



Sistema de Custos Referenciais de Obras – SICRO

Caderno técnico Cortes

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
Diretoria Geral
Diretoria de Planejamento e Pesquisa
Coordenação-Geral de Custos de Infraestrutura de Transportes

Sistema de Custos Referenciais de Obras – SICRO

Versão 1.1
Mês de referência: janeiro de 2025

Caderno técnico Cortes



Controle de versão do Caderno técnico

Número da versão	Referência	Descrição das alterações	Data da entrega da versão	Documento de referência	Observações
1.0	janeiro de 2025	-	24/03/2025	Informativo SICRO nº 01/2025, de 25/03/2025.	-
1.1	janeiro de 2025	adequação dos vínculos dos sumários e melhoria de itens de formatação	21/05/2025	-	-



APRESENTAÇÃO

O Sistema de Custos Referenciais de Obras – SICRO constitui a síntese de todo o desenvolvimento técnico das áreas de custos do extinto Departamento Nacional de Estradas e Rodagem – DNER e do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT na formação de preços referenciais para contratação e desenvolvimento de obras públicas na área de infraestrutura de transportes.

Consoante a história desses relevantes órgãos, o SICRO abrange o conhecimento e a experiência acumulados desde a edição das primeiras tabelas referenciais de preços, passando pelo pioneirismo na conceituação e aplicação das composições de custos, até as mais recentes diferenciações de serviços e modais de transportes, particularmente no que se refere às composições de custos de serviços ferroviários e hidroviários.

Em alinhamento com a constante evolução dos procedimentos executivos de serviços de engenharia, associados ao aprimoramento tecnológico dos insumos empregados no desenvolvimento das atividades, torna-se primordial manter um processo contínuo de revisão do sistema, de modo a prover ao seu usuário uma ferramenta de orçamentação representativa e atualizada de forma harmônica com métodos de trabalho inovadores adotados no âmbito de empreendimentos de infraestrutura de transportes.

Nesse sentido, visando promover uma abordagem expandida das premissas e metodologias já consolidadas, incorporando novos elementos técnicos, ampliando seu arcabouço conceitual, foi concebida uma nova estrutura organizacional para os dispositivos integrantes do sistema, cujos conteúdos encontram-se incorporados nos seguintes itens:

- manuais de custos - metodologia e conceitos;
- memoriais de cálculo - cadernos técnicos e planilhas de equipes mecânicas;
- aplicação de metodologias.

Nos manuais de custos constam os elementos teóricos e diretivos que constituem as metodologias empregadas no desenvolvimento das composições de custos referenciais do SICRO, bem como de todos os instrumentos aplicados na formação de orçamentos e precificação de obras de infraestrutura de transportes.

Os cadernos técnicos apresentam as metodologias executivas das atividades e as respectivas condições de contorno adotadas no cálculo dos consumos dos materiais e produção horária dos serviços, suas respectivas memórias e as planilhas de equipes mecânicas.

A aplicação de metodologias possui por objetivo instituir um guia prático para elaboração de orçamentos baseados no SICRO, estabelecendo diretrizes básicas para tomada de decisão e exemplos práticos que ilustram o emprego das diferentes ferramentas que integram o sistema.



LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Atividades integrantes do grupo de serviços de corte.....	3
--	---

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Consumo dos materiais consumíveis - corte a plasma CNC em chapa com espessura de 6,3 a 10 mm	5
Tabela 2 - Consumo dos materiais consumíveis - corte a plasma manual	7
Tabela 3 - Produções horárias do serviço de corte de chapas de aço com maçarico oxiacetileno.....	9
Tabela 4 - Consumo de gás acetileno - corte de chapas de aço com maçarico oxiacetileno	10
Tabela 5 - Consumo de gás oxigênio - corte de chapas de aço com maçarico oxiacetileno	10
Tabela 6 - Consumo de gases - corte de perfis metálicos com maçarico oxiacetileno	12
Tabela 7 - Consumo de gases - corte de barras de aço CA-50 com maçarico oxiacetileno	14
Tabela 8 - Consumo de disco - corte de cantoneira de alumínio	15
Tabela 9 - Consumo de disco - corte de perfil metálico com máquina policorte com espessura até 1/8".....	18
Tabela 10 - Produções horárias do serviço de corte de trilho	20
Tabela 11 - Consumo do disco - corte de trilho com utilização de equipamento leve.....	21
Tabela 12 - Produções horárias do serviço de furação de trilho	22
Tabela 13 - Consumo de broca - furação de trilho com utilização de equipamento leve.....	23
Tabela 14 - Produções horárias do serviço de solda com maçarico oxiacetileno de chapas de aço	24
Tabela 15 - Consumo de gás acetileno - solda com maçarico oxiacetileno de chapas de aço	25
Tabela 16 - Consumo de gás oxigênio - solda com maçarico oxiacetileno de chapas de aço	25
Tabela 17 - Consumo de vareta em aço-carbono - solda com maçarico oxiacetileno de chapas de aço	26
Tabela 18 - Serviços empregados nas operações de transporte - solda com maçarico oxiacetileno de chapas de aço.....	26
Tabela 19 - Serviços empregados nas operações de transporte - solda elétrica de perfis metálicos e chapas de aço	28



Tabela 20 - Serviços empregados nas operações de transporte - solda tipo MIG automatizada.....	30
Tabela 21 - Serviços empregados nas operações de transporte - solda tipo MIG manual	31
Tabela 22 - Consumo de serra copo - perfuração de chapa metálica.....	33
Tabela 23 - Relação das composições de custos por subgrupo - corte	34



SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Parâmetros referenciais.....	1
2	SERVIÇOS	3
2.1	Cortes	3
2.1.1	Corte a plasma CNC em chapa com espessura de 6,3 a 10 mm.....	3
2.1.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	<i>3</i>
2.1.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	<i>4</i>
2.1.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	<i>4</i>
2.1.1.4	<i>Mão de obra</i>	<i>4</i>
2.1.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	<i>4</i>
2.1.1.6	<i>Operações de transporte</i>	<i>5</i>
2.1.1.7	<i>Critérios de medição.....</i>	<i>6</i>
2.1.2	Corte a plasma manual.....	6
2.1.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	<i>6</i>
2.1.2.2	<i>Metodologia executiva</i>	<i>6</i>
2.1.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	<i>6</i>
2.1.2.4	<i>Mão de obra</i>	<i>7</i>
2.1.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	<i>7</i>
2.1.2.6	<i>Operações de transporte</i>	<i>8</i>
2.1.2.7	<i>Critérios de medição.....</i>	<i>8</i>
2.1.3	Corte de chapas de aço com maçarico oxiacetileno	8
2.1.3.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	<i>8</i>
2.1.3.2	<i>Metodologia executiva</i>	<i>8</i>
2.1.3.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	<i>9</i>
2.1.3.4	<i>Mão de obra</i>	<i>9</i>
2.1.3.5	<i>Materiais e atividades auxiliares.....</i>	<i>9</i>
2.1.3.6	<i>Operações de transporte</i>	<i>11</i>
2.1.3.7	<i>Critérios de medição.....</i>	<i>11</i>
2.1.4	Corte de perfis metálicos com maçarico oxiacetileno	11
2.1.4.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	<i>11</i>
2.1.4.2	<i>Metodologia executiva</i>	<i>11</i>
2.1.4.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	<i>11</i>
2.1.4.4	<i>Mão de obra</i>	<i>11</i>



2.1.4.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	12
2.1.4.6	<i>Operações de transporte</i>	12
2.1.4.7	<i>Crítérios de medição</i>	12
2.1.5	Corte de barras de aço CA-50 com maçarico oxiacetileno.....	12
2.1.5.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	12
2.1.5.2	<i>Metodologia executiva</i>	13
2.1.5.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	13
2.1.5.4	<i>Mão de obra</i>	13
2.1.5.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	13
2.1.5.6	<i>Operações de transporte</i>	14
2.1.5.7	<i>Crítérios de medição</i>	14
2.1.6	Corte de cantoneira de alumínio.....	14
2.1.6.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	14
2.1.6.2	<i>Metodologia executiva</i>	14
2.1.6.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	14
2.1.6.4	<i>Mão de obra</i>	15
2.1.6.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	15
2.1.6.6	<i>Operações de transporte</i>	15
2.1.6.7	<i>Crítérios de medição</i>	15
2.1.7	Corte de chapa de aço com guilhotina hidráulica.....	15
2.1.7.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	15
2.1.7.2	<i>Metodologia executiva</i>	16
2.1.7.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	16
2.1.7.4	<i>Mão de obra</i>	16
2.1.7.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	16
2.1.7.6	<i>Operações de transporte</i>	16
2.1.7.7	<i>Crítérios de medição</i>	16
2.1.8	Corte de perfil metálico com máquina policorte com espessura até 1/8".....	17
2.1.8.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	17
2.1.8.2	<i>Metodologia executiva</i>	17
2.1.8.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	17
2.1.8.4	<i>Mão de obra</i>	18
2.1.8.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	18
2.1.8.6	<i>Operações de transporte</i>	18



2.1.8.7	<i>Crêterios de medição</i>	18
2.2	Dobra	18
2.2.1	Dobramento de chapas metálicas com espessuras de até 10 mm ...	18
2.2.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	19
2.2.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	19
2.2.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	19
2.2.1.4	<i>Mão de obra</i>	19
2.2.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	19
2.2.1.6	<i>Operações de transporte</i>	19
2.2.1.7	<i>Crêterios de medição</i>	20
2.3	Corte e furação de trilho	20
2.3.1	Corte de trilho com utilização de equipamento leve	20
2.3.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	20
2.3.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	20
2.3.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	20
2.3.1.4	<i>Mão de obra</i>	21
2.3.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	21
2.3.1.6	<i>Operações de transporte</i>	21
2.3.1.7	<i>Crêterios de medição</i>	21
2.3.2	Furação de trilho com utilização de equipamento leve	21
2.3.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	21
2.3.2.2	<i>Metodologia executiva</i>	22
2.3.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	22
2.3.2.4	<i>Mão de obra</i>	22
2.3.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	22
2.3.2.6	<i>Operações de transporte</i>	23
2.3.2.7	<i>Crêterios de medição</i>	23
2.4	Solda	23
2.4.1	Solda com maçarico oxiacetileno de chapas de aço	23
2.4.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	23
2.4.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	23
2.4.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	24
2.4.1.4	<i>Mão de obra</i>	24
2.4.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	24
2.4.1.6	<i>Operações de transporte</i>	26



2.4.1.7	<i>Critérios de medição</i>	26
2.4.2	Solda elétrica manual de perfis metálicos e chapas de aço com eletrodo E70XX	27
2.4.2.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	27
2.4.2.2	<i>Metodologia executiva</i>	27
2.4.2.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	27
2.4.2.4	<i>Mão de obra</i>	27
2.4.2.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	27
2.4.2.6	<i>Operações de transporte</i>	28
2.4.2.7	<i>Critérios de medição</i>	28
2.4.3	Solda tipo MIG automatizada	28
2.4.3.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	28
2.4.3.2	<i>Metodologia executiva</i>	28
2.4.3.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	29
2.4.3.4	<i>Mão de obra</i>	29
2.4.3.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	29
2.4.3.6	<i>Operações de transporte</i>	29
2.4.3.7	<i>Critérios de medição</i>	30
2.4.4	Solda tipo MIG manual	30
2.4.4.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	30
2.4.4.2	<i>Metodologia executiva</i>	30
2.4.4.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	30
2.4.4.4	<i>Mão de obra</i>	31
2.4.4.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	31
2.4.4.6	<i>Operações de transporte</i>	31
2.4.4.7	<i>Critérios de medição</i>	32
2.5	Perfuração	32
2.5.1	Perfuração de chapas metálicas com espessura de até 3 mm - D = 25 mm	32
2.5.1.1	<i>Dispositivos legais e técnico-normativos</i>	32
2.5.1.2	<i>Metodologia executiva</i>	32
2.5.1.3	<i>Produção horária e equipe mecânica</i>	32
2.5.1.4	<i>Mão de obra</i>	33
2.5.1.5	<i>Materiais e atividades auxiliares</i>	33
2.5.1.6	<i>Operações de transporte</i>	33
2.5.1.7	<i>Critérios de medição</i>	33



APÊNDICE A - RELAÇÃO DAS COMPOSIÇÕES DE CUSTOS POR SUBGRUPO CORTE	34
--	-----------



1 INTRODUÇÃO

O presente caderno técnico compreende as diretrizes metodológicas utilizadas na elaboração das composições de custos associadas ao grupo de serviços de corte, bem como os memoriais de cálculo descritivo desenvolvidos para a obtenção dos parâmetros empregados.

Contextualizando acerca do tema, especificamente no que tange os modelos de custo integrantes do SICRO, corte consiste em atividades vinculadas ao manejo de elementos metálicos, de modo a satisfazer os requisitos técnicos estabelecidos em projeto, por meio da execução das seguintes operações:

- corte: divisão de peça metálica em seções;
- dobra: moldagem de chapas metálicas;
- corte e furação de trilho: adequação das dimensões do dispositivo e perfuração para permitir a inserção de fixações;
- solda: junção de peças metálicas através do processo de fusão.

1.1 Parâmetros referenciais

Visando padronização nos mecanismos utilizados para determinar as produções horárias de equipamentos e serviços, foram definidos métodos específicos para a concepção de memórias e formulações associadas, cuja classificação segue os seguintes preceitos:

- método teórico;
- método empírico:
 - aferição em obra;
 - referencial técnico especializado;
 - referencial histórico consolidado.

O método teórico consiste no desenvolvimento de expressões matemáticas que reproduzem o desempenho dos equipamentos durante o processo de execução dos serviços, levando em consideração dados de operação e características técnicas adquiridas em catálogos de fornecedores.

No sentido oposto, ao passo que não se vislumbra a possibilidade de se produzir um modelo teórico, são empregados métodos empíricos. No que tange ao procedimento de aferição em obra, sua base reside na realização de levantamentos de campo, objetivando a coleta de dados que permita sua utilização como parâmetro referencial de custos.



Em linhas distintas à prática anterior, o método empírico baseado em referencial técnico especializado remete a pesquisa em literatura acadêmica, em pareceres consultivos, bem como a catálogos fornecidos por empresas de engenharia e fabricantes de equipamentos, de onde podem ser extraídos, de forma consistente, valores de produções nominais de maquinários e serviços, ou ainda viabilizar a construção de modelos paramétricos que proporcionem a elaboração de memoriais de cálculo específicos.

Por fim, admite-se a utilização de referenciais históricos consolidados para definir a produção de serviços. Entretanto, tal recurso é utilizado estritamente se não for possível empregar os métodos anteriormente expostos, cujos valores obrigatoriamente são oriundos dos sistemas de custos desenvolvidos no âmbito do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT e Departamento Nacional de Estradas e Rodagem – DNER.

A indicação do método aplicado na determinação da produção dos serviços do Sistema de Custos Referenciais de Obras – SICRO constará das planilhas de produção de equipes mecânicas das atividades.

No grupo de serviços de corte é utilizado o seguinte fator de correção:

a) fator de eficiência

O fator de eficiência adotado para os serviços de corte corresponde a 0,83.

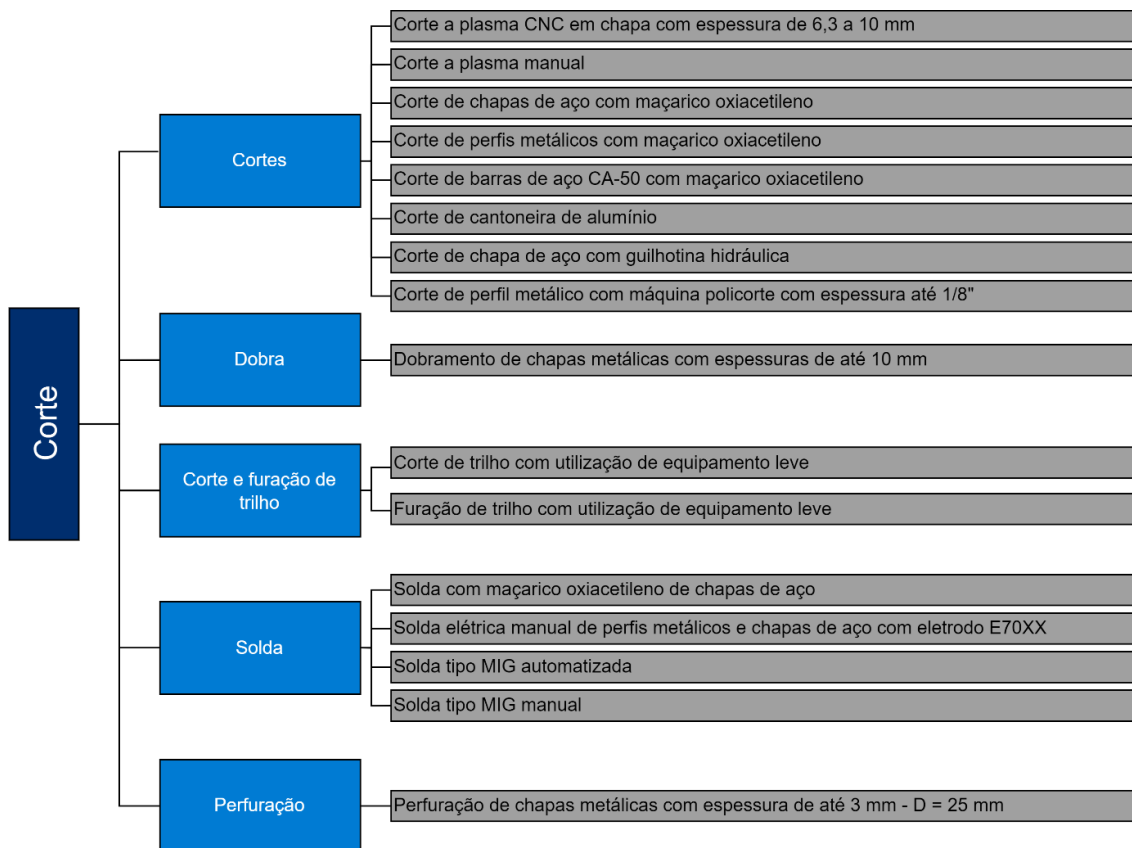
Importante destacar que para as atividades em que a produção horária é estabelecida por meio de métodos empíricos, onde a atribuição do valor é efetuada de forma direta com base em aferições ou bibliografia técnica, caso os parâmetros geradores do fator de eficiência se encontrem incorporados nos procedimentos executivos observados, essas não farão jus à incidência desse.



2 SERVIÇOS

As atividades integrantes do grupo de serviços de corte são classificadas em conformidade com a estrutura organizacional apresentada na figura 1.

Figura 1 - Atividades integrantes do grupo de serviços de corte



Fonte: FGV IBRE

2.1 Cortes

2.1.1 Corte a plasma CNC em chapa com espessura de 6,3 a 10 mm

O serviço consiste na seção de chapa de aço por meio do equipamento de corte à plasma guiado por um sistema de Controle Numérico Computadorizado – CNC.

2.1.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

As premissas empregadas na formulação das condições de contorno estabelecidas foram baseadas nos seguintes dispositivos:

- ISO 9013/2017: *Thermal cutting - Classification of thermal cuts - Geometrical product specification and quality tolerances*;
- ISO 17916/2016: *Safety of thermal cutting machines*.



2.1.1.2 Metodologia executiva

A modelagem referencial adotada na concepção da composição de custos do serviço pressupõe a execução das seguintes etapas:

- posicionamento da chapa de aço no equipamento de corte à plasma CNC;
- execução do corte por meio do equipamento de corte à plasma CNC.

2.1.1.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida pelos seguintes equipamentos:

- equipamento de corte a plasma: líder de equipe;
- grupo gerador.

A produção horária é estabelecida pelo método teórico, sendo definida por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$P = \frac{60 \times C \times F_e}{T_c}$$

onde:

P representa a produção horária, em metros por hora;

C apresenta o comprimento do corte, em metros;

F_e representa o fator de eficiência;

T_c representa o tempo total de ciclo, em minutos.

O grupo gerador opera em conjunto com o equipamento de corte a plasma, sendo atribuída de forma análoga a utilização operativa na atividade.

2.1.1.4 Mão de obra

São empregados de forma acessória ao desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 2 ajudantes para posicionar as chapas.

2.1.1.5 Materiais e atividades auxiliares

a) consumíveis do equipamento de corte a plasma

Consistem em insumos utilizados como acessórios do equipamento de corte a plasma, consoante aos seguintes elementos:

- bico para corte e bocal: consistem em elementos de extremidade com função de restringir e direcionar o plasma às chapas de aço durante o corte;



- capas: consistem em acessórios do bico e do bocal com função de protegê-los das ações externas e manter o pleno alinhamento;
- distribuidor de gás: consiste em acessório cilíndrico, com furos, que efetua a distribuição do gás oxigênio uniformemente ao redor do eletrodo;
- eletrodo: consiste em consumível cuja finalidade é proceder a ionização do gás e geração do jato de plasma;
- tubo de água: consiste em tubo direcionador de fluido para a parte interna do eletrodo, promovendo o controle da temperatura e garantindo maior durabilidade ao conjunto.

Os consumos são definidos por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$Q = \frac{1}{60 \times v \times V_u}$$

onde:

Q representa o consumo, em unidades por metro;

v representa a velocidade de corte, em metros por minuto;

V_u representa a vida útil do material, em horas por unidade.

A tabela 1 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 1 - Consumo dos materiais consumíveis - corte a plasma CNC em chapa com espessura de 6,3 a 10 mm

Código SICRO	Material	Velocidade (m/min)	Vida útil (h/un)	Consumo (un/m)
M0639	Bico para corte CNC - 130A	3,36	8,00	0,00062
M0640	Bocal para corte CNC - 130A	3,36	32,00	0,00016
M0641	Capa do bico para corte CNC - 130A	3,36	80,00	0,00006
M0642	Capa do bocal para corte CNC - 130A	3,36	80,00	0,00006
M0643	Distribuidor de gás para corte CNC - 130A	3,36	72,00	0,00007
M0644	Eletrodo para corte CNC - 130A	3,36	8,00	0,00062
M0645	Tubo de água para corte CNC - 130A	3,36	80,00	0,00006

b) gás oxigênio

Consiste em gás ionizado lançado em alta velocidade para realizar o corte das chapas.

O consumo referencial adotado é de 0,11799 m³ por unidade de serviço executado.

2.1.1.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.



2.1.1.7 Critérios de medição

A medição do serviço de corte a plasma CNC deve ser realizada em metros, em função do comprimento linear efetivamente executado na chapa.

2.1.2 Corte a plasma manual

O serviço consiste na seção de chapa metálica por meio da fonte de plasma para corte manual.

2.1.2.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

As premissas empregadas na formulação das condições de contorno estabelecidas foram baseadas nos seguintes dispositivos:

- ISO 9013/2017: *Thermal cutting - Classification of thermal cuts - Geometrical product specification and quality tolerances*;
- ISO 17916/2016: *Safety of thermal cutting machines*.

2.1.2.2 Metodologia executiva

A modelagem referencial adotada na concepção das composições de custos do serviço pressupõe a execução das seguintes etapas:

- posicionamento da chapa pela mão de obra;
- corte da chapa por meio da fonte de plasma operada manualmente.

2.1.2.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida pelos seguintes equipamentos:

- fonte de plasma para corte manual: líder de equipe;
- grupo gerador.

A produção horária é estabelecida pelo método teórico, sendo definida por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$P = \frac{60 \times C \times F_e}{T_c}$$

onde:

P representa a produção horária, em metros por hora;

C apresenta o comprimento do corte, em metros;

F_e representa o fator de eficiência;

T_c representa o tempo total de ciclo, em minutos.

O grupo gerador opera em conjunto com a fonte de plasma, sendo atribuída de forma análoga a utilização operativa na atividade.



2.1.2.4 Mão de obra

São empregados de forma acessória ao desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 1 ajudante para posicionar a chapa;
- 1 soldador para operar a fonte de plasma e executar o corte.

2.1.2.5 Materiais e atividades auxiliares

a) consumíveis do equipamento de corte

Consistem em insumos utilizados como acessórios do equipamento de corte a plasma, consoante aos seguintes elementos:

- bico para corte e bocal: consistem em elementos de extremidade com função de restringir e direcionar o plasma às chapas de aço durante o corte;
- capa de retenção: consiste em acessório com função de proteger as peças das ações externas e manter o pleno alinhamento;
- distribuidor de gás: consiste em acessório cilíndrico, com furos, que efetua a distribuição do gás oxigênio uniformemente ao redor do eletrodo;
- eletrodo: consiste em consumível cuja finalidade é proceder a ionização do gás e geração do jato de plasma.

Os consumos são definidos por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$Q = \frac{1}{60 \times v \times V_u}$$

onde:

Q representa o consumo, em unidades por metro;

v representa a velocidade de corte, em metros por minuto;

V_u representa a vida útil do material, em horas por unidade.

A tabela 2 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 2 - Consumo dos materiais consumíveis - corte a plasma manual

Código SICRO	Código SICRO	Material	Velocidade (m/min)	Vida útil (h/un)	Consumo (un/m)
1400970	M3909	Bico para corte a plasma manual - 65A	2,83	2,50	0,00236
	M3911	Bocal para corte a plasma manual - 45A/65A	2,83	11,25	0,00052
	M3912	Capa de retenção para corte a plasma manual - 45A/65A	2,83	22,50	0,00026
	M3914	Distribuidor de gás para corte a plasma manual - 45A/65A	2,83	22,50	0,00026
	M3913	Eletrodo para corte a plasma manual - 45A/65A	2,83	2,50	0,00236



Tabela 2 - Consumo dos materiais consumíveis - corte a plasma manual (2/2)

Código SICRO	Código SICRO	Material	Velocidade (m/min)	Vida útil (h/un)	Consumo (un/m)
1400971	M3910	Bico para corte a plasma manual - 45A	0,61	2,50	0,01093
	M3911	Bocal para corte a plasma manual - 45A/65A	0,61	11,25	0,00243
	M3912	Capa de retenção para corte a plasma manual - 45A/65A	0,61	22,50	0,00121
	M3914	Distribuidor de gás para corte a plasma manual - 45A/65A	0,61	22,50	0,00121
	M3913	Eletrodo para corte a plasma manual - 45A/65A	0,61	2,50	0,01093
1400972	M3910	Bico para corte a plasma manual - 45A	5,90	2,50	0,00113
	M3911	Bocal para corte a plasma manual - 45A/65A	5,90	11,25	0,00025
	M3912	Capa de retenção para corte a plasma manual - 45A/65A	5,90	22,50	0,00013
	M3914	Distribuidor de gás para corte a plasma manual - 45A/65A	5,90	22,50	0,00013
	M3913	Eletrodo para corte a plasma manual - 45A/65A	5,90	2,50	0,00113

2.1.2.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

2.1.2.7 Critérios de medição

A medição do serviço de corte a plasma manual deve ser realizada em metros, em função do comprimento linear efetivamente executado na chapa.

2.1.3 Corte de chapas de aço com maçarico oxiacetileno

O serviço consiste na seção de chapas de aço por meio do maçarico de oxiacetileno.

2.1.3.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

As premissas empregadas na formulação das condições de contorno estabelecidas foram baseadas no seguinte dispositivo:

- PETROBRAS N-2349/2016: *Segurança nos trabalhos de soldagem e corte.*

2.1.3.2 Metodologia executiva

A modelagem referencial adotada na concepção das composições de custos do serviço pressupõe a execução das seguintes etapas:

- posicionamento da chapa pela mão de obra;



- corte manual da chapa por meio do equipamento para solda e corte com oxiacetileno.

2.1.3.3 Produção horária e equipe mecânica

A produção horária do serviço está vinculada ao desempenho da mão de obra. De forma acessória à execução da atividade é empregado o seguinte equipamento:

- equipamento para solda e corte com oxiacetileno.

As produções horárias foram estabelecidas por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, consoante aos valores apresentados na tabela 3.

Tabela 3 - Produções horárias do serviço de corte de chapas de aço com maçarico oxiacetileno

Espessura da chapa (mm)	Produção de equipe (m/h)
3,0	45,85
5,0	41,55
6,3	38,75
8,0	35,09
9,5	31,86
12,5	25,40
16,0	17,87

2.1.3.4 Mão de obra

É empregado no desenvolvimento do serviço o seguinte profissional:

- 1 soldador para operar o equipamento e executar o corte.

2.1.3.5 Materiais e atividades auxiliares

a) gás acetileno

Consiste em insumo utilizado como combustível no processo de corte oxiacetileno.

O consumo é definido por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$Q = \frac{Q_h \times \rho}{v}$$

onde:

Q representa o consumo, em quilogramas por metro;

Q_h representa o consumo horário, em metros cúbicos por hora;



ρ representa a massa específica, em quilogramas por metro cúbico;
 v representa a velocidade de corte, em metros por hora.

A tabela 4 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos do material.

Tabela 4 - Consumo de gás acetileno - corte de chapas de aço com maçarico oxiacetileno

Espessura da chapa (mm)	Consumo horário (m³/h)	Massa específica (kg/m³)	Velocidade linear (m/h)	Consumo acetileno (kg/m)
3,0	0,24820	1,10000	55,244	0,00494
5,0	0,26520	1,10000	50,057	0,00583
6,3	0,27625	1,10000	46,686	0,00651
8,0	0,29070	1,10000	42,277	0,00756
9,5	0,30345	1,10000	38,387	0,00870
12,5	0,32895	1,10000	30,607	0,01182
16,0	0,35870	1,10000	21,530	0,01833

b) gás oxigênio

Consiste em insumo utilizado como comburente no processo de corte oxiacetileno.

O consumo é definido por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$Q = \frac{Q_h}{v}$$

onde:

Q representa o consumo de oxigênio, em metros cúbicos por metro;
 Q_h representa o consumo horário, em metros cúbicos por hora;
 v representa a velocidade de corte, em metros por hora.

A tabela 5 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos do material.

Tabela 5 - Consumo de gás oxigênio - corte de chapas de aço com maçarico oxiacetileno

Espessura da chapa (mm)	Consumo horário (m³/h)	Velocidade linear (m/h)	Consumo oxigênio (m³/m)
3,0	0,92440	55,244	0,01673
5,0	1,14460	50,057	0,02287
6,3	1,28773	46,686	0,02758
8,0	1,47490	42,277	0,03489
9,5	1,64005	38,387	0,04272
12,5	1,97035	30,607	0,06438
16,0	2,35570	21,530	0,10941



2.1.3.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

2.1.3.7 Critérios de medição

A medição do serviço de corte de chapa de aço com maçarico oxiacetileno deve ser realizada em metros, em função do comprimento linear efetivamente executado na chapa.

2.1.4 Corte de perfis metálicos com maçarico oxiacetileno

O serviço consiste na seção de perfis metálicos por meio de maçarico de oxiacetileno.

2.1.4.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

As premissas empregadas na formulação das condições de contorno estabelecidas foram baseadas no seguinte dispositivo:

- PETROBRAS N-2349/2016: *Segurança nos trabalhos de soldagem e corte.*

2.1.4.2 Metodologia executiva

A modelagem referencial adotada na concepção da composição de custos do serviço pressupõe a execução das seguintes etapas:

- posicionamento do perfil pela mão de obra;
- corte do perfil por meio do equipamento para solda e corte com oxiacetileno.

2.1.4.3 Produção horária e equipe mecânica

A produção horária do serviço está vinculada ao desempenho da mão de obra. De forma acessória à execução da atividade é empregado o seguinte equipamento:

- equipamento para solda e corte com oxiacetileno.

A produção horária foi estabelecida pelo método empírico baseado em referencial técnico especializado, cujo valor corresponde a 1.535,50 cm²/h.

2.1.4.4 Mão de obra

É empregado no desenvolvimento do serviço o seguinte profissional:

- 1 soldador para operar o equipamento e executar o corte.



2.1.4.5 Materiais e atividades auxiliares

a) gás acetileno e gás oxigênio

Consistem em insumos utilizados respectivamente como combustível e comburente no processo de corte oxiacetileno.

Os consumos são definidos por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$Q = \frac{Q_h}{P}$$

onde:

Q representa o consumo, em unidades de medida por centímetro quadrado;

Q_h representa o consumo horário, em unidades de medida por hora;

P representa a produção horária, em centímetros quadrados por hora.

A tabela 6 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 6 - Consumo de gases - corte de perfis metálicos com maçarico oxiacetileno

Código SICRO	Descrição	Consumo horário	Produção horária	Consumo
M1796	Gás acetileno	0,320 kg/h	1.535,50 cm²/h	0,00021 kg/cm²
M1795	Gás oxigênio	1,47490 m³/h	1.535,50 cm²/h	0,00096 m³/cm²

2.1.4.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

2.1.4.7 Critérios de medição

A medição do serviço de corte de perfis metálicos com maçarico oxiacetileno deve ser realizada em centímetros quadrados, em função da área da seção do perfil efetivamente cortada.

2.1.5 Corte de barras de aço CA-50 com maçarico oxiacetileno

O serviço consiste na seção de barras de aço CA-50 por meio de maçarico de oxiacetileno.

2.1.5.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

As premissas empregadas na formulação das condições de contorno estabelecidas foram baseadas no seguinte dispositivo:

- PETROBRAS N-2349/2016: *Segurança nos trabalhos de soldagem e corte.*



2.1.5.2 Metodologia executiva

A modelagem referencial adotada na concepção da composição de custos do serviço pressupõe a execução das seguintes etapas:

- posicionamento da barra de aço pela mão de obra;
- corte da barra por meio do equipamento para solda e corte com oxiacetileno.

2.1.5.3 Produção horária e equipe mecânica

A produção horária do serviço está vinculada ao desempenho da mão de obra. De forma acessória à execução da atividade é empregado o seguinte equipamento:

- equipamento para solda e corte com oxiacetileno.

A produção horária foi estabelecida pelo método empírico baseado em referencial técnico especializado, cujo valor corresponde a 498,00 cm²/h.

2.1.5.4 Mão de obra

É empregado no desenvolvimento do serviço o seguinte profissional:

- 1 soldador para operar o equipamento e executar o corte.

2.1.5.5 Materiais e atividades auxiliares

a) gás acetileno e gás oxigênio

Consistem em insumos utilizados respectivamente como combustível e comburente no processo de corte oxiacetileno.

Os consumos são definidos por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$Q = \frac{Q_h}{P}$$

onde:

Q representa o consumo, em unidades de medida por centímetro quadrado;

Q_h representa o consumo horário, em unidades de medida por hora;

P representa a produção horária, em centímetros quadrados por hora.

A tabela 7 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

**Tabela 7 - Consumo de gases - corte de barras de aço CA-50 com maçarico oxiacetileno**

Código SICRO	Descrição	Consumo horário	Produção horária	Consumo
M1796	Gás acetileno	0,395 kg/h	498,00 cm ² /h	0,00079 kg/cm ²
M1795	Gás oxigênio	2,35570 m ³ /h	498,00 cm ² /h	0,00473 m ³ /cm ²

2.1.5.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

2.1.5.7 Critérios de medição

A medição do serviço de corte de barras de aço com maçarico oxiacetileno deve ser realizada em centímetros quadrados, em função da área da seção da barra efetivamente cortada.

2.1.6 Corte de cantoneira de alumínio

O serviço consiste na seção de cantoneira de alumínio por meio da serra de esquadria com braço telescópico.

2.1.6.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

Não se aplica a este serviço.

2.1.6.2 Metodologia executiva

A modelagem referencial adotada na concepção da composição de custos do serviço pressupõe a execução das seguintes etapas:

- posicionamento da peça pela mão de obra;
- corte da cantoneira de alumínio por meio da serra de esquadria com braço telescópico.

2.1.6.3 Produção horária e equipe mecânica

A produção horária do serviço está vinculada ao desempenho da mão de obra. De forma acessória à execução da atividade são empregados os seguintes equipamentos:

- serra de esquadria com braço telescópico;
- grupo gerador.

A produção de equipe é determinada pelo método empírico baseado em referencial técnico especializado, cujo valor corresponde a 298,80 un/h.

O grupo gerador opera em conjunto com a serra de esquadria com braço telescópico, sendo atribuída de forma análoga a utilização operativa na atividade.



2.1.6.4 Mão de obra

É empregado no desenvolvimento do serviço o seguinte profissional:

- 1 serralheiro para operar o equipamento e executar o corte.

2.1.6.5 Materiais e atividades auxiliares

a) disco de corte com 80 dentes multimaterial - D = 250 mm

Consiste em insumo utilizado para execução do corte por meio da serra de esquadria.

O consumo é definido por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$Q = \frac{1}{V_u}$$

onde:

Q representa o consumo, em unidades por unidade;
 V_u representa a vida útil, em unidades por unidade.

A tabela 8 apresenta o parâmetro referencial adotado e o respectivo consumo do material.

Tabela 8 - Consumo de disco - corte de cantoneira de alumínio

Vida útil (un/un)	Consumo (un/un)
50.000	0,00002

2.1.6.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

2.1.6.7 Critérios de medição

A medição do serviço de corte de cantoneira de alumínio deve ser realizada em unidades, em função da quantidade de cantoneiras efetivamente cortadas.

2.1.7 Corte de chapa de aço com guilhotina hidráulica

O serviço consiste na seção de chapas de aço por meio de guilhotina hidráulica.

2.1.7.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

Não se aplica a este serviço.



2.1.7.2 Metodologia executiva

A modelagem referencial adotada na concepção da composição de custos do serviço pressupõe a execução das seguintes etapas:

- posicionamento da chapa na guilhotina hidráulica pela mão de obra;
- corte da chapa por meio da guilhotina hidráulica.

2.1.7.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida pelos seguintes equipamentos:

- guilhotina hidráulica: líder de equipe;
- grupo gerador.

A produção horária é estabelecida pelo método teórico, sendo definida por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$P = \frac{60 \times C \times F_e}{T_c}$$

onde:

P representa a produção horária, em metros por hora;

C apresenta o comprimento do corte, em metros;

F_e representa o fator de eficiência;

T_c representa o tempo total de ciclo, em minutos.

O grupo gerador opera em conjunto com a guilhotina hidráulica, sendo atribuída de forma análoga a utilização operativa na atividade.

2.1.7.4 Mão de obra

São empregados de forma acessória ao desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 2 ajudantes para realizar o posicionamento da chapa.

2.1.7.5 Materiais e atividades auxiliares

Não se aplica a este serviço.

2.1.7.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

2.1.7.7 Critérios de medição

A medição do serviço de corte de chapa de aço com guilhotina hidráulica deve ser realizada em metros, em função do comprimento linear efetivamente executado na chapa.



2.1.8 Corte de perfil metálico com máquina policorte com espessura até 1/8"

O serviço consiste na seção de perfil metálico por meio de máquina policorte.

2.1.8.1 *Dispositivos legais e técnico-normativos*

Não se aplica a este serviço.

2.1.8.2 *Metodologia executiva*

A modelagem referencial adotada na concepção da composição de custos do serviço pressupõe a execução das seguintes etapas:

- posicionamento do perfil na máquina policorte pela mão de obra;
- corte do perfil por meio da máquina policorte.

2.1.8.3 *Produção horária e equipe mecânica*

A produção horária do serviço está vinculada ao desempenho da mão de obra. De forma acessória à execução da atividade são empregados os seguintes equipamentos:

- máquina policorte;
- grupo gerador.

A produção horária do serviço foi estabelecida por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, cujo valor corresponde a 249,00 un/h.

a) máquina policorte

A produção horária é estabelecida pelo método teórico, sendo definida por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$P = \frac{3.600 \times Q_t \times F_e}{T_c}$$

onde:

P representa a produção horária, em unidades por hora;

Q_t representa a quantidade de cortes realizados por ciclo, em unidades;

F_e representa o fator de eficiência;

T_c representa o tempo de ciclo, em segundos.

O grupo gerador opera em conjunto com a máquina policorte, sendo atribuída de forma análoga a utilização operativa na atividade.



2.1.8.4 Mão de obra

É empregado no desenvolvimento do serviço o seguinte profissional:

- 1 serralheiro para operar o equipamento e executar o corte.

2.1.8.5 Materiais e atividades auxiliares

a) disco de corte abrasivo para policorte - D = 300 mm

Consiste em insumo utilizado para execução do corte pela máquina policorte.

O consumo é definido por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$Q = \frac{1}{V_u}$$

onde:

Q representa o consumo de disco, em unidades por unidade;

V_u representa a vida útil do disco, em unidades por unidade.

A tabela 9 apresenta o parâmetro referencial adotado e o respectivo consumo do material.

Tabela 9 - Consumo de disco - corte de perfil metálico com máquina policorte com espessura até 1/8"

Vida útil (un/un)	Consumo (un/un)
400	0,00250

2.1.8.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

2.1.8.7 Critérios de medição

A medição do serviço de corte de perfil metálico com máquina policorte deve ser realizada em unidades, em função da quantidade de cortes efetivamente executados nos perfis.

2.2 Dobra

2.2.1 Dobramento de chapas metálicas com espessuras de até 10 mm

O serviço consiste na dobra de chapas metálicas com a utilização da prensa hidráulica.



2.2.1.1 *Dispositivos legais e técnico-normativos*

Não se aplica a este serviço.

2.2.1.2 *Metodologia executiva*

A modelagem referencial adotada na concepção da composição de custos do serviço pressupõe a execução das seguintes etapas:

- posicionamento manual das chapas metálicas na prensa;
- execução da dobra na chapa por meio da prensa.

2.2.1.3 *Produção horária e equipe mecânica*

A atividade é exercida pelos seguintes equipamentos:

- prensa dobradeira: líder de equipe;
- grupo gerador.

A produção horária é estabelecida pelo método teórico, sendo definida por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$P = \frac{60 \times C \times F_e}{T_c}$$

onde:

P representa a produção horária, em metros por hora;

C representa o comprimento da dobra, em metros;

F_e representa o fator de eficiência;

T_c representa o tempo total de ciclo, em minutos.

O grupo gerador opera em conjunto com a prensa, sendo atribuída de forma análoga a utilização operativa na atividade.

2.2.1.4 *Mão de obra*

São empregados de forma acessória ao desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 2 ajudantes para posicionar as chapas na prensa dobradeira.

2.2.1.5 *Materiais e atividades auxiliares*

Não se aplica a este serviço.

2.2.1.6 *Operações de transporte*

Não se aplica a este serviço.



2.2.1.7 Critérios de medição

A medição do serviço de dobramento de chapas metálicas deve ser realizada em metros, em função do comprimento linear das dobras efetivamente executadas.

2.3 Corte e furação de trilho

2.3.1 Corte de trilho com utilização de equipamento leve

O serviço consiste na seção do trilho, por meio de máquina para serrar trilho, visando definir o comprimento requerido e o adequado acabamento do dispositivo.

2.3.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

As premissas empregadas na formulação das condições de contorno estabelecidas foram baseadas no seguinte dispositivo:

- DNIT ETS 005/2016: *Corte de trilhos*.

2.3.1.2 Metodologia executiva

A modelagem referencial adotada na concepção das composições de custos do serviço pressupõe a execução da seguinte etapa:

- corte do trilho por meio da máquina para serrar trilho.

2.3.1.3 Produção horária e equipe mecânica

A produção horária do serviço está vinculada ao desempenho da mão de obra. De forma acessória à execução da atividade é empregado o seguinte equipamento:

- máquina para serrar trilho.

As produções horárias foram estabelecidas por meio do método empírico baseado em aferições de campo, consoante aos valores apresentados na tabela 10.

Tabela 10 - Produções horárias do serviço de corte de trilho

Trilho	Produção de equipe (un/h)
TR 45	19,80
TR 57	17,29
TR 68	15,77
UIC 60	16,82



2.3.1.4 Mão de obra

É empregado no desenvolvimento do serviço o seguinte profissional:

- 1 trabalhador de via para operar o equipamento e executar o corte.

2.3.1.5 Materiais e atividades auxiliares

a) disco de corte abrasivo para máquina para serrar trilho - D = 350 mm

Consiste em insumo utilizado para execução da seção do trilho pelo equipamento cortador.

O consumo é definido por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$Q = \frac{1}{V_u}$$

onde:

Q representa o consumo de disco, em unidades por unidade;

V_u representa a vida útil do disco, em unidades por unidade.

A tabela 11 apresenta o parâmetro referencial adotado e o respectivo consumo do material.

Tabela 11 - Consumo do disco - corte de trilho com utilização de equipamento leve

Vida útil (un/un)	Consumo (un/un)
4	0,25000

2.3.1.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

2.3.1.7 Critérios de medição

A medição do serviço de corte de trilho deve ser realizada em unidades, em função da quantidade de cortes efetivamente executados.

2.3.2 Furação de trilho com utilização de equipamento leve

O serviço consiste na perfuração de trilhos por meio de máquina específica para atividade.

2.3.2.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

As premissas empregadas na formulação das condições de contorno estabelecidas foram baseadas no seguinte dispositivo:

- DNIT ETS 006/2016: *Furação de trilhos*.



2.3.2.2 Metodologia executiva

A modelagem referencial adotada na concepção das composições de custos do serviço pressupõe a execução da seguinte etapa:

- execução do furo por meio da máquina para furar trilho.

2.3.2.3 Produção horária e equipe mecânica

A produção horária do serviço está vinculada ao desempenho da mão de obra. De forma acessória à execução da atividade é empregado o seguinte equipamento:

- máquina para furar trilho.

As produções horárias foram estabelecidas por meio do método empírico baseado em aferições de campo, consoante aos valores apresentados na tabela 12.

Tabela 12 - Produções horárias do serviço de furação de trilho

Trilho	Produção de equipe (un/h)
TR 45	30,18
TR 57	26,92
TR 68	24,90
UIC 60	26,21

2.3.2.4 Mão de obra

É empregado no desenvolvimento do serviço o seguinte profissional:

- 1 trabalhador de via para operar o equipamento e executar o furo.

2.3.2.5 Materiais e atividades auxiliares

a) broca para furar trilho - D = 29 mm (1 1/8")

Consiste em insumo utilizado na perfuração pela máquina para furar trilho.

O consumo é definido por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$Q = \frac{1}{V_u}$$

onde:

Q representa o consumo, em unidades por unidade;
 V_u representa a vida útil, em unidades por unidade.



A tabela 13 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 13 - Consumo de broca - furação de trilho com utilização de equipamento leve

Trilho	Vida útil (un/un)	Consumo (un/un)
TR45	700	0,00143
TR57	620	0,00161
TR68	570	0,00175
UIC60	600	0,00167

2.3.2.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

2.3.2.7 Critérios de medição

A medição do serviço de furação de trilhos deve ser realizada em unidades, em função da quantidade de furos efetivamente executados.

2.4 Solda

2.4.1 Solda com maçarico oxiacetileno de chapas de aço

O serviço consiste na soldagem de chapas de aço por meio de maçarico de oxiacetileno, utilizando chama proveniente da queima gasosa para fundir a vareta de aço carbono sobre a junção desejada.

2.4.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

As premissas empregadas na formulação das condições de contorno estabelecidas foram baseadas no seguinte dispositivo:

- PETROBRAS N-2349/2016: *Segurança nos trabalhos de soldagem e corte.*

2.4.1.2 Metodologia executiva

A modelagem referencial adotada na concepção das composições de custos do serviço pressupõe a execução das seguintes etapas:

- posicionamento da vareta de aço carbono por meio da mão de obra;
- solda da chapa de aço por meio do maçarico de oxiacetileno.



2.4.1.3 Produção horária e equipe mecânica

A produção horária do serviço está vinculada ao desempenho da mão de obra. De forma acessória à execução do serviço é empregado o seguinte equipamento:

- equipamento para solda e corte com oxiacetileno.

As produções horárias foram estabelecidas por meio do método empírico baseado em referencial técnico especializado, consoante aos valores apresentados na tabela 14.

Tabela 14 - Produções horárias do serviço de solda com maçarico oxiacetileno de chapas de aço

Espessura da chapa (mm)	Produção de equipe (m/h)
6,3	1,98833
8,0	1,39129
9,5	1,01906
12,5	0,55251
16,0	0,27531

2.4.1.4 Mão de obra

É empregado no desenvolvimento do serviço o seguinte profissional:

- 1 soldador para operar o equipamento e executar a solda.

2.4.1.5 Materiais e atividades auxiliares

a) gás acetileno

Consiste em insumo utilizado como combustível no processo de soldagem.

O consumo é definido por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$Q = \frac{V_e}{v \times F_{cv}}$$

onde:

Q representa o consumo, em quilogramas por metro;

V_e representa a vazão efetiva, em litros por hora;

v representa a velocidade de solda, em metros por hora;

F_{cv} representa o fator de conversão, em litros por quilograma.

A tabela 15 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

**Tabela 15 - Consumo de gás acetileno - solda com maçarico oxiacetileno de chapas de aço**

Espessura da chapa (mm)	Vazão efetiva (l/h)	Velocidade de solda (m/h)	Fator de conversão (l/kg)	Consumo (kg/m)
6,3	560,000	2,396	919,00	0,25432
8,0	750,000	1,676	919,00	0,48694
9,5	900,000	1,228	919,00	0,79750
12,5	1.000,000	0,666	919,00	1,63384
16,0	1.285,088	0,332	919,00	4,21191

b) gás oxigênio

Consiste em insumo utilizado como comburente no processo de soldagem.

O consumo é definido por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$Q = \frac{V_e}{v \times F_{cv}}$$

onde:

Q representa o consumo, em metros cúbicos por metro;

V_e representa a vazão efetiva, em litros por hora;

v representa a velocidade de solda, em metros por hora;

F_{cv} representa o fator de conversão, em litros por metro cúbico.

A tabela 16 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 16 - Consumo de gás oxigênio - solda com maçarico oxiacetileno de chapas de aço

Espessura da chapa (mm)	Vazão efetiva (l/h)	Velocidade de solda (m/h)	Fator de conversão (l/m³)	Consumo (m³/m)
6,3	640,000	2,396	1.000,00	0,26711
8,0	740,000	1,676	1.000,00	0,44153
9,5	880,000	1,228	1.000,00	0,71661
12,5	1.100,000	0,666	1.000,00	1,65165
16,0	1.363,524	0,332	1.000,00	4,10700

c) vareta em aço-carbono para solda oxiacetileno AWS A 5.2 R45

Consiste em insumo utilizado como material de adição durante o processo de soldagem.

O consumo é definido por meio da aplicação da seguinte expressão:



$$Q = Q_t \times (1 + k)$$

onde:

Q representa o consumo, em quilogramas por metro;

Q_t representa a quantidade de material depositado, em quilogramas por metro;

k representa o fator de perda.

A tabela 17 apresenta os parâmetros referenciais adotados e os respectivos consumos dos materiais.

Tabela 17 - Consumo de vareta em aço-carbono - solda com maçarico oxiacetileno de chapas de aço

Espessura (mm)	Metal depositado (kg/m)	Fator de Perda (%)	Consumo (kg/m)
6,3	0,138	10,0	0,15180
8,0	0,330	10,0	0,36300
9,5	0,524	10,0	0,57640
12,5	0,778	10,0	0,85580
16,0	1,159	10,0	1,27490

2.4.1.6 Operações de transporte

A tabela 18 apresenta os parâmetros referenciais adotados, bem como as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas ao insumo integrante do serviço.

Tabela 18 - Serviços empregados nas operações de transporte - solda com maçarico oxiacetileno de chapas de aço

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M1398	Vareta em aço-carbono para solda oxiacetileno AWS A 5.2 R45	0,00100 t/kg	5914655	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 15 t - carga e descarga manuais
			5914449	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em leito natural
			5914464	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em revestimento primário
			5914479	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia pavimentada

2.4.1.7 Critérios de medição

A medição do serviço de solda de chapa de aço com maçarico de oxiacetileno deve ser realizada em metros, em função do comprimento linear efetivamente executado.



2.4.2 Solda elétrica manual de perfis metálicos e chapas de aço com eletrodo E70XX

O serviço consiste na soldagem de perfis metálicos e chapas de aço por meio do maçarico elétrico, utilizando eletrodo revestido E70XX.

2.4.2.1 *Dispositivos legais e técnico-normativos*

Não se aplica a este serviço.

2.4.2.2 *Metodologia executiva*

A modelagem referencial adotada na concepção da composição de custos do serviço pressupõe a execução das seguintes etapas:

- posicionamento manual das chapas de aço e perfis metálicos;
- preparação manual do eletrodo na máquina de solda elétrica;
- execução da soldagem por meio da máquina de solda elétrica.

2.4.2.3 *Produção horária e equipe mecânica*

A produção horária do serviço está vinculada ao desempenho da mão de obra. De forma acessória à execução da atividade são empregados os seguintes equipamentos:

- máquina de solda;
- grupo gerador.

A produção horária do serviço foi estabelecida por meio do método empírico baseado em aferições de campo, cujo valor corresponde a 1,17591 kg/h.

O grupo gerador opera em conjunto com a máquina de solda, sendo atribuída de forma análoga a utilização operativa na atividade.

2.4.2.4 *Mão de obra*

São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 2 soldadores para operar o equipamento e executar a solda;
- 3 ajudantes para auxiliar no posicionamento das chapas e perfis.

2.4.2.5 *Materiais e atividades auxiliares*

a) eletrodo revestido E70XX

Consiste em insumo utilizado para abrir o arco elétrico e originar a poça de fusão do processo de soldagem.

O consumo referencial adotado é de 1,00 kg por unidade de serviço executado.



2.4.2.6 Operações de transporte

A tabela 19 apresenta os parâmetros referenciais adotados, bem como as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas ao insumo integrante do serviço.

Tabela 19 - Serviços empregados nas operações de transporte - solda elétrica de perfis metálicos e chapas de aço

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M2130	Eletrodo revestido E70XX	0,00100 t/kg	5914655	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 15 t - carga e descarga manuais
M2130	Eletrodo revestido E70XX	0,00100 t/kg	5914449	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em leito natural
			5914464	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em revestimento primário
			5914479	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia pavimentada

2.4.2.7 Critérios de medição

A medição do serviço de solda elétrica de perfis metálicos e chapas de aço deve ser realizada em quilogramas, em função da massa de eletrodos efetivamente aplicada.

2.4.3 Solda tipo MIG automatizada

O serviço consiste na soldagem por meio do equipamento de solda tipo *Metal Inert Gas/Metal Active Gas* – MIG/MAG com controle automático do arco elétrico.

2.4.3.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

Não se aplica a este serviço.

2.4.3.2 Metodologia executiva

A modelagem referencial adotada na concepção da composição de custos do serviço pressupõe a execução das seguintes etapas:

- posicionamento manual das peças metálicas;
- preparação manual do arame no equipamento de solda;
- execução da soldagem por meio do equipamento de solda MIG automática.



2.4.3.3 *Produção horária e equipe mecânica*

A produção horária do serviço está vinculada ao desempenho da mão de obra. De forma acessória à execução da atividade são empregados os seguintes equipamentos:

- equipamento de solda MIG automática;
- grupo gerador.

A produção horária do serviço foi estabelecida por meio do método empírico baseado em aferições de campo, cujo valor corresponde a 1,66499 kg/h.

O grupo gerador opera em conjunto com o equipamento de solda, sendo atribuída de forma análoga a utilização operativa na atividade.

2.4.3.4 *Mão de obra*

São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 1 soldador para operar o equipamento e executar a solda;
- 2 ajudantes para auxiliar no posicionamento das peças.

2.4.3.5 *Materiais e atividades auxiliares*

a) arame E70S6 para solda MIG/MAG - D = 0,9 mm

Consiste em insumo utilizado como metal de adição, sendo fundido pelo equipamento de solda MIG automática e depositado sobre as peças metálicas durante o processo de soldagem.

O consumo referencial adotado é de 1,00 kg por unidade de serviço executado.

b) mistura gasosa de argônio e dióxido de carbono para solda MIG/MAG

Consiste em insumo utilizado como proteção contra a contaminação pelo ar atmosférico, sendo lançado sobre o metal da poça de fusão durante todo o processo de soldagem.

O consumo referencial adotado é de 0,26347 m³ por unidade de serviço executado.

2.4.3.6 *Operações de transporte*

A tabela 20 apresenta os parâmetros referenciais adotados, bem como as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas ao insumo integrante do serviço.



Tabela 20 - Serviços empregados nas operações de transporte - solda tipo MIG automatizada

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M4413	Arame E70S6 para solda MIG/MAG - D = 0,9 mm	0,00100 t/kg	5914655	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 15 t - carga e descarga manuais
			5914449	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em leito natural
			5914464	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em revestimento primário
			5914479	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia pavimentada

2.4.3.7 Critérios de medição

A medição do serviço de solda tipo MIG automatizada deve ser realizada em quilogramas, em função da massa efetivamente depositada na peça.

2.4.4 Solda tipo MIG manual

O serviço consiste na soldagem por meio da utilização de equipamento de solda tipo MIG manual.

2.4.4.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

Não se aplica a este serviço.

2.4.4.2 Metodologia executiva

A modelagem referencial adotada na concepção da composição de custos do serviço pressupõe a execução das seguintes etapas:

- posicionamento manual das peças metálicas;
- preparação manual do arame no equipamento de solda;
- execução da soldagem por meio do equipamento de solda MIG.

2.4.4.3 Produção horária e equipe mecânica

A produção horária do serviço está vinculada ao desempenho da mão de obra. De forma acessória à execução da atividade são empregados os seguintes equipamentos:

- equipamento de solda MIG com acessórios;
- grupo gerador.

A produção horária do serviço foi estabelecida por meio do método empírico baseado em aferições de campo, cujo valor corresponde a 1,52620 kg/h.



O grupo gerador opera em conjunto com o equipamento de solda, sendo atribuída de forma análoga a utilização operativa na atividade.

2.4.4.4 Mão de obra

São empregados no desenvolvimento do serviço os seguintes profissionais:

- 3 soldadores para operar o equipamento e executar a solda;
- 3 ajudantes para auxiliar o posicionamento das peças.

2.4.4.5 Materiais e atividades auxiliares

a) arame E70S6 para solda MIG/MAG - D = 0,9 mm

Consiste em insumo utilizado como metal de adição, sendo fundido pelo equipamento de solda MIG automática e depositado sobre as peças metálicas durante o processo de soldagem.

O consumo referencial adotado é de 1,00 kg por unidade de serviço executado.

b) mistura gasosa de argônio e dióxido de carbono para solda MIG/MAG

Consiste em insumo utilizado como proteção contra a contaminação pelo ar atmosférico, sendo lançado sobre o metal da poça de fusão durante todo o processo de soldagem.

O consumo referencial adotado é de 0,32131 m³ por unidade de serviço executado.

2.4.4.6 Operações de transporte

A tabela 21 apresenta os parâmetros referenciais adotados, bem como as composições de custos de tempo fixo e momento de transporte associadas ao insumo integrante do serviço.

Tabela 21 - Serviços empregados nas operações de transporte - solda tipo MIG manual

Código SICRO	Descrição	Conversão para transporte	Código SICRO	Descrição
M4413	Arame E70S6 para solda MIG/MAG - D = 0,9 mm	0,00100 t/kg	5914655	Carga, manobra e descarga de materiais diversos em caminhão carroceria de 15 t - carga e descarga manuais
			5914449	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em leito natural
			5914464	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia em revestimento primário
			5914479	Transporte com caminhão carroceria de 15 t - rodovia pavimentada



2.4.4.7 Critérios de medição

A medição do serviço de solda tipo MIG manual deve ser realizada em quilogramas, em função da massa de arame efetivamente depositada na peça.

2.5 Perfuração

2.5.1 Perfuração de chapas metálicas com espessura de até 3 mm - D = 25 mm

O serviço consiste na perfuração de chapas de aço com serra copo acoplada à furadeira, com diâmetro de 25 mm.

2.5.1.1 Dispositivos legais e técnico-normativos

Não se aplica a este serviço.

2.5.1.2 Metodologia executiva

A modelagem referencial adotada na concepção da composição de custos do serviço pressupõe a execução das seguintes etapas:

- acoplamento da serra copo à furadeira de impacto;
- posicionamento manual da chapa metálica para perfuração;
- execução de furos na chapa.

2.5.1.3 Produção horária e equipe mecânica

A atividade é exercida pelos seguintes equipamentos:

- furadeira de impacto: líder de equipe;
- grupo gerador.

a) furadeira de impacto

A produção horária é estabelecida pelo método empírico baseado em referencial técnico especializado, sendo definida por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$P = \frac{60 \times Q_t \times F_e}{T_c}$$

onde:

P representa a produção horária, em unidades por hora;

Q_t representa a quantidade de furos, em unidades;

F_e representa o fator de eficiência;

T_c representa o tempo total de ciclo, em minutos.



O grupo gerador opera em conjunto com a furadeira, sendo atribuída de forma análoga a utilização operativa na atividade.

2.5.1.4 Mão de obra

É empregado de forma acessória ao desenvolvimento do serviço o seguinte profissional:

- 1 serralheiro para operação da furadeira.

2.5.1.5 Materiais e atividades auxiliares

a) serra copo com suporte para furadeira

Consiste em insumo acoplado à furadeira de impacto para execução da perfuração.

O consumo é definido por meio da aplicação da seguinte expressão:

$$Q = \frac{1}{V_u}$$

onde:

Q representa o consumo de serra copo, em unidades por metro quadrado;
 V_u representa a vida útil de serra copo, em unidades de furos por unidade de serra copo.

A tabela 22 apresenta o parâmetro referencial adotado e o respectivo consumo do material.

Tabela 22 - Consumo de serra copo - perfuração de chapa metálica

Vida útil (un/un)	Consumo (un/un)
100	0,01000

2.5.1.6 Operações de transporte

Não se aplica a este serviço.

2.5.1.7 Critérios de medição

A medição do serviço de perfuração de chapas metálicas deve ser realizada em unidades, em função da quantidade de furos efetivamente executados.



APÊNDICE A - RELAÇÃO DAS COMPOSIÇÕES DE CUSTOS POR SUBGRUPO CORTE

A tabela 23 apresenta as composições de custos do grupo de serviços de corte, relacionando o código SICRO ao respectivo subgrupo.

Tabela 23 - Relação das composições de custos por subgrupo - corte

Subgrupo	Código SICRO
2.1.1 Corte a plasma CNC em chapa com espessura de 6,3 a 10 mm	1400976
2.1.2 Corte a plasma manual	1400970, 1400971 e 1400972
2.1.3 Corte de chapas de aço com maçarico oxiacetileno	1416141, 1416142, 1400973, 1400974, 1416139, 1416202 e 1416140
2.1.4 Corte de perfis metálicos com maçarico oxiacetileno	1408173
2.1.5 Corte de barras de aço CA-50 com maçarico oxiacetileno	1416201
2.1.6 Corte de cantoneira de alumínio	1400969
2.1.7 Corte de chapa de aço com guilhotina hidráulica	1400975
2.1.8 Corte de perfil metálico com máquina policorte com espessura até 1/8"	1419543
2.2.1 Dobramento de chapas metálicas com espessuras de até 10 mm	1400977
2.3.1 Corte de trilho com utilização de equipamento leve	1407063, 1407064, 1407065 e 1407066
2.3.2 Furação de trilho com utilização de equipamento leve	1407067, 1407068, 1407069 e 1407070
2.4.1 Solda com maçarico oxiacetileno de chapas de aço	1416257, 1416254, 1416255, 1416256 e 1416253
2.4.2 Solda elétrica manual de perfis metálicos e chapas de aço com eletrodo E70XX	1408028
2.4.3 Solda tipo MIG automatizada	1408027
2.4.4 Solda tipo MIG manual	1400978
2.5.1 Perfuração de chapas metálicas com espessura de até 3 mm - D = 25 mm	1400987