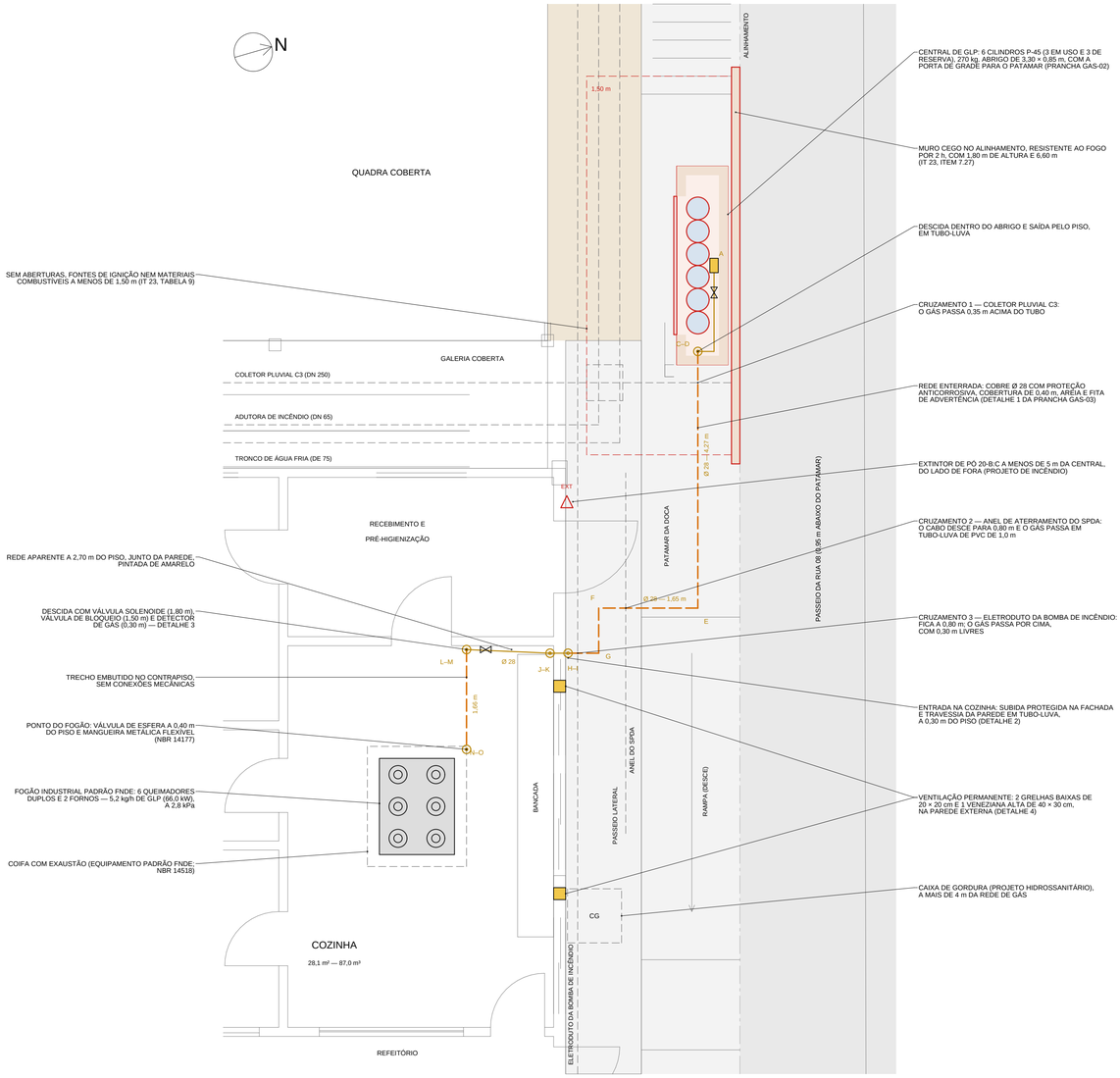
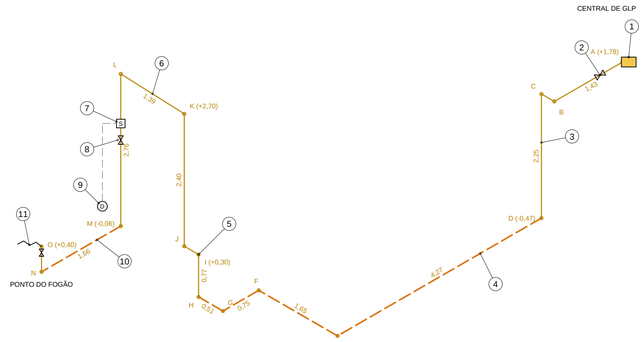


IMPLANTAÇÃO DA CENTRAL E DA REDE DE GÁS

ESCALA - 1/50

ISOMÉTRICO DA REDE DE GÁS

SEM ESCALA — COBRE CLASSE A Ø 28 mm EM TODA A REDE; COMPRIMENTOS EM m; NÍVEIS EM RELAÇÃO AO PISO DA ESCOLA (0,00)



LEGENDA DO ISOMÉTRICO

N.	O QUE É
1	Reguladores de 1º e 2º estágios, dentro da central: a rede sai a 2,80 kPa
2	Válvula geral de esfera, na saída dos reguladores
3	Descida dentro do abrigo e saída pelo piso, em tubo-luva
4	Rede enterrada: cobertura de 0,40 m, envolta em areia, com fita de advertência (detalhe 1 da prancha GAS-03)
5	Subida protegida na fachada e travessia da parede em tubo-luva, a 0,30 m do piso (detalhe 2)
6	Rede aparente a 2,70 m do piso, pintada de amarelo
7	Válvula solenoide normalmente fechada, a 1,80 m do piso, comandada pelo detector de gás (detalhe 3)
8	Válvula de bloqueio da cozinha (esfera), a 1,50 m do piso
9	Detector de gás, a 0,30 m do piso
10	Trecho embutido no contrapiso, sem conexões mecânicas
11	Ponto do fogão: válvula de esfera a 0,40 m do piso e mangueira metálica flexível (NBR 14177)

TRECHOS DA REDE (LETRAS DO ISOMÉTRICO)

TRECHO	ONDE PASSA	COMPRIMENTO (m)	DESNÍVEL (m)	PRESSÃO NO FIM (kPa)
A–B	dentro do abrigo da central	1,43	—	2,796
B–C	dentro do abrigo da central	0,27	—	2,793
C–D	dentro do abrigo da central	2,25	-2,25	2,808
D–E	enterrado, com cobertura de 0,40 m	4,27	—	2,793
E–F	enterrado, com cobertura de 0,40 m	1,65	—	2,786
F–G	enterrado, com cobertura de 0,40 m	0,75	—	2,782
G–H	enterrado, com cobertura de 0,40 m	0,51	—	2,778
H–I	subida na fachada, com proteção mecânica	0,77	+0,77	2,766
I–J	travessia da parede, em tubo-luva	0,30	—	2,763
J–K	aparente, na cozinha	2,40	+2,40	2,728
K–L	aparente, na cozinha	1,39	—	2,722
L–M	aparente, na cozinha	2,76	-2,76	2,733
M–N	embutido no contrapiso	1,66	—	2,726
N–O	aparente, na cozinha	0,46	+0,46	2,718
A–O	toda a rede: 13 cotovelos, 3 válvulas de esfera e 1 válvula solenoide (comprimento equivalente de 13,07 m)	20,87	-1,38	2,718
O–fogão	mangueira metálica flexível até a entrada do fogão, a 0,75 m do piso	—	+0,35	2,714

DIÂMETROS VERIFICADOS (COBRE CLASSE A, PARA 2,36 m³/h)

DIÂMETRO (mm)	DIÂMETRO INTERNO (mm)	PERDA DE CARGA (kPa)	% DA PRESSÃO	VELOCIDADE (m/s)	SITUAÇÃO
15	13,4	1,982	70,8 %	4,39	não atende (mais de 10 %)
22	20,2	0,299	10,7 %	1,93	não atende (mais de 10 %)
28	26,2	0,086	3,1 %	1,15	ADOTADO
35	32,8	0,025	0,9 %	0,73	atende, com mais folga
42	39,8	0,005	0,2 %	0,50	atende, com mais folga

SIMBOLOGIA

———	REDE DE GÁS APARENTE: COBRE CLASSE A Ø 28 mm, PINTADA DE AMARELO
– – –	REDE DE GÁS ENTERRADA OU EMBUTIDA NO PISO
⊙	SUBIDA OU DESCIDA DA TUBULAÇÃO
⋈	VÁLVULA DE BLOQUEIO (ESFERA, 1/4 DE VOLTA)
▭	REGULADORES DE PRESSÃO (NA CENTRAL) E GRELHAS DE VENTILAÇÃO
○○○	CENTRAL DE GLP: ABRIGO E CILINDROS P-45
– – –	ZONA DE 1,50 m DA CENTRAL (IT 23)
– – –	OUTRAS REDES ENTERRADAS (DOS OUTROS PROJETOS)
△	EXTINTOR DA CENTRAL (PROJETO DE INCÊNDIO)

DADOS DO PROJETO

ITEM	VALOR
Gás	GLP: poder calorífico de 24.000 kcal/m³ e densidade relativa de 1,8 (NBR 15526)
Aparelho	fogão industrial de 6 queimadores duplos (600 g/h cada) e 2 fornos (800 g/h cada), padrão FNDE
Consumo nominal	5,2 kg/h = 2,36 m³/h = 56.727 kcal/h (66,0 kW)
Central	6 cilindros P-45 (3 em uso e 3 de reserva); 270 kg e 0,65 m³
Regulagem	dois estágios, os dois dentro da central: 100 kPa e 2,8 kPa
Rede	cobre classe A Ø 28 mm, com 20,9 m: 7,2 m enterrados, 1,7 m embutidos no piso e o restante aparente
Perda de carga	0,086 kPa = 3,1 % da pressão (limite de 10 %)
Pressão no fogão	2,71 kPa
Velocidade	1,15 m/s (limite de 20 m/s)

CRUZAMENTOS DA REDE ENTERRADA (0,30 m LIVRES — NBR 15526)

COM	PROFUNDIDADE	COMO FICA
coletor pluvial C3 (DN 250)	0,80 m	o gás passa por cima (0,35 m livres)
anel de aterramento do SPDA (cabo nu de 50 mm²)	0,50 m	o cabo desce para 0,80 m; gás em tubo-luva de PVC de 1,0 m (0,30 m livres)
eletroduto da bomba de incêndio (40 mm)	0,80 m	eletroduto a 0,80 m; o gás passa por cima (0,30 m livres)

NOTAS

1. Projeto pela ABNT NBR 15526 (rede interna), NBR 13523 e IT 23 do CBMMG (central de GLP). A central está na prancha GAS-02; os detalhes, o perfil da rede enterrada e o ensaio de estanqueidade, na prancha GAS-03.
2. A rede trabalha em baixa pressão (2,8 kPa) desde a central: os dois reguladores ficam dentro do abrigo, e nenhum regulador fica na fachada nem dentro da cozinha.
3. Tubos de cobre rígido classe A (NBR 13206), com conexões de cobre (NBR 11720) unidas por brasagem capilar (solda forte). Não se dobram tubos rígidos: toda mudança de direção leva conexão.
4. A rede aparente é pintada de amarelo e fixada com abraçadeiras a cada 1,50 m; mantém 3 cm de eletrodutos e de tubos de água em paralelo (5 cm de eletroduto metálico) e não passa por forros fechados nem por elementos estruturais.
5. A tubulação metálica de gás é ligada à equipotencialização da edificação junto da entrada (NBR 5410 e NBR 5419) e nunca serve de aterramento.
6. As outras redes enterradas aparecem nas posições dos seus projetos. Antes de abrir a vala, confirmar essas posições no local.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PERDIGÃO – MG

ESTADO DE MINAS GERAIS

PROJETO DE INSTALAÇÕES DE GÁS (GLP) – ESCOLA MUNICIPAL DE TEMPO INTEGRAL – PRÉ-ESCOLA E ENSINO FUNDAMENTAL

ENDEREÇO DA OBRA: Rua 02, esquina com as Ruas 08 e 09		BAIRRO: Jardim Real
LOTE: Área de 48,00 × 48,00 m	QUADRA: 13	CIDADE: Perdigão - MG

ASSINATURAS

PROPRIETÁRIO: PREFEITURA MUNICIPAL DE PERDIGÃO - MG

RESPONSÁVEL TÉCNICA: Juliana Maciel Marinho Vecci, Engenheira - CREA-MG 202.696/D

ÁREAS

ÁREA CONSTRUÍDA:

ÁREA A CONSTRUIR:

ÁREA TOTAL:

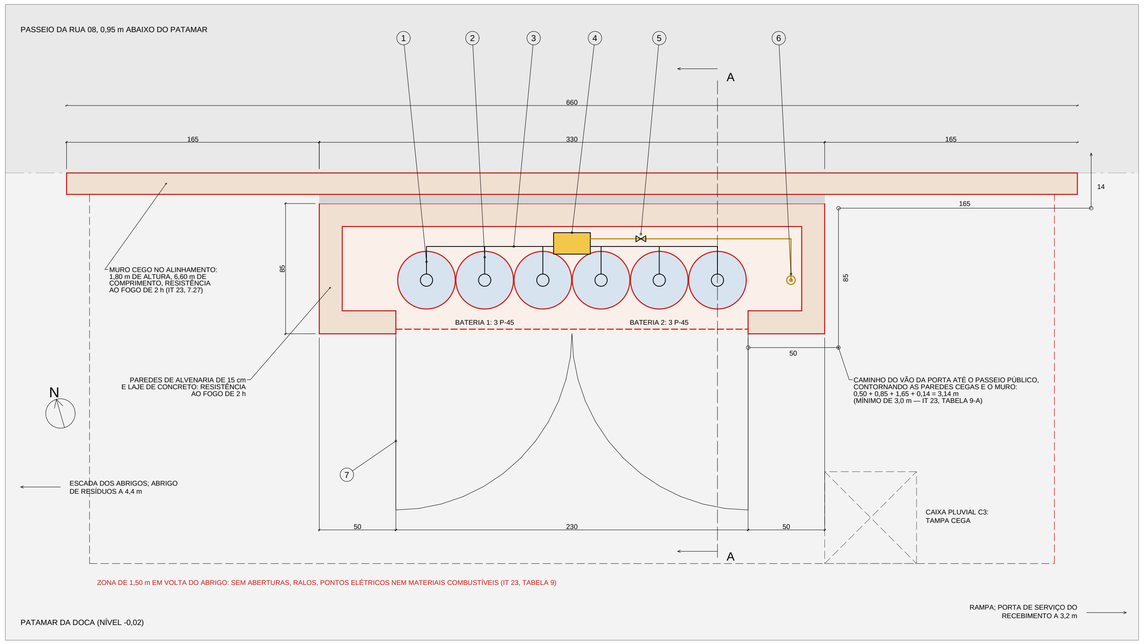
OCUPAÇÃO: EDUCACIONAL (ESCOLA E PRÉ-ESCOLA)

DIVISÃO / DESCRIÇÃO: E-1 E E-5 (DECRETO 47.998/2020 – CBMMG)

CONTEUDO: IMPLANTAÇÃO: CENTRAL DE GLP, REDE ENTERRADA E APARENTE, ENTRADA NA COZINHA, PONTO DO FOGÃO E VENTILAÇÃO	ESCALA: 1/50	DATA: 11/11/2026	
	REVISÃO: R0	FOLHA: 01/03	

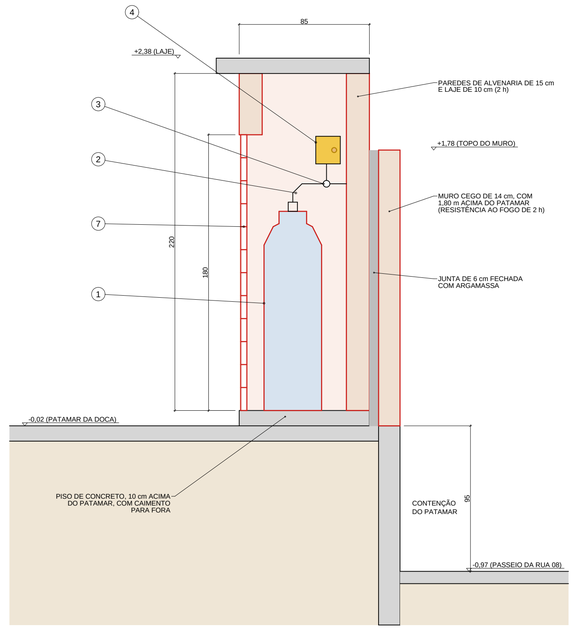
PLANTA DA CENTRAL DE GLP

ESCALA 1:20 — MEDIDAS EM cm



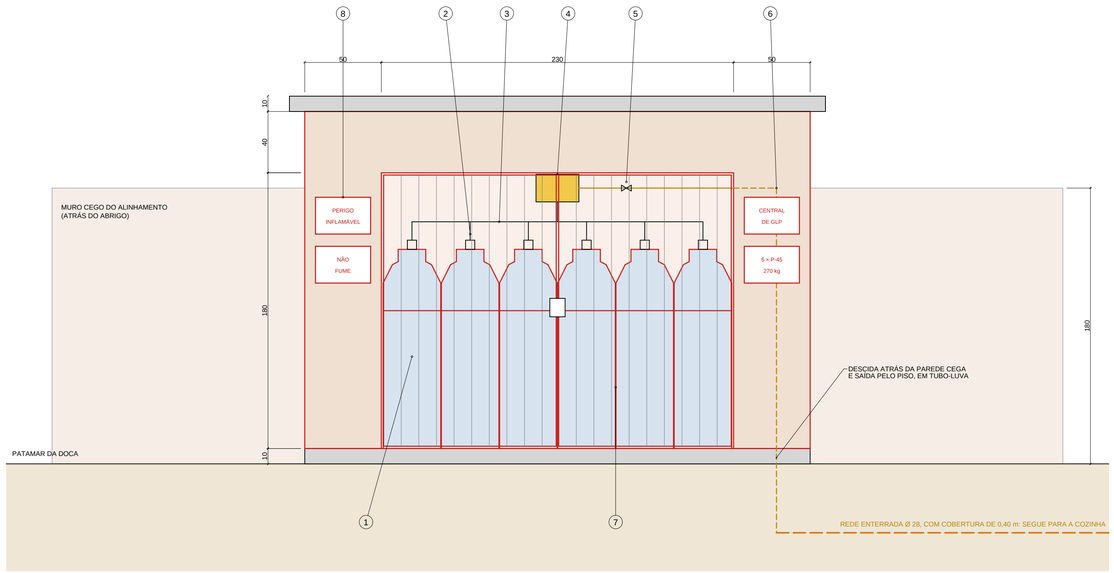
CORTE A–A

ESCALA 1:20 — MEDIDAS EM cm; NÍVEIS EM m (0,00 = PISO DA ESCOLA)



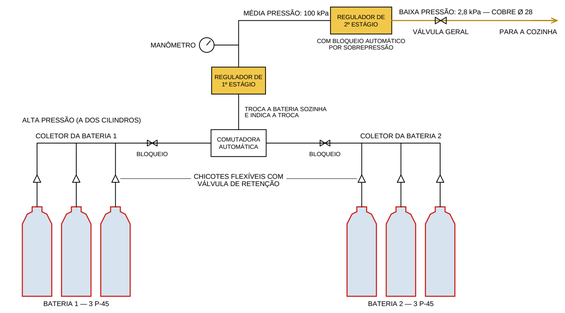
VISTA FRONTAL (DO PATAMAR DA DOCA)

ESCALA 1:20 — MEDIDAS EM cm



ESQUEMA DA REGULAGEM

SEM ESCALA



UMA BATERIA FICA EM USO E A OUTRA DE RESERVA. QUANDO A PRIMEIRA ACABA, A COMUTADORA PASSA PARA A SEGUNDA SEM INTERROMPER O GÁS, E O INDICADOR MOSTRA QUE É HORA DE PEDIR A TROCA DOS CILINDROS VAZIOS.

AFASTAMENTOS DA CENTRAL (IT 23 DO CBMMG, 3ª EDIÇÃO — TABELAS 9 E 9-A)

DE QUÊ	EXIGIDO	NO PROJETO
Divisas e edificações (volume total até 2,0 m³)	0 m	abrigo junto do muro do alinhamento; a escola fica a 1,85 m da porta
Passeio público	3,0 m	3,14 m, do vão da porta, contornando as paredes cegas e o muro
Aberturas de edificações	1,5 m	3,2 m (porta de serviço do recebimento)
Fontes de ignição e materiais combustíveis	1,5 m	4,4 m (abrigo de resíduos); sem pontos elétricos a menos de 1,5 m (conferir a iluminação externa no projeto elétrico)
Ralos e caixas abaixo do nível das válvulas	1,0 m	1,2 m ao centro da caixa pluvial C3, que recebe tampa cega
Produtos inflamáveis e chama aberta	6,0 m	7,5 m (fogão, dentro da cozinha)

CENTRAL DE GLP

ITEM	PROJETO
Recipientes	6 cilindros P-45 trocáveis, em duas baterias de 3: uma em uso e a outra de reserva, com troca automática
Capacidade	270 kg de GLP e 0,65 m³ (6 × 0,108 m³)
Vaporização natural	1,09 kg/h por cilindro a 15 °C: 3,27 kg/h com 3 em uso (2,46 kg/h a 10 °C e 4,11 kg/h a 20 °C)
Consumo de projeto	3,2 kg/h: 4 queimadores duplos no máximo e 1 forno ao mesmo tempo (62 % da potência nominal do fogão, de 5,2 kg/h)
Duração de uma bateria	de 13 a 16 dias letivos, para 8 a 10 kg de gás por dia (estimativa)
Abrigo	3,30 × 0,85 m por fora (3,00 × 0,70 m por dentro), pé-direito de 2,20 m e piso 10 cm acima do patamar
Ventilação	porta de grade de 2,30 × 1,80 m, do piso até 1,80 m: cerca de 2,9 m² de área livre, metade embaixo e metade em cima (a IT 23, item 7.26, pede 0,32 m² embaixo e 0,32 m² em cima)
Extintor	1 de pó 20-B:C, do lado de fora, a menos de 5 m (IT 23, Tabela 10: até 270 kg)

COMPONENTES (NÚMEROS DOS DESENHOS)

N.	COMPONENTE
1	Cilindro P-45 (6), em pé sobre o piso, preso por corrente
2	Chicote flexível (pigtail) com válvula de retenção, um por cilindro
3	Coletor de cada bateria, de cobre ou aço, com válvula de bloqueio
4	Conjunto de regulagem, na parede do fundo, a 1,70 m do piso: válvula comutadora automática com indicador, regulador de 1º estágio (100 kPa), manômetro e regulador de 2º estágio (2,8 kPa) com bloqueio automático por sobrepressão
5	Válvula geral de esfera, de fecho rápido
6	Saída da rede: cobre Ø 28 mm, que desce no canto e sai pelo piso em tubo-luva
7	Porta de grade de duas folhas, com cadeado: 2,30 × 1,80 m, abre para fora
8	Placas PERIGO, INFLAMÁVEL e NÃO FUME, com letras de 50 mm (IT 23, item 7.14), e a identificação da central

NOTAS

1. A central segue a IT 23 do CBMMG (3ª edição) e a ABNT NBR 13523. O abrigo é só da central: de alvenaria e laje com resistência ao fogo de 2 h, aberto apenas para o patamar, com o piso de concreto acima do entorno e caimento para fora. Nada mais é guardado nele.
2. O muro do alinhamento fica cego, com 1,80 m de altura, em 6,60 m (1,65 m para cada lado do abrigo). Assim o caminho do vão da porta até o passeio público, contornando as paredes, passa dos 3,0 m da Tabela 9-A.
3. Na zona de 1,50 m em volta do abrigo não ficam aberturas, ralos, caixas, pontos elétricos, materiais combustíveis nem vegetação. A caixa pluvial C3, que cai dentro dela, recebe tampa cega (sem greiha).
4. Os dois reguladores ficam dentro do abrigo. O conjunto é escolhido para 5,2 kg/h (potência nominal do fogão), com 1º estágio regulado para cerca de 100 kPa (o máximo da rede é 150 kPa) e 2º estágio para 2,8 kPa.
5. As partes metálicas da central e a tubulação são ligadas ao aterramento da edificação (NBR 5410 e NBR 5419). Não há ponto elétrico dentro do abrigo.
6. A troca dos cilindros é feita pela distribuidora, pela rampa de serviço e pelo patamar da doca. Cilindros vazios ou de reserva não ficam fora do abrigo.
7. O projeto de incêndio (revisão 0) supunha 4 cilindros. Com 6, o abrigo passa de 2,90 para 3,30 m, a porta de 1,90 para 2,30 m e o muro cego de 6,20 para 6,60 m; o extintor continua sendo 1. O projeto de incêndio passa à revisão 1.

CENTRAL DE GLP

ESCALAS INDICADAS

PREFEITURA MUNICIPAL DE PERDIGÃO – MG

ESTADO DE MINAS GERAIS

PROJETO DE INSTALAÇÕES DE GÁS (GLP) – ESCOLA MUNICIPAL DE TEMPO INTEGRAL – PRÉ-ESCOLA E ENSINO FUNDAMENTAL

ENDEREÇO DA OBRA: Rua 02, esquina com as Ruas 08 e 09		BAIRRO: Jardim Real
LOTE: Área de 48,00 × 48,00 m	QUADRA: 13	CIDADE: Perdigão - MG

ASSINATURAS

PROPRIETÁRIO: PREFEITURA MUNICIPAL DE PERDIGÃO - MG	RESPONSÁVEL TÉCNICA: Juliana Maciel Marinho Vecci, Engenheira - CREA-MG 202.696/D

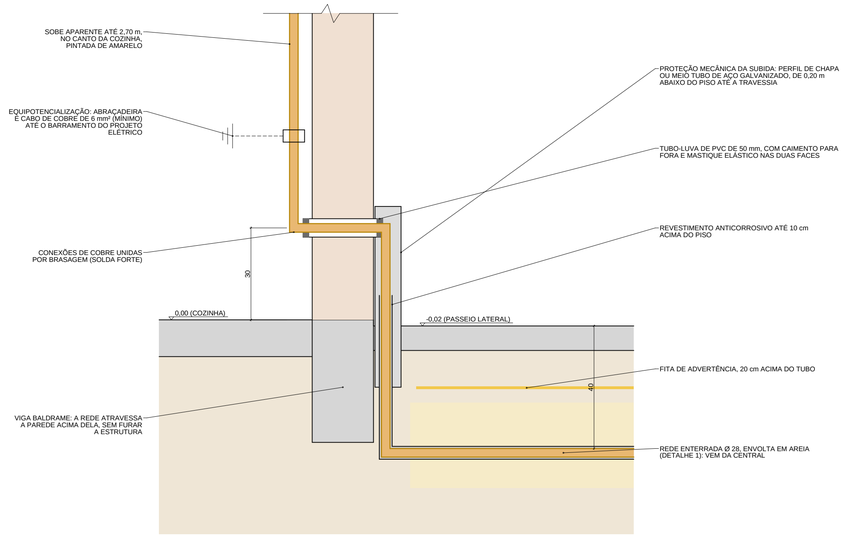
ÁREAS

ÁREA CONSTRUÍDA:	OCUPAÇÃO: EDUCACIONAL (ESCOLA E PRÉ-ESCOLA)
ÁREA A CONSTRUIR:	DIVISÃO / DESCRIÇÃO: E-1 E E-5 (DECRETO 47.998/2020 – CBMMG)
ÁREA TOTAL:	

CONTEÚDO: CENTRAL DE GLP: PLANTA, VISTA FRONTAL, CORTE, AFASTAMENTOS E ESQUEMA DA REGULAGEM EM DOIS ESTÁGIOS	ESCALA: escalas indicadas	DATA: 11/11/2026
	REVISÃO: R0	FOLHA: 02/03

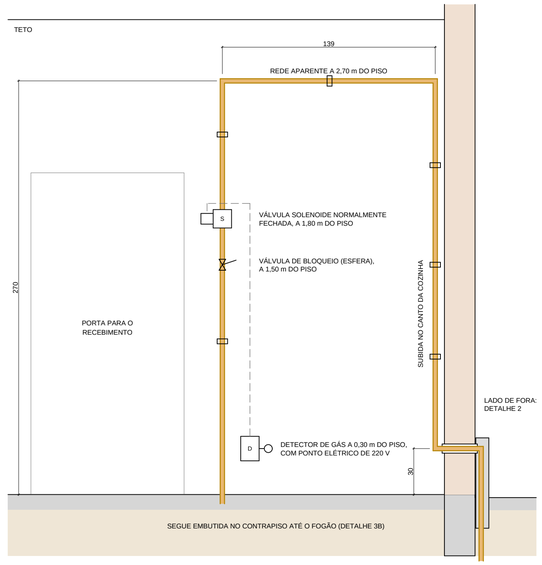
DETALHE 2 — ENTRADA DA REDE NA COZINHA

ESCALA 1:10 — MEDIDAS EM cm — CORTE PELA PAREDE EXTERNA DA COZINHA



DETALHE 3A — DESCIDA, VÁLVULAS E DETECTOR DE GÁS

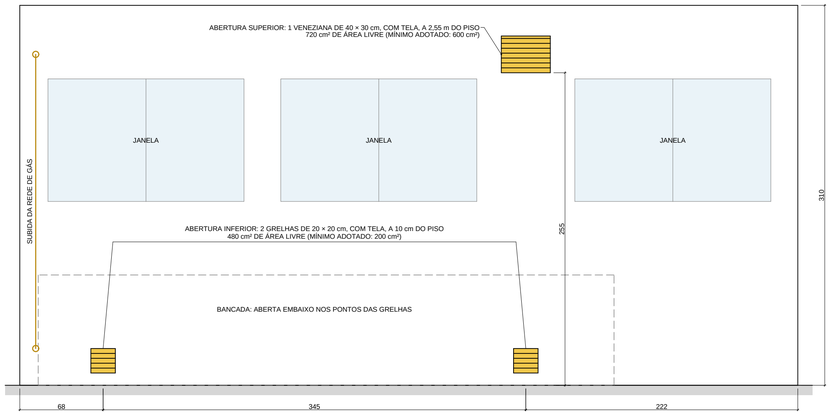
ESCALA 1:20 — MEDIDAS EM cm — VISTA DA PAREDE ENTRE A COZINHA E O RECEBIMENTO



1. A válvula solenoide é normalmente fechada: só abre com o detector ligado e sem gás no ambiente, e fecha sozinha quando o detector acusa vazamento ou quando falta energia.
2. O detector é próprio para GLP, tem alarme sonoro e fica a 0,30 m do piso (o GLP é mais pesado que o ar), perto do fogão e fora do alcance de respingos e da lavagem do piso.
3. A válvula de bloqueio fica à vista e ao alcance da mão, com a placa VÁLVULA DE GÁS.
4. O ponto elétrico do detector (220 V) precisa entrar no projeto elétrico.
5. Abraçadeiras a cada 1,50 m, com isolante entre a abraçadeira de aço e o tubo de cobre.

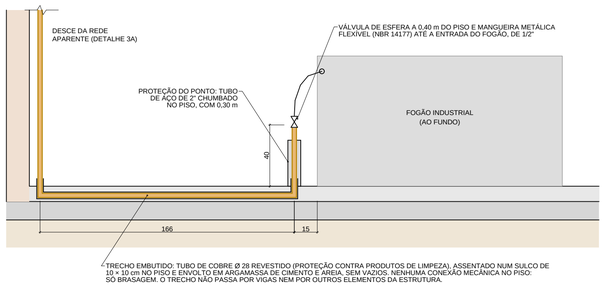
DETALHE 4 — VENTILAÇÃO PERMANENTE DA COZINHA

ESCALA 1:25 — MEDIDAS EM cm — VISTA INTERNA DA PAREDE EXTERNA



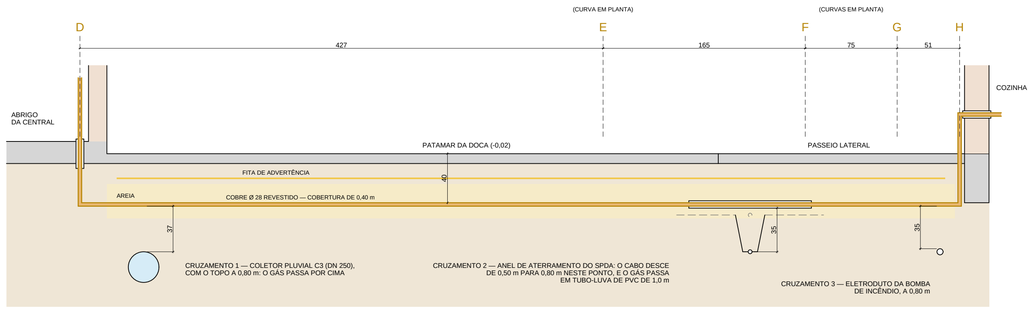
DETALHE 3B — TRECHO EMBUTIDO E PONTO DO FOGÃO

ESCALA 1:20 — MEDIDAS EM cm — CORTE PELO PISO DA COZINHA



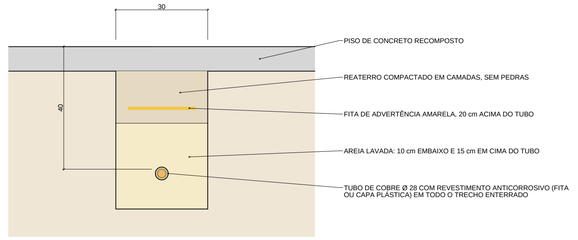
PERFIL DA REDE ENTERRADA (DA CENTRAL À COZINHA)

ESCALA 1:25 — MEDIDAS EM cm — COMPRIMENTO DESENVOLVIDO DO TRECHO D–H, COM OS TRÊS CRUZAMENTOS



DETALHE 1 — VALA DA REDE ENTERRADA

ESCALA 1:10 — MEDIDAS EM cm



DETALHES DA REDE DE GÁS

ESCALAS INDICADAS

DIMENSIONAMENTO DA REDE (ABNT NBR 15526)

ITEM	VALOR
Vazão de projeto	2,364 m³/h (5,2 kg/h): potência nominal do fogão, sem fator de simultaneidade
Comprimento de cálculo	20,87 m reais + 13,07 m equivalentes (13 cotovelos, 3 válvulas de esfera e 1 válvula solenoide) = 33,94 m
Perda por atrito	0,097 kPa, por 2273 × S × L × Q^1,82 / D^4,82 (S = 1,8; D = 26,2 mm)
Desnível	a entrada do fogão fica 1,03 m abaixo da saída do regulador: ganho de 0,011 kPa (o GLP é mais pesado que o ar)
Perda total	0,086 kPa = 3,1 % de 2,8 kPa (o limite é 10 %: 0,28 kPa)
Pressão no fogão	2,71 kPa
Velocidade	1,15 m/s (o limite é 20 m/s)
Folga	o tubo de 28 mm leva até 9,5 kg/h dentro do limite: sobram 4,3 kg/h para um aparelho futuro
Entre os reguladores	0,40 m de tubo de 15 mm a 100 kPa: perda de 0,04 kPa (o limite é 30 %) e 2,27 m/s

ENSAIO DE ESTANQUEIDADE (ANTES DE LIGAR O GÁS)

ETAPA	PRESSÃO	TEMPO	CONDIÇÃO
1ª: rede pronta, sem os aparelhos	20 kPa (o maior entre 20 kPa e 1,5 vez a pressão de trabalho)	60 min, depois de 15 min de estabilização	ar comprimido ou gás inerte; pontas tamponadas; sem queda de pressão no manômetro
2ª: na ligação do gás, com os aparelhos	2,8 kPa (pressão de operação)	5 min, depois de 1 min	com o próprio GLP; juntas e conexões verificadas com espuma; sem queda de pressão

VENTILAÇÃO PERMANENTE DA COZINHA

ITEM	PROJETO
Ambiente	cozinha de 28,1 m² e 87,0 m³, com um fogão de 66,0 kW
Abertura inferior	2 grelhas de 20 × 20 cm com tela, a 10 cm do piso: 480 cm² livres (mínimo adotado: 200 cm²)
Abertura superior	1 veneziana de 40 × 30 cm com tela, a 2,55 m do piso: 720 cm² livres (mínimo adotado: 600 cm²)
Exaustão da coc̦ão	coifa com exaustor sobre o fogão (equipamento do padrão FNDE; ABNT NBR 14518), que não faz parte deste projeto

NOTAS

1. Tubos de cobre rígido classe A (NBR 13206) e conexões de cobre ou bronze (NBR 11720), unidos por brasagem capilar, com metal de adição de ponto de fusão acima de 450 °C. Tubo rígido não é dobrado: toda mudança de direção leva conexão.
2. Rede aparente pintada de amarelo e fixada a cada 1,50 m. Afastamentos: 3 cm de eletrodutos e de tubos de água em paralelo e 1 cm nos cruzamentos; 5 cm de eletroduto metálico.
3. Rede enterrada com revestimento anticorrosivo contínuo e 0,30 m livres, no mínimo, das outras redes. As outras redes estão nas posições dos seus projetos: se a obra mostrar outra posição, mantêm-se os 0,30 m.
4. O anel de aterramento do SPDA é rebaixado no cruzamento por quem executa o SPDA, sem emenda no cabo.
5. As grelhas e a veneziana não têm fechamento: ficam sempre abertas, protegidas por tela. O critério de área (200 cm² embaixo e 600 cm² em cima) é o das normas de aparelhos a gás em ambientes internos, adotado aqui como mínimo; quem tira o calor e a gordura é a coifa.
6. Depois do ensaio, a rede é purgada e o fogão é ligado e regulado por profissional habilitado, que emite o laudo de estanqueidade com ART. O fogão deve ter supervisor de chama (NBR 15076, exigência do padrão FNDE).
7. Um aparelho a gás a mais (forno, fritadeira, aquecedor) pede a revisão deste projeto: a rede comporta até 9,5 kg/h, mas a central e a ventilação precisam ser conferidas.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PERDIGÃO – MG

ESTADO DE MINAS GERAIS

PROJETO DE INSTALAÇÕES DE GÁS (GLP) – ESCOLA MUNICIPAL DE TEMPO INTEGRAL – PRÉ-ESCOLA E ENSINO FUNDAMENTAL

ENDEREÇO DA OBRA: Rua 02, esquina com as Ruas 08 e 09		BAIRRO: Jardim Real
LOTE: Área de 48,00 × 48,00 m	QUADRA: 13	CIDADE: Perdigão - MG

ASSINATURAS

PROPRIETÁRIO:	RESPONSÁVEL TÉCNICA:
PREFEITURA MUNICIPAL DE PERDIGÃO - MG	Juliana Maciel Marinho Vecci Engenheira · CREA-MG 202.696/D

ÁREAS

AREA CONSTRUIDA:	OCUPAÇÃO: EDUCACIONAL (ESCOLA E PRÉ-ESCOLA)
AREA A CONSTRUIR:	
AREA TOTAL:	DIVISÃO / DESCRIÇÃO: E-1 E E-5 (DECRETO 47.998/2020 – CBMMG)

CONTEUDO: DETALHES: VALA, ENTRADA NA COZINHA, DESCIDA COM VÁLVULAS E DETECTOR, PONTO DO FOGÃO, VENTILAÇÃO PERMANENTE E PERFIL DA REDE ENTERRADA	ESCALA: escalas indicadas	DATA: 11/11/2026
	REVISÃO: R0	FOLHA: 03/03

MEMORIAL DESCRITIVO

Projeto de instalações de gás (GLP)

Obra:

Escola Municipal de Tempo Integral – Jardim Real

Pré-escola e ensino fundamental (anos iniciais)

Rua 02, esquina com as Ruas 08 e 09 – Quadra 13 – Jardim Real – Perdigão – MG

Responsável técnica:

Eng.ª Juliana Maciel Marinho Vecci

CREA-MG 202.696/D

Novembro de 2026 · Revisão 0

Sumário

1. Objeto e documentos....3
2. Normas e referências....4
3. Uso do gás na escola....5
4. Descrição da instalação....5
   4.1. Central de GLP....5
   4.2. Regulagem de pressão....6
   4.3. Rede de distribuição....7
   4.4. Ponto de consumo, bloqueio e detecção....7
   4.5. Ventilação permanente e exaustão....8
5. Materiais....8
6. Execução....9
7. Ensaio de estanqueidade e entrada em operação....10
8. Operação e manutenção....10
9. Compatibilização com os outros projetos....11
10. O que ainda depende de confirmação....12

1. Objeto e documentos

Este memorial descreve o projeto de instalações de gás liquefeito de petróleo (GLP) da Escola Municipal de Tempo Integral – Jardim Real, em Perdigão – MG. O projeto compreende a central de GLP, a regulagem de pressão, a rede de distribuição até a cozinha, o ponto de consumo do fogão e a ventilação permanente da cozinha. Os cálculos estão no memorial de cálculo, que acompanha este documento.

O projeto é da **Prefeitura Municipal de Perdigão – MG**. A responsável técnica é a **Eng.ª Juliana Maciel Marinho Vecci** (CREA-MG 202.696/D). O campo da ART está em branco nas pranchas e será preenchido depois do registro no CREA-MG. A instalação só pode ser executada com a ART registrada.

O projeto segue a arquitetura na revisão 3, o projeto estrutural na revisão 0, os projetos de instalações (hidrossanitário na revisão 1) e o projeto de segurança contra incêndio, que passa à revisão 1 por causa da central definida aqui.

Tabela 1 — Pranchas do projeto de gás

Prancha	Formato	Conteúdo
GAS-01	A1	implantação da central e da rede, da central até o fogão; isométrico; quadro dos trechos; diâmetros verificados; cruzamentos com as outras redes
GAS-02	A1	central de GLP: planta, vista frontal, corte, afastamentos da IT 23 e esquema da regulagem em dois estágios
GAS-03	A1	detalhes: vala, entrada na cozinha, descida com as válvulas e o detector, ponto do fogão e ventilação permanente; perfil da rede enterrada; dimensionamento; ensaio de estanqueidade

Tabela 2 — Documentos do projeto de gás

Documento	Conteúdo
Memorial descritivo (este documento)	descrição da instalação, materiais, execução, ensaio, operação e compatibilização com os outros projetos
Memorial de cálculo	vazão de projeto, central, afastamentos, perda de carga, ventilação e ensaio
Quantitativos (planilha)	materiais e serviços da central, da rede e da cozinha, sem perdas
Obra para o Engenna	arquivo da obra com o lançamento do gás

2. Normas e referências

- ABNT NBR 15526 — Redes de distribuição interna para gases combustíveis em instalações residenciais e comerciais: projeto e execução (edição de 2012, versão corrigida).
- ABNT NBR 13523 — Central de gás liquefeito de petróleo (GLP).
- ABNT NBR 13103 — Instalação de aparelhos a gás: requisitos (usada como referência para a ventilação permanente).
- ABNT NBR 13206 — Tubo de cobre leve, médio e pesado, sem costura, para condução de fluidos.
- ABNT NBR 11720 — Conexões para união de tubos de cobre por soldagem ou brasagem capilar.
- ABNT NBR 14177 — Tubo flexível metálico para instalações de gás combustível de baixa pressão.
- ABNT NBR 14518 — Sistemas de ventilação para cozinhas profissionais (coifa e exaustão, que não fazem parte deste projeto).
- ABNT NBR 5410 e NBR 5419 — instalações elétricas e proteção contra descargas atmosféricas (equipotencialização da tubulação).
- Instrução Técnica 23 do CBMMG, 3ª edição (Portaria 83/2026) — Manipulação, armazenamento, comercialização e utilização de GLP.
- Especificações técnicas do FNDE para os equipamentos de cozinha das escolas (fogão industrial de 6 queimadores com 2 fornos).

As edições das normas e das instruções técnicas devem ser conferidas na data da execução. O catálogo de normas consultado registra nova edição da ABNT NBR 15526 em 2026. Os critérios usados aqui (pressões, perda de carga, velocidade, afastamentos e ensaio) são os da edição de 2012, versão corrigida, e devem ser confrontados com a edição em vigor pelo responsável técnico.

3. Uso do gás na escola

O gás é usado em um só ponto: o fogão da cozinha. Não há aquecedores de água a gás (os chuveiros são elétricos), o forno combinado do padrão FNDE é elétrico e o laboratório não tem ponto de gás.

Tabela 3 — Aparelho de projeto

Aparelho	fogão industrial de 6 queimadores duplos com 2 fornos, do padrão FNDE
Queimadores	6 duplos, de 600 g/h cada (cachimbo de 300 g/h + coroa de 300 g/h)
Fornos	2, de 800 g/h cada
Consumo nominal	5,2 kg/h de GLP = 2,364 m³/h = 56.727 kcal/h (66,0 kW)
Pressão de trabalho	2,8 kPa (280 mmca)
Entrada de gás	1/2", ligada por mangueira metálica flexível
Posição	no centro da cozinha, sob a coifa

Se a escola receber outro fogão, ou outros aparelhos a gás, a potência deve ser conferida com a deste projeto. A rede comporta até 9,5 kg/h; a central e a ventilação precisam ser reavaliadas em qualquer acréscimo.

4. Descrição da instalação

4.1. Central de GLP

A central fica do lado de fora da escola, sobre o patamar da doca, junto do alinhamento da Rua 08, no mesmo lugar previsto na arquitetura. Tem **6 cilindros P-45** trocáveis (270 kg de GLP), em duas baterias de 3: uma em uso e a outra de reserva. Uma válvula comutadora automática passa de uma bateria para a outra quando a primeira acaba, sem interromper o gás, e indica a troca.

O abrigo é exclusivo da central. Tem 3,30 × 0,85 m por fora (3,00 × 0,70 m por dentro) e pé-direito de 2,20 m. As paredes, de alvenaria de 15 cm, e a laje, de concreto, têm resistência ao fogo de 2 horas. O piso é de concreto, 10 cm acima do patamar, com caimento para fora. A única abertura é a porta de grade de duas folhas, de 2,30 × 1,80 m, voltada para o patamar, com 0,50 m de parede cega em cada ponta. A porta dá a ventilação do abrigo e abre para fora.

O muro do alinhamento, atrás do abrigo, fica cego, com 1,80 m de altura acima do patamar e resistência ao fogo de 2 horas, num trecho de 6,60 m (1,65 m para cada lado do abrigo). Com isso, o caminho do vão da porta até o passeio público, contornando as paredes cegas e o muro, mede 3,14 m, acima dos 3,0 m pedidos pela IT 23.

Tabela 4 — Afastamentos da central (IT 23 do CBMMG, Tabelas 9 e 9-A)

De quê	Exigido	No projeto
Divisas e edificações (volume total até 2,0 m³)	0 m	abrigo junto do muro; a escola fica a 1,85 m da porta
Passeio público	3,0 m	3,14 m, contornando as paredes cegas e o muro
Aberturas de edificações	1,5 m	3,2 m (porta de serviço do recebimento)
Fontes de ignição e materiais combustíveis	1,5 m	4,4 m (abrigo de resíduos)
Ralos e caixas abaixo do nível das válvulas	1,0 m	1,2 m ao centro da caixa pluvial C3, que recebe tampa cega
Produtos inflamáveis e chama aberta	6,0 m	7,5 m (fogão, dentro da cozinha)

Numa faixa de 1,50 m em volta do abrigo não ficam aberturas, ralos, caixas, pontos elétricos, materiais combustíveis nem vegetação. A caixa pluvial C3, que cai dentro dessa faixa, recebe tampa cega, sem grelha. A iluminação externa do projeto elétrico deve respeitar a mesma faixa.

A sinalização tem as placas PERIGO, INFLAMÁVEL e NÃO FUME, com letras de 50 mm (IT 23, item 7.14), e a identificação da central, nas faces de acesso. O extintor da central é 1 de pó 20-B:C, do lado de fora, a menos de 5 m (IT 23, Tabela 10: até 270 kg); ele consta do projeto de segurança contra incêndio.

4.2. Regulagem de pressão

A regulagem é feita em dois estágios, os dois dentro do abrigo, na parede do fundo, a 1,70 m do piso. O regulador de 1º estágio reduz a pressão dos cilindros para cerca de 100 kPa. O regulador de 2º estágio reduz para 2,8 kPa, que é a pressão do fogão, e tem bloqueio automático por sobrepressão. Depois dele vem a válvula geral de esfera.

Por isso a rede trabalha em baixa pressão (2,8 kPa) em toda a extensão, desde a saída da central. Nenhum regulador fica na fachada nem dentro da cozinha.

4.3. Rede de distribuição

A rede é de tubo de cobre rígido classe A de 28 mm, do começo ao fim, com 20,87 m. As letras abaixo são as do isométrico da prancha GAS-01.

Tabela 5 — Caminho da rede

Trecho	Como é	Comprimento (m)
A–D	dentro do abrigo: segue pela parede do fundo, a 1,70 m, desce no canto e sai pelo piso, em tubo-luva	3,95
D–H	enterrado, com cobertura de 0,40 m: atravessa o patamar da doca em direção à rampa, dobra para o passeio lateral e chega à parede da cozinha	7,18
H–J	sobe protegido junto da fachada e atravessa a parede em tubo-luva, a 0,30 m do piso da cozinha	1,07
J–L	aparente: sobe no canto da cozinha até 2,70 m e segue junto da parede do recebimento	3,79
L–M	desce aparente, com a válvula solenoide a 1,80 m e a válvula de bloqueio a 1,50 m	2,76
M–N	embutido no contrapiso, da parede até junto do fogão	1,66
N–O	sobe 0,40 m do piso, com a válvula do fogão; daí segue a mangueira metálica flexível	0,46

O trecho enterrado cruza três redes dos outros projetos. Nos três cruzamentos fica uma distância livre de 0,30 m ou mais:

Tabela 6 — Cruzamentos da rede enterrada

Com	Como fica
coletor pluvial C3 (DN 250), a 0,80 m de profundidade	o gás passa por cima (0,35 m livres)
anel de aterramento do SPDA (cabo nu de 50 mm²), a 0,50 m de profundidade	o cabo desce para 0,80 m; gás em tubo-luva de PVC de 1,0 m (0,30 m livres)
eletroduto da bomba de incêndio (40 mm), a 0,80 m de profundidade	eletroduto a 0,80 m; o gás passa por cima (0,30 m livres)

O caminho evita a adutora de incêndio e o tronco de água fria, que passam mais perto da quadra. As posições das outras redes foram tiradas dos seus projetos e devem ser confirmadas no local antes da abertura da vala.

4.4. Ponto de consumo, bloqueio e detecção

Na descida, dentro da cozinha, ficam a **válvula solenoide** normalmente fechada, a 1,80 m do piso, e a **válvula de bloqueio** de esfera, a 1,50 m, à vista e ao alcance da mão. Um **detector de gás** próprio para GLP, com alarme sonoro, fica a

0,30 m do piso (o GLP é mais pesado que o ar), perto do fogão. Quando o detector acusa vazamento, ou quando falta energia, a solenoide fecha o gás.

O ponto do fogão sai do piso junto do equipamento, com 0,40 m de altura, protegido por um tubo de aço chumbado no piso. Tem válvula de esfera e mangueira metálica flexível (NBR 14177) até a entrada do fogão.

O detector e a solenoide são um reforço de segurança que este projeto recomenda; não substituem a válvula de bloqueio nem a ventilação permanente. O detector precisa de um ponto elétrico de 220 V, a incluir no projeto elétrico.

4.5. Ventilação permanente e exaustão

A cozinha tem 28,1 m² e 87,0 m³. Na parede externa ficam duas grelhas baixas de 20 × 20 cm, a 10 cm do piso (480 cm² de área livre), e uma veneziana alta de 40 × 30 cm, a 2,55 m do piso (720 cm² de área livre). As três têm tela e não têm fechamento. A bancada fica aberta embaixo nos pontos das grelhas.

O calor, o vapor e a gordura do fogão saem pela coifa com exaustor, que é equipamento do padrão FNDE e segue a ABNT NBR 14518. A coifa não faz parte deste projeto.

5. Materiais

Tabela 7 — Especificação dos materiais

Item	Especificação
Tubos	cobre rígido sem costura, classe A, de 28 mm (ABNT NBR 13206), em barras
Conexões	cobre ou bronze para brasagem capilar (ABNT NBR 11720); cotovelos de 90°, luvas e conectores com rosca para as válvulas
União	brasagem capilar (solda forte), com metal de adição de ponto de fusão acima de 450 °C
Válvulas de bloqueio	esfera, de fecho rápido (1/4 de volta), próprias para gás combustível
Válvula solenoide	normalmente fechada, para GLP, de 220 V, do diâmetro da rede, comandada pelo detector
Detector de gás	para GLP, com alarme sonoro e saída para a válvula solenoide
Reguladores	1º estágio (100 kPa) com válvula comutadora automática e 2º estágio (2,8 kPa) com bloqueio por sobrepressão, para 5,2 kg/h, certificados
Chicotes e coletores	chicotes flexíveis com válvula de retenção, um por cilindro; coletores de cobre ou de aço, com válvula de bloqueio
Mangueira do fogão	tubo flexível metálico para gás (ABNT NBR 14177), com o comprimento do fabricante do fogão

Item	Especificação
Proteção do tubo enterrado	revestimento anticorrosivo contínuo (fita ou capa plástica), até 10 cm acima do piso
Tubos-luva	PVC de 50 mm nas travessias (piso do abrigo, parede da cozinha e cruzamento com o SPDA)
Fita de advertência	amarela, com a inscrição de gás, 20 cm acima do tubo enterrado
Fixação e pintura	abraçadeiras a cada 1,50 m, com isolante entre a abraçadeira de aço e o tubo de cobre; tubulação aparente pintada de amarelo

6. Execução

- **Vala.** Com 30 cm de largura e cerca de 55 cm de profundidade. O tubo é assentado sobre 10 cm de areia lavada e coberto com mais 15 cm de areia; depois vêm a fita de advertência, o reaterro compactado em camadas, sem pedras, e a recomposição do piso de concreto (detalhe 1 da prancha GAS-03).
- **Tubos e conexões.** Tubo rígido não é dobrado: toda mudança de direção leva conexão. As juntas são limpas, brasadas e inspecionadas uma a uma. Não se usa conexão mecânica em trecho enterrado ou embutido.
- **Travessias.** A rede atravessa o piso do abrigo e a parede da cozinha dentro de tubo-luva, com vedação de mastique elástico. A travessia da parede fica acima da viga baldrame; a rede não atravessa nem se apoia em elementos da estrutura.
- **Subida na fachada.** Protegida contra choques por perfil de chapa ou meio tubo de aço galvanizado, de 0,20 m abaixo do piso até a travessia.
- **Trecho embutido.** O tubo, revestido, é assentado num sulco de 10 × 10 cm no piso e envolto em argamassa de cimento e areia, sem vazios.
- **Rede aparente.** Fica a 2,70 m do piso, junto da parede, fora de forros fechados. Mantém 3 cm de eletrodutos e de tubos de água em paralelo e 1 cm nos cruzamentos; de eletroduto metálico, 5 cm.
- **Rede enterrada.** Mantém 0,30 m das outras redes. No cruzamento com o anel de aterramento do SPDA, o cabo é rebaixado para 0,80 m por quem

executa o SPDA, sem emenda, e o gás passa em tubo-luva de PVC de 1,0 m.

- **Equipotencialização.** A tubulação metálica é ligada ao barramento de equipotencialização da edificação, junto da entrada na cozinha, com abraçadeira e cabo de cobre de 6 mm² no mínimo (a definir no projeto elétrico). A tubulação de gás nunca serve de aterramento.
- **Central.** Os cilindros ficam em pé, sobre o piso, presos por corrente. Não há ponto elétrico dentro do abrigo.

7. Ensaio de estanqueidade e entrada em operação

Antes de receber o gás, a rede é ensaiada em duas etapas (ABNT NBR 15526):

Tabela 8 — Ensaio de estanqueidade

Etapa	Pressão	Tempo	Condição
1ª: rede pronta, sem os aparelhos	20 kPa (o maior entre 20 kPa e 1,5 vez a pressão de trabalho)	60 min, depois de 15 min de estabilização	ar comprimido ou gás inerte; pontas tamponadas; sem queda de pressão
2ª: na ligação do gás, com os aparelhos	2,8 kPa (pressão de operação)	5 min, depois de 1 min	com o próprio GLP; juntas verificadas com espuma; sem queda de pressão

O trecho enterrado e o trecho embutido são ensaiados antes de serem cobertos. Depois do ensaio, a rede é purgada, e o fogão é ligado e regulado por profissional habilitado, que emite o laudo de estanqueidade com ART. O laudo fica arquivado na escola e costuma ser pedido na vistoria do Corpo de Bombeiros.

8. Operação e manutenção

- A troca dos cilindros é feita pela distribuidora, pela rampa de serviço e pelo patamar da doca. Cilindros vazios ou de reserva não ficam fora do abrigo.
- Uma bateria de 3 cilindros dura de 13 a 16 dias letivos, para um consumo estimado de 8 a 10 kg de gás por dia. Quando o indicador da comutadora mostra a troca de bateria, pede-se a reposição.

- O abrigo fica trancado, limpo e sem nenhum outro material. A faixa de 1,50 m em volta dele fica livre.
- No fim do expediente, fecha-se a válvula de bloqueio da cozinha.
- Em caso de cheiro de gás: não acender nem apagar luzes, fechar a válvula de bloqueio e a válvula geral da central, abrir portas e janelas e chamar a distribuidora ou o Corpo de Bombeiros (193).
- Uma vez por ano: testar o detector e a válvula solenoide, verificar a mangueira do fogão (validade e estado), os reguladores e a pintura da rede, e refazer o ensaio de estanqueidade na periodicidade pedida pelo Corpo de Bombeiros.

9. Compatibilização com os outros projetos

- **Arquitetura.** O abrigo da central passa a ter 3,30 m de comprimento (eram 2,90 m), com a porta de grade de 2,30 m voltada para o patamar; o muro cego do alinhamento passa a 6,60 m. Na parede externa da cozinha entram as duas grelhas baixas e a veneziana alta; a bancada fica aberta embaixo nesses pontos.
- **Segurança contra incêndio.** O PSCIP (revisão 0) supunha 4 cilindros. Com 6, mudam as medidas do abrigo, da porta e do muro; o extintor continua sendo 1 (até 270 kg). O PSCIP passa à revisão 1.
- **Elétrico.** Ponto de 220 V para o detector de gás e a válvula solenoide; ligação da tubulação ao barramento de equipotencialização; nenhum ponto elétrico a menos de 1,50 m do abrigo.
- **SPDA.** Rebaixo do anel de aterramento no cruzamento com a rede de gás.
- **Hidrossanitário.** Tampa cega na caixa pluvial C3; cruzamento com o coletor pluvial, que fica 0,35 m abaixo da rede de gás.
- **Estrutura.** Nenhuma interferência: a rede não atravessa vigas, pilares nem lajes.

10. O que ainda depende de confirmação

- **ART.** A responsável técnica deve conferir o projeto e registrar a ART antes da execução.
- **Fogão.** Foi adotado o fogão do padrão FNDE (5,2 kg/h). Confirmar o modelo que a escola vai receber.
- **Outros aparelhos a gás.** Nenhum foi previsto. Confirmar com a Secretaria Municipal de Educação.
- **Tamanho da central.** Os 6 cilindros sustentam 4 queimadores duplos no máximo e 1 forno ao mesmo tempo, a 15 °C. Com tudo aceso no máximo, ou em dias muito frios, a vazão pode não bastar (veja o memorial de cálculo). Se a escola precisar de mais, a saída é uma central maior, com outro abrigo e outras exigências.
- **Análise do CBMMG.** A medida do afastamento até o passeio contornando as paredes cegas e o muro é uma interpretação da IT 23 que só a análise confirma.
- **Outras redes enterradas.** As posições vêm dos projetos; confirmar no local antes da vala.
- **Distribuidora de GLP.** As distribuidoras costumam fornecer os cilindros e o conjunto de regulagem em comodato e têm exigências próprias. Consultar a distribuidora antes da compra dos materiais da central.
- **Normas.** Conferir as edições em vigor da ABNT NBR 15526 e da IT 23 na data da execução.

Perdigão – MG, 11 de novembro de 2026.

_____

Juliana Maciel Marinho Vecci
Engenheira — CREA-MG 202.696/D
Responsável técnica

MEMORIAL DE CÁLCULO

Projeto de instalações de gás (GLP)

Obra:

Escola Municipal de Tempo Integral – Jardim Real

Pré-escola e ensino fundamental (anos iniciais)

Rua 02, esquina com as Ruas 08 e 09 – Quadra 13 – Jardim Real – Perdigão – MG

Responsável técnica:

Eng.ª Juliana Maciel Marinho Vecci

CREA-MG 202.696/D

Novembro de 2026 · Revisão 0

Sumário

1. Objeto e critérios....3
2. Vazão de projeto....3
3. Central de GLP....4
   3.1. Vaporização natural....4
   3.2. Uso simultâneo do fogão....4
   3.3. Duração de uma bateria....5
   3.4. Capacidade e enquadramento na IT 23....5
   3.5. Abrigo e ventilação....5
4. Afastamentos da central....6
5. Rede de distribuição....7
   5.1. Comprimentos....7
   5.2. Comprimento equivalente das conexões....7
   5.3. Fórmulas....8
   5.4. Resultado para o tubo de 28 mm....8
   5.5. Pressão ao longo da rede....9
   5.6. Folga....9
6. Ligação entre os reguladores....9
7. Ventilação permanente da cozinha....10
8. Rede enterrada e cruzamentos....10
9. Ensaio de estanqueidade....11
10. Resumo dos resultados....11

1. Objeto e critérios

Este memorial reúne os cálculos do projeto de instalações de gás liquefeito de petróleo (GLP) da Escola Municipal de Tempo Integral – Jardim Real, em Perdigão – MG: a vazão de projeto, o tamanho da central, os afastamentos, a perda de carga da rede, a ventilação permanente da cozinha e as pressões do ensaio de estanqueidade. A descrição da instalação está no memorial descritivo.

O projeto é da **Prefeitura Municipal de Perdigão – MG**. A responsável técnica é a **Eng.ª Juliana Maciel Marinho Vecci** (CREA-MG 202.696/D). O campo da ART está em branco nas pranchas e será preenchido depois do registro no CREA-MG. Estes cálculos devem ser conferidos por ela antes do registro da ART.

Tabela 1 — Dados do gás e critérios de cálculo (ABNT NBR 15526)

Gás	GLP, na fase vapor
Poder calorífico	24.000 kcal/m³
Densidade relativa ao ar (S)	1,8
Massa específica	2,2 kg/m³
Pressão da rede	2,8 kPa (baixa pressão), desde a saída da central
Perda de carga admitida	10 % da pressão no trecho que alimenta o aparelho: 0,28 kPa
Velocidade máxima	20 m/s
Simultaneidade	não se aplica fator de simultaneidade (instalação não residencial): a rede leva a potência nominal do aparelho
Temperatura de cálculo da central	15 °C

As fórmulas são as da ABNT NBR 15526 e são as mesmas que o Engenna usa. Como o fogão do padrão FNDE não está no catálogo do programa, o cálculo foi feito à parte, com essas fórmulas, e é o que vale.

2. Vazão de projeto

O único aparelho a gás é o fogão industrial de 6 queimadores duplos com 2 fornos, do padrão FNDE. Os consumos de cada queimador e de cada forno são os da especificação técnica do FNDE.

Tabela 2 — Consumo do fogão

Parte	Quantidade	Consumo unitário (g/h)	Consumo (g/h)
Queimadores duplos (cachimbo + coroa)	6	600	3.600
Fornos	2	800	1.600
Total			**5.200**

- Consumo nominal: 5,2 kg/h.
- Vazão: Q = 5,2 ÷ 2,2 = **2,364 m³/h**.
- Potência: 2,364 × 24.000 = 56.727 kcal/h = **66,0 kW**.

A rede é dimensionada para essa vazão inteira, sem redução.

3. Central de GLP

3.1. Vaporização natural

Um cilindro só entrega gás na velocidade em que o líquido vaporiza, e essa velocidade depende da temperatura. Para o P-45 em uso contínuo foram adotados os valores de referência do setor (material técnico do Sindigás): 0,82 kg/h a 10 °C, 1,09 kg/h a 15 °C, 1,37 kg/h a 20 °C. Com 3 cilindros em uso, a central entrega:

Tabela 3 — Vaporização da bateria em uso (3 × P-45)

Temperatura	Por cilindro (kg/h)	Bateria de 3 (kg/h)
10 °C	0,82	2,46
15 °C	1,09	3,27
20 °C	1,37	4,11

3.2. Uso simultâneo do fogão

O fogão não trabalha o tempo todo com tudo aceso no máximo. A tabela compara alguns modos de uso com o que a bateria entrega a 15 °C (3,27 kg/h).

Tabela 4 — Modos de uso e cilindros necessários

Modo de uso	Consumo (kg/h)	Cilindros em uso a 15 °C	Com 3 em uso
tudo aceso no máximo (potência nominal)	5,2	5	não atende
5 queimadores no máximo e 1 forno	3,8	4	não atende
4 queimadores no máximo e 1 forno (adotado)	3,2	3	atende

Modo de uso	Consumo (kg/h)	Cilindros em uso a 15 °C	Com 3 em uso
4 queimadores no máximo	2,4	3	atende

A central de **6 cilindros P-45** (3 em uso e 3 de reserva) foi a opção escolhida para o projeto. Ela sustenta 4 queimadores duplos no máximo e 1 forno ao mesmo tempo (3,2 kg/h, 62 % da potência nominal), a 15 °C. Para tudo aceso no máximo seriam precisos 5 cilindros em uso (10 no total), o que passaria dos 270 kg e mudaria as exigências da central.

A 10 °C a bateria entrega 2,46 kg/h: dá para 4 queimadores duplos no máximo, sem forno. Em dias muito frios, e com a bateria perto do fim, a chama pode enfraquecer se muitos queimadores ficarem no máximo ao mesmo tempo. É uma limitação conhecida das centrais de cilindros trocáveis e não afeta a segurança.

3.3. Duração de uma bateria

Cada bateria tem 3 × 45 = 135 kg de gás. Para um consumo estimado de 8 a 10 kg por dia (de 2,5 a 3 horas de uso no consumo de projeto), uma bateria dura de 13 a 16 dias letivos. O consumo real deve ser acompanhado nos primeiros meses.

3.4. Capacidade e enquadramento na IT 23

- Capacidade: 6 × 45 = **270 kg** de GLP.
- Volume: 6 × 0,108 = **0,648 m³**, abaixo de 2,0 m³ (primeira faixa da Tabela 9-A, que admite até 18 P-45).
- Recipientes trocáveis de até 0,5 m³ cada: valem os afastamentos da Tabela 9.
- Extintores (Tabela 10): até 270 kg, 1 extintor de pó 20-B:C. A central fica exatamente no limite dessa faixa.

3.5. Abrigo e ventilação

- Comprimento interno: 6 cilindros de 376 mm, a cada 0,38 m, ocupam 2,28 m; o abrigo tem 3,00 m por dentro, e os cilindros ficam todos de frente para a porta de 2,30 m.

- Profundidade interna: 0,70 m, para cilindros de 0,38 m de diâmetro e o coletor na parede do fundo.
- Ventilação: a porta de grade tem 2,30 × 1,80 = 4,14 m²; com 70 % de área livre, cerca de 2,9 m², metade na parte de baixo e metade na parte de cima. A IT 23 (item 7.26) pede, embaixo e em cima, 10 % da área em planta do abrigo (0,28 m²) ou 0,32 m², o que for maior: 0,32 m² em cada posição.

4. Afastamentos da central

Os afastamentos são os das Tabelas 9 e 9-A da IT 23 do CBMMG (3ª edição), medidos a partir do abrigo.

Tabela 5 — Afastamentos exigidos e de projeto

De quê	Exigido (m)	Projeto (m)	Observação
Divisas e edificações	0	—	volume total até 2,0 m³ (Tabela 9-A)
Passeio público	3,0	3,14	medido do vão da porta, contornando as paredes cegas e o muro
Aberturas de edificações	1,5	3,2	porta de serviço do recebimento
Fontes de ignição e materiais combustíveis	1,5	4,4	abrigo de resíduos
Ralos e caixas abaixo do nível das válvulas	1,0	1,2	caixa pluvial C3 (ao centro); recebe tampa cega
Produtos inflamáveis e chama aberta	6,0	7,5	fogão, dentro da cozinha

O passeio da Rua 08 fica junto do alinhamento, atrás do abrigo, e 0,95 m abaixo do patamar. Em linha reta, a distância seria menor que 3,0 m. Por isso o abrigo só abre para o patamar, e o muro do alinhamento fica cego num trecho de 6,60 m. O caminho que o gás teria de fazer do vão da porta até o passeio mede:

- 0,50 m de parede cega, do vão da porta até a quina do abrigo;
- 0,85 m pela lateral do abrigo;
- 1,65 m ao longo do muro cego, até a ponta;
- 0,14 m de espessura do muro;
- **total de 3,14 m**, acima dos 3,0 m exigidos.

Essa forma de medir, contornando paredes resistentes ao fogo, é a que a IT 23 admite para reduzir afastamentos (item 7.27). A aplicação a este caso depende da análise do CBMMG.

5. Rede de distribuição

5.1. Comprimentos

Tabela 6 — Trechos da rede (letras do isométrico da prancha GAS-01)

Trecho	Onde passa	Comprimento (m)	Desnível (m)
A–B	dentro do abrigo da central	1,43	—
B–C	dentro do abrigo da central	0,27	—
C–D	dentro do abrigo da central	2,25	−2,25
D–E	enterrado	4,27	—
E–F	enterrado	1,65	—
F–G	enterrado	0,75	—
G–H	enterrado	0,51	—
H–I	subida na fachada	0,77	+0,77
I–J	travessia da parede	0,30	—
J–K	aparente, na cozinha	2,40	+2,40
K–L	aparente, na cozinha	1,39	—
L–M	aparente, na cozinha	2,76	−2,76
M–N	embutido no contrapiso	1,66	—
N–O	aparente, na cozinha	0,46	+0,46
A–O	**total**	**20,87**	**−1,38**

Por tipo de instalação: 3,95 m dentro do abrigo, 7,18 m enterrados, 1,07 m na subida e na travessia da parede, 7,01 m aparentes na cozinha e 1,66 m embutidos no contrapiso.

5.2. Comprimento equivalente das conexões

Tabela 7 — Conexões e válvulas

Peça	Quantidade	Comprimento equivalente (diâmetros)	Para Ø 28 mm (m)
Cotovelo de 90°	13	30	10,22
Válvula de esfera	3	3	0,24
Válvula solenoide	1	100 (premissa)	2,62
Total			**13,07**

O comprimento equivalente da válvula solenoide é uma premissa, a conferir com o fabricante da válvula escolhida. Comprimento de cálculo: 20,87 + 13,07 = **33,94 m**.

5.3. Fórmulas

- Perda de carga por atrito, em baixa pressão (GLP): ΔP = 2273 × S × L × Q^1,82 ÷ D^4,82, com ΔP em kPa, L em m, Q em m³/h e D (diâmetro interno) em mm.
- Efeito do desnível: ΔP = 0,01318 × H × (S − 1), com H em m, positivo quando a rede sobe. Como o GLP é mais pesado que o ar, a pressão cai quando a rede sobe e aumenta quando ela desce.
- Velocidade: v = 354 × Q ÷ [(P ÷ 98,0665 + 1,033) × D²], com v em m/s e P (pressão manométrica) em kPa.

5.4. Resultado para o tubo de 28 mm

- Atrito: 2273 × 1,8 × 33,94 × 2,364^1,82 ÷ 26,2^4,82 = **0,0969 kPa**.
- Desnível: a entrada do fogão (0,75 m do piso) fica 1,03 m abaixo da saída do regulador: 0,01318 × (−1,03) × 0,8 = **−0,0109 kPa** (ganho).
- Perda total: 0,0969 − 0,0109 = **0,0860 kPa**, ou 3,1 % de 2,8 kPa. O limite é 10 % (0,28 kPa).
- Pressão na entrada do fogão: 2,8 − 0,086 = **2,714 kPa**.
- Velocidade: **1,15 m/s**. O limite é 20 m/s.

Tabela 8 — Diâmetros verificados (cobre classe A)

Diâmetro (mm)	Diâmetro interno (mm)	Perda de carga (kPa)	% da pressão	Velocidade (m/s)	Situação
15	13,4	1,982	70,8 %	4,39	não atende
22	20,2	0,299	10,7 %	1,93	não atende
28	26,2	0,086	3,1 %	1,15	**adotado**
35	32,8	0,025	0,9 %	0,73	atende, com mais folga
42	39,8	0,005	0,2 %	0,50	atende, com mais folga

O tubo de 22 mm passaria pouco do limite (10,7 %). O de 28 mm é o menor que atende.

5.5. Pressão ao longo da rede

Tabela 9 — Pressão no fim de cada trecho

Ponto	Onde	Nível (m)	Pressão (kPa)
A	saída do regulador de 2º estágio (central)	+1,78	2,800
B	canto do abrigo	+1,78	2,796
C	descida no abrigo	+1,78	2,793
D	pé da descida (enterrado)	−0,47	2,808
E	curva no patamar da doca	−0,47	2,793
F	curva no passeio lateral	−0,47	2,786
G	curva para a parede	−0,47	2,782
H	pé da subida na fachada	−0,47	2,778
I	travessia da parede	+0,30	2,766
J	pé da subida interna	+0,30	2,763
K	alto da subida interna	+2,70	2,728
L	alto da descida	+2,70	2,722
M	pé da descida (embutido no piso)	−0,06	2,733
N	pé do ponto do fogão	−0,06	2,726
O	ponto do fogão (válvula e flexível)	+0,40	2,718
fogão	entrada do fogão, depois da mangueira flexível	+0,75	2,714

A pressão sobe um pouco nos trechos em que a rede desce (C–D e L–M) e cai nos que sobem. Em nenhum ponto ela sai da faixa de trabalho do fogão.

5.6. Folga

Dentro do limite de 10 %, o tubo de 28 mm leva até 4,32 m³/h (9,5 kg/h). Sobram 4,3 kg/h para um aparelho futuro ligado no fim da rede. A central e a ventilação teriam de ser recalculadas.

6. Ligação entre os reguladores

Entre o regulador de 1º estágio e o de 2º estágio há um trecho curto em média pressão (100 kPa), dentro do abrigo: 0,40 m de tubo de 15 mm (diâmetro interno de 13,4 mm), com 2 cotovelos.

- Fórmula para média pressão: $PA^2 - PB^2 = 4{,}67 \times 10^5 \times S \times L \times Q^{1{,}82} \div D^{4{,}82}$, com as pressões absolutas em kPa.
- Comprimento de cálculo: 1,20 m.
- Pressão no fim: 100,0 kPa; perda de 0,04 kPa. O limite é 30 % (30 kPa) em trecho que alimenta regulador.
- Velocidade: 2,27 m/s.

O limite de pressão da rede interna é 150 kPa; o 1º estágio fica regulado para cerca de 100 kPa.

7. Ventilação permanente da cozinha

A cozinha tem 28,1 m² e pé-direito de 3,10 m: 87,0 m³, bem acima do volume mínimo de 6 m³ para aparelhos de circuito aberto. Foi adotado, como mínimo, o critério das normas de aparelhos a gás em ambientes internos: uma abertura inferior de 200 cm² e uma superior de 600 cm², as duas permanentes e voltadas para o exterior.

Tabela 10 — Aberturas de ventilação permanente

Abertura	Peças	Área bruta (cm²)	Área livre, 60 % (cm²)	Mínimo adotado (cm²)
Inferior, a 10 cm do piso	2 grelhas de 20 × 20 cm	800	480	200
Superior, a 2,55 m do piso	1 veneziana de 40 × 30 cm	1.200	720	600

A área livre foi tomada como 60 % da área bruta, por causa das aletas e da tela; as peças compradas devem ter, no mínimo, a área livre da tabela. Essa ventilação garante a renovação do ar com o fogão desligado ou em fogo baixo. Com o fogão em uso, quem tira o calor e os gases é a coifa com exaustor (ABNT NBR 14518), que não faz parte deste projeto.

8. Rede enterrada e cruzamentos

A rede enterrada tem cobertura de 0,40 m, em área sem tráfego de veículos (o mínimo da norma é 0,30 m), e fica a 0,30 m, no mínimo, das outras redes.

Tabela 11 — Cruzamentos

Rede cruzada	Profundidade dela (m)	Distância livre (m)	Como fica
coletor pluvial C3 (DN 250)	0,80	0,35	o gás passa por cima
anel de aterramento do SPDA (cabo nu de 50 mm²)	0,50	0,30	o cabo desce para 0,80 m; gás em tubo-luva de PVC de 1,0 m
eletroduto da bomba de incêndio (40 mm)	0,80	0,30	eletroduto a 0,80 m; o gás passa por cima

9. Ensaio de estanqueidade

- 1ª etapa: o maior valor entre 20 kPa e 1,5 × 2,8 = 4,2 kPa, ou seja, **20 kPa**, por 60 minutos, depois de 15 minutos de estabilização, sem queda de pressão.
- 2ª etapa: na pressão de operação, **2,8 kPa**, por 5 minutos, depois de 1 minuto, com os aparelhos ligados à rede.

10. Resumo dos resultados

Tabela 12 — Resumo

Aparelho	fogão industrial do padrão FNDE: 5,2 kg/h = 2,364 m³/h = 66,0 kW
Central	6 cilindros P-45 (3 em uso e 3 de reserva): 270 kg e 0,65 m³
Vaporização a 15 °C	3,27 kg/h, para 3,2 kg/h de consumo de projeto
Extintor da central	1 de pó 20-B:C
Abrigo	3,30 × 0,85 m, com porta de grade de 2,30 × 1,80 m; muro cego de 6,60 m
Caminho da porta ao passeio	3,14 m (mínimo de 3,0 m)
Rede	cobre classe A de 28 mm, com 20,87 m, a 2,8 kPa
Perda de carga	0,086 kPa = 3,1 % (limite de 10 %)
Pressão no fogão	2,71 kPa
Velocidade	1,15 m/s (limite de 20 m/s)
Ventilação permanente	480 cm² embaixo e 720 cm² em cima
Ensaio	20 kPa por 60 min e 2,8 kPa por 5 min

Perdigão – MG, 11 de novembro de 2026.

_____

Juliana Maciel Marinho Vecci

Engenheira — CREA-MG 202.696/D

Responsável técnica

LISTA DE MATERIAIS — INSTALAÇÕES DE GÁS (GLP)

Quantitativos da central de GLP, da rede e da ventilação da cozinha

Obra:

Escola Municipal de Tempo Integral – Jardim Real

Pré-escola e ensino fundamental (anos iniciais)

Rua 02, esquina com as Ruas 08 e 09 – Quadra 13 – Jardim Real – Perdigão – MG

Responsável técnica:

Eng.ª Juliana Maciel Marinho Vecci

CREA-MG 202.696/D

Novembro de 2026 · Revisão 0

1. RESUMO

QUANTITATIVOS — PROJETO DE INSTALAÇÕES DE GÁS (GLP)

Escola Municipal de Tempo Integral – Jardim Real – Perdigão-MG

Revisão 0, de 11/11/2026. Quantidades sem perdas, tiradas das pranchas GAS-01 a GAS-03.

Proprietária	Prefeitura Municipal de Perdigão – MG
Responsável técnica	Eng.ª Juliana Maciel Marinho Vecci – CREA-MG 202.696/D
ART	a registrar no CREA-MG
Aparelho	fogão industrial do padrão FNDE: 5,2 kg/h (66,0 kW)
Central	6 cilindros P-45 (3 em uso e 3 de reserva): 270 kg
Rede	cobre classe A de 28 mm, em baixa pressão (2,8 kPa)
Comprimento da rede (m)	20,87
Cilindros P-45	6

As células amarelas são estimativas, a conferir na obra.

As quantidades calculadas são fórmulas: mudando um comprimento ou uma medida nas abas, o resto se refaz.

Preços: entram na planilha orçamentária da obra, que usa estas quantidades.

2. CENTRAL DE GLP

QUANTITATIVOS — CENTRAL DE GLP

Escola Municipal de Tempo Integral – Jardim Real – Perdigão-MG

Equipamentos da central (prancha GAS-02). As obras civis do abrigo e do muro estão na aba "Obras civis".

Item	Descrição	Un.	Quantidade	Observação
Recipientes e regulagem				
1	Cilindro P-45 de GLP (45 kg), trocável	pç	6	3 em uso e 3 de reserva; em geral, fornecidos em comodato pela distribuidora
2	Chicote flexível (pigtail) com válvula de retenção, para P-45	pç	6	um por cilindro
3	Coletor para 3 cilindros, de cobre ou aço, com válvula de bloqueio	pç	2	um por bateria
4	Válvula comutadora automática com indicador de troca, com regulador de 1º estágio (100 kPa), para 5,2 kg/h	pç	1	pode ser conjunto único do fabricante
5	Manômetro para gás, de 0 a 250 kPa, com válvula	pç	1	na saída do 1º estágio
6	Regulador de 2º estágio (2,8 kPa) com bloqueio automático por sobrepressão, para 5,2 kg/h	pç	1	na parede do fundo do abrigo, a 1,70 m do piso
7	Tubo de cobre classe A de 15 mm, entre os reguladores	m	0,40	média pressão
8	Corrente ou barra para prender os cilindros	cj	2	uma por bateria
Sinalização e proteção				
9	Conjunto de placas PERIGO, INFLAMÁVEL e NÃO FUME, com letras de 50 mm (IT 23, item 7.14)	cj	0	já está nos quantitativos do projeto de incêndio (não contar duas vezes)
10	Placa de identificação da central (CENTRAL DE GLP; 6 × P-45; 270 kg)	pç	2	
11	Extintor de pó 20-B:C, com abrigo externo	pç	0	já está nos quantitativos do projeto de incêndio (não contar duas vezes)
12	Tampa cega de concreto para a caixa pluvial C3	pç	1	no lugar da grelha (a caixa fica na zona de 1,50 m da central)

3. REDE

QUANTITATIVOS — REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE GÁS

Escola Municipal de Tempo Integral – Jardim Real – Perdigão-MG

Comprimentos medidos no projeto (pranchas GAS-01 e GAS-03), sem perdas. As linhas calculadas são fórmulas.

Item	Descrição	Un.	Quantidade	Observação
	Tubo de cobre classe A de 28 mm (NBR 13206), por trecho			
1	Tubo Ø 28 mm — dentro do abrigo da central (A–D)	m	3,95	
2	Tubo Ø 28 mm — enterrado (D–H)	m	7,18	
3	Tubo Ø 28 mm — subida na fachada (H–I)	m	0,77	
4	Tubo Ø 28 mm — travessia da parede (I–J)	m	0,30	
5	Tubo Ø 28 mm — aparente na cozinha (J–M e N–O)	m	7,01	
6	Tubo Ø 28 mm — embutido no contrapiso (M–N)	m	1,66	
7	Tubo de cobre classe A Ø 28 mm — total	m	20,87	soma dos trechos
8	Barras de 5 m a comprar, com 10 % de perdas	pç	5	arredondado para cima
Conexões e válvulas				
9	Cotovelo de 90° de cobre Ø 28 mm, para brasagem (NBR 11720)	pç	13	todas as mudanças de direção
10	Luva de cobre Ø 28 mm, para emenda de barras	pç	4	estimativa: depende dos cortes na obra
11	Conector de cobre Ø 28 mm com rosca, para as válvulas	pç	8	dois por válvula
12	Válvula de esfera para gás, de 1", de fecho rápido	pç	3	geral (central), bloqueio da cozinha e ponto do fogão
13	Válvula solenoide normalmente fechada para GLP, de 1", 220 V	pç	1	na descida da cozinha, a 1,80 m do piso
14	Detector de gás para GLP, com alarme sonoro e saída para a válvula solenoide	pç	1	a 0,30 m do piso, perto do fogão; ponto elétrico de 220 V no projeto elétrico
15	Mangueira metálica flexível para gás (NBR 14177), de 1/2", com 1,0 a 1,25 m	pç	1	do ponto do piso até a entrada do fogão
16	Vareta de solda para brasagem (liga de prata ou fosforosa), em kg	kg	0,30	estimativa
Proteções, travessias e fixação				
17	Revestimento anticorrosivo (fita ou capa plástica) para tubo Ø 28 mm	m	9,61	trechos enterrado, da fachada e embutido
18	Tubo-luva de PVC de 50 mm	m	1,50	cruzamento com o SPDA (1,0 m), parede da cozinha e piso do abrigo
19	Mastique elástico para vedação das travessias	un	2	parede da cozinha e piso do abrigo
20	Proteção mecânica da subida na fachada (perfil de chapa ou meio tubo de aço galvanizado), com 0,60 m	pç	1	de 0,20 m abaixo do piso até a travessia
21	Protetor do ponto do fogão: tubo de aço de 2" com 0,30 m, chumbado no piso	pç	1	
22	Abraçadeira com isolante para tubo Ø 28 mm	pç	12	uma a cada 1,50 m de rede aparente e do abrigo, mais 4 nas mudanças de direção
23	Pintura da tubulação aparente em amarelo	m	10,96	rede aparente e trecho dentro do abrigo
24	Placa VÁLVULA DE GÁS	pç	1	junto da válvula de bloqueio da cozinha

25	Abraçadeira de aterramento e cabo de cobre de 6 mm² para a equipotencialização	m	10	comprimento estimado, a definir no projeto elétrico

Vala da rede enterrada (30 cm de largura)

26	Comprimento da vala	m	7,18	trecho enterrado
27	Corte e demolição do piso de concreto, faixa de 0,50 m	m²	3,59	só se o piso já estiver feito quando a rede for executada
28	Escavação manual de vala (0,30 × 0,55 m)	m³	1,18	
29	Areia lavada (0,30 × 0,28 m)	m³	0,60	10 cm embaixo e 15 cm em cima do tubo
30	Reaterro compactado	m³	0,58	
31	Fita de advertência amarela para rede de gás	m	7,18	20 cm acima do tubo
32	Recomposição do piso de concreto, faixa de 0,50 m	m²	3,59	só se o piso já estiver feito
33	Rebaixo do anel de aterramento do SPDA no cruzamento	un	1	feito por quem executa o SPDA
Trecho embutido				
34	Sulco de 10 × 10 cm no piso, com enchimento de argamassa de cimento e areia	m	1,66	
Ensaio e entrada em operação				
35	Ensaio de estanqueidade em duas etapas, com laudo e ART	vb	1	20 kPa por 60 min e 2,8 kPa por 5 min
36	Purga da rede, ligação e regulagem do fogão	vb	1	por profissional habilitado

4. COZINHA

QUANTITATIVOS — VENTILAÇÃO PERMANENTE DA COZINHA

Escola Municipal de Tempo Integral – Jardim Real – Perdigão-MG

Aberturas na parede externa da cozinha (detalhe 4 da prancha GAS-03).

Item	Descrição	Un.	Quantidade	Observação
1	Grelha de ventilação de 20 × 20 cm, de alumínio, com tela, sem fechamento	pç	2	a 10 cm do piso; área livre mínima de 240 cm² cada
2	Veneziana de ventilação de 40 × 30 cm, de alumínio, com tela, sem fechamento	pç	1	a 2,55 m do piso; área livre mínima de 720 cm²
3	Abertura de vão em alvenaria para grelha ou veneziana, com requadro	pç	3	se a alvenaria já estiver feita
4	Coifa com exaustor sobre o fogão	pç	0	equipamento do padrão FNDE: não faz parte deste projeto

5. OBRAS CIVIS

QUANTITATIVOS — ABRIGO DA CENTRAL E MURO CEGO

Escola Municipal de Tempo Integral – Jardim Real – Perdigão-MG

Medidas da prancha GAS-02. O muro cego e a porta de grade também aparecem nos quantitativos do projeto de incêndio (revisão 1): no orçamento, contar uma vez só.

Item	Descrição	Un.	Quantidade	Observação
Medidas (dados)				
1	Comprimento externo do abrigo	m	3,30	
2	Profundidade externa do abrigo	m	0,85	
3	Pé-direito do abrigo	m	2,20	
4	Largura da porta de grade	m	2,30	
5	Altura da porta de grade	m	1,80	
6	Comprimento do muro cego	m	6,60	
7	Altura do muro cego	m	1,80	
Quantidades (fórmulas)				
8	Alvenaria de 15 cm do abrigo, revestida nas duas faces (resistência ao fogo de 2 h)	m²	14,12	fundo, duas laterais e frente (com a verga), descontada a porta
9	Laje de concreto de 10 cm do abrigo	m²	3,50	com beiral de 10 cm nas laterais e 15 cm na frente
10	Piso de concreto de 10 cm, com caimento para fora	m²	2,81	
11	Porta de grade de duas folhas, de aço, com cadeado	m²	4,14	abre para fora
12	Muro cego de 14 cm no alinhamento, revestido (resistência ao fogo de 2 h)	m²	11,88	sobre a contenção do patamar

QUANTITATIVOS — PROJETO DE INSTALAÇÕES DE GÁS (GLP)

Escola Municipal de Tempo Integral – Jardim Real – Perdigão-MG

Revisão 0, de 11/11/2026. Quantidades sem perdas, tiradas das pranchas GAS-01 a GAS-03.

Proprietária	Prefeitura Municipal de Perdigão – MG
Responsável técnica	Eng.ª Juliana Maciel Marinho Vecci – CREA-MG 202.696/D
ART	a registrar no CREA-MG
Aparelho	fogão industrial do padrão FNDE: 5,2 kg/h (66,0 kW)
Central	6 cilindros P-45 (3 em uso e 3 de reserva): 270 kg
Rede	cobre classe A de 28 mm, em baixa pressão (2,8 kPa)
Comprimento da rede (m)	20.87
Cilindros P-45	6

As células amarelas são estimativas, a conferir na obra.

As quantidades calculadas são fórmulas: mudando um comprimento ou uma medida nas abas, o resto se refaz.

Preços: entram na planilha orçamentária da obra, que usa estas quantidades.

QUANTITATIVOS — CENTRAL DE GLP

Escola Municipal de Tempo Integral – Jardim Real – Perdigão-MG

Equipamentos da central (prancha GAS-02). As obras civis do abrigo e do muro estão na aba "Obras civis".

Item	Descrição	Un.	Quantidade	Observação
Recipientes e regulagem				
1	Cilindro P-45 de GLP (45 kg), trocável	pç	6	3 em uso e 3 de reserva; em geral, fornecidos em comodato pela distribuidora
2	Chicote flexível (pigtail) com válvula de retenção, para P-45	pç	6	um por cilindro
3	Coletor para 3 cilindros, de cobre ou aço, com válvula de bloqueio	pç	2	um por bateria
4	Válvula comutadora automática com indicador de troca, com regulador de 1º estágio (100 kPa), para 5,2 kg/h	pç	1	pode ser conjunto único do fabricante
5	Manômetro para gás, de 0 a 250 kPa, com válvula	pç	1	na saída do 1º estágio
6	Regulador de 2º estágio (2,8 kPa) com bloqueio automático por sobrepressão, para 5,2 kg/h	pç	1	na parede do fundo do abrigo, a 1,70 m do piso
7	Tubo de cobre classe A de 15 mm, entre os reguladores	m	0.40	média pressão
8	Corrente ou barra para prender os cilindros	cj	2	uma por bateria
Sinalização e proteção				
9	Conjunto de placas PERIGO, INFLAMÁVEL e NÃO FUME, com letras de 50 mm (IT 23, item 7.14)	cj	0	já está nos quantitativos do projeto de incêndio (não contar duas vezes)
10	Placa de identificação da central (CENTRAL DE GLP; 6 × P-45; 270 kg)	pç	2	
11	Extintor de pó 20-B:C, com abrigo externo	pç	0	já está nos quantitativos do projeto de incêndio (não contar duas vezes)
12	Tampa cega de concreto para a caixa pluvial C3	pç	1	no lugar da grelha (a caixa fica na zona de 1,50 m da central)

QUANTITATIVOS — REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE GÁS

Escola Municipal de Tempo Integral – Jardim Real – Perdigão-MG

Comprimentos medidos no projeto (pranchas GAS-01 e GAS-03), sem perdas. As linhas calculadas são fórmulas.

Item	Descrição	Un.	Quantidade	Observação
Tubo de cobre classe A de 28 mm (NBR 13206), por trecho				
1	Tubo Ø 28 mm — dentro do abrigo da central (A–D)	m	3.95	
2	Tubo Ø 28 mm — enterrado (D–H)	m	7.18	
3	Tubo Ø 28 mm — subida na fachada (H–I)	m	0.77	
4	Tubo Ø 28 mm — travessia da parede (I–J)	m	0.30	
5	Tubo Ø 28 mm — aparente na cozinha (J–M e N–O)	m	7.01	
6	Tubo Ø 28 mm — embutido no contrapiso (M–N)	m	1.66	
7	**Tubo de cobre classe A Ø 28 mm — total**	m	**20.87**	soma dos trechos
8	Barras de 5 m a comprar, com 10 % de perdas	pç	5	arredondado para cima
Conexões e válvulas				
9	Cotovelo de 90° de cobre Ø 28 mm, para brasagem (NBR 11720)	pç	13	todas as mudanças de direção
10	Luva de cobre Ø 28 mm, para emenda de barras	pç	4	estimativa: depende dos cortes na obra
11	Conector de cobre Ø 28 mm com rosca, para as válvulas	pç	8	dois por válvula
12	Válvula de esfera para gás, de 1", de fecho rápido	pç	3	geral (central), bloqueio da cozinha e ponto do fogão
13	Válvula solenoide normalmente fechada para GLP, de 1", 220 V	pç	1	na descida da cozinha, a 1,80 m do piso
14	Detector de gás para GLP, com alarme sonoro e saída para a válvula solenoide	pç	1	a 0,30 m do piso, perto do fogão; ponto elétrico de 220 V no projeto elétrico
15	Mangueira metálica flexível para gás (NBR 14177), de 1/2", com 1,0 a 1,25 m	pç	1	do ponto do piso até a entrada do fogão
16	Vareta de solda para brasagem (liga de prata ou fosforosa), em kg	kg	0.3	estimativa
Proteções, travessias e fixação				
17	Revestimento anticorrosivo (fita ou capa plástica) para tubo Ø 28 mm	m	9.61	trechos enterrado, da fachada e embutido
18	Tubo-luva de PVC de 50 mm	m	1.50	cruzamento com o SPDA (1,0 m), parede da cozinha e piso do abrigo
19	Mastique elástico para vedação das travessias	un	2	parede da cozinha e piso do abrigo
20	Proteção mecânica da subida na fachada (perfil de chapa ou meio tubo de aço galvanizado), com 0,60 m	pç	1	de 0,20 m abaixo do piso até a travessia
21	Protetor do ponto do fogão: tubo de aço de 2" com 0,30 m, chumbado no piso	pç	1	
22	Abraçadeira com isolante para tubo Ø 28 mm	pç	12	uma a cada 1,50 m de rede aparente e do abrigo, mais 4 nas mudanças de direção
23	Pintura da tubulação aparente em amarelo	m	10.96	rede aparente e trecho dentro do abrigo

QUANTITATIVOS — REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE GÁS

Escola Municipal de Tempo Integral – Jardim Real – Perdigão-MG

Comprimentos medidos no projeto (pranchas GAS-01 e GAS-03), sem perdas. As linhas calculadas são fórmulas.

Item	Descrição	Un.	Quantidade	Observação
24	Placa VÁLVULA DE GÁS	pç	1	junto da válvula de bloqueio da cozinha
25	Abraçadeira de aterramento e cabo de cobre de 6 mm² para a equipotencialização	m	10	comprimento estimado, a definir no projeto elétrico
Vala da rede enterrada (30 cm de largura)				
26	Comprimento da vala	m	7.18	trecho enterrado
27	Corte e demolição do piso de concreto, faixa de 0,50 m	m²	3.59	só se o piso já estiver feito quando a rede for executada
28	Escavação manual de vala (0,30 × 0,55 m)	m³	1.18	
29	Areia lavada (0,30 × 0,28 m)	m³	0.60	10 cm embaixo e 15 cm em cima do tubo
30	Reaterro compactado	m³	0.58	
31	Fita de advertência amarela para rede de gás	m	7.18	20 cm acima do tubo
32	Recomposição do piso de concreto, faixa de 0,50 m	m²	3.59	só se o piso já estiver feito
33	Rebaixo do anel de aterramento do SPDA no cruzamento	un	1	feito por quem executa o SPDA
Trecho embutido				
34	Sulco de 10 × 10 cm no piso, com enchimento de argamassa de cimento e areia	m	1.66	
Ensaio e entrada em operação				
35	Ensaio de estanqueidade em duas etapas, com laudo e ART	vb	1	20 kPa por 60 min e 2,8 kPa por 5 min
36	Purga da rede, ligação e regulagem do fogão	vb	1	por profissional habilitado

QUANTITATIVOS — VENTILAÇÃO PERMANENTE DA COZINHA

Escola Municipal de Tempo Integral – Jardim Real – Perdigão-MG

Aberturas na parede externa da cozinha (detalhe 4 da prancha GAS-03).

Item	Descrição	Un.	Quantidade	Observação
1	Grelha de ventilação de 20 × 20 cm, de alumínio, com tela, sem fechamento	pç	2	a 10 cm do piso; área livre mínima de 240 cm² cada
2	Veneziana de ventilação de 40 × 30 cm, de alumínio, com tela, sem fechamento	pç	1	a 2,55 m do piso; área livre mínima de 720 cm²
3	Abertura de vão em alvenaria para grelha ou veneziana, com requadro	pç	3	se a alvenaria já estiver feita
4	Coifa com exaustor sobre o fogão	pç	0	equipamento do padrão FNDE: não faz parte deste projeto

QUANTITATIVOS — ABRIGO DA CENTRAL E MURO CEGO

Escola Municipal de Tempo Integral – Jardim Real – Perdigão-MG

Medidas da prancha GAS-02. O muro cego e a porta de grade também aparecem nos quantitativos do projeto de incêndio (revisão 1): no orçamento, contar uma vez só.

Item	Descrição	Un.	Quantidade	Observação
Medidas (dados)				
1	Comprimento externo do abrigo	m	3.30	
2	Profundidade externa do abrigo	m	0.85	
3	Pé-direito do abrigo	m	2.20	
4	Largura da porta de grade	m	2.30	
5	Altura da porta de grade	m	1.80	
6	Comprimento do muro cego	m	6.60	
7	Altura do muro cego	m	1.80	
Quantidades (fórmulas)				
8	Alvenaria de 15 cm do abrigo, revestida nas duas faces (resistência ao fogo de 2 h)	m²	14.12	fundo, duas laterais e frente (com a verga), descontada a porta
9	Laje de concreto de 10 cm do abrigo	m²	3.50	com beiral de 10 cm nas laterais e 15 cm na frente
10	Piso de concreto de 10 cm, com caimento para fora	m²	2.81	
11	Porta de grade de duas folhas, de aço, com cadeado	m²	4.14	abre para fora
12	Muro cego de 14 cm no alinhamento, revestido (resistência ao fogo de 2 h)	m²	11.88	sobre a contenção do patamar