA DE APR 938 de 15
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA: P&ID – LNG Regaseification – 3000-PID-10009 Fls. 2/5 e 5/5 (Anexo C)	
EQUIPE DE APR E PESSOAS CONSULTADAS: César Ferreira, Sérgio Nascimento, Valdir Nakazawa, Marcos Portela, Adriana Bertozzi, Adriana Vida	

Nº	ATIVIDADE	SITUAÇÃO DE RISCO	CAUSAS	CONSEQUÊNCIAS	AVALIAÇÃO DO RISCO			SALVAGUARDAS PREVISTAS E RECOMENDAÇÕES	AVALIAÇÃO DO RISCO		
					FREQ.	SEV.	FREQ.		FREQ.	SEV.	FREQ.
19	Transferência dos vaporizadores de GNL até a conexão com o gasoduto	Grande vazamento de gás natural a partir das linhas e equipamentos desde os trocadores de calor (HA1100 A/B) até o ponto de conexão com o gasoduto	<ul style="list-style-type: none"> • Ruptura dos equipamentos por: <ul style="list-style-type: none"> - Impacto mecânico; - Fragilização térmica ou mecânica do material; - Aumento de pressão da linha; - Fragilização da solda das linhas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilidade de danos a instalações, colaboradores e pessoas externas por: <ul style="list-style-type: none"> - formação de jato de fogo; - formação de nuvem inflamável seguida de incêndio com possibilidade de explosão (flashfire / UVCE). 	OC	II	AC	<p><i>Meios de Detecção</i> Visual / Ruído</p> <p><i>Observações</i> Os vaporizadores de GNL são trocadores tipo casco tubos, que utilizam água salgada no lado do casco como meio de aquecimento</p> <p><i>Recomendações</i> Idem R7, R8, R9, R10, R11, R12</p>	RE	II	AC
20		Médio/Pequeno vazamento de gás natural a partir das linhas e equipamentos desde os trocadores de calor (HA1100 A/B) até o ponto de conexão com o gasoduto	<ul style="list-style-type: none"> • Furo ou fissura nos equipamentos por: <ul style="list-style-type: none"> - Impacto mecânico; - Fragilização térmica ou mecânica do material; - Aumento de pressão da linha; - Fragilização da solda das linhas. • Vazamentos em juntas e conexões por falta de vedação ou aumento de pressão nas linhas. 		PR	II	MO		OC	II	AC

APR - ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS

INSTALAÇÃO/LOCAL: Duto de Transporte de Gás Natural	DATA: Abril/2017
OPERAÇÃO: Alimentação da UTE com Gás Natural	PLANILHA DE APR 10 de 95
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA: Planta de Situação DE-232-15-002 Fls. 3 a 6 (Anexo B)	
EQUIPE DE APR E PESSOAS CONSULTADAS: César Ferreira, Sérgio Nascimento, Valdir Nakazawa, Marcos Portela, Adriana Bertozzi, Adriana Vida	

Nº	ATIVIDADE	SITUAÇÃO DE RISCO	CAUSAS	CONSEQUÊNCIAS	AVALIAÇÃO DO RISCO			SALVAGUARDAS PREVISTAS E RECOMENDAÇÕES	AVALIAÇÃO DO RISCO		
					FREQ.	SEV.	FREQ.		FREQ.	SEV.	FREQ.
21	Transporte de gás natural desde o Terminal de Regaseificação até a Estação de Medição e Regulagem de Pressão	Grande vazamento de gás natural no trecho de gasoduto desde o terminal de gaseificação até o ponto TP01 (interface com o cliente / UTE)	<ul style="list-style-type: none"> Impacto mecânico; Fragilização térmica ou mecânica do material; Fragilização da solda e da linha (por corrosão); Falha na suportação da linha; Ação de terceiros. 	<ul style="list-style-type: none"> Possibilidade de danos a instalações, colaboradores e pessoas externas por: <ul style="list-style-type: none"> - formação de jato de fogo; - formação de bola de fogo. 	OC	III	MO	<p>Pontos de passagem do gasoduto:</p> <ul style="list-style-type: none"> km 0 + 6,5: Cruzamento offshore (gasoduto submerso) km 6,5 + 1,5: Passagem por aglomerado populacional <p>Sistemas de detecção de vazamentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Medição de pressão na gaseificação e na estação de regulagem, com alarme de queda de pressão; Medição de vazão na gaseificação e na estação de regulagem. <p>Sistemas de proteção no gasoduto:</p> <ul style="list-style-type: none"> Sistema de proteção catódica; Sistemas de proteção e instrumentação de controle nas embarcações que realizam a gaseificação do gás natural; Válvulas de isolamento no ponto de gaseificação e na estação de regulagem. <p>Recomendações:</p> <p>Idem R7, R8, R9 R13) O Projeto e operação do gasoduto de gás natural deverá atender as Normas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - NBR 12712 – Projeto de Sistemas de Transmissão e Distribuição de Gás Combustível; - NBR 15.280-1 – Dutos terrestres – Parte 1 – Projeto; - NBR 15.280-1 – Dutos terrestres – Parte 2 – Construção e Montagem - ASME B31.8 – <i>Gas Transmission and Distribution Pipelines Systems</i> - API 1111 – <i>Design, Construction and Maintenance of Offshore Hydrocarbon Pipelines (Limit State Design)</i>; - API 5L – <i>Specification for Line Pipe</i> <p>R14) No trecho terrestre do gasoduto (duto enterrado) deverão ser dispostos marcos indicativos da faixa do duto e placas com informações sobre a passagem de gasoduto enterrado e telefone de contato em caso de emergência.</p> <p>R15) Deverá ser previsto no programa de gerenciamento de riscos a manutenção da faixa de passagem do gasoduto, com inspeções periódicas para avaliação de integridade da faixa, presença de ocupações e realização de intervenções (obras) não previstas.</p>	RE	II	AC
22		Médio vazamento de gás natural no trecho de gasoduto desde o terminal de gaseificação até o ponto TP01 (interface com o cliente / UTE)			OC	III	MO		RE	II	AC
23		Pequeno vazamento de gás natural no trecho de gasoduto desde o terminal de gaseificação até o ponto TP01 (interface com o cliente / UTE)			PR	II	MO		OC	I	AC

APR - ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS

INSTALAÇÃO/LOCAL: Usina Termelétrica (UTE)

DATA: Abril/2017

OPERAÇÃO: Alimentação da UTE com Gás Natural

PLANILHA DE APR 11 de 15

DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA: Desenhos 1GP000849 *Site Layout* e 1GP003322 – *General Arrangement – Fuel Gas Treatment Area – Plan View* (Anexo C)

EQUIPE DE APR E PESSOAS CONSULTADAS: César Ferreira, Sérgio Nascimento, Valdir Nakazawa, Marcos Portela, Adriana Bertozzi, Adriana Vida

Nº	ATIVIDADE	SITUAÇÃO DE RISCO	CAUSAS	CONSEQUÊNCIAS	AVALIAÇÃO DO RISCO			SALVAGUARDAS PREVISTAS E RECOMENDAÇÕES	AVALIAÇÃO DO RISCO		
					FREQ.	SEV.	FREQ.		FREQ.	SEV.	FREQ.
24		Grande vazamento de gás natural a partir das linhas e equipamentos desde o ponto TP01 até o Sistema de Redução de Pressão / Aquecimento de Gás das Turbinas a Gás e Sistema de Redução de Pressão da Caldeira Auxiliar	<ul style="list-style-type: none"> Ruptura dos equipamentos por: <ul style="list-style-type: none"> - Impacto mecânico; - Fragilização térmica ou mecânica do material; - Aumento de pressão da linha; - Fragilização da solda das linhas. 	<ul style="list-style-type: none"> Possibilidade de danos a instalações, colaboradores e pessoas externas por: <ul style="list-style-type: none"> - formação de jato de fogo; - formação de nuvem inflamável seguida de incêndio com possibilidade de explosão (flashfire / UVCE). 	OC	III	MO	<p>Sistemas de Detecção</p> <ul style="list-style-type: none"> Medição de pressão na estação de regulagem; Medição de vazão na estação de regulagem; Ruído. <p>Sistemas de Proteção</p> <ul style="list-style-type: none"> Válvulas de bloqueio automáticas na EMR, com comando de fechamento em caso de alta pressão, incêndio ou emergência. <p>Observações</p> <p>A Estação de Medição e Regulagem de Pressão localizada na entrada da UTE será responsável pela medição, regulagem de pressão, manobra e bloqueio de suprimento de gás natural.</p> <p>Recomendações</p> <p>Idem R7, R8, R9</p> <p>R16) Quando consolidado o projeto básico da UTE e do terminal de regaseificação deverá ser realizado estudo para classificação de áreas inflamáveis nestas unidades, com o objetivo de definir o nível de segurança necessário para os equipamentos e instrumentos a serem empregados nas áreas contendo inflamáveis.</p> <p>R17) Prover sistema de detecção de gás natural na UTE, em especial nas áreas de turbinas e caldeira, com alarme sonoro e desligamento automático dos sistemas (turbinas e caldeira) ou fechamento automático de válvulas de entrada de gás na UTE (a ser analisado e definido na consolidação do projeto da unidade).</p> <p>R18) Prover sistemática para gestão de trabalhos a quente nas áreas da UTE e terminal de regaseificação as quais contenham gás natural, e também nas proximidades das mesmas (possibilidade de dispersão de nuvem inflamável).</p> <p>R19) Assegurar, por meio de projeto com ART do responsável do sistema de proteção contra descargas atmosféricas, a adequação do sistema de SPDA das unidades em relação a NBR 5419 – Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas. Quando da operação das unidades, prever no cronograma de manutenção das unidades a realização de laudos anuais do sistema SPDA, atendendo a NBR 5419.</p> <p>R20) Realizar projeto do sistema de combate a incêndio das Unidades, com ART do responsável, e obter aprovação do mesmo junto ao Corpo de Bombeiros do Estado de Sergipe. O sistema de combate a incêndios das unidades deverá estar previsto em cronograma de testes e inspeções como sistema crítico, para a etapa de operação.</p>	RE	II	AC
25	Regulagem de pressão e tratamento do gás natural	Médio/Pequeno vazamento de gás natural a partir das linhas e equipamentos desde o ponto TP01 até o Sistema de Redução de Pressão / Aquecimento de Gás das Turbinas a Gás e Sistema de Redução de Pressão da Caldeira Auxiliar	<ul style="list-style-type: none"> Furo ou fissura nos equipamentos por: <ul style="list-style-type: none"> - Impacto mecânico; - Fragilização térmica ou mecânica do material; - Aumento de pressão da linha; - Fragilização da solda das linhas. Vazamentos em juntas e conexões por falta de vedação ou aumento de pressão nas linhas. 		PR	II	MO		OC	II	AC

APR - ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS

INSTALAÇÃO/LOCAL: Usina Termelétrica (UTE)	DATA: Abril/2017
OPERAÇÃO: Alimentação da UTE com Gás Natural	PLANILHA DE APR 12 de 15
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA: Desenhos 1GP000849 <i>Site Layout</i> e 1GP003322 – <i>General Arrangement – Fuel Gas Treatment Area – Plan View</i> (Anexo C)	
EQUIPE DE APR E PESSOAS CONSULTADAS: César Ferreira, Sérgio Nascimento, Valdir Nakazawa, Marcos Portela, Adriana Bertozzi, Adriana Vida	

Nº	ATIVIDADE	SITUAÇÃO DE RISCO	CAUSAS	CONSEQUÊNCIAS	AVALIAÇÃO DO RISCO			SALVAGUARDAS PREVISTAS E RECOMENDAÇÕES	AVALIAÇÃO DO RISCO		
					FREQ.	SEV.	FREQ.		FREQ.	SEV.	FREQ.
26	Alimentação com gás natural das turbinas a gás	Grande vazamento de gás natural a partir das linhas e equipamentos desde o Sistema de Redução de Pressão / Aquecimento de Gás até as Turbinas à Gás	<ul style="list-style-type: none"> • Ruptura dos equipamentos por: <ul style="list-style-type: none"> - Impacto mecânico; - Fragilização térmica ou mecânica do material; - Aumento de pressão da linha; - Fragilização da solda das linhas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilidade de danos a instalações, colaboradores e pessoas externas por: <ul style="list-style-type: none"> - formação de jato de fogo; - formação de nuvem inflamável seguida de incêndio com possibilidade de explosão (flashfire / UVCE). 	OC	II	AC	<p><i>Sistemas de Proteção</i> Válvulas de bloqueio automáticas na EMR, com comando de fechamento em caso de alta pressão, incêndio ou emergência</p> <p><i>Recomendações</i> Idem R7, R8, R9, R16, R17, R18, R19, R20</p>	RE	II	AC
27		Médio/Pequeno vazamento de gás natural a partir das linhas e equipamentos desde o Sistema de Redução de Pressão / Aquecimento de Gás até as Turbinas à Gás	<ul style="list-style-type: none"> • Furo ou fissura nos equipamentos por: <ul style="list-style-type: none"> - Impacto mecânico; - Fragilização térmica ou mecânica do material; - Aumento de pressão da linha; - Fragilização da solda das linhas. • Vazamentos em juntas e conexões por falta de vedação ou aumento de pressão nas linhas. 		PR	I	AC		OC	I	AC

APR - ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS

INSTALAÇÃO/LOCAL: Usina Termelétrica (UTE)	DATA: Abril/2017
OPERAÇÃO: Alimentação da UTE com Gás Natural	PLANILHA DE APR 42 de 15
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA: Desenhos 1GP000849 <i>Site Layout</i> e 1GP003322 – <i>General Arrangement – Fuel Gas Treatment Area – Plan View</i> (Anexo C)	
EQUIPE DE APR E PESSOAS CONSULTADAS: César Ferreira, Sérgio Nascimento, Valdir Nakazawa, Marcos Portela, Adriana Bertozzi, Adriana Vida	

Nº	ATIVIDADE	SITUAÇÃO DE RISCO	CAUSAS	CONSEQUÊNCIAS	AVALIAÇÃO DO RISCO			SALVAGUARDAS PREVISTAS E RECOMENDAÇÕES	AVALIAÇÃO DO RISCO		
					FREQ.	SEV.	FREQ.		FREQ.	SEV.	FREQ.
28	Alimentação da caldeira auxiliar com gás natural	Grande vazamento de gás natural a partir das linhas e equipamentos desde o Sistema de Redução de Pressão da Caldeira Auxiliar até os queimadores desta.	<ul style="list-style-type: none"> • Ruptura dos equipamentos por: <ul style="list-style-type: none"> - Impacto mecânico; - Fragilização térmica ou mecânica do material; - Aumento de pressão da linha; - Fragilização da solda das linhas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilidade de danos a instalações, colaboradores e pessoas externas por: <ul style="list-style-type: none"> - formação de jato de fogo; - formação de nuvem inflamável seguida de incêndio com possibilidade de explosão (flashfire / UVCE). 	OC	II	AC	<p><i>Sistemas de Proteção</i> Válvulas de bloqueio automáticas na EMR, com comando de fechamento em caso de alta pressão, incêndio ou emergência</p> <p><i>Recomendações</i> Idem R7, R8, R9, R16, R17, R18, R19, R20</p>	RE	II	AC
29		Médio/Pequeno vazamento de gás natural a partir das linhas e equipamentos desde o Sistema de Redução de Pressão da Caldeira Auxiliar até os queimadores desta.	<ul style="list-style-type: none"> • Furo ou fissura nos equipamentos por: <ul style="list-style-type: none"> - Impacto mecânico; - Fragilização térmica ou mecânica do material; - Aumento de pressão da linha; - Fragilização da solda das linhas. • Vazamentos em juntas e conexões por falta de vedação ou aumento de pressão nas linhas. 		PR	I	AC		OC	I	AC

APR - ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS

INSTALAÇÃO/LOCAL: Usina Termelétrica (UTE)	DATA: Abril/2017
OPERAÇÃO: Alimentação da UTE com Gás Natural	PLANILHA DE APR 43 de 95
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA: Desenhos 1GP000849 <i>Site Layout</i> e 1GP003322 – <i>General Arrangement – Fuel Gas Treatment Area – Plan View</i> (Anexo C)	
EQUIPE DE APR E PESSOAS CONSULTADAS: César Ferreira, Sérgio Nascimento, Valdir Nakazawa, Marcos Portela, Adriana Bertozzi, Adriana Vida	

Nº	ATIVIDADE	SITUAÇÃO DE RISCO	CAUSAS	CONSEQUÊNCIAS	AVALIAÇÃO DO RISCO			SALVAGUARDAS PREVISTAS E RECOMENDAÇÕES	AVALIAÇÃO DO RISCO		
					FREQ.	SEV.	FREQ.		FREQ.	SEV.	FREQ.
30	Alimentação da caldeira auxiliar com gás natural	Explosão na câmara de combustão da caldeira	<ul style="list-style-type: none"> Acúmulo de gases no interior da câmara devido ao apagamento momentâneo da chama piloto por erro operacional ou entupimento dos bicos de queima. 	<ul style="list-style-type: none"> Possibilidade de danos a instalações e colaboradores. 	PR	II	MO	Recomendações: Idem R7, R8, R9, R16, R17, R18, R19, R20 R21) Assegurar que a NR-13 (Caldeiras e Vasos de Pressão) seja atendida na íntegra para a UTE, em especial em relação a documentação de projeto da caldeira e capacitação do operador de caldeira.	RE	II	AC
31		Explosão da caldeira	<ul style="list-style-type: none"> Fechamento da linha de saída de vapor; Perda de resistência mecânica do equipamento devido a: <ul style="list-style-type: none"> - Operação em pressões acima dos limites estabelecidos para o equipamento; - Não realização dos testes periódicos do equipamento; - Acumulo de incrustações nas tubulações por presença de impurezas (ineficiência do tratamento da água de caldeira). 		PR	II	MO		RE	II	AC

APR - ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS

INSTALAÇÃO/LOCAL: Área de armazenagem e dosagem de químicos	DATA: Abril/2017
OPERAÇÃO: Tratamento de água na ETE	PLANILHA DE APR 44 de 15
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA Desenho 1GP000849 Site Layout (Anexo C)	
EQUIPE DE APR E PESSOAS CONSULTADAS: César Ferreira, Sérgio Nascimento, Valdir Nakazawa, Marcos Portela, Adriana Bertozzi, Adriana Vida	

Nº	ATIVIDADE	SITUAÇÃO DE RISCO	CAUSAS	CONSEQUÊNCIAS	AVALIAÇÃO DO RISCO			SALVAGUARDAS PREVISTAS E RECOMENDAÇÕES	AVALIAÇÃO DO RISCO		
					FREQ.	SEV.	FREQ.		FREQ.	SEV.	FREQ.
32	Armazenamento e dosagem de químicos para tratamento de água	Vazamento de produtos químicos armazenados	<ul style="list-style-type: none"> Ruptura dos equipamentos por: <ul style="list-style-type: none"> - Impacto mecânico; - Fragilização térmica ou mecânica do material. 	<ul style="list-style-type: none"> Possibilidade de danos a colaboradores; Possibilidade de contaminação de galeria de águas pluviais. 	PR	I	AC	<p>Recomendações:</p> <p>R22) Quanto ao uso de produtos químicos na UTE, para o início das operações:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Treinar os funcionários da unidade quanto ao manuseio e armazenamento seguros (uso de EPIs e ferramentas adequadas), incluso informações sobre reatividade dos mesmos (mistura indevida ou aquecimento). - Disponibilizar kits ambientais (material absorvente/areia/turfa/manta, pá, luvas, recipiente para coleta) próximos à áreas de armazenamento e/ou passagem de produtos químicos as quais tenham solo exposto ou sistema de captação pluvial. - Prover área contida para disposição dos químicos utilizados para tratamento de água da UTE. - Realizar análises de legionella na água da torre de resfriamento, devido ao potencial de contaminação por quebra mecânica com dispersão de gotículas. 	OC	I	AC
33		Vazamento de produtos químicos durante a movimentação de recipientes	<ul style="list-style-type: none"> Impacto mecânico; Queda de recipiente 		PR	I	AC		OC	I	AC

5.0 ESTIMATIVA DAS CONSEQUÊNCIAS

A estimativa da amplitude dos efeitos físicos foi realizada para todas as hipóteses acidentais identificadas nas planilhas de APR, relacionadas com vazamentos e/ou liberações de gás natural.

Para realização da estimativa das consequências foi utilizado o software Phast, versão 6.7, desenvolvido pela empresa DNV-Technica, tendo sido utilizados modelos matemáticos de acordo com a especificidade de cada situação em análise.

Para possibilitar a utilização dos modelos de consequências presentes no software Phast foi necessário a definição dos seguintes parâmetros:

- Substância de referência;
- Inventário envolvido nas consequências;
- Modelos utilizados;
- Fase vazada;
- Pressão, temperatura e vazão;
- Diâmetro da tubulação e classes de vazamento;
- Tempo / taxas de vazamento;
- Direções de vazamento;
- Altura do vazamento;
- Efeitos físicos;
- Dados meteorológicos aplicados ao estudo de consequências.

Definidos estes parâmetros, os modelos de consequências utilizados realizam os devidos cálculos para obtenção da amplitude dos efeitos físicos de interesse para o estudo.

Os dados de entrada apresentados neste relatório foram retirados de desenhos técnicos, memoriais descritivos e informações da equipe de projeto. Considerando-se que o projeto ainda se encontra em fase de desenvolvimento, nem todas as especificações e desenhos estão totalmente definidos, podendo haver pequenas divergências entre os valores adotados e o projeto final.

A seguir estão definidos os dados de entrada utilizados durante as modelagens matemáticas das situações de risco estudadas, sendo posteriormente apresentados os dados de entrada utilizados em cada hipótese acidental estudada.

5.1 SUBSTÂNCIAS DE REFERÊNCIA

Como substância de referência/representativa para o gás natural foi utilizada a substância química metano, presente no banco de substâncias químicas do software Phast Risk.

Esclarece-se que o metano foi utilizado como substância de referência por estar presente em concentração próxima a 96% no gás natural a ser gaseificado no FSRU, conforme apresentado no capítulo 2 deste estudo.

5.2 INVENTÁRIOS

Nas hipóteses acidentais referentes a vazamentos no Terminal de Gaseificação, foram considerados os inventários relativos ao maior tanque de armazenamento de GNL do navio metaneiro e ao maior tanque de armazenamento de GNL do navio gaseificador (FSRU), os quais são de, respectivamente, 45.500 m³ e 42.500 m³.

Já nas hipóteses referentes a vazamentos de gás natural no gasoduto de transferência, foi considerado um inventário grande suficiente para possibilitar a continuidade do vazamento ao longo do tempo de análise (máximo de 10 minutos). O inventário inserido no modelo foi de 1.000.000 kg, no entanto esclarece-se que os cálculos são realizados somente com a quantidade vazada/liberada ao longo do tempo analisado.

No caso da bola de fogo, o inventário a ser considerado nas hipóteses de liberação a partir dos gasodutos, foi calculado em função do tempo de queima da massa liberada e da massa acumulada na atmosfera a partir do vazamento no trecho do gasoduto em análise.

A massa acumulada na atmosfera no trecho em análise foi obtida por meio do software Phast Risk, sendo plotada em uma curva tempo x massa acumulada.

Já o tempo de queima da massa liberada foi calculado a partir da seguinte equação, sendo os resultados plotados sobre a curva da massa acumulada.

$$M = \text{Max} \left[\left(\frac{29 \times t}{4,5 \times A} \right)^3, \left(\frac{29 \times t}{8,2 \times A} \right)^6 \right]$$

Onde:

M = massa consumida na reação de combustão (massa estequiométrica) [t];

T = tempo [s];

A = fator para cada substância decorrente da estequiometria da equação de combustão. No caso do gás natural, este fator vale 30,4.

Como resultado tem-se, a partir do cruzamento das curvas, o tempo em que há ocorrência do maior efeito de bola de fogo na situação analisada. A curva com a representação da massa acumulada na atmosfera e o tempo de queima da massa de gás natural liberada encontra-se apresentada nos dados de entrada das hipóteses acidentais de grande vazamento nos gasodutos de gás natural.

Já o inventário considerado para a bola de fogo nas hipóteses acidentais relacionadas a vazamento de gás natural nas linhas internas à UTE e internas ao navio FSRU foram estimadas com base na taxa de vazamento obtida para o tempo de 20 segundos e no tempo de queima da bola de fogo, de forma a se obter o ponto de equilíbrio para a obtenção da maior massa da bola de fogo possível.

5.3 DIÂMETROS DAS TUBULAÇÕES

Os diâmetros considerados nas simulações de consequências referem-se ao maior diâmetro encontrado no trecho em questão, obtidos a partir das documentações de projeto. Para as linhas do Terminal de Regaseificação (FSRU), foram utilizados os diâmetros apresentados nos desenhos do P&ID – LNG Regaseification – 3000-PID-10009 Fls1-5. Já para o gasoduto utilizou-se o diâmetro definido no projeto, o qual é de 18”. Os diâmetros utilizados nas modelagens encontram-se diretamente apresentados no item 5.12 - Dados de Entrada das Simulações de Consequências neste capítulo.

Nas situações envolvendo a ocorrência de vazamentos contínuos no Terminal de Gaseificação (FSRU) e nas linhas internas à UTE, foram estudadas perdas de contenção nas tubulações e equipamentos a partir das classes de grandes e pequenos vazamentos, sendo o pequeno relacionado à ocorrência de furos e/ou fissuras com até 10% do diâmetro, e os grandes vazamentos, a partir da ocorrência de rupturas catastróficas, seguindo a sistemática de divisão de classes de vazamento apresentada no capítulo de perda de contenção (LoC) da referência bibliográfica “Reference Manual Bevi Risk Assessments; Version 3.2; 2009; RIVM (National Institute of Public Health and the Environment)”.

Nas situações envolvendo a ocorrência de vazamentos contínuos no gasoduto de gás natural, desde a unidade de gaseificação até a Estação de Medição e Regulagem de Pressão da UTE, as classes de vazamento estudadas foram de 100%, 20% e 5% do diâmetro da tubulação, para grande vazamento, médio vazamento e pequeno vazamento, respectivamente, em consonância com o item 8.4.1.2 (Tamanho dos Orifícios de Liberação) da Norma Cetesb P4.261. Sendo assim foram estudados os seguintes diâmetros de vazamento:

- Grande vazamento: 18”
- Médio vazamento: 3,6”
- Pequeno vazamento: 0,9”

5.4 MODELOS UTILIZADOS

Para representar as situações de risco envolvendo vazamentos contínuos de gás natural a partir de tubulações e equipamentos no Terminal de Gaseificação e nas linhas internas da UTE utilizou-se o modelo de ruptura de linha (*line rupture*).

Este se trata de um modelo de fonte contínua no qual são inseridos os inventários, os parâmetros operacionais (temperatura e pressão) e informações relativas ao tipo de vazamento, tal como o diâmetro da linha/equipamento (ruptura de linha), o diâmetro do vazamento e a altura da liberação, sendo calculadas, pelo programa Phast, as taxas de vazamento para a modelagem das consequências.

Já para representar as hipóteses acidentais de perda de contenção a partir do gasoduto alimentado a partir da unidade de gaseificação foi utilizado o modelo de dutos longos (*long pipeline*), o qual possui boa representatividade para sistemas lineares de transporte de gases. No entanto este modelo tem uma restrição em relação ao uso em áreas de liberação inferiores a 20% da área do duto, situação esta encontrada para o pequeno vazamento (5%).

Em consulta ao suporte técnico da DNV Technica, empresa esta fabricante do software Phast Risk, foi esclarecido que o modelo indicado para representação de situações de vazamentos com área inferior a 20% da área nominal do duto é o modelo de furo no tanque (*leak*), devido ao fato de não haver queda de pressão representativa no sistema para estas situações em análise.

Sendo assim, foi adotado o modelo de long pipeline para a situação de grande vazamento e médio vazamento e o modelo de furo em tanque para a situação de pequeno vazamento. Para a situação de grande vazamento foi utilizado ainda o modelo de fireball, buscando avaliar a amplitude da bola de fogo analisada.

5.5 EXTENSÃO E PONTOS DE RUPTURA NO DUTO

Nas hipóteses acidentais referentes ao gasoduto desde a unidade de gaseificação até a Estação de Medição e Regulagem de Pressão foi inserida a extensão total e o ponto de ruptura dos mesmos no modelo *long pipeline*, os quais são: 8,0 km de extensão total e ruptura a 7,0 km, sendo este o ponto onde o gasoduto passa por área povoada do município de Barra dos Coqueiros (hipóteses H-21, H-22 e H-23).

Nas simulações referentes às hipóteses acidentais de vazamentos contínuos em linhas do Terminal de Gaseificação e linhas internas à UTE foi adotado para todas as hipóteses um comprimento de 1,0 m de linha, não sendo necessário fornecer a informação do ponto de ruptura.

5.6 PRESSÃO E TEMPERATURA NOS TRECHOS ESTUDADOS

As condições operacionais nos trechos estudados, inseridas no modelo, estão apresentadas na Tabela 5.1 abaixo.

Tabela 5.1 – Condições Operacionais

Equipamento / Trecho	Temp. (°C)	Pressão
Tanques do navio metaneiro	-160°C	0,12 bar
Entre navio metaneiro e tanques de estocagem (bombas de transferência)	-160°C	4,0 bar
Tanques do navio gaseificador (FSRU)	-160°C	0,25 bar
Desde a bomba de baixa pressão até o vaso de recondensação	-160°C	4,5 bar
Desde o vaso de recondensação até as bombas de pressurização	-153,4°C	4,5 bar
Desde as bombas de pressurização até os trocadores de calor	-145,8°C	109 bar
Desde os trocadores de calor do FSRU até o ponto de conexão com o gasoduto	5,0°C	105 bar
Desde a unidade de regaseificação até o ponto TP01	5,0°C	105 bar
Desde o ponto TP01 até Sistema de Redução de Pressão / Aquecimento de Gás das Turbinas a Gás e Sistema de Redução de Pressão da Caldeira Auxiliar	10,0°C	50 - 55 bar
Desde o Sistema de Redução de Pressão / Aquecimento de Gás até as Turbinas à Gás	227°C	40 bar
Desde o sistema de redução de pressão da caldeira auxiliar até os queimadores desta	5°C	1,15 bar

NI - Não Informado

As informações referentes às pressões e temperaturas no Sistema de Regaseificação foram retiradas da documentação técnica de balanço de massa e calor da Planta de Regaseificação, a qual se encontra no Anexo C deste EAR. O modelo escolhido para a retirada das informações, dentre os modelos estudados, foi o caso 2-3 “Composição Standard - Fluxo Máximo – Com Recondensador”.

5.7 DIREÇÕES E ALTURA DOS VAZAMENTOS

Para o trecho de gasoduto de interligação entre a Unidade de Gaseificação e a Estação de Medição e Regulagem de Pressão da UTE, o qual encontra-se enterrado, foram consideradas nesta análise a direção de vazamento vertical (90°) e angular (45°), em relação ao solo, com o vazamento ocorrendo ao nível do solo.

Já nas linhas internas ao navio gaseificador e à UTE, após a Estação de Medição e Regulagem de Pressão, a tubulação de gás natural segue aérea, até a área das turbinas. Assim, as situações de risco foram estudadas através de liberações horizontais (0°), buscando as maiores amplitudes de consequências. Nestes trechos, as tubulações são encaminhadas em diferentes alturas de pipe rack, desde alturas ao nível do piso até alturas de aproximadamente 10 m. Com base nestas informações, conservativamente, considerou-se a altura de vazamento a 1,0 m do solo.

5.8 EFEITOS FÍSICOS ESTUDADOS

5.8.1 Sistemas de transporte - Gasoduto

Para o sistema de transferência / transporte de gás natural a longas distâncias (gasoduto) foram estudados, os efeitos físicos de bola de fogo, para a ocorrência de ignição imediata na classe de grande vazamento, e jato de fogo, para a ocorrência de ignição retardada na classe de grande vazamento e ignição imediata ou retardada nas classes de médio e pequeno vazamento.

Sendo assim, os efeitos físicos estudados em cada classe de vazamento analisada encontram-se representados nas árvores de eventos apresentadas a seguir.

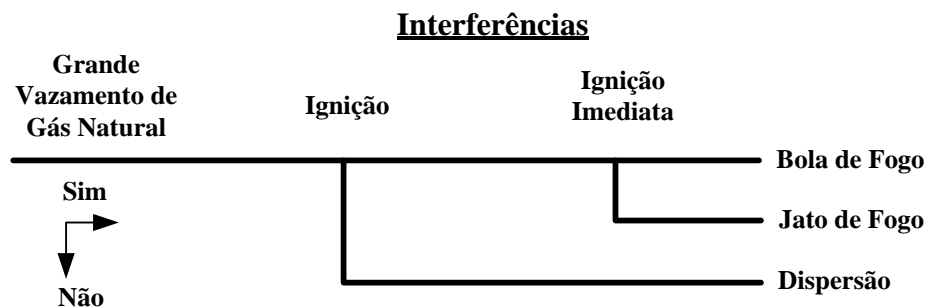


Figura 5.1 – Árvore de Eventos para vazamento de gás natural devido à ruptura catastrófica do gasoduto

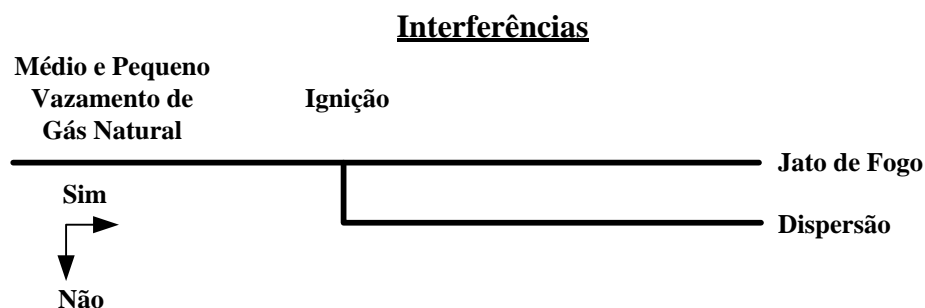


Figura 5.2 – Árvore de Eventos para vazamento de gás natural devido à ruptura parcial (fenda ou furo)

5.8.2 Sistema de armazenamento e distribuição interna de Gás Natural

Para os sistemas de armazenamento e distribuição de gás natural nas áreas internas das unidades estudadas, tanto na unidade de gaseificação quanto nas áreas internas da UTE, foram estudados, além dos efeitos físicos de bola de fogo e jato de fogo, também os efeitos de incêndio em poça (apenas no caso do gás natural liquefeito), flashfire e de explosão de nuvem, quando pertinente. Sendo assim, os efeitos físicos estudados em cada classe de vazamento analisada encontram-se representados nas árvores de eventos apresentadas a seguir.

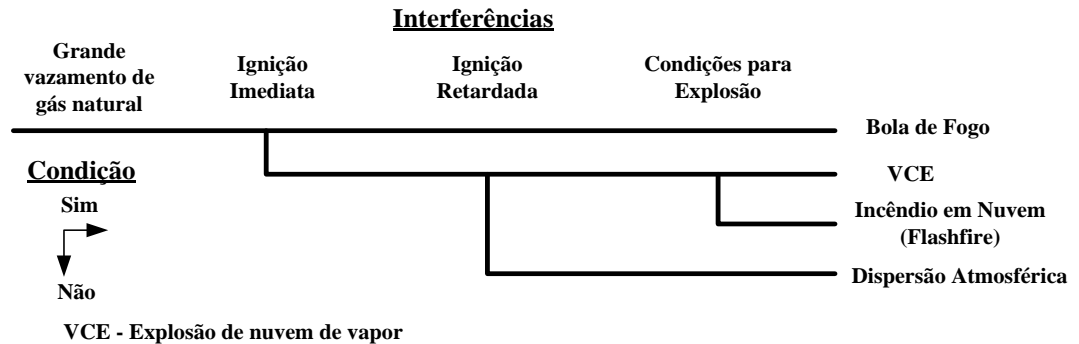


Figura 5.3 – Árvore de Eventos para Vazamentos Instantâneos de Gás Natural

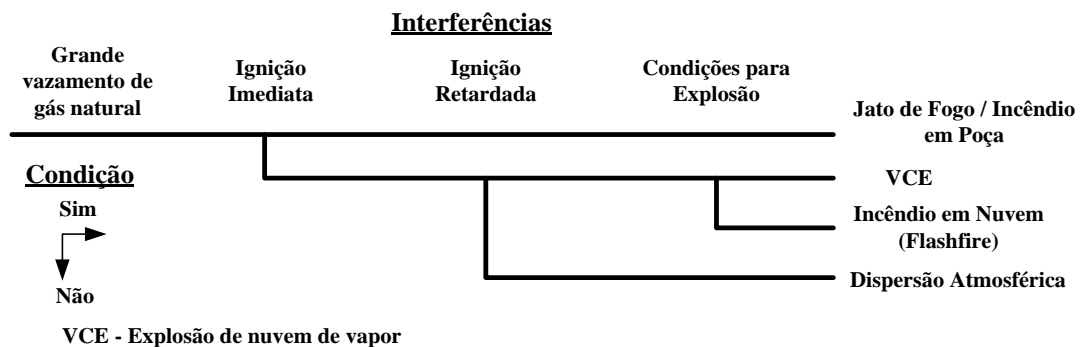


Figura 5.4 – Árvore de Eventos para Vazamentos Contínuos de Gás Natural

5.8.3 Níveis de Radiação Térmica Estudados

Para definição dos índices de radiação térmica a serem adotados foi utilizada a equação apresentada por Tsao-Perry, conforme a seguir.

$$Pr = -36,38 + 2,56 \times \ln(t \times I^{4/3})$$

Sendo Pr o valor de probit relativo a probabilidade de fatalidade (Tabela 2)

t o tempo de exposição do indivíduo (segundos)

I a radiação térmica em estudo (W/m²)

Tabela 5.2 – Probabilidades de Fatalidade em Função do Número de Probit

% Fatalidade	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-	2,67	2,95	3,12	3,25	3,36	3,45	3,52	3,59	3,66
10	3,72	3,77	3,82	3,87	3,92	3,96	4,01	4,05	4,08	4,12
20	4,16	4,19	4,23	4,26	4,29	4,33	4,36	4,39	4,42	4,45
30	4,48	4,50	4,53	4,56	4,59	4,61	4,64	4,67	4,69	4,72
40	4,75	4,77	4,80	4,82	4,85	4,87	4,90	4,92	4,95	4,97
50	5,00	5,03	4,05	5,08	5,10	5,13	5,15	5,18	5,20	5,23
60	5,25	5,28	5,31	5,33	5,36	5,39	5,41	5,44	5,47	5,50
70	5,52	5,55	5,58	5,61	5,64	5,67	5,71	5,74	5,77	5,81
80	5,84	5,88	5,92	5,95	5,99	6,04	6,08	6,13	6,18	6,23
90	6,28	6,34	6,41	6,48	6,55	6,64	6,75	6,88	7,05	7,33

O tempo de exposição do indivíduo à bola de fogo varia em função da duração da mesma. Já o tempo de exposição utilizado para exposição do indivíduo ao jato de fogo foi de 20 segundos, em consonância com a Norma Cetesb P4.261, o qual resultou nos valores de radiação térmica apresentados na tabela a seguir para os níveis de 1% e 50% de fatalidade.

Tabela 5.3 – Níveis de Radiação Térmica para Exposição ao Efeito Jato de Fogo

Efeito Físico	Nível Adotado	Descrição
Jato de fogo (<i>jetfire</i>)	19,45 kW/m ²	50% de fatalidade em 20 segundos de exposição
	9,85 kW/m ²	1% de fatalidade em 20 segundos de exposição

Além dos índices adotados a partir da aplicação da equação apresentada por Tsao-Perry, foi adotado também o índice de 35 kW/m² como sendo a radiação térmica capaz de causar 100% de fatalidade a população exposta,

Os valores apresentados acima foram utilizados como níveis de interesse no modelo adotado (Phast) durante a estimativa das consequências para as situações de risco estudadas.

5.9 DADOS METEOROLÓGICOS APLICADOS AO ESTUDO DAS CONSEQUÊNCIAS

Conforme citado no Capítulo 2, os dados meteorológicos foram obtidos a partir de medições registradas no Aeroporto de Santa Maria, no município de Aracaju, obtidos pela INFRAERO e disponibilizados através do portal REDEMET (Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica), na Latitude 10°59'02" Sul e Longitude 37°04'13" Oeste, sendo apresentados nas Tabelas 5.4 e 5.5 abaixo.

Tabela 5.4 – Dados meteorológicos para o estudo de consequências

Parâmetro	Período Diurno	Período Noturno
Temperatura Média do Ar (°C)	27,2	26,3
Temperatura Média do Solo (°C)	32,2	31,3
Umidade Relativa Média (%)	72,4	76,0
Velocidade Média dos Ventos (m/s)	4,9	4,6
Categoria de Estabilidade Atmosférica	B-C	D

Tabela 5.5 - Frequência de Ocorrência dos Ventos

Direção De → Para	Frequência (%)	
	Período Diurno	Período Noturno
N→S	1,1	0,3
NE→SW	4,8	2,3
E→W	40,5	47,4
SE→NW	37,5	37,9
S→N	9,2	9,1
SW→NE	1,2	1,1
W→E	2,2	1,0
NW→SE	3,5	0,9
Total	100,0	100,0

Nota - a direção do vento refere-se àquela de onde ele vem. Ex. os ventos de NE, provém de NE e seguem para SW.

As informações e os parâmetros operacionais levantados para a realização das modelagens matemáticas das situações de risco identificadas encontram-se apresentados no item 5.10 (Dados de Entrada para Modelagem das Consequências), a seguir.

Estes valores foram utilizados como dados de entrada dos modelos de Consequências, conforme pode ser constatado nos relatórios de modelagem apresentados no Anexo F deste estudo.

5.10 DADOS DE ENTRADA PARA MODELAGEM DAS CONSEQUÊNCIAS

A seguir estão apresentadas as hipóteses acidentais levantadas na APR, relacionadas a vazamentos de gás natural, assim como os dados de entrada para realização das modelagens de consequências para cada uma das mesmas. Os relatórios de modelagem com os dados de entrada e resultados estão apresentados no Anexo F deste estudo.

H-7 - Vazamento de GNL devido à ruptura catastrófica dos tanques de armazenamento de GNL do navio metaneiro

- **substância de referência para modelagem:** metano;
- **software utilizado:** PHAST;
- **modelo utilizado:** ruptura catastrófica;
- **inventário:** 45.500 m³ – 22.750 ton*;
- **temperatura da substância:** -160 °C;
- **pressão do sistema:** saturação (~ 0,12 bar)
- **altura do vazamento:** 1,0 m.

* d_{max} = 500 kg/m³

H-8 - Vazamento de GNL devido à ruptura catastrófica dos tanques de armazenamento de GNL do navio de regaseificação (FSRU)

- **substância de referência para modelagem:** metano;
- **software utilizado:** PHAST;
- **modelo utilizado:** ruptura catastrófica;
- **inventário:** 42.500 m³ – 21.250 ton*
- **pressão do sistema:** 0,25 bar;
- **temperatura da substância:** -160°C
- **altura do vazamento:** 1,0 m.

* d_{max} = 500 kg/m³

H-9 - Grande vazamento de GNL no sistema de transferência entre o navio metaneiro e os tanques de estocagem do navio gaseificador (FSRU)

- **substância de referência para modelagem:** metano;
- **software utilizado:** PHAST;
- **modelo utilizado:** ruptura de linha;
- **inventário:** 45.500 m³ – 22.750 ton*
- **pressão do sistema:** 4,0 bar;
- **temperatura da substância:** -160°C;
- **diâmetro da mangueira:** 10"
- **altura do vazamento:** 1,0 m;
- **direção do vazamento:** horizontal.

H-10 – Médio/Pequeno vazamento de GNL no sistema de transferência entre o navio metaneiro e os tanques de estocagem do navio gaseificador (FSRU)

- **substância de referência para modelagem:** metano;
- **software utilizado:** PHAST;
- **modelo utilizado:** ruptura de linha;
- **inventário:** 45.500 m³ – 22.750 ton*
- **pressão do sistema:** 4,0 bar;
- **temperatura da substância:** -160°C ;

- **diâmetro do vazamento:** 1" (10% de 10");
- **altura do vazamento:** 1,0 m;
- **direção do vazamento:** horizontal.

H-11 - Grande vazamento de GNL a partir das linhas e equipamentos desde os tanques de estocagem do navio gaseificador (FSRU) até a bomba/linha de alimentação

- **substância de referência para modelagem:** metano;
- **software utilizado:** PHAST;
- **modelo utilizado:** ruptura de linha;
- **inventário:** 42.500 m³;
- **pressão do sistema:** 0,25 bar;
- **temperatura da substância:** -160°C
- **diâmetro da linha:** 350 mm;
- **altura do vazamento:** 1,0 m;
- **direção do vazamento:** horizontal.

H-12 – Médio/Pequeno vazamento de GNL a partir das linhas e equipamentos desde os tanques de estocagem do navio gaseificador (FSRU) até a bomba/linha de alimentação

- **substância de referência para modelagem:** metano;
- **software utilizado:** PHAST;
- **modelo utilizado:** ruptura de linha;
- **inventário:** 42.500 m³;
- **pressão do sistema:** 0,25 bar;
- **temperatura da substância:** -160°C
- **diâmetro do vazamento:** 35 mm (10% de 350 mm);
- **altura do vazamento:** 1,0 m;
- **direção do vazamento:** horizontal.

H-13 - Grande vazamento de GNL a partir das linhas e equipamentos desde a bomba/linha de alimentação até o vaso de recondensação (VX 0050)

- **substância de referência para modelagem:** metano;
- **software utilizado:** PHAST;
- **modelo utilizado:** ruptura de linha;
- **inventário:** 42.500 m³;
- **pressão de transferência:** 4,5 bar;
- **temperatura da substância:** - 160°C;
- **diâmetro da linha:** 350 mm;
- **altura do vazamento:** 1,0 m;
- **direção do vazamento:** horizontal.

H-14 – Médio/Pequeno vazamento de GNL a partir das linhas e equipamentos desde a bomba/linha de alimentação até o vaso de recondensação (VX 0050).

- **substância de referência para modelagem:** metano;
- **software utilizado:** PHAST;
- **modelo utilizado:** ruptura de linha;
- **inventário:** 42.500 m³;
- **pressão de transferência:** 4,5 bar;
- **temperatura da substância:** - 160°C;
- **diâmetro do vazamento:** 35 mm (10% de 350 mm);
- **altura do vazamento:** 1,0 m;
- **direção do vazamento:** horizontal.

H-15 - Grande vazamento de GNL a partir das linhas e equipamentos desde o vaso de recondensação (VX 0050) até as bombas de pressurização (PA 1000 A/B).

- **substância de referência para modelagem:** metano;
- **software utilizado:** PHAST;
- **modelo utilizado:** ruptura de linha;
- **inventário:** 42.500 m³;
- **pressão de transferência:** 4,5 bar;
- **temperatura da substância:** - 153,4°C;
- **diâmetro da linha:** 400 mm;
- **altura do vazamento:** 1,0 m;
- **direção do vazamento:** horizontal.

H-16 – Médio/Pequeno vazamento de GNL a partir das linhas e equipamentos desde o vaso de recondensação (VX 0050) até as bombas de pressurização (PA 1000 A/B)

- **substância de referência para modelagem:** metano;
- **software utilizado:** PHAST;
- **modelo utilizado:** ruptura de linha;
- **inventário:** 42.500 m³;
- **pressão de transferência:** 4,5 bar;
- **temperatura da substância:** - 153,4°C;
- **diâmetro do vazamento:** 40 mm (10% de 400 mm);
- **altura do vazamento:** 1,0 m;
- **direção do vazamento:** horizontal.

H-17 - Grande vazamento de GNL a partir das linhas e equipamentos desde as bombas de pressurização (PA 1000 A/B) até os trocadores de calor (HA1100 A/B)

- **substância de referência para modelagem:** metano;
- **software utilizado:** PHAST;
- **modelo utilizado:** ruptura de linha;

- **inventário:** 42.500 m³;
- **pressão de transferência:** 109 bar;
- **temperatura da substância:** -145,8°C;
- **diâmetro da linha:** 200 mm;
- **altura do vazamento:** 1,0 m;
- **direção do vazamento:** horizontal.

H-18 – Médio/Pequeno vazamento de GNL a partir das linhas e equipamentos desde as bombas de pressurização (PA 1000 A/B) até os trocadores de calor (HA1100 A/B)

- **substância de referência para modelagem:** metano;
- **software utilizado:** PHAST;
- **modelo utilizado:** ruptura de linha;
- **inventário:** 42.500 m³;
- **pressão de transferência:** 109 bar;
- **temperatura da substância:** -145,8°C;
- **diâmetro da linha:** 20 mm (10% de 200 mm);
- **altura do vazamento:** 1,0 m;
- **direção do vazamento:** horizontal.

H-19 - Grande vazamento de gás natural a partir das linhas e equipamentos desde os trocadores de calor (HA1100 A/B) até o ponto de conexão com o gasoduto

- **substância de referência para modelagem:** metano;
- **software utilizado:** PHAST;
- **modelo utilizado:** ruptura de linha;
- **inventário:** 42.500 m³;
- **pressão do sistema:** 105 bar;
- **temperatura da substância:** 5°C;
- **diâmetro da linha:** 400 mm;
- **altura do vazamento:** 1,0 m;
- **direção do vazamento:** horizontal.

H-20 – Médio/Pequeno vazamento de gás natural a partir das linhas e equipamentos desde os trocadores de calor (HA1100 A/B) até o ponto de conexão com o gasoduto

- **substância de referência para modelagem:** metano;
- **software utilizado:** PHAST;
- **modelo utilizado:** ruptura de linha;
- **inventário:** 42.500 m³;
- **pressão do sistema:** 105 bar;
- **temperatura da substância:** 5°C;
- **diâmetro da linha:** 40 mm (10% de 400 mm);
- **altura do vazamento:** 1,0 m;
- **direção do vazamento:** horizontal.

H-21 - Grande vazamento de gás natural no trecho de gasoduto desde o terminal de gaseificação até o ponto TP01 (interface com o cliente / UTE)

- **substância de referência para modelagem:** metano;
- **software utilizado:** PHAST;
- **modelo utilizado:** long pipeline;
- **inventário:** $1,00 \times 10^7$ kg;
- **pressão do sistema:** 105 bar;
- **temperatura da substância:** 5°C
- **diâmetro do duto:** 18";
- **comprimento do duto:** 8 km;
- **comprimento do duto à montante do ponto de ruptura:** 7 km;
- **vazão de transferência:** 21×10^6 Nm³/dia = 174,4 kg/s*;
- **tempos para determinação da taxa de vazamento:** 0 à 20 s (bola de fogo) e 30 s (jato de fogo);
- **altura do vazamento:** 0,0 m;
- **direção do vazamento:** vertical e angular 45°.

** Calculada com base na vazão volumétrica do duto, a qual é de 21.000.000 Nm³/dia e na densidade do metano (CNTP) de 0,717467 kg/m³.

A partir dos dados acima foram calculadas as taxas de vazamento (massa acumulada) para possibilitar a determinação da massa envolvida no fireball (bola de fogo). A seguir está apresentada a curva de massa acumulada versus massa queimada para determinação da massa envolvida na bola de fogo.

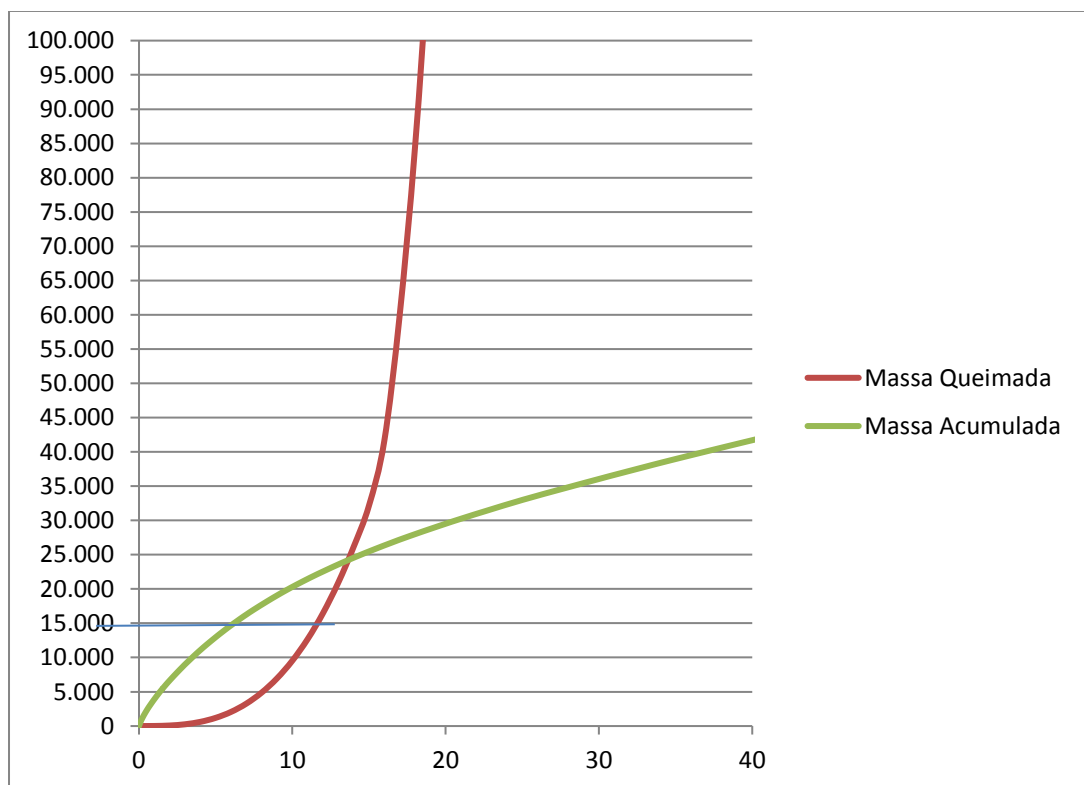


Figura 5.5 – Massa Acumulada X Massa Queimada na Atmosfera

A partir da curva acima foi determinada a intersecção entre a massa acumulada na atmosfera e a massa queimada no evento, resultando em 24.000 kg. Esta massa foi utilizada para estudo da bola de fogo conforme os dados de entrada apresentados a seguir.

- **substância de referência para modelagem:** metano;
- **software utilizado:** Phast Risk;
- **modelo utilizado:** fireball;
- **inventário:** 24.000 kg;
- **fração de massa vapor:** 100%.

H-22 - Médio vazamento de gás natural no trecho de gasoduto desde o terminal de gaseificação até o ponto TP01 (interface com o cliente / UTE)

- **substância de referência para modelagem:** metano;
- **software utilizado:** PHAST;
- **modelo utilizado:** long pipeline;
- **inventário:** $1,00 \times 10^7$ kg;
- **pressão do sistema:** 105 bar;
- **temperatura da substância:** 5°C;
- **diâmetro do vazamento:** 3,6" (20% de 18");
- **comprimento do duto:** 8 km;
- **comprimento do duto à montante do ponto de ruptura:** 7 km;
- **vazão de transferência:** 21×10^6 Nm³/dia = 174,4 kg/s*;
- **tempos para determinação da taxa de vazamento:** 0 à 20 s (bola de fogo) e 30 s (jato de fogo);
- **altura do vazamento:** 0,0 m;
- **direção do vazamento:** vertical e angular 45°.

** Calculada com base na vazão volumétrica do duto, a qual é de 21.000.000 Nm³/dia e na densidade do metano (CNTP) de 0,717467 kg/m³.

H-23 - Pequeno vazamento de gás natural no trecho de gasoduto desde o terminal de gaseificação até o ponto TP01 (interface com o cliente / UTE)

- **substância de referência para modelagem:** metano;
- **software utilizado:** PHAST;
- **modelo utilizado:** furo (*leak*);
- **inventário:** $1,00 \times 10^7$ kg;
- **diâmetro do vazamento:** 0,9" (5% de 18");
- **temperatura da substância:** 5°C;
- **pressão do sistema:** 105 bar;
- **altura do vazamento:** 0,0 m;
- **direção do vazamento:** vertical e angular 45°.

H-24 - Grande vazamento de gás natural a partir das linhas e equipamentos desde o ponto TP01 até o Sistema de Redução de Pressão / Aquecimento de Gás das Turbinas a Gás e Sistema de Redução de Pressão da Caldeira Auxiliar

- **substância de referência para modelagem:** metano;
- **software utilizado:** PHAST;
- **modelo utilizado:** ruptura de linha;
- **inventário:** $1,00 \times 10^7$ kg;
- **diâmetro da linha:** 350 mm
- **temperatura da substância:** 10°C;
- **pressão do sistema:** 51 bar;
- **altura do vazamento:** 1,0 m;
- **direção do vazamento:** horizontal

H-25 – Médio/pequeno vazamento de gás natural a partir das linhas e equipamentos desde o ponto TP01 até o Sistema de Redução de Pressão / Aquecimento de Gás das Turbinas a Gás e Sistema de Redução de Pressão da Caldeira Auxiliar

- **substância de referência para modelagem:** metano;
- **software utilizado:** PHAST;
- **modelo utilizado:** ruptura de linha;
- **inventário:** $1,00 \times 10^7$ kg;
- **diâmetro da linha:** 35 mm (10% de 350 mm);
- **temperatura da substância:** 10°C;
- **pressão do sistema:** 51 bar;
- **altura do vazamento:** 1,0 m;
- **direção do vazamento:** horizontal

H-26 - Grande vazamento de gás natural a partir das linhas e equipamentos desde o Sistema de Redução de Pressão / Aquecimento de Gás até as Turbinas à Gás

- **substância de referência para modelagem:** metano;
- **software utilizado:** PHAST;
- **modelo utilizado:** ruptura de linha;
- **inventário:** $1,00 \times 10^7$ kg;
- **diâmetro da linha:** 300 mm;
- **temperatura da substância:** 227°C;
- **pressão do sistema:** 40 bar;
- **altura do vazamento:** 1,0 m;
- **direção do vazamento:** horizontal.

H-27 – Médio/pequeno vazamento de gás natural a partir das linhas e equipamentos desde o Sistema de Redução de Pressão / Aquecimento de Gás até as Turbinas à Gás

- **substância de referência para modelagem:** metano;
- **software utilizado:** PHAST;

- **modelo utilizado:** ruptura de linha;
- **inventário:** 1,00 x 10⁷ kg;
- **diâmetro da linha:** 30 mm (10% de 300 mm);
- **temperatura da substância:** 227°C;
- **pressão do sistema:** 40 bar;
- **altura do vazamento:** 1,0 m;
- **direção do vazamento:** horizontal.

H-28 - Grande vazamento de gás natural a partir das linhas e equipamentos desde o sistema de redução de pressão da caldeira auxiliar até os queimadores desta.

- **substância de referência para modelagem:** metano;
- **software utilizado:** PHAST;
- **modelo utilizado:** ruptura de linha;
- **inventário:** 1,00 x 10⁷ kg;
- **diâmetro da linha:** 100 mm;
- **temperatura da substância:** 5°C;
- **pressão do sistema:** 1,15 bar;
- **altura do vazamento:** 1,0 m;
- **direção do vazamento:** horizontal

H-29 – Médio/pequeno vazamento de gás natural a partir das linhas e equipamentos desde o sistema de redução de pressão da caldeira auxiliar até os queimadores desta.

- **substância de referência para modelagem:** metano;
- **software utilizado:** PHAST;
- **modelo utilizado:** ruptura de linha;
- **inventário:** 1,00 x 10⁷ kg;
- **diâmetro da linha:** 10 mm (10% de 100 mm);
- **temperatura da substância:** 5°C;
- **pressão do sistema:** 1,15 bar;
- **altura do vazamento:** 1,0 m;
- **direção do vazamento:** horizontal

A partir dos dados apresentados acima foram realizadas as modelagens matemáticas buscando avaliar a amplitude dos efeitos físicos estudados, segundo os níveis de interesse.

Os efeitos físicos foram estimados para cada situação conforme o desencadeamento acidental analisado a partir das árvores de eventos apresentadas no item 5.10.

Os relatórios das modelagens matemáticas contendo os dados de entrada, a descarga e as distâncias atingidas pelos efeitos físicos estão apresentados no Anexo F deste estudo.

A seguir estão apresentadas as distâncias obtidas nas modelagens matemáticas para as hipóteses acidentais analisadas. Os resultados estão apresentados por efeito físico, segundo os níveis de interesse, em ambos os períodos do dia.

Tabela 5.6 – Distâncias alcançadas pelos efeitos físicos

Hipóteses Acidentais	Distâncias Alcançadas pelos Níveis de Fatalidade (m)											
	Jato de Fogo (J) / Incêndio em Poça (P) / Fireball(F)						Flashfire		Explosão (VCE)			
	Dia			Noite			Dia	Noite	Dia		Noite	
	1% fat.	50% fat.	35,0 kw/m ²	1% fat.	50% fat.	35,0 kw/m ²			1% fat. (0,1 bar)	50% fat. (0,3 bar)	1% fat. (0,1 bar)	50% fat. (0,3 bar)
H-7 (F)	2.524,7	175,2	148,4	2.525,2	175,2	148,4	1.530,4	2.218,4	1.726,9	1.205,2	1.896,7	1.335,5
H-8 (F)	276,8	169,8	145,6	276,8	169,9	145,6	1.508,5	2.188,8	1.696,8	1.182,4	1.862,0	1.310,7
H-9 (J)	297,9	261,3	236,1	296,7	260,5	235,4	277,4	324,6	338,2	236,5	378,9	269,3
H-9 (P)	392,7	307,5	240,9	401,2	312,8	243,7						
H-10 (J)	51,7	45,7	41,4	52,2	46,2	41,8	39,0	44,5	43,6	29,3	53,4	36,7
H-10 (P)	13,3	12,8	12,5	17,1	15,6	13,4						
H-11 (J)	172,5	152,6	138,8	168,6	149,3	135,8	146,2	248,2	210,8	140,3	297,2	208,5
H-11 (P)	302,0	235,1	182,7	308,4	239,2	184,9						
H-12 (J)	39,9	35,6	32,4	40,4	36,0	32,7	26,4	34,7	30,6	20,3	39,5	27,3
H-12 (P)	19,8	16,8	13,2	21,9	18,4	14,3						
H-13 (J)	371,8	325,8	294,1	372,2	326,4	294,8	345,1	408,9	429,2	299,4	478,8	339,2
H-13 (P)	525,1	409,5	319,6	535,6	415,9	323,1						
H-14 (J)	70,0	61,8	55,9	70,7	62,5	56,5	55,5	65,8	66,5	45,7	76,5	53,2
H-14 (P)	29,1	25,3	21,1	36,8	31,2	26,0						
H-15 (J)	568,2	496,3	447,4	573,1	501,2	452,2	460,6	587,7	587,2	408,3	647,3	468,4
H-15 (P)	546,2	429,8	339,3	556,3	435,9	342,6						
H-16 (J)	75,5	66,5	60,2	76,2	67,2	60,9	65,9	73,2	76,5	53,2	86,9	60,9
H-17 (J)	551,3	484,4	439,7	555,5	488,9	444,3	701,0	815,6	789,8	569,6	894,4	649,4
H-18 (J)	70,4	62,4	57,0	71,0	63,1	57,7	79,0	87,0	77,9	56,4	86,2	63,1
H-19 (J)	537,1	444,0	382,7	535,7	441,5	382,7	393,8	420,0	511,1	351,9	524,4	363,6
H-20 (J)	70,6	62,5	56,1	70,4	62,1	55,6	71,6	70,8	69,6	52,3	70,3	52,6

* Efeito físico não ocorre ou nível de interesse não atingido

Tabela 5.6 – Distâncias alcançadas pelos efeitos físicos

Hipóteses Acidentais	Distâncias Alcançadas pelos Níveis de Fatalidade (m)											
	Jato de Fogo (J) / Incêndio em Poça (P) / Fireball(F)						Flashfire		Explosão (VCE)			
	Dia			Noite			Dia	Noite	Dia		Noite	
	1% fat.	50% fat.	35,0 kW/m ²	1% fat.	50% fat.	35,0 kW/m ²			1% fat. (0,1 bar)	50% fat. (0,3 bar)	1% fat. (0,1 bar)	50% fat. (0,3 bar)
H-24 (J)	328,2	273,8	233,7	327,7	272,6	233,5	239,4	255,3	304,6	209,2	320,3	222,0
H-25 (J)	43,0	38,6	35,1	42,9	38,4	34,8	27,1	28,7	25,0	17,5	25,2	17,6
H-26 (J)	218,1	184,0	157,8	217,8	183,2	156,1	93,4	97,2	139,0	91,2	138,2	91,0
H-27 (J)	27,5	25,0	22,8	27,4	24,9	22,5	11,7	12,6	13,0	9,0	13,2	9,1
H-28 (J)	25,1	22,9	20,7	24,9	22,7	20,5	10,6	11,7	12,5	8,7	12,7	8,9
H-29 (J)	1,8	*	*	1,9	*	*	1,1	1,2	*	*	*	*

* Efeito físico não ocorre ou nível de interesse não atingido

Tabela 5.7 – Distâncias Alcançadas Pelos Efeitos Físicos – Gasoduto

Hipótese Acidental	Distâncias Alcançadas pelos Níveis de Fatalidade (m)											
	Bola de Fogo						Jato de Fogo*					
	Dia			Noite			Dia			Noite		
	1% fat.	50% fat.	35 kW/m ²	1% fat.	50% fat.	35 kW/m ²	1% fat.	50% fat.	35 kW/m ²	1% fat.	50% fat.	35 kW/m ²
H-21	291,0	179,4	150,6	291,0	179,4	150,6	214,4	158,2	76,9	215,2	157,4	70,9
H-22	-	-	-	-	-	-	219,7	162,2	79,2	220,5	161,3	72,8
H-23	-	-	-	-	-	-	29,4	21,6	**	29,5	21,2	**

* Nesta tabela estão apresentadas as distâncias referentes à maior distância obtida entre o jato de fogo vertical e o jato de fogo 45°, conforme pode ser observado no Anexo F – Modelagens Matemáticas;

** Distâncias não alcançadas para o nível em estudo;

- Efeito físico não estudado na hipótese em análise.

5.11 MAPEAMENTO DE VULNERABILIDADE DA REGIÃO

Para a realização do mapeamento de vulnerabilidade, definiu-se os pontos de liberação de cada hipótese acidental. Para as hipóteses acidentais relacionadas a perdas de contenção de gás natural no gasoduto, o ponto de liberação definido é apenas representativo para a realização do mapeamento de vulnerabilidade, no entanto, cabe ressaltar, que para o cálculo do risco individual e social foram considerados pontos de liberação a cada 10 m dentro de trechos de 500 m, os quais serão detalhados no capítulo 7 de cálculo dos riscos.

Na Tabela 5.8 a seguir estão apresentados os pontos de liberação, suas respectivas hipóteses acidentais e a localização dos mesmos.

Tabela 5.8 – Pontos de Liberação x Hipóteses Acidentais

PL	Localização	Hipóteses Acidentais
PL1	FSRU / Navio Metaneiro	H-7 à H-20
PL2	Gasoduto (km 7)	H-21 à H-23
PL3	UTE	H-24 à H-29

O mapeamento de vulnerabilidade das hipóteses citadas encontra-se apresentado no Anexo G deste estudo.

A seguir estão apresentadas as imagens contendo os pontos de liberação indicados acima.

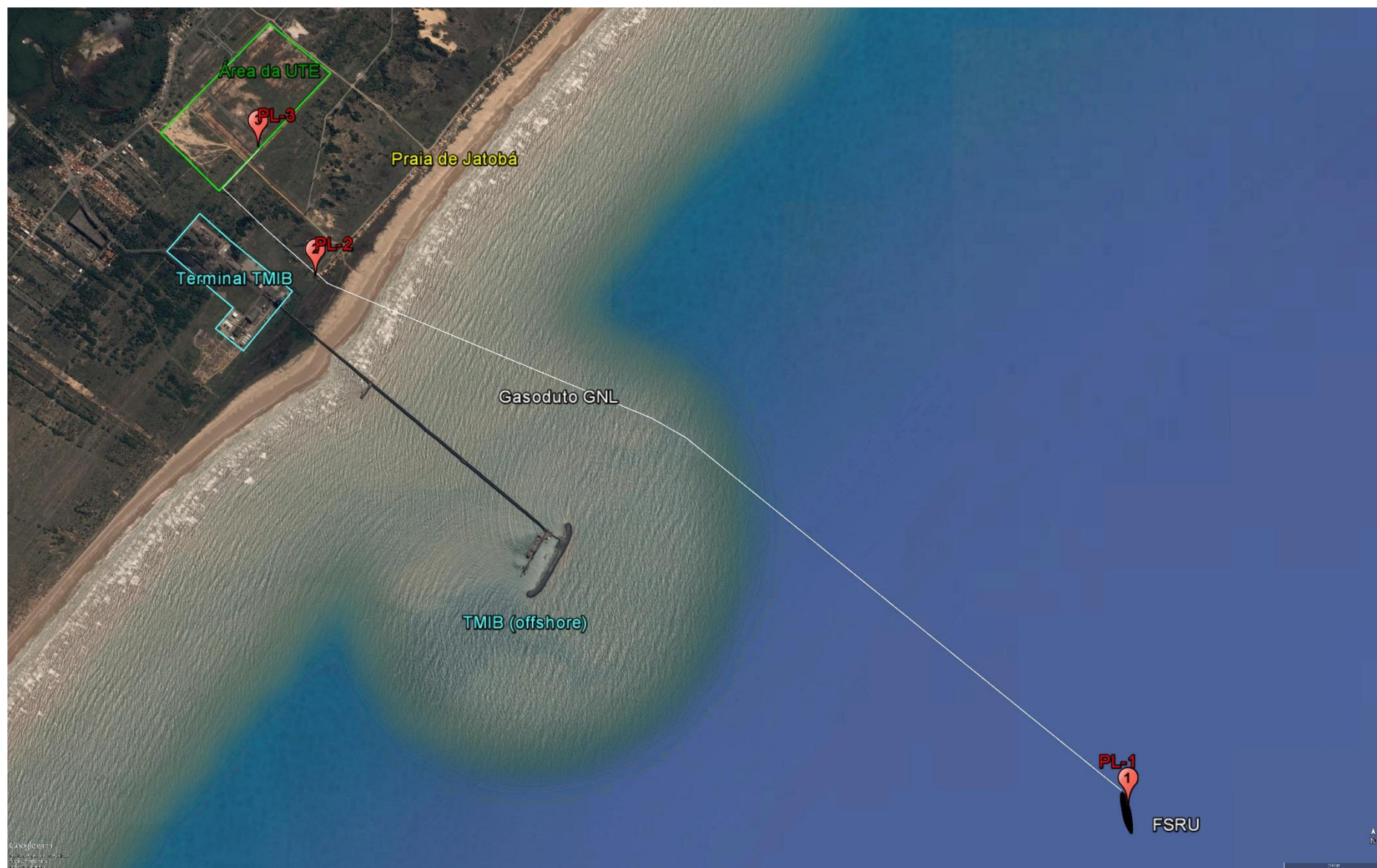


Figura 5.6 – Pontos de Liberação

5.12 VULNERABILIDADE DO PARQUE EÓLICO

Para que seja analisada a vulnerabilidade do parque eólico em relação a cenários acidentais no empreendimento em questão foi definido como ponto de interesse a torre eólica mais próxima ao traçado do gasoduto, estando esta com a base a cerca de 25 m do gasoduto conforme representado na figura a seguir.

Figura 5.7 – Distância entre o Traçado do Gasoduto e a Torre Eólica mais próxima

Para esta análise foi descartada a possibilidade de danos por sobrepressão decorrente de explosão do gás natural na região do traçado do gasoduto, uma vez que o gás natural é leve e por estar em área aberta não há estruturas para possibilitar o acúmulo do mesmo causando confinamento, conforme premissas já adotadas durante a definição dos dados de entrada para as modelagens matemáticas.

Desta forma, os efeitos danosos decorrentes dos cenários acidentais envolvendo vazamentos no gasoduto consistem em radiação térmica gerada a partir da ocorrência de jato de fogo e bola de fogo (fireball). Conforme os resultados apresentados na Tabela 5.7, alinhados com a árvore de eventos apresentada na Figura 5.3 (item 5.8.2 deste relatório) o efeito físico de bola de fogo (fireball) tem ocorrência estudada somente na hipótese acidental H-21 do traçado do gasoduto. Já o efeito físico de jato de fogo tem ocorrência estudada em todas as hipóteses acidentais do traçado do gasoduto, sendo estas H-21, H-22 e H-23.

Segundo a referência da TNO (The Netherlands Organisation) – Methods for the Determination of Possible Damage (CPR 16E), para que haja danos por perda de resistência do metal exposto a radiação térmica são necessários cerca de 120.000 KJ de carga térmica (para atingir 90% da temperatura crítica de amolecimento), os quais podem ser obtidos por meio de uma intensidade térmica de 200 kW/m² durante 10 minutos (600 s) de exposição ou 33,33 kW/m² durante 1 hora (3.600 segundos) de exposição, a depender da intensidade que atinge o ponto de interesse e o tempo de duração do evento acidental.

Desta forma, foram estudados os níveis de intensidade térmica que atingem a torre eólica localizada a 25 m do traçado do gasoduto, a partir dos efeitos físicos de jato de fogo e bola de fogo (somente H-21), nas hipóteses acidentais H-21, H-22 e H-23 resultantes de grande, médio e pequeno vazamento de gás natural no trecho de gasoduto desde o terminal de gaseificação até o ponto TP01 (interface com o cliente / UTE), com o ponto de liberação localizado perpendicular a torre eólica em análise.

Para isto foram utilizadas as modelagens matemáticas destas hipóteses acidentais, tendo sido obtido no modelo os relatórios de resultados específicos destes efeitos físicos (bola de fogo e jato de fogo) possibilitando a visualização do decaimento da intensidade térmica em

relação a distância a partir do traçado do gasoduto (em traçado perpendicular ao traçado do gasoduto). Estes relatórios estão apresentados no Anexo H desta análise de riscos.

A seguir estão apresentados os resultados gráficos que ilustram o decaimento da intensidade térmica em relação a distância a partir do traçado do gasoduto, para cada efeito físico estudado em cada uma das hipóteses acidentais de interesse no gasoduto (H-21 a H-23).

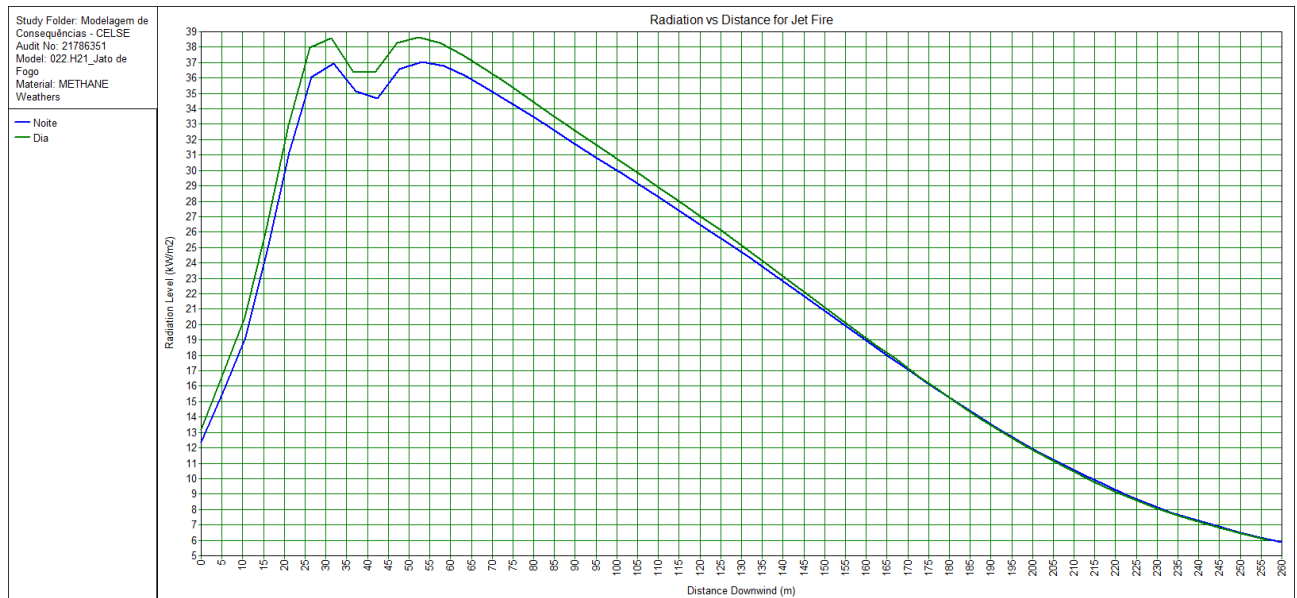


Figura 5.8 – Decaimento da Intensidade Térmica para Jato de Fogo da Hipótese H-21

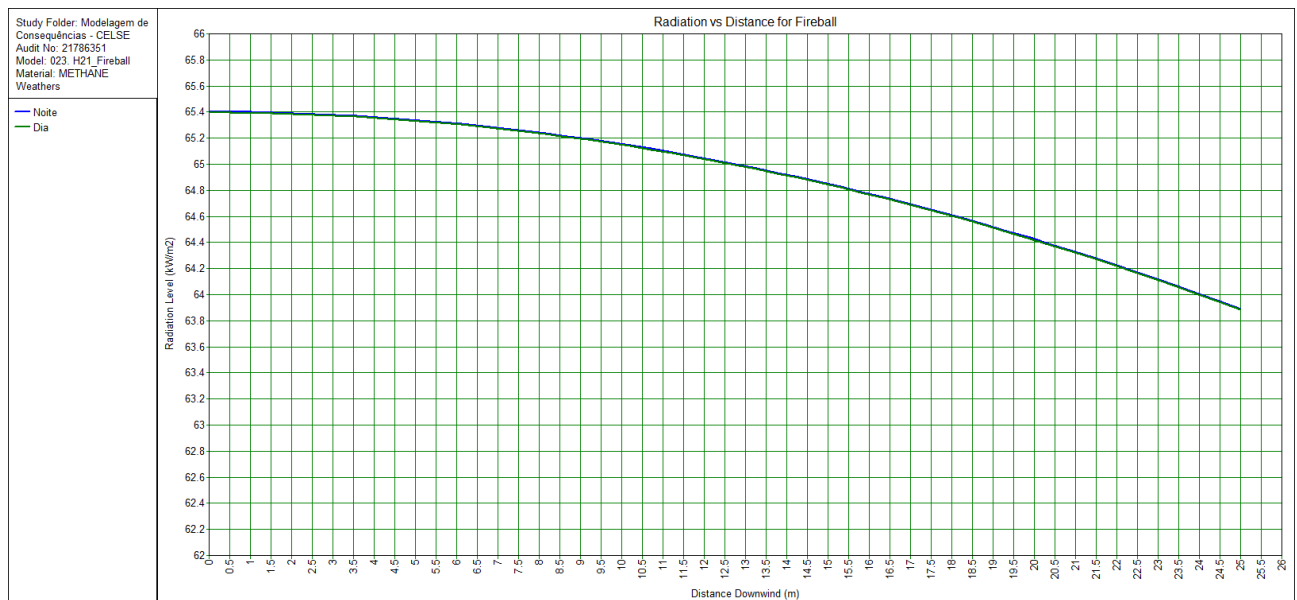


Figura 5.9 – Decaimento da Intensidade Térmica para Bola de Fogo da Hipótese H-21

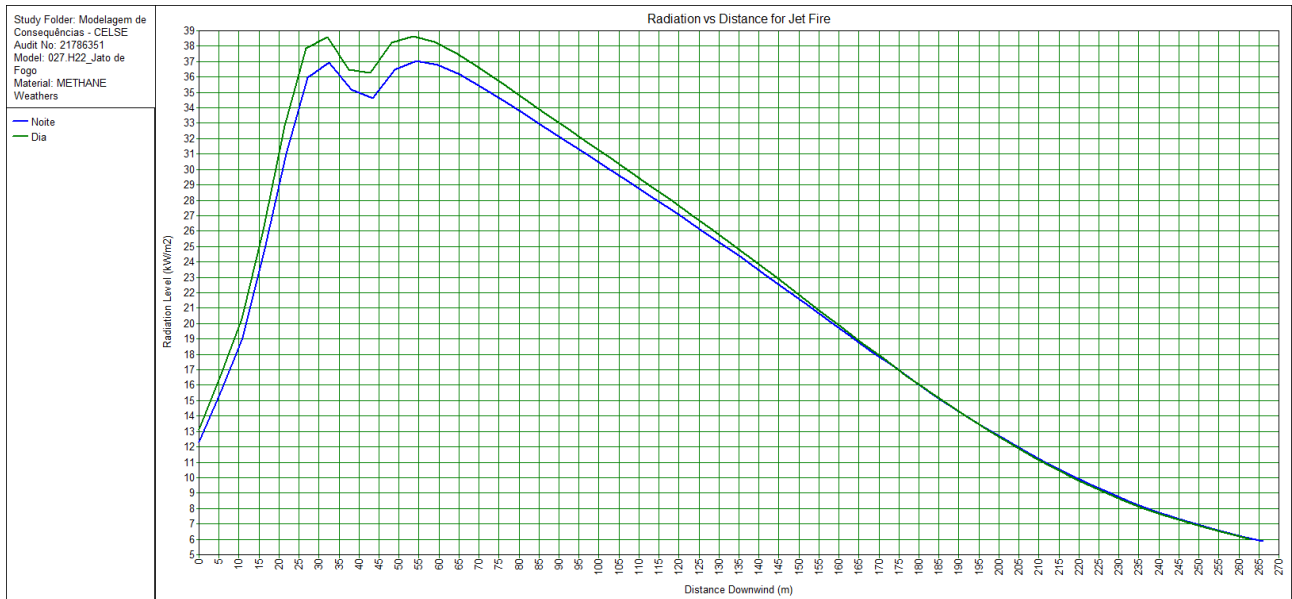


Figura 5.10 – Decaimento da Intensidade Térmica para Jato de Fogo da Hipótese H-22

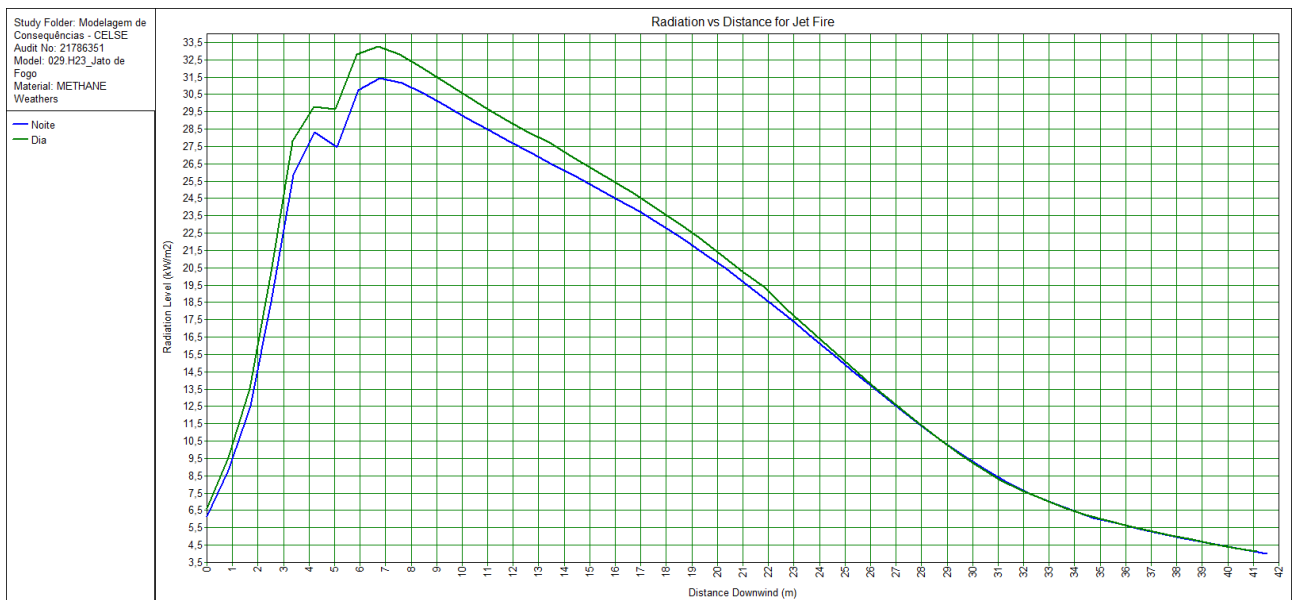


Figura 5.11 – Decaimento da Intensidade Térmica para Jato de Fogo da Hipótese H-23

A partir das intensidades térmicas resultantes em cada efeito físico, de cada hipótese acidental, a distância de 25 m do traçado do gasoduto (ponto de locação da torre eólica mais próxima), e da carga térmica necessária para ocasionar perda de resistência em metais foram estimados os tempos para que sejam ocasionados danos estruturais às torres eólicas. Na tabela a seguir está apresentado o resumo das intensidades térmicas a 25 m do traçado do gasoduto e os tempos para ocorrência de danos estruturais nas torres eólicas.

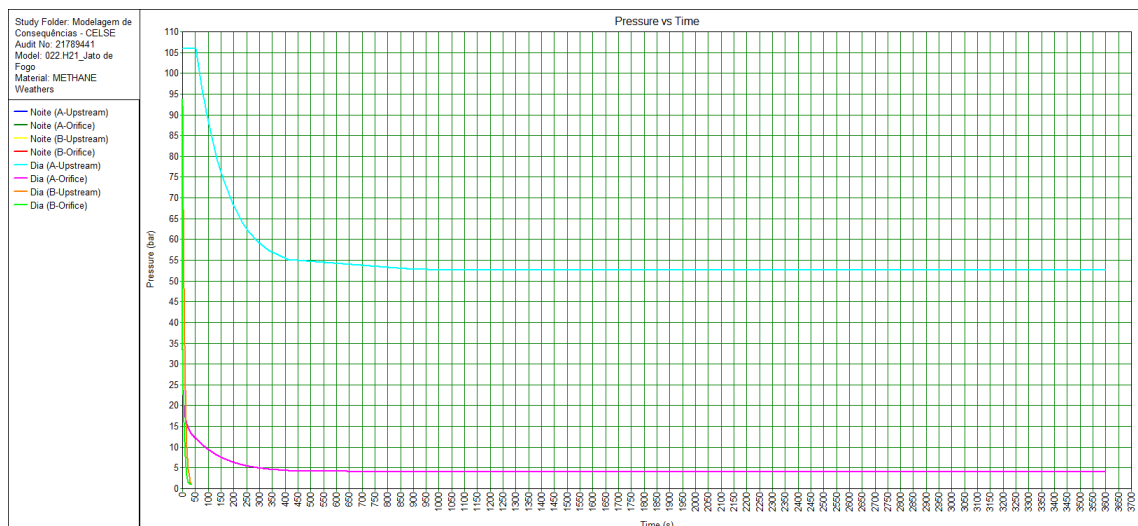
Tabela 5.9 – Intensidades Térmicas e Tempos para Danos nas Torres Eólicas

Hipótese Acidental / Efeito Físico	Intensidade Térmica Incidente a 25 m ⁽¹⁾	Tempo para Danos Estruturais
H-21 / Jato de Fogo	37,0 kW/m ²	3.244 s
H-21 / Bola de Fogo	63,9 kW/m ²	1.878 s
H-22 / Jato de Fogo	36,0 kW/m ²	3.334 s
H-23 / Jato de Fogo	15,0 kW/m ²	8.000 s

(1) Foram consideradas as maiores intensidades térmicas dentre os períodos do dia estudados (diurno e noturno), minimizando desta forma o tempo para danos estruturais.

Diante da análise realizada verificou-se que o menor tempo de duração do efeito para que haja danos estruturais às torres eólicas provém da ocorrência de bola de fogo a partir da hipótese acidental H-21. No entanto, como pode ser verificado no relatório das modelagens matemáticas apresentado no anexo H esta bola de fogo tem duração máxima de 11,73 segundos, levando a concluir que não é crível a ocorrência de danos na estrutura metálica desta torre eólica a partir de uma bola de fogo oriunda de um grande vazamento neste gasoduto.

O segundo menor tempo de duração do efeito para que haja danos estruturais às torres eólicas provém da ocorrência de jato de fogo a partir da hipótese acidental H-21. No entanto, como pode ser verificado na Figura 5.12 haverá queda brusca na pressão interna do duto, estabilizando abaixo de 55 bar em função do modelo dar continuidade na vazão de transferência. É certo que esta queda de pressão seja percebida de forma quase que imediata, em um tempo de até 700 segundos (tempo este para estabilização da pressão a partir da continuidade na vazão de transferência), levando a concluir que a ocorrência de danos na estrutura metálica desta torre eólica a partir de um jato de fogo oriundo de um grande vazamento neste gasoduto não é crível, devido ao tempo de vazamento necessário para ocasionar este efeito.

**Figura 5.12 – Decaimento da Pressão na Ocorrência de Grande Vazamento (H-21)**

Da mesma forma foi analisado o jato de fogo oriundo da hipótese de médio vazamento neste gasoduto (H-22), o qual resulta em 3.334 segundos para que seja ocasionado danos estruturais a torre eólica. Conforme pode ser observado na Figura 5.13 também haverá queda brusca na pressão interna do duto, estabilizando em cerca de 20 bar em função do modelo dar continuidade na vazão de transferência. Da mesma forma que analisado anteriormente, é certo que esta queda de pressão seja percebida de forma quase que imediata, em um tempo de até 700 segundos (tempo este para estabilização da pressão a partir da continuidade na vazão de transferência), levando a concluir que a ocorrência de danos na estrutura metálica desta torre eólica a partir de um jato de fogo oriundo de um médio vazamento neste gasoduto não é crível, devido ao tempo de vazamento necessário para ocasionar este efeito.

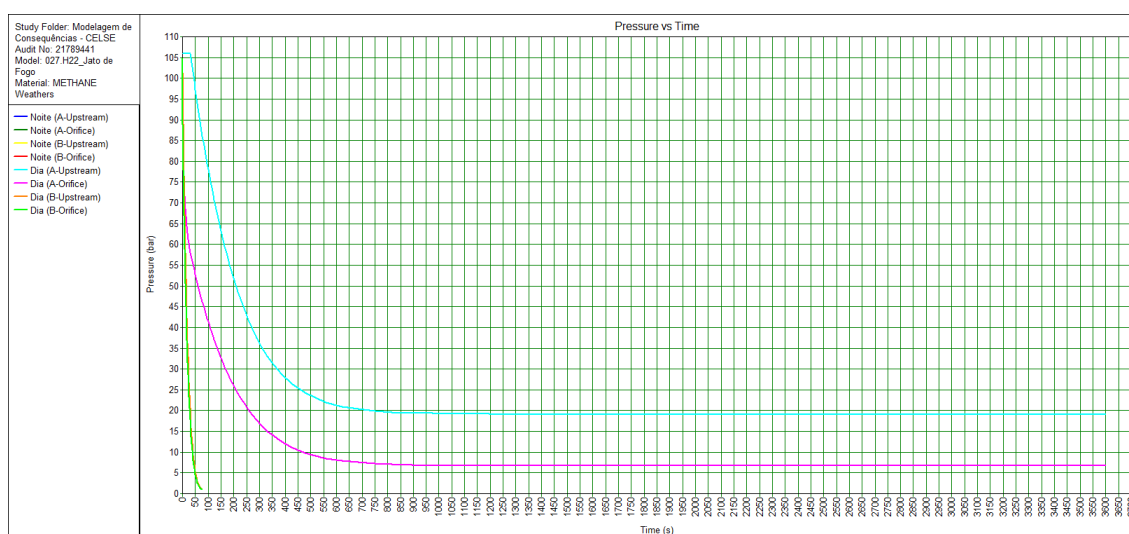


Figura 5.13 – Decaimento da Pressão na Ocorrência de Médio Vazamento (H-22)

Já para o pequeno vazamento o tempo necessário para danos estruturais é elevado (superior a 2 horas), tempo este julgado como não sendo crível para continuidade de um evento acidental sem intervenção.

Desta forma, conclui-se que embora haja possibilidade de ocorrência de danos estruturais às torres eólicas a partir de vazamentos no gasoduto seguidos de incêndio pode-se afirmar que as mesmas são pouco críveis, necessitando de um elevado tempo de permanência do cenário acidental, com ocorrência próxima ao ponto de locação desta torres, local este em que não há previsão de flanges no gasoduto, o que leva a crer que a ocorrência teria que ter como causa uma intervenção interna indevida ou uma corrosão acentuada neste trecho do gasoduto.

6. ESTIMATIVA DAS FREQUÊNCIAS DE OCORRÊNCIA

Neste capítulo está apresentada a estimativa das frequências de ocorrência das hipóteses acidentais levantadas na APR, cujas distâncias obtidas nas modelagens matemáticas atingem áreas com a presença de população. Segundo o mapeamento de vulnerabilidade, apresentado no Anexo G pode-se verificar que apenas as hipóteses acidentais H-21 e H-24 atingem áreas povoadas.

6.1 Estimativa de Frequência de Ocorrência de Acidentes em Dutos de Transporte de Gás Natural

Para a hipótese H-21 - "Grande vazamento de gás natural no trecho de gasoduto desde o terminal de gaseificação até a estação de medição e regulagem de pressão", a frequência de ocorrência foi obtida a partir de valores provenientes de relatórios de análises históricas realizadas em bancos de acidentes ocorridos em dutos de transporte de gases inflamáveis, tendo sido adotado para este estudo o 9th *Report of the European Gas Pipeline Incident Data Group* (EGIG).

Neste relatório são apresentadas as frequências de ocorrência de acidentes em dutos de transporte de gases inflamáveis para os últimos 44 anos (entre 1970 e 2013).

Para este estudo foi adotada a frequência de ocorrência de acidentes em gasodutos relativa à média de ocorrência para os últimos 5 anos de registros (entre 2009 e 2013), apresentada pelo EGIG (9th Report) no relatório em análise, sendo esta de $1,58 \times 10^{-7}/\text{m.ano}$.

A frequência de ocorrência apresentada pelo EGIG foi dividida entre as classes de vazamento estudadas neste relatório, em consonância com o Quadro 22 da revisão da Norma Cetesb P4.261, onde:

- Grande vazamento (100% do diâmetro): *Rupture*;
- Médio vazamento (20% do diâmetro): *Hole*;
- Pequeno vazamento (5% do diâmetro): *Pinhole/crack*.

As frequências de ocorrência por classe de vazamento foram obtidas para os últimos 5 anos de registros (entre 2009 e 2013) com base na Tabela 2 apresentada pelo EGIG (9th Report), conforme apresentado a seguir.

Tabela 6.1 – Frequência de ocorrência por classe de vazamento

Classe de vazamento	Frequência de ocorrência (média dos últimos 5 anos)
Grande vazamento (<i>Rupture</i>)	$1,60 \times 10^{-8}/\text{m.ano}$
Médio vazamento (<i>Hole</i>)	$3,00 \times 10^{-8}/\text{m.ano}$
Pequeno vazamento (<i>Pinhole/crack</i>)*	$1,12 \times 10^{-7}/\text{m.ano}$

* Neste estudo, para a obtenção da frequência de pequeno vazamento, somou-se a classe de vazamento *pinhole/crack* apresentada no relatório EGIG com a frequência de ocorrência de eventos desconhecidos (*Unknow*) igualmente apresentada na Tabela 2 desta literatura.

Com base nas informações apresentadas na tabela acima foram obtidas as seguintes probabilidades de ocorrência:

- Grande vazamento (*Rupture*): 10,1%;
- Médio vazamento (*Hole*): 19,0%;
- Pequeno vazamento (*Pinhole/crack*): 70,9%.

A determinação das probabilidades dos efeitos físicos oriundos de cada classe de vazamento foi realizada em consonância com o Quadro 24 da Norma Cetesb P4.261, sendo as informações apresentadas no mesmo representadas a seguir juntamente com as informações apresentadas na tabela 6 (*Ignition of releases per leak type*) do relatório do EGIG em análise.

Tabela 6.2 – Probabilidade de Ignição por Classe de Vazamento

Classe de vazamento	Massa da Bola de Fogo	Probabilidade de Ignição Total *	Probabilidade de Ignição Imediata
Grande Vazamento (<i>Rupture</i>)	< 1000 kg	13,9%	0,02
	1000 kg ~ 10000 kg		0,04
	> 10000 kg		0,09
Médio Vazamento (<i>Hole</i>)	-	2,3%	-
Pequeno Vazamento (<i>Pinhole/crack</i>)	-	4,4%	-

* Informação apresentada pelo relatório do EGIG em análise.

- Evento sem ocorrência/incidência na classe em análise.

Os valores apresentados na tabela acima foram aplicados às árvores de eventos adotadas, resultando nos valores de frequência de ocorrência para os efeitos físicos em análise.

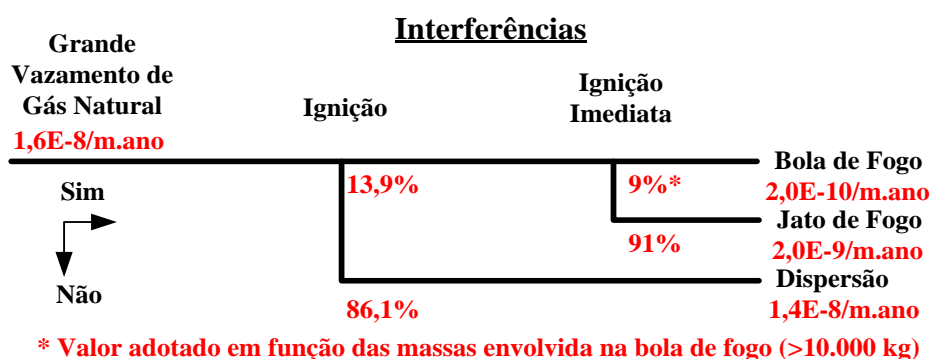


Figura 6.1 – Árvore de Eventos para Grandes Vazamentos de Gás Natural em Gasodutos de Transporte

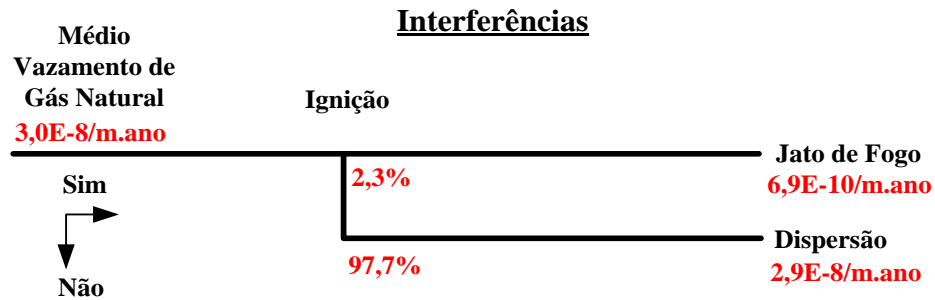


Figura 6.2 – Árvore de Eventos para Médios Vazamentos de Gás Natural em Gasodutos de Transporte

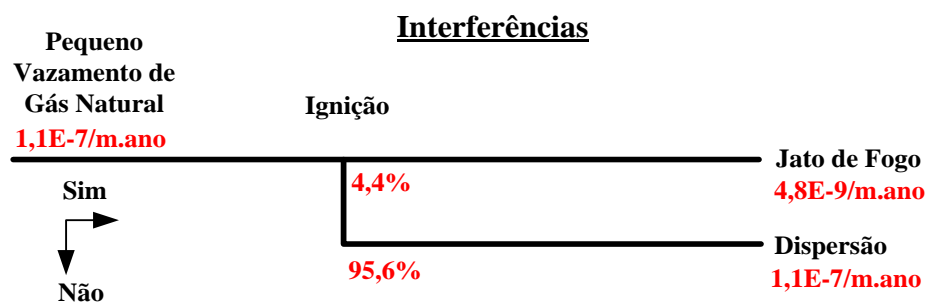


Figura 6.3 – Árvore de Eventos para Pequenos Vazamentos de Gás Natural em Gasodutos de Transporte

As frequências calculadas neste capítulo serão aplicadas na estimativa do risco social e individual imposto pelos dutos de gás natural em análise.

Esclarece-se que durante a etapa de estimativa dos riscos foi utilizado o software Phast Risk, tendo sido fornecido ao mesmo a frequência de ocorrência das hipóteses acidentais, os valores de probabilidade por período do dia, as probabilidades dos efeitos físicos (árvore de eventos) e as frequência de ocorrência para cada direção do vento.

6.2 Estimativa de Frequência de Ocorrência de Acidentes em Tubulações Internas de Gás Natural

Para a hipótese H-24 - "Grande vazamento de gás natural a partir das linhas e equipamentos desde a Estação de Medição e Regulagem de Pressão até o Sistema de Tratamento de Gás e Sistema de Regulagem de Pressão das Turbinas e regulador de pressão da caldeira auxiliar", a frequência de ocorrência foi obtida a partir de valores apresentados na tabela 27 da referência bibliográfica "Reference Manual Bevi Risk Assessments; Version 3.2; 2009; RIVM (National Institute of Public Health and the Environment)". Esta referência apresenta a frequência de ocorrência de rupturas catastróficas, além de furos/fissuras nas tubulações, para três classes de diâmetros de tubulação, conforme apresentado na Tabela 6.3 abaixo.

Tabela 6.3 – Frequências de ocorrência de rupturas em tubulações

Diâmetro	Frequência de Ocorrência de Rupturas Catastróficas	Frequência de Ocorrência de Furos e/ou Fissuras
$\varnothing < 75 \text{ mm}$ (2,95")	$1,00 \times 10^{-6} \text{ ano}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$	$5,00 \times 10^{-6} \text{ ano}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$
$75 \text{ mm (2,95")} \leq$ $\varnothing \leq 150 \text{ mm}$ (5,9")	$3,00 \times 10^{-7} \text{ ano}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$	$2,00 \times 10^{-6} \text{ ano}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$
$\varnothing > 150 \text{ mm (5,9")}$	$1,00 \times 10^{-7} \text{ ano}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$	$5,00 \times 10^{-7} \text{ ano}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$

Considerando-se que o diâmetro da tubulação em questão (H-24) é de 350 mm, a frequência de ocorrência para esta hipótese acidental seria de $1,00 \times 10^{-7} \text{ ano}^{-1} \text{ m}^{-1}$. Uma vez que o sistema encontra-se ainda em fase de projeto inicial, estimou-se um comprimento de tubulação de 100 m para efeito de cálculo desta hipótese. Assim, a frequência de ocorrência calculada seria de $1,00 \times 10^{-7} \text{ ano}^{-1} \cdot \text{m}^{-1} \times 100 \text{ m} = 1,00 \times 10^{-5} \text{ ano}^{-1}$.

Ressalta-se que nesta referência, são englobados os diversos tipos de tubulações, sejam tubulações de processo, tubulações metálicas, tubulações plásticas, tubulações revestidas, tubulações para gases e tubulações para líquidos. A bibliografia especifica apenas distinção nas frequências para tubulações aéreas e tubulações enterradas, sendo as apresentadas acima referentes à tubulações aéreas.

De acordo com a tabela 29 da referência bibliográfica "Reference Manual Bevi Risk Assessments; Version 3.2; 2009; RIVM (National Institute of Public Health and the Environment)" a frequência de ocorrência de vazamentos a partir de válvulas presentes em tubulações está incluída na frequência de ocorrência das tubulações, desde que considerado um comprimento mínimo de 10 metros de extensão de tubulação.

Dessa forma, a frequência de ocorrência de acidentes a partir das válvulas presentes no trecho em questão já estão incluídas na frequência utilizada para as tubulações.

7. ESTIMATIVA E AVALIAÇÃO DO RISCO SOCIAL E INDIVIDUAL

Neste capítulo foram estimados e avaliados os riscos social e individual impostos pelo empreendimento da CELSE Centrais Elétricas de Sergipe S.A. à população presente nas áreas de abrangência deste.

O risco social consiste no risco imposto à um determinado grupamento de pessoas, as quais estão expostas aos efeitos físicos decorrentes das situações de risco identificadas, levando-se em consideração a natureza dos danos que possam ser causados e o período de tempo em que os mesmos possam ocorrer.

Já o risco individual consiste no risco inerente à instalação, imposto a um indivíduo em função dos efeitos físicos decorrentes das situações de risco identificadas, levando-se em consideração a natureza dos danos que possam ser causados e o período de tempo em que os mesmos possam ocorrer.

Toda a estimativa dos riscos foi realizada com a utilização do software Phast Risk versão 6.7, comercializado pela empresa Det Norske Veritas Ltda (licença de uso nº10088444).

7.1 Metodologia para a Estimativa do Risco Social

Durante a estimativa do risco foram utilizados os modelos de consequências apresentados no capítulo 5, associados à pontos de liberação definidos para as hipóteses acidentais e ao levantamento populacional da área.

No caso da hipótese H-21 referente a vazamento a partir do gasoduto de transporte de gás natural foram plotados pontos de liberação de maneira equidistante de 10 m em 10 m ao longo de 500 m do gasoduto em análise, conforme esclarecido na metodologia apresentada para a estimativa do risco social na revisão da Norma Cetesb P4.261.

Já com relação à hipótese H-24, as consequências calculadas no capítulo 5 foram associadas a um único ponto de liberação, sendo este denominado PL-3, apresentado anteriormente na Figura 5.6.

O levantamento populacional foi realizado com base nas maiores distâncias obtidas nas modelagens matemáticas, apresentadas no capítulo 5, cuja abrangência pode causar danos à população, sendo estas de 291,0 m (H-21) e 328,2 m (H-24).

Para efeito de cálculos, foi considerado que 50% das pessoas estarão presentes nas residências durante o período diurno e 100% das pessoas estarão presentes no período noturno. A distribuição da população residencial por tipo de abrigo foi de 50% da população presente de forma abrigada durante o período diurno e 75% da população presente de forma abrigada durante o período noturno.

No Terminal TMIB, levantou-se a existência de 90 funcionários, sendo considerado que 50% dos funcionários estariam abrigados e 50% desabrigados.

Não foram considerados fatores como possibilidade de fuga ou proteção da população desabrigada. Foi considerado ainda 100% de fatalidade, tanto para população abrigada como desabrigada, para exposição à radiações térmicas iguais ou superiores a 35 kW/m^2 .

Na Figura 7.1 a seguir pode-se visualizar o encaminhamento do gasoduto proveniente da regaseificação até a UTE, com destaque ao trecho de 500 m selecionado para os cálculos, a área abrangida pelos efeitos físicos de maior alcance e o levantamento populacional realizado.

Para o cálculo do risco social, os respectivos números de pessoas apresentados na Figura 7.1 foram inseridos no modelo do programa Phast Risk.

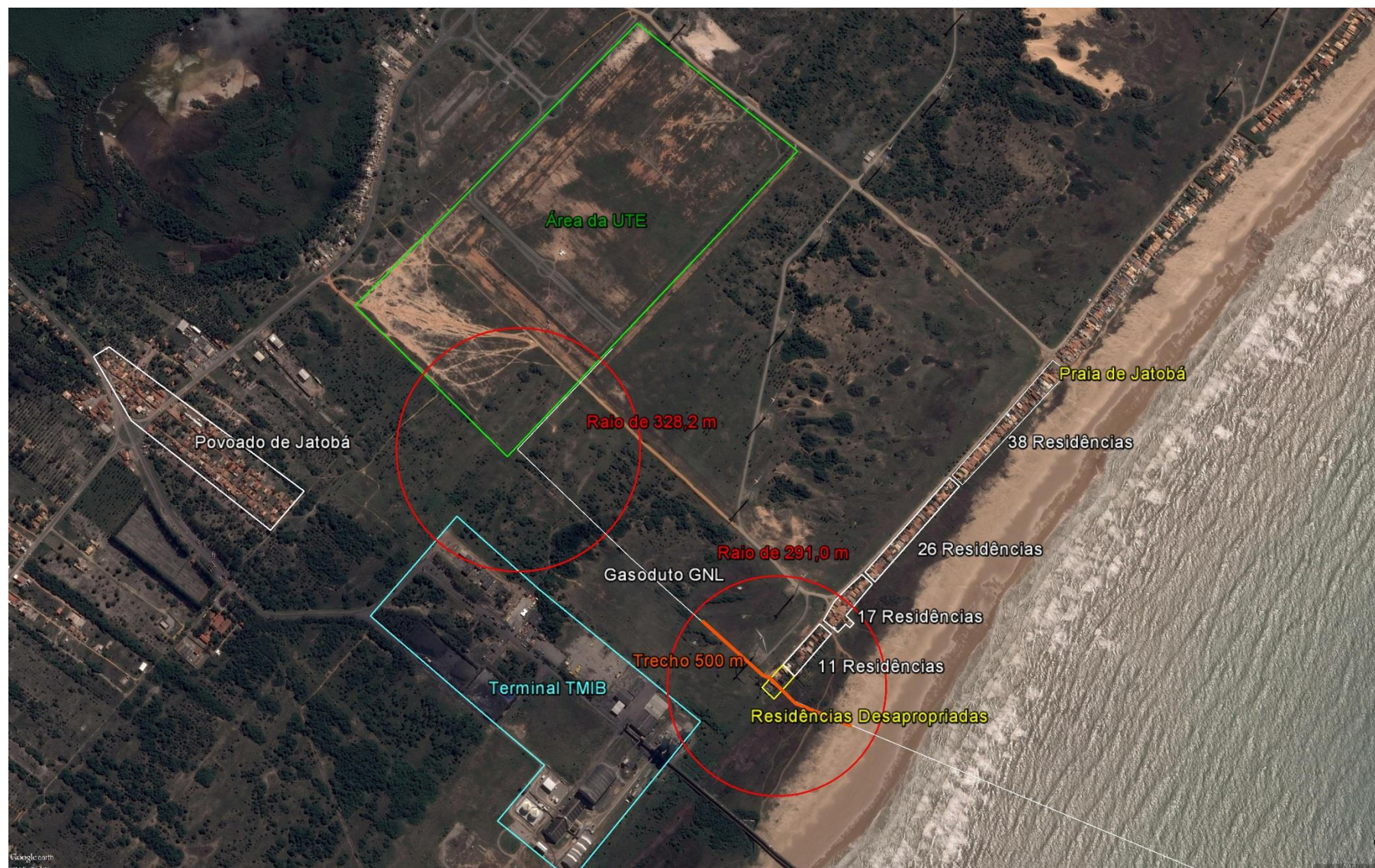


Figura 7.1 – Extensão selecionada gasoduto (500m) e levantamento populacional

Assim, com a associação das consequências e pontos de liberação, apresentados no capítulo 5, das frequências de ocorrência, apresentadas no capítulo 6, e do levantamento populacional, apresentado neste capítulo, foram gerados pontos de fatalidades associados às frequências de ocorrências, os quais foram plotados para formação da curva F-N (frequência acumulada x número de fatalidades), a qual representa o risco social imposto pelo empreendimento.

7.2 Estimativa e Avaliação do Risco Social

A partir da metodologia de cálculo apresentada anteriormente foi estimado e avaliado o risco social imposto à população presente nas proximidades do empreendimento da CELSE Centrais Elétricas de Sergipe S.A.

O risco social está apresentado abaixo sob a forma de curva F-N. Nesta curva estão contempladas as regiões definidas como critérios de avaliação de tolerabilidade segundo a Norma Cetesb P4.261.

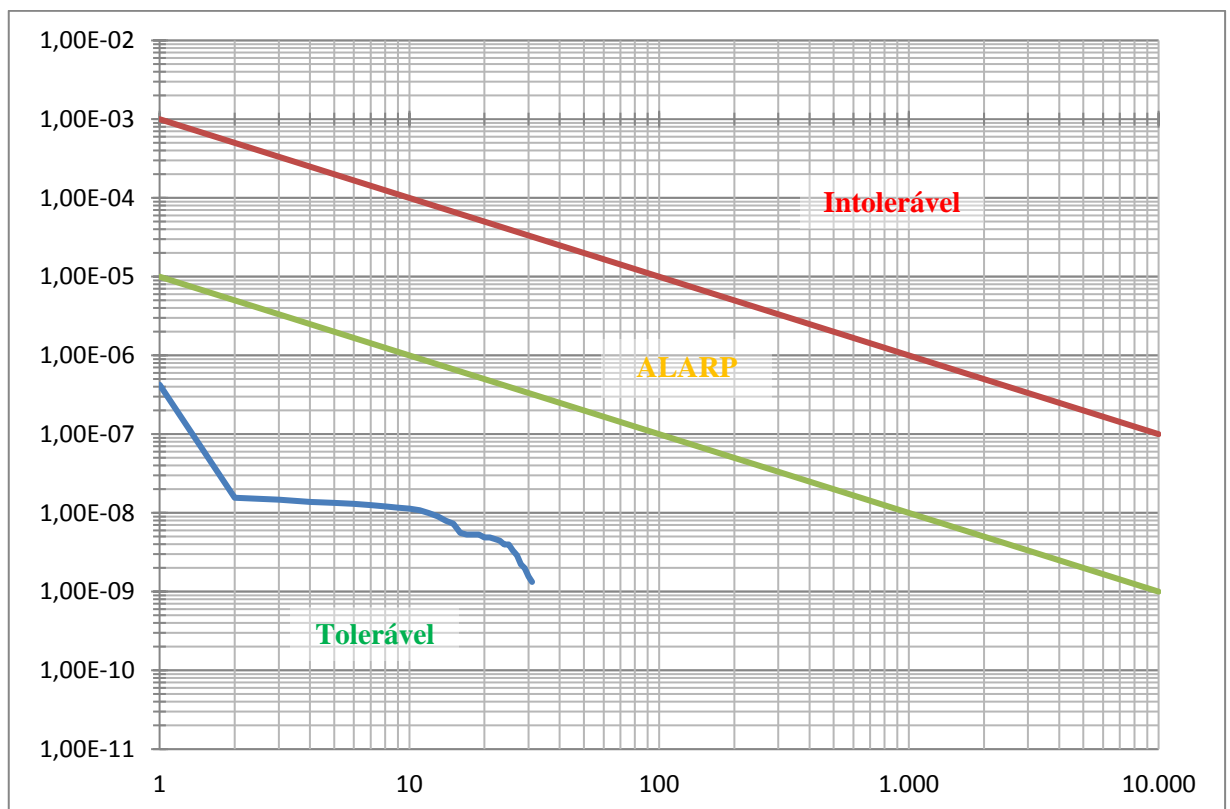


Figura 7.2 – Curva F-N: Eixo X: Número de Fatalidades; Eixo Y: Frequência de ocorrência (ano-1)

No gráfico apresentado verifica-se que a curva F-N se encontra localizada na região tolerável do gráfico. Os pontos obtidos para a formação da curva F-N encontram-se relacionados na Tabela 7.1 a seguir.

Tabela 7.1 – Relação de pontos para composição da curva F-N

Fatalidades	Frequência Acumulada (ano⁻¹)
1	4,25E-07
2	1,56E-08
3	1,48E-08
4	1,38E-08
5	1,34E-08
6	1,30E-08
7	1,25E-08
8	1,21E-08
9	1,16E-08
10	1,14E-08
11	1,09E-08
12	9,97E-09
13	9,08E-09
14	7,97E-09
15	7,31E-09
16	5,54E-09
17	5,32E-09
18	5,32E-09
19	5,32E-09
20	4,87E-09
21	4,87E-09
22	4,65E-09
23	4,43E-09
24	3,99E-09
25	3,99E-09
26	3,32E-09
27	2,88E-09
28	2,22E-09
29	1,99E-09
30	1,55E-09
31	1,33E-09

7.3 Estimativa e Avaliação do Risco Individual

O cálculo do risco individual parte das mesmas premissas do cálculo do risco social, porém sem que seja considerado o levantamento populacional da área em questão.

O risco individual é representado por meio de curvas de iso-risco, as quais representam os níveis de riscos impostos pelo empreendimento à região presente no entorno do mesmo.

Na Figura abaixo pode-se observar os resultados do risco individual variando entre $1,00 \times 10^{-9}$ ano⁻¹ e $1,00 \times 10^{-7}$ ano⁻¹, sendo este último o nível mais alto obtido.

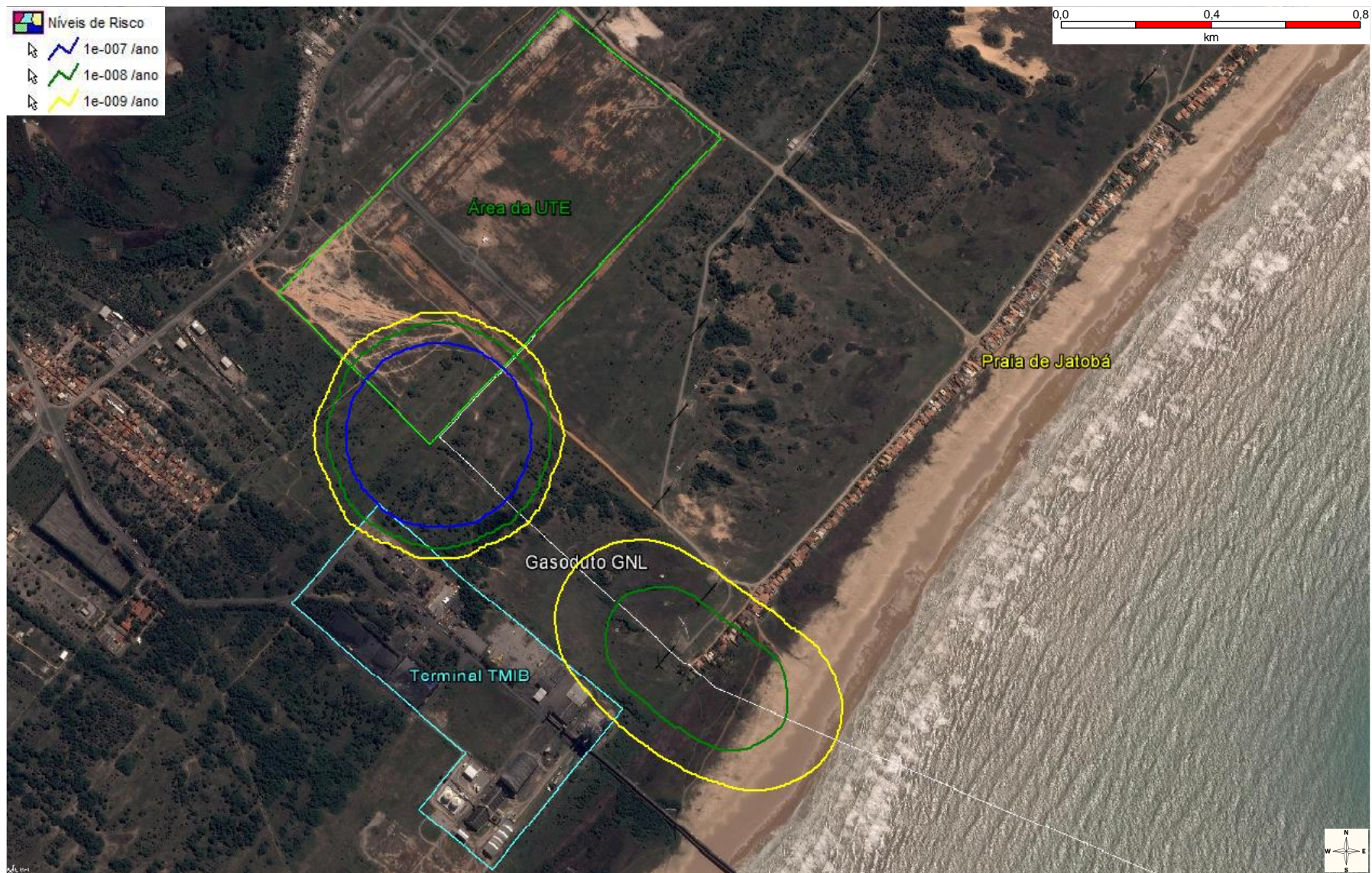


Figura 7.3 – Curvas de Risco Individual

8.0 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este estudo teve como objetivo estimar e avaliar o risco social e individual imposto à população presente nas proximidades do futuro empreendimento da CELSE Centrais Elétricas de Sergipe S.A., composto pelos seguintes sistemas: Unidade de Gaseificação e fornecimento de Gás Natural, Unidade Termoelétrica (UTE) e Gasoduto de interligação entre a Unidade de Gaseificação e a UTE.

Através da técnica de identificação de perigos APR – Análise Preliminar de Riscos foram levantadas 33 hipóteses acidentais, a partir das quais foram contemplados vazamentos de gás natural nos sistemas citados acima, objetos deste estudo.

Para as hipóteses acidentais levantadas foram estimadas as amplitudes das consequências, por meio do software Phast Risk versão 6.7, tendo sido para isto definidos os dados de entrada utilizados na análise.

As frequências de ocorrência das classes de vazamento no gasoduto foram definidas a partir do 9th Report of the European Gas Pipeline Incident Data Group (EGIG), sendo que a partir das mesmas foram estimadas, por meio da associação de probabilidades de ignição imediata e retardada nas árvores de eventos, as frequências de ocorrência dos efeitos físicos. As probabilidades de ignição imediata e retardada foram definidas em conformidade com a Norma Cetesb P4.261.

Já a frequência de ocorrência de vazamentos a partir de tubulações internas à UTE foram obtidas a partir da referência bibliográfica Reference Manual Bevi Risk Assessments; Version 3.2; 2009; RIVM (National Institute of Public Health and the Environment)".

A partir das consequências calculadas e das frequências estimadas foram estimados os riscos social e individual, sendo para isto adotada a metodologia apresentada na Norma Cetesb P4.261.

Os resultados do risco social imposto à população, apresentados no capítulo 7 deste relatório, demonstram que o risco social se encontra na região tolerável do gráfico. Quanto ao risco individual, o nível máximo obtido foi de $1,00 \times 10^{-7}$ ano⁻¹.

Assim, se comparados os riscos obtidos aos critérios preconizados na Norma Cetesb P4.261 – Risco de Acidente de Origem Tecnológica – Método para decisão e termos de referência, os riscos impostos pelo empreendimento da CELSE, podem ser considerados aceitáveis.

Apesar dos níveis estarem em níveis aceitáveis, algumas recomendações foram propostas durante a elaboração da APR- Análise Preliminar de Riscos, as quais colaboram para a manutenção dos riscos, são estas:

- R1) Para os cenários envolvendo vazamentos de substâncias oleosas no mar (cenários de vazamento do combustível dos navios) deverá ser elaborado e implantado um Plano de Emergência Individual, segundo Resolução Conama N°398/2008, com realização de simulados de vazamento oleoso para o mar em periodicidade a ser definida quando da elaboração do mesmo. Recomenda-se a elaboração do mesmo para a etapa de operação das unidades.
- R2) Estabelecer procedimento com limitação de velocidade de aproximação da embarcação em 5 nós, de acordo com Regra Internacional para evitar albarroamento no Mar (RIPEAM).
- R3) Os tanques das embarcações de apoio que deverão ser usadas deverão ser selados.
- R4) Estabelecer procedimento contendo condições meteocenograficas mínimas para operação de aproximação. Prever neste procedimento a paralização imediata da operação de transferência em caso de mau tempo.
- R5) No caso de uso de navios rebocadores, estes deverão ser submetidos a certificações periódicas externas por meio de sociedades classificadoras.
- R6) Realizar inspeções periódicas nos sistemas de amarração do FSRU
- R7) Elaborar e implantar um plano de ação de emergências para os cenários acidentais envolvendo vazamentos de substâncias químicas, além de cenários de acidentes ocupacionais. Este plano deverá ser desenvolvido para a etapa de licença de operação. Este plano deverá contemplar a realização de simulados, com periodicidade máxima anual, envolvendo cenários de acidentes ampliados.
- R8) Elaborar e implantar um programa para gerenciamento dos riscos para a etapa de operação das Unidades. Este programa deve contemplar ações de gestão de manutenção, gestão de modificações, gestão de capacitação de recursos humanos (contratados e terceiros) e gestão de procedimentos operacionais voltadas às instalações e sistemas com possibilidade de vazamentos de substâncias químicas, além de toda a gestão de saúde e segurança ocupacional que deverá ser prevista em PPRA (Programa de Prevenção de Riscos Ambientais) e PCMSO (Programa de Controle Médico e Saúde Ocupacional).
- R9) Para a etapa de obras, deverão ser identificados os riscos das atividades a serem realizadas (durante as obras) sendo propostas medidas de gestão dos mesmos e desenvolvido e implantado um Plano de Ação de Emergências para a etapa de obras. Durante a identificação dos riscos da etapa de obras deverá ser avaliado a existência de cenários envolvendo derrames oleosos para o mar. Havendo, deverá ser previsto ações de combate emergencial e estrutura mínima de resposta emergencial.
- R10) Prover sistema de detecção de gás natural no terminal de regaseificação, em especial nas áreas contendo equipamentos rotativos (bombas e compressores), com alarme sonoro e desligamento automático do sistema ou fechamento automático de válvulas (a ser analisado e definido na consolidação do projeto da unidade).

R11) Realizar avaliação de risco para a etapa de comissionamento das unidades, com o uso de check-list para:

- avaliação da entrega final dos sistemas (instalado vs projetado);
- realização de testes sem químicos (simulados ou práticos com água ou gases não inflamáveis e/ou tóxicos);
- recebimento de documentos de projeto, especificações, desenhos e - - - relatórios de comissionamento e passivação dos sistemas (quando aplicável);
- teste dos interlocks / intertravamentos de segurança das Unidades.

R12) Realizar avaliação de risco de segurança para start-up seguro das unidades (PSSR – pre start up safety review), observando:

- Acompanhamento inicial da operação;
- Capacitação dos colaboradores da operação e manutenção;
- Definição de procedimentos operacionais / instrução de trabalho seguros;
- Definição de manutenção a ser empregada nos sistemas críticos das unidades;
- Disponibilidade da documentação técnica das Unidades (manual de operação das unidades contendo o range operacional dos sistemas, diagramas de instrumentação e processos – P&IDs, diagramas de processos – PFDs, diagramas de elétrica e instrumentação, folhetos e documentos técnicos dos equipamentos e instrumentação, diagramas de hidráulica, desenhos de instalações civil).

R13) O Projeto e operação do gasoduto de gás natural deverá atender as Normas:

- NBR 12712 – Projeto de Sistemas de Transmissão e Distribuição de Gás Combustível;
- NBR 15.280-1 – Dutos terrestres – Parte 1 – Projeto;
- NBR 15.280-1 – Dutos terrestres – Parte 2 – Construção e Montagem
- ASME B31.8 – Gas Transmission and Distribution Pipelines Systems
- API 1111 – Design, Construction and Maintenance of Offshore Hydrocarbon Pipelines (Limit State Design);
- API 5L – Specification for Line Pipe

R14) No trecho terrestre do gasoduto (duto enterrado) deverão ser dispostos marcos indicativos da faixa do duto e placas com informações sobre a passagem de gasoduto enterrado e telefone de contato em caso de emergência.

R15) Deverá ser previsto no programa de gerenciamento de riscos a manutenção da faixa de passagem do gasoduto, com inspeções periódicas para avaliação de integridade da faixa, presença de ocupações e realização de intervenções (obras) não previstas.

R16) Quando consolidado o projeto básico da UTE e do terminal de regaseificação deverá ser realizado estudo para classificação de áreas inflamáveis nestas unidades, com o

objetivo de definir o nível de segurança necessário para os equipamentos e instrumentos a serem empregados nas áreas contendo inflamáveis.

R17) Prover sistema de detecção de gás natural na UTE, em especial nas áreas de turbinas e caldeira, com alarme sonoro e desligamento automático dos sistemas (turbinas e caldeira) ou fechamento automático de válvulas de entrada de gás na UTE (a ser analisado e definido na consolidação do projeto da unidade).

R18) Prover sistemática para gestão de trabalhos a quente nas áreas da UTE e terminal de regaseificação as quais contenham gás natural, e também nas proximidades das mesmas (possibilidade de dispersão de nuvem inflamável).

R19) Assegurar, por meio de projeto com ART do responsável do sistema de proteção contra descargas atmosféricas, a adequação do sistema de SPDA das unidades em relação a NBR 5419 – Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas. Quando da operação das unidades, prever no cronograma de manutenção das unidades a realização de laudos anuais do sistema SPDA, atendendo a NBR 5419.

R20) Realizar projeto do sistema de combate a incêndio das Unidades, com ART do responsável, e obter aprovação do mesmo junto ao Corpo de Bombeiros do Estado de Sergipe. O sistema de combate a incêndios das unidades deverá estar previsto em cronograma de testes e inspeções como sistema crítico, para a etapa de operação.

R21) Assegurar que a NR-13 (Caldeiras e Vasos de Pressão) seja atendida na íntegra para a UTE, em especial em relação a documentação de projeto da caldeira e capacitação do operador de caldeira.

R22) Quanto ao uso de produtos químicos na UTE, para o início das operações:

- Treinar os funcionários da unidade quanto ao manuseio e armazenamento seguros (uso de EPIs e ferramentas adequadas), incluso informações sobre reatividade dos mesmos (mistura indevida ou aquecimento).
- Disponibilizar kits ambientais (material absorvente/areia/turfa/manta, pá, luvas, recipiente para coleta) próximos à áreas de armazenamento e/ou passagem de produtos químicos as quais tenham solo exposto ou sistema de captação pluvial.
- Prover área contida para disposição dos químicos utilizados para tratamento de água da UTE.
- Realizar análises de legionella na água da torre de resfriamento, devido ao potencial de contaminação por quebra mecânica com dispersão de gotículas.

9.0 DIRETRIZES PARA O GERENCIAMENTO DE RISCOS

A seguir está apresentado o escopo mínimo a ser adotado para o gerenciamento de riscos para as fases de implantação e operação do empreendimento. O programa de gerenciamento de riscos de cada fase (implantação e operação) deverá ser desenvolvido considerando, no mínimo, os itens apresentados a seguir.

Etapa de Implantação do Empreendimento

- Caracterização das atividades a serem realizadas na etapa de implantação;
- Identificação dos produtos e insumos que serão utilizados, os meios de armazenamento e disposição, inventários e principais características dos produtos e insumos;
- Definição de responsabilidades;
- Identificação dos perigos das atividades e instalações para a etapa de implantação;
- Procedimentos, instruções e/ou manuais para uso dos equipamentos e recebimento e movimentação de produtos e insumos;
- Capacitação das equipes (procedimentos/instruções de trabalho, equipamentos/ferramentas de trabalho, conhecimento dos riscos, uso de equipamentos de proteção, ações emergenciais, entre outros);
- Manutenção dos equipamentos e sistemas críticos presentes na etapa de implantação (equipamentos de grande porte, equipamentos essenciais, sistemas relacionados a produtos e insumos, equipamentos de alto risco (ex.: que envolvam fontes radioativas), entre outros);
- Investigação de incidentes/acidentes;
- Auditoria do sistema de gerenciamento dos riscos;
- Plano de resposta emergencial.

Etapa de Operação do Empreendimento

- Caracterização das instalações e operações;
- Caracterização da região;
- Caracterização das substâncias químicas (produtos, subprodutos, insumos, reagentes, etc);
- Controle de documentos e informações de segurança dos processos;
- Definição de responsabilidades;
- Revisão dos riscos;
- Programas de proteção ambiental e de saúde dos colaboradores;
- Gerenciamento de modificações;
- Procedimentos operacionais;
- Manutenção de sistemas críticos;
- Capacitação dos colaboradores;
- Investigação de incidentes/acidentes;
- Auditoria do sistema de gerenciamento dos riscos;
- Planos de resposta emergencial, incluso auxílio mútuo com demais unidades industriais.

10.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A seguir são apresentadas as referências bibliográficas empregadas ao longo deste estudo.

- Norma Cetesb P4.261 – Risco de Acidente de Origem Tecnológica – Método para decisão e termos de referência;
- *9th Report of the European Gas Pipeline Incident Data Group* – EGIG, 02/2015;
- *RIVM - National Institute of Public Health and the Environment; “Reference Manual Bevi Risk Assessments; Version 3.2; 2009.*
- *TNO - Guidelines for Quantitative Risk Assessment – “Purple Book” – CPR 18E; Committee for the Prevention of Disasters, 1st Ed. The Netherlands, 1999.*
- *LEES, Frank P. - Loss Prevention in the Process Industries; Butterworths, 2nd Ed., London, 1996.*
- *AIChE - Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis; Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers, 2nd Ed., New York, USA, 2000.*
- *DNV - Technica Ltda. – Phast Risk – Process Hazard Analysis Software Tools, Versão 6.7; London.*

11. EQUIPE TÉCNICA

COORDENAÇÃO E RESPONSÁVEL TÉCNICO PELA ANÁLISE DE RISCOS

Marcos Aparecido Franco Portela

AGR Engenharia
Análise de Riscos

ELABORAÇÃO DA ANÁLISE DE RISCOS

Adriana Rizzo Bertozzi

AGR Engenharia
Análise de Riscos

Adriana Vida

AGR Engenharia
Análise de Riscos

SUORTE EM INFORMAÇÕES PARA ANÁLISE DE RISCOS

César Ferreira

CELSE – Centrais Elétricas de Sergipe S.A.
Projetos UTE

Sérgio Nascimento

CELSE – Centrais Elétricas de Sergipe S.A.
Projetos Terminal Regaseificação

Valdir Nakazawa

CH2M
Estudos Ambientais

Andreia Garcia

CH2M
Estudos Ambientais

Maira Sugawara

CH2M
Estudos Ambientais

ANEXOS

Anexo A – Planta de Locação (DE-232-01-001)

Anexo B – Planta de Situação (DE-232-15-002 Fls. 1 a 6)

Anexo C – Desenhos de Engenharia:

- 1GP000849 – Site Layout
- 1GP002936 – General Arrangement Gas Turbine Outdoor Auxiliares
- 1GP003322 – General Arrangement – Fuel Gas Treatment Area
- P&ID – LNG Regaseification – 3000-PID-10009 Fls1-5
- Heat &Material Balance – 3000-CHT-10007 Fl.1-12

Anexo D – Laudo Dados Meteorológicos

Anexo E – FISPQ – Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos – Gás Natural

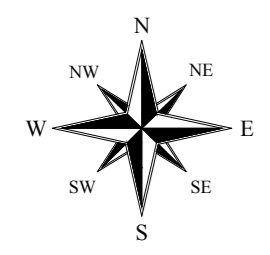
Anexo F – Modelagens Matemáticas

Anexo G – Mapeamento de Vulnerabilidade

Anexo H – Modelagens Matemáticas para Avaliação da Vulnerabilidade do Parque Eólico

Anexo A – Planta de Locação (DE-232-01-001)

Anexo B – Planta de Situação (DE-232-15-002 Fls. 1 a 6)



PÁGINA 6

PÁGINA 5

PÁGINA 2 A 4

LISTA DE MATERIAL

TEM	QT.	DISCRIMINACAO	COMPR.(m) AREA(m²)	PESO UNITARIO kgf/m	PESO TOTAL (kgf)	MATERIAL

PESO TOTAL=

NOTAS GERAIS

1- MEDIDAS EM METROS, EXCETO ONDE HOUVER INDICACAO CONTRARIA.

LEGENDA

B	REVISÃO GERAL	15/12/16	RBOLLER	JARAUJO
A	REVISÃO GERAL	25/11/16	RBOLLER	JARAUJO
O	ORIGINAL	10/11/16	RBOLLER	JARAUJO
REV.	DESCRIÇÃO	DATA	POR	APROV.



CELSE
CENTRAIS
ELÉTRICAS DE
SERGIPE

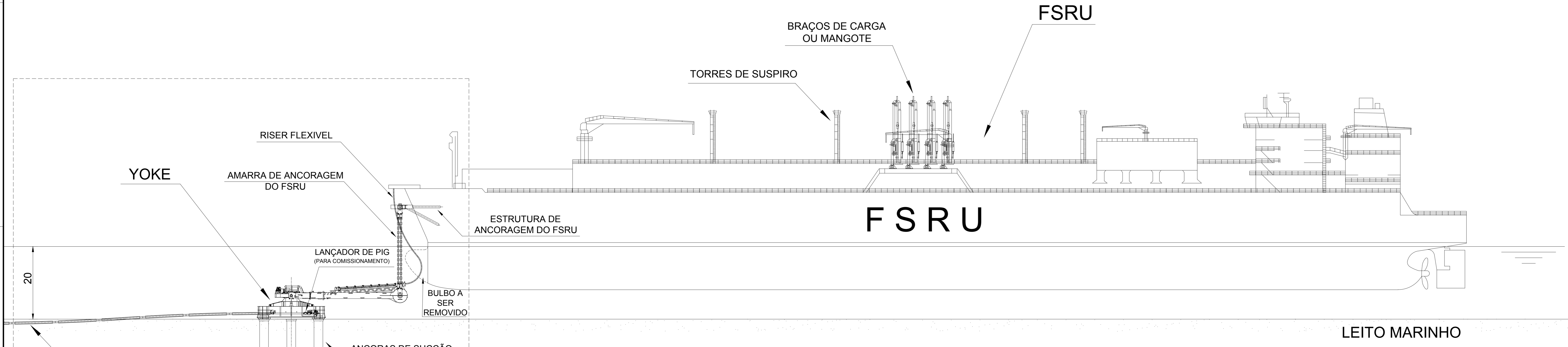


CLIENTE OU USUÁRIO
CELSE - CENTRAIS ELÉTRICAS DE SERGIPE S.A.
EMPREENDIMENTO OU PROGRAMA
COMPLEXO DE GERAÇÃO DE ENERGIA GOV. MARCELO DÉDA
ÁREA OU UNIDADE
G.G. POWER - UTE PORTO DE SERGIPE

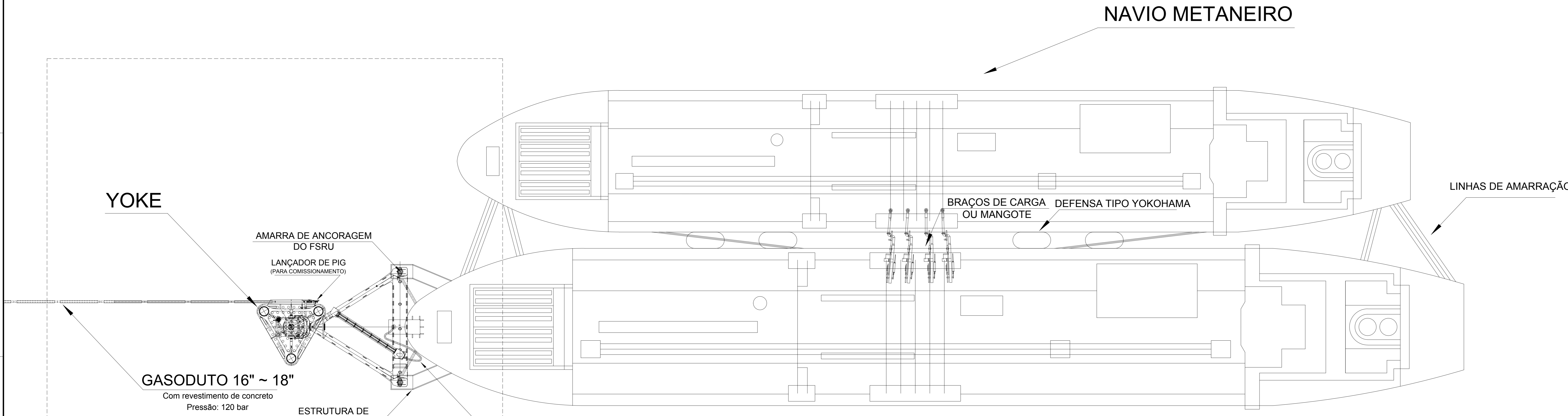
TÍTULO
PLANTA DE SITUAÇÃO

PROJ.	-	EXEC.	RBOLLER	VER.	JARAUJO	APROV.	DCUEVA
ESCALA	-	ARQUIVO	DE-232-15-002.DWG	DISO.	PT. AO	COD.	FOLHA 01 of 08
DATA	NOV/2016	NUMERO	DE-232-15-002				REV. B

ARRANJO FSRU



SEÇÃO LONGITUDINAL



VISTA DE TOPO



LISTA DE MATERIAL						
TEM	QT.	DISCRIMINACAO	COMPR. (m) AREA (m ²)	PESO UNITARIO kgf/m	PESO TOTAL (kgf)	MATERIAL

PESO TOTAL=

NOTAS GERAIS

1- MEDIDAS EM METROS, EXCETO ONDE HOUVER INDICACAO CONTRARIA.

LEGENDA

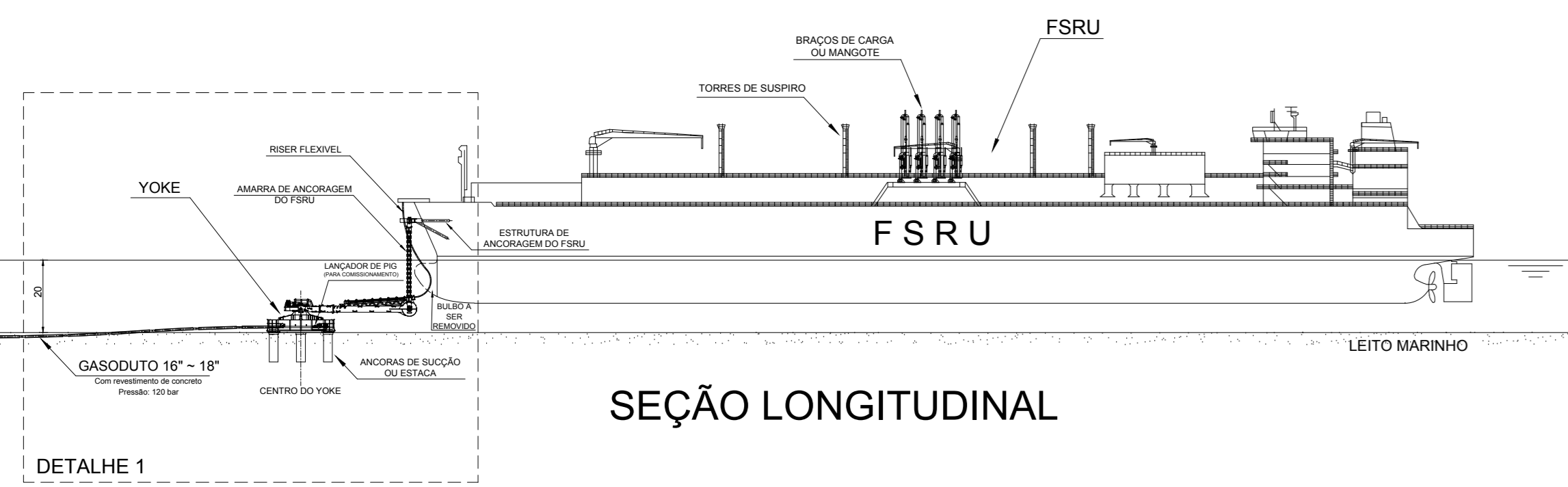
B	REVISÃO GERAL	15/12/16	RBOLLER	JARAUIO
A	REVISÃO GERAL	25/11/16	RBOLLER	JARAUIO
O	ORIGINAL	10/11/16	RBOLLER	JARAUIO
REV.	DESCRIÇÃO	DATA	POR	APROV.

CELSE CENTRAIS ELÉTRICAS DE SERGIPE S.A.
OCEÂNICA OCEÂNICA ENGENHARIA

CLIENTE OU USUÁRIO
CELSE - CENTRAIS ELÉTRICAS DE SERGIPE S.A.
 EMPREENDIMENTO OU PROGRAMA
COMPLEXO DE GERAÇÃO DE ENERGIA GOV. MARCELO DÉDA
 AREA OU UNIDADE
G.G. POWER - UTE PORTO DE SERGIPE

TITULO PLANTA DE SITUAÇÃO							
PROJ.	EXEC.	RBOLLER	VER.	JARAUIO	APROV.	DCUEVA	
ESCALA	ARQUIVO	DE-232-15-002-006	DISO.	PT. AO	COD.	FOLHA	02 of 08
DATA	NUMERO	NOV/2016	DE-232-15-002	REV.			B

ARRANJO FSRU



YOKE

AMARRA DE ANCORAGEM DO FSRU

RISER FLEXIVEL

LANÇADOR DE PIG (PARA COMISSIONAMENTO)

BULBO A SER REMOVIDO

GASODUTO 16" ~ 18"

Com revestimento de concreto
Pressão: 120 bar

CENTRO DO YOKE

ANCORAS DE SUCÇÃO OU ESTACA

20

LISTA DE MATERIAL

ITEM	QT.	DISCRIMINACAO	COMPR. (m) AREA (m ²)	PESO UNITARIO kgf/m	PESO TOTAL (kgf)	MATERIAL

PESO TOTAL=

NOTAS GERAIS

1- MEDIDAS EM METROS, EXCETO ONDE HOUVER INDICACAO CONTRARIA.

LEGENDA

B	REVISÃO GERAL	15/12/16	RBOLLER	JARAUJO
A	REVISÃO GERAL	25/11/16	RBOLLER	JARAUJO
O	ORIGINAL	10/11/16	RBOLLER	JARAUJO
REV.	DESCRIÇÃO	DATA	POR	APROV.



CLIENTE OU USUÁRIO
CELSE - CENTRAIS ELÉTRICAS DE SERGIPE S.A.

EMPREENDIMENTO OU PROGRAMA
COMPLEXO DE GERAÇÃO DE ENERGIA GOV. MARCELO DÉDA

ÁREA OU UNIDADE
G.G. POWER - UTE PORTO DE SERGIPE

PLANTA DE SITUAÇÃO

PROJ.	EXEC.	VER.	APROV.	DCUEVA
-	RBOLLER	JARAUJO	-	-
ESCALA	ARQUIVO	DISO.	FOLHA	03 of 08
-	DE-232-15-002-066	PT. AD	-	REV.
DATA	NUMERO	DE	REV.	B
NOV/2016	DE-232-15-002	-	-	-

DETALHE 1

TEM	QT.	DISCRIMINACAO	COMPR.(m) AREA(m²)	PESO UNITARIO kgf/m	PESO TOTAL (kgf)	MATERIAL



PESO TOTAL=

NOTAS GERAIS

1- MEDIDAS EM METROS, EXCETO ONDE HOUVER INDICACAO CONTRARIA.

LEGENDA

REV.	DESCRICAO	DATA	POR	APROV.
B	REVISÃO GERAL	15/12/16	RBOLLER	JARAUJO
A	REVISÃO GERAL	25/11/16	RBOLLER	JARAUJO
O	ORIGINAL	10/11/16	RBOLLER	JARAUJO

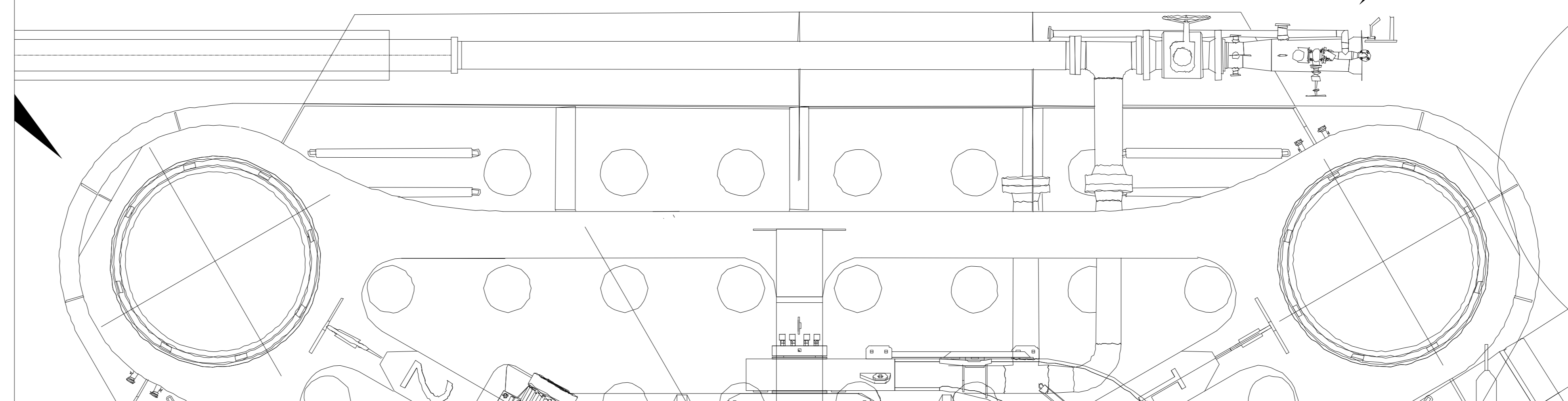



CLIENTE OU USUÁRIO
CELSE - CENTRAIS ELÉTRICAS DE SERGIPE S.A.
 EMPREENDIMENTO OU PROGRAMA
 COMPLEXO DE GERAÇÃO DE ENERGIA GOV. MARCELO DÉDA
 ÁREA OU UNIDADE
G.G. POWER - UTE PORTO DE SERGIPE

TÍTULO									
PLANTA DE SITUAÇÃO									
PROJ.	EXEC.	VER.	APROV.	DCUEVA					
ESCALA	ARQUIVO	DISO.	FT.	COD.	FOLHA		04 of 08		
DATA	NUMERO		REV.						
NOV/2016	DE-232-15-002		B						

DETALHE 3

LANÇADOR DE PIG (PARA COMISSIONAMENTO)



YOKE

AMARRA DE ANCORAGEM DO FSRU

LANÇADOR DE PIG (PARA COMISSIONAMENTO)

DETALHE 3

GASODUTO 16" ~ 18"

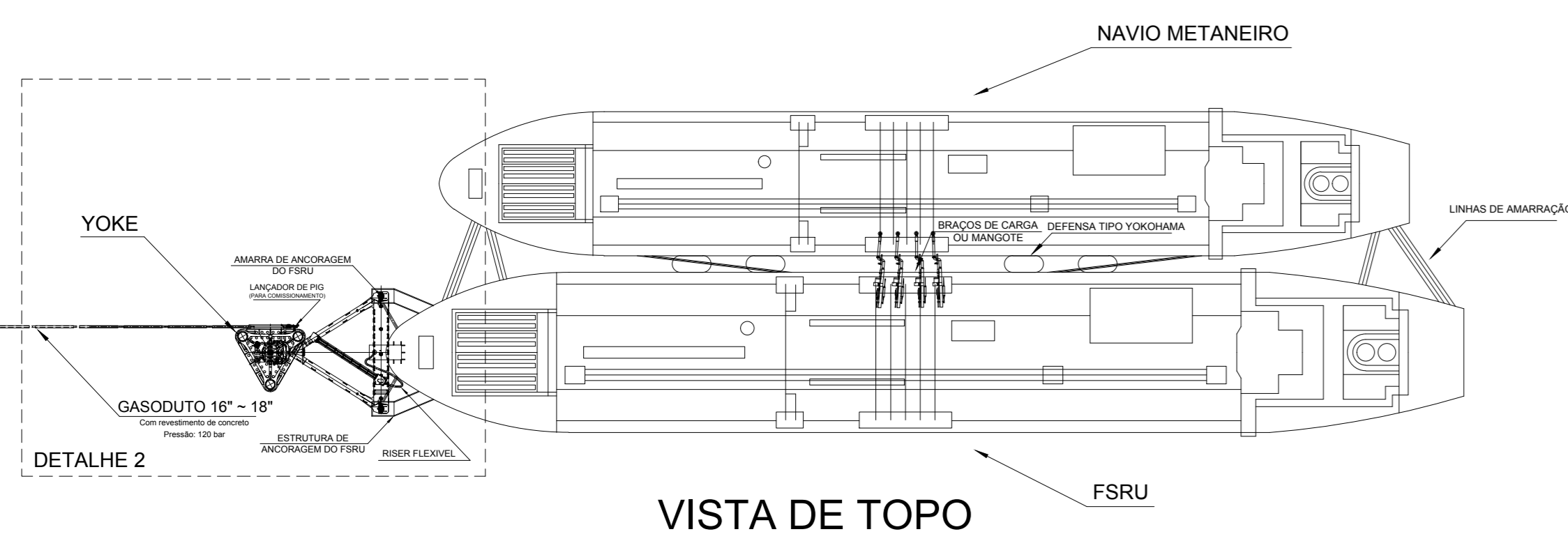
Com revestimento de concreto

Pressão: 120 bar

ESTRUTURA DE ANCORAGEM DO FSRU

RISER FLEXIVEL

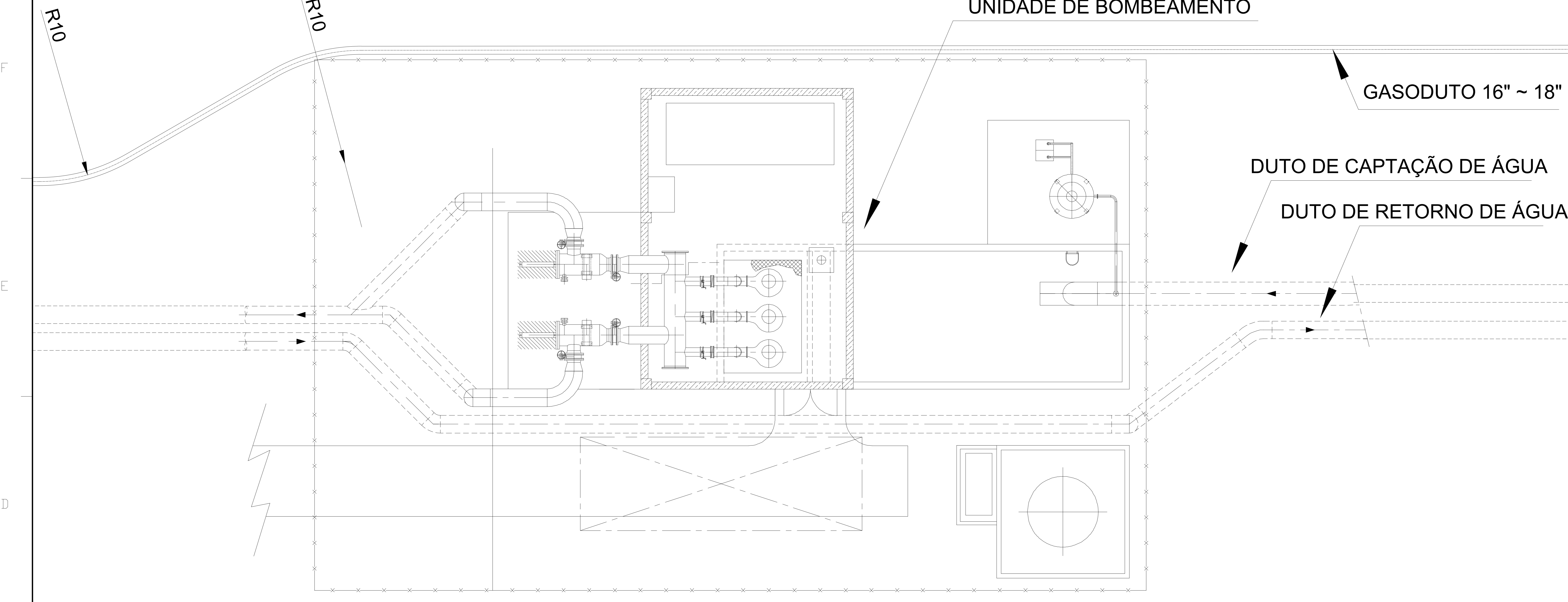
DETALHE 2



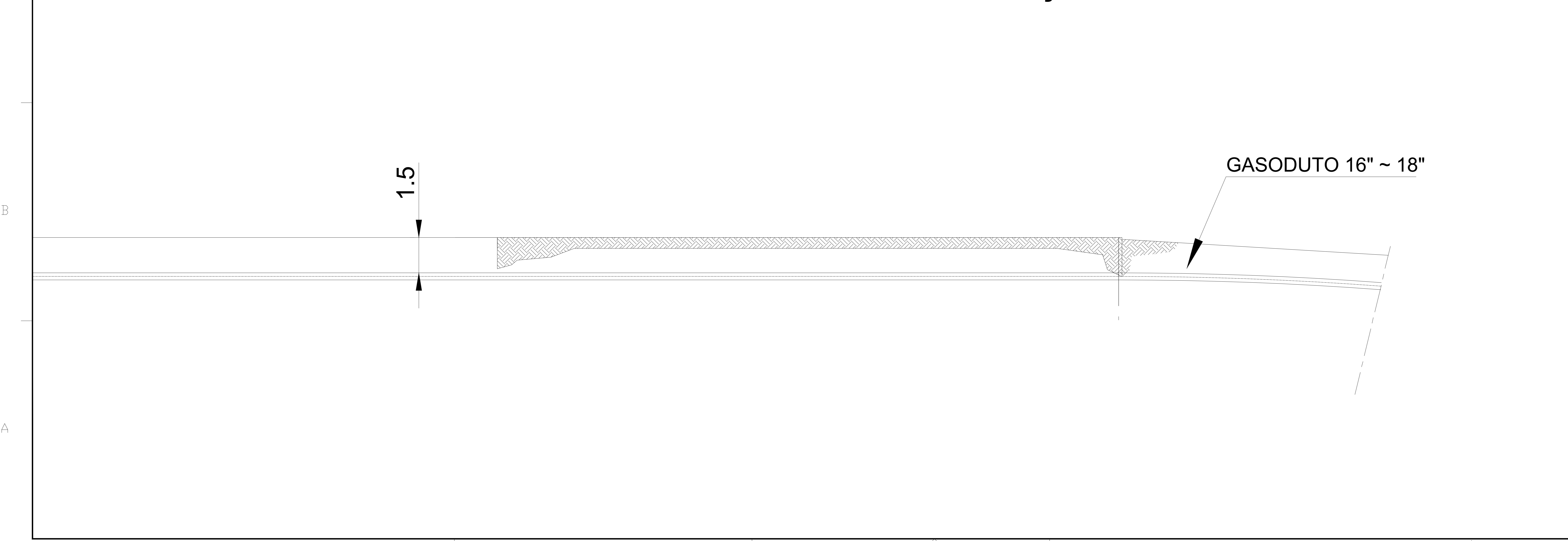
VISTA DE TOPO

FSRU

CASA DE BOMBA - VISTA DE TOPO



LINHA DE PRAIA / CASA DE BOMBA - SEÇÃO LONGITUDINAL



LISTA DE MATERIAL

ITEM	QT.	DISCRIMINACAO	COMPR.(m) AREA(m ²)	PESO UNITARIO kgf/m	PESO TOTAL (kgf)	MATERIAL

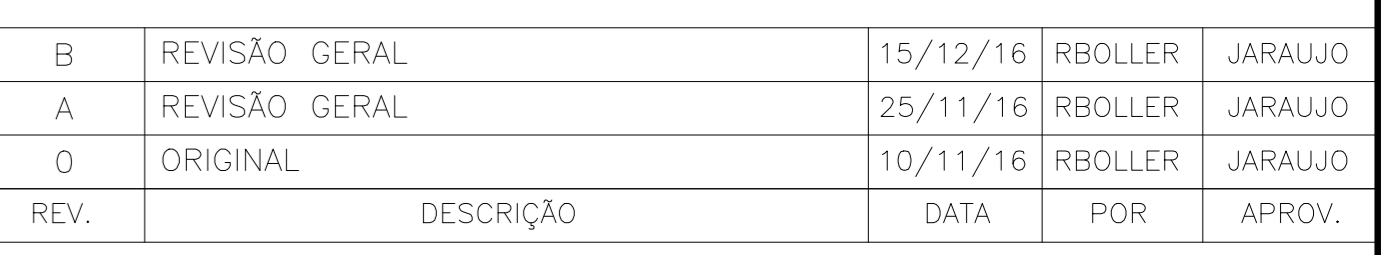
PESO TOTAL=

NOTAS GERAIS

1- MEDIDAS EM METROS, EXCETO ONDE HOUVER INDICACAO CONTRARIA.

LEGENDA

REV.	DESCRICOAO	DATA	POR	APROV.
B	REVISAO GERAL	15/12/16	RBOLLER	JARAUJO
A	REVISAO GERAL	25/11/16	RBOLLER	JARAUJO
O	ORIGINAL	10/11/16	RBOLLER	JARAUJO



CLIENTE OU USUÁRIO
CELSE - CENTRAIS ELÉTRICAS DE SERGIPE S.A.

EMPREENDIMENTO OU PROGRAMA
COMPLEXO DE GERAÇÃO DE ENERGIA GOV. MARCELO DÉDA

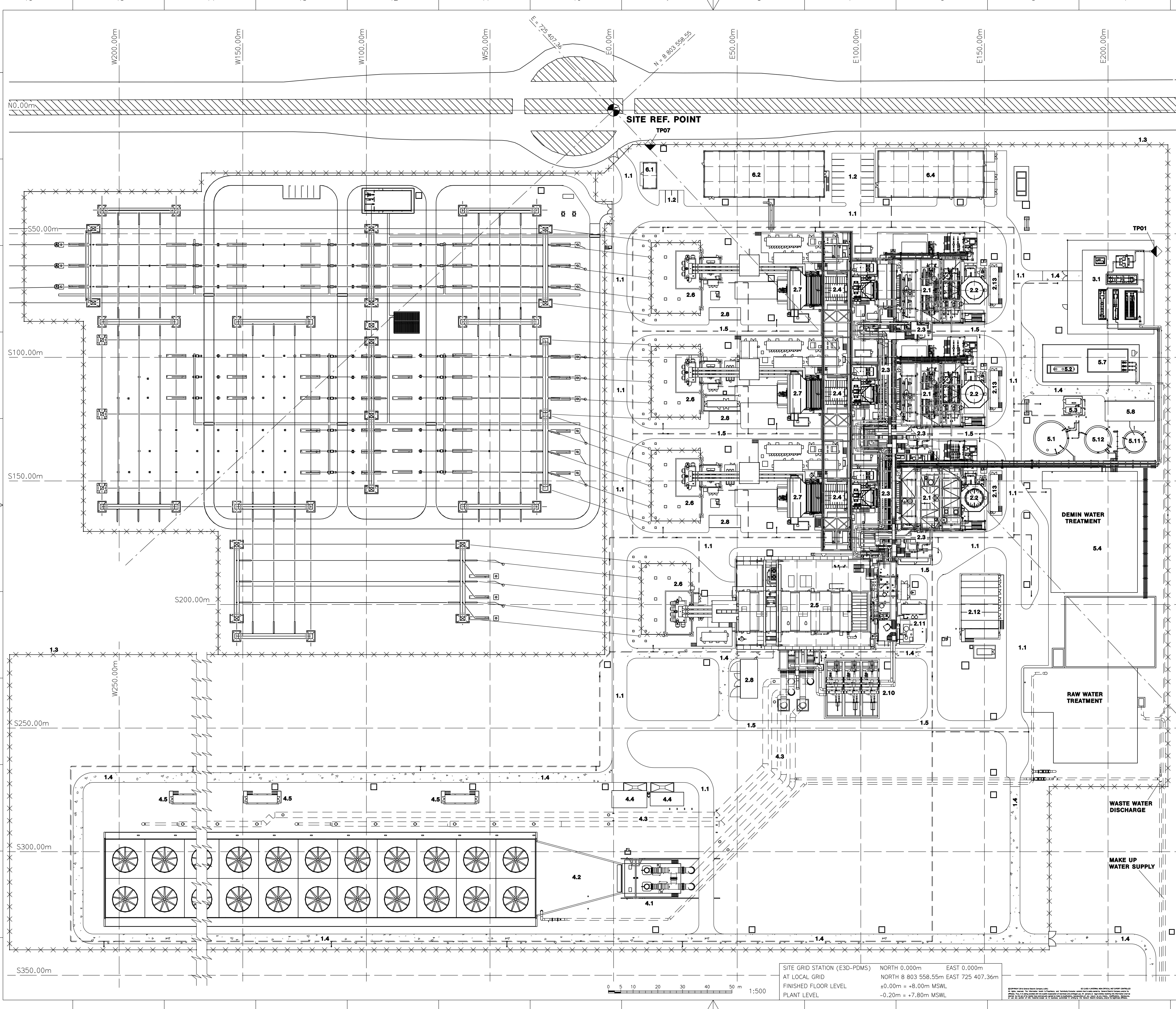
AREA OU UNIDADE
G.G. POWER - UTE PORTO DE SERGIPE

TITULO
PLANTA DE SITUAÇÃO

PROJ.	-	EXEC.	RBOLLER	VER.	JARAUJO	APROV.	DCUEVA
ESCALA	-	ARQUIVO	DE-232-15-002.DWG	DISO.	PT. AO	FOLHA	05 of 08
DATA	NOV/2016	NUMERO	DE-232-15-002	REV.	B		

Anexo C – Desenhos de Engenharia:

- 1GP000849 – Site Layout
 - 1GP002936 – General Arrangement Gas Turbine Outdoor Auxiliares
 - 1GP003322 – General Arrangement – Fuel Gas Treatment Area
 - P&ID – LNG Regaseification – 3000-PID-10009 Fls1-5
 - Heat &Material Balance – 3000-CHT-10007 Fl.1-12
-



LEGEND:

GENERAL LAYOUT:

- 1.1 MAIN ROAD (6m)
- 1.2 CAR PARKING AREA
- 1.3 BOUNDARY / FENCE
- 1.4 GRAVEL ROAD (4m)
- 1.5 PAVED SIDE ROAD (4m)

POWER ISLAND:

- 2.1 HEAT RECOVERY STEAM GENERATOR (HRSG)
- 2.2 EXHAUST STACK
- 2.3 PIPE RACK
- 2.4 GAS TURBINE AREA
- 2.5 STEAM TURBINE AREA
- 2.6 TRANSFORMER AREA
- 2.7 AIR INTAKE FILTER
- 2.8 N₂/H₂/CO₂ STORAGE SHELTER
- 2.9 CEMS CONTAINER
- 2.10 CLOSED COOLING WATER
- 2.11 AUXILIARY BOILER
- 2.12 MAIN E-ROOM
- 2.13 POWER ISLAND SECONDARY E-ROOM

FUEL AREA:

- 3.1 FUEL GAS RECEIVING STATION

COOLING WATER:

- 4.1 COOLING WATER PUMP STATION
- 4.2 COOLIN TOWER
- 4.3 COOLING WATER PIPING
- 4.4 COOLING WATER TREATMENT (SHELTER)
- 4.5 COOLING TOWER CONTAINER 11, 12 & 13
- 4.6 PUMP HOUSE

UTILITIES:

- 5.1 DESALINATE WATER TANK
- 5.11 DEMIN WATER STORAGE TANK (WSC)
- 5.12 DEMIN WATER STORAGE TANK
- 5.2 OIL SEPARATOR
- 5.3 FIRE FIGHTING PUMP SKID
- 5.4 PRE. AND WATER TREATMENT AREA
- 5.5 WTP E-BUILDING
- 5.7 WASTE WATER TREATMENT AREA
- 5.8 N₂ STORAGE

LOGISTIC BUILDING:

- 6.1 GATE HOUSE
- 6.2 ADMINISTRATION AND CENTRAL CONTROL BUILDING
- 6.4 WORKSHOP & STORAGE BUILDING

	S (m)	E (m)	Description
TP01	57.100	219.600	NATURAL GAS, FUEL GAS SUPPLY
TP02	-	-	POTABLE WATER
TP03	46.680	2740.155	MAKE UP WATER SUPPLY, WATER INTAKE
TP04	339.710	2467.880	WASTE WATER DISCHARGE, OUTFALL
TP05	-332.080	-565.290	ACCESS ROAD
TP06	-	-	REFER TO CONNECTION BAY JARDIM GALVES-1541-105-002
TP07	13.930	14.815	TELECOMMUNICATION / TELECOM
TP08	-	-	CONSTRUCTION WATER
TP09	-	-	CONSTRUCTION POWER (TO BE CONFIRMED)
CLIENT REF. POINT	435.900	-435.510	REFERENCE POINT OF CLIENT BOUNDARY
SITE REF. POINT	0	0	REFERENCE POINT OF SITE

x WILL BE OPTIMIZED DURING EXECUTION
 xx NOT SHOWN ON THIS DRAWING
 REMARK:
 BACKGROUND IS NOT IN SCALE
 LIMIT OF SUPPLY:
 CUSTOMER GENERAL ELECTRIC

GENERAL NOTES:
 ALL COORDINATES / LEVELS ARE IN METRES.
 ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETRES.
 UNLESS SPECIFIED DIFFERENTLY IN THIS DRAWING OR IN THE REFERENCED DOCUMENTS, THE FOLLOWING APPLIES:
 - EQUIPMENTS LOADS SHALL BE CONSIDERED AS EVENLY DISTRIBUTED OVER THEIR SUPPORT STRUCTURE (FRAME, LEGS, ETC.). EXTREME TEMPORARY LOADS, SUCH AS SHORT CIRCUIT BREAK LOADS, SHALL BE TAKEN FROM THE REFERENCED DRAWINGS, IF SUCH REFERENCE IS PROVIDED.
 - THE FINAL SIZE OF EQUIPMENT FOUNDATIONS SHALL PROVIDE SUFFICIENT CLEARANCE TO EQUIPMENT ANCHOR BOLTS.
 UNLESS MARKED ON THE DRAWING OR SPECIFIED IN EQUIPMENT DRAWINGS, CONSIDER THESE VARIABLE LOADS:
 - FLOOR/SLABS: UNIFORM DISTRIBUTED LOAD = 10 kN/m²; SINGLE CONCENTRATED LOAD = 100kN, AT ANY POINT.
 - PLATFORMS / STAIRS / WALKWAYS TO BE IN ACCORDANCE TO SGP/00/007b-003/05/001 - TECHNICAL SPECIFICATION FOR PLATFORMS, STAIRS AND LADDERS FOR INDUSTRIAL USE AND MACHINERY ACCESS.
 THE FOLLOWING IS NOT CONSIDERED:
 - CONSTRUCTION / TRAFFIC LOADS.
 - WEIGHT OF CIVIL AND STEEL STRUCTURES.
 - AMBIENT LOADS LIKE EARTHQUAKES, SNOW, ICE, DUST, ETC., UNLESS SPECIFIED.
 - SETTLEMENTS.
 FOR FOUNDATION DESIGN, WHERE SEVERAL PLATFORMS ARE STACKED ON THE SAME AREA, A REDUCTION ON THE TOTAL DISTRIBUTED LOAD OF 25% CAN BE CONSIDERED IN CASE OF 2 PLATFORMS SIMULTANEOUSLY LOADED AND 40% IN CASE OF 3 OR MORE PLATFORMS.
 SHOWN ACCESS WAYS SHALL NOT BE OBSTRUCTED AND SHALL BE PROVIDED WITH A MINIMUM HEAD CLEARANCE OF 2.1m.
 ITEMS, WHICH ARE SUBJECT OF LATER INPUT FREEZE (FOR EXAMPLE LADDERS AND SMALL PLATFORMS), ARE INDICATIVE ONLY AND MAY CHANGE. IN CASE OF DOUBTS THE ISSUER OF THIS DRAWING SHALL BE CONSULTED.
 BRACING PATTERNS ARE INDICATIVE ONLY.

LEGEND:

NO BRACING AREA

REFERENCE POINT

ELEVATION

ONLY VALID FOR SITE LAYOUT

Rev.	Date	Created by	Checked by	Approved by	Description
C	2017-03-02	A.Schauble	A.Shuka	J.Goetschy	General Revision
B	2016-11-02	M.Chateau	A.Shuka	J.Goetschy	General Revision
A	2016-08-26	M.Chateau	A.Shuka	J.Goetschy	First Issue

Revision History

Owner: **CELSE** (Cemex Mineração de Sergipe S.A.)

Contractor: General Electric (Switzerland) GmbH
 GE International Inc US
 Alstom Energia Termica e Industrial Ltda.
 GEI Soluções Transmissão de Energia Ltda.

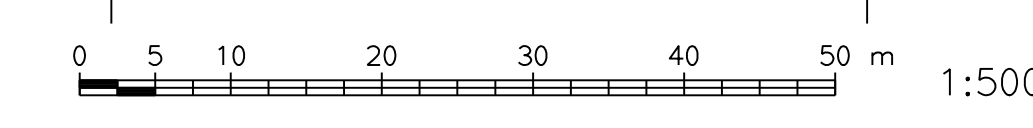
UTE PORTO DE SERGIPE I
 Combined Cycle Power Plant & HV Systems

Project: **UTE PORTO DE SERGIPE I**

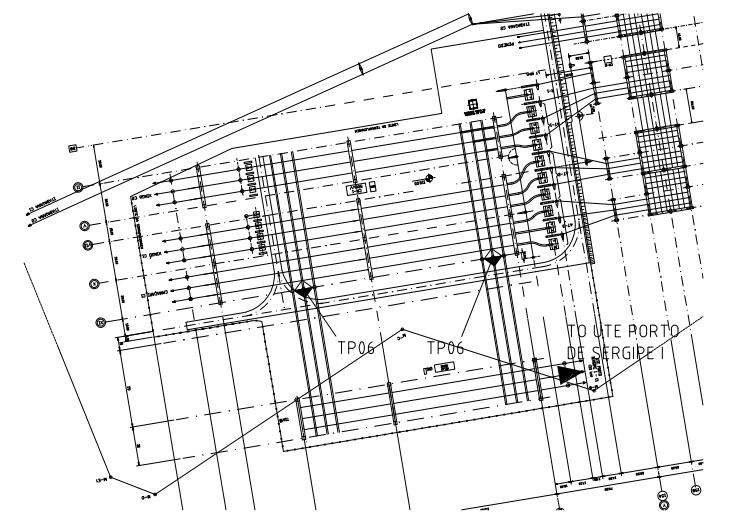
Responsible Dept.	Derived from	Customer Code	WSP
GESEA	A.Schauble		U/MP
Document Type	Scale	Formal	Identification Number
GA	1:500	electronically released	1GP0000849
Rev. Status	Formal	A.0	Project Document Code
			SGP/00/E/001B-003/GA/001

Rev.	Date	Rev.	Date	Lap.	Sheet
C	2017-03-02	en			1/3

SITE GRID STATION (E30-PDMS) NORTH 0.000m EAST 0.000m
 AT LOCAL GRID NORTH 8 803 558,55m EAST 725 407,36m
 FINISHED FLOOR LEVEL ±0.00m = +8.00m MSWL
 PLANT LEVEL -0.20m = +7.80m MSWL



© 2017 GE Power Systems. All rights reserved. This drawing is the property of GE Power Systems and is not to be distributed, copied, or reproduced in any form without the prior written permission of GE Power Systems.



JARDIM SUBSTATION (1:2000)

	S [m]	E [m]	DESCRIPTION
TP01	57.100	219.600	NATURAL GAS, FUEL GAS SUPPLY
TP02	---	---	POTABLE WATER
TP03	46.680	274.0155	MAKE UP WATER SUPPLY, WATER INTAKE
TP04	339.710	2467.880	WASTE WATER DISCHARGE, OUTFALL
TP05	-332.080	-565.290	ACCESS ROAD
TP06	---	---	REFER TO CONNECTION BAY JARDIM GA (ABS-1541-105-002)
TP07	13.930	14.815	TELECOMMUNICATION / TELECOM
TP08	---	---	CONSTRUCTION WATER
TP09	---	---	CONSTRUCTION POWER (TO BE CONFIRMED)
CLIENT REF. POINT	435.900	-435.510	REFERENCE POINT OF CLIENT BOUNDARY
SITE REF. POINT	0	0	REFERENCE POINT OF SITE
POWER PLANT	339.670	-294.300	REFERENCE POINT OF POWER PLANT
SUBSTATION	220.280	-159.950	REFERENCE POINT OF SUBSTATION
PUMP HOUSE	432.547	1150.380	REFERENCE POINT OF PUMP HOUSE
NOISE LINE POINT 1	488.800	-442.500	FAR FIELD NOISE EMISSIONS SOUTH LIMIT
NOISE LINE POINT 2	457.365	1073.120	FAR FIELD NOISE EMISSIONS SOUTH LIMIT

x WILL BE OPTIMIZED DURING EXECUTION

REMARK:
BACKGROUND IS NOT IN SCALE
LIMIT OF SUPPLY:
CUSTOMER ◀ GENERAL ELECTRIC

CONSTRUCTION ONSHORE PIPE CORRIDOR

SITE GRID STATION PDMS	NORTH	0.00m	EAST	0.00m
AT LOCAL GRID	NORTH	8 803 558.55m	EAST	725 407.36m
FINISHED FLOOR LEVEL	±0.00m = +8.00m MSWL			
PLANT FLOOR LEVEL	-0.20m = +7.80m MSWL			



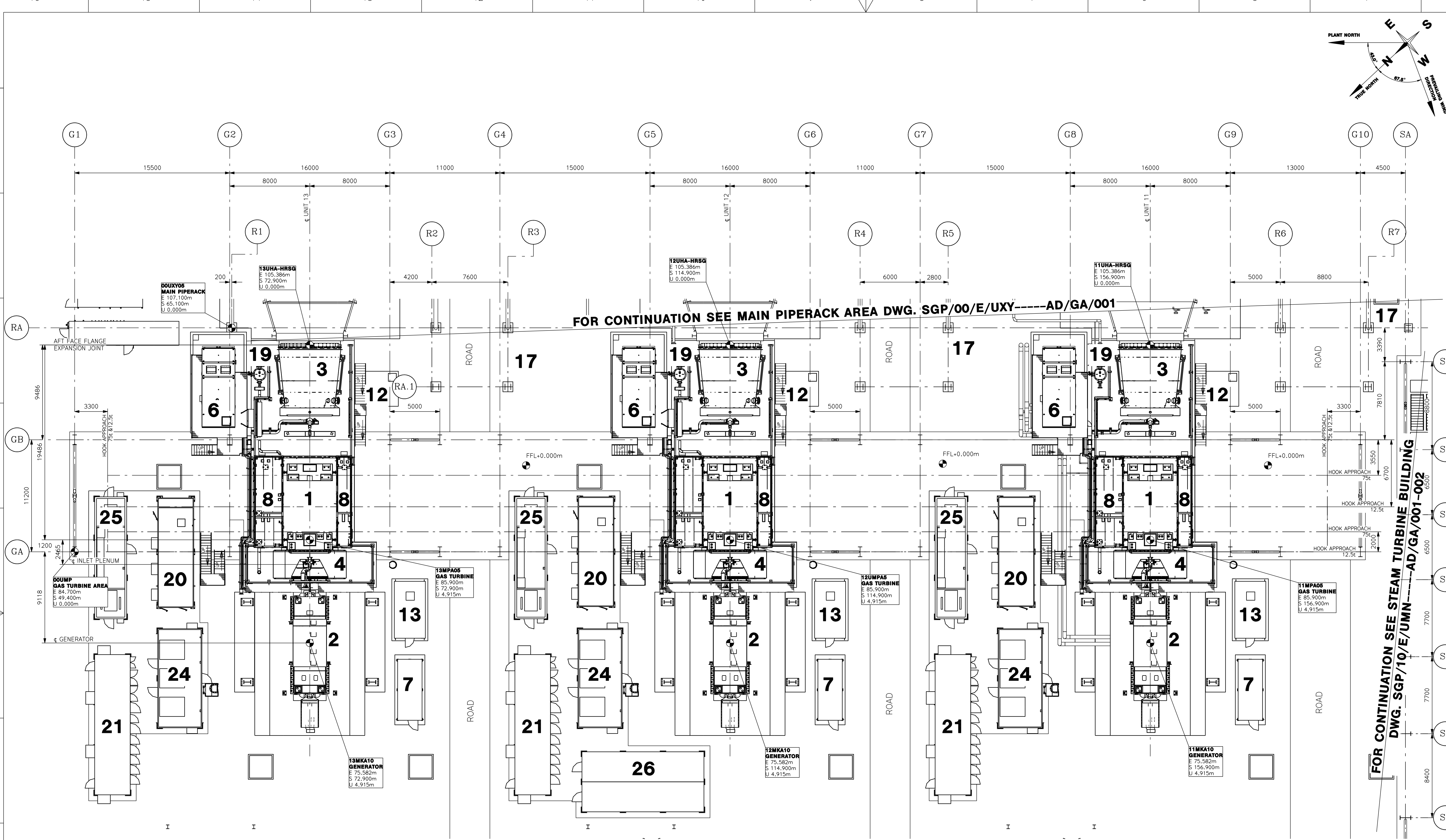
ONLY VALID FOR SITE LAYOUT

C	2017-03-02	A. SCHAEUBLE	A. SHUKLA	J. GOETSCHY	General Revision
B	2016-11-02	M. CHATEAU	A. SHUKLA	J. GOETSCHY	General Revision
A	2016-08-26	M. CHATEAU	A. SHUKLA	J. GOETSCHY	First Issue

Owner		Contractor	
UTE PORTO DE SERGIPE I		Combined Cycle Power Plant & HV Systems	

Project: UTE PORTO DE SERGIPE I			
Replaces	Derived from	Customer Code	PKS
Responsible Dept.	Created by	Checked by	Approved by
GSEEA	A. SCHAEUBLE	A. SHUKLA	J. GOETSCHY
Document Type	Scale	Document Status	Formal
DRAWING	1:5000	RELEASED	AD
No. Subst:		Project Document Code	
SITE LAYOUT		SGP/000/E/001B-003/GA/001	
GE POWER Cost Power Systems		1 Line	
		C 2017-03-02 E 3/3	

© GENERAL ELECTRIC COMPANY 2015
PROPRIETARY INFORMATION - THIS DOCUMENT CONTAINS PROPRIETARY INFORMATION OF GENERAL ELECTRIC COMPANY AND MAY NOT BE USED BY OR DISCLOSED TO OTHERS, EXCEPT WITH THE WRITTEN PERMISSION OF GENERAL ELECTRIC COMPANY.



PLAN VIEW AT +0.00m (FFL)

- REFERENCE DOCUMENTS:**
- GENERAL ARRANGEMENT GAS TURBINE OUTDOOR AUXILIARIES - SECTION VIEW SGP/00/E/UMP-----AD/GA/002
 - GENERAL LAYOUT COORDINATION GRID SGP/00/E/001b-----003/GA/005
 - GENERAL LAYOUT PDMS ZERO POINT DEFINITION SGP/00/E/001b-----003/GA/006
 - SITE LAYOUT SGP/00/E/001b-----003/GA/001
 - GENERAL ARRANGEMENT UNDERGROUND SERVICES - DEEP PITS SGP/00/E/UGZ-----AZ/GA/001
 - GENERAL CABLEWAY LAYOUT SGP/00/E/001b-----003/GA/010
 - GENERAL ARRANGEMENT AND LOAD PLAN SGP/00/E/UBF-----AD/GA/001
 - GT TRANSFORMER AREA

ONLY VALID FOR LOADS

FORCES AND COORDINATION SYSTEM

Load axes:
 FX, FY = horizontal loads
 FZ = vertical loads (e.g. weight of components)
 TZ = variable loads

Surface loads:
 If not mentioned otherwise in plan the following minimal surface loads shall be valid:
 - platforms = 5 kN/m²
 - stairs = 4 kN/m²
 - concrete floors = 10 kN/m²
 - floors in supporting area of heavy machinery parts = 40 kN/m²

Horizontal forces of pipes:
 If not mentioned otherwise the civil designer to take into consideration the influence of the following according to local regulations: structural assembly loads, wind, precipitation, sand accumulations, earthquake and vehicle impact. Load combinations are to be defined by civil designer.

- GENERAL NOTES:**
- ALL COORDINATES / LEVELS ARE IN METRES.
 - ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETRES.
 - UNLESS SPECIFIED DIFFERENTLY IN THIS DRAWING OR IN THE REFERENCED DOCUMENTS, THE FOLLOWING APPLIES:
 - EQUIPMENTS LOADS SHALL BE CONSIDERED AS EVENLY DISTRIBUTED OVER THEIR SUPPORT STRUCTURE (FRAME, LEGS, ETC.). EXTREMELY TEMPORARY LOADS, SUCH AS SHORT CIRCUIT BREAK LOADS, SHALL BE TAKEN FROM THE REFERENCED DRAWINGS, IF SUCH REFERENCE IS PROVIDED.
 - THE FINAL SIZE OF EQUIPMENT FOUNDATIONS SHALL PROVIDE SUFFICIENT CLEARANCE TO EQUIPMENT ANCHOR BOLTS.
 - UNLESS MARKED ON THE DRAWING OR SPECIFIED IN EQUIPMENT DRAWINGS, CONSIDER THESE VARIABLE LOADS:
 - FLOOR/PLATE: UNIFORM DISTRIBUTED LOAD = 10 kN/m²; SINGLE CONCENTRATED LOAD = 100kN, AT ANY POINT.
 - PLATFORMS / STAIRS / WALKWAYS TO BE IN ACCORDANCE TO SGP/00/M/007b-----003/05/001 - TECHNICAL SPECIFICATION FOR PLATFORMS, STAIRS AND LADDERS FOR INDUSTRIAL USE AND MACHINERY ACCESS.

FOR FOUNDATION DESIGN, WHERE SEVERAL PLATFORMS ARE STACKED ON THE SAME AREA, A REDUCTION ON THE TOTAL DISTRIBUTED LOAD OF 25% CAN BE CONSIDERED IN CASE OF 2 PLATFORMS SIMULTANEOUSLY LOADED AND 40% IN CASE OF 3 OR MORE PLATFORMS.

SHOWN ACCESS WAYS SHALL NOT BE OBSTRUCTED AND SHALL BE PROVIDED WITH A MINIMUM HEAD CLEARANCE OF 2.1m.

ITEMS, WHICH ARE SUBJECT OF LATER INPUT FREEZE (FOR EXAMPLE LADDERS AND SMALL PLATFORMS), ARE INDICATIVE ONLY AND MAY CHANGE. IN CASE OF DOUBTS THE ISSUER OF THIS DRAWING SHALL BE CONSULTED.

LEGEND:

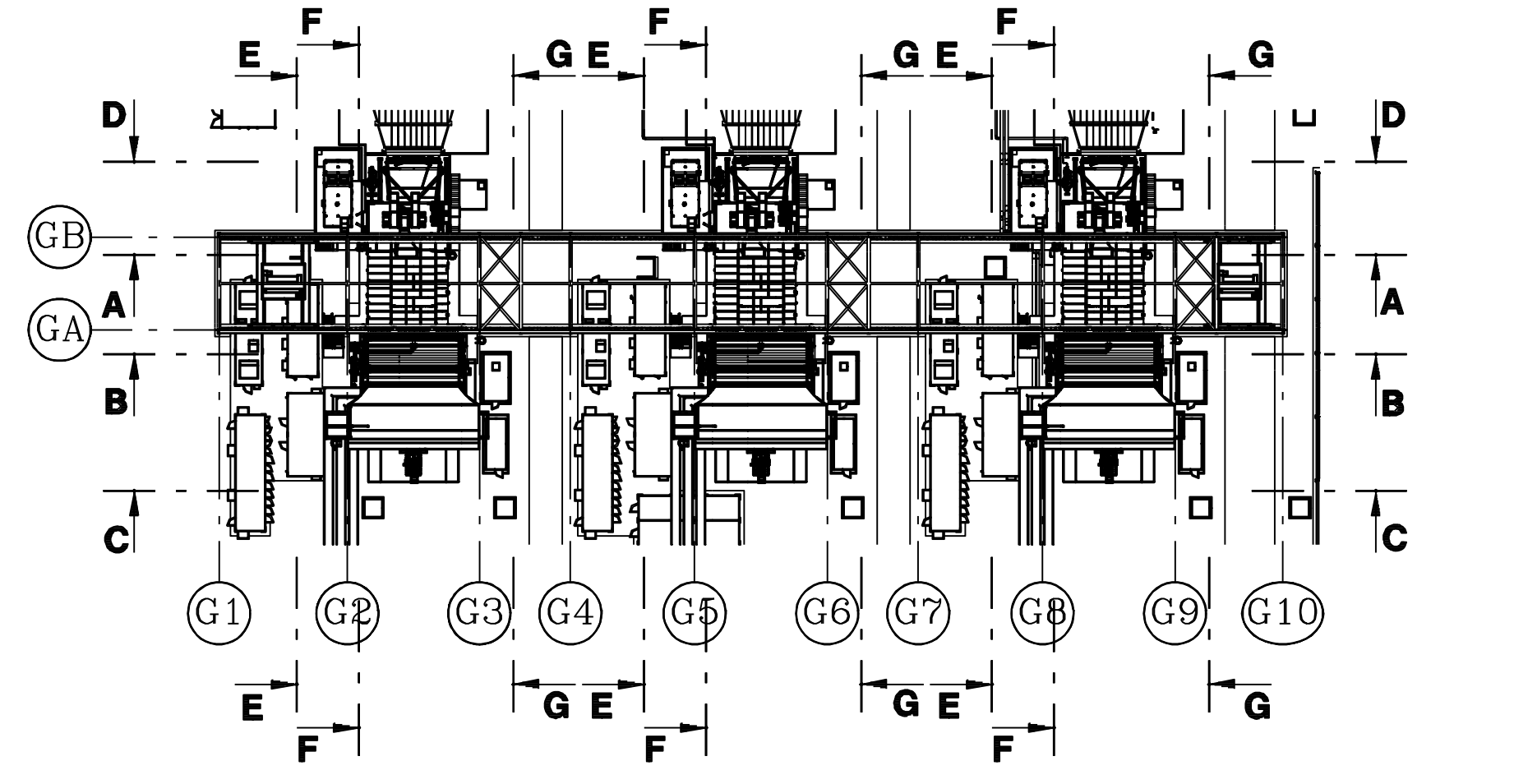
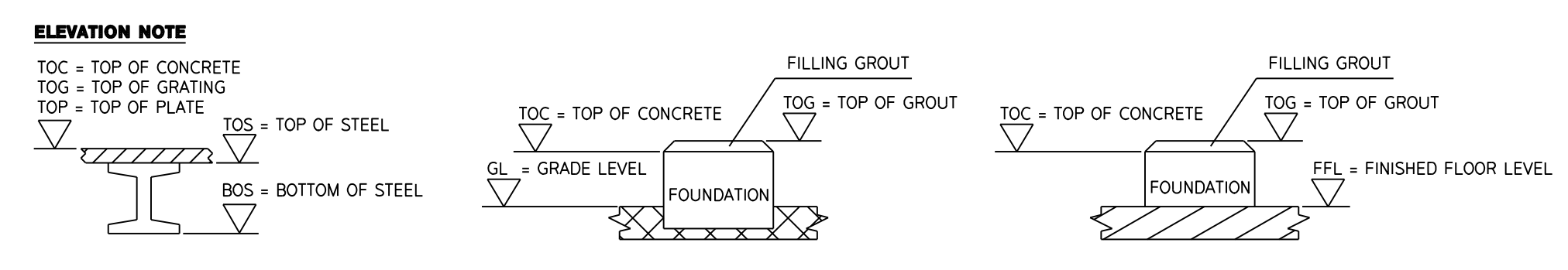
- NO BRACING AREA
- REFERENCE POINT
- ELEVATION

SITE GRID STATION (E3D-PDMS) NORTH 0.000m EAST 0.000m
AT LOCAL GRID NORTH 8 803 558.55m EAST 725 407.36m
FINISHED FLOOR LEVEL ±0.00m = +8.00m MSWL
PLANT LEVEL -0.20m = +7.80m MSWL

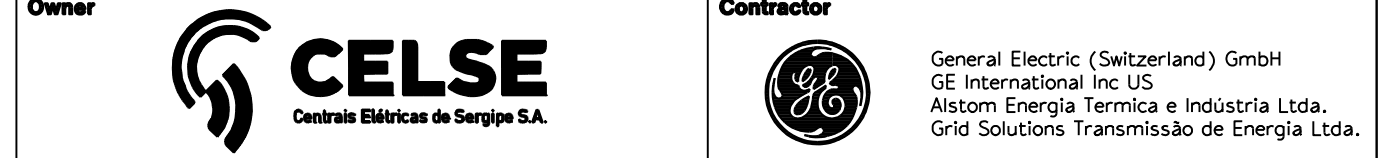
POS.	KKS	MLI	DESCRIPTION	DRWG. No.
1	11/12/13MPA05	0407	GAS TURBINE	123T3633
2	-	A1B	GT GENERATOR	111T7342
3	-	A042	EXHAUST DIFFUSER	123T3633
4	-	1612	INLET PLENUM	123T3633
5	-	AM040	GT AIR INLET FILTER	123T3633
6	-	AM60	GT LUBE OIL MODULE	123T3633
7	-	A273	GT FIRE PROTECTION (WATER MIST)	11076231
8	11/12/13MPA05	AM10/20/30/50	GT ENCLOSURE(MODULE)	123T3633
9	11/12/13MKC10	A150	EXCITATION TRANSFORMER	229D7900
10	11/12/13BAT10	-	GT STEP-UP TRANSFORMER	DRWG. No. WILL FOLLOW
11	11/12/13B8T20	-	STATION SERVICE TRANSFORMER	DRWG. No. WILL FOLLOW
12	-	-	GT WATER DRAIN FIT	DRWG. No. WILL FOLLOW
13	-	E025	GT WATER WASH SKID	146E3895

POS.	KKS	MLI	DESCRIPTION	DRWG. No.
14	11/12/13UTG	-	GT H2/CO2 STORAGE	111T7342
15	00SM10/20	-	GT OVERHEAD MAIN CRANE	111T7342
16	00BRV10/20	-	STAND BY DIESEL	111T7342
17	00UXY05	-	MAIN PIPE RACK (EX24)	SGP/00/E/UXY-----AD/GA/001
18	-	-	FUEL GAS PREHEATER	DRWG. No. WILL FOLLOW
19	-	G002	FUEL GAS SCRUBBER	113T2654
20	-	A059	GT PACKAGE ELECT. & ELECT. CONTROL COMPARTMENT (PEECC)	203D5018
21	-	A192	GT LOAD COMMUTATING INVERTER (LCI) & EXCITER COMPARTMENT	214D2206
22	11/12/13BA050	-	GT ISOLATED PHASE BUSBARS	DRWG. No. WILL FOLLOW
23	11/12/13BAC20	-	GENERATOR CIRCUIT BREAKER	DRWG. No. WILL FOLLOW
24	-	A083	GT BATTERY COMPARTMENT	214D2211
25	-	-	GT MV MODULES	DRWG. No. WILL FOLLOW
26	-	-	GT ELECTRICAL/CONTROL MODULES	DRWG. No. WILL FOLLOW

POS.	KKS	MLI	DESCRIPTION	DRWG. No.
27-61	SEE DWG.	SGP/10/E/UMN-----AD/GA/001-002		
62-80	SEE DWG.	SGP/10/E/UMN-----AD/GA/001-002		

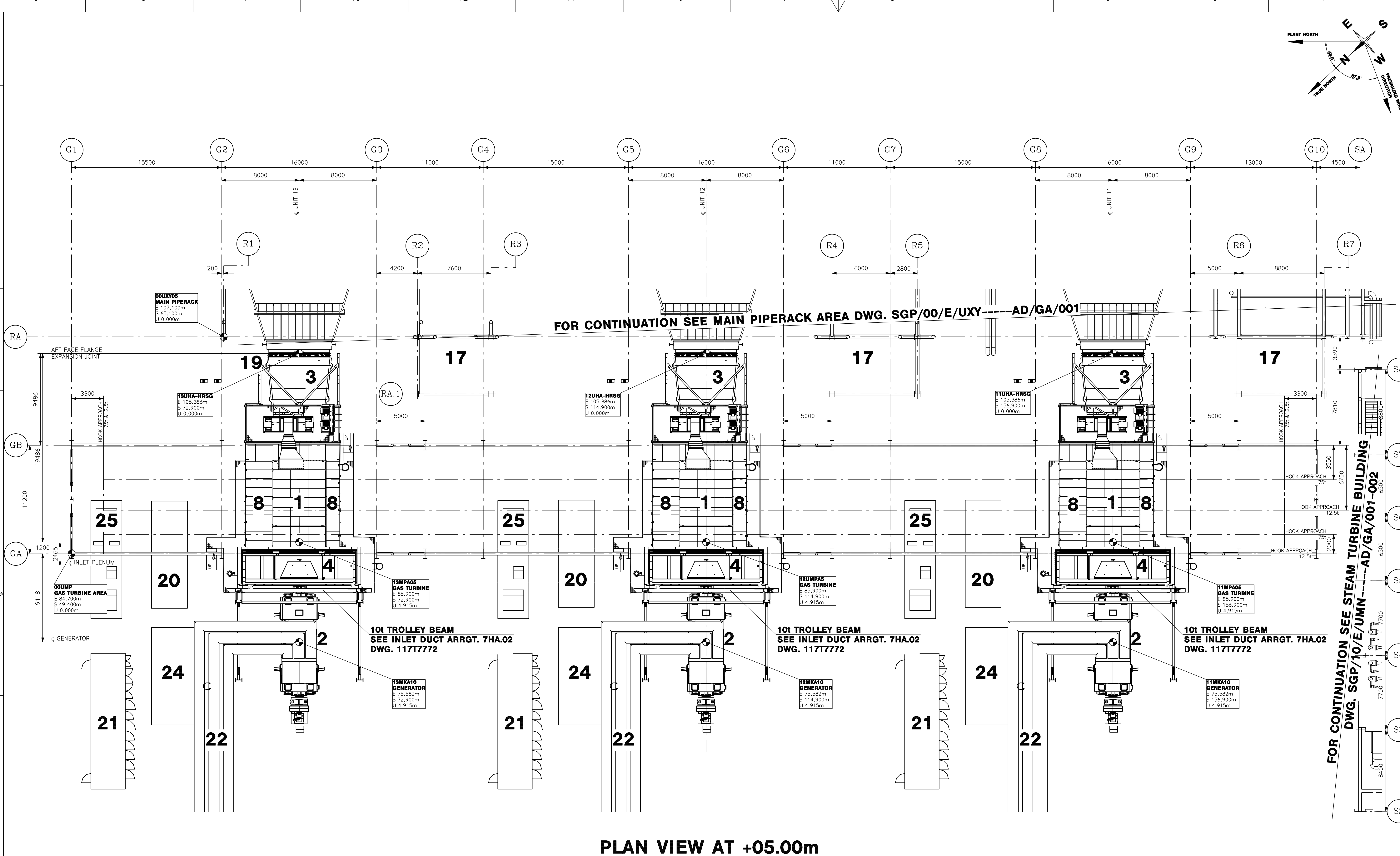


Rev.	Rev./Date	Created by	Checked by	Approved by	Description
A	2016-12-12	N.Lukvic	A.Shuka	J.Goetschy	E1.0



UTE PORTO DE SERGIPE I
Combined Cycle Power Plant & HV Systems

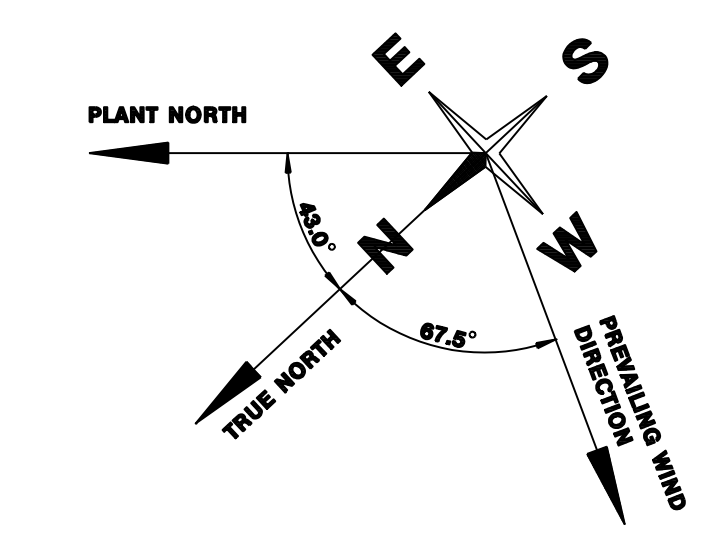
Project: UTE PORTO DE SERGIPE I			
Responsible Dept.:	GESE	Customer Code:	UIS
Document Type:	1:150	Approved by:	J.Goetschy
Revision Number:	GA	Document Status:	electronically released
Formal Number:	116P002936	Formal Code:	A.0
Project Document Code:	SGP/00/E/UMP-----AD/GA/001	Rev.:	A
General Arrangement Gas Turbine Outdoor Auxiliaries (Plan View)		Date:	2016-12-12
		Leng.:	en
		Sheet:	1/5



FOR CONTINUATION SEE MAIN PIPERACK AREA DWG. SGP/00/E/UXY----AD/GA/001

FOR CONTINUATION SEE STEAM TURBINE BUILDING DWG. SGP/10/E/UMN----AD/GA/001-002

PLAN VIEW AT +05.00m



REFERENCE DOCUMENTS:

GENERAL ARRANGEMENT GAS TURBINE	SGP/00/E/UMP----AD/GA/002
OUTDOOR AUXILIARIES - SECTION VIEW	SGP/00/E/001b----003/GA/005
GENERAL LAYOUT COORDINATION GRID	SGP/00/E/001b----003/GA/006
GENERAL LAYOUT PDMS ZERO POINT DEFINITION	SGP/00/E/001b----003/GA/001
SITE LAYOUT	SGP/00/E/UGZ----AZ/GA/001
GENERAL ARRANGEMENT UNDERGROUND SERVICES - DEEP PITS	SGP/00/E/UGZ----AZ/GA/001
GENERAL CABLEWAY LAYOUT	SGP/00/E/001b----003/GA/010
GENERAL ARRANGEMENT AND LOAD PLAN	SGP/00/E/UBF----AD/GA/001
GT TRANSFORMER AREA	

ONLY VALID FOR LOADS

Load axes:	Surface loads:
FX, FY = horizontal loads	If not mentioned otherwise in plan the following minimal surface loads shall be valid:
FZ = vertical loads	- platforms = 5 kN/m ²
(e.g. weight of components)	- stairs = 4 kN/m ²
TZ = variable loads	- concrete floors = 10 kN/m ²
	- floors in supporting area of heavy machinery parts = 40 kN/m ²

Horizontal forces of pipes:
If not mentioned otherwise the civil designer to take into consideration the influence of the following according to local regulations: structural assembly loads, wind, precipitation, sand accumulations, earthquake and vehicle impact. Load combinations are to be defined by civil designer.

GENERAL NOTES:
ALL COORDINATES / LEVELS ARE IN METRES.
ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETRES.

UNLESS SPECIFIED DIFFERENTLY IN THIS DRAWING OR IN THE REFERENCED DOCUMENTS, THE FOLLOWING APPLIES:
- EQUIPMENTS LOADS SHALL BE CONSIDERED AS EVENLY DISTRIBUTED OVER THEIR SUPPORT STRUCTURE (FRAME, LEGS, ETC.). EXTREMELY TEMPORARY LOADS, SUCH AS SHORT CIRCUIT BREAK LOADS, SHALL BE TAKEN FROM THE REFERENCED DRAWINGS, IF SUCH REFERENCE IS PROVIDED.
- THE FINAL SIZE OF EQUIPMENT FOUNDATIONS SHALL PROVIDE SUFFICIENT CLEARANCE TO EQUIPMENT ANCHOR BOLTS.

UNLESS MARKED ON THE DRAWING OR SPECIFIED IN EQUIPMENT DRAWINGS, CONSIDER THESE VARIABLE LOADS:
- FLOOR/SLABS: UNIFORM DISTRIBUTED LOAD = 10 kN/m²; SINGLE CONCENTRATED LOAD = 100kN, AT ANY POINT.
- PLATFORMS / STAIRS / WALKWAYS TO BE IN ACCORDANCE TO SGP/00/W/007b----003/05/001 - TECHNICAL SPECIFICATION FOR PLATFORMS, STAIRS AND LADDERS FOR INDUSTRIAL USE AND MACHINERY ACCESS.

THE FOLLOWING IS NOT CONSIDERED:
- CONSTRUCTION / TRAFFIC LOADS.
- WEIGHT OF CIVIL AND STEEL STRUCTURES.
- AMBIENT LOADS LIKE EARTHQUAKES, SNOW, ICE, DUST, ETC... UNLESS SPECIFIED.
- SETTLEMENTS.

FOR FOUNDATION DESIGN, WHERE SEVERAL PLATFORMS ARE STACKED ON THE SAME AREA, A REDUCTION ON THE TOTAL DISTRIBUTED LOAD OF 20% CAN BE CONSIDERED IN CASE OF 2 PLATFORMS SIMULTANEOUSLY LOADED AND 40% IN CASE OF 3 OR MORE PLATFORMS.

SHOWN ACCESS WAYS SHALL NOT BE OBSTRUCTED AND SHALL BE PROVIDED WITH A MINIMUM HEAD CLEARANCE OF 2.1m.

ITEMS, WHICH ARE SUBJECT OF LATER INPUT FREEZE (FOR EXAMPLE LADDERS AND SMALL PLATFORMS), ARE INDICATIVE ONLY AND MAY CHANGE IN CASE OF DOUBTS THE ISSUER OF THIS DRAWING SHALL BE CONSULTED.

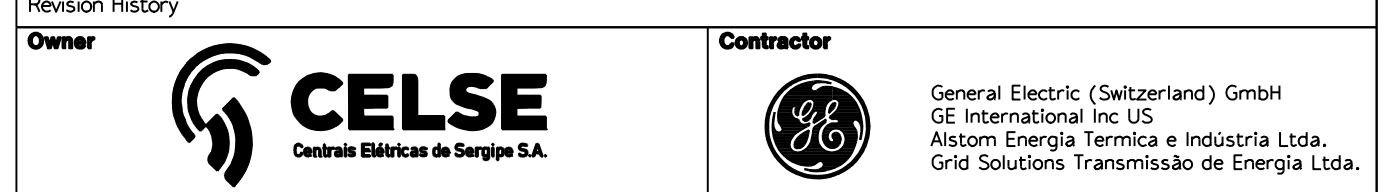
BRACING PATTERNS ARE INDICATIVE ONLY.

LEGEND:

[Symbol]	NO BRACING AREA	[Symbol]	REFERENCE POINT
[Symbol]		[Symbol]	ELEVATION

SITE GRID STATION (E3D-PDMS) NORTH 0.000m EAST 0.000m
AT LOCAL GRID NORTH 8 803 558.55m EAST 725 407.36m
FINISHED FLOOR LEVEL ±0.00m = +8.00m MSWL
PLANT LEVEL -0.20m = +7.80m MSWL

Rev.	Rev./Date	Created by	Checked by	Approved by	Description
A	2016-12-12	N.Lukvic	A.Shuka	J.Goetschy	E1.0



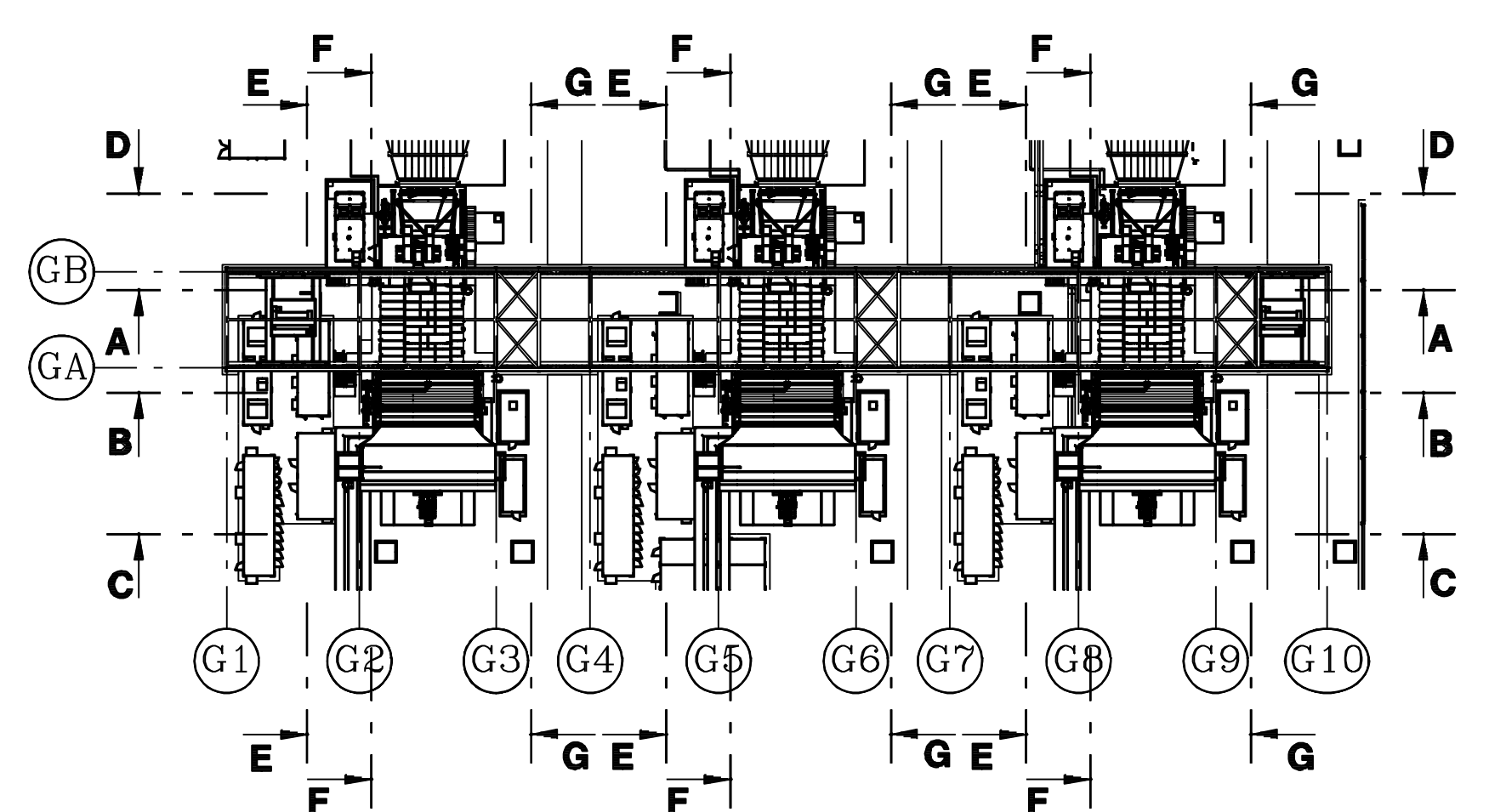
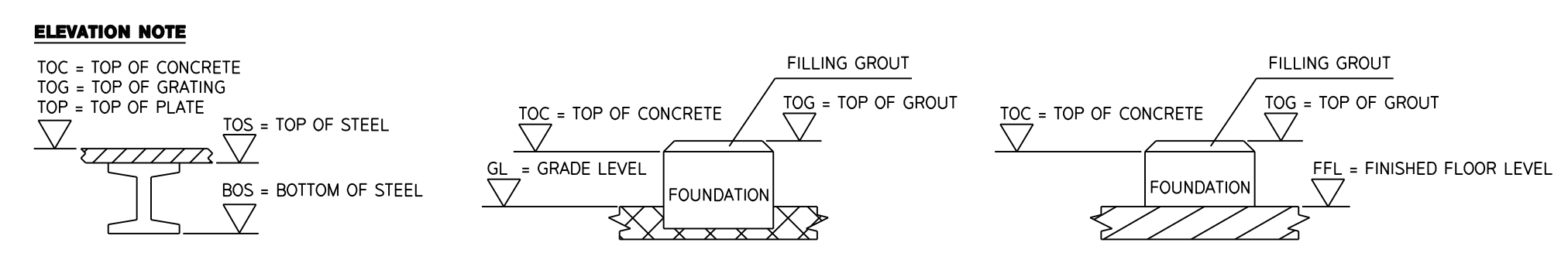
UTE PORTO DE SERGIPE I

Combined Cycle Power Plant & HV Systems

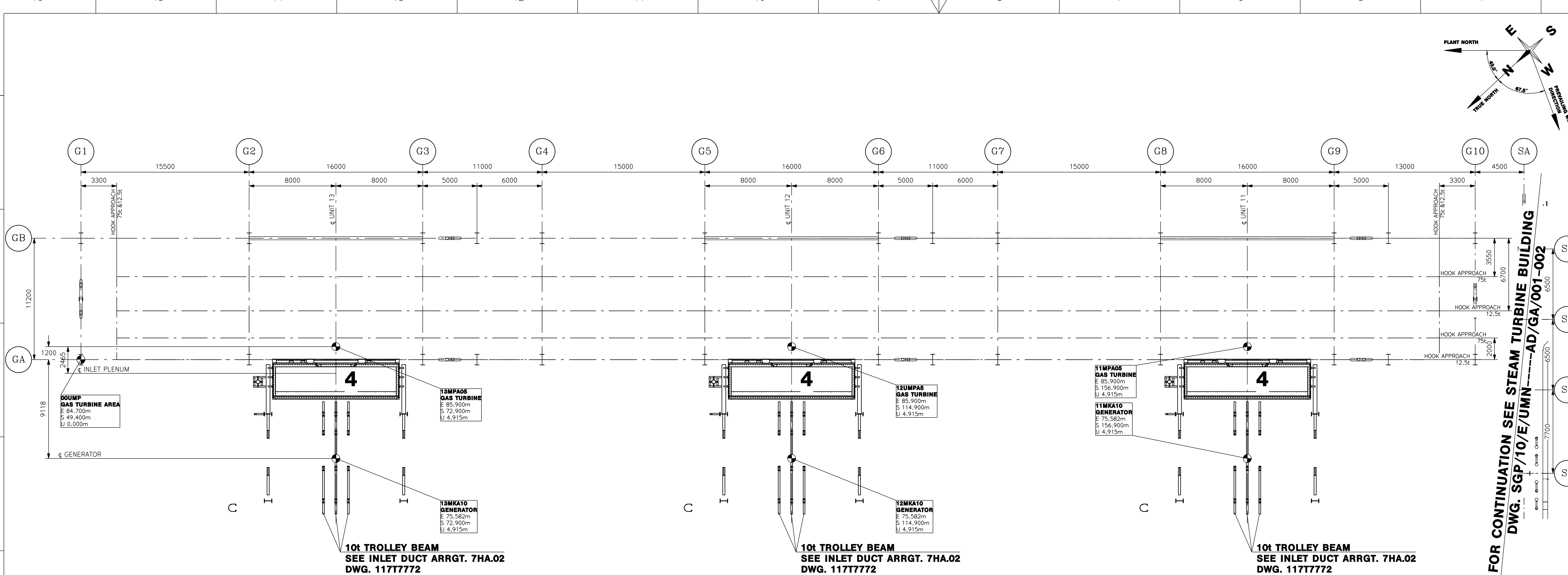
Project: UTE PORTO DE SERGIPE I

Responsible Dept.	Created by	Checked by	Approved by
GESEA	N.Lukvic	A.Shuka	J.Goetschy
Document Type	Scale	Document Status	Formal
GA	1:150	electronically released	116P002936
Rev. Issue		Project Document Code	
		SGP/00/E/UMP----AD/GA/001	
Rev. Date	Leng.	Sheet	
A 2016-12-12	en	2/5	

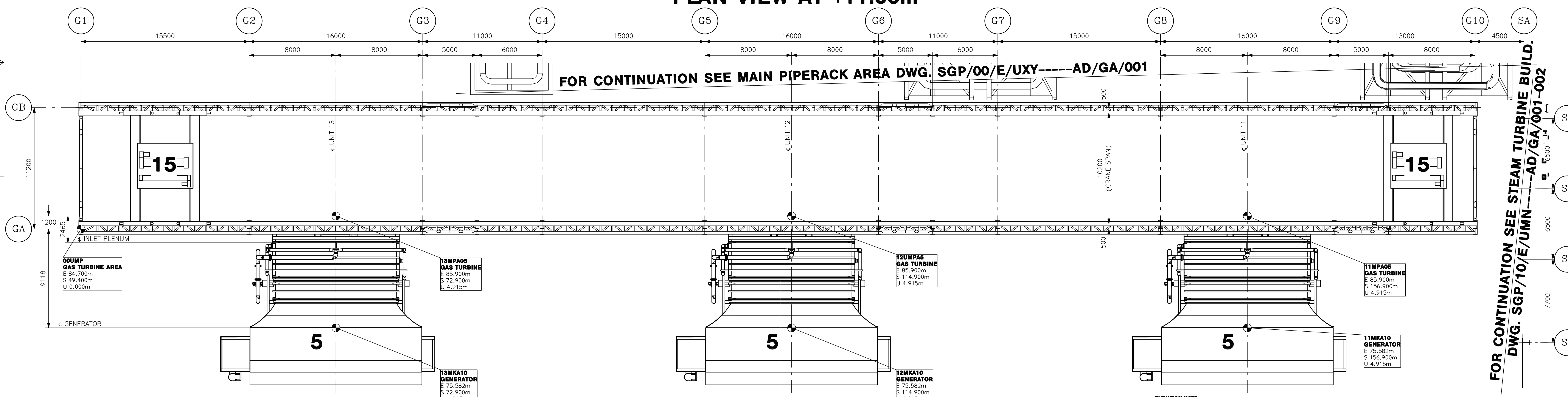
POS.	KKS	MLI	DESCRIPTION	DRWG. No.	POS.	KKS	MLI	DESCRIPTION	DRWG. No.
1	11/12/13MPA05	0407	GAS TURBINE	123T3633	14	11/12/13UTG	-	GT H2/CO2 STORAGE	DRWG. No. WILL FOLLOW
2	-	A1B	GT GENERATOR	111T7342	15	00SM10/20	-	GT OVERHEAD MAIN CRANE	SGP/00/E/SM----EG01/EA/100
3	-	A042	EXHAUST DIFFUSER	123T3633	16	00BRV10/20	-	STAND BY DIESEL	DRWG. No. WILL FOLLOW
4	-	1612	INLET PLENUM	123T3633	17	00UXY05	-	MAIN PIPE RACK (EX24)	SGP/00/E/UXY----AD/GA/001
5	-	AM040	GT AIR INLET FILTER	123T3633	18	-	-	FUEL GAS PREHEATER	DRWG. No. WILL FOLLOW
6	-	AM60	GT LUBE OIL MODULE	123T3633	19	-	G002	FUEL GAS SCRUBBER	113T2654
7	-	A273	GT FIRE PROTECTION (WATER MIST)	110T6231	20	-	A059	GT PACKAGE ELECT. & ELECT. CONTROL COMPARTMENT (PEECC)	203D5018
8	11/12/13MPA05	AM10/20/30/50	GT ENCLOSURE (MODULE)	123T3633	21	-	A192	GT LOAD COMMUTATING INVERTER (LCI) & EXCITER COMPARTMENT	214D2206
9	11/12/13MKC10	A150	EXITATION TRANSFORMER	229D7900	22	11/12/13BA050	-	GT ISOLATED PHASE BUSBARS	DRWG. No. WILL FOLLOW
10	11/12/13BAT10	-	GT STEP-UP TRANSFORMER	DRWG. No. WILL FOLLOW	23	11/12/13BAC20	-	GENERATOR CIRCUIT BREAKER	DRWG. No. WILL FOLLOW
11	11/12/13BT20	-	STATION SERVICE TRANSFORMER	DRWG. No. WILL FOLLOW	24	-	A083	GT BATTERY COMPARTMENT	214D2211
12	-	-	GT WATER DRAIN PIT	DRWG. No. WILL FOLLOW	25	-	-	GT MV MODULES	DRWG. No. WILL FOLLOW
13	-	E025	GT WATER WASH SKID	146E3895	26	-	-	GT ELECTRICAL/CONTROL MODULES	DRWG. No. WILL FOLLOW
					26-27	SEE DWG. SGP/10/E/UMN----AD/GA/001-002			
					62-80	SEE DWG. SGP/10/E/UMN----AD/GA/001-002			



1:150



PLAN VIEW AT +11.00m

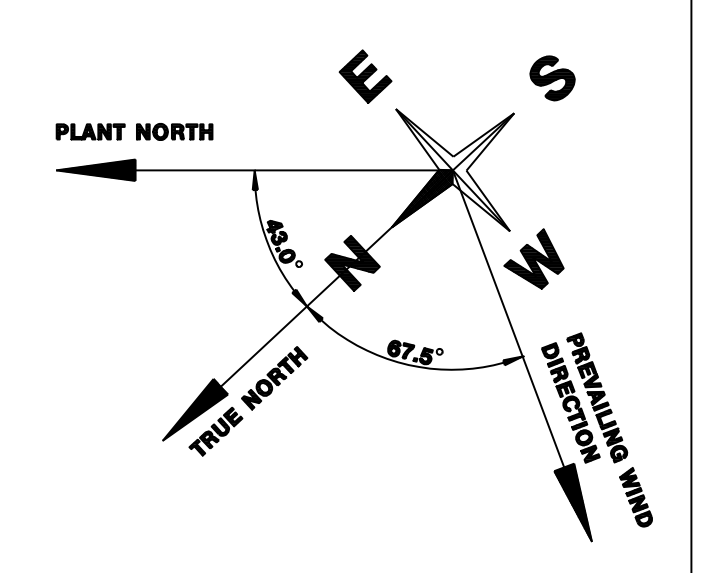
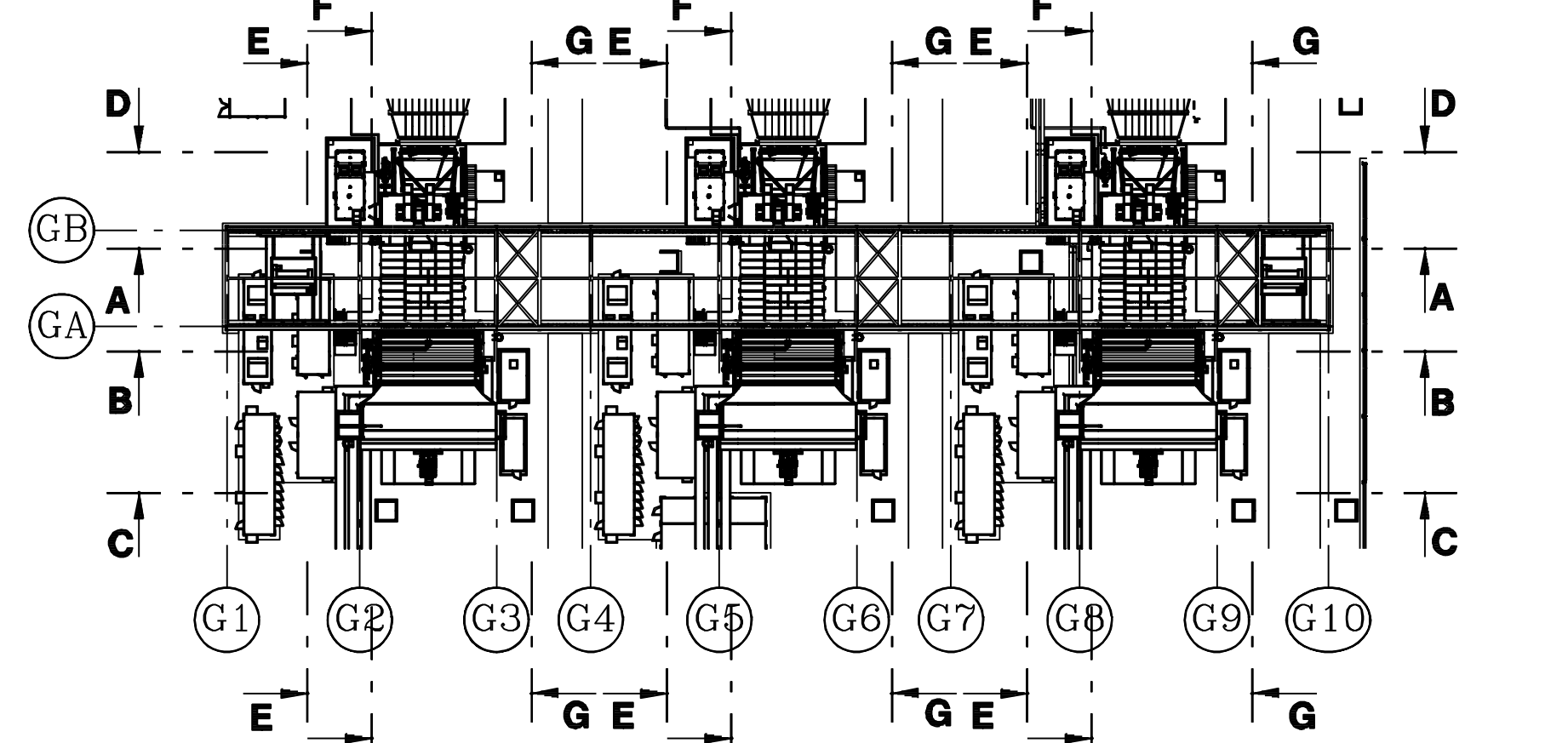


PLAN VIEW AT +16.400m (TOS)

POS.	KKS	MLI	DESCRIPTION	DRWG. No.
1	11/12/13MPA05	0407	GAS TURBINE	123T3633
2	-	A1B	GT GENERATOR	111T7342
3	-	A042	EXHAUST DIFFUSER	123T3633
4	-	1612	INLET PLENUM	123T3633
5	-	AM040	GT AIR INLET FILTER	123T3633
6	-	AM60	GT LUBE OIL MODULE	123T3633
7	-	A273	GT FIRE PROTECTION (WATER MIST)	11076231
8	11/12/13MPA05	AM10/20/30/50	GT ENCLOSURE (MODULE)	123T3633
9	11/12/13MKC10	A150	EXITATION TRANSFORMER	229D7900
10	11/12/13BAT10	-	GT STEP-UP TRANSFORMER	DRWG. No. WILL FOLLOW
11	11/12/13B8T20	-	STATION SERVICE TRANSFORMER	DRWG. No. WILL FOLLOW
12	-	-	GT WATER DRAIN FIT	DRWG. No. WILL FOLLOW
13	-	E025	GT WATER WASH SKID	146E3895

POS.	KKS	MLI	DESCRIPTION	DRWG. No.
14	11/12/13UTG	-	GT H2/CO2 STORAGE	DRWG. No. WILL FOLLOW
15	00SMM10/20	-	GT OVERHEAD MAIN CRANE	SGP/00/E/SM-----EG01/EA/100
16	00BRV10/20	-	STAND BY DIESEL	DRWG. No. WILL FOLLOW
17	00UXY05	-	MAIN PIPE RACK (EX24)	SGP/00/E/UXY-----AD/GA/001
18	-	-	FUEL GAS PREHEATER	DRWG. No. WILL FOLLOW
19	-	G002	FUEL GAS SCRUBBER	113T2654
20	-	A059	GT PACKAGE ELECT. & ELECT. CONTROL COMPARTMENT (PEECC)	203D5018
21	-	A192	GT LOAD COMMUTATING INVERTER (LCI) & EXCITER COMPARTMENT	214D2206
22	11/12/13BA050	-	GT ISOLATED PHASE BUSBARS	DRWG. No. WILL FOLLOW
23	11/12/13BAC20	-	GENERATOR CIRCUIT BREAKER	DRWG. No. WILL FOLLOW
24	-	A083	GT BATTERY COMPARTMENT	214D2211
25	-	-	GT MV MODULES	DRWG. No. WILL FOLLOW
26	-	-	GT ELECTRICAL/CONTROL MODULES	DRWG. No. WILL FOLLOW
27-61	SEE DWG. SGP/10/E/UMN-----AD/GA/001-002	-	-	-
62-80	SEE DWG. SGP/10/E/UMN-----AD/GA/001-002	-	-	-

DRWG. No.	DESCRIPTION
SGP/00/E/SM-----EG01/EA/100	DRWG. No. WILL FOLLOW
SGP/00/E/UXY-----AD/GA/001	DRWG. No. WILL FOLLOW
113T2654	DRWG. No. WILL FOLLOW
203D5018	DRWG. No. WILL FOLLOW
214D2206	DRWG. No. WILL FOLLOW
214D2211	DRWG. No. WILL FOLLOW



REFERENCE DOCUMENTS:

GENERAL ARRANGEMENT GAS TURBINE OUTDOOR AUXILIARIES - SECTION VIEW	SGP/00/E/UMP-----AD/GA/002
GENERAL LAYOUT COORDINATION GRID	SGP/00/E/001b-----003/GA/005
GENERAL LAYOUT PDMS ZERO POINT DEFINITION	SGP/00/E/001b-----003/GA/006
SITE LAYOUT	SGP/00/E/001b-----003/GA/001
GENERAL ARRANGEMENT UNDERGROUND SERVICES - DEEP PITS	SGP/00/E/UGZ-----AZ/GA/001
GENERAL CABLEWAY LAYOUT	SGP/00/E/001b-----003/GA/010
GENERAL ARRANGEMENT AND LOAD PLAN GT TRANSFORMER AREA	SGP/00/E/UBF-----AD/GA/001

ONLY VALID FOR LOADS

FORCES AND COORDINATION SYSTEM	LOADS
+Y / N (North)	+Z / Up
+X / E (East)	

Load axes:
 FX, FY = horizontal loads
 FZ = vertical loads
 TZ = variable loads

Surface loads:
 If not mentioned otherwise in plan the following minimal surface loads shall be valid:
 - platforms = 5 kN/m²
 - stairs = 4 kN/m²
 - concrete floors = 10 kN/m²
 - floors in supporting area of heavy machinery parts = 40 kN/m²

GENERAL NOTES:
 ALL COORDINATES / LEVELS ARE IN METRES.
 ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETRES.
 UNLESS SPECIFIED DIFFERENTLY IN THIS DRAWING OR IN THE REFERENCED DOCUMENTS, THE FOLLOWING APPLIES:
 - EQUIPMENTS LOADS SHALL BE CONSIDERED AS EVENLY DISTRIBUTED OVER THEIR SUPPORT STRUCTURE (FRAME, LEGS, ETC.). EXTREME TEMPORARY LOADS, SUCH AS SHORT CIRCUIT BREAK LOADS, SHALL BE TAKEN FROM THE REFERENCED DRAWINGS, IF SUCH REFERENCE IS PROVIDED.
 - THE FINAL SIZE OF EQUIPMENT FOUNDATIONS SHALL PROVIDE SUFFICIENT CLEARANCE TO EQUIPMENT ANCHOR BOLTS.
 UNLESS MARKED ON THE DRAWING OR SPECIFIED IN EQUIPMENT DRAWINGS, CONSIDER THESE VARIABLE LOADS:
 - FLOOR/PLATS: UNIFORM DISTRIBUTED LOAD = 10 kN/m²; SINGLE CONCENTRATED LOAD = 100kN, AT ANY POINT.
 - PLATFORMS / STAIRS / WALKWAYS TO BE IN ACCORDANCE TO SGP/00/W/007b-----003/05/001 - TECHNICAL SPECIFICATION FOR PLATFORMS, STAIRS AND LADDERS FOR INDUSTRIAL USE AND MACHINERY ACCESS.

THE FOLLOWING IS NOT CONSIDERED:
 - CONSTRUCTION / TRAFFIC LOADS.
 - WEIGHT OF CIVIL AND STEEL STRUCTURES.
 - AMBIENT LOADS LIKE EARTHQUAKES, SNOW, ICE, DUST, ETC... UNLESS SPECIFIED.
 - SETTLEMENTS.
 FOR FOUNDATION DESIGN, WHERE SEVERAL PLATFORMS ARE STACKED ON THE SAME AREA, A REDUCTION ON THE TOTAL DISTRIBUTED LOAD OF 20% CAN BE CONSIDERED IN CASE OF 2 PLATFORMS SIMULTANEOUSLY LOADED AND 40% IN CASE OF 3 OR MORE PLATFORMS.
 SHOWN ACCESS WAYS SHALL NOT BE OBSTRUCTED AND SHALL BE PROVIDED WITH A MINIMUM HEAD CLEARANCE OF 2.1m.
 ITEMS, WHICH ARE SUBJECT OF LATER INPUT FREEZE (FOR EXAMPLE LADDERS AND SMALL PLATFORMS), ARE INDICATIVE ONLY AND MAY CHANGE. IN CASE OF DOUBTS THE ISSUER OF THIS DRAWING SHALL BE CONSULTED.

BRACING PATTERNS ARE INDICATIVE ONLY.

LEGEND:	REFERENCE POINT
[Symbol]	[Symbol]
[Symbol]	[Symbol]

SITE GRID STATION (E3D-PDMS) NORTH 0.000m EAST 0.000m
 AT LOCAL GRID NORTH 8 803 558.55m EAST 725 407.36m
 FINISHED FLOOR LEVEL ±0.00m = +8.00m MSWL
 PLANT LEVEL -0.20m = +7.80m MSWL

Rev.	Rev./Date	Created by	Checked by	Approved by	Description
A	2016-12-12	N.Lukvic	A.Shuka	J.Getschky	E1.0

Owner: **CELSE** (Cerveza Mikov de Sargos SA)

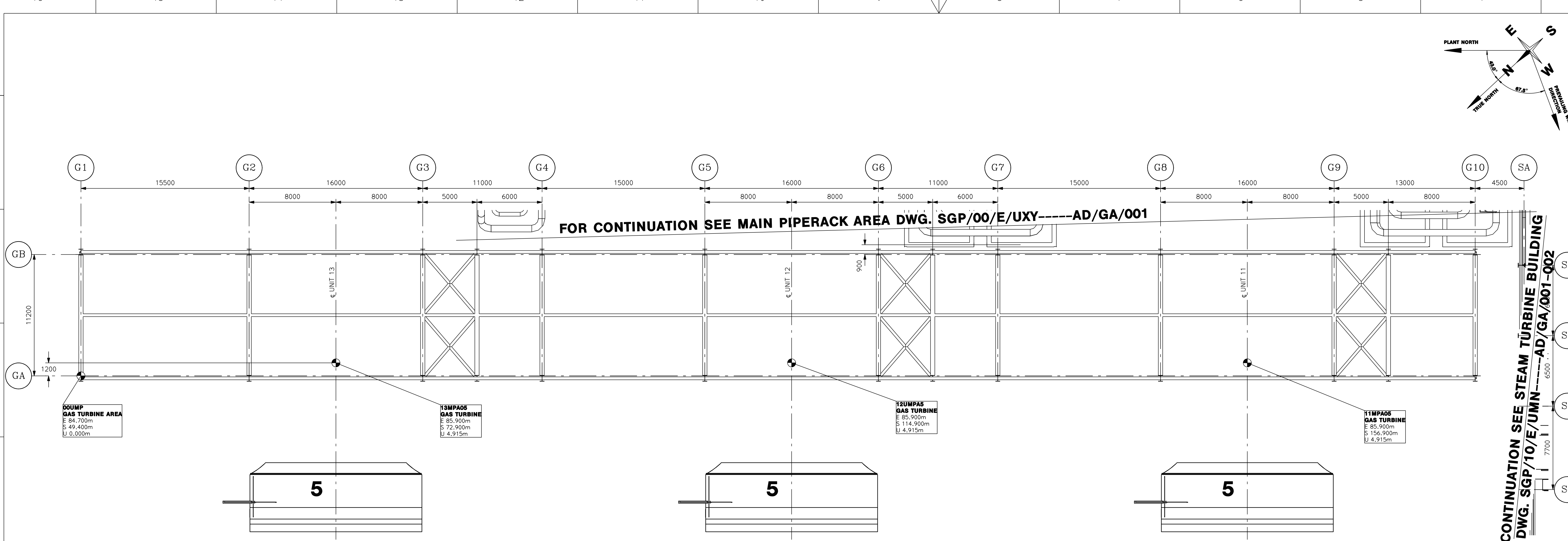
Contractor: **General Electric (Switzerland) GmbH**
 GE International Inc. US
 Alstom Energia Termica e Industria Ltda.
 GEI Solutions Transmissao de Energia Ltda.

UTE PORTO DE SERGIPE I

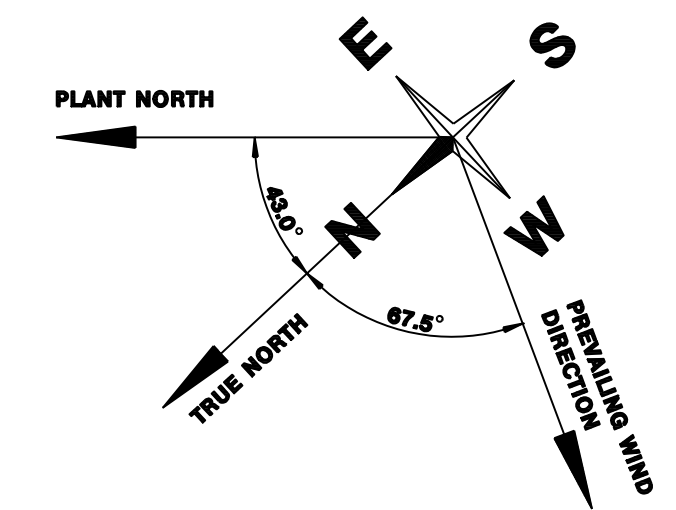
Combined Cycle Power Plant & HV Systems

Project	UTEP
UTEP	UTEP
Responsible Dept.	UTEP
Document Type	UTEP
Scale	UTEP
Revision Number	UTEP
Project Document Code	UTEP
Project Name	UTEP
Project Location	UTEP
Project Start Date	UTEP
Project End Date	UTEP
Project Status	UTEP
Project Manager	UTEP
Project Engineer	UTEP
Project Designer	UTEP
Project Checker	UTEP
Project Approver	UTEP
Project Date	UTEP
Project Version	UTEP
Project Sheet	UTEP
Project Total	UTEP

General Arrangement Gas Turbine Outdoor Auxiliaries (Plan View)
 Rev. Date Lwp. Sheet
 A 2016-12-12 en 3/5



PLAN VIEW AT ROOF



REFERENCE DOCUMENTS:

GENERAL ARRANGEMENT GAS TURBINE OUTDOOR AUXILIARIES - SECTION VIEW	SGP/00/E/UMP----AD/GA/002
GENERAL LAYOUT COORDINATION GRID	SGP/00/E/001b----003/GA/005
GENERAL LAYOUT PDMS ZERO POINT DEFINITION	SGP/00/E/001b----003/GA/006
SITE LAYOUT	SGP/00/E/001b----003/GA/001
GENERAL ARRANGEMENT UNDERGROUND SERVICES - DEEP PITS	SGP/00/E/UGZ----AZ/GA/001
GENERAL CABLEWAY LAYOUT	SGP/00/E/001b----003/GA/010
GENERAL ARRANGEMENT AND LOAD PLAN GT TRANSFORMER AREA	SGP/00/E/UBF----AD/GA/001

ONLY VALID FOR LOADS

FORCES AND COORDINATION SYSTEM

+Z / Up
+Y / N (North)
+X / E (East)

Load axes:
FX, FY = horizontal loads
FZ = vertical loads
TZ = variable loads

Surface loads:
If not mentioned otherwise in plan the following minimal surface loads shall be valid:
- platforms = 5 kN/m²
- stairs = 4 kN/m²
- concrete floors = 10 kN/m²
- floors in supporting area of heavy machinery parts = 40 kN/m²

Horizontal forces of pipes:
If not mentioned otherwise the civil designer to take into consideration the influence of the following according to local regulations: structural assembly loads, wind, precipitation, sand accumulations, earthquake and vehicle impact. Load combinations are to be defined by civil designer.

GENERAL NOTES:
ALL COORDINATES / LEVELS ARE IN METRES.
ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETRES.

UNLESS SPECIFIED DIFFERENTLY IN THIS DRAWING OR IN THE REFERENCED DOCUMENTS, THE FOLLOWING APPLIES:
- EQUIPMENTS LOADS SHALL BE CONSIDERED AS EVENLY DISTRIBUTED OVER THEIR SUPPORT STRUCTURE (FRAME, LEGS, ETC.). EXTREME TEMPORARY LOADS, SUCH AS SHORT CIRCUIT BREAK LOADS, SHALL BE TAKEN FROM THE REFERENCED DRAWINGS, IF SUCH REFERENCE IS PROVIDED.
- THE FINAL SIZE OF EQUIPMENT FOUNDATIONS SHALL PROVIDE SUFFICIENT CLEARANCE TO EQUIPMENT ANCHOR BOLTS.

UNLESS MARKED ON THE DRAWING OR SPECIFIED IN EQUIPMENT DRAWINGS, CONSIDER THESE VARIABLE LOADS:
- FLOOR/SLABS: UNIFORM DISTRIBUTED LOAD = 10 kN/m²; SINGLE CONCENTRATED LOAD = 100kN, AT ANY POINT.
- PLATFORMS / STAIRS / WALKWAYS TO BE IN ACCORDANCE TO SGP/00/M/007b----003/05/001 - TECHNICAL SPECIFICATION FOR PLATFORMS, STAIRS AND LADDERS FOR INDUSTRIAL USE AND MACHINERY ACCESS.

THE FOLLOWING IS NOT CONSIDERED:
- CONSTRUCTION / TRAFFIC LOADS.
- WEIGHT OF CIVIL AND STEEL STRUCTURES.
- AMBIENT LOADS LIKE EARTHQUAKES, SNOW, ICE, DUST, ETC., UNLESS SPECIFIED.
- SETTLEMENTS.

FOR FOUNDATION DESIGN, WHERE SEVERAL PLATFORMS ARE STACKED ON THE SAME AREA, A REDUCTION ON THE TOTAL DISTRIBUTED LOAD OF 20% CAN BE CONSIDERED IN CASE OF 2 PLATFORMS SIMULTANEOUSLY LOADED AND 40% IN CASE OF 3 OR MORE PLATFORMS.

SHOWN ACCESS WAYS SHALL NOT BE OBSTRUCTED AND SHALL BE PROVIDED WITH A MINIMUM HEAD CLEARANCE OF 2.1m.

ITEMS, WHICH ARE SUBJECT OF LATER INPUT FREEZE (FOR EXAMPLE LADDERS AND SMALL PLATFORMS), ARE INDICATIVE ONLY AND MAY CHANGE. IN CASE OF DOUBTS THE ISSUER OF THIS DRAWING SHALL BE CONSULTED.

BRACING PATTERNS ARE INDICATIVE ONLY.

LEGEND:

NO BRACING AREA
REFERENCE POINT
ELEVATION

SITE GRID STATION (E3D-PDMS) NORTH 0.000m EAST 0.000m
AT LOCAL GRID NORTH 8 803 558.55m EAST 725 407.36m
FINISHED FLOOR LEVEL ±0.00m = +8.00m MSWL
PLANT LEVEL -0.20m = +7.80m MSWL

Rev.	Rev./Date	Created by	Checked by	Approved by	Description
A	2016-12-12	N.Lukovic	A.Shuka	J.Goetschy	E1.0

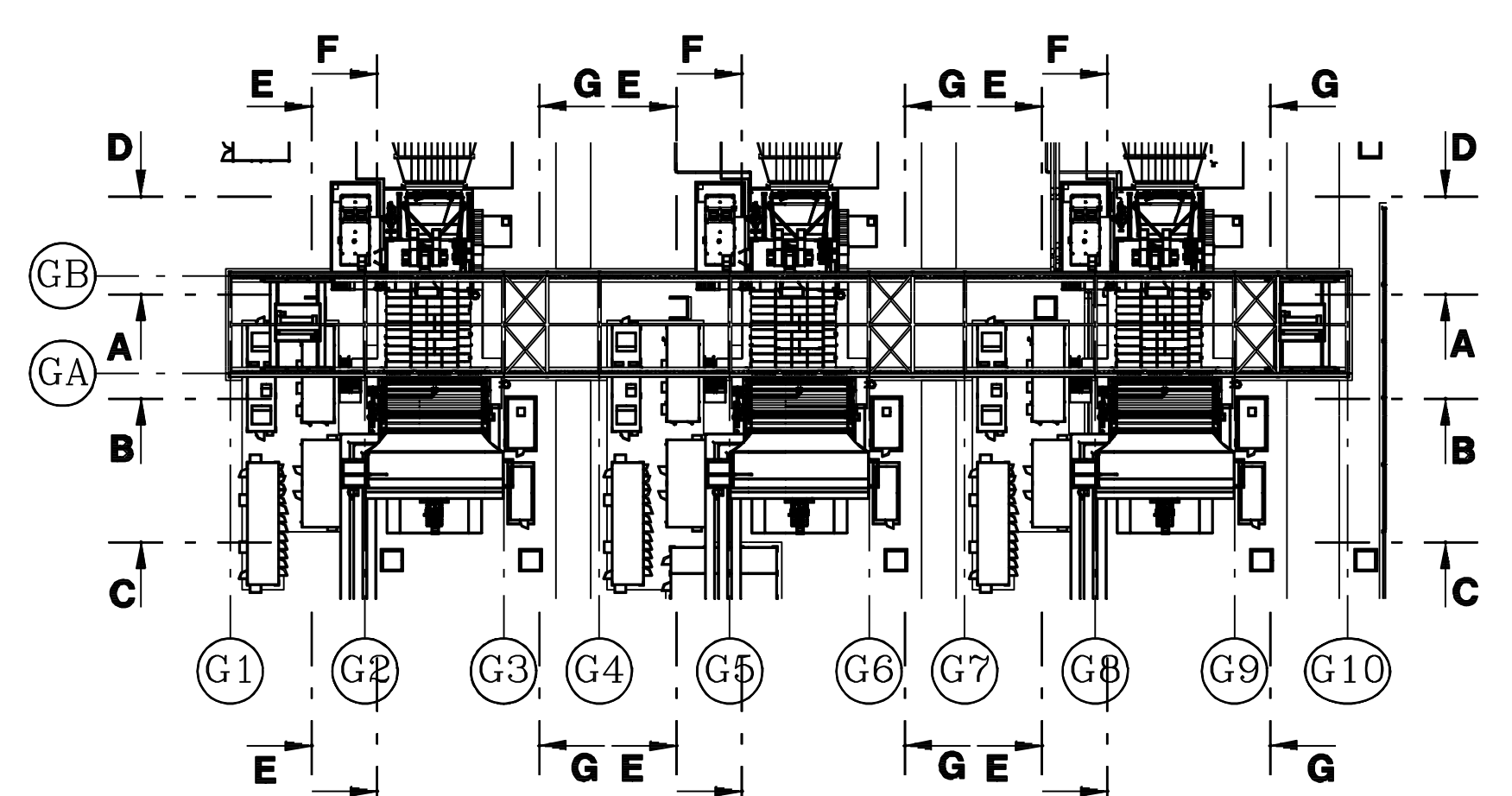
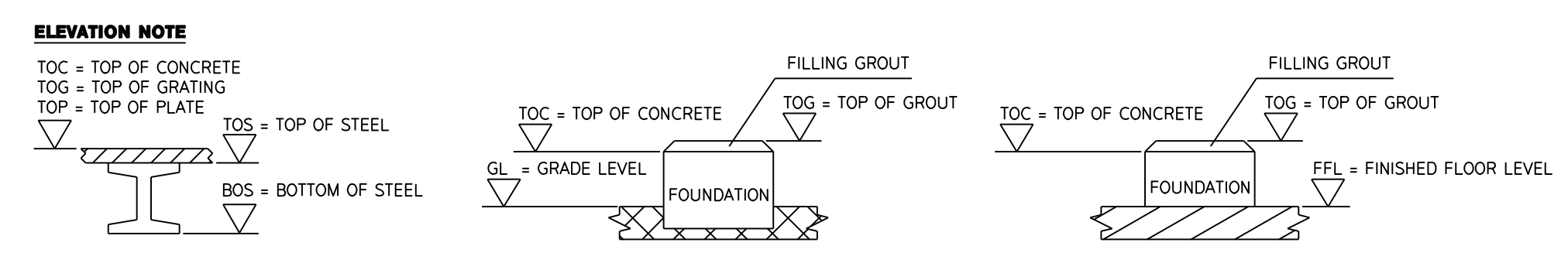
OWNER: CELSE
Ceres Energy Services SA

CONTRACTOR: General Electric (Switzerland) GmbH
GE International Inc USA
Assom Energia Termica e Industrial Ltda.
GMS Soluções, Transmissão de Energia Ltda.

UTE PORTO DE SERGIPE I
Combined Cycle Power Plant & HV Systems

Project: UTE PORTO DE SERGIPE I

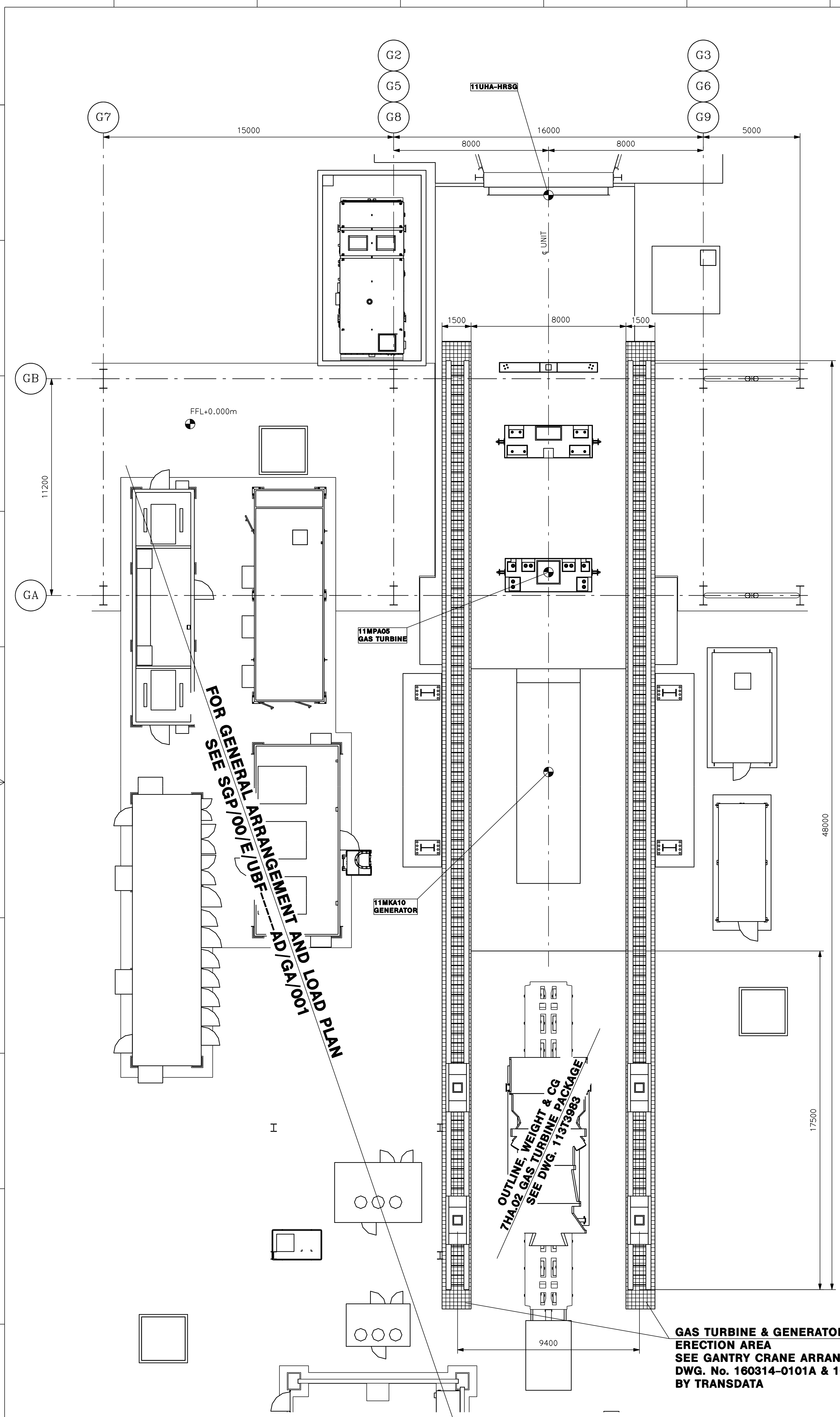
Responsible Dept.	Derived from	Customer Code	WIS
SGSEA	UMP		
Document Type	Created by	Checked by	Approved by
GA	N.Lukovic	A.Shuka	J.Goetschy
Scale	Document Status	Identification Number	
1:150	electronically released	16P002936	
File Location	Project Document Code		
SGP/00/E/UMP----AD/GA/001			
Rev.	Date	Leng.	Sheet
A	2016-12-12	en	4/5



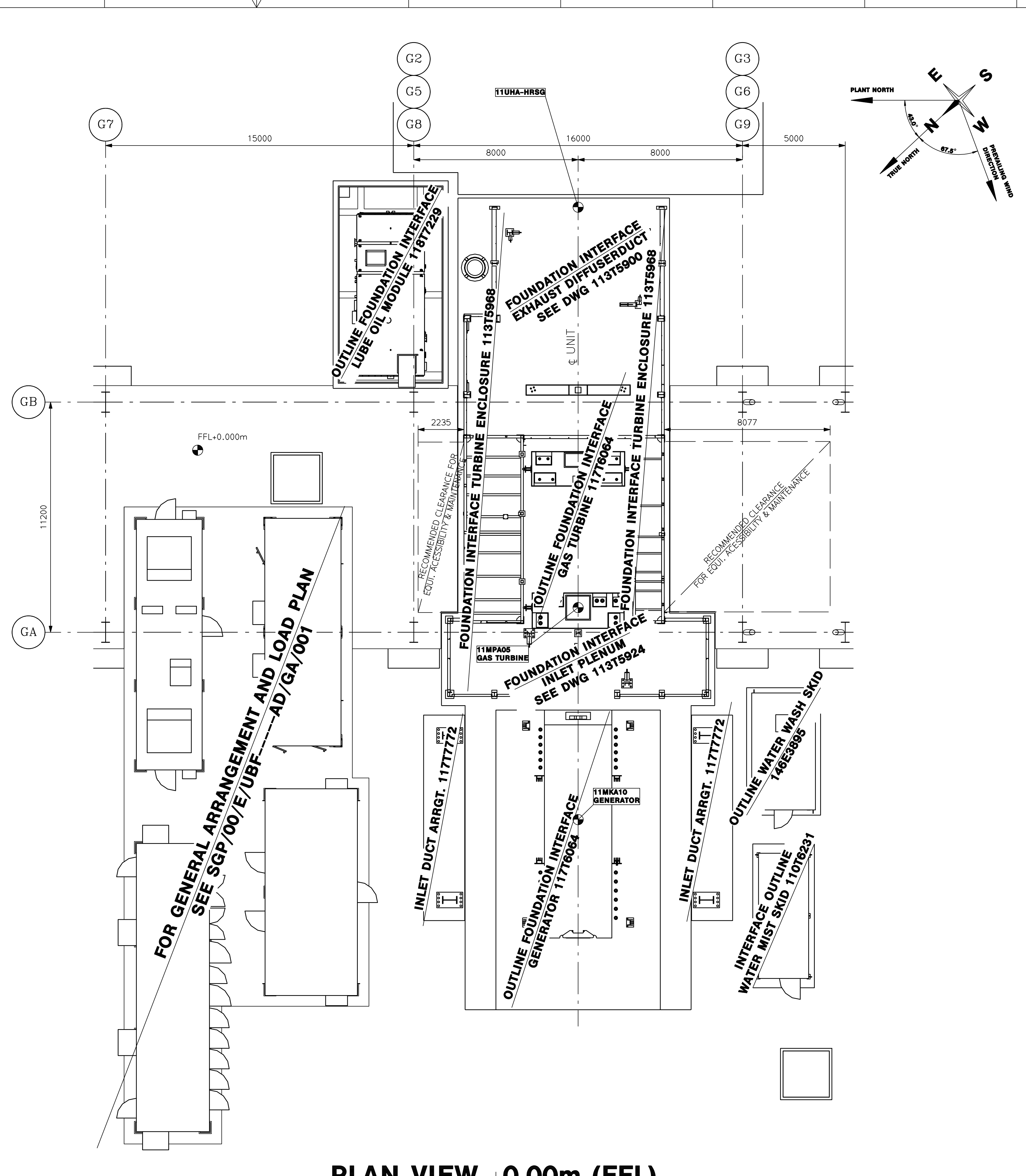
POS.	KKS	MLI	DESCRIPTION	DRWG. No.	POS.	KKS	MLI	DESCRIPTION	DRWG. No.
1	11/12/13MPA05	0407	GAS TURBINE	123T3633	14	11/12/13UTG	-	GT H2/CO2 STORAGE	DRWG. No. WILL FOLLOW
2	-	A1B	GT GENERATOR	111T7342	15	00SMM10/20	-	GT OVERHEAD MAIN CRANE	SGP/00/E/SM----EG01/EA/100
3	-	A042	EXHAUST DIFFUSER	123T3633	16	00BRV10/20	-	STAND BY DIESEL	DRWG. No. WILL FOLLOW
4	-	1612	INLET PLENUM	123T3633	17	00UXY05	-	MAIN PIPE RACK (EX24)	SGP/00/E/UXY----AD/GA/001
5	-	AM040	GT AIR INLET FILTER	123T3633	18	-	-	FUEL GAS PREHEATER	DRWG. No. WILL FOLLOW
6	-	AM60	GT LUBE OIL MODULE	123T3633	19	-	G002	FUEL GAS SCRUBBER	113T2654
7	-	A273	GT FIRE PROTECTION (WATER MIST)	11076231	20	-	A059	GT PACKAGE ELECT. & ELECT. CONTROL COMPARTMENT (PEECC)	203D5018
8	11/12/13MPA05	AM10/20/30/50	GT ENCLOSURE(MODULE)	123T3633	21	-	A192	GT LOAD COMMUTATING INVERTER (LCI) & EXCITER COMPARTMENT	214D2206
9	11/12/13MKC10	A150	EXCITATION TRANSFORMER	229D7900	22	11/12/13BA050	-	GT ISOLATED PHASE BUSBARS	DRWG. No. WILL FOLLOW
10	11/12/13BAT10	-	GT STEP-UP TRANSFORMER	DRWG. No. WILL FOLLOW	23	11/12/13BAC20	-	GENERATOR CIRCUIT BREAKER	DRWG. No. WILL FOLLOW
11	11/12/13BBT20	-	STATION SERVICE TRANSFORMER	DRWG. No. WILL FOLLOW	24	-	A083	GT BATTERY COMPARTMENT	214D2211
12	-	-	GT WATER DRAIN FIT	DRWG. No. WILL FOLLOW	25	-	-	GT MV MODULES	DRWG. No. WILL FOLLOW
13	-	E025	GT WATER WASH SKID	146E3895	26	-	-	GT ELECTRICAL/CONTROL MODULES	DRWG. No. WILL FOLLOW
					27-61	SEE DWG. SGP/10/E/UMN----AD/GA/001-002			
					62-80	SEE DWG. SGP/10/E/UMN----AD/GA/001-002			

NOT SHOWN ON THIS DRAWING

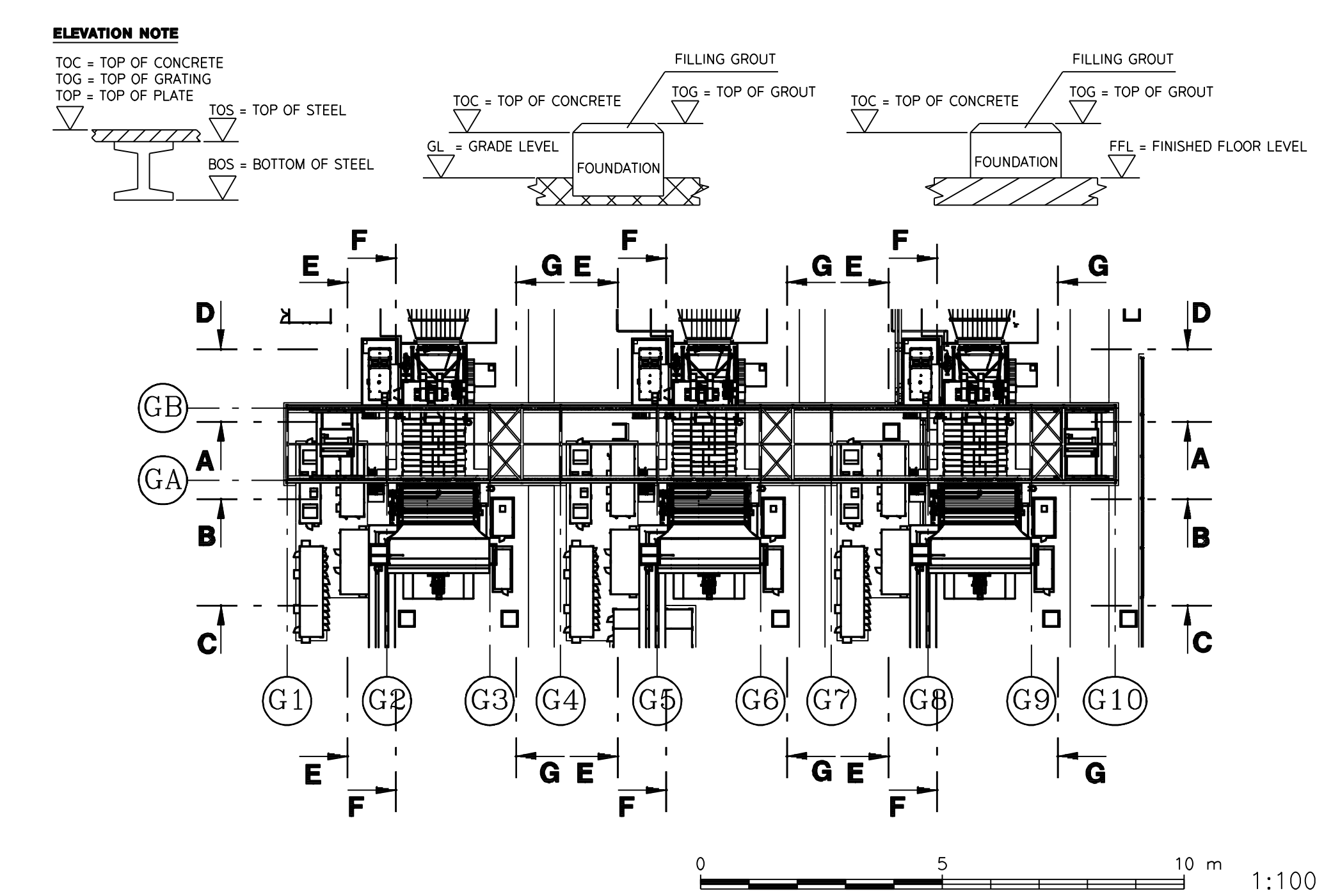
Scale: 1:150



**PLAN VIEW ±0.00m (FFL)
HEAVY TRANSPORT & ERECTION
VALID FOR UNIT 11, 12 & 13**



**PLAN VIEW ±0.00m (FFL)
VALID FOR UNIT 11, 12 & 13**



REFERENCE DOCUMENTS:

GENERAL ARRANGEMENT GAS TURBINE OUTDOOR AUXILIARIES – SECTION VIEW	SGP/00/E/UMP-----AD/GA/002
GENERAL LAYOUT COORDINATION GRID	SGP/00/E/001b---003/GA/005
GENERAL LAYOUT PDMS ZERO POINT DEFINITION	SGP/00/E/001b---003/GA/006
SITE LAYOUT	SGP/00/E/001b---003/GA/001
GENERAL ARRANGEMENT UNDERGROUND SERVICES – DEEP PITS	SGP/00/E/UGZ-----AZ/GA/001
GENERAL CABLEWAY LAYOUT	SGP/00/E/001b---003/GA/010
GENERAL ARRANGEMENT AND LOAD PLAN GT TRANSFORMER AREA	SGP/00/E/UBF-----AD/GA/001

ONLY VALID FOR LOADS

FORCES AND COORDINATION SYSTEM	+Y / N (North)	+Z / Up	+X / E (East)
--------------------------------	----------------	---------	---------------

Load axes:
FX, FY = horizontal loads
FZ = vertical loads (e.g. weight of components)
TZ = variable loads

Surface loads:
If not mentioned otherwise in plan the following minimal surface loads shall be valid:
- platforms = 5 kN/m²
- stairs = 4 kN/m²
- concrete floors = 10 kN/m²
- floors in supporting area of heavy machinery parts = 40 kN/m²

Horizontal forces of pipes:
If not mentioned otherwise the civil designer to take into consideration the influence of the following according to local regulations: structural assembly loads, wind, precipitation, sand accumulations, earthquake and vehicle impact. Load combinations are to be defined by civil designer.

GENERAL NOTES:
ALL COORDINATES / LEVELS ARE IN METRES.
ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETRES.
UNLESS SPECIFIED DIFFERENTLY IN THIS DRAWING OR IN THE REFERENCED DOCUMENTS, THE FOLLOWING APPLIES:
- EQUIPMENTS LOADS SHALL BE CONSIDERED AS EVENLY DISTRIBUTED OVER THEIR SUPPORT STRUCTURE (FRAME, LEGS, ETC.). EXTREME TEMPORARY LOADS, SUCH AS SHORT CIRCUIT BREAK LOADS, SHALL BE TAKEN FROM THE REFERENCED DRAWINGS, IF SUCH REFERENCE IS PROVIDED.
- THE FINAL SIZE OF EQUIPMENT FOUNDATIONS SHALL PROVIDE SUFFICIENT CLEARANCE TO EQUIPMENT ANCHOR BOLTS.
UNLESS MARKED ON THE DRAWING OR SPECIFIED IN EQUIPMENT DRAWINGS, CONSIDER THESE VARIABLE LOADS:
- FLOOR/SLABS: UNIFORM DISTRIBUTED LOAD = 10 kN/m²; SINGLE CONCENTRATED LOAD = 100kN, AT ANY POINT.
- PLATFORMS / STAIRS / WALKWAYS TO BE IN ACCORDANCE TO SGP/00/W/007b---003/05/001 – TECHNICAL SPECIFICATION FOR PLATFORMS, STAIRS AND LADDERS FOR INDUSTRIAL USE AND MACHINERY ACCESS.

THE FOLLOWING IS NOT CONSIDERED:
- CONSTRUCTION / TRAFFIC LOADS.
- WEIGHT OF CIVIL AND STEEL STRUCTURES.
- AMBIENT LOADS LIKE EARTHQUAKES, SNOW, ICE, DUST, ETC., UNLESS SPECIFIED.
- SETTLEMENTS.
FOR FOUNDATION DESIGN, WHERE SEVERAL PLATFORMS ARE STACKED ON THE SAME AREA, A REDUCTION ON THE TOTAL DISTRIBUTED LOAD OF 20% CAN BE CONSIDERED IN CASE OF 2 PLATFORMS SIMULTANEOUSLY LOADED AND 40% IN CASE OF 3 OR MORE PLATFORMS.
SHOWN ACCESS WAYS SHALL NOT BE OBSTRUCTED AND SHALL BE PROVIDED WITH A MINIMUM HEAD CLEARANCE OF 2.1m.
ITEMS, WHICH ARE SUBJECT OF LATER INPUT FREEZE (FOR EXAMPLE LADDERS AND SMALL PLATFORMS), ARE INDICATIVE ONLY AND MAY CHANGE. IN CASE OF DOUBTS THE ISSUER OF THIS DRAWING SHALL BE CONSULTED.
BRACING PATTERNS ARE INDICATIVE ONLY.

LEGEND:

[Symbol]	NO BRACING AREA	[Symbol]	REFERENCE POINT
[Symbol]		[Symbol]	ELEVATION

SITE GRID STATION (E3D-PDMS) NORTH 0.000m EAST 0.000m
AT LOCAL GRID NORTH 8 803 558.55m EAST 725 407.36m
FINISHED FLOOR LEVEL ±0.00m = +8.00m MSWL
PLANT LEVEL -0.20m = +7.80m MSWL

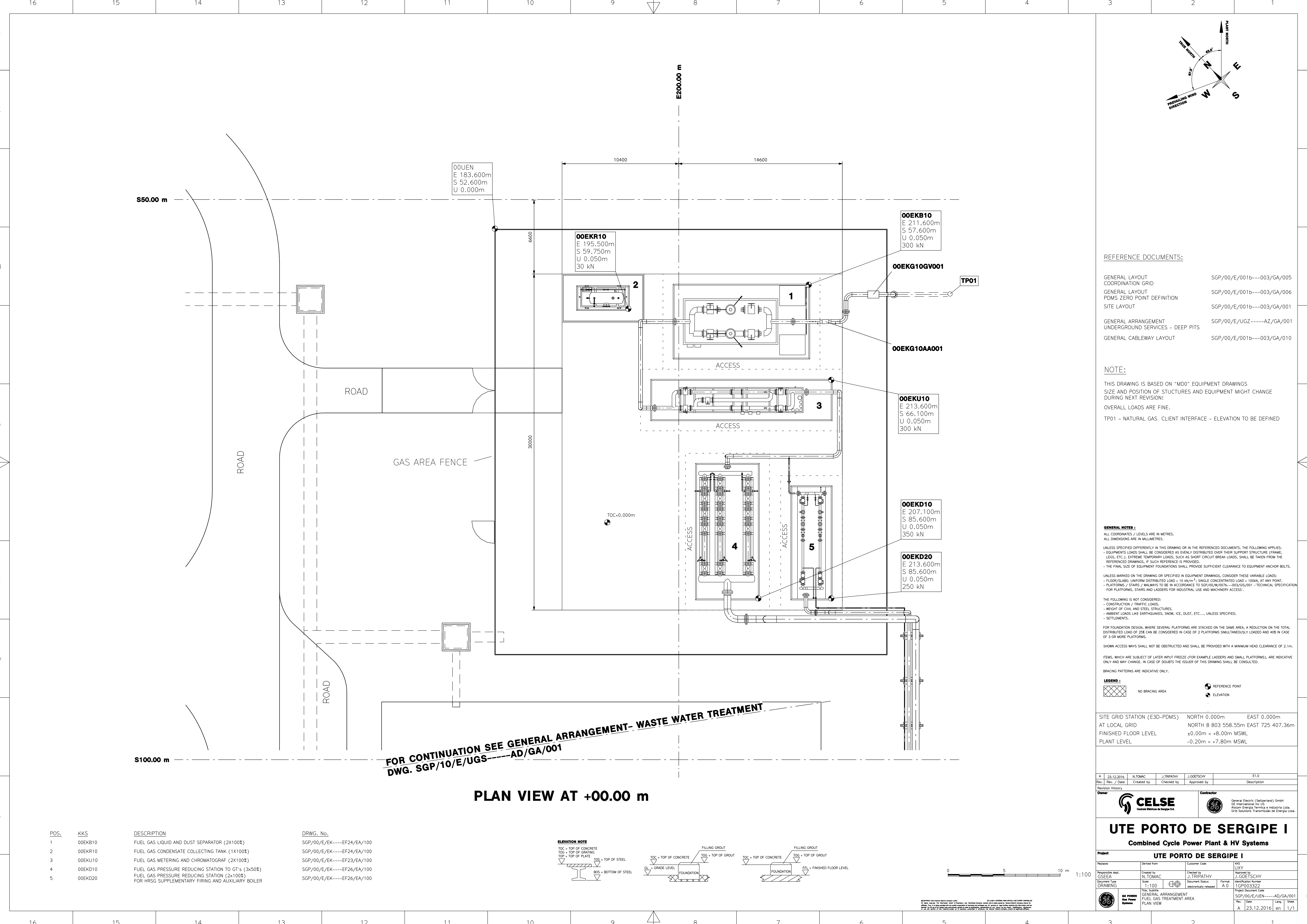
Rev.	2016-12-12	N.Lukovic	A.Shuka	J.Goetschy	ET.0
Created by					
Checked by					
Approved by					
Description					



**UTE PORTO DE SERGIPE I
Combined Cycle Power Plant & HV Systems**

Project: UTE PORTO DE SERGIPE I

Responsible dept.	Created by	Checked by	Approved by
SGSEA	A.Shuka	N.Lukovic	J.Goetschy
Scale	1:100	Document Status	electronically released
Formal Number	116002936	Project Document Code	SGP/00/E/UMP-----AD/GA/001
Rev.	Date	Leng.	Sheet
A	2016-12-12	en	5/5



REFERENCE DOCUMENTS:

GENERAL LAYOUT	SGP/00/E/001b---003/GA/005
COORDINATION GRID	SGP/00/E/001b---003/GA/006
GENERAL LAYOUT	SGP/00/E/001b---003/GA/001
PDMS ZERO POINT DEFINITION	SGP/00/E/UGZ-----AZ/GA/001
SITE LAYOUT	SGP/00/E/001b---003/GA/001
GENERAL ARRANGEMENT	SGP/00/E/UGZ-----AZ/GA/001
UNDERGROUND SERVICES - DEEP PITS	SGP/00/E/001b---003/GA/010
GENERAL CABLEWAY LAYOUT	SGP/00/E/001b---003/GA/010

NOTE:
 THIS DRAWING IS BASED ON "MDO" EQUIPMENT DRAWINGS. SIZE AND POSITION OF STRUCTURES AND EQUIPMENT MIGHT CHANGE DURING NEXT REVISION!
 OVERALL LOADS ARE FINE.
 TP01 - NATURAL GAS CLIENT INTERFACE - ELEVATION TO BE DEFINED

GENERAL NOTES:
 ALL COORDINATES / LEVELS ARE IN METRES.
 ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETRES.
 UNLESS SPECIFIED DIFFERENTLY IN THIS DRAWING OR IN THE REFERENCED DOCUMENTS, THE FOLLOWING APPLIES:
 - EQUIPMENT LOADS SHALL BE CONSIDERED AS EVENLY DISTRIBUTED OVER THEIR SUPPORT STRUCTURE (FRAME, LEGS, ETC.). EXTREME TEMPORARY LOADS, SUCH AS SHORT CIRCUIT BREAK LOADS, SHALL BE TAKEN FROM THE REFERENCED DRAWINGS, IF SUCH REFERENCE IS PROVIDED.
 - THE FINAL SIZE OF EQUIPMENT FOUNDATIONS SHALL PROVIDE SUFFICIENT CLEARANCE TO EQUIPMENT ANCHOR BOLTS.
 UNLESS MARKED ON THE DRAWING OR SPECIFIED IN EQUIPMENT DRAWINGS, CONSIDER THESE VARIABLE LOADS:
 - FLOOR/SLABS: UNIFORM DISTRIBUTED LOAD = 10 kN/m²; SINGLE CONCENTRATED LOAD = 100kN, AT ANY POINT.
 - PLATFORMS / STAIRS / WALKWAYS TO BE IN ACCORDANCE TO SGP/00/W/007b---003/GS/001 - "TECHNICAL SPECIFICATION FOR PLATFORMS, STAIRS AND LADDERS FOR INDUSTRIAL USE AND MACHINERY ACCESS".
 THE FOLLOWING IS NOT CONSIDERED:
 - CONSTRUCTION / TRAFFIC LOADS.
 - WEIGHT OF CIVIL AND STEEL STRUCTURES.
 - AMBIENT LOADS LIKE EARTHQUAKES, SNOW, ICE, DUST, ETC., UNLESS SPECIFIED.
 - SETTLEMENTS.
 FOR FOUNDATION DESIGN, WHERE SEVERAL PLATFORMS ARE STACKED ON THE SAME AREA, A REDUCTION ON THE TOTAL DISTRIBUTED LOAD OF 25% CAN BE CONSIDERED IN CASE OF 2 PLATFORMS SIMULTANEOUSLY LOADED AND ICE IN CASE OF 3 OR MORE PLATFORMS.
 SHOWN ACCESS WAYS SHALL NOT BE OBSTRUCTED AND SHALL BE PROVIDED WITH A MINIMUM HEAD CLEARANCE OF 2.1m.
 ITEMS, WHICH ARE SUBJECT OF LATER INPUT FREEZE (FOR EXAMPLE LADDERS AND SMALL PLATFORMS), ARE INDICATIVE ONLY AND MAY CHANGE, IN CASE OF DOUBTS THE ISSUER OF THIS DRAWING SHALL BE CONSULTED.
 BRACING PATTERNS ARE INDICATIVE ONLY.

LEGEND:

	NO BRACING AREA		REFERENCE POINT
	ELEVATION		

SITE GRID STATION (E3D-PDMS) NORTH 0.000m EAST 0.000m
 AT LOCAL GRID NORTH 8 803 558.55m EAST 725 407.36m
 FINISHED FLOOR LEVEL ±0.00m = +8.00m MSWL
 PLANT LEVEL -0.20m = +7.80m MSWL

Rev.	23.12.2016	N.TOMAC	J.TRIPATHY	J.GOETSCHY	ES.0
Created by					Description

Owner: **Contractor:** General Electric (Switzerland) GmbH
 GE International Inc. US
 Alstom Energia Termica e Industria Ltda.
 GEI Soluções Transmissão de Energia Ltda.

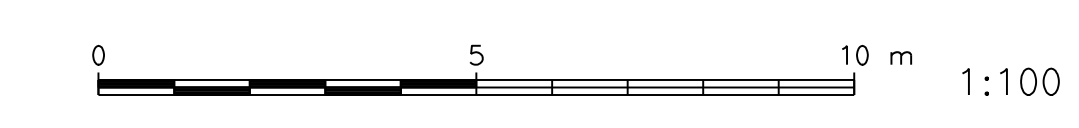
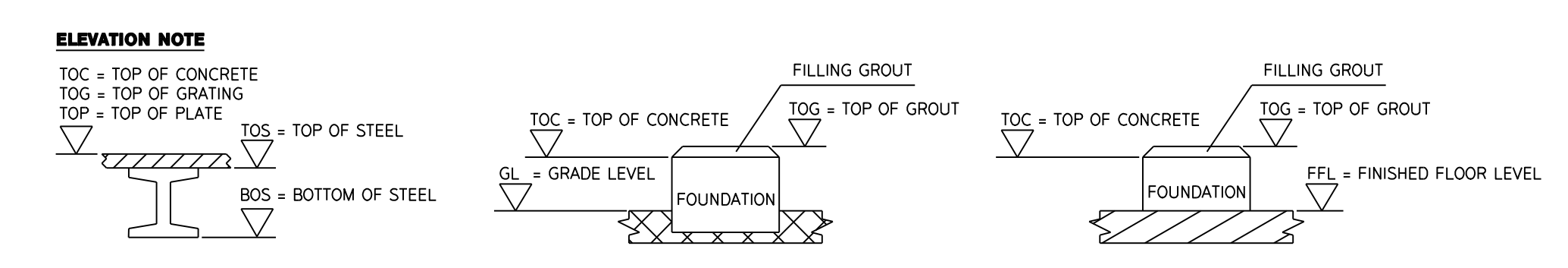
UTE PORTO DE SERGIPE I

Combined Cycle Power Plant & HV Systems

Project: UTE PORTO DE SERGIPE I

Responsible Dept.	GESEA	Created by	J. TRIPATHY	Approved by	J. GOETSCHY
Document Type	DRAWING	Scale	1:100	Revision Number	A.0
Project Document Code	SGP/00/E/UGZ-----AZ/GA/001	Form	1GP003322	Rev.	Date
				A	23.12.2016

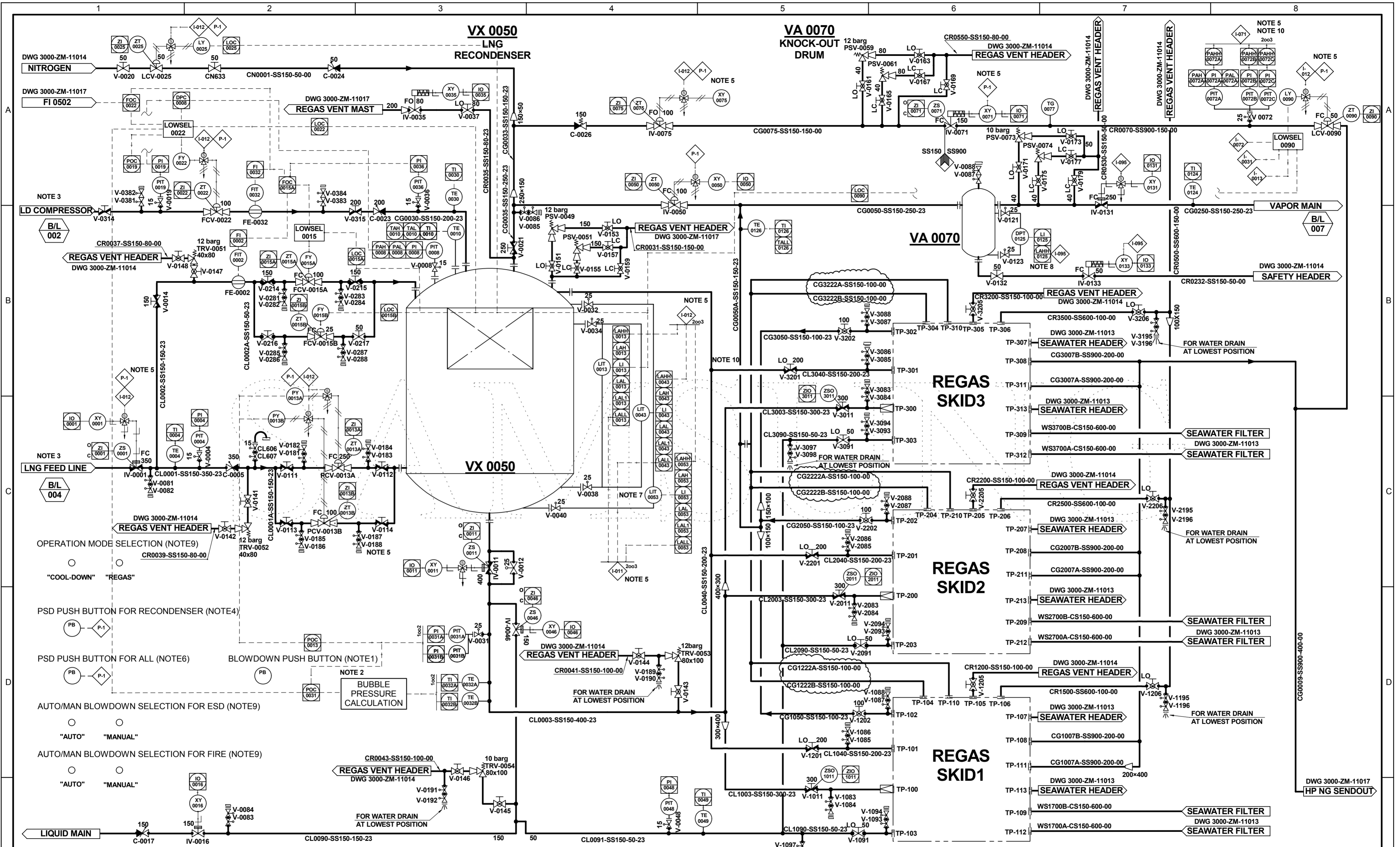
POS.	KKS	DESCRIPTION	DRWG. No.
1	00EKB10	FUEL GAS LIQUID AND DUST SEPARATOR (2X100%)	SGP/00/E/EK-----EF24/EA/100
2	00EKR10	FUEL GAS CONDENSATE COLLECTING TANK (1X100%)	SGP/00/E/EK-----EF24/EA/100
3	00EKU10	FUEL GAS METERING AND CHROMATOGRAPH (2X100%)	SGP/00/E/EK-----EF23/EA/100
4	00EKD10	FUEL GAS PRESSURE REDUCING STATION TO GT's (3x50%)	SGP/00/E/EK-----EF26/EA/100
5	00EKD20	FUEL GAS PRESSURE REDUCING STATION (2x100%) FOR HRSG SUPPLEMENTARY FIRING AND AUXILIARY BOILER	SGP/00/E/EK-----EF26/EA/100



FOR CONTINUATION SEE GENERAL ARRANGEMENT- WASTE WATER TREATMENT DWG. SGP/10/E/UGS-----AD/GA/001

PLAN VIEW AT +00.00 m

1	2	3	4	5	6	7	8																																																																																																																																
PIPING SYMBOL		VALVE SYMBOL		CONTROL AND OPERATING DEVICE		TAGGING OF PIPING AND LINE		TAGGING OF INSTRUMENTATION / EQUIPMENT		IDENTIFICATION OF PIPING																																																																																																																													
<p>- - NOT CONNECTED CROSSING PIPES</p> <p>⊕ CONNECTED CROSSING PIPES</p> <p>⊥ TEE PIPE</p> <p>~ FLEXIBLE JOINT FLEXIBLE PIPE JOINT</p> <p>⊥ FLANGED JOINT</p> <p>⊥ REDUCER</p> <p>⊥ SCREWED JOINT</p> <p>⊥ WELDED JOINT</p> <p>⊥ SLEEVE TYPE EXPANSION JOINT</p> <p>⊥ DRESSER TYPE EXPANSION JOINT</p> <p>⊥ BELLOWS TYPE EXPANSION JOINT</p> <p>⊥ RUBBER COMPENSATOR</p> <p>⊥ EXPANSION PIPE JOINT</p> <p>⊥ BLANK(BLIND) FLANGE</p> <p>⊥ SPOOL PIECE</p> <p>⊥ HOSE COUPLING</p> <p>⊥ SPECTACLE FLANGE (OPEN)</p> <p>⊥ SPECTACLE FLANGE (CLOSE)</p> <p>⊥ CONICAL TYPE STRAINER</p> <p>⊥ SIMPLEX STRAINER</p> <p>⊥ Y TYPE STRAINER</p> <p>⊥ ORIFICE</p> <p>⊥ FLOWMETER</p> <p>⊥ RUPTURE DISC</p> <p>⊥ OFF CONNECTION</p> <p>⊥ PIPING SPEC BREAK</p> <p>⊥ TIE POINT</p> <p>⊥ BATTERY LIMIT</p>		<p>⊥ GLOBE STOP VALVE</p> <p>⊥ 3-WAY VALVE</p> <p>⊥ LIFT CHECK VALVE (ARROWHEAD MAY BE OMITTED)</p> <p>⊥ SCREW DOWN STOP CHECK VALVE (ARROWHEAD MAY BE OMITTED)</p> <p>⊥ SWING CHECK VALVE (ARROWHEAD MAY BE OMITTED)</p> <p>⊥ PRESSURE REDUCING VALVE</p> <p>⊥ SPRING LOADED CHECK VALVE (FLAP) (ARROWHEAD MAY BE OMITTED)</p> <p>⊥ FLAP SWING CHECK VALVE (ARROWHEAD MAY BE OMITTED)</p> <p>⊥ SAFETY VALVE</p> <p>⊥ SELF CLOSING VALVE (ARROWHEAD MAY BE OMITTED)</p> <p>⊥ REGULATING VALVE</p> <p>⊥ BUTTERFLY VALVE (WAFER)</p> <p>⊥ BUTTERFLY VALVE (FLANGED OR LUGGED)</p> <p>⊥ GATE VALVE</p> <p>⊥ HOSE VALVE</p> <p>⊥ NEEDLE VALVE</p> <p>⊥ RELIEF VALVE</p> <p>⊥ COCK</p> <p>⊥ 3-WAY COCK (L-PORT)</p> <p>⊥ 3-WAY COCK (T-PORT)</p> <p>⊥ BALL VALVE</p> <p>⊥ 3-WAY BALL VALVE (L-PORT)</p> <p>⊥ 3-WAY BALL VALVE (T-PORT)</p> <p>⊥ REMOTE OPERATED VALVE</p> <p>⊥ SELF REGULATING VALVE</p>		<p>⊥ HAND-OPERATED</p> <p>⊥ REMOTE CONTROL</p> <p>⊥ SPRING</p> <p>⊥ WEIGHT</p> <p>⊥ FLOAT</p> <p>⊥ HYDRAULIC CONTROL</p> <p>⊥ DIAPHRAGM MEMBRANE</p> <p>⊥ SOLENOID DRIVEN</p> <p>⊥ LOCKED CLOSED</p> <p>⊥ LOCKED OPENED</p> <p>⊥ NORMAL OPENED</p> <p>⊥ NORMAL CLOSED</p> <p>⊥ THE SIGNAL IS HARD WIRED TO MAIN DCS</p> <p>⊥ HYDRAULIC CONTROL WITH SINGLE ACTING ACTUATOR</p>		<p>AA B XXX Y EENN DD CC</p> <p>AA IDENTIFICATION OF PIPING</p> <p>B EQUIPMENT LOCATION CODE</p> <p>XXX SEQUENTIAL NUMBER</p> <p>Y PARALLEL ITEM</p> <p>EENN PIPING CLASS IDENTITY</p> <p>DD NOMINAL DIAMETER (DN)</p> <p>CC INSULATION CLASS</p>		<p>AA B XXX Y</p> <p>AA IDENTIFICATION OF LETTER / EQUIPMENT</p> <p>B EQUIPMENT LOCATION CODE</p> <p>XXX SEQUENTIAL NUMBER</p> <p>Y PARALLEL ITEM</p>		<p>CL LIQUID LINE</p> <p>CS SPRAY / STRIPPING LINE</p> <p>CG VAPOUR / GAS LINE</p> <p>CN NITROGEN LINE</p> <p>CR RELIEF LINE</p> <p>SA SAMPLING LINE</p> <p>FM FLOW METER</p> <p>WS HEATING SEAWATER LINE</p>																																																																																																																													
						IDENTIFICATION OF LETTERS		EQUIPMENT IDENTIFICATION																																																																																																																															
						<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1st LETTER</th> <th>2nd LETTER</th> <th>3rd LETTER</th> <th>4th LETTER</th> <th>5th LETTER</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>A</td><td>ABSOLUTE</td><td>ALARM / ABNORMAL</td><td>ALARM</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>C</td><td></td><td>CONTROL</td><td>CONTROL / CLOSE</td><td>CONTROL</td><td></td></tr> <tr><td>D</td><td>DIFFERENTIAL</td><td>DIFFERENTIAL</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>E</td><td>EXTREME</td><td>ELEMENT</td><td>EXTREME</td><td>ELEMENT</td><td></td></tr> <tr><td>F</td><td>FLOW/FLOAT</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>G</td><td>GAS</td><td>GAUGE</td><td>GAUGE</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>H</td><td>HAND</td><td>HIGH</td><td>HIGH</td><td>HIGH</td><td>HIGH</td></tr> <tr><td>I</td><td>CONSOLE OPERATED</td><td>INDICATOR</td><td>INDICATOR</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>L</td><td>LEVEL</td><td>LEVEL / LIGHT</td><td>LOW / LEVEL</td><td>LOW</td><td>LOW</td></tr> <tr><td>P</td><td>PRESSURE</td><td>PRESSURE</td><td>OPEN</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>O</td><td></td><td>OUTPUT</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>R</td><td></td><td>RELIEF / READY</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>S</td><td>STATE</td><td>SWITCH / SAFETY</td><td>SWITCH</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>T</td><td>TEMPERATURE</td><td>TRANSMITTER</td><td>TRANSMITTER</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>U</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>V</td><td>VERY / VELOCITY</td><td>VALVE</td><td>VALVE</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>W</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>X</td><td>VIBRATION / OTHER</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Y</td><td></td><td>POSITIONER/SOLENOID</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Z</td><td>POSITION</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>			1st LETTER	2nd LETTER	3rd LETTER	4th LETTER	5th LETTER	A	ABSOLUTE	ALARM / ABNORMAL	ALARM			C		CONTROL	CONTROL / CLOSE	CONTROL		D	DIFFERENTIAL	DIFFERENTIAL				E	EXTREME	ELEMENT	EXTREME	ELEMENT		F	FLOW/FLOAT					G	GAS	GAUGE	GAUGE			H	HAND	HIGH	HIGH	HIGH	HIGH	I	CONSOLE OPERATED	INDICATOR	INDICATOR			L	LEVEL	LEVEL / LIGHT	LOW / LEVEL	LOW	LOW	P	PRESSURE	PRESSURE	OPEN			O		OUTPUT				R		RELIEF / READY				S	STATE	SWITCH / SAFETY	SWITCH			T	TEMPERATURE	TRANSMITTER	TRANSMITTER			U						V	VERY / VELOCITY	VALVE	VALVE			W						X	VIBRATION / OTHER					Y		POSITIONER/SOLENOID				Z	POSITION					<p>CA REGENERATIVE FILTER</p> <p>HA SHELL AND TUBE HEAT EXCHANGER</p> <p>PA CENTRIFUGAL PUMP</p> <p>VA SEPERATOR</p>	
	1st LETTER	2nd LETTER	3rd LETTER	4th LETTER	5th LETTER																																																																																																																																		
A	ABSOLUTE	ALARM / ABNORMAL	ALARM																																																																																																																																				
C		CONTROL	CONTROL / CLOSE	CONTROL																																																																																																																																			
D	DIFFERENTIAL	DIFFERENTIAL																																																																																																																																					
E	EXTREME	ELEMENT	EXTREME	ELEMENT																																																																																																																																			
F	FLOW/FLOAT																																																																																																																																						
G	GAS	GAUGE	GAUGE																																																																																																																																				
H	HAND	HIGH	HIGH	HIGH	HIGH																																																																																																																																		
I	CONSOLE OPERATED	INDICATOR	INDICATOR																																																																																																																																				
L	LEVEL	LEVEL / LIGHT	LOW / LEVEL	LOW	LOW																																																																																																																																		
P	PRESSURE	PRESSURE	OPEN																																																																																																																																				
O		OUTPUT																																																																																																																																					
R		RELIEF / READY																																																																																																																																					
S	STATE	SWITCH / SAFETY	SWITCH																																																																																																																																				
T	TEMPERATURE	TRANSMITTER	TRANSMITTER																																																																																																																																				
U																																																																																																																																							
V	VERY / VELOCITY	VALVE	VALVE																																																																																																																																				
W																																																																																																																																							
X	VIBRATION / OTHER																																																																																																																																						
Y		POSITIONER/SOLENOID																																																																																																																																					
Z	POSITION																																																																																																																																						
								INSULATION CLASS																																																																																																																															
								<p>0 NO INSULATION</p> <p>1 HEAT CONSERVATION</p> <p>2 COLD MEDIUM CONSERVATION</p> <p>3 PERSONNEL PROTECTION</p>																																																																																																																															
				TAG BALLOONS																																																																																																																																			
				<p>⊙ INSTRUMENT LOCAL</p> <p>⊙ REGAS CONSOLE INSTURMENT REMOTE LOCATION</p> <p>⊙ MAIN CONTROL PANEL MOUNTED (HARD WIRED)</p> <p>⊙ LOW SEL LOW SELECTOR</p> <p>⊙ INTERLOCK</p> <p>⊙ LIMIT SWITCH WITH OPEN/CLOSE BOTH POSITION</p>																																																																																																																																			
		CONNECTION TYPE		GENERAL NOTES																																																																																																																																			
		<p>⊥ FLANGED END</p> <p>⊥ SCREWED END</p> <p>⊥ WELDING END</p>																																																																																																																																					
EQUIPMENT SYMBOL		LINES																																																																																																																																					
<p>⊙ CENTRIFUGAL PUMP</p> <p>⊙ SHELL & TUBE HEAT EXCHANGER</p> <p>⊙ ELECTRICAL MOTOR</p> <p>⊙ SUBMERGED HIGH PRESSURE PUMP</p> <p>⊙ VESSEL</p>		<p>— PRIMARY LINE</p> <p>⊥ PNEUMATIC LINE</p> <p>⊥ HYDRAULIC LINE</p> <p>⊥ CAPILLARY LINE</p> <p>⊥ ELECTRIC LINE</p> <p>⊥ SOFTWARE LINK</p> <p>⊥ SKID LIMITS</p>																																																																																																																																					
										<table border="1"> <tr> <td colspan="8">TITLE : REGAS</td> </tr> <tr> <td colspan="8">P&ID - LNG Regasification PIPING SYMBOLS AND LEGEND</td> </tr> <tr> <td colspan="2">HULL NO.:</td> <td colspan="2">DWG. NO. :</td> <td colspan="2">01</td> <td colspan="2">00</td> </tr> <tr> <td colspan="2">1</td> <td colspan="2">2016.01.08</td> <td colspan="2">History continued from SN2056</td> <td colspan="2">JCL GJG HBY</td> </tr> <tr> <td>REV</td> <td>DATE</td> <td>DESCRIPTION</td> <td>DGN</td> <td>CHK</td> <td>APP</td> <td>CLIENT</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		TITLE : REGAS								P&ID - LNG Regasification PIPING SYMBOLS AND LEGEND								HULL NO.:		DWG. NO. :		01		00		1		2016.01.08		History continued from SN2056		JCL GJG HBY		REV	DATE	DESCRIPTION	DGN	CHK	APP	CLIENT																																																																																					
TITLE : REGAS																																																																																																																																							
P&ID - LNG Regasification PIPING SYMBOLS AND LEGEND																																																																																																																																							
HULL NO.:		DWG. NO. :		01		00																																																																																																																																	
1		2016.01.08		History continued from SN2056		JCL GJG HBY																																																																																																																																	
REV	DATE	DESCRIPTION	DGN	CHK	APP	CLIENT																																																																																																																																	
										<p>SAMSUNG SAMSUNG HEAVY INDUSTRIES CO., LTD</p>																																																																																																																													



NOTES:

1. LOCATED AT CARGO CONTROL CONSOLE.
2. LD COMPRESSOR LOAD IS LIMITED BY LNG CONDITION AT THE SUCTION OF HP BOOSTER PUMP.
3. COMMUNICATION SIGNALS TO BE CONFIRMED LATER.
4. LOCATE AT LOCAL. (NEAR TO THE RECONDENSER)
5. P-1: PSD1 (REGAS SYSTEM ALL PSD)
P-2: PSD2 (SHUTDOWN SKID)
I-011: LALL-LI 0013/0043/0053
I-012: LAHH-LI 0013/0043/0053
I-071: PAHH-PI 0072 A/B/C
I-095: LAHH-LI 0125
6. LOCATE AT BOSUN STORE ENTRANCE, FWD END TRUNK DK, HIGH PRESS. MANIFOLD PORT/STBD (TOTAL 4 EA AT LOCAL).
7. MINIMUM DISTANCE FROM NOZZLE TO LIT: 4m.
8. IF THE LEVEL IS INDICATED, INTERLOCK IS ACTIVATED.
9. MODE SELECTION IS PREPARED ON THE REGAS CONTROL MIMIC.
10. PSD VOTING FUNCTION AS 2 OUT OF 3 BY ONE(1) PCS SIGNAL AND TWO(2) PSD SIGNAL

TITLE : REGAS

P&ID - LNG Regasification

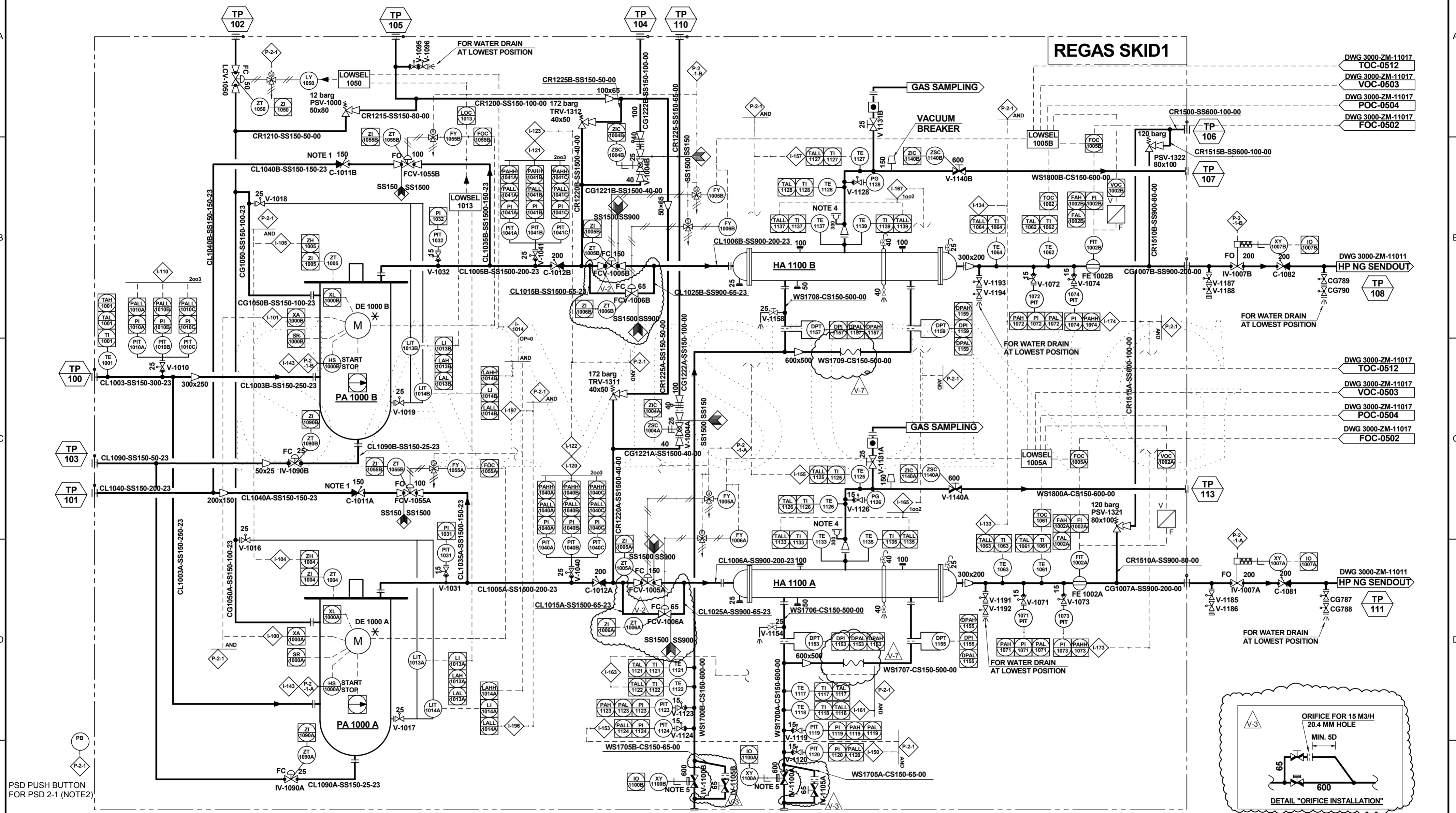
HULL NO.:	SN 2189	DWG.NO.:	3000-PID-10009	01	01	05
REV	DATE	DESCRIPTION	DGN	CHK	APP	CLIENT
1	2016.01.08	History continued from SN2056	JCL	GJG	HBV	

SAMSUNG SAMSUNG HEAVY INDUSTRIES CO., LTD

**PA 1000 A/B
HIGH PRESSURE
BOOSTER PUMP**

**HA 1100 A/B
LNG/SEAWATER
HEAT EXCHANGER**

REGAS SKID1

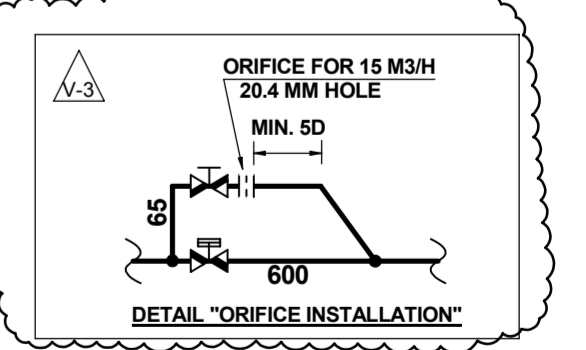


- DWG 3000-ZM-11017
TOC-0512
- DWG 3000-ZM-11017
VOC-0503
- DWG 3000-ZM-11017
POC-0504
- DWG 3000-ZM-11017
FOC-0502

- DWG 3000-ZM-11017
TOC-0512
- DWG 3000-ZM-11017
VOC-0503
- DWG 3000-ZM-11017
POC-0504
- DWG 3000-ZM-11017
FOC-0502

- DWG 3000-ZM-11011
HP NG SENDOUT
- TP 108
- DWG 3000-ZM-11017
TOC-0512
- DWG 3000-ZM-11017
VOC-0503
- DWG 3000-ZM-11017
POC-0504
- DWG 3000-ZM-11017
FOC-0502

- DWG 3000-ZM-11011
HP NG SENDOUT
- TP 111
- DWG 3000-ZM-11017
TOC-0512
- DWG 3000-ZM-11017
VOC-0503
- DWG 3000-ZM-11017
POC-0504
- DWG 3000-ZM-11017
FOC-0502



NOTES:

1. CONTAINS DRAIN HOLE
2. LOCATED AT NEAR TO SKID 1
3. P-1: PSD1 (REGAS SYSTEM ALL PSD)
P-2-1: PSD2 (SHUTDOWN SKID #1)
P-2-1-A: PSD2 (SHUTDOWN SKID #1 TRAIN A)
P-2-1-B: PSD2 (SHUTDOWN SKID #1 TRAIN B)
I-100: MOTOR A FAULT
I-101: MOTOR B FAULT
- I-104: PUMP A POSITION LL (ZI 1004)
I-105: PUMP B POSITION LL (ZI 1005)
I-110: PALL-PI 1010A/1010B/1010C
I-120: PALL-PI 1040A/B/C
I-121: PALL-PI 1041A/B/C
I-122: PAHH-PI 1040A/B/C
I-123: PAHH-PI 1040A/B/C
I-133: TALL-TI 1063
I-134: TALL-TI 1064
I-143: CARGO FEED PUMP TRIP (Time delay 3min.)
- I-150: PALL-PI 1120
I-153: PALL-PI 1124
I-155: TALL-TI 1125
I-157: TALL-TI 1127
I-161: TALL-TI 1118
I-163: TALL-TI 1122
I-165: TALL-TI 1133/1135
I-167: TALL-TI 1137/1139
I-173: PAHH-PI 1073
I-174: PAHH-PI 1074
4. THE OUTLET FLOW OF RUPTURE DISC TO BE DIRECTED TOWARD OPEN DECK
5. THE VALVE WILL BE KEPT POSITION IN CASE OF FAILURE

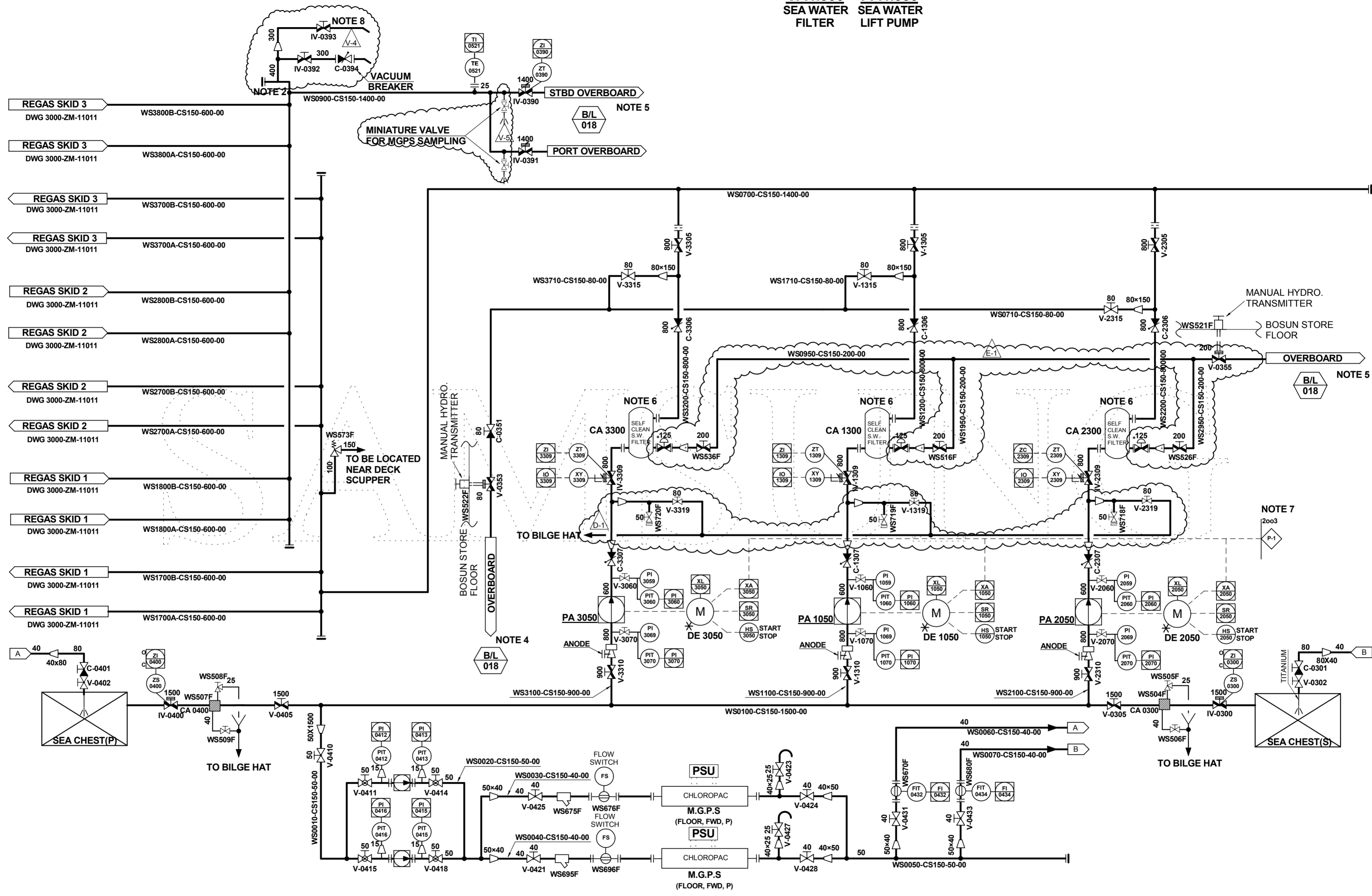
TITLE : REGAS

P&ID - LNG Regasification

REV	DATE	DESCRIPTION	DGN	CHK	APP	CLIENT
1	2016.01.08	History continued from SN2056	JCL	GJG	HBV	

HULL NO.:	SN 2189	DWG. NO.:	3000-PID-10009	01	02	05
SAMSUNG SAMSUNG HEAVY INDUSTRIES CO., LTD						

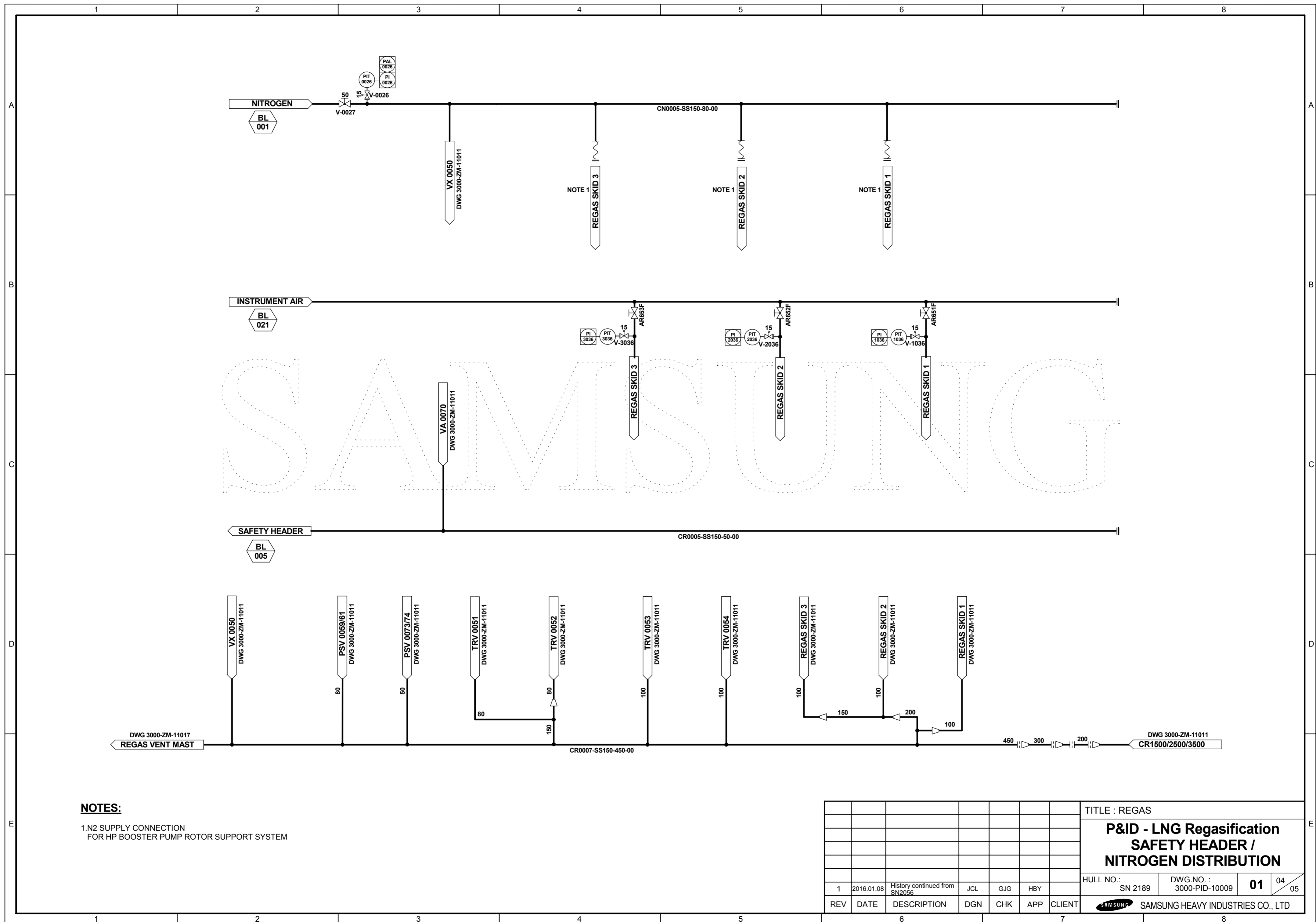
CA n300 PA n050
SEA WATER FILTER LIFT PUMP



NOTES:

1. THIS DRAWING SHALL BE REVISED IN ACCORDANCE WITH VENDOR'S DESIGN
2. CONSIDER VACUUM BREAKER AT HIGHEST POINT
3. P-1: PSD1 (REGAS SYSTEM ALL PSD)
4. DRAIN OVERBOARD ABOVE SEA WATER LEVEL
5. OVERBOARD BELOW NORMAL DRAFT LEVEL.
6. ONE BY ONE SEAWATER FILTER IS FLUSHED.
7. REFER THE REGASIFICATION CONTROL PHILOSOPHY (3000-IC-15050) FOR THE DETAILS.
8. IV-0393 IS FOR ADJUSTING VACUUM THROUGH THE VACUUM BREAKER. THIS VALVE SHOULD BE CLOSED WHEN ANY OF SW LIFT PUMP STARTS.

						TITLE : REGAS	
						P&ID - LNG Regasification	
HULL NO.:		DWG. NO.:		REV		DATE	
SN 2189		3000-PID-10009		01		03	
REV		DATE		DESCRIPTION		CLIENT	
1		2016.01.08		History continued from SN2056		SAMSUNG SAMSUNG HEAVY INDUSTRIES CO., LTD	
				DGN		CHK	
				APP		CLIENT	
				GJG		HBV	

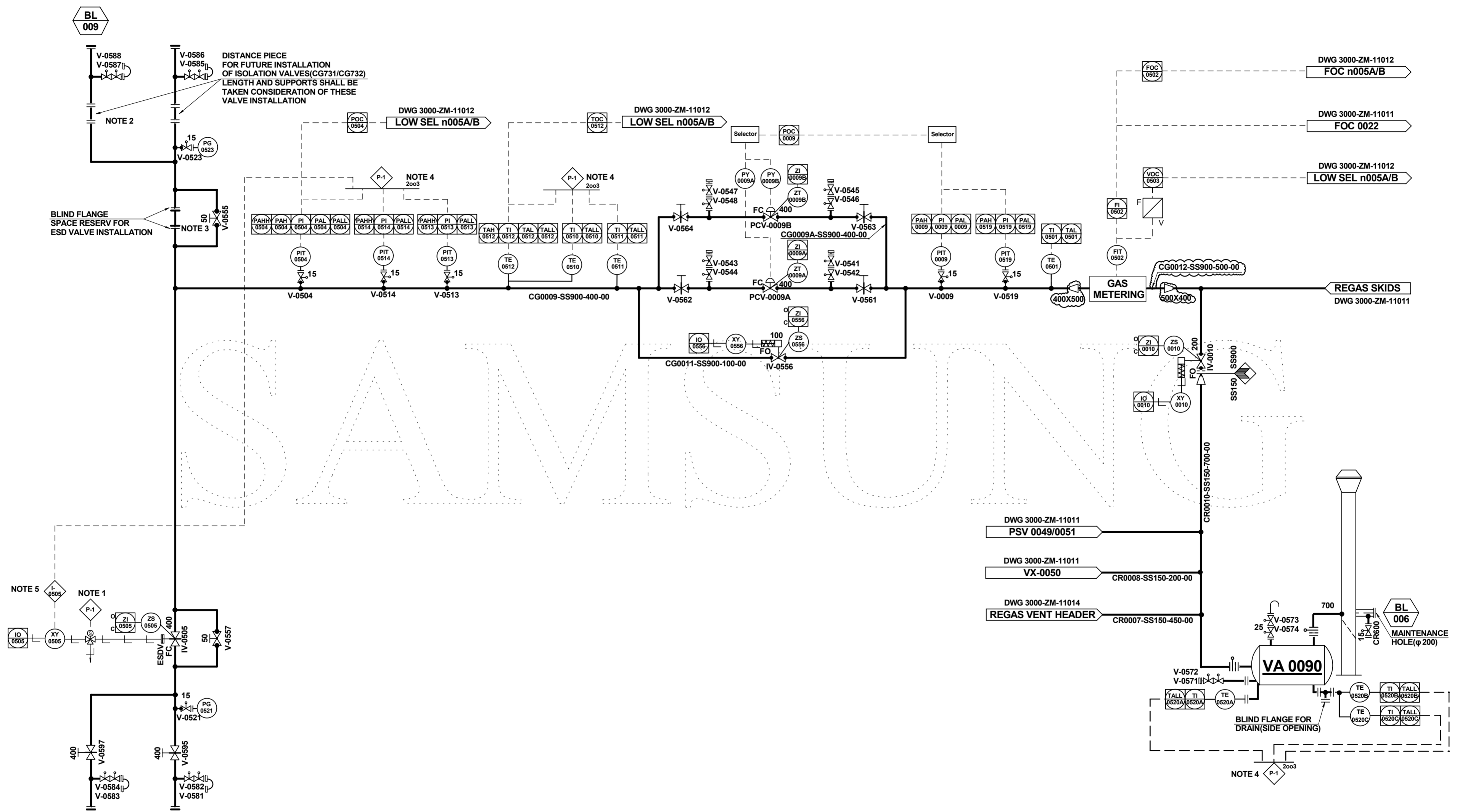


NOTES:

1. N2 SUPPLY CONNECTION FOR HP BOOSTER PUMP ROTOR SUPPORT SYSTEM

							TITLE : REGAS	
							P&ID - LNG Regasification SAFETY HEADER / NITROGEN DISTRIBUTION	
							HULL NO.:	DWG. NO.:
							SN 2189	3000-PID-10009
							01	04
							05	
REV	DATE	DESCRIPTION	DGN	CHK	APP	CLIENT	SAMSUNG SAMSUNG HEAVY INDUSTRIES CO., LTD	
1	2016.01.08	History continued from SN2056	JCL	GJG	HBV			

VA 0090
VENT KNOCK-OUT
DRUM



NOTES:

- | | | |
|--|---|--|
| <p>1. P-1: PSD1 (REGAS SYSTEM ALL PSD)
P-2: PSD2 (SHUTDOWN SKID)
I-041: PAHH-PI 0504/0513/0514
I-511: TALL-TI 0511/0512
I-513: PALL-PI 0504/0513/0514
I-519: PAHH-PI 0519
I-520: TALL-TI 0520A/B/C</p> | <p>2. DISTANCE PIECE FOR FUTURE INSTALLATION OF ISOLATION VALVES (V-0595/ V-0597) LENGTH AND SUPPORTS SHALL BE TAKEN CONSIDERATION OF THESE VALVE INSTALLATION</p> <p>3. BLIND FLANGE SPACE RESERV FOR ESD VALVE INSTALLATION</p> | <p>4. PSD VOTING FUNCTION AS 2 OUT OF 3 BY ONE(1) PCS SIGNAL AND TWO(2) PSD SIGNAL</p> <p>5. PRESSURE DIFFERENCE INTERLOCK FOR ESDV OPEN</p> |
|--|---|--|

							TITLE : REGAS	
							P&ID - LNG Regasification HIGH PRESSURE NG SENDOUT LINE	
							HULL NO.:	SN 2189
							DWG. NO. :	3000-PID-10009
							01	05
1	2016.01.08	History continued from SN2056	JCL	GJG	HBV			
REV	DATE	DESCRIPTION	DGN	CHK	APP	CLIENT		
							SAMSUNG HEAVY INDUSTRIES CO., LTD	

STANDARD	표준명 : HEAT AND MATERIAL BALANCE	표준등록번호	PAGE
			1 / 1

Rev. Code	Revised By	Rev. Code	Revised By
A	Authority Request	F	Detail Calculation By Yard
B	Owner's Request	G	Other Design Section At Yard
C	Classification Request	M	Design Mistake
D	Detail Arrangement At Yard	V	Design Improvement
E	Equipment Maker's Recommendation	S	According to building specification
		T	KC1's Recommendation

Rev. No.	Code	Description	Page
1		History continued from SN2056 revision 01	


--	--	--	--

CASE 1-1 LEAN COMPOSITION_MAX FLOW_WITHOUT RECONDENSER

STREAM IDENTIFICATION	NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
	NAME	LNG from Cargo tank	BOG	LNG to Regas Plant	LNG to Regas skid 1	HP pump A inlet	HP pump B inlet	HP LNG from HP pump A	HP LNG from HP pump B	Vaporized NG from H/E A	Vaporized NG from H/E B	Vaporized NG from Regas skid 1	Seawater from SW lift pump	SW supply to H/E A	SW supply to H/E B	SW from H/E A	SW from H/E B	SW from Regas skid 1	
	Phase	L	V	L	L	L	L	L	L	L	V	V	V	L	L	L	L	L	L
	Vapor Fraction	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Temperature	C	-160.00	45.00	-160.00	-160.00	-160.00	-160.00	-152.80	-152.80	5.00	5.00	5.00	14.03	14.03	14.03	7.00	7.00	7.00	
Pressure	barg	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	109.00	109.00	105.00	105.00	105.00	3.50	3.50	3.50	1.50	1.50	1.50	
Molecular Weight	kg/mol	16.52	17.24	16.52	16.52	16.52	16.52	16.52	16.52	16.52	16.52	16.52	18.73	18.73	18.73	18.73	18.73	18.73	
Molar Flow Rate	kmol/h	12475.15	0.00	12475.15	12475.15	6237.57	6237.57	6237.57	6237.57	6237.57	6237.57	12475.15	261933.39	130966.69	130966.69	130966.69	130966.69	261933.39	
Mass Flow Rate	kg/h	206059.21	0.00	206059.21	206059.21	103029.60	103029.60	103029.60	103029.60	103029.60	103029.60	206059.21	4907199.00	2453599.52	2453599.52	2453599.52	2453599.52	4907199.03	
Volume Flow Rate	m3/h	476.97	0.00	476.97	476.97	238.49	238.49	238.76	238.76	1038.51	1038.51	2077.02	4800.14	2400.07	2400.07	2398.75	2398.75	4797.50	
Std. Gas Flow	MMSCFD	250.00	0.00	250.00	250.00	125.00	125.00	125.00	125.00	125.00	125.00	250.00	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
Actual Density	kg/m3	432.01	3.62	432.01	432.01	432.01	432.01	431.51	431.51	99.21	99.21	99.21	1022.33	1022.30	1022.30	1022.87	1022.87	1022.87	
Enthalpy	kJ/kg	-5384.25	-3873.57	-5384.25	-5384.25	-5384.25	-5384.25	-5347.60	-5347.60	-4675.14	-4675.14	-4675.14	-15362.73	-15362.73	-15362.73	-15390.97	-15390.97	-15390.97	
COMPONENT mol%																			
Methane		96.64	90.00	96.64	96.64	96.64	96.64	96.64	96.64	96.64	96.64	96.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Ethane		1.96	0.00	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Propane		0.20	0.00	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
i-Butane		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
n-Butane		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
i-Pentane		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
n-Pentane		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Nitrogen		1.20	10.00	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Seawater		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	

NOTES

1. MATERIAL BALANCE ON THIS SHEET IS BASED ON HYSYS V7.2


							TITLE : REGASIFICATION PLANT			
							HEAT & MATERIAL BALANCE			
1	2016.01.08	Issue for SN 2189	JCL	GJG	HBV		HULL NO. :	DWG.NO.:	1	01/12
REV	DATE	DESCRIPTION	DGN	CHK	APP	CLIENT				

CASE 1-2 LEAN COMPOSITION_MIN FLOW_WITHOUT RECONDENSER

STREAM IDENTIFICATION	NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	NAME	LNG from Cargo tank	BOG	LNG to Regas Plant	LNG to Regas skid 1	HP pump A inlet	HP pump B inlet	HP LNG from HP pump A	HP LNG from HP pump B	Vaporized NG from H/E A	Vaporized NG from H/E B	Vaporized NG from Regas skid 1	Seawater from SW lift pump	SW supply to H/E A	SW supply to H/E B	SW from H/E A	SW from H/E B	SW from Regas skid 1
	Phase	L	V	L	L	L	L	L	L	V	V	V	L	L	L	L	L	L
Vapor Fraction	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Temperature	C	-160.00	45.00	-160.00	-160.00	-160.00	-160.00	-152.80	-152.80	5.00	5.00	5.00	14.03	14.03	14.03	7.00	7.00	7.00
Pressure	barg	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	109.00	109.00	105.00	105.00	105.00	3.50	3.50	3.50	1.50	1.50	1.50
Molecular Weight	kg/mol	16.52	17.24	16.52	16.52	16.52	16.52	16.52	16.52	16.52	16.52	16.52	18.73	18.73	18.73	18.73	18.73	18.73
Molar Flow Rate	kmol/h	2495.03	0.00	2495.03	2495.03	2495.03	0.00	2495.03	0.00	2495.03	0.00	2495.03	52386.68	52386.68	0.00	52386.68	0.00	52386.68
Mass Flow Rate	kg/h	41211.84	0.00	41211.84	41211.84	41211.84	0.00	41211.84	0.00	41211.84	0.00	41211.84	981439.81	981439.81	0.00	981439.81	0.00	981439.81
Volume Flow Rate	m3/h	95.39	0.00	95.39	95.39	95.39	0.00	95.51	0.00	415.40	0.00	415.40	960.03	960.03	0.00	959.50	0.00	959.50
Std. Gas Flow	MMSCFD	50.00	0.00	50.00	50.00	50.00	0.00	50.00	0.00	50.00	0.00	50.00	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Actual Density	kg/m3	432.01	3.62	432.01	432.01	432.01	432.01	431.51	431.51	99.21	99.21	99.21	1022.30	1022.30	1022.30	1022.87	1022.87	1022.87
Enthalpy	kJ/kg	-5384.25	-3873.57	-5384.25	-5384.25	-5384.25	-5384.25	-5347.60	-5347.60	-4675.14	-4675.14	-4675.14	-15362.73	-15362.73	-15362.73	-15390.97	-15390.97	-15390.97
COMPONENT	mol%																	
Methane		96.64	90.00	96.64	96.64	96.64	96.64	96.64	96.64	96.64	96.64	96.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ethane		1.96	0.00	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Propane		0.20	0.00	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
i-Butane		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
n-Butane		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
i-Pentane		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
n-Pentane		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nitrogen		1.20	10.00	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Seawater		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

NOTES

1. MATERIAL BALANCE ON THIS SHEET IS BASED ON HYSYS V7.2


							TITLE : REGASIFICATION PLANT		
							HEAT & MATERIAL BALANCE		
1	2016.01.08	Issue for SN 2189	JCL	GJG	HBV		HULL NO. :	DWG.NO.:	1 / 02
REV	DATE	DESCRIPTION	DGN	CHK	APP	CLIENT			

CASE 1-3 LEAN COMPOSITION_MAX FLOW_WITH RECONDENSER

STREAM IDENTIFICATION	NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
	NAME	LNG from Cargo tank	BOG	LNG to Regas Plant	LNG to Regas skid 1	HP pump A inlet	HP pump B inlet	HP LNG from HP pump A	HP LNG from HP pump B	Vaporized NG from H/E A	Vaporized NG from H/E B	Vaporized NG from Regas skid 1	Seawater from SW lift pump	SW supply to H/E A	SW supply to H/E B	SW from H/E A	SW from H/E B	SW from Regas skid 1	
	Phase	L	V	L	L	L	L	L	L	V	V	V	L	L	L	L	L	L	
	Vapor Fraction	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	
Temperature	C	-160.00	45.00	-153.37	-153.37	-153.37	-153.37	-145.68	-145.68	5.00	5.00	5.00	14.03	14.03	14.03	7.00	7.00	7.00	
Pressure	barg	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	109.00	109.00	105.00	105.00	105.00	3.50	3.50	3.50	1.50	1.50	1.50	
Molecular Weight	kg/mol	16.52	17.24	16.54	16.54	16.54	16.54	16.54	16.54	16.54	16.54	16.54	18.73	18.73	18.73	18.73	18.73	18.73	
Molar Flow Rate	kmol/h	12156.12	319.03	12475.15	12475.15	6237.57	6237.57	6237.57	6237.57	6237.57	6237.57	12475.15	252554.98	126277.49	126277.49	126277.49	126277.49	252554.98	
Mass Flow Rate	kg/h	200789.65	5500.00	206289.65	206289.65	103144.82	103144.82	103144.82	103144.82	103144.82	103144.82	206289.65	4731499.00	2365749.51	2365749.49	2365749.51	2365749.49	4731499.00	
Volume Flow Rate	m3/h	464.78	1517.51	488.49	488.49	244.24	244.24	244.29	244.29	1039.92	1039.92	2079.84	4628.27	2314.14	2314.14	2312.87	2312.87	4625.73	
Std. Gas Flow	MMSCFD	243.61	6.39	250.00	250.00	125.00	125.00	125.00	125.00	125.00	125.00	250.00	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
Actual Density	kg/m3	432.01	3.62	422.30	422.30	422.30	422.30	422.22	422.22	99.19	99.19	99.19	1022.30	1022.30	1022.30	1022.87	1022.87	1022.87	
Enthalpy	kJ/kg	-5384.25	-3873.57	-5343.97	-5343.97	-5343.97	-5343.97	-5306.48	-5306.48	-4658.82	-4658.82	-4658.82	-15362.73	-15362.73	-15362.73	-15390.97	-15390.97	-15390.97	
COMPONENT		mol%																	
Methane		96.64	90.00	96.47	96.47	96.47	96.47	96.47	96.47	96.47	96.47	96.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Ethane		1.96	0.00	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Propane		0.20	0.00	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
i-Butane		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
n-Butane		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
i-Pentane		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
n-Pentane		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Nitrogen		1.20	10.00	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Seawater		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	

NOTES

1. MATERIAL BALANCE ON THIS SHEET IS BASED ON HYSYS V7.2


							TITLE : REGASIFICATION PLANT				
							HEAT & MATERIAL BALANCE				
1	2016.01.08	Issue for SN 2189	JCL	GJG	HYB		HULL NO. :	DWG.NO.:	1	03	12
REV	DATE	DESCRIPTION	DGN	CHK	APP	CLIENT					

CASE 1-4 LEAN COMPOSITION_MIN FLOW_WITH RECONDENSER

STREAM IDENTIFICATION	NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
	NAME	LNG from Cargo tank	BOG	LNG to Regas Plant	LNG to Regas skid 1	HP pump A inlet	HP pump B inlet	HP LNG from HP pump A	HP LNG from HP pump B	Vaporized NG from H/E A	Vaporized NG from H/E B	Vaporized NG from Regas skid 1	Seawater from SW lift pump	SW supply to H/E A	SW supply to H/E B	SW from H/E A	SW from H/E B	SW from Regas skid 1	
	Phase	L	V	L	L	L	L	L	L	V	V	V	L	L	L	L	L	L	L
	Vapor Fraction	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Temperature	C	-160.00	45.00	-139.46	-139.46	-139.46	-139.46	-130.48	-130.48	5.00	5.00	5.00	14.03	14.03	14.03	7.00	7.00	7.00	
Pressure	barg	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	109.00	109.00	105.00	105.00	105.00	3.50	3.50	3.50	1.50	1.50	1.50	
Molecular Weight	kg/mol	16.52	17.24	16.58	16.58	16.58	16.58	16.58	16.58	16.58	16.58	16.58	18.73	18.73	18.73	18.73	18.73	18.73	
Molar Flow Rate	kmol/h	2291.92	203.11	2495.03	2495.03	2495.03	0.00	2495.03	0.00	2495.03	0.00	2495.03	46392.43	46392.43	0.00	46392.43	0.00	46392.43	
Mass Flow Rate	kg/h	37856.93	3501.62	41358.55	41358.55	41358.55	0.00	41358.55	0.00	41358.55	0.00	41358.55	869140.42	869140.42	0.00	869140.42	0.00	869140.42	
Volume Flow Rate	m3/h	87.63	966.14	103.39	103.39	103.39	0.00	103.13	0.00	417.20	0.00	417.20	850.18	850.18	0.00	849.71	0.00	849.71	
Std. Gas Flow	MMSCFD	45.93	4.07	50.00	50.00	50.00	0.00	50.00	0.00	50.00	0.00	50.00	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
Actual Density	kg/m3	432.01	3.62	400.01	400.01	400.01	400.01	401.05	401.05	99.13	99.13	99.13	1022.30	1022.30	1022.30	1022.87	1022.87	1022.87	
Enthalpy	kJ/kg	-5384.25	-3873.57	-5256.35	-5256.35	-5256.35	-5256.35	-5216.77	-5216.77	-4623.33	-4623.33	-4623.33	-15362.73	-15362.73	-15362.73	-15390.97	-15390.97	-15390.97	
COMPONENT		mol%																	
Methane		96.64	90.00	96.10	96.10	96.10	96.10	96.10	96.10	96.10	96.10	96.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Ethane		1.96	0.00	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Propane		0.20	0.00	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
i-Butane		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
n-Butane		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
i-Pentane		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
n-Pentane		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Nitrogen		1.20	10.00	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Seawater		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	

NOTES

1. MATERIAL BALANCE ON THIS SHEET IS BASED ON HYSYS V7.2


							TITLE : REGASIFICATION PLANT				
							HEAT & MATERIAL BALANCE				
1	2016.01.08	Issue for SN 2189	JCL	GJG	HYB		HULL NO. :	DWG.NO.:	1	04	12
REV	DATE	DESCRIPTION	DGN	CHK	APP	CLIENT					

CASE 2-1 STANDARD COMPOSITION_MAX FLOW_WITHOUT RECONDENSER

STREAM IDENTIFICATION	NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
	NAME	LNG from Cargo tank	BOG	LNG to Regas Plant	LNG to Regas skid 1	HP pump A inlet	HP pump B inlet	HP LNG from HP pump A	HP LNG from HP pump B	Vaporized NG from H/E A	Vaporized NG from H/E B	Vaporized NG from Regas skid 1	Seawater from SW lift pump	SW supply to H/E A	SW supply to H/E B	SW from H/E A	SW from H/E B	SW from Regas skid 1	
	Phase	L	V	L	L	L	L	L	L	L	V	V	V	L	L	L	L	L	L
	Vapor Fraction	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Temperature	C	-160.00	45.00	-160.00	-160.00	-160.00	-160.00	-152.90	-152.90	5.00	5.00	5.00	14.03	14.03	14.03	7.00	7.00	7.00	
Pressure	barg	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	109.00	109.00	105.00	105.00	105.00	3.50	3.50	3.50	1.50	1.50	1.50	
Molecular Weight	kg/mol	16.72	17.24	16.72	16.72	16.72	16.72	16.72	16.72	16.72	16.72	16.72	18.73	18.73	18.73	18.73	18.73	18.73	
Molar Flow Rate	kmol/h	12475.15	0.00	12475.15	12475.15	6237.57	6237.57	6237.57	6237.57	6237.57	6237.57	12475.15	265266.85	132633.42	132633.42	132633.42	132633.42	265266.85	
Mass Flow Rate	kg/h	208552.31	0.00	208552.31	208552.31	104276.15	104276.15	104276.15	104276.15	104276.15	104276.15	208552.31	4969649.83	2484824.92	2484824.92	2484824.92	2484824.92	4969649.83	
Volume Flow Rate	m3/h	479.09	0.00	479.09	479.09	239.54	239.54	239.88	239.88	1016.97	1016.97	2033.94	4861.23	2430.61	2430.61	2429.28	2429.28	4858.56	
Std. Gas Flow	MMSCFD	250.00	0.00	250.00	250.00	125.00	125.00	125.00	125.00	125.00	125.00	250.00	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
Actual Density	kg/m3	435.31	3.62	435.31	435.31	435.31	435.31	434.70	434.70	102.54	102.54	102.54	1022.30	1022.30	1022.30	1022.87	1022.87	1022.87	
Enthalpy	kJ/kg	-5405.31	-3873.57	-5405.31	-5405.31	-5405.31	-5405.31	-5368.94	-5368.94	-4696.06	-4696.06	-4696.06	-15362.73	-15362.73	-15362.73	-15390.97	-15390.97	-15390.97	
COMPONENT mol%																			
Methane		96.01	90.00	96.01	96.01	96.01	96.01	96.01	96.01	96.01	96.01	96.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Ethane		3.20	0.00	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Propane		0.60	0.00	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
i-Butane		0.05	0.00	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
n-Butane		0.05	0.00	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
i-Pentane		0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
n-Pentane		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Nitrogen		0.08	10.00	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Seawater		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	

NOTES

1. MATERIAL BALANCE ON THIS SHEET IS BASED ON HYSYS V7.2


							TITLE : REGASIFICATION PLANT						
							HEAT & MATERIAL BALANCE						
1	2016.01.08	Issue for SN 2189	JCL	GJG	HYB		HULL NO. : SN2189		DWG.NO.: 3000-CHT-10007		1	05	12
REV	DATE	DESCRIPTION	DGN	CHK	APP	CLIENT	 SAMSUNG HEAVY INDUSTRIES						

CASE 2-2 STANDARD COMPOSITION_MIN FLOW_WITHOUT RECONDENSER

STREAM IDENTIFICATION	NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
	NAME	LNG from Cargo tank	BOG	LNG to Regas Plant	LNG to Regas skid 1	HP pump A inlet	HP pump B inlet	HP LNG from HP pump A	HP LNG from HP pump B	Vaporized NG from H/E A	Vaporized NG from H/E B	Vaporized NG from Regas skid 1	Seawater from SW lift pump	SW supply to H/E A	SW supply to H/E B	SW from H/E A	SW from H/E B	SW from Regas skid 1	
	Phase	L	V	L	L	L	L	L	L	V	V	V	L	L	L	L	L	L	
	Vapor Fraction	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	
Temperature	C	-160.00	45.00	-160.00	-160.00	-160.00	-160.00	-152.90	-152.90	5.00	5.00	5.00	14.03	14.03	14.03	7.00	7.00	7.00	
Pressure	barg	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	109.00	109.00	105.00	105.00	105.00	3.50	3.50	3.50	1.50	1.50	1.50	
Molecular Weight	kg/mol	16.72	17.24	16.72	16.72	16.72	16.72	16.72	16.72	16.72	16.72	16.72	18.73	18.73	18.73	18.73	18.73	18.73	
Molar Flow Rate	kmol/h	2495.03	0.00	2495.03	2495.03	2495.03	0.00	2495.03	0.00	2495.03	0.00	2495.03	53053.37	53053.37	0.00	53053.37	0.00	53053.37	
Mass Flow Rate	kg/h	41710.46	0.00	41710.46	41710.46	41710.46	0.00	41710.46	0.00	41710.46	0.00	41710.46	993929.97	993929.97	0.00	993929.97	0.00	993929.97	
Volume Flow Rate	m3/h	95.82	0.00	95.82	95.82	95.82	0.00	95.95	0.00	406.79	0.00	406.79	972.25	972.25	0.00	971.71	0.00	971.71	
Std. Gas Flow	MMSCFD	50.00	0.00	50.00	50.00	50.00	0.00	50.00	0.00	50.00	0.00	50.00	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
Actual Density	kg/m3	435.31	3.62	435.31	435.31	435.31	435.31	434.70	434.70	102.54	102.54	102.54	1022.30	1022.30	1022.30	1022.87	1022.87	1022.87	
Enthalpy	kJ/kg	-5405.31	-3873.57	-5405.31	-5405.31	-5405.31	-5405.31	-5368.94	-5368.94	-4696.06	-4696.06	-4696.06	-15362.73	-15362.73	-15362.73	-15390.97	-15390.97	-15390.97	
COMPONENT		mol%																	
Methane		96.01	90.00	96.01	96.01	96.01	96.01	96.01	96.01	96.01	96.01	96.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Ethane		3.20	0.00	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Propane		0.60	0.00	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
i-Butane		0.05	0.00	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
n-Butane		0.05	0.00	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
i-Pentane		0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
n-Pentane		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Nitrogen		0.08	10.00	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Seawater		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	

NOTES

1. MATERIAL BALANCE ON THIS SHEET IS BASED ON HYSYS V7.2


							TITLE : REGASIFICATION PLANT				
							HEAT & MATERIAL BALANCE				
1	2016.01.08	Issue for SN 2189	JCL	GJG	HBV		HULL NO. : SN2189	DWG.NO.: 3000-CHT-10007	1	06	12
REV	DATE	DESCRIPTION	DGN	CHK	APP	CLIENT	 SAMSUNG HEAVY INDUSTRIES				

CASE 2-3 STANDARD COMPOSITION_MAX FLOW_WITH RECONDENSER

STREAM IDENTIFICATION	NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	NAME	LNG from Cargo tank	BOG	LNG to Regas Plant	LNG to Regas skid 1	HP pump A inlet	HP pump B inlet	HP LNG from HP pump A	HP LNG from HP pump B	Vaporized NG from H/E A	Vaporized NG from H/E B	Vaporized NG from Regas skid 1	Seawater from SW lift pump	SW supply to H/E A	SW supply to H/E B	SW from H/E A	SW from H/E B	SW from Regas skid 1
	Phase	L	V	L	L	L	L	L	L	V	V	V	L	L	L	L	L	L
	Vapor Fraction	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Temperature	C	-160.00	45.00	-153.36	-153.36	-153.36	-153.36	-145.79	-145.79	5.00	5.00	5.00	14.03	14.03	14.03	7.00	7.00	7.00
Pressure	barg	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	109.00	109.00	105.00	105.00	105.00	3.50	3.50	3.50	1.50	1.50	1.50
Molecular Weight	kg/mol	16.72	17.24	16.73	16.73	16.73	16.73	16.73	16.73	16.73	16.73	16.73	18.73	18.73	18.73	18.73	18.73	18.73
Molar Flow Rate	kmol/h	12156.12	319.03	12475.15	12475.15	6237.57	6237.57	6237.57	6237.57	6237.57	6237.57	12475.15	255827.58	127913.79	127913.79	127913.79	127913.79	255827.58
Mass Flow Rate	kg/h	203218.99	5500.00	208718.99	208718.99	104359.50	104359.50	104359.50	104359.50	104359.50	104359.50	208718.99	4792809.72	2396404.86	2396404.86	2396404.86	2396404.86	4792809.72
Volume Flow Rate	m3/h	466.83	1517.51	490.20	490.20	245.10	245.10	245.23	245.23	1019.01	1019.01	2038.02	4688.25	2344.12	2344.12	2342.84	2342.84	4685.67
Std. Gas Flow	MMSCFD	243.61	6.39	250.00	250.00	125.00	125.00	125.00	125.00	125.00	125.00	250.00	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Actual Density	kg/m3	435.31	3.62	425.78	425.78	425.78	425.78	425.56	425.56	102.41	102.41	102.41	1022.30	1022.30	1022.30	1022.87	1022.87	1022.87
Enthalpy	kJ/kg	-5405.31	-3873.57	-5364.95	-5364.95	-5364.95	-5364.95	-5327.76	-5327.76	-4679.35	-4679.35	-4679.35	-15362.73	-15362.73	-15362.73	-15390.97	-15390.97	-15390.97
COMPONENT	mol%																	
Methane		96.01	90.00	95.86	95.86	95.86	95.86	95.86	95.86	95.86	95.86	95.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ethane		3.20	0.00	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	3.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Propane		0.60	0.00	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
i-Butane		0.05	0.00	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
n-Butane		0.05	0.00	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
i-Pentane		0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
n-Pentane		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nitrogen		0.08	10.00	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Seawater		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

NOTES

1. MATERIAL BALANCE ON THIS SHEET IS BASED ON HYSYS V7.2


							TITLE : REGASIFICATION PLANT		
							HEAT & MATERIAL BALANCE		
1	2016.01.08	Issue for SN 2189	JCL	GJG	HBV		HULL NO. : SN2189	DWG.NO. : 3000-CHT-10007	1 / 07 / 12
REV	DATE	DESCRIPTION	DGN	CHK	APP	CLIENT			

CASE 2-4 STANDARD COMPOSITION_MIN FLOW_WITH RECONDENSER

STREAM IDENTIFICATION	NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	NAME	LNG from Cargo tank	BOG	LNG to Regas Plant	LNG to Regas skid 1	HP pump A inlet	HP pump B inlet	HP LNG from HP pump A	HP LNG from HP pump B	Vaporized NG from H/E A	Vaporized NG from H/E B	Vaporized NG from Regas skid 1	Seawater from SW lift pump	SW supply to H/E A	SW supply to H/E B	SW from H/E A	SW from H/E B	SW from Regas skid 1
	Phase	L	V	L	L	L	L	L	L	V	V	V	L	L	L	L	L	L
Vapor Fraction	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Temperature	C	-160.00	45.00	-137.43	-137.43	-137.43	-137.43	-128.43	-128.43	5.00	5.00	5.00	14.03	14.03	14.03	7.00	7.00	7.00
Pressure	barg	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	109.00	109.00	105.00	105.00	105.00	3.50	3.50	3.50	1.50	1.50	1.50
Molecular Weight	kg/mol	16.72	17.24	16.76	16.76	16.76	16.76	16.76	16.76	16.76	16.76	16.76	18.73	18.73	18.73	18.73	18.73	18.73
Molar Flow Rate	kmol/h	2271.69	223.34	2495.03	2495.03	2495.03	0.00	2495.03	0.00	2495.03	0.00	2495.03	46418.62	46418.62	0.00	46418.62	0.00	46418.62
Mass Flow Rate	kg/h	37976.87	3850.28	41827.15	41827.15	41827.15	0.00	41827.15	0.00	41827.15	0.00	41827.15	869631.10	869631.10	0.00	869631.10	0.00	869631.10
Volume Flow Rate	m3/h	87.24	1062.34	104.42	104.42	104.42	0.00	104.15	0.00	409.63	0.00	409.63	850.66	850.66	0.00	850.19	0.00	850.19
Std. Gas Flow	MMSCFD	45.52	4.48	50.00	50.00	50.00	0.00	50.00	0.00	50.00	0.00	50.00	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Actual Density	kg/m3	435.31	3.62	400.58	400.58	400.58	400.58	401.60	401.60	102.11	102.11	102.11	1022.30	1022.30	1022.30	1022.87	1022.87	1022.87
Enthalpy	kJ/kg	-5405.31	-3873.57	-5264.31	-5264.31	-5264.31	-5264.31	-5224.79	-5224.79	-4637.69	-4637.69	-4637.69	-15362.73	-15362.73	-15362.73	-15390.97	-15390.97	-15390.97
COMPONENT	mol%																	
Methane		96.01	90.00	95.47	95.47	95.47	95.47	95.47	95.47	95.47	95.47	95.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ethane		3.20	0.00	2.91	2.91	2.91	2.91	2.91	2.91	2.91	2.91	2.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Propane		0.60	0.00	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
i-Butane		0.05	0.00	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
n-Butane		0.05	0.00	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
i-Pentane		0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
n-Pentane		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nitrogen		0.08	10.00	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Seawater		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

NOTES

1. MATERIAL BALANCE ON THIS SHEET IS BASED ON HYSYS V7.2


							TITLE : REGASIFICATION PLANT		
							HEAT & MATERIAL BALANCE		
1	2016.01.08	Issue for SN 2189	JCL	GJG	HBV		HULL NO. : SN2189	DWG.NO. : 3000-CHT-10007	1 / 08 / 12
REV	DATE	DESCRIPTION	DGN	CHK	APP	CLIENT			

CASE 3-1 RICH COMPOSITION_MAX FLOW_WITHOUT RECONDENSER

STREAM IDENTIFICATION	NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	NAME	LNG from Cargo tank	BOG	LNG to Regas Plant	LNG to Regas skid 1	HP pump A inlet	HP pump B inlet	HP LNG from HP pump A	HP LNG from HP pump B	Vaporized NG from H/E A	Vaporized NG from H/E B	Vaporized NG from Regas skid 1	Seawater from SW lift pump	SW supply to H/E A	SW supply to H/E B	SW from H/E A	SW from H/E B	SW from Regas skid 1
	Phase	L	V	L	L	L	L	L	L	V	V	V	L	L	L	L	L	L
	Vapor Fraction	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
Temperature	C	-160.00	45.00	-160.00	-160.00	-160.00	-160.00	-153.22	-153.22	5.00	5.00	5.00	14.03	14.03	14.03	7.00	7.00	7.00
Pressure	barg	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	109.00	109.00	105.00	105.00	105.00	3.50	3.50	3.50	1.50	1.50	1.50
Molecular Weight	kg/mol	18.74	17.24	18.74	18.74	18.74	18.74	18.74	18.74	18.74	18.74	18.74	18.73	18.73	18.73	18.73	18.73	18.73
Molar Flow Rate	kmol/h	12475.15	0.00	12475.15	12475.15	6237.57	6237.57	6237.57	6237.57	6237.57	6237.57	12475.15	277910.33	138955.17	138955.17	138955.17	138955.17	277910.33
Mass Flow Rate	kg/h	233824.11	0.00	233824.11	233824.11	116912.06	116912.06	116912.06	116912.06	116912.06	116912.06	233824.11	5206519.65	2603259.82	2603259.82	2603259.82	2603259.82	5206519.65
Volume Flow Rate	m3/h	495.06	0.00	495.06	495.06	247.53	247.53	248.11	248.11	909.02	909.02	1818.04	5092.93	2546.47	2546.47	2545.07	2545.07	5090.13
Std. Gas Flow	MMSCFD	250.00	0.00	250.00	250.00	125.00	125.00	125.00	125.00	125.00	125.00	250.00	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Actual Density	kg/m3	472.31	3.62	472.31	472.31	472.31	472.31	471.20	471.20	128.61	128.61	128.61	1022.30	1022.30	1022.30	1022.87	1022.87	1022.87
Enthalpy	kJ/kg	-4994.71	-3873.57	-4994.71	-4994.71	-4994.71	-4994.71	-4961.19	-4961.19	-4332.43	-4332.43	-4332.43	-15362.73	-15362.73	-15362.73	-15390.97	-15390.97	-15390.97
COMPONENT	mol%																	
Methane		86.85	90.00	86.85	86.85	86.85	86.85	86.85	86.85	86.85	86.85	86.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ethane		8.50	0.00	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Propane		3.00	0.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
i-Butane		0.52	0.00	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
n-Butane		0.70	0.00	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
i-Pentane		0.12	0.00	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
n-Pentane		0.12	0.00	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nitrogen		0.20	10.00	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Seawater		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

NOTES

1. MATERIAL BALANCE ON THIS SHEET IS BASED ON HYSYS V7.2


							TITLE : REGASIFICATION PLANT			
							HEAT & MATERIAL BALANCE			
1	2016.01.08	Issue for SN 2189	JCL	GJG	HYB		HULL NO. : SN2189	DWG.NO. : 3000-CHT-10007	1	09 12
REV	DATE	DESCRIPTION	DGN	CHK	APP	CLIENT				

CASE 3-2 RICH COMPOSITION_MIN FLOW_WITHOUT RECONDENSER

STREAM IDENTIFICATION	NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
	NAME	LNG from Cargo tank	BOG	LNG to Regas Plant	LNG to Regas skid 1	HP pump A inlet	HP pump B inlet	HP LNG from HP pump A	HP LNG from HP pump B	Vaporized NG from H/E A	Vaporized NG from H/E B	Vaporized NG from Regas skid 1	Seawater from SW lift pump	SW supply to H/E A	SW supply to H/E B	SW from H/E A	SW from H/E B	SW from Regas skid 1	
	Phase	L	V	L	L	L	L	L	L	V	V	V	L	L	L	L	L	L	L
	Vapor Fraction	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Temperature	C	-160.00	45.00	-160.00	-160.00	-160.00	-160.00	-153.22	-153.22	5.00	5.00	5.00	14.03	14.03	14.03	7.00	7.00	7.00	
Pressure	barg	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	109.00	109.00	105.00	105.00	105.00	3.50	3.50	3.50	1.50	1.50	1.50	
Molecular Weight	kg/mol	18.74	17.24	18.74	18.74	18.74	18.74	18.74	18.74	18.74	18.74	18.74	18.73	18.73	18.73	18.73	18.73	18.73	
Molar Flow Rate	kmol/h	2495.03	0.00	2495.03	2495.03	2495.03	0.00	2495.03	0.00	2495.03	0.00	2495.03	55582.07	55582.07	0.00	55582.07	0.00	55582.07	
Mass Flow Rate	kg/h	46764.82	0.00	46764.82	46764.82	46764.82	0.00	46764.82	0.00	46764.82	0.00	46764.82	1041303.93	1041303.93	0.00	1041303.93	0.00	1041303.93	
Volume Flow Rate	m3/h	99.01	0.00	99.01	99.01	99.01	0.00	99.25	0.00	363.61	0.00	363.61	1018.59	1018.59	0.00	1018.03	0.00	1018.03	
Std. Gas Flow	MMSCFD	50.00	0.00	50.00	50.00	50.00	0.00	50.00	0.00	50.00	0.00	50.00	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
Actual Density	kg/m3	472.31	3.62	472.31	472.31	472.31	472.31	471.20	471.20	128.61	128.61	128.61	1022.30	1022.30	1022.30	1022.87	1022.87	1022.87	
Enthalpy	kJ/kg	-4994.71	-3873.57	-4994.71	-4994.71	-4994.71	-4994.71	-4961.19	-4961.19	-4332.43	-4332.43	-4332.43	-15362.73	-15362.73	-15362.73	-15390.97	-15390.97	-15390.97	
COMPONENT	mol%																		
Methane		86.85	90.00	86.85	86.85	86.85	86.85	86.85	86.85	86.85	86.85	86.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Ethane		8.50	0.00	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Propane		3.00	0.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
i-Butane		0.52	0.00	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
n-Butane		0.70	0.00	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
i-Pentane		0.12	0.00	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
n-Pentane		0.12	0.00	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Nitrogen		0.20	10.00	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Seawater		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	

NOTES

1. MATERIAL BALANCE ON THIS SHEET IS BASED ON HYSYS V7.2


							TITLE : REGASIFICATION PLANT				
							HEAT & MATERIAL BALANCE				
1	2016.01.08	Issue for SN 2189	JCL	GJG	HBV		HULL NO. : SN2189	DWG.NO.: 3000-CHT-10007	1	10 12	
REV	DATE	DESCRIPTION	DGN	CHK	APP	CLIENT					

CASE 3-3 RICH COMPOSITION_MAX FLOW_WITH RECONDENSER

STREAM IDENTIFICATION	NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	NAME	LNG from Cargo tank	BOG	LNG to Regas Plant	LNG to Regas skid 1	HP pump A inlet	HP pump B inlet	HP LNG from HP pump A	HP LNG from HP pump B	Vaporized NG from H/E A	Vaporized NG from H/E B	Vaporized NG from Regas skid 1	Seawater from SW lift pump	SW supply to H/E A	SW supply to H/E B	SW from H/E A	SW from H/E B	SW from Regas skid 1
	Phase	L	V	L	L	L	L	L	L	V	V	V	L	L	L	L	L	L
	Vapor Fraction	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Temperature	C	-160.00	45.00	-153.37	-153.37	-153.37	-153.37	-146.20	-146.20	5.00	5.00	5.00	14.03	14.03	14.03	7.00	7.00	7.00
Pressure	barg	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	109.00	109.00	105.00	105.00	105.00	3.50	3.50	3.50	1.50	1.50	1.50
Molecular Weight	kg/mol	18.74	17.24	18.70	18.70	18.70	18.70	18.70	18.70	18.70	18.70	18.70	18.73	18.73	18.73	18.73	18.73	18.73
Molar Flow Rate	kmol/h	12156.12	319.03	12475.15	12475.15	6237.57	6237.57	6237.57	6237.57	6237.57	6237.57	12475.15	268345.65	134172.83	134172.83	134172.83	134172.83	268345.65
Mass Flow Rate	kg/h	227844.52	5500.00	233344.52	233344.52	116672.26	116672.26	116672.26	116672.26	116672.26	116672.26	233344.52	5027329.87	2513664.95	2513664.92	2513664.95	2513664.92	5027329.87
Volume Flow Rate	m3/h	482.40	1517.51	504.58	504.58	252.29	252.29	252.74	252.74	914.53	914.53	1829.05	4917.65	2458.83	2458.83	2457.47	2457.47	4914.95
Std. Gas Flow	MMSCFD	243.61	6.39	250.00	250.00	125.00	125.00	125.00	125.00	125.00	125.00	250.00	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Actual Density	kg/m3	472.31	3.62	462.45	462.45	462.45	462.45	461.64	461.64	127.58	127.58	127.58	1022.30	1022.30	1022.30	1022.87	1022.87	1022.87
Enthalpy	kJ/kg	-4994.71	-3873.57	-4968.29	-4968.29	-4968.29	-4968.29	-4934.05	-4934.05	-4325.68	-4325.68	-4325.68	-15362.73	-15362.73	-15362.73	-15390.97	-15390.97	-15390.97
COMPONENT	mol%																	
Methane		86.85	90.00	86.93	86.93	86.93	86.93	86.93	86.93	86.93	86.93	86.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ethane		8.50	0.00	8.28	8.28	8.28	8.28	8.28	8.28	8.28	8.28	8.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Propane		3.00	0.00	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
i-Butane		0.52	0.00	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
n-Butane		0.70	0.00	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
i-Pentane		0.12	0.00	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
n-Pentane		0.12	0.00	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nitrogen		0.20	10.00	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Seawater		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

NOTES

1. MATERIAL BALANCE ON THIS SHEET IS BASED ON HYSYS V7.2


							TITLE : REGASIFICATION PLANT				
							HEAT & MATERIAL BALANCE				
1	2016.01.08	Issue for SN 2189	JCL	GJG	HYB		HULL NO. : SN2189	DWG.NO. : 3000-CHT-10007	1	11	12
REV	DATE	DESCRIPTION	DGN	CHK	APP	CLIENT					

CASE 3-4 RICH COMPOSITION_MIN FLOW_WITH RECONDENSER

STREAM IDENTIFICATION	NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	NAME	LNG from Cargo tank	BOG	LNG to Regas Plant	LNG to Regas skid 1	HP pump A inlet	HP pump B inlet	HP LNG from HP pump A	HP LNG from HP pump B	Vaporized NG from H/E A	Vaporized NG from H/E B	Vaporized NG from Regas skid 1	Seawater from SW lift pump	SW supply to H/E A	SW supply to H/E B	SW from H/E A	SW from H/E B	SW from Regas skid 1
	Phase	L	V	L	L	L	L	L	L	V	V	V	L	L	L	L	L	L
Vapor Fraction	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Temperature	C	-160.00	45.00	-136.63	-136.63	-136.63	-136.63	-128.23	-128.23	5.00	5.00	5.00	14.03	14.03	14.03	7.00	7.00	7.00
Pressure	barg	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	109.00	109.00	105.00	105.00	105.00	3.50	3.50	3.50	1.50	1.50	1.50
Molecular Weight	kg/mol	18.74	17.24	18.60	18.60	18.60	18.60	18.60	18.60	18.60	18.60	18.60	18.73	18.73	18.73	18.73	18.73	18.73
Molar Flow Rate	kmol/h	2264.93	230.10	2495.03	2495.03	2495.03	0.00	2495.03	0.00	2495.03	0.00	2495.03	48649.57	48649.57	0.00	48649.57	0.00	48649.57
Mass Flow Rate	kg/h	42452.09	3966.84	46418.92	46418.92	46418.92	0.00	46418.92	0.00	46418.92	0.00	46418.92	911426.77	911426.77	0.00	911426.77	0.00	911426.77
Volume Flow Rate	m3/h	89.88	1094.49	106.62	106.62	106.62	0.00	106.58	0.00	371.46	0.00	371.46	891.54	891.54	0.00	891.05	0.00	891.05
Std. Gas Flow	MMSCFD	45.39	4.61	50.00	50.00	50.00	0.00	50.00	0.00	50.00	0.00	50.00	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Actual Density	kg/m3	472.31	3.62	435.36	435.36	435.36	435.36	435.54	435.54	124.96	124.96	124.96	1022.30	1022.30	1022.30	1022.87	1022.87	1022.87
Enthalpy	kJ/kg	-4994.71	-3873.57	-4898.90	-4898.90	-4898.90	-4898.90	-4862.53	-4862.53	-4308.09	-4308.09	-4308.09	-15362.73	-15362.73	-15362.73	-15390.97	-15390.97	-15390.97
COMPONENT	mol%																	
Methane		86.85	90.00	87.14	87.14	87.14	87.14	87.14	87.14	87.14	87.14	87.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ethane		8.50	0.00	7.72	7.72	7.72	7.72	7.72	7.72	7.72	7.72	7.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Propane		3.00	0.00	2.72	2.72	2.72	2.72	2.72	2.72	2.72	2.72	2.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
i-Butane		0.52	0.00	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
n-Butane		0.70	0.00	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
i-Pentane		0.12	0.00	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
n-Pentane		0.12	0.00	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nitrogen		0.20	10.00	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Seawater		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

NOTES

1. MATERIAL BALANCE ON THIS SHEET IS BASED ON HYSYS V7.2

													TITLE : REGASIFICATION PLANT					
													HEAT & MATERIAL BALANCE					
1	2016.01.08	Issue for SN 2189	JCL	GJG	HYB								HULL NO. : SN2189	DWG.NO. : 3000-CHT-10007	1	12	12	
REV	DATE	DESCRIPTION	DGN	CHK	APP	CLIENT	 SAMSUNG HEAVY INDUSTRIES											

Anexo D – Laudo Dados Meteorológicos

LAUDO DE DADOS METEOROLÓGICOS

Neste laudo constam dados meteorológicos medidos na estação SBAR da codificação METAR, localizada no Aeroporto de Santa Maria, às coordenadas 10°59'02" S e 37°04'13" W, obtidos pela INFRAERO e disponibilizados através do portal REDEMET (Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica - <http://www.redemet.aer.mil.br>).

Os dados apresentados referem-se ao período de 01 de janeiro de 2014 a 31 de dezembro de 2016, contendo os parâmetros temperatura do ar, umidade relativa, direção e intensidade dos ventos. O período diurno refere-se aos horários entre 07:00 e 18:00 horas e o período noturno entre 19:00 e 06:00 horas.

Tabela 1 - Dados de temperatura do ar, umidade relativa e velocidade do vento (média por período).

Período	Temperatura do ar	Umidade relativa	Velocidade do vento
Diurno	27,2 °C	72,4 %	4,9 m/s
Noturno	26,3 °C	76,0 %	4,6 m/s

Tabela 2 - Distribuição da direção do vento (por período).

Período	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Diurno	1,1%	4,8%	40,5%	37,5%	9,2%	1,2%	2,2%	3,5%
Noturno	0,3%	2,3%	47,4%	37,9%	9,1%	1,1%	1,0%	0,9%

São Paulo, 11 de abril de 2017.



Mariana Lino Gouvêa
 Meteorologista - CREA-SP 5069291950

Anexo E – FISPQ – Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos – Gás Natural



Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico - FISPQ

PRODUTO: GÁS NATURAL

Página 1 de 5

Data: 26/09/2002

Nº FISPQ: Pb0027_P

Versão: 0.1P

Anula e substitui versão: todas anteriores

1 - IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO E DA EMPRESA

Nome do produto: GÁS NATURAL
Código interno de identificação: Pb0027.
Nome da empresa: Petróleo Brasileiro S. A.
Endereço: Avenida Chile, 65.

2 - COMPOSIÇÃO E INFORMAÇÃO SOBRE OS INGREDIENTES

>>>PREPARADO

Natureza química: Mistura de hidrocarbonetos.
Sinônimos: Gás combustível.
Ingredientes ou impurezas que contribuam para o perigo: Metano (CAS 74-82-8): min. 68,0 % (v/v);
Etano (CAS 74-84-0): máx. 12,0 % (v/v);
Propano (CAS 74-98-6): máx. 3,0 % (v/v);
Butano (CAS 106-97-8), e mais pesados: max. 1,5 % (v/v);
N₂ + CO₂: máx. 18,0 % (v/v);
H₂S (CAS 7783-06-4): máx. 15 mg/m³;
Enxofre total (CAS 7704-34-9): máx. 70 mg/m³;
Etil mercaptana (CAS 75-08-1): traços.
Ponto de Orvalho de água a 1 atm: max. -45

3 - IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS

PERIGOS MAIS IMPORTANTES

- Perigos físicos e químicos: Gás inflamável.
- Perigos específicos: Produto inflamável.

EFEITOS DO PRODUTO

- Principais sintomas: Por inalação pode provocar irritação das vias aéreas superiores, tosse espasmódica, dor de cabeça, náusea, tonteira e confusão mental.

4 - MEDIDAS DE PRIMEIROS SOCORROS

Inalação: Remover a vítima para local arejado. Se a vítima não estiver respirando, aplicar respiração artificial. Se a vítima estiver respirando, mas com dificuldade, administrar oxigênio a uma vazão de 10 a 15 litros / minuto. Procurar assistência médica imediatamente, levando o rótulo do produto, sempre que possível.

Contato com a pele: Retirar imediatamente roupas e sapatos contaminados. Lavar a pele com água em abundância, por pelo menos 20 minutos, preferencialmente sob chuveiro de emergência. Procurar assistência médica imediatamente, levando o rótulo do produto, sempre que possível.

Contato com os olhos: Lavar os olhos com água em abundância, por pelo menos 20 minutos, mantendo as pálpebras separadas. Usar de preferência um lavador de olhos. Procurar assistência médica imediatamente, levando o rótulo do produto, sempre que possível.

Ingestão: Não se aplica (produto gasoso).



Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico - FISPQ

PRODUTO: GÁS NATURAL

Página 2 de 5

Data: 26/09/2002

Nº FISPQ: Pb0027_P

Versão: 0.1P

Anula e substitui versão: todas anteriores

Notas para o médico:

Asfixiante simples.



Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico - FISPQ

PRODUTO: GÁS NATURAL

Página 3 de 5

Data: 26/09/2002

Nº FISPQ: Pb0027_P

Versão: 0.1P

Anula e substitui versão: todas anteriores

5 - MEDIDAS DE COMBATE A INCÊNDIO

Meios de extinção apropriados:	Neblina d'água, pó químico e dióxido de carbono (CO ₂).
Perigos específicos:	Manter-se longe dos tanques.
Métodos especiais:	Se possível, combater o incêndio a favor do vento e extinguir com o bloqueio do fluxo de gás. Remover os recipientes da área de fogo, se isto puder ser feito sem risco. Em caso de fogo intenso em áreas de carga, usar mangueiras com suporte manejadas à distância ou canhão monitor. Se isso não for possível, abandonar a área e deixar queimar. Resfriar com neblina d'água, os recipientes que estiverem expostos ao fogo, utilizando dispositivo manejado à distância, mesmo após a extinção do fogo.
Proteção dos bombeiros:	Em ambientes fechados, usar equipamento de resgate com suprimento de ar.

6 - MEDIDAS DE CONTROLE PARA DERRAMAMENTO OU VAZAMENTO

Precauções pessoais	
- Remoção de fontes de ignição:	Eliminar todas as fontes de ignição, impedir centelhas, fagulhas, chamas e não fumar na área de risco. Isolar o escapamento de todas as fontes de ignição.
- Controle de poeira:	Não se aplica (produto gasoso).
- Prevenção da inalação e do contato com a pele, mucosas e olhos:	Usar botas, roupas e luvas impermeáveis, óculos de segurança herméticos para produtos químicos e proteção respiratória adequada.
Precauções ao meio ambiente:	Estancar o vazamento se isto puder ser feito sem risco. Em locais não confinados, é fácil a dispersão em caso de escapamento.
Métodos para limpeza	
- Recuperação:	Não se aplica (produto gasoso).
Nota:	Contactar o órgão ambiental local, no caso de vazamentos ou contaminação de águas superficiais, mananciais ou solos.

7 - MANUSEIO E ARMAZENAMENTO

MANUSEIO

Medidas técnicas:	Providenciar ventilação local exaustora onde os processos assim o exigirem. Todos os elementos condutores do sistema em contato com o produto devem ser aterrados eletricamente. Usar ferramentas anti-faiscantes.
- Prevenção da exposição do trabalhador:	Utilizar equipamentos de proteção individual (EPI) para evitar o contato direto com o produto.
Orientações para manuseio seguro:	Manipular respeitando as regras gerais de segurança e higiene industrial.

ARMAZENAMENTO

Medidas técnicas:	O local de armazenamento deve ter o piso impermeável e isento de materiais combustíveis.
Produtos e materiais incompatíveis:	Cloro, dióxido de cloro e oxigênio líquido.



Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico - FISPQ

PRODUTO: GÁS NATURAL

Página 4 de 5

Data: 26/09/2002

Nº FISPQ: Pb0027_P

Versão: 0.1P

Anula e substitui versão: todas anteriores

8 - CONTROLE DE EXPOSIÇÃO E PROTEÇÃO INDIVIDUAL

Medidas de controle de engenharia: Manipular o produto em local com boa ventilação natural ou mecânica, de forma a manter a concentração de vapores inferior ao Limite de Tolerância.

Equipamento de Proteção Individual

- Proteção respiratória: Equipamento autônomo de proteção respiratória no caso de atividades em local confinado.

- Proteção das mãos: Luvas de PVC em atividades de contato direto com o produto.

- Proteção dos olhos: Nas operações onde possam ocorrer projeções ou respingos, recomenda-se o uso de óculos de segurança ou protetor facial.

Precauções especiais: Manter chuveiros de emergência e lavador de olhos disponíveis nos locais onde haja manipulação do produto.

Medidas de higiene: Higienizar roupas e sapatos após o uso. Métodos gerais de controle utilizados em Higiene Industrial devem minimizar a exposição ao produto. Não comer, beber ou fumar ao manusear produtos químicos. Separar as roupas de trabalho das roupas comuns.

9 - PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Aspecto

- Estado físico: Gasoso.
- Cor: Incolor.
- Odor: Artificial ou inodoro.

Temperaturas específicas

- Ponto de ebulição: -161,4 °C @ 760 mmHg (para metano puro).
- Ponto de fusão: -182,6 °C (para metano puro).

Temperatura de auto-ignição: 482 - 632 °C.

Limites de explosividade no ar

- Superior (LSE): 17 % v/v.
- Inferior (LIE): 6,5 % v/v.

Densidade de vapor: 0,60 - 0,81 @ 20 °C.

Solubilidade

- Na água: Solúvel (0,4 - 2 g/100 g).
- Em solventes orgânicos: Solúvel.

Parte volátil: 100 %.

10 - ESTABILIDADE E REATIVIDADE

Condições específicas

Instabilidade: Estável sob condições normais de uso.

Materiais / substâncias incompatíveis: Cloro, dióxido de cloro e oxigênio líquido.



Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico - FISPQ

PRODUTO: GÁS NATURAL

Página 5 de 5

Data: 26/09/2002

Nº FISPQ: Pb0027_P

Versão: 0.1P

Anula e substitui versão: todas anteriores

11 - INFORMAÇÕES TOXICOLÓGICAS

- Sintomas:** Por inalação pode provocar irritação das vias aéreas superiores, tosse espasmódica, dor de cabeça, náusea, tonteira e confusão mental.
- Efeitos locais**
- Inalação: Por inalação pode provocar irritação das vias aéreas superiores, tosse espasmódica, dor de cabeça, náusea, tonteira e confusão mental. Em altas concentrações pode levar a depressão respiratória, podendo evoluir até a morte.
- Contato com a pele: Levemente irritante.
- Contato com os olhos: Irritação com congestão das conjuntivas.
- Toxicidade crônica**
- Inalação: Não há efeito acumulativo residual. Porém, pela presença de compostos de enxofre, pode produzir irritação crônica de traquéia e brônquios. Em altas concentrações atua como asfixiante simples por reduzir a concentração do oxigênio.

12 - INFORMAÇÕES ECOLÓGICAS

- Mobilidade:** Sendo um gás de baixo peso molecular, se dissipa facilmente.
- Compartimento alvo do produto:** Ar.
- Ecotoxicidade**
- Efeitos sobre organismos aquáticos: Não é considerado passível de causar danos à vida aquática.
- Efeitos sobre organismos do solo: Não é passível de causar danos ao solo.

13 - CONSIDERAÇÕES SOBRE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO

Métodos de tratamento e disposição

- Produto: O tratamento e a disposição do produto devem ser avaliados tecnicamente, caso a caso.
- Embalagens usadas: Descartar em instalação autorizada.

14 - INFORMAÇÕES SOBRE TRANSPORTE

Regulamentações nacionais

- Vias terrestres (MT, Portaria 204/1997):
- | | |
|--------------------------------|---|
| Número ONU: | 1971 |
| Nome apropriado para embarque: | GÁS NATURAL, COMPRIMIDO, com alto teor de metano. |
| Classe de risco: | 2.1 |
| Risco subsidiário: | - |
| Número de risco: | 23 |
| Grupo de embalagem: | - |
| Provisões especiais: | - |
| Quantidade isenta: | 1.000 kg |



Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico - FISPQ

PRODUTO: GÁS NATURAL

Página 6 de 5

Data: 26/09/2002

Nº FISPQ: Pb0027_P

Versão: 0.1P

Anula e substitui versão: todas anteriores

15 - REGULAMENTAÇÕES

Etiquetagem

Classificação conforme NFPA:

Incêndio: 4

Saúde: 1

Reatividade: 0

Outros: Nada consta.

Regulamentação conforme CEE:

Rotulagem obrigatória (auto classificação) para preparações perigosas: aplicável (CEE 200-812-7).

Classificações / símbolos:

ALTAMENTE INFLAMÁVEL (F+).

Frases de risco:

R12 Altamente inflamável.

Frases de segurança:

S02 Manter longe do alcance de crianças.

S09 Manter recipiente em lugar bem arejado.

S16 Manter longe de fontes de ignição - proibido fumar !

S33 Tomar providências contra carga eletrostática.

16 - OUTRAS INFORMAÇÕES

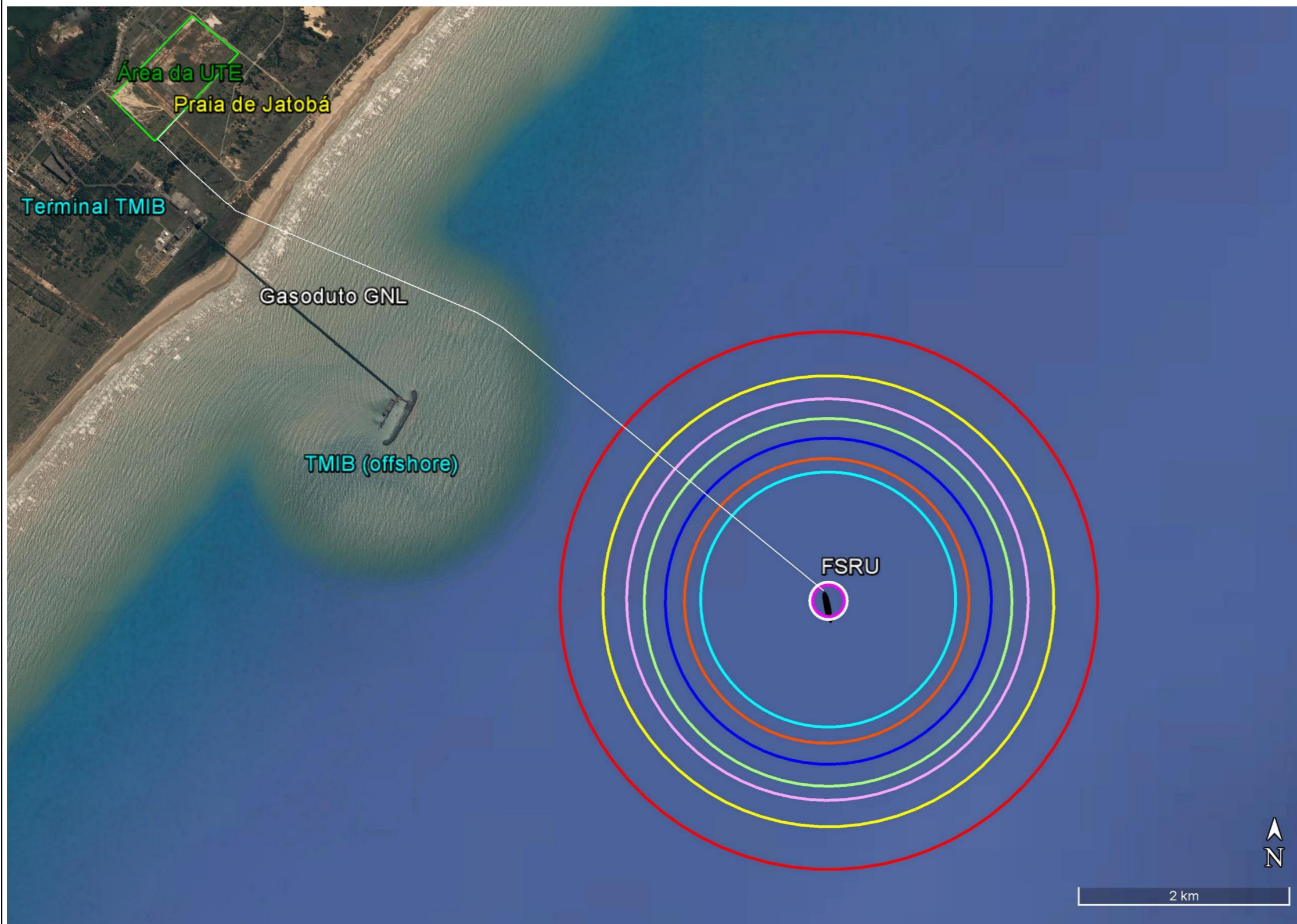
Referências bibliográficas:

Seção 14: Regulamento do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos do Ministério de Transporte (Portaria Nº 204 de 20 de maio de 1997) e Relação de Produtos Perigosos no Âmbito Mercosul (Decreto 1797 de 25 de janeiro de 1996).

Nota:

As informações e recomendações constantes desta publicação foram pesquisadas e compiladas de fontes idôneas e capacitadas para emití-las, sendo os limites de sua aplicação os mesmos das respectivas fontes. Os dados dessa ficha de informações referem-se a um produto específico e podem não ser válidos onde este produto estiver sendo usado em combinação com outros. A Petrobras esclarece que os dados por ela coletados são transferidos sem alterar seu conteúdo ou significado.

Anexo G – Mapeamento de Vulnerabilidade



Legenda

Efeito Físico	Período	Nível em Estudo	Distância (m)	Indicador
Fireball	Diurno	1% Fatal.	2.524,7	—
Fireball	Noturno	1% Fatal.	2.525,2	
Fireball	Diurno	50% Fatal.	175,2	(branco)
Fireball	Noturno	50% Fatal.	175,2	
Fireball	Diurno	35 kW/m ²	148,4	—
Fireball	Noturno	35 kW/m ²	148,4	
Flashfire	Diurno	100% LII	1.530,4	—
Flashfire	Noturno	100% LII	2.218,4	
Explosão (VCE)	Diurno	0,1 bar	1.726,9	—
Explosão (VCE)	Noturno	0,1 bar	1.896,7	
Explosão (VCE)	Diurno	0,3 bar	1.205,2	—
Explosão (VCE)	Noturno	0,3 bar	1.335,5	

Mapa de Vulnerabilidade

CELSE Centrais Elétricas de Sergipe S.A.

Estudo de Análise de Riscos

Hipótese Acidental H07

Agosto/2017



Legenda

Efeito Físico	Período	Nível em Estudo	Distância (m)	Indicador
Fireball	Diurno	1% Fatal.	276,8	—
Fireball	Noturno	1% Fatal.	276,8	—
Fireball	Diurno	50% Fatal.	169,8	(branco)
Fireball	Noturno	50% Fatal.	169,9	(branco)
Fireball	Diurno	35 kW/m ²	145,6	—
Fireball	Noturno	35 kW/m ²	145,6	—
Flashfire	Diurno	100% LII	1.508,5	—
Flashfire	Noturno	100% LII	2.188,8	—
Explosão (VCE)	Diurno	0,1 bar	1.696,8	—
Explosão (VCE)	Noturno	0,1 bar	1.862,0	—
Explosão (VCE)	Diurno	0,3 bar	1.182,4	—
Explosão (VCE)	Noturno	0,3 bar	1.310,7	—

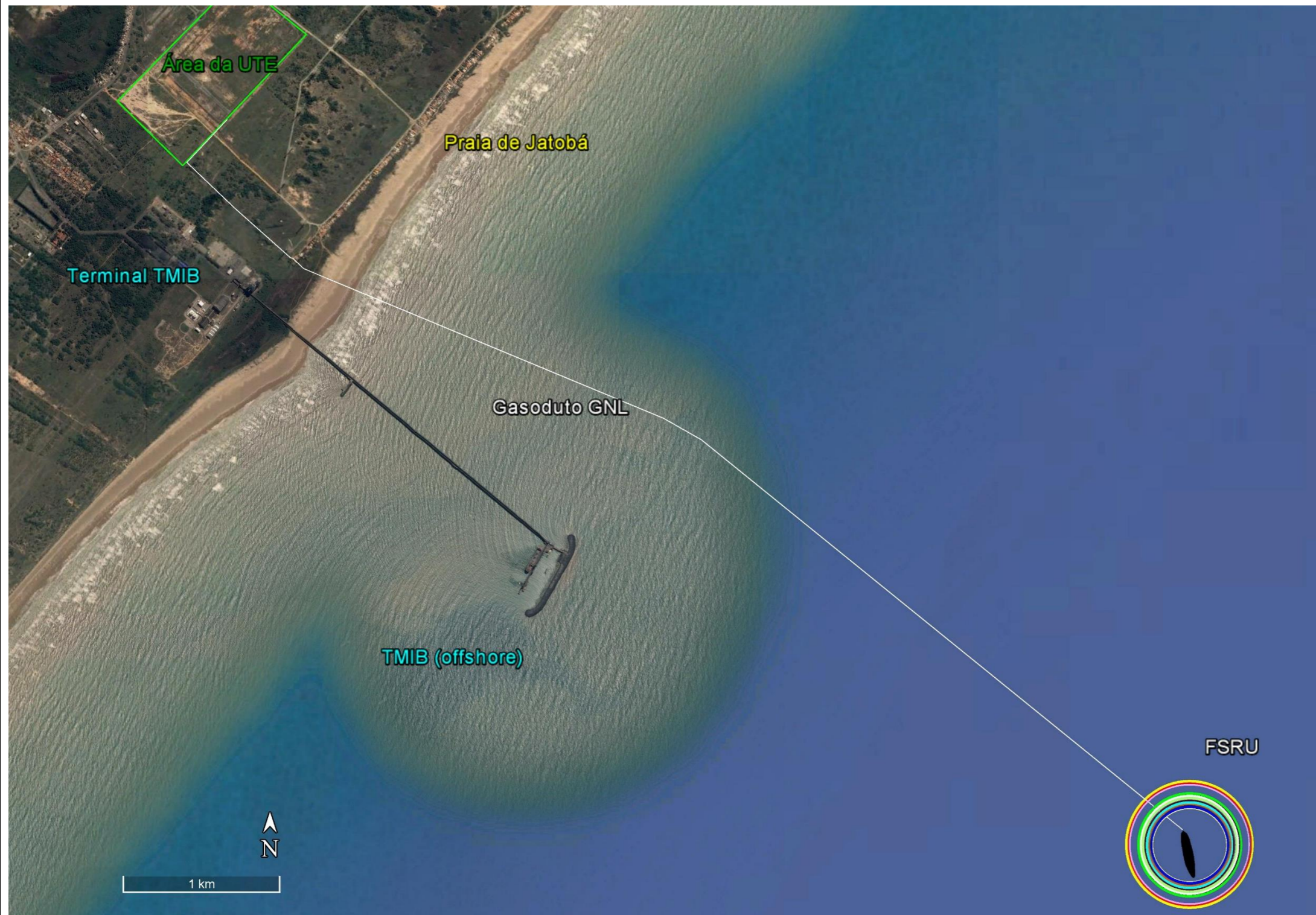
Mapa de Vulnerabilidade

CELSE Centrais Elétricas de Sergipe S.A.

Estudo de Análise de Riscos

Hipótese Acidental H08

Agosto/2017



Legenda

Efeito Físico	Período	Nível em Estudo	Distância (m)	Indicador
Incêndio em Poça	Diurno	1% Fatal.	392,7	—
Incêndio em Poça	Noturno	1% Fatal.	401,2	—
Incêndio em Poça	Diurno	50% Fatal.	307,5	(branco)
Incêndio em Poça	Noturno	50% Fatal.	312,8	—
Incêndio em Poça	Diurno	35 kW/m ²	240,9	—
Incêndio em Poça	Noturno	35 kW/m ²	243,7	—
Jato de Fogo	Diurno	1% Fatal.	297,9	—
Jato de Fogo	Noturno	1% Fatal.	296,7	—
Jato de Fogo	Diurno	50% Fatal.	261,3	—
Jato de Fogo	Noturno	50% Fatal.	260,5	—
Jato de Fogo	Diurno	35 kW/m ²	236,1	—
Jato de Fogo	Noturno	35 kW/m ²	235,4	—
Flashfire	Diurno	100% LII	277,4	—
Flashfire	Noturno	100% LII	324,6	—
Explosão (VCE)	Diurno	0,1 bar	338,2	—
Explosão (VCE)	Noturno	0,1 bar	378,9	—
Explosão (VCE)	Diurno	0,3 bar	236,5	—
Explosão (VCE)	Noturno	0,3 bar	269,3	—

Mapa de Vulnerabilidade

CELSE Centrais Elétricas de Sergipe S.A.

Estudo de Análise de Riscos

Hipótese Acidental H09

Agosto/2017



Legenda

Efeito Físico	Período	Nível em Estudo	Distância (m)	Indicador
Incêndio em Poça	Diurno	1% Fatal.	13,3	—
Incêndio em Poça	Noturno	1% Fatal.	17,1	—
Incêndio em Poça	Diurno	50% Fatal.	12,8	(branco)
Incêndio em Poça	Noturno	50% Fatal.	15,6	—
Incêndio em Poça	Diurno	35 kW/m ²	12,5	(branco)
Incêndio em Poça	Noturno	35 kW/m ²	13,4	—
Jato de Fogo	Diurno	1% Fatal.	51,7	—
Jato de Fogo	Noturno	1% Fatal.	52,2	—
Jato de Fogo	Diurno	50% Fatal.	45,7	—
Jato de Fogo	Noturno	50% Fatal.	46,2	—
Jato de Fogo	Diurno	35 kW/m ²	41,4	—
Jato de Fogo	Noturno	35 kW/m ²	41,8	—
Flashfire	Diurno	100% LII	39,0	—
Flashfire	Noturno	100% LII	44,5	—
Explosão (VCE)	Diurno	0,1 bar	43,6	—
Explosão (VCE)	Noturno	0,1 bar	53,4	—
Explosão (VCE)	Diurno	0,3 bar	29,3	—
Explosão (VCE)	Noturno	0,3 bar	36,7	—

Mapa de Vulnerabilidade

CELSE Centrais Elétricas de Sergipe S.A.

Estudo de Análise de Riscos

Hipótese Acidental H10

Agosto/2017



Legenda

Efeito Físico	Período	Nível em Estudo	Distância (m)	Indicador
Incêndio em Poça	Diurno	1% Fatal.	302,0	—
Incêndio em Poça	Noturno	1% Fatal.	308,4	—
Incêndio em Poça	Diurno	50% Fatal.	235,1	(branco)
Incêndio em Poça	Noturno	50% Fatal.	239,2	—
Incêndio em Poça	Diurno	35 kW/m ²	182,7	—
Incêndio em Poça	Noturno	35 kW/m ²	184,9	—
Jato de Fogo	Diurno	1% Fatal.	172,5	—
Jato de Fogo	Noturno	1% Fatal.	168,6	—
Jato de Fogo	Diurno	50% Fatal.	152,6	—
Jato de Fogo	Noturno	50% Fatal.	149,3	—
Jato de Fogo	Diurno	35 kW/m ²	138,8	—
Jato de Fogo	Noturno	35 kW/m ²	135,8	—
Flashfire	Diurno	100% LII	146,2	—
Flashfire	Noturno	100% LII	248,2	—
Explosão (VCE)	Diurno	0,1 bar	210,8	—
Explosão (VCE)	Noturno	0,1 bar	297,2	—
Explosão (VCE)	Diurno	0,3 bar	140,3	—
Explosão (VCE)	Noturno	0,3 bar	208,5	—

Mapa de Vulnerabilidade

CELSE Centrais Elétricas de Sergipe S.A.

Estudo de Análise de Riscos

Hipótese Acidental H11

Agosto/2017



Legenda

Efeito Físico	Período	Nível em Estudo	Distância (m)	Indicador
Incêndio em Poça	Diurno	1% Fatal.	19,8	—
Incêndio em Poça	Noturno	1% Fatal.	21,9	—
Incêndio em Poça	Diurno	50% Fatal.	16,8	(branco)
Incêndio em Poça	Noturno	50% Fatal.	18,4	—
Incêndio em Poça	Diurno	35 kW/m ²	13,2	—
Incêndio em Poça	Noturno	35 kW/m ²	14,3	—
Jato de Fogo	Diurno	1% Fatal.	39,9	—
Jato de Fogo	Noturno	1% Fatal.	40,4	—
Jato de Fogo	Diurno	50% Fatal.	35,6	—
Jato de Fogo	Noturno	50% Fatal.	36,0	—
Jato de Fogo	Diurno	35 kW/m ²	32,4	—
Jato de Fogo	Noturno	35 kW/m ²	32,7	—
Flashfire	Diurno	100% LII	26,4	—
Flashfire	Noturno	100% LII	34,7	—
Explosão (VCE)	Diurno	0,1 bar	30,6	—
Explosão (VCE)	Noturno	0,1 bar	39,5	—
Explosão (VCE)	Diurno	0,3 bar	20,3	—
Explosão (VCE)	Noturno	0,3 bar	27,3	—

Mapa de Vulnerabilidade

CELSE Centrais Elétricas de Sergipe S.A.

Estudo de Análise de Riscos

Hipótese Acidental H12

Agosto/2017



Legenda

Efeito Físico	Período	Nível em Estudo	Distância (m)	Indicador
Incêndio em Poça	Diurno	1% Fatal.	525,1	—
Incêndio em Poça	Noturno	1% Fatal.	535,6	—
Incêndio em Poça	Diurno	50% Fatal.	409,5	(branco)
Incêndio em Poça	Noturno	50% Fatal.	415,9	—
Incêndio em Poça	Diurno	35 kW/m ²	319,6	—
Incêndio em Poça	Noturno	35 kW/m ²	323,1	—
Jato de Fogo	Diurno	1% Fatal.	371,8	—
Jato de Fogo	Noturno	1% Fatal.	372,2	—
Jato de Fogo	Diurno	50% Fatal.	325,8	—
Jato de Fogo	Noturno	50% Fatal.	326,4	—
Jato de Fogo	Diurno	35 kW/m ²	294,1	—
Jato de Fogo	Noturno	35 kW/m ²	294,8	—
Flashfire	Diurno	100% LII	345,1	—
Flashfire	Noturno	100% LII	408,9	(branco)
Explosão (VCE)	Diurno	0,1 bar	429,2	—
Explosão (VCE)	Noturno	0,1 bar	478,8	—
Explosão (VCE)	Diurno	0,3 bar	299,4	—
Explosão (VCE)	Noturno	0,3 bar	339,2	—

Mapa de Vulnerabilidade

CELSE Centrais Elétricas de Sergipe S.A.

Estudo de Análise de Riscos

Hipótese Acidental H13

Agosto/2017



Legenda

Efeito Físico	Período	Nível em Estudo	Distância (m)	Indicador
Incêndio em Poça	Diurno	1% Fatal.	29,1	—
Incêndio em Poça	Noturno	1% Fatal.	36,8	—
Incêndio em Poça	Diurno	50% Fatal.	25,3	(branco)
Incêndio em Poça	Noturno	50% Fatal.	31,2	—
Incêndio em Poça	Diurno	35 kW/m ²	21,1	—
Incêndio em Poça	Noturno	35 kW/m ²	26,0	—
Jato de Fogo	Diurno	1% Fatal.	70,0	—
Jato de Fogo	Noturno	1% Fatal.	70,7	—
Jato de Fogo	Diurno	50% Fatal.	61,8	—
Jato de Fogo	Noturno	50% Fatal.	62,5	—
Jato de Fogo	Diurno	35 kW/m ²	55,9	—
Jato de Fogo	Noturno	35 kW/m ²	56,5	—
Flashfire	Diurno	100% LII	55,5	—
Flashfire	Noturno	100% LII	65,8	—
Explosão (VCE)	Diurno	0,1 bar	66,5	—
Explosão (VCE)	Noturno	0,1 bar	76,5	—
Explosão (VCE)	Diurno	0,3 bar	45,7	—
Explosão (VCE)	Noturno	0,3 bar	53,2	—

Mapa de Vulnerabilidade

CELSE Centrais Elétricas de Sergipe S.A.

Estudo de Análise de Riscos

Hipótese Acidental H14

Agosto/2017



Legenda

Efeito Físico	Período	Nível em Estudo	Distância (m)	Indicador
Incêndio em Poça	Diurno	1% Fatal.	546,2	—
Incêndio em Poça	Noturno	1% Fatal.	556,3	—
Incêndio em Poça	Diurno	50% Fatal.	429,8	(branco)
Incêndio em Poça	Noturno	50% Fatal.	435,9	—
Incêndio em Poça	Diurno	35 kW/m ²	339,3	—
Incêndio em Poça	Noturno	35 kW/m ²	342,6	—
Jato de Fogo	Diurno	1% Fatal.	568,2	—
Jato de Fogo	Noturno	1% Fatal.	573,1	—
Jato de Fogo	Diurno	50% Fatal.	496,3	—
Jato de Fogo	Noturno	50% Fatal.	501,2	—
Jato de Fogo	Diurno	35 kW/m ²	447,4	—
Jato de Fogo	Noturno	35 kW/m ²	452,2	—
Flashfire	Diurno	100% LII	460,6	—
Flashfire	Noturno	100% LII	587,7	—
Explosão (VCE)	Diurno	0,1 bar	587,2	—
Explosão (VCE)	Noturno	0,1 bar	647,3	—
Explosão (VCE)	Diurno	0,3 bar	408,3	—
Explosão (VCE)	Noturno	0,3 bar	468,4	—

Mapa de Vulnerabilidade

CELSE Centrais Elétricas de Sergipe S.A.

Estudo de Análise de Riscos

Hipótese Acidental H15

Agosto/2017



Legenda

Efeito Físico	Período	Nível em Estudo	Distância (m)	Indicador
Jato de Fogo	Diurno	1% Fatal.	75,5	—
Jato de Fogo	Noturno	1% Fatal.	76,2	—
Jato de Fogo	Diurno	50% Fatal.	66,5	(branco)
Jato de Fogo	Noturno	50% Fatal.	67,2	(branco)
Jato de Fogo	Diurno	35 kW/m ²	60,2	—
Jato de Fogo	Noturno	35 kW/m ²	60,9	—
Flashfire	Diurno	100% LII	65,9	—
Flashfire	Noturno	100% LII	73,2	—
Explosão (VCE)	Diurno	0,1 bar	76,5	—
Explosão (VCE)	Noturno	0,1 bar	86,9	—
Explosão (VCE)	Diurno	0,3 bar	53,2	—
Explosão (VCE)	Noturno	0,3 bar	60,9	—

Mapa de Vulnerabilidade

CELSE Centrais Elétricas de Sergipe S.A.

Estudo de Análise de Riscos

Hipótese Acidental H16

Agosto/2017



Legenda

Efeito Físico	Período	Nível em Estudo	Distância (m)	Indicador
Jato de Fogo	Diurno	1% Fatal.	551,3	—
Jato de Fogo	Noturno	1% Fatal.	555,5	—
Jato de Fogo	Diurno	50% Fatal.	484,4	(branco)
Jato de Fogo	Noturno	50% Fatal.	488,9	—
Jato de Fogo	Diurno	35 kW/m ²	439,7	—
Jato de Fogo	Noturno	35 kW/m ²	444,3	—
Flashfire	Diurno	100% LII	701,0	—
Flashfire	Noturno	100% LII	815,6	—
Explosão (VCE)	Diurno	0,1 bar	789,8	—
Explosão (VCE)	Noturno	0,1 bar	894,4	—
Explosão (VCE)	Diurno	0,3 bar	569,6	—
Explosão (VCE)	Noturno	0,3 bar	649,4	—

Mapa de Vulnerabilidade

CELSE Centrais Elétricas de Sergipe S.A.

Estudo de Análise de Riscos

Hipótese Acidental H17

Agosto/2017



Legenda

Efeito Físico	Período	Nível em Estudo	Distância (m)	Indicador
Jato de Fogo	Diurno	1% Fatal.	70,4	—
Jato de Fogo	Noturno	1% Fatal.	71,0	—
Jato de Fogo	Diurno	50% Fatal.	62,4	—
Jato de Fogo	Noturno	50% Fatal.	63,1	—
Jato de Fogo	Diurno	35 kW/m ²	57,0	—
Jato de Fogo	Noturno	35 kW/m ²	57,7	—
Flashfire	Diurno	100% LII	79,0	—
Flashfire	Noturno	100% LII	87,0	—
Explosão (VCE)	Diurno	0,1 bar	77,9	—
Explosão (VCE)	Noturno	0,1 bar	86,2	—
Explosão (VCE)	Diurno	0,3 bar	56,4	—
Explosão (VCE)	Noturno	0,3 bar	63,1	—

Mapa de Vulnerabilidade

CELSE Centrais Elétricas de Sergipe S.A.

Estudo de Análise de Riscos

Hipótese Acidental H18

Agosto/2017



Legenda

Efeito Físico	Período	Nível em Estudo	Distância (m)	Indicador
Jato de Fogo	Diurno	1% Fatal.	537,1	—
Jato de Fogo	Noturno	1% Fatal.	535,7	—
Jato de Fogo	Diurno	50% Fatal.	444,0	(branco)
Jato de Fogo	Noturno	50% Fatal.	441,5	—
Jato de Fogo	Diurno	35 kW/m ²	382,7	—
Jato de Fogo	Noturno	35 kW/m ²	382,7	—
Flashfire	Diurno	100% LII	393,8	—
Flashfire	Noturno	100% LII	420,0	—
Explosão (VCE)	Diurno	0,1 bar	511,1	—
Explosão (VCE)	Noturno	0,1 bar	524,4	—
Explosão (VCE)	Diurno	0,3 bar	351,9	—
Explosão (VCE)	Noturno	0,3 bar	363,6	—

Mapa de Vulnerabilidade

CELSE Centrais Elétricas de Sergipe S.A.

Estudo de Análise de Riscos

Hipótese Acidental H19

Agosto/2017



Legenda

Efeito Físico	Período	Nível em Estudo	Distância (m)	Indicador
Jato de Fogo	Diurno	1% Fatal.	70,6	—
Jato de Fogo	Noturno	1% Fatal.	70,4	—
Jato de Fogo	Diurno	50% Fatal.	62,5	—
Jato de Fogo	Noturno	50% Fatal.	62,1	—
Jato de Fogo	Diurno	35 kW/m ²	56,1	—
Jato de Fogo	Noturno	35 kW/m ²	55,6	—
Flashfire	Diurno	100% LII	71,6	—
Flashfire	Noturno	100% LII	70,8	—
Explosão (VCE)	Diurno	0,1 bar	69,6	—
Explosão (VCE)	Noturno	0,1 bar	70,3	—
Explosão (VCE)	Diurno	0,3 bar	52,3	—
Explosão (VCE)	Noturno	0,3 bar	52,6	—

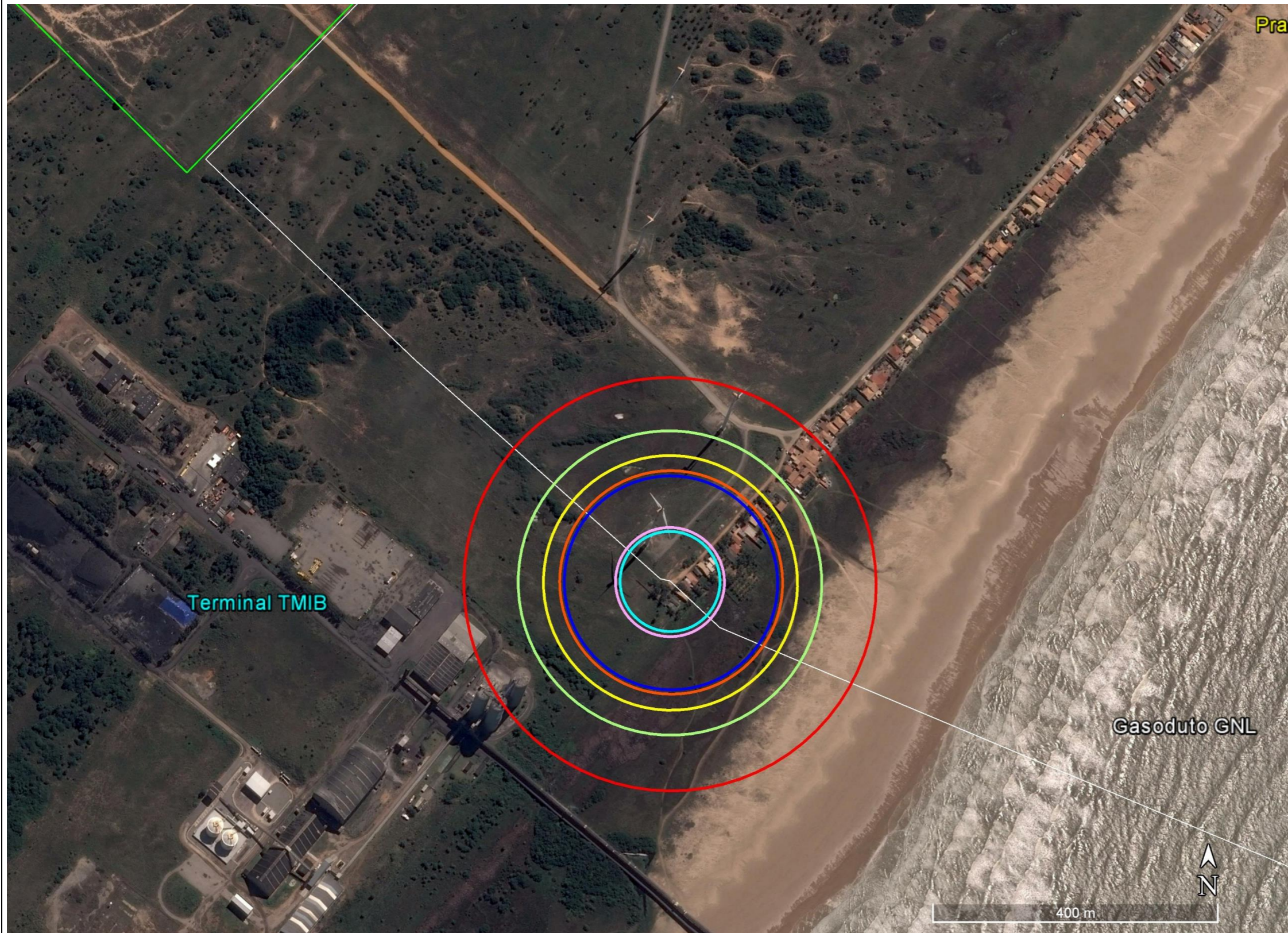
Mapa de Vulnerabilidade

CELSE Centrais Elétricas de Sergipe S.A.

Estudo de Análise de Riscos

Hipótese Acidental H20

Agosto/2017



Legenda

Efeito Físico	Período	Nível em Estudo	Distância (m)	Indicador
Fireball	Diurno	1% Fatal.	291,0	—
Fireball	Noturno	1% Fatal.	291,0	—
Fireball	Diurno	50% Fatal.	179,4	—
Fireball	Noturno	50% Fatal.	179,4	—
Fireball	Diurno	35 kW/m ²	150,6	—
Fireball	Noturno	35 kW/m ²	150,6	—
Jato de Fogo	Diurno	1% Fatal.	214,4	—
Jato de Fogo	Noturno	1% Fatal.	215,2	—
Jato de Fogo	Diurno	50% Fatal.	158,2	—
Jato de Fogo	Noturno	50% Fatal.	157,4	—
Jato de Fogo	Diurno	35 kW/m ²	76,9	—
Jato de Fogo	Noturno	35 kW/m ²	70,9	—

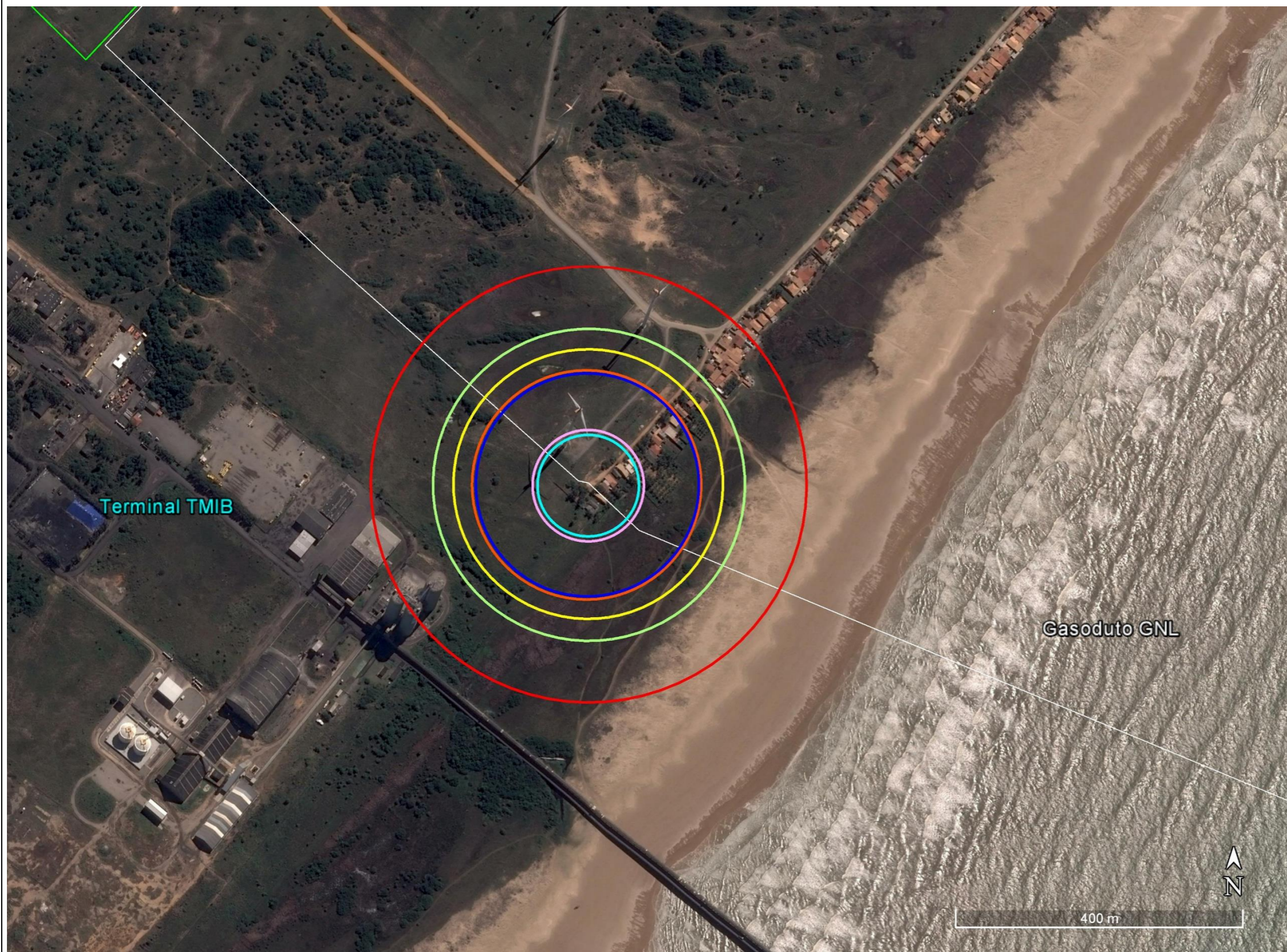
Mapa de Vulnerabilidade

CELSE Centrais Elétricas de Sergipe S.A.

Estudo de Análise de Riscos

Hipótese Acidental H21

Agosto/2017



Legenda

Efeito Físico	Período	Nível em Estudo	Distância (m)	Indicador
Fireball	Diurno	1% Fatal.	300,7	—
Fireball	Noturno	1% Fatal.	300,7	—
Fireball	Diurno	50% Fatal.	186,0	—
Fireball	Noturno	50% Fatal.	186,0	—
Fireball	Diurno	35 kW/m ²	153,9	—
Fireball	Noturno	35 kW/m ²	153,9	—
Jato de Fogo	Diurno	1% Fatal.	214,4	—
Jato de Fogo	Noturno	1% Fatal.	215,2	—
Jato de Fogo	Diurno	50% Fatal.	158,2	—
Jato de Fogo	Noturno	50% Fatal.	157,4	—
Jato de Fogo	Diurno	35 kW/m ²	76,9	—
Jato de Fogo	Noturno	35 kW/m ²	70,9	—

Mapa de Vulnerabilidade

CELSE Centrais Elétricas de Sergipe S.A.

Estudo de Análise de Riscos

Hipótese Acidental H21

Agosto/2017



Legenda

Efeito Físico	Período	Nível em Estudo	Distância (m)	Indicador
Jato de Fogo	Diurno	1% Fatal.	29,4	—
Jato de Fogo	Noturno	1% Fatal.	29,5	
Jato de Fogo	Diurno	50% Fatal.	21,6	—
Jato de Fogo	Noturno	50% Fatal.	21,2	
Jato de Fogo	Diurno	35 kW/m ²	**	
Jato de Fogo	Noturno	35 kW/m ²	**	

** Distâncias não alcançadas para o nível em Estudo.

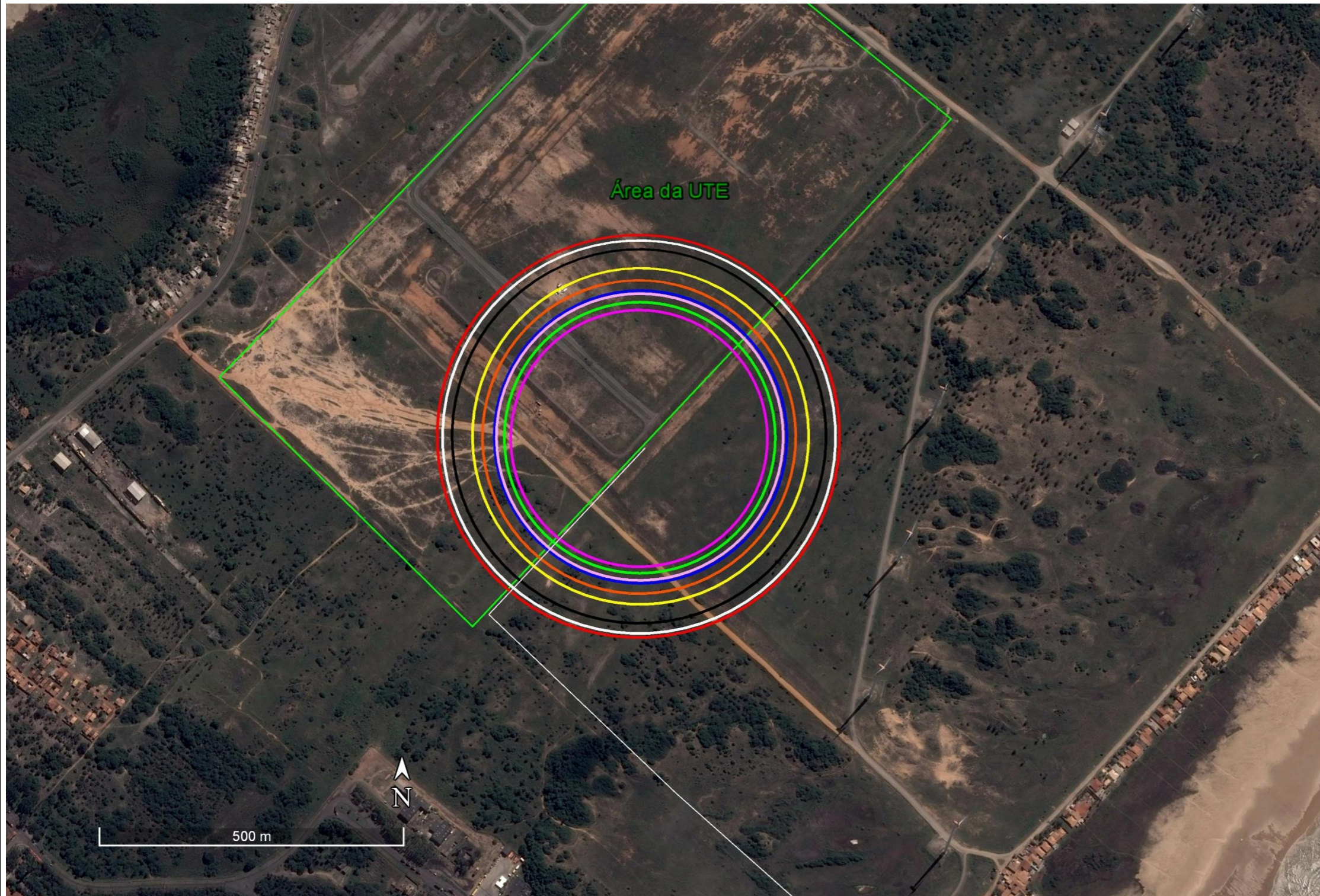
Mapa de Vulnerabilidade

CELSE Centrais Elétricas de Sergipe S.A.

Estudo de Análise de Riscos

Hipótese Acidental H23

Agosto/2017



Legenda

Efeito Físico	Período	Nível em Estudo	Distância (m)	Indicador
Jato de Fogo	Diurno	1% Fatal.	328,2	—
Jato de Fogo	Noturno	1% Fatal.	327,7	—
Jato de Fogo	Diurno	50% Fatal.	273,8	—
Jato de Fogo	Noturno	50% Fatal.	272,6	—
Jato de Fogo	Diurno	35 kW/m ²	233,7	—
Jato de Fogo	Noturno	35 kW/m ²	233,5	—
Flashfire	Diurno	100% LII	239,4	—
Flashfire	Noturno	100% LII	255,3	—
Explosão (VCE)	Diurno	0,1 bar	304,6	—
Explosão (VCE)	Noturno	0,1 bar	320,3	branco
Explosão (VCE)	Diurno	0,3 bar	209,2	—
Explosão (VCE)	Noturno	0,3 bar	222,0	—

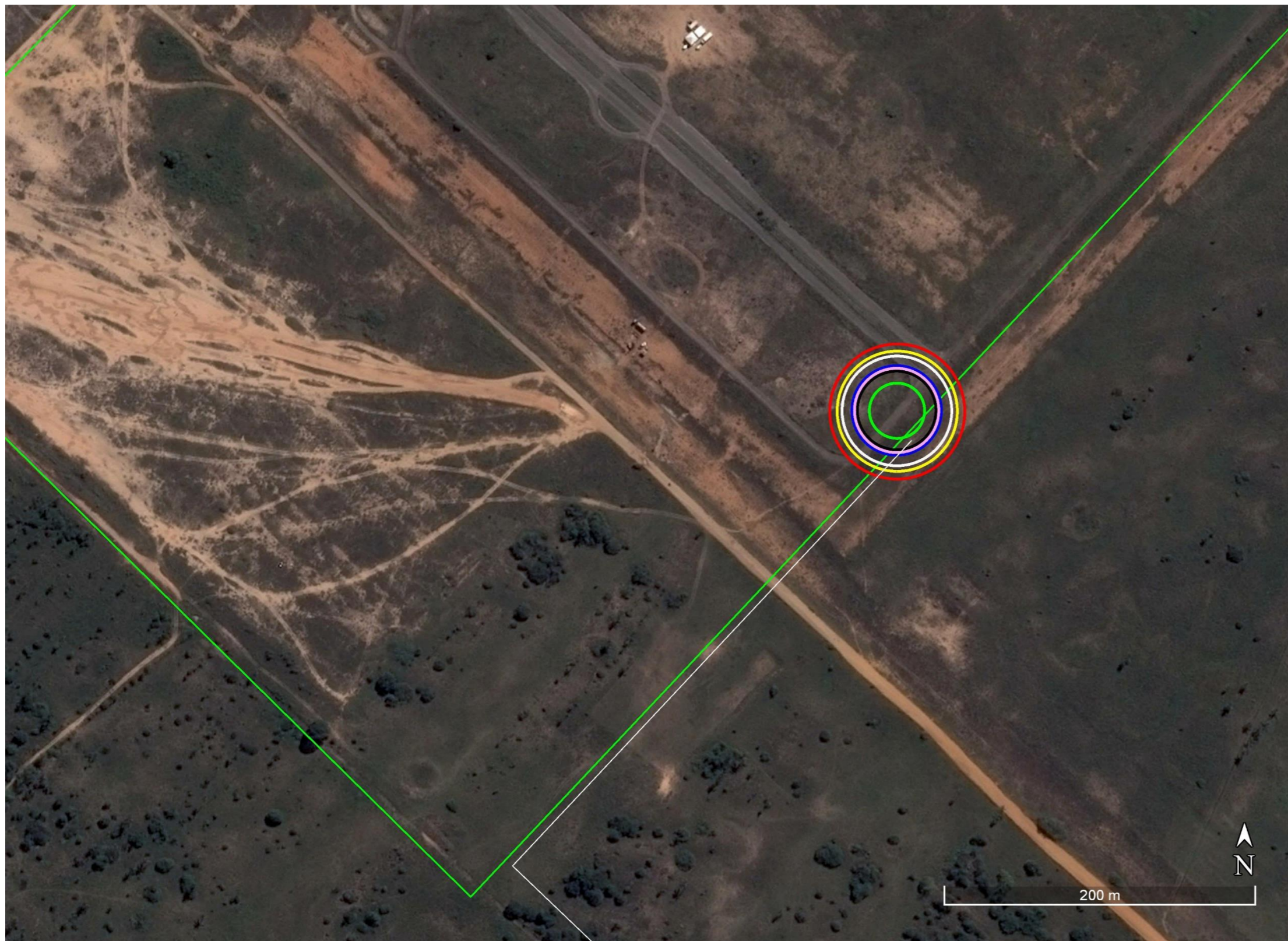
Mapa de Vulnerabilidade

CELSE Centrais Elétricas de Sergipe S.A.

Estudo de Análise de Riscos

Hipótese Acidental H24

Agosto/2017



Legenda

Efeito Físico	Período	Nível em Estudo	Distância (m)	Indicador
Jato de Fogo	Diurno	1% Fatal.	43,0	—
Jato de Fogo	Noturno	1% Fatal.	42,9	—
Jato de Fogo	Diurno	50% Fatal.	38,6	—
Jato de Fogo	Noturno	50% Fatal.	38,4	—
Jato de Fogo	Diurno	35 kW/m ²	35,1	branco
Jato de Fogo	Noturno	35 kW/m ²	34,8	
Flashfire	Diurno	100% LII	27,1	—
Flashfire	Noturno	100% LII	28,7	—
Explosão (VCE)	Diurno	0,1 bar	25,0	—
Explosão (VCE)	Noturno	0,1 bar	25,2	—
Explosão (VCE)	Diurno	0,3 bar	17,5	—
Explosão (VCE)	Noturno	0,3 bar	17,6	—

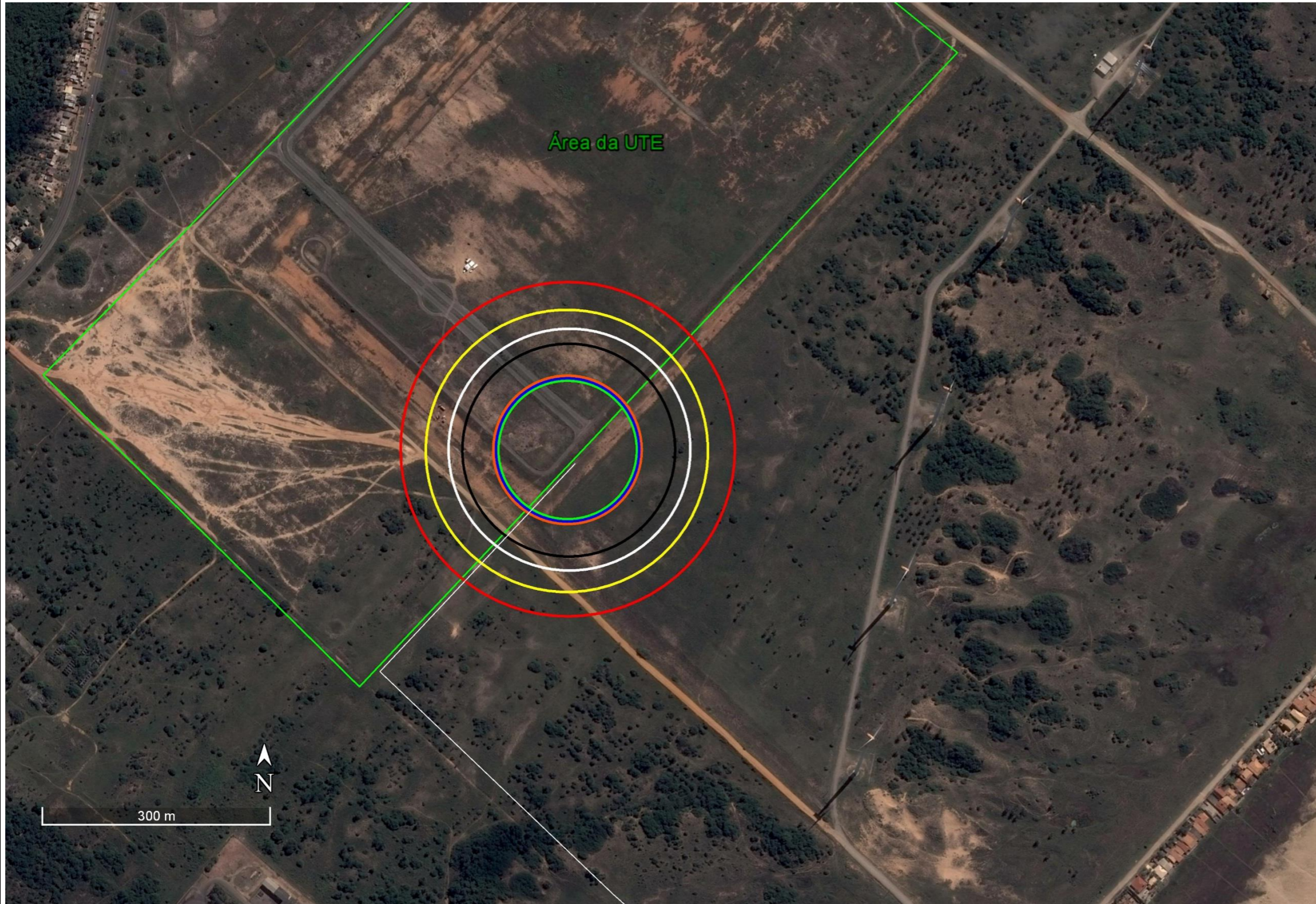
Mapa de Vulnerabilidade

CELSE Centrais Elétricas de Sergipe S.A.

Estudo de Análise de Riscos

Hipótese Acidental H25

Agosto/2017



Legenda

Efeito Físico	Período	Nível em Estudo	Distância (m)	Indicador
Jato de Fogo	Diurno	1% Fatal.	218,1	—
Jato de Fogo	Noturno	1% Fatal.	217,8	—
Jato de Fogo	Diurno	50% Fatal.	184,0	—
Jato de Fogo	Noturno	50% Fatal.	183,2	—
Jato de Fogo	Diurno	35 kW/m ²	157,8	branco
Jato de Fogo	Noturno	35 kW/m ²	156,1	
Flashfire	Diurno	100% LII	93,4	—
Flashfire	Noturno	100% LII	97,2	—
Explosão (VCE)	Diurno	0,1 bar	139,0	—
Explosão (VCE)	Noturno	0,1 bar	138,2	—
Explosão (VCE)	Diurno	0,3 bar	91,2	—
Explosão (VCE)	Noturno	0,3 bar	91,0	—

Mapa de Vulnerabilidade

CELSE Centrais Elétricas de Sergipe S.A.

Estudo de Análise de Riscos

Hipótese Acidental H26

Agosto/2017



Legenda

Efeito Físico	Período	Nível em Estudo	Distância (m)	Indicador
Jato de Fogo	Diurno	1% Fatal.	27,5	—
Jato de Fogo	Noturno	1% Fatal.	27,4	—
Jato de Fogo	Diurno	50% Fatal.	25,0	—
Jato de Fogo	Noturno	50% Fatal.	24,9	—
Jato de Fogo	Diurno	35 kW/m ²	22,8	branco
Jato de Fogo	Noturno	35 kW/m ²	22,5	branco
Flashfire	Diurno	100% LII	11,7	—
Flashfire	Noturno	100% LII	12,6	—
Explosão (VCE)	Diurno	0,1 bar	13,0	—
Explosão (VCE)	Noturno	0,1 bar	13,2	—
Explosão (VCE)	Diurno	0,3 bar	9,0	—
Explosão (VCE)	Noturno	0,3 bar	9,1	—

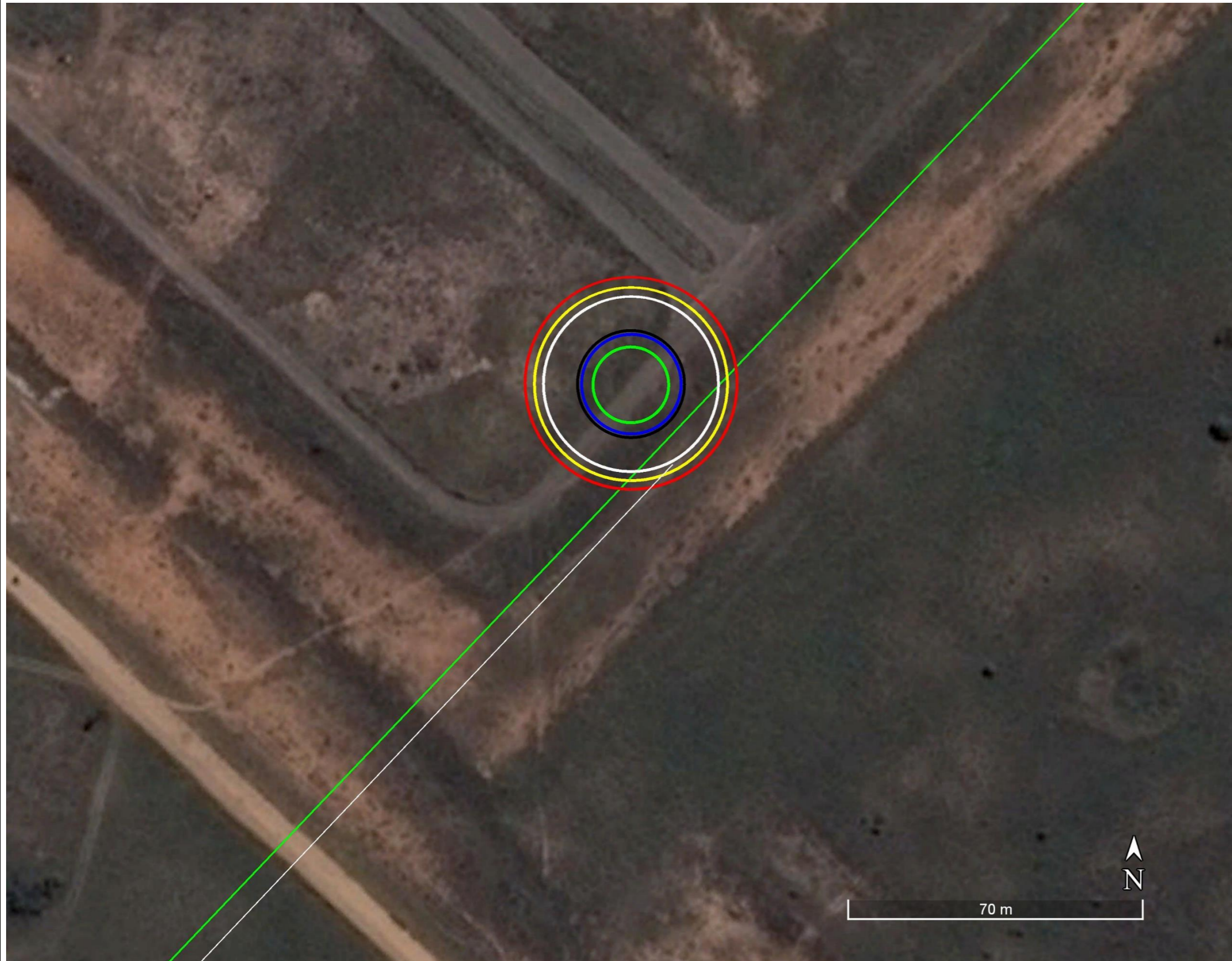
Mapa de Vulnerabilidade

CELSE Centrais Elétricas de Sergipe S.A.

Estudo de Análise de Riscos

Hipótese Acidental H27

Agosto/2017



Legenda

Efeito Físico	Período	Nível em Estudo	Distância (m)	Indicador
Jato de Fogo	Diurno	1% Fatal.	25,1	—
Jato de Fogo	Noturno	1% Fatal.	24,9	—
Jato de Fogo	Diurno	50% Fatal.	22,9	—
Jato de Fogo	Noturno	50% Fatal.	22,7	—
Jato de Fogo	Diurno	35 kW/m ²	20,7	branco
Jato de Fogo	Noturno	35 kW/m ²	20,5	
Flashfire	Diurno	100% LII	10,6	—
Flashfire	Noturno	100% LII	11,7	—
Explosão (VCE)	Diurno	0,1 bar	12,5	—
Explosão (VCE)	Noturno	0,1 bar	12,7	—
Explosão (VCE)	Diurno	0,3 bar	8,8	—
Explosão (VCE)	Noturno	0,3 bar	8,9	—

Mapa de Vulnerabilidade

CELSE Centrais Elétricas de Sergipe S.A.

Estudo de Análise de Riscos

Hipótese Acidental H28

Agosto/2017

Anexo H – Modelagens Matemáticas para Avaliação da Vulnerabilidade do Parque Eólico

FIREBALL REPORT

Unique Audit Number: 21.786.351



Study Folder: Modelagem de Consequências - CELSE

Phast 6.7



Modelagem de Consequências - CELSE



Análise Torres Eólica

023. H21 Fireball

Base Case

Data



Weather:

Análise Torres Eólica\Noite

Speed:

4,60 m/s

Stability: D

Modelagem de Consequências - CELSE\Análise Torres Eólica\023. H21 Fireball

Flame Data

User-Defined Quantities

Calculation Method	DNV Recommended	
Material	METHANE	
Ambient Temperature	26,30	degC
Ambient Relative Humidity	0,76	fraction
Mass Modification Factor	3,00	
Potential Fireball Mass	24000.00	kg
Vapor Fraction	1,00	fraction
Actual Flammable Mass	24000.00	kg
Vessel Burst Pressure (gauge)	44,87	bar

Input and/or Output Quantities

	Input	Output
Fireball Radius		85,92 m
Fireball Duration		11,73 s
Flame Emissive Power		400,00 kW/m ²
Fireball Lift Off Height		171,85 m

Flame Co-ordinates

X	Z	R	Phi
m	m	m	deg
0,00	85,92	0,00	0,00
0,00	91,11	29,39	0,00
0,00	106,03	55,23	0,00
0,00	128,89	74,41	0,00
0,00	156,93	84,62	0,00
0,00	186,77	84,62	0,00
0,00	214,81	74,41	0,00
0,00	237,67	55,23	0,00
0,00	252,59	29,39	0,00
0,00	257,77	0,00	0,00



Radiation Distance

User-Defined Quantities

Maximum Distance	25,00	m
Angle from Wind Direction	0,00	deg
Height above Origin	0,00	m
Observer Inclination	Variable	deg
Observer Orientation	0,00	deg

Calculated Quantities

X Coordinates m	Y Coordinates m	Z Coordinates m	Incident Radiation kW/m2	Lethality Level %	View Factor
0,00	0,00	0,00	65,40	99,72	0,16
0,51	0,00	0,00	65,40	99,72	0,16
1,02	0,00	0,00	65,40	99,72	0,16
1,53	0,00	0,00	65,40	99,72	0,16
2,04	0,00	0,00	65,39	99,72	0,16
2,55	0,00	0,00	65,39	99,72	0,16
3,06	0,00	0,00	65,38	99,72	0,16
3,57	0,00	0,00	65,37	99,72	0,16
4,08	0,00	0,00	65,36	99,72	0,16
4,59	0,00	0,00	65,35	99,72	0,16
5,10	0,00	0,00	65,34	99,72	0,16
5,61	0,00	0,00	65,32	99,72	0,16
6,12	0,00	0,00	65,31	99,72	0,16
6,63	0,00	0,00	65,29	99,71	0,16
7,14	0,00	0,00	65,28	99,71	0,16
7,65	0,00	0,00	65,26	99,71	0,16
8,16	0,00	0,00	65,24	99,71	0,16
8,67	0,00	0,00	65,22	99,71	0,16
9,18	0,00	0,00	65,19	99,71	0,16
9,69	0,00	0,00	65,17	99,71	0,16
10,20	0,00	0,00	65,15	99,71	0,16
10,71	0,00	0,00	65,12	99,71	0,16
11,22	0,00	0,00	65,09	99,71	0,16
11,73	0,00	0,00	65,06	99,70	0,16
12,24	0,00	0,00	65,03	99,70	0,16
12,76	0,00	0,00	65,00	99,70	0,16
13,27	0,00	0,00	64,97	99,70	0,16
13,78	0,00	0,00	64,94	99,70	0,16
14,29	0,00	0,00	64,90	99,70	0,16
14,80	0,00	0,00	64,86	99,69	0,16
15,31	0,00	0,00	64,83	99,69	0,16
15,82	0,00	0,00	64,79	99,69	0,16
16,33	0,00	0,00	64,75	99,69	0,16
16,84	0,00	0,00	64,71	99,69	0,16
17,35	0,00	0,00	64,67	99,68	0,16
17,86	0,00	0,00	64,62	99,68	0,16
18,37	0,00	0,00	64,58	99,68	0,16
18,88	0,00	0,00	64,53	99,68	0,16

FIREBALL REPORT

Unique Audit Number: 21.786.351



Study Folder: Modelagem de Consequências - CELSE

Phast 6.7

X Coordinates m	Y Coordinates m	Z Coordinates m	Incident Radiation kW/m2	Lethality Level %	View Factor
19,39	0,00	0,00	64,48	99,68	0,16
19,90	0,00	0,00	64,44	99,67	0,16
20,41	0,00	0,00	64,39	99,67	0,16
20,92	0,00	0,00	64,34	99,67	0,16
21,43	0,00	0,00	64,28	99,67	0,16
21,94	0,00	0,00	64,23	99,66	0,16
22,45	0,00	0,00	64,18	99,66	0,16
22,96	0,00	0,00	64,12	99,66	0,16
23,47	0,00	0,00	64,07	99,65	0,16
23,98	0,00	0,00	64,01	99,65	0,16
24,49	0,00	0,00	63,95	99,65	0,16
25,00	0,00	0,00	63,89	99,64	0,16



Weather:

Análise Torres Eólica\Dia

Speed:

4,90 m/s

Stability: B/C

Modelagem de Consequências - CELSE\Análise Torres Eólica\023. H21 Fireball

Flame Data

User-Defined Quantities

	DNV Recommended	
Calculation Method	METHANE	
Material		
Ambient Temperature	27,20	degC
Ambient Relative Humidity	0,72	fraction
Mass Modification Factor	3,00	
Potential Fireball Mass	24000,00	kg
Vapor Fraction	1,00	fraction
Actual Flammable Mass	24000,00	kg
Vessel Burst Pressure (gauge)	44,87	bar

Input and/or Output Quantities

	Input	Output
Fireball Radius		85,92 m
Fireball Duration		11,73 s
Flame Emissive Power		400,00 kW/m2
Fireball Lift Off Height		171,85 m

FIREBALL REPORT

Unique Audit Number: 21.786.351



Study Folder: Modelagem de Consequências - CELSE

Phast 6.7

Flame Co-ordinates

X	Z	R	Phi
m	m	m	deg
0,00	85,92	0,00	0,00
0,00	91,11	29,39	0,00
0,00	106,03	55,23	0,00
0,00	128,89	74,41	0,00
0,00	156,93	84,62	0,00
0,00	186,77	84,62	0,00
0,00	214,81	74,41	0,00
0,00	237,67	55,23	0,00
0,00	252,59	29,39	0,00
0,00	257,77	0,00	0,00



Radiation Distance

User-Defined Quantities

Maximum Distance	25,00	m
Angle from Wind Direction	0,00	deg
Height above Origin	0,00	m
Observer Inclination	Variable	deg
Observer Orientation	0,00	deg

Calculated Quantities

X Coordinates m	Y Coordinates m	Z Coordinates m	Incident Radiation kW/m2	Lethality Level %	View Factor
0,00	0,00	0,00	65,40	99,72	0,16
0,51	0,00	0,00	65,39	99,72	0,16
1,02	0,00	0,00	65,39	99,72	0,16
1,53	0,00	0,00	65,39	99,72	0,16
2,04	0,00	0,00	65,38	99,72	0,16
2,55	0,00	0,00	65,38	99,72	0,16
3,06	0,00	0,00	65,37	99,72	0,16
3,57	0,00	0,00	65,36	99,72	0,16
4,08	0,00	0,00	65,35	99,72	0,16
4,59	0,00	0,00	65,34	99,72	0,16
5,10	0,00	0,00	65,33	99,72	0,16
5,61	0,00	0,00	65,32	99,72	0,16
6,12	0,00	0,00	65,30	99,72	0,16
6,63	0,00	0,00	65,29	99,71	0,16
7,14	0,00	0,00	65,27	99,71	0,16
7,65	0,00	0,00	65,25	99,71	0,16
8,16	0,00	0,00	65,23	99,71	0,16
8,67	0,00	0,00	65,21	99,71	0,16
9,18	0,00	0,00	65,19	99,71	0,16
9,69	0,00	0,00	65,16	99,71	0,16
10,20	0,00	0,00	65,14	99,71	0,16
10,71	0,00	0,00	65,11	99,71	0,16
11,22	0,00	0,00	65,09	99,71	0,16
11,73	0,00	0,00	65,06	99,70	0,16
12,24	0,00	0,00	65,03	99,70	0,16
12,76	0,00	0,00	65,00	99,70	0,16
13,27	0,00	0,00	64,96	99,70	0,16
13,78	0,00	0,00	64,93	99,70	0,16
14,29	0,00	0,00	64,89	99,70	0,16
14,80	0,00	0,00	64,86	99,69	0,16
15,31	0,00	0,00	64,82	99,69	0,16
15,82	0,00	0,00	64,78	99,69	0,16
16,33	0,00	0,00	64,74	99,69	0,16
16,84	0,00	0,00	64,70	99,69	0,16
17,35	0,00	0,00	64,66	99,68	0,16
17,86	0,00	0,00	64,62	99,68	0,16
18,37	0,00	0,00	64,57	99,68	0,16
18,88	0,00	0,00	64,53	99,68	0,16

FIREBALL REPORT

Unique Audit Number: 21.786.351



Study Folder: Modelagem de Consequências - CELSE

Phast 6.7

X Coordinates m	Y Coordinates m	Z Coordinates m	Incident Radiation kW/m2	Lethality Level %	View Factor
19,39	0,00	0,00	64,48	99,68	0,16
19,90	0,00	0,00	64,43	99,67	0,16
20,41	0,00	0,00	64,38	99,67	0,16
20,92	0,00	0,00	64,33	99,67	0,16
21,43	0,00	0,00	64,28	99,66	0,16
21,94	0,00	0,00	64,23	99,66	0,16
22,45	0,00	0,00	64,17	99,66	0,16
22,96	0,00	0,00	64,12	99,66	0,16
23,47	0,00	0,00	64,06	99,65	0,16
23,98	0,00	0,00	64,00	99,65	0,16
24,49	0,00	0,00	63,94	99,65	0,16
25,00	0,00	0,00	63,88	99,64	0,16

JET FIRE REPORT

Unique Audit Number: 21.785.551



Study Folder: Modelagem de Consequências - CELSE

Phast 6.7

Modelagem de Consequências - CELSE

Análise Torres Eólica

022.H21 Jato de Fogo

Base Case

Data

Weather: Análise Torres Eólica\Noite
Speed: 4.60 m/s **Stability:** D

\Modelagem de Consequências - CELSE\Análise Torres Eólica\022.H21 Jato de Fogo

Flame Data

User-Defined Quantities

Model Correlation Type	Cone model - DNV recommended	
Material	METHANE	
Ambient Temperature	26,30	degC
Ambient Relative Humidity	0,76	fraction
Ambient Pressure	1,01	bar
Ambient Wind Speed	4,60	m/s
Maximum Exposure Duration	20,00	s
Elevation	0,00	m
Expanded Temperature	-27,65	degC
Release Rate	617,48	kg/s
Liquid Fraction		fraction
Jet Angle from Horizontal	45,00	deg
Crosswind Angle	0,00	deg

	Input	Output
Flame Emissive Power		232,10 kW/m2
Fraction of Emissivity		0,15 fraction
Expanded Radius		0,71 m
Jet Velocity	488,65	488,65 m/s
Flame Length		183,83 m
Frustrum Lift Off Distance		30,93 m
Frustrum Length		152,90 m
Frustrum Base Width		16,74 m
Frustrum Tip Width		56,33 m
Flame Length in Still Air		252,88 m
Hole to Flame Angle		0,00 deg
Plane Angular Rotation		0,00 deg

Flame Co-ordinates

X	Z	R	Phi
m	m	m	deg
21,87	21,87	0,00	45,00
21,87	21,87	8,37	45,00
129,99	129,99	28,16	45,00
129,99	129,99	0,00	45,00



Radiation Intensity Ellipse

User-Defined Quantities

Observer Inclination	Variable	deg
Observer Orientation	Variable	deg
Exposure Duration	20,00	s
Effect Height	1,00	m

Calculated Quantities

Incident Radiation Level:	9,85	kW/m2
Lethality Level	1,00	%
View Factor	0,04	
Dose Level	4.221.614,00	(W/m2)^Probit N.s

Downwind semi-axis (A)	109,94	m
Crosswind semi-axis (B)	131,68	m
Offset Ratio (D)	0,96	
Effect Distance	215,22	m
Area	45.479,77	m2

Incident Radiation Level:	19,46	kW/m2
Lethality Level	49,95	%
View Factor	0,08	
Dose Level	10.465.118,22	(W/m2)^Probit N.s

Downwind semi-axis (A)	73,24	m
Crosswind semi-axis (B)	67,18	m
Offset Ratio (D)	1,15	
Effect Distance	157,40	m
Area	15.456,33	m2

Incident Radiation Level:	35,00	kW/m2
Lethality Level	97,74	%
View Factor	0,15	
Dose Level	22.889.479,61	(W/m2)^Probit N.s

Downwind semi-axis (A)	13,70	m
Crosswind semi-axis (B)	12,33	m
Offset Ratio (D)	4,17	
Effect Distance	70,89	m
Area	530,68	m2



Radiation Distance

User-Defined Quantities

Maximum Distance	259,98	m
Angle from Wind Direction	0,00	deg
Height above Origin	1,00	m
Observer Inclination	Variable	deg
Observer Orientation	Variable	deg

Calculated Quantities

X Coordinates m	Y Coordinates m	Z Coordinates m	Incident Radiation kW/m2	Lethality Level %	View Factor
0,00			12,37		
5,31			15,65		
10,61			19,19		
15,92			24,73		
21,22			31,17		
26,53			36,08		
31,83			36,96		
37,14			35,11		
42,45			34,66		
47,75			36,56		
53,06			37,05		
58,36			36,77		
63,67			36,13		
68,97			35,31		
74,28			34,43		
79,59			33,52		
84,89			32,60		
90,20			31,69		
95,50			30,77		
100,81			29,86		
106,11			28,95		
111,42			28,02		
116,73			27,09		
122,03			26,14		
127,34			25,17		
132,64			24,19		
137,95			23,19		
143,26			22,18		
148,56			21,16		
153,87			20,14		
159,17			19,12		
164,48			18,11		
169,78			17,16		
175,09			16,13		
180,40			15,18		
185,70			14,25		
191,01			13,37		

JET FIRE REPORT

Unique Audit Number: 21.785.551



Study Folder: Modelagem de Consequências - CELSE

Phast 6.7

X Coordinates m	Y Coordinates m	Z Coordinates m	Incident Radiation kW/m2	Lethality Level %	View Factor
196,31			12,52		
201,62			11,72		
206,92			10,95		
212,23			10,24		
217,54			9,56		
222,84			8,93		
228,15			8,34		
233,45			7,79		
238,76			7,34		
244,06			6,94		
249,37			6,55		
254,68			6,19		
259,98			5,86		

JET FIRE REPORT

Unique Audit Number: 21.785.551



Study Folder: Modelagem de Consequências - CELSE

Phast 6.7



Weather: Análise Torres Eólica\Dia

Speed: 4,90

m/s

Stability: B/C

\Modelagem de Consequências - CELSE\Análise Torres Eólica\022.H21 Jato de Fogo

Flame Data

User-Defined Quantities

Model Correlation Type	Cone model - DNV recommended	
Material	METHANE	
Ambient Temperature	27,20	degC
Ambient Relative Humidity	0,72	fraction
Ambient Pressure	1,01	bar
Ambient Wind Speed	4,90	m/s
Maximum Exposure Duration	20,00	s
Elevation	0,00	m
Expanded Temperature	-27,65	degC
Release Rate	617,48	kg/s
Liquid Fraction		fraction
Jet Angle from Horizontal	45,00	deg
Crosswind Angle	0,00	deg

	Input	Output
Flame Emissive Power		236,07 kW/m2
Fraction of Emissivity		0,15 fraction
Expanded Radius		0,71 m
Jet Velocity	488,65	488,65 m/s
Flame Length		181,12 m
Frustrum Lift Off Distance		30,14 m
Frustrum Length		150,99 m
Frustrum Base Width		16,71 m
Frustrum Tip Width		55,98 m
Flame Length in Still Air		253,21 m
Hole to Flame Angle		0,04 deg
Plane Angular Rotation		0,00 deg

Flame Co-ordinates

X	Z	R	Phi
m	m	m	deg
21,31	21,31	0,00	45,04
21,31	21,31	8,35	45,04
128,15	128,00	27,99	45,04
128,15	128,00	0,00	45,04



Radiation Intensity Ellipse

User-Defined Quantities

Observer Inclination	Variable	deg
Observer Orientation	Variable	deg
Exposure Duration	20,00	s
Effect Height	1,00	m

Calculated Quantities

Incident Radiation Level:	9,85	kW/m2
Lethality Level	1,00	%
View Factor	0,04	
Dose Level	4.221.614,00	(W/m2)^Probit N.s

Downwind semi-axis (A)	110,42	m
Crosswind semi-axis (B)	132,90	m
Offset Ratio (D)	0,94	
Effect Distance	214,40	m
Area	46.101,72	m2

Incident Radiation Level:	19,46	kW/m2
Lethality Level	49,95	%
View Factor	0,08	
Dose Level	10.465.118,22	(W/m2)^Probit N.s

Downwind semi-axis (A)	74,46	m
Crosswind semi-axis (B)	69,28	m
Offset Ratio (D)	1,13	
Effect Distance	158,24	m
Area	16.206,98	m2

Incident Radiation Level:	35,00	kW/m2
Lethality Level	97,74	%
View Factor	0,15	
Dose Level	22.889.479,61	(W/m2)^Probit N.s

Downwind semi-axis (A)	27,11	m
Crosswind semi-axis (B)	15,31	m
Offset Ratio (D)	1,84	
Effect Distance	76,92	m
Area	1.303,99	m2



Radiation Distance

User-Defined Quantities

Maximum Distance	256,30	m
Angle from Wind Direction	0,00	deg
Height above Origin	1,00	m
Observer Inclination	Variable	deg
Observer Orientation	Variable	deg

Calculated Quantities

X Coordinates m	Y Coordinates m	Z Coordinates m	Incident Radiation kW/m2	Lethality Level %	View Factor
0,00			13,21		
5,23			16,74		
10,46			20,44		
15,69			26,19		
20,92			32,93		
26,15			37,97		
31,38			38,58		
36,61			36,40		
41,84			36,36		
47,08			38,27		
52,31			38,64		
57,54			38,26		
62,77			37,53		
68,00			36,64		
73,23			35,68		
78,46			34,71		
83,69			33,74		
88,92			32,78		
94,15			31,83		
99,38			30,87		
104,61			29,93		
109,84			28,96		
115,07			27,99		
120,30			27,00		
125,53			26,00		
130,76			24,98		
136,00			23,94		
141,23			22,90		
146,46			21,84		
151,69			20,78		
156,92			19,73		
162,15			18,68		
167,38			17,70		
172,61			16,63		
177,84			15,65		
183,07			14,69		
188,30			13,78		

JET FIRE REPORT

Unique Audit Number: 21.785.551



Study Folder: Modelagem de Consequências - CELSE

Phast 6.7

X Coordinates m	Y Coordinates m	Z Coordinates m	Incident Radiation kW/m2	Lethality Level %	View Factor
193,53			12,90		
198,76			12,07		
203,99			11,28		
209,22			10,54		
214,45			9,84		
219,68			9,19		
224,92			8,58		
230,15			8,01		
235,38			7,56		
240,61			7,14		
245,84			6,74		
251,07			6,37		
256,30			6,04		

JET FIRE REPORT

Unique Audit Number: 21.785.551



Study Folder: Modelagem de Consequências - CELSE

Phast 6.7

027.H22 Jato de Fogo

Base Case

Data



Weather: Análise Torres Eólica\Noite

Speed: 4,60

m/s

Stability: D

\Modelagem de Consequências - CELSE\Análise Torres Eólica\027.H22 Jato de Fogo

Flame Data

User-Defined Quantities

Model Correlation Type	Cone model - DNV recommended	
Material	METHANE	
Ambient Temperature	26,30	degC
Ambient Relative Humidity	0,76	fraction
Ambient Pressure	1,01	bar
Ambient Wind Speed	4,60	m/s
Maximum Exposure Duration	20,00	s
Elevation	0,00	m
Expanded Temperature	-54,98	degC
Release Rate	657,03	kg/s
Liquid Fraction		fraction
Jet Angle from Horizontal	45,00	deg
Crosswind Angle	0,00	deg

	Input	Output
Flame Emissive Power		234,30 kW/m2
Fraction of Emissivity		0,15 fraction
Expanded Radius		0,68 m
Jet Velocity	500,00	500,00 m/s
Flame Length		188,16 m
Frustrum Lift Off Distance		31,78 m
Frustrum Length		156,38 m
Frustrum Base Width		17,09 m
Frustrum Tip Width		57,48 m
Flame Length in Still Air		258,83 m
Hole to Flame Angle		0,00 deg
Plane Angular Rotation		0,00 deg

Flame Co-ordinates

X	Z	R	Phi
m	m	m	deg
22,47	22,47	0,00	45,00
22,47	22,47	8,54	45,00
133,05	133,05	28,74	45,00
133,05	133,05	0,00	45,00



Radiation Intensity Ellipse

User-Defined Quantities

Observer Inclination	Variable	deg
Observer Orientation	Variable	deg
Exposure Duration	20,00	s
Effect Height	1,00	m

Calculated Quantities

Incident Radiation Level:	9,85	kW/m2
Lethality Level	1,00	%
View Factor	0,04	
Dose Level	4.221.614,00	(W/m2)^Probit N.s

Downwind semi-axis (A)	112,56	m
Crosswind semi-axis (B)	134,96	m
Offset Ratio (D)	0,96	
Effect Distance	220,48	m
Area	47.724,69	m2

Incident Radiation Level:	19,46	kW/m2
Lethality Level	49,95	%
View Factor	0,08	
Dose Level	10.465.118,22	(W/m2)^Probit N.s

Downwind semi-axis (A)	75,00	m
Crosswind semi-axis (B)	68,94	m
Offset Ratio (D)	1,15	
Effect Distance	161,33	m
Area	16.244,29	m2

Incident Radiation Level:	35,00	kW/m2
Lethality Level	97,74	%
View Factor	0,15	
Dose Level	22.889.479,61	(W/m2)^Probit N.s

Downwind semi-axis (A)	14,13	m
Crosswind semi-axis (B)	12,64	m
Offset Ratio (D)	4,16	
Effect Distance	72,84	m
Area	560,94	m2



Radiation Distance

User-Defined Quantities

Maximum Distance	266,10	m
Angle from Wind Direction	0,00	deg
Height above Origin	1,00	m
Observer Inclination	Variable	deg
Observer Orientation	Variable	deg

Calculated Quantities

X Coordinates m	Y Coordinates m	Z Coordinates m	Incident Radiation kW/m2	Lethality Level %	View Factor
0,00			12,29		
5,43			15,53		
10,86			19,07		
16,29			24,61		
21,72			31,03		
27,15			35,96		
32,58			36,94		
38,01			35,18		
43,44			34,61		
48,88			36,50		
54,31			37,03		
59,74			36,78		
65,17			36,16		
70,60			35,36		
76,03			34,48		
81,46			33,57		
86,89			32,66		
92,32			31,75		
97,75			30,84		
103,18			29,92		
108,61			29,01		
114,04			28,09		
119,47			27,15		
124,90			26,20		
130,33			25,23		
135,77			24,24		
141,20			23,24		
146,63			22,23		
152,06			21,21		
157,49			20,19		
162,92			19,16		
168,35			18,15		
173,78			17,20		
179,21			16,16		
184,64			15,21		
190,07			14,29		
195,50			13,40		

JET FIRE REPORT

Unique Audit Number: 21.785.551



Study Folder: Modelagem de Consequências - CELSE

Phast 6.7

X Coordinates m	Y Coordinates m	Z Coordinates m	Incident Radiation kW/m2	Lethality Level %	View Factor
200,93			12,55		
206,36			11,74		
211,79			10,98		
217,22			10,26		
222,65			9,58		
228,09			8,95		
233,52			8,36		
238,95			7,81		
244,38			7,36		
249,81			6,95		
255,24			6,57		
260,67			6,20		
266,10			5,88		

JET FIRE REPORT

Unique Audit Number: 21.785.551



Study Folder: Modelagem de Consequências - CELSE

Phast 6.7



Weather: Análise Torres Eólica\Dia

Speed: 4,90

m/s

Stability: B/C

\Modelagem de Consequências - CELSE\Análise Torres Eólica\027.H22 Jato de Fogo

Flame Data

User-Defined Quantities

Model Correlation Type	Cone model - DNV recommended	
Material	METHANE	
Ambient Temperature	27,20	degC
Ambient Relative Humidity	0,72	fraction
Ambient Pressure	1,01	bar
Ambient Wind Speed	4,90	m/s
Maximum Exposure Duration	20,00	s
Elevation	0,00	m
Expanded Temperature	-54,98	degC
Release Rate	657,03	kg/s
Liquid Fraction		fraction
Jet Angle from Horizontal	45,00	deg
Crosswind Angle	0,00	deg

	Input	Output
Flame Emissive Power		238,33 kW/m2
Fraction of Emissivity		0,15 fraction
Expanded Radius		0,68 m
Jet Velocity	500,00	500,00 m/s
Flame Length		185,39 m
Frustrum Lift Off Distance		30,97 m
Frustrum Length		154,41 m
Frustrum Base Width		17,06 m
Frustrum Tip Width		57,11 m
Flame Length in Still Air		259,17 m
Hole to Flame Angle		0,06 deg
Plane Angular Rotation		0,00 deg

Flame Co-ordinates

X	Z	R	Phi
m	m	m	deg
21,90	21,90	0,00	45,06
21,90	21,90	8,53	45,06
131,21	130,97	28,56	45,06
131,21	130,97	0,00	45,06



Radiation Intensity Ellipse

User-Defined Quantities

Observer Inclination	Variable	deg
Observer Orientation	Variable	deg
Exposure Duration	20,00	s
Effect Height	1,00	m

Calculated Quantities

Incident Radiation Level:	9,85	kW/m2
Lethality Level	1,00	%
View Factor	0,04	
Dose Level	4.221.614,00	(W/m2)^Probit N.s

Downwind semi-axis (A)	113,02	m
Crosswind semi-axis (B)	136,22	m
Offset Ratio (D)	0,94	
Effect Distance	219,66	m
Area	48.367,02	m2

Incident Radiation Level:	19,46	kW/m2
Lethality Level	49,95	%
View Factor	0,08	
Dose Level	10.465.118,22	(W/m2)^Probit N.s

Downwind semi-axis (A)	76,27	m
Crosswind semi-axis (B)	71,13	m
Offset Ratio (D)	1,13	
Effect Distance	162,25	m
Area	17.042,35	m2

Incident Radiation Level:	35,00	kW/m2
Lethality Level	97,74	%
View Factor	0,15	
Dose Level	22.889.479,61	(W/m2)^Probit N.s

Downwind semi-axis (A)	17,70	m
Crosswind semi-axis (B)	16,69	m
Offset Ratio (D)	3,47	
Effect Distance	79,16	m
Area	928,33	m2



Radiation Distance

User-Defined Quantities

Maximum Distance	262,41	m
Angle from Wind Direction	0,00	deg
Height above Origin	1,00	m
Observer Inclination	Variable	deg
Observer Orientation	Variable	deg

Calculated Quantities

X Coordinates m	Y Coordinates m	Z Coordinates m	Incident Radiation kW/m2	Lethality Level %	View Factor
0,00			13,12		
5,36			16,61		
10,71			20,31		
16,07			26,07		
21,42			32,80		
26,78			37,86		
32,13			38,57		
37,49			36,47		
42,84			36,26		
48,20			38,23		
53,55			38,64		
58,91			38,29		
64,26			37,57		
69,62			36,70		
74,98			35,75		
80,33			34,79		
85,69			33,82		
91,04			32,86		
96,40			31,90		
101,75			30,95		
107,11			30,00		
112,46			29,03		
117,82			28,06		
123,17			27,07		
128,53			26,06		
133,89			25,04		
139,24			24,00		
144,60			22,95		
149,95			21,90		
155,31			20,83		
160,66			19,77		
166,02			18,72		
171,37			17,74		
176,73			16,67		
182,08			15,68		
187,44			14,72		
192,79			13,81		

JET FIRE REPORT

Unique Audit Number: 21.785.551



Study Folder: Modelagem de Consequências - CELSE

Phast 6.7

X Coordinates m	Y Coordinates m	Z Coordinates m	Incident Radiation kW/m2	Lethality Level %	View Factor
198,15			12,93		
203,51			12,09		
208,86			11,30		
214,22			10,56		
219,57			9,86		
224,93			9,21		
230,28			8,60		
235,64			8,03		
240,99			7,58		
246,35			7,15		
251,70			6,75		
257,06			6,38		
262,41			6,05		

JET FIRE REPORT

Unique Audit Number: 21.785.551



Study Folder: Modelagem de Consequências - CELSE

Phast 6.7

029.H23 Jato de Fogo

Base Case

Data



Weather: Análise Torres Eólica\Noite

Speed: 4,60

m/s

Stability: D

\Modelagem de Consequências - CELSE\Análise Torres Eólica\029.H23 Jato de Fogo

Flame Data

User-Defined Quantities

Model Correlation Type	Cone model - DNV recommended	
Material	METHANE	
Ambient Temperature	26,30	degC
Ambient Relative Humidity	0,76	fraction
Ambient Pressure	1,01	bar
Ambient Wind Speed	4,60	m/s
Maximum Exposure Duration	20,00	s
Elevation	0,00	m
Expanded Temperature	-114,18	degC
Release Rate	7,77	kg/s
Liquid Fraction		fraction
Jet Angle from Horizontal	45,00	deg
Crosswind Angle	0,00	deg

	Input	Output
Flame Emissive Power		138,98 kW/m2
Fraction of Emissivity		0,15 fraction
Expanded Radius		0,06 m
Jet Velocity	500,00	500,00 m/s
Flame Length		27,32 m
Frustrum Lift Off Distance		4,62 m
Frustrum Length		22,72 m
Frustrum Base Width		1,84 m
Frustrum Tip Width		8,35 m
Flame Length in Still Air		37,58 m
Hole to Flame Angle		5,36 deg
Plane Angular Rotation		0,00 deg

Flame Co-ordinates

X	Z	R	Phi
m	m	m	deg
3,27	3,27	0,00	50,36
3,27	3,27	0,92	50,36
20,76	17,76	4,17	50,36
20,76	17,76	0,00	50,36



Radiation Intensity Ellipse

User-Defined Quantities

Observer Inclination	Variable	deg
Observer Orientation	Variable	deg
Exposure Duration	20,00	s
Effect Height	1,00	m

Calculated Quantities

Incident Radiation Level:	9,85	kW/m2
Lethality Level	1,00	%
View Factor	0,07	
Dose Level	4.221.614,00	(W/m2)^Probit N.s

Downwind semi-axis (A)	14,17	m
Crosswind semi-axis (B)	15,90	m
Offset Ratio (D)	1,08	
Effect Distance	29,47	m
Area	707,88	m2

Incident Radiation Level:	19,46	kW/m2
Lethality Level	49,95	%
View Factor	0,14	
Dose Level	10.465.118,22	(W/m2)^Probit N.s

Downwind semi-axis (A)	9,30	m
Crosswind semi-axis (B)	6,81	m
Offset Ratio (D)	1,28	
Effect Distance	21,22	m
Area	198,96	m2

Incident Radiation Level:	35,00	kW/m2
Lethality Level	97,74	%
View Factor	0,25	
Dose Level	22.889.479,61	(W/m2)^Probit N.s

Downwind semi-axis (A)	Not Reached	m
Crosswind semi-axis (B)	Not Reached	m
Offset Ratio (D)	Not Reached	
Effect Distance	n/a	m
Area	n/a	m2



Radiation Distance

User-Defined Quantities

Maximum Distance	41,52	m
Angle from Wind Direction	0,00	deg
Height above Origin	1,00	m
Observer Inclination	Variable	deg
Observer Orientation	Variable	deg

Calculated Quantities

X Coordinates m	Y Coordinates m	Z Coordinates m	Incident Radiation kW/m2	Lethality Level %	View Factor
0,00			6,18		
0,85			8,82		
1,69			12,51		
2,54			18,78		
3,39			25,84		
4,24			28,32		
5,08			27,46		
5,93			30,74		
6,78			31,46		
7,63			31,18		
8,47			30,57		
9,32			29,87		
10,17			29,15		
11,02			28,45		
11,86			27,77		
12,71			27,11		
13,56			26,46		
14,41			25,80		
15,25			25,14		
16,10			24,45		
16,95			23,73		
17,80			22,97		
18,64			22,17		
19,49			21,33		
20,34			20,44		
21,19			19,50		
22,03			18,52		
22,88			17,51		
23,73			16,48		
24,58			15,44		
25,42			14,40		
26,27			13,38		
27,12			12,38		
27,96			11,43		
28,81			10,52		
29,66			9,66		
30,51			8,86		

JET FIRE REPORT

Unique Audit Number: 21.785.551



Study Folder: Modelagem de Consequências - CELSE

Phast 6.7

X Coordinates m	Y Coordinates m	Z Coordinates m	Incident Radiation kW/m2	Lethality Level %	View Factor
31,35			8,12		
32,20			7,51		
33,05			6,99		
33,90			6,51		
34,74			6,07		
35,59			5,77		
36,44			5,48		
37,29			5,20		
38,13			4,94		
38,98			4,69		
39,83			4,45		
40,68			4,23		
41,52			4,02		

JET FIRE REPORT

Unique Audit Number: 21.785.551



Study Folder: Modelagem de Consequências - CELSE

Phast 6.7



Weather: Análise Torres Eólica\Dia

Speed: 4,90

m/s

Stability: B/C

\Modelagem de Consequências - CELSE\Análise Torres Eólica\029.H23 Jato de Fogo

Flame Data

User-Defined Quantities

Model Correlation Type	Cone model - DNV recommended	
Material	METHANE	
Ambient Temperature	27,20	degC
Ambient Relative Humidity	0,72	fraction
Ambient Pressure	1,01	bar
Ambient Wind Speed	4,90	m/s
Maximum Exposure Duration	20,00	s
Elevation	0,00	m
Expanded Temperature	-114,18	degC
Release Rate	7,77	kg/s
Liquid Fraction		fraction
Jet Angle from Horizontal	45,00	deg
Crosswind Angle	0,00	deg

	Input	Output
Flame Emissive Power		141,38 kW/m2
Fraction of Emissivity		0,15 fraction
Expanded Radius		0,06 m
Jet Velocity	500,00	500,00 m/s
Flame Length		26,92 m
Frustrum Lift Off Distance		4,50 m
Frustrum Length		22,43 m
Frustrum Base Width		1,83 m
Frustrum Tip Width		8,29 m
Flame Length in Still Air		37,63 m
Hole to Flame Angle		5,78 deg
Plane Angular Rotation		0,00 deg

Flame Co-ordinates

X	Z	R	Phi
m	m	m	deg
3,19	3,19	0,00	50,78
3,19	3,19	0,92	50,78
20,57	17,37	4,15	50,78
20,57	17,37	0,00	50,78



Radiation Intensity Ellipse

User-Defined Quantities

Observer Inclination	Variable	deg
Observer Orientation	Variable	deg
Exposure Duration	20,00	s
Effect Height	1,00	m

Calculated Quantities

Incident Radiation Level:	9,85	kW/m2
Lethality Level	1,00	%
View Factor	0,07	
Dose Level	4.221.614,00	(W/m2)^Probit N.s

Downwind semi-axis (A)	14,24	m
Crosswind semi-axis (B)	16,15	m
Offset Ratio (D)	1,06	
Effect Distance	29,40	m
Area	722,71	m2

Incident Radiation Level:	19,46	kW/m2
Lethality Level	49,95	%
View Factor	0,14	
Dose Level	10.465.118,22	(W/m2)^Probit N.s

Downwind semi-axis (A)	9,61	m
Crosswind semi-axis (B)	7,26	m
Offset Ratio (D)	1,25	
Effect Distance	21,64	m
Area	219,08	m2

Incident Radiation Level:	35,00	kW/m2
Lethality Level	97,74	%
View Factor	0,25	
Dose Level	22.889.479,61	(W/m2)^Probit N.s

Downwind semi-axis (A)	Not Reached	m
Crosswind semi-axis (B)	Not Reached	m
Offset Ratio (D)	Not Reached	
Effect Distance	n/a	m
Area	n/a	m2



Radiation Distance

User-Defined Quantities

Maximum Distance	41,13	m
Angle from Wind Direction	0,00	deg
Height above Origin	1,00	m
Observer Inclination	Variable	deg
Observer Orientation	Variable	deg

Calculated Quantities

X Coordinates m	Y Coordinates m	Z Coordinates m	Incident Radiation kW/m2	Lethality Level %	View Factor
0,00			6,64		
0,84			9,54		
1,68			13,53		
2,52			20,28		
3,36			27,80		
4,20			29,79		
5,04			29,64		
5,88			32,82		
6,72			33,28		
7,55			32,82		
8,39			32,09		
9,23			31,31		
10,07			30,51		
10,91			29,76		
11,75			29,03		
12,59			28,33		
13,43			27,71		
14,27			26,94		
15,11			26,23		
15,95			25,50		
16,79			24,75		
17,63			23,95		
18,47			23,10		
19,31			22,21		
20,15			21,27		
20,98			20,27		
21,82			19,40		
22,66			18,16		
23,50			17,07		
24,34			15,96		
25,18			14,86		
26,02			13,78		
26,86			12,73		
27,70			11,72		
28,54			10,77		
29,38			9,87		
30,22			9,03		

JET FIRE REPORT

Unique Audit Number: 21.785.551



Study Folder: Modelagem de Consequências - CELSE

Phast 6.7

X Coordinates m	Y Coordinates m	Z Coordinates m	Incident Radiation kW/m2	Lethality Level %	View Factor
31,06			8,26		
31,90			7,68		
32,74			7,14		
33,58			6,64		
34,42			6,25		
35,25			5,93		
36,09			5,63		
36,93			5,34		
37,77			5,07		
38,61			4,81		
39,45			4,57		
40,29			4,34		
41,13			4,12		