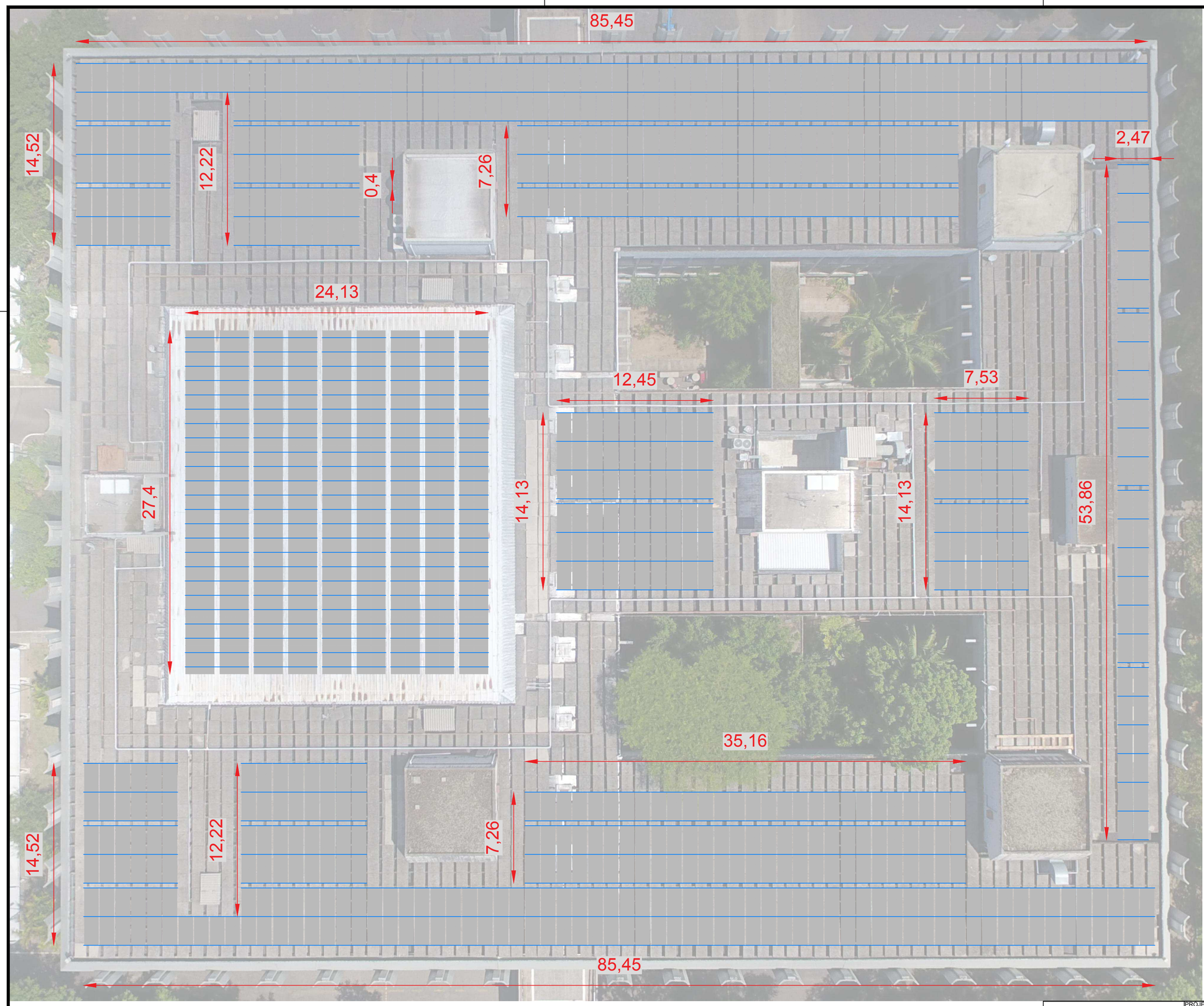
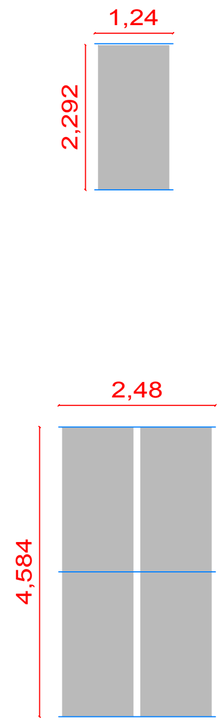




NOTAS

[1] A DISTÂNCIA VERTICAL ENTRE MÓDULOS É IGUAL A 10 CM;

[2] A DISTÂNCIA HORIZONTAL DO VÃO ENTRE MÓDULOS É IGUAL A 40 CM.

[3] VERIFICAR MEMORIAL DE ESTUDO DE VENTO PARA DETALHES DA FIXAÇÃO DAS ESTRUTURAS NO BLOCO

LEGENDA

Módulo Solar Fotovoltaico

Trilhos Metálicos

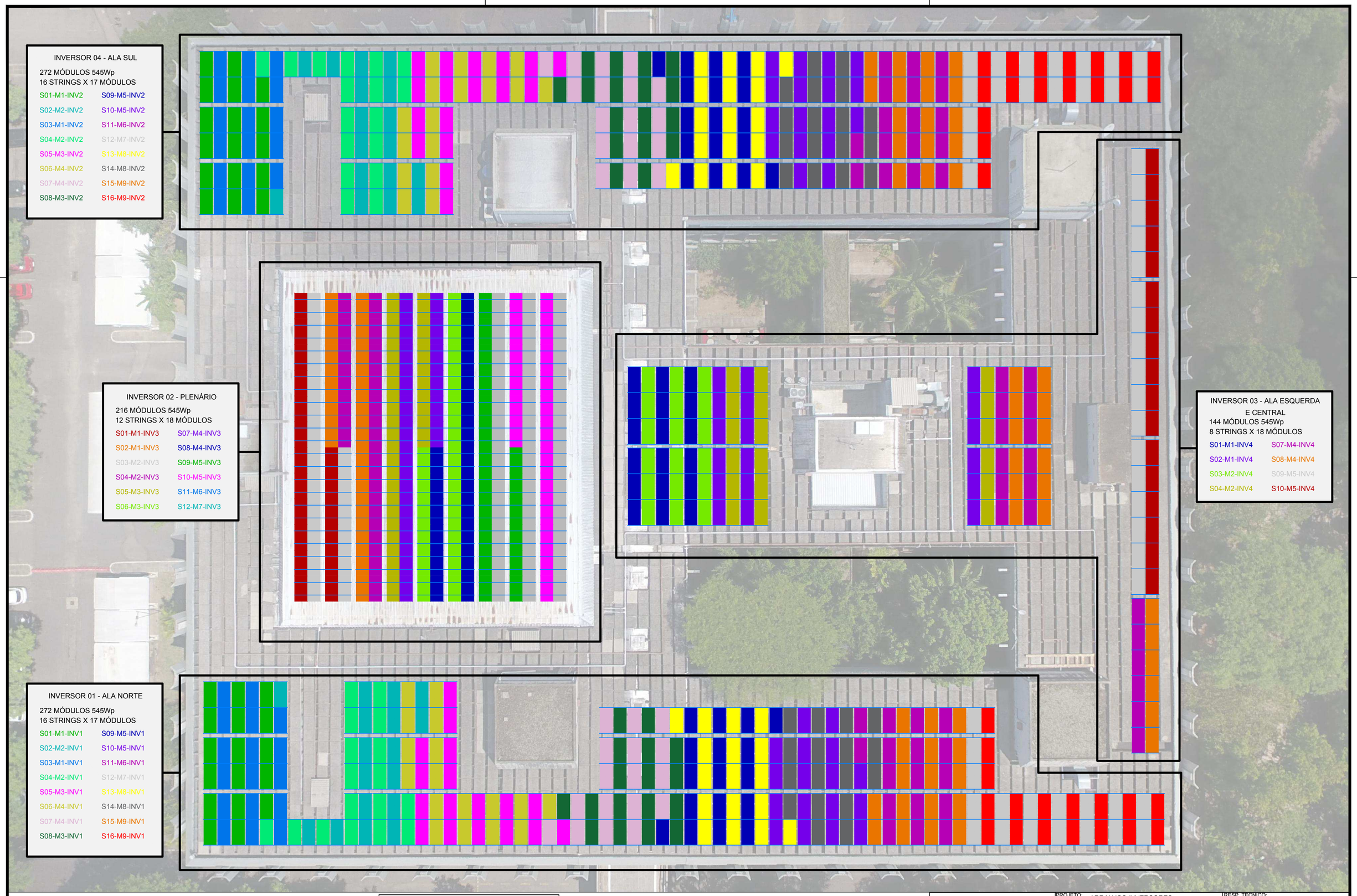
STECKERT ENGENHARIA
RUA FREI GREGÓRIO DAL MONT - nº 1630 - CENTRO
TURVO/SC - FONE: (48) 3525 0336 / 99832 0381
E-MAIL : projetosturvo@gmail.com

PROJETO:	LAYOUT MÓDULOS	RESP. TÉCNICO:	ENG. RANIERE S. MARCELLO CREA: 071339-2
CLIENTE:	CMPA - AMPLIAÇÃO FOTOVOLTAICO		
OBRA:	MINIGERAÇÃO SOLAR FV 492,68 kWp		
ENDEREÇO:	Av. LOUREIRO DA SILVA, 255, PORTO ALEGRE/RS		
1ª EMISSÃO: 07/04/2022	ESCALA: S/ESCALA	DESENHO: CAIO	FOLHA: 01

FORMATO A2 – NBR 13142:1999

A2–(597x420)mm

0,25m²



LEGENDA STRINGS

S01-M1-INV1

N° da sequência de string

N° da entrada de MPPT

N° do inversor

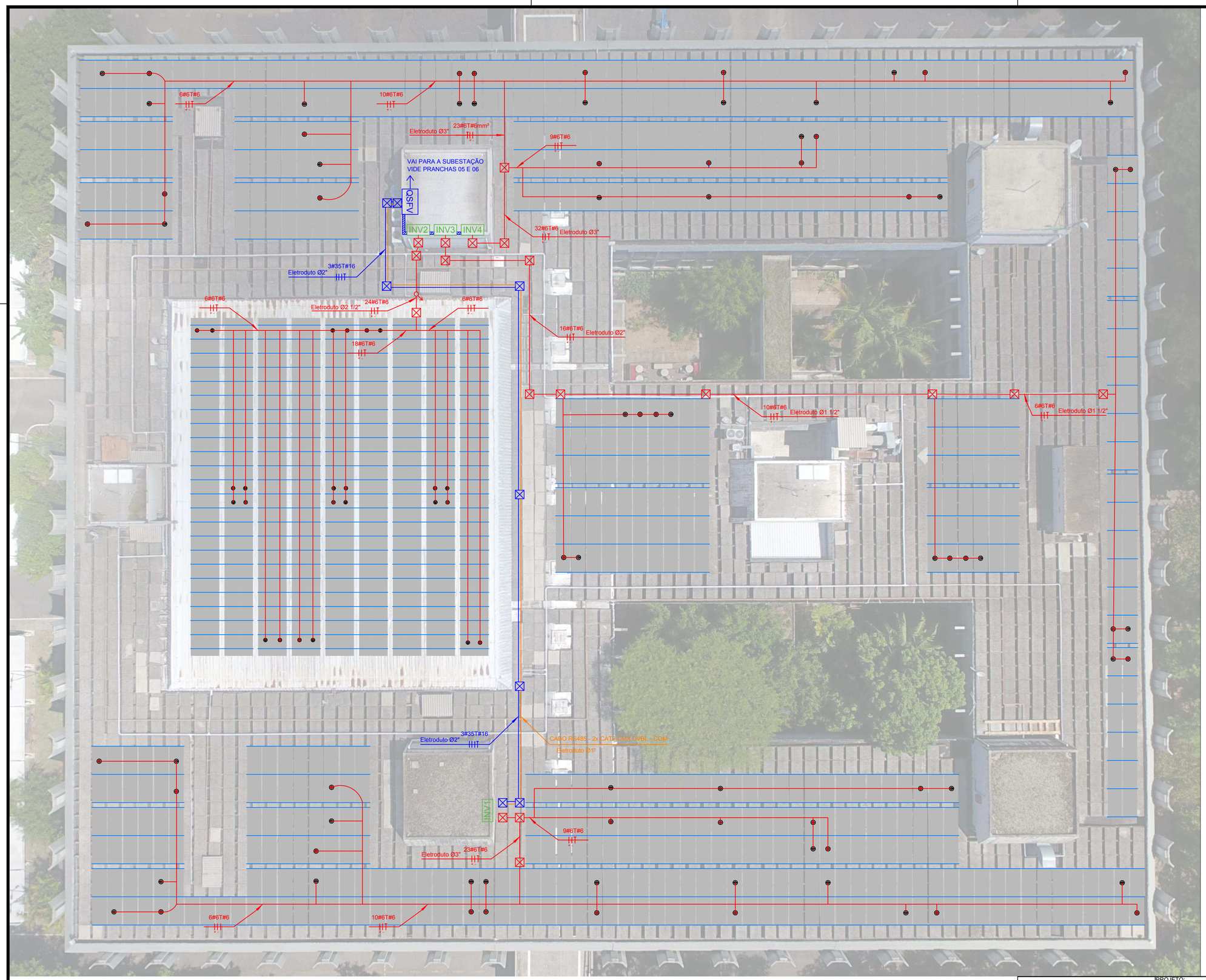
STECKERT ENGENHARIA
RUA FREI GREGÓRIO DAL MONT - nº 1630 - CENTRO
TURVO/SC - FONE: (48) 3525 0336 / 99832 0381
E-MAIL : projetosturvo@gmail.com

PROJETO:	ARRANJOS INVERSORES		RESP. TÉCNICO: ENG. RANIERE S. MARCELLO CREA: 071339-2
CLIENTE:	CMPA - AMPLIAÇÃO FOTOVOLTAICO		
OBRA:	MINIGERAÇÃO SOLAR FV 492,68 kWp		
ENDEREÇO:	Av. LOUREIRO DA SILVA, 255, PORTO ALEGRE/RS		
1ª EMISSÃO: 07/04/2022	ESCALA: S/ESCALA	DESENHO: CAIO	FOLHA: 02

FORMATO A2 – NBR 13142:1999

0,25m²

A2–(597x420)mm



NOTAS

[1] NÃO PODE SEM COMPARTILHADO MESMO ELETRODUTO PARA CONDUTORES CA E CC;

[2] SOMENTE ONDE EXISTIR MÓDULOS, A PASSAGEM DOS CABOS PODERÁ SER FEITA SOB OS MÓDULOS;

[3] CASO A PASSAGEM DE CABOS FIQUE EXPOSTA A INCIDÊNCIA SOLAR, ESSA DEVERÁ SER FEITA ATRAVÉS DE ELETRODUTO RÍGIDO AÇO GALVANIZADO.

LEGENDA

	Caixa de passagem 30X30cm - CA
	Eletroduto rígido aço galvanizado - CA
	Caixa de passagem 30X30cm - CC
	Eletroduto rígido aço galvanizado - CC
	Eletroduto rígido aço galvanizado -COM
INVX	Inversor fotovoltaico - CC/CA
QSFV	Quadro solar do sistema fotovoltaico - CA
	Conexão string negativo - CC
	Conexão string positivo - CC
+- N#XXT#YY	N° circuitos CC (N) - Positivo e Negativo, cabos N#XXmm² 1,8 kV 90°C e Terra de T#YYmm²
3#XX(YY)T#ZZmm²	Circuito CA - 3 Fases (R, S e T) de cabos #XXmm², Neutro de #YYmm² e Terra de T#ZZmm²
	Indicação de subida de cabos
	Indicação de descida de cabos
	Módulo Solar Fotovoltaico
	Trilhos Metálicos

STECKERT ENGENHARIA
RUA FREI GREGÓRIO DAL MONT - nº 1630 - CENTRO
TURVO/SC - FONE: (48) 3525 0336 / 99832 0381
E-MAIL : projetosturvo@gmail.com

PROJETO:	ESTRUTURAL COBERTURA
CLIENTE:	CMPA - AMPLIAÇÃO FOTOVOLTAICO
OBRA:	MINIGERAÇÃO SOLAR FV 492,68 kWp
ENDEREÇO:	Av. LOUREIRO DA SILVA, 255, PORTO ALEGRE/RS
RESP. TÉCNICO:	ENG. RANIERE S. MARCELLO CREA: 071339-2
1ª EMISSÃO:	29/03/2022
ESCALA:	S/ESCALA
DESENHO:	CAIO
FOLHA:	04

FORMATO A2 - NBR 13142:1999

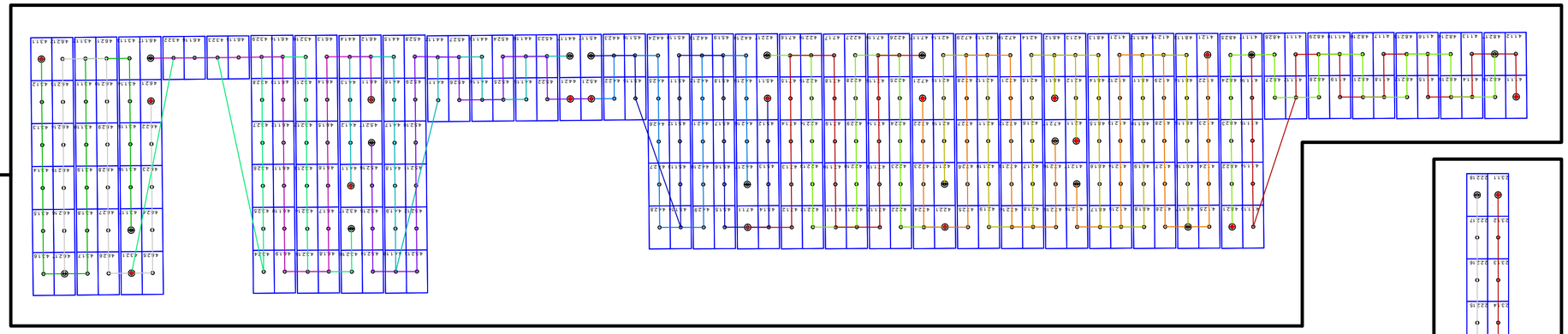
0,25m²

A2–(597x420)mm

INVERSOR 04 - ALA SUL

272 MÓDULOS 545Wp
16 STRINGS X 17 MÓDULOS

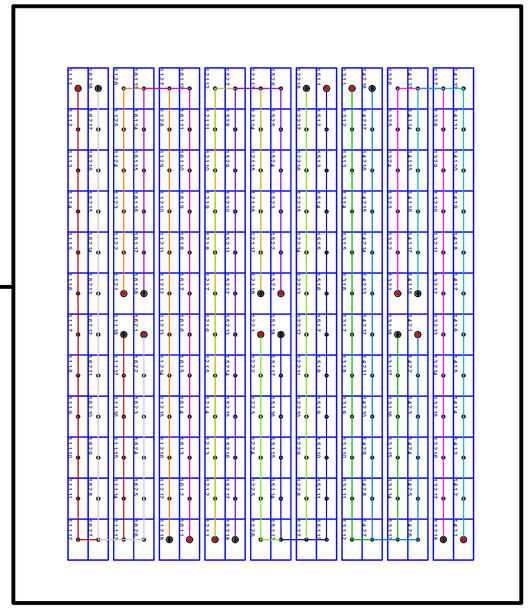
S01-M1-INV2	S09-M5-INV2
S02-M2-INV2	S10-M5-INV2
S03-M1-INV2	S11-M6-INV2
S04-M2-INV2	S12-M7-INV2
S05-M3-INV2	S13-M8-INV2
S06-M4-INV2	S14-M8-INV2
S07-M4-INV2	S15-M9-INV2
S08-M3-INV2	S16-M9-INV2

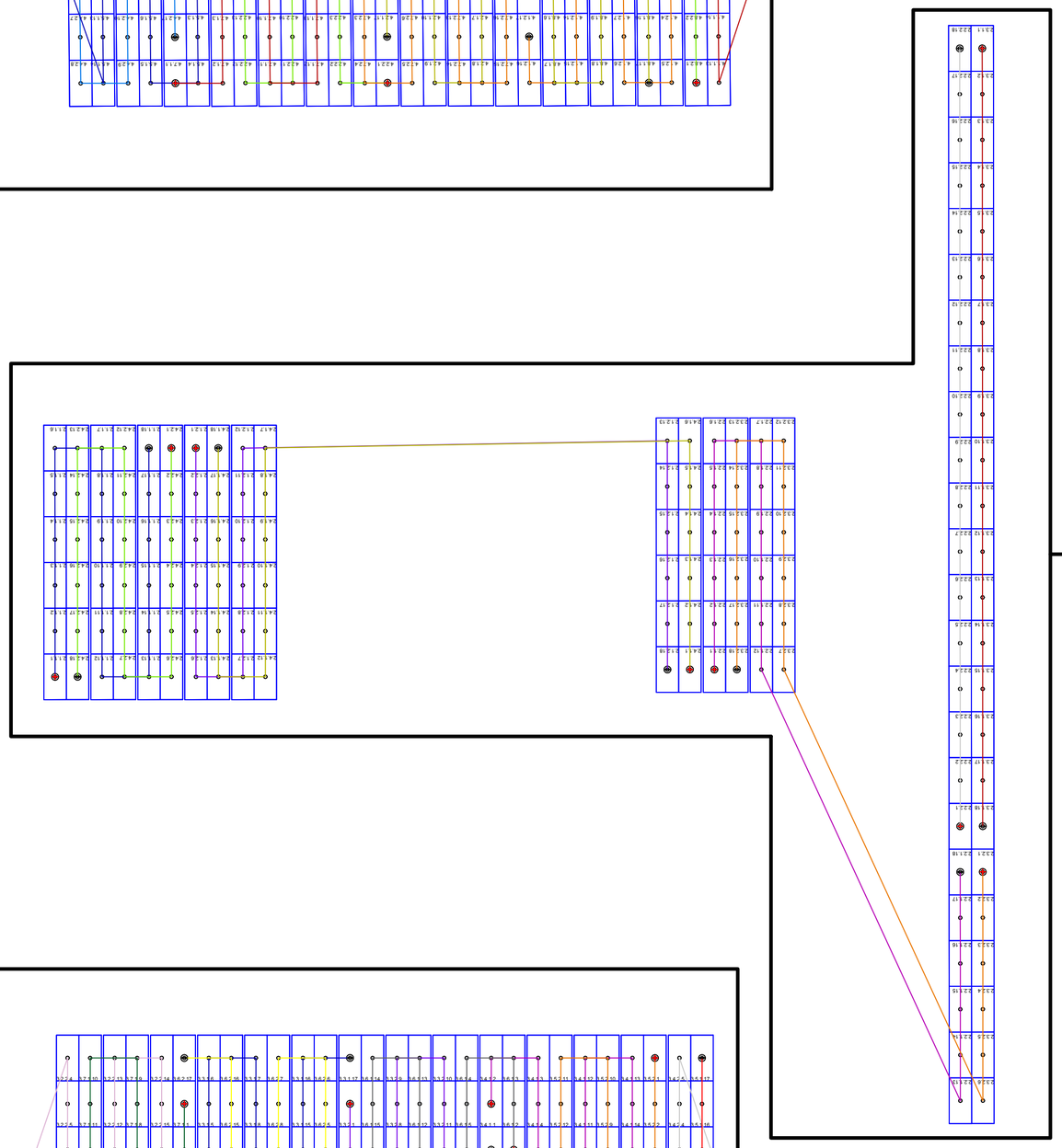


INVERSOR 02 - PLENÁRIO

216 MÓDULOS 545Wp
12 STRINGS X 18 MÓDULOS

S01-M1-INV3	S07-M4-INV3
S02-M1-INV3	S08-M4-INV3
S03-M2-INV3	S09-M5-INV3
S04-M2-INV3	S10-M5-INV3
S05-M3-INV3	S11-M6-INV3
S06-M3-INV3	S12-M7-INV3





INVERSOR 03 - ALA ESQUERDA E CENTRAL

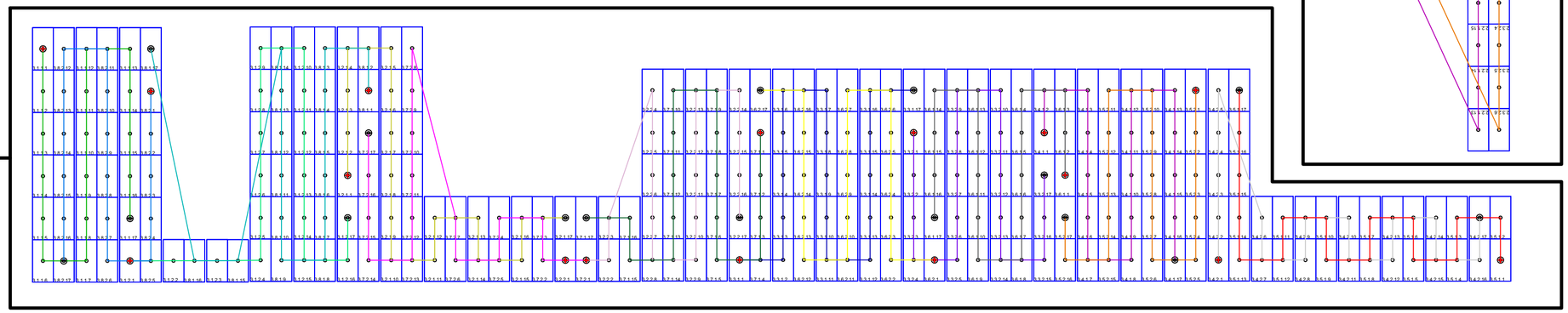
144 MÓDULOS 545Wp
8 STRINGS X 18 MÓDULOS

S01-M1-INV4	S07-M4-INV4
S02-M1-INV4	S08-M4-INV4
S03-M2-INV4	S09-M5-INV4
S04-M2-INV4	S10-M5-INV4

INVERSOR 01 - ALA NORTE

272 MÓDULOS 545Wp
16 STRINGS X 17 MÓDULOS

S01-M1-INV1	S09-M5-INV1
S02-M2-INV1	S10-M5-INV1
S03-M1-INV1	S11-M6-INV1
S04-M2-INV1	S12-M7-INV1
S05-M3-INV1	S13-M8-INV1
S06-M4-INV1	S14-M8-INV1
S07-M4-INV1	S15-M9-INV1
S08-M3-INV1	S16-M9-INV1



LEGENDA

LEGENDA STRINGS

S01-M1-INV1

N° da sequência de string
N° da entrada de MPPT
N° do inversor

Final ou início da string

Indicação dos módulos interconectados para formar uma string

Conexão string negativo - CC

Conexão string positivo - CC

STECKERT ENGENHARIA

RUA FREI GREGÓRIO DAL MONT - nº 1630 - CENTRO
TURVO/SC - FONE: (48) 3525 0336 / 99832 0381
E-MAIL : projetosturvo@gmail.com

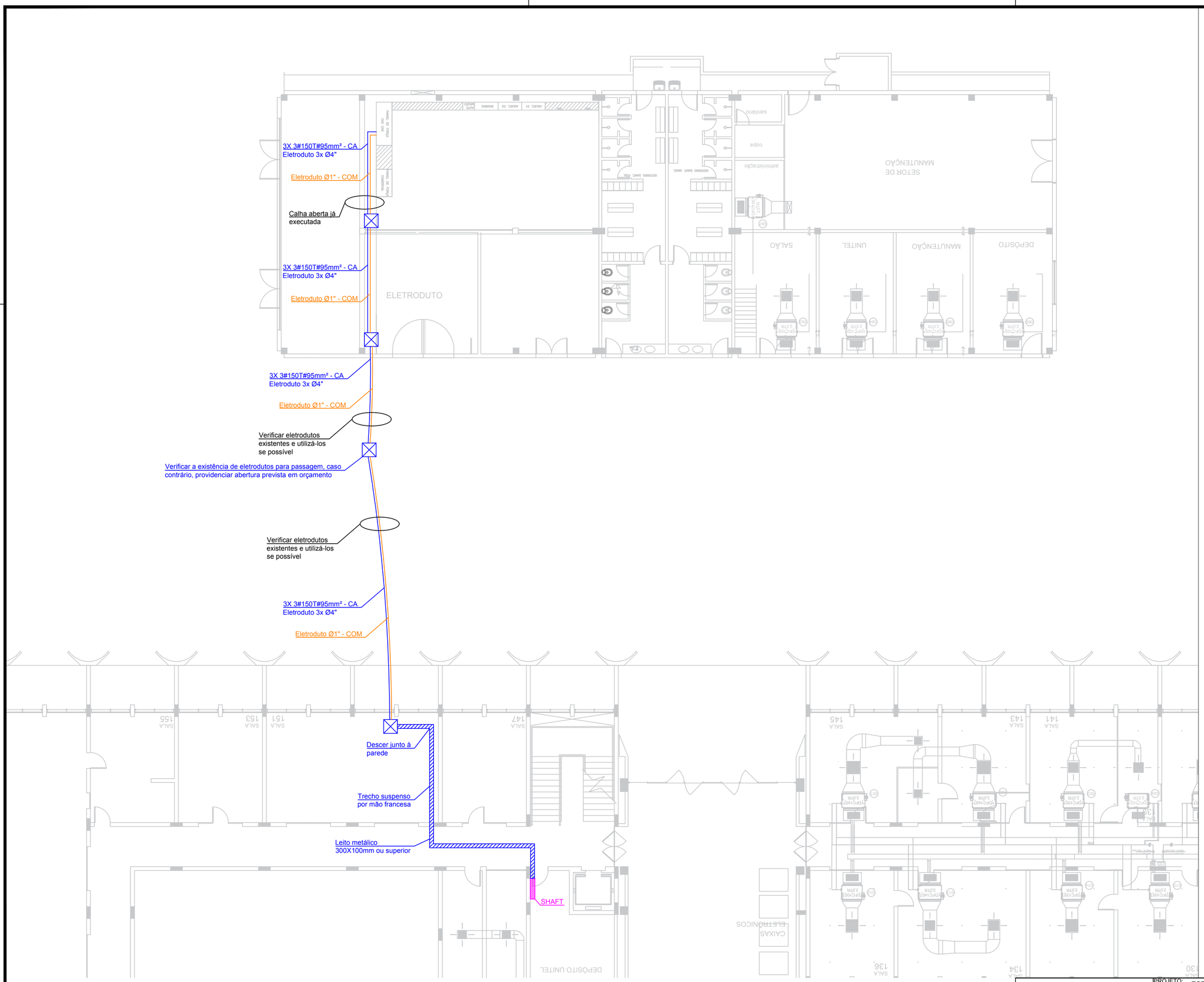
PROJETO:	CONEXÕES STRINGS
CLIENTE:	CMPA - AMPLIAÇÃO
OBRA:	MINIGERAÇÃO SOLAR FV 492,68 kWp
ENDEREÇO:	Av. LOUREIRO DA SILVA, 255, PORTO ALEGRE/RS
1ª EMISSÃO:	07/04/2022
ESCALA:	S/ESCALA
DESENHO:	CAIO
FOLHA:	03

RESP. TÉCNICO:
ENG. RANIERE S. MARCELLO
CREA: 071339-2

0,25m²

FORMATO A2 – NBR 13142:1999

A2–(597x420)mm



LEGENDA

- Caixa de passagem - CA
- Eletroduto rígido PVC - CA
- Eletroduto rígido PVC - COM
- Shaft existente
- Leito metálico - CA

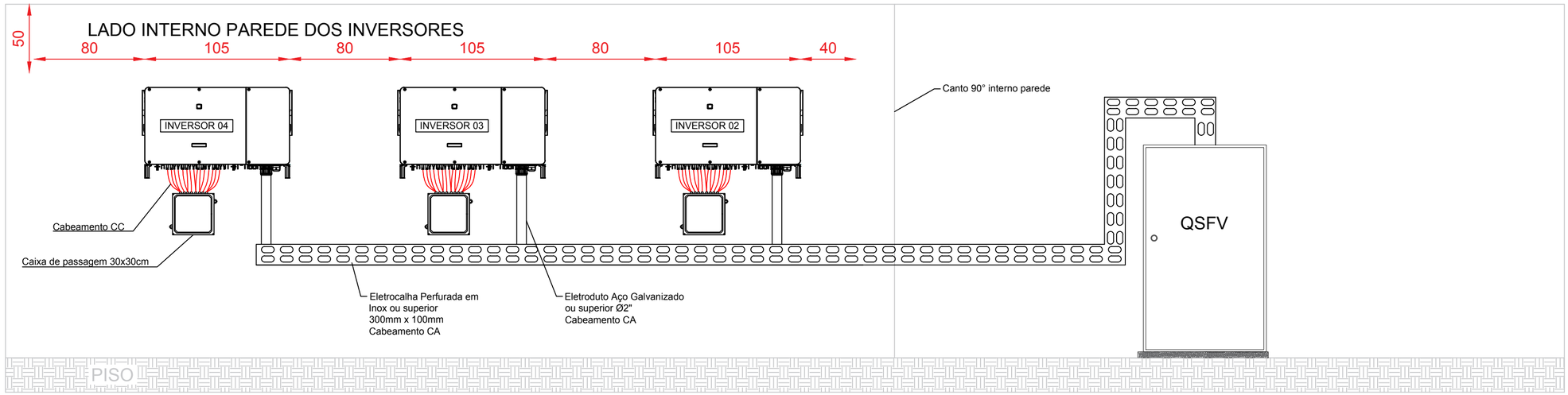
STECKERT ENGENHARIA
RUA FREI GREGÓRIO DAL MONT - nº 1630 - CENTRO
TURVO/SC - FONE: (48) 3525 0336 / 99832 0381
E-MAIL : projetosturvo@gmail.com

PROJETO:	ESTRUTURAL TÉRREO	RESP. TÉCNICO:	ENG. RANIERE S. MARCELLO CREA: 071339-2
CLIENTE:	CMPA - AMPLIAÇÃO FOTOVOLTAICO		
OBRA:	MINIGERAÇÃO SOLAR FV 492,68 kWp		
ENDEREÇO:	Av. LOUREIRO DA SILVA, 255, PORTO ALEGRE/RS		
1ª EMISSÃO: 29/03/2022	ESCALA: S/ESCALA	DESENHO: CAIO	FOLHA: 05

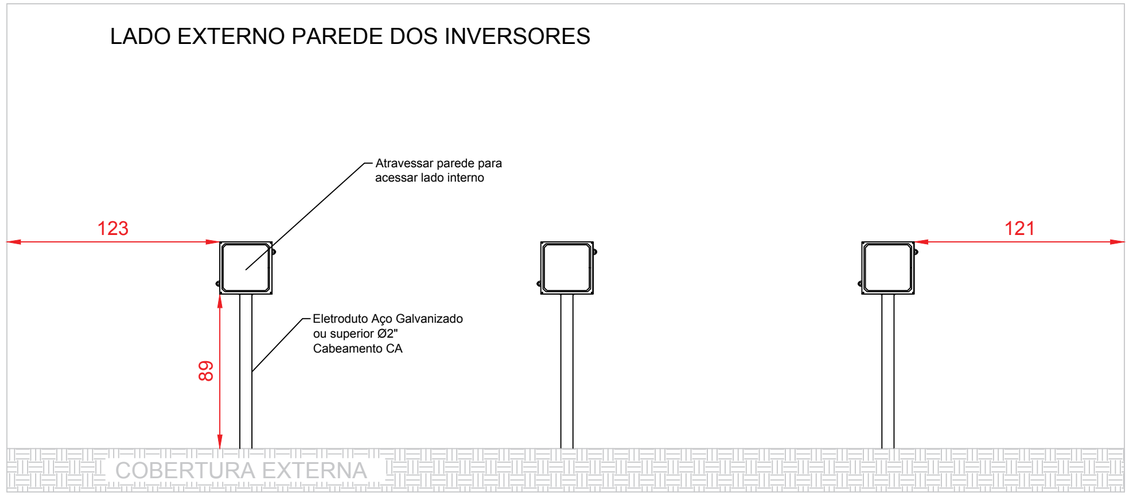
FORMATO A2 – NBR 13142:1999

A2–(597x420)mm

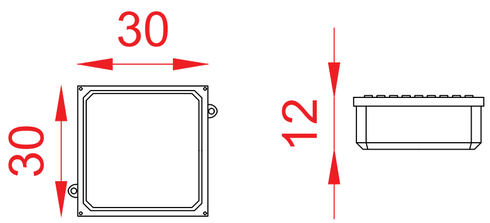
0,25m²



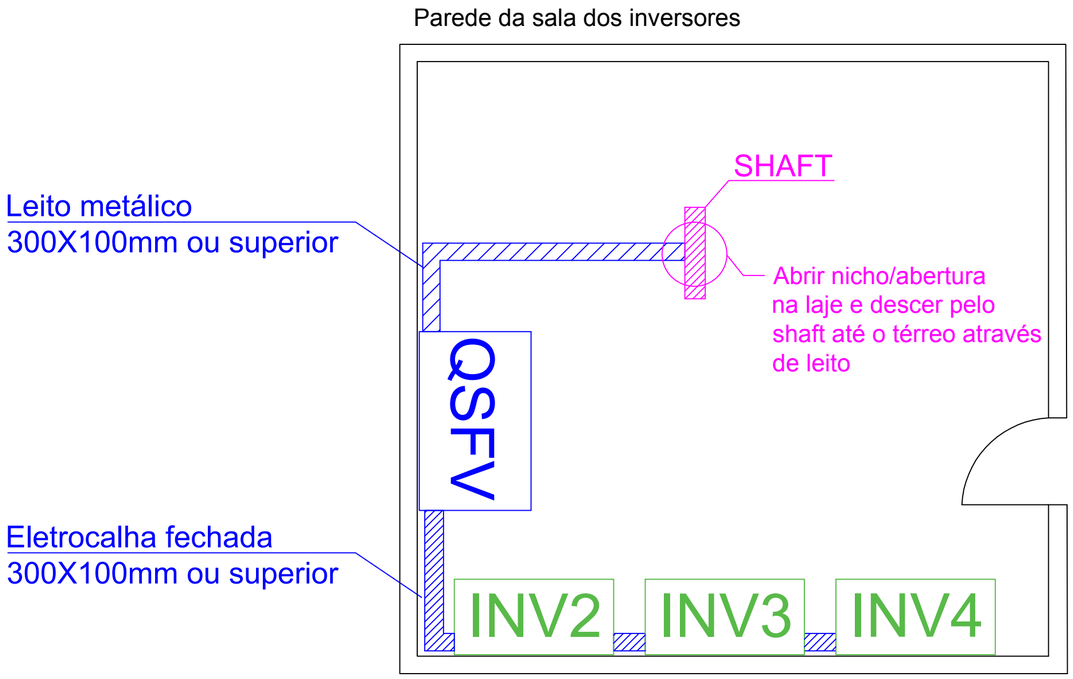
1 DETALHE INTERNO DA FIXAÇÃO INVERSORES E CABEAMENTO CA E CC
ESC:1/25



2 DETALHE EXTERNO DA FIXAÇÃO INVERSORES E CABEAMENTO CC
ESC:1/25



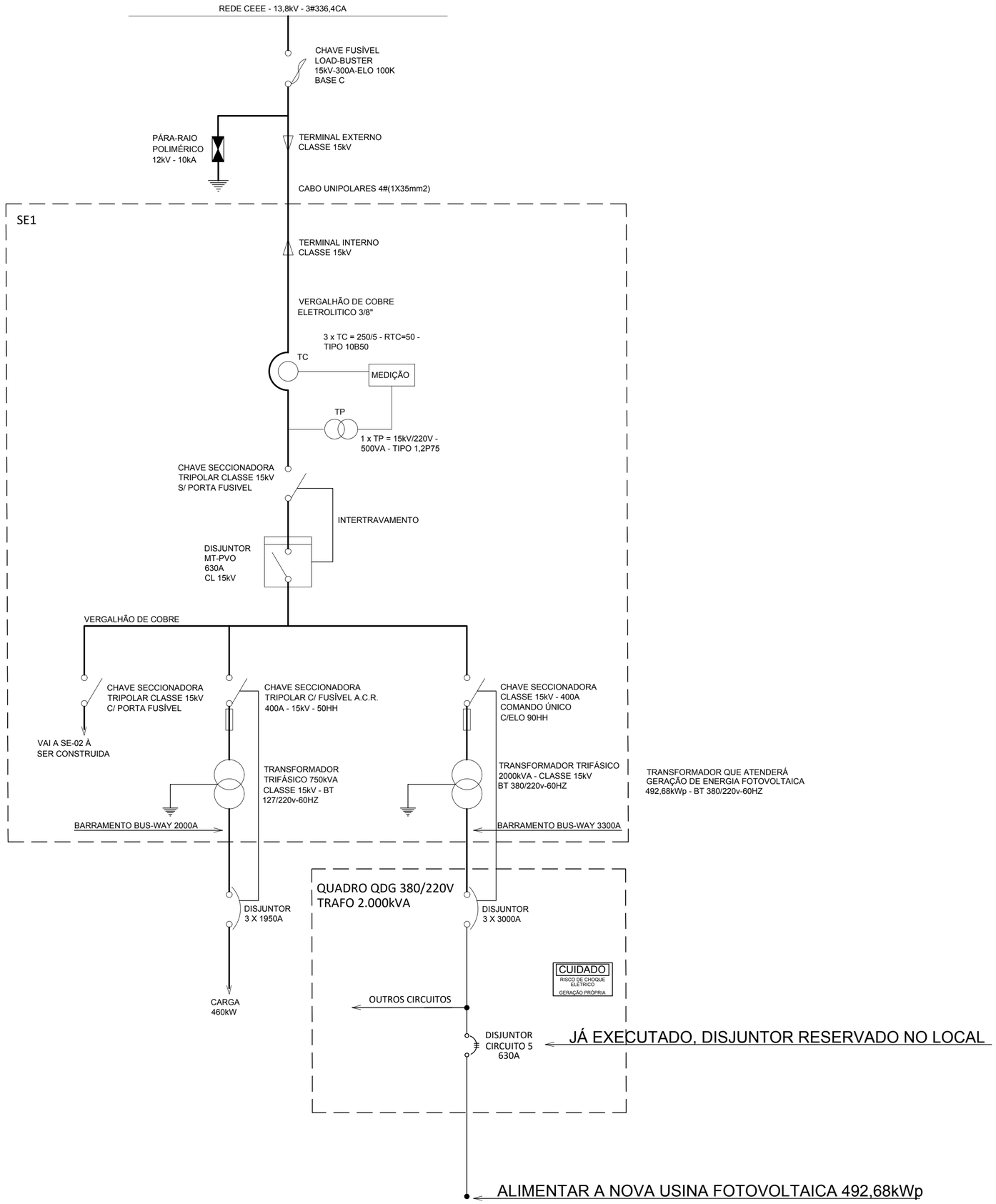
3 DETALHE CAIXA DE PASSAGEM METÁLICA 30X30CM
ESC:1/10



4 Planta baixa elétrica sala dos inversores
ESC:1/50

STECKERT ENGENHARIA
RUA FREI GREGÓRIO DAL MONT - nº 1630 - CENTRO
TURVO/SC - FONE: (48) 3525 0336 / 99832 0381
E-MAIL : projetosturvo@gmail.com

PROJETO:	DETALHE ESTRUTURAL		RESP. TÉCNICO: ENG. RANIERE S. MARCELLO CREA: 071339-2
CLIENTE:	CMPA - AMPLIAÇÃO FOTOVOLTAICO		
OBRA:	MINIGERAÇÃO SOLAR FV 492,68 kWp		
ENDEREÇO:	Av. LOUREIRO DA SILVA, 255, PORTO ALEGRE/RS		
1ª EMISSÃO: 29/03/2022	ESCALA: S/ESCALA	DESENHO: CAIO	FOLHA: 06



FUNÇÕES ANSI DO INVERSOR

27	Subtensão;	50/51	Sobrecorrente Instantânea/Temporizada;
81O/U	Sub/Sobrefrequência;	**59**	Sobretensão;
25	Verificação de Sincronismo;		Função de Anti-Ilhamento.
78	Medição de Ângulo de Fase;		

LEGENDA

- DPS Classe 2
- Chave Seccionadora
- Fusível
- XXA — Disjuntor tripolar, corrente XX A
- XXA — Disjuntor monopolar, corrente XX A

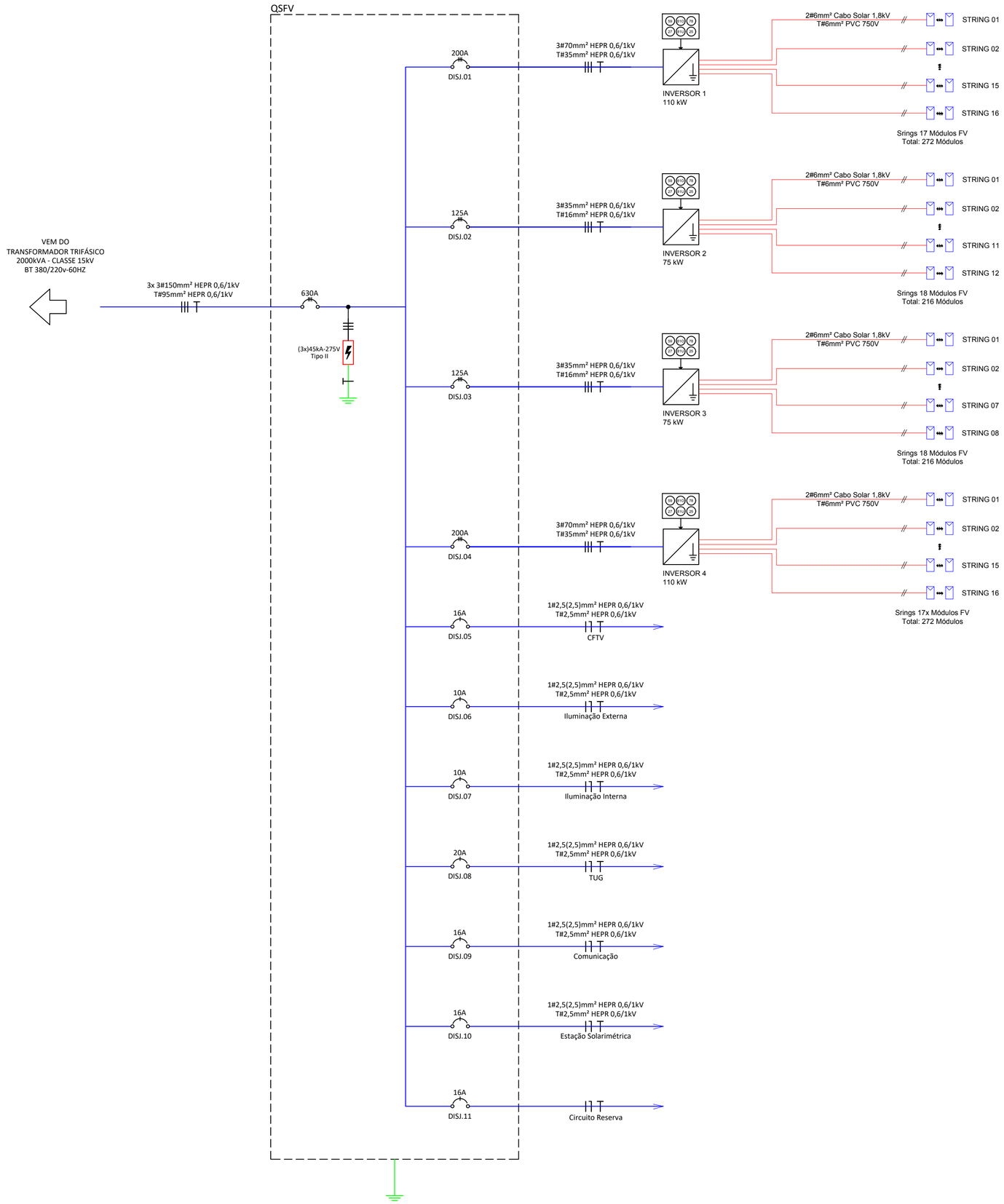
STECKERT ENGENHARIA
RUA FREI GREGÓRIO DAL MONT - nº 1630 - CENTRO
TURVO/SC - FONE: (48) 3525 0336 / 99832 0381
E-MAIL : projetosturvo@gmail.com

PROJETO:	DIAGRAMA UNIFILAR SUBESTAÇÃO	RESP. TÉCNICO:	ENG. RANIERE S. MARCELLO CREA: 071339-2
CLIENTE:	CMPA - AMPLIAÇÃO FOTOVOLTAICO		
OBRA:	MINIGERAÇÃO SOLAR FV 492,68 kWp		
ENDEREÇO:	Av. LOUREIRO DA SILVA, 255, PORTO ALEGRE/RS		
1ª EMISSÃO: 29/03/2022	ESCALA: S/ESCALA	DESENHO: CAIO	FOLHA: 07

0,25m²

FORMATO A2 – NBR 13142:1999

A2–(597x420)mm



FUNÇÕES ANSI DO INVERSOR

27	Subtensão;	50/51	Sobrecorrente Instantânea/Temporizada;
81O/U	Sub/Sobrefrequência;	**59**	Sobretensão;
25	Verificação de Sincronismo;		Função de Anti-Ilhamento.
78	Medição de Ângulo de Fase;		

LEGENDA

	Módulo Solar Fotovoltaico	XXA	Disjuntor tripolar, corrente XX A
	Inversor Solar Fotovoltaico	+- 2#XXT#YYmm²	Circuito CC - Positivo e Negativo, cabos #XXmm² 1,8 kV 90°C
	DPS Classe 2	3#XX(YY)mm² T#ZZmm²	Circuito CA - 3 Fases (R, S e T) de cabos #XXmm², Neutro de #YYmm² e Terra de #ZZmm²
XXA	Disjuntor monopolar, corrente XX A		

STECKERT ENGENHARIA
RUA FREI GREGÓRIO DAL MONT - nº 1630 - CENTRO
TURVO/SC - FONE: (48) 3525 0336 / 99832 0381
E-MAIL : projetosturvo@gmail.com

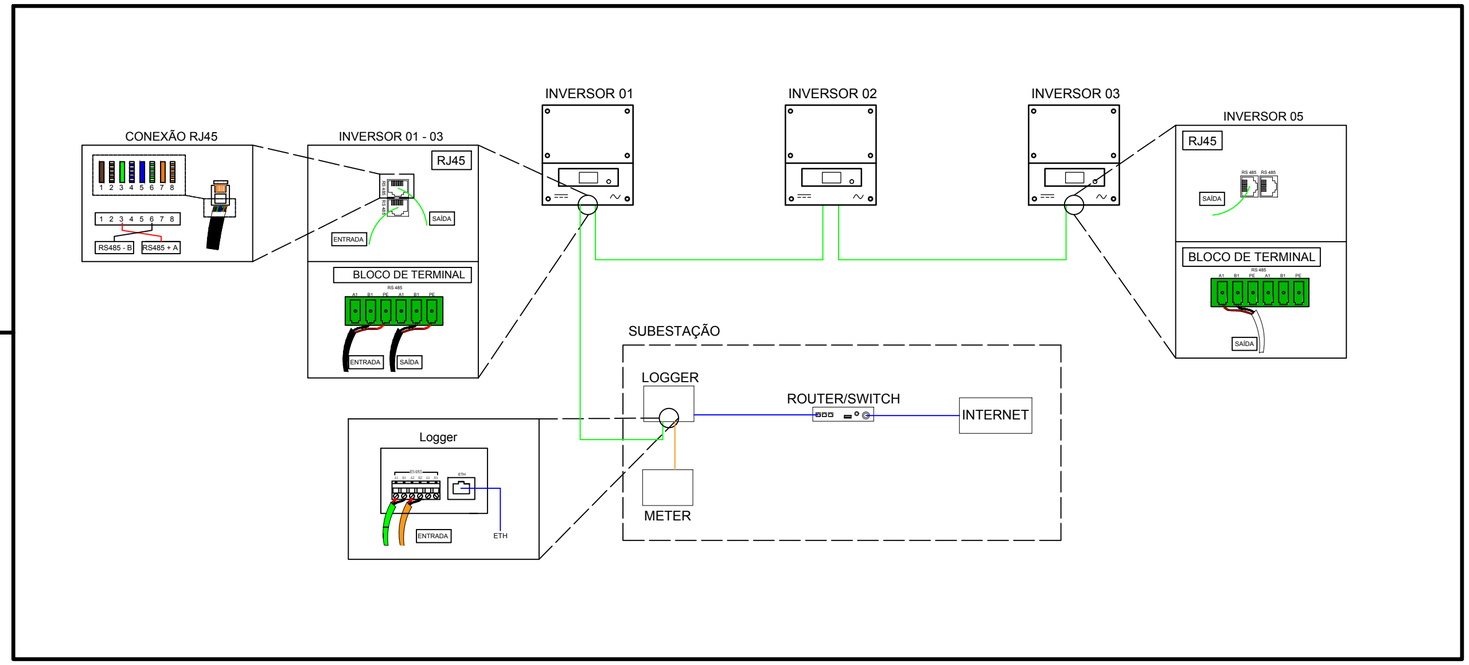
PROJETO:	DIAGRAMA UNIFILAR - QSFV	RESP. TÉCNICO:	ENG. RANIERE S. MARCELLO CREA: 071339-2
CLIENTE:	CMPA - AMPLIAÇÃO FOTOVOLTAICO		
OBRA:	MINIGERAÇÃO SOLAR FV 492,68 kWp		
ENDEREÇO:	Av. LOUREIRO DA SILVA, 255, PORTO ALEGRE/RS		
1ª EMISSÃO: 29/03/2022	ESCALA: S/ESCALA	DESENHO: CAIO	FOLHA: 08

0,25m²

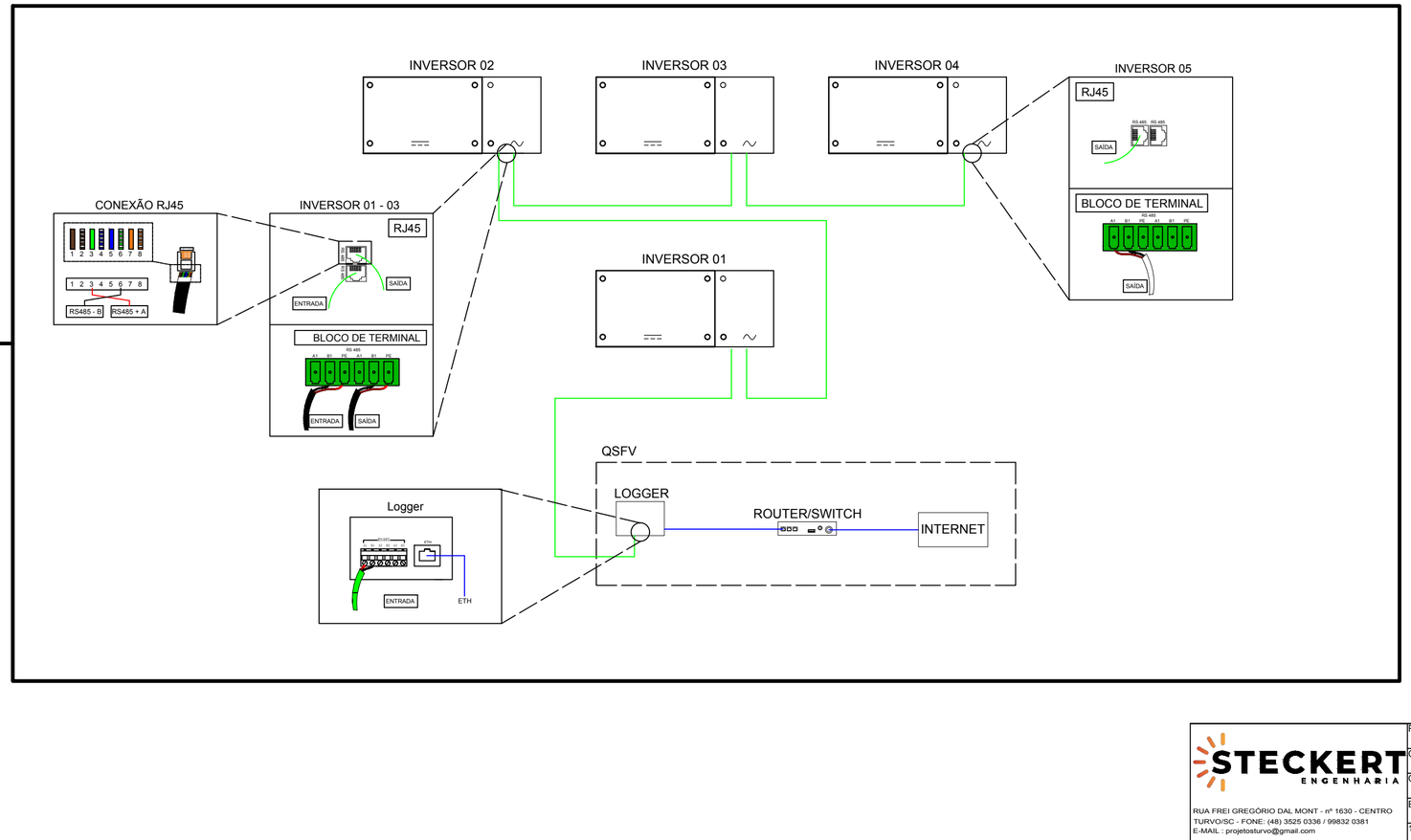
FORMATO A2 – NBR 13142:1999

A2–(597x420)mm

INVERSORES ATUAIS



INVERSORES AMPLIAÇÃO



NOTAS

[1] A ESQUEMATIZAÇÃO DE LIGAÇÃO DE CABO RS485 SÃO AS MESMAS PARA O INVERSOR 01 AO INVERSOR 04

[2] CABOS DE CONTATO SECO DE SECÇÃO TRANSVERSAL DE 1mm2 A 1,5mm2

[3] CABO RS485 22 AWG BLINDADO COM COLETOR DRENO PARA CADEIA DE INVERSORES, UTILIZA O MÉTODO DE INSTALAÇÃO DAISY-CHAIN PARA REDE MODBUS RTU;

[4] ENCAMINHAMENTO DO CABO DE COMUNICAÇÃO ATRAVÉS DO MÉTODO DE INSTALAÇÃO D - ELETRODUTO PEAD 2" ENTERRADO;

[5] O APARELHO SUNGROW LOGGER SERÁ INSTALADO NO QUADRO DE GERAÇÃO, SEGUINDO INSTRUÇÕES DO MANUAL DE INSTALAÇÃO;

[6] O SHIELD DO CABO DE COMUNICAÇÃO RS485 DEVERÁ SER ATERRADO;

LEGENDA

- Logger
- Inversor solar fotovoltaico
- Inversor solar fotovoltaico
- Cabo RS485. Inversores
- Cabo RS485. Meter
- Cabo CAT6. Ethernet

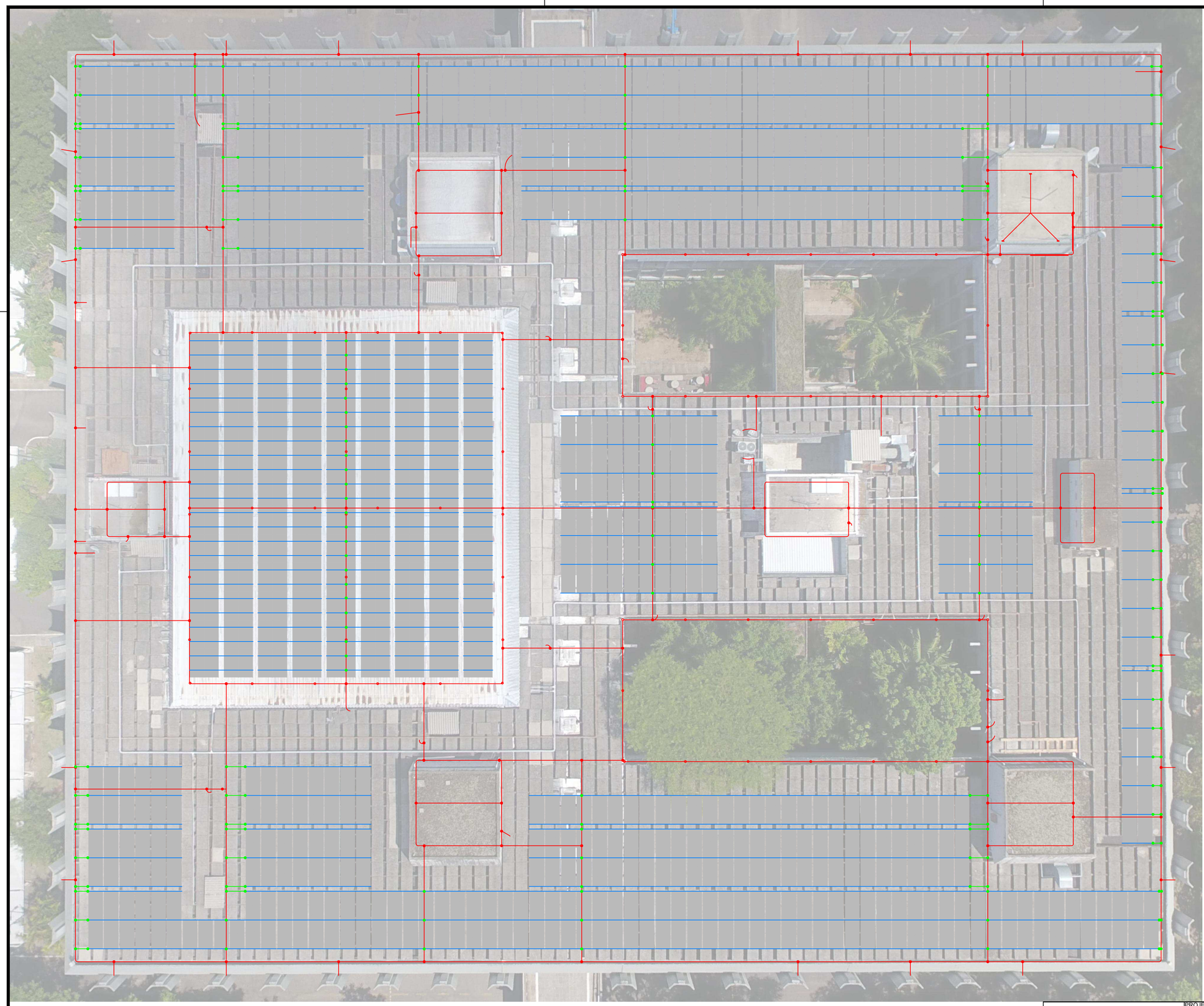
STECKERT ENGENHARIA
RUA FREI GREGÓRIO DAL MONT - nº 1630 - CENTRO
TURVO/SC - FONE: (48) 3525 0336 / 99832 0381
E-MAIL : projetosturvo@gmail.com

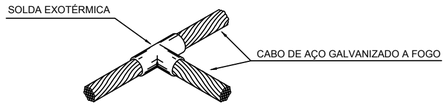
PROJETO:	COMUNICAÇÃO	RESP. TÉCNICO:	ENG. RANIERE S. MARCELLO CREA: 071339-2
CLIENTE:	CMPA - AMPLIAÇÃO FOTOVOLTAICO		
OBRA:	MINIGERAÇÃO SOLAR FV 492,68 kWp		
ENDEREÇO:	Av. LOUREIRO DA SILVA, 255, PORTO ALEGRE/RS		
1ª EMISSÃO: 29/03/2022	ESCALA: S/ESCALA	DESENHO: CAIO	FOLHA: 09

FORMATO A2 – NBR 13142:1999

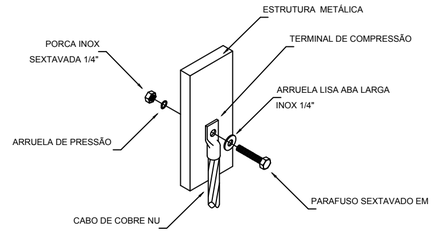
0,25m²

A2–(597x420)mm





1 SOLDA EXOTÉRMICA TIPO "T" ENTRE CABOS DE AÇO
ESC:S/ESCALA



2 DETALHE DA CONEXÃO DA ESTRUTURA METÁLICA
ESC:S/ESCALA

NOTAS

[1] PROMOVER LIGAÇÃO ENTRE TRILHOS DA ESTRTURA DOS PAINÉIS SOLARES;

[2] PROMOVER LIGAÇÃO DOS TRILHOS DA ESTRTURA DOS PAINÉIS SOLARES COM COM O SISTEMA SPDA.

LEGENDA

- Módulo Solar Fotovoltaico
- Trilhos Metálicos
- Solda Exotérmica/Conector Fendado - SPDA Solar
- Cabo cobre Nu 16mm² SPDA Solar
- Solda Exotérmica - SPDA existente
- Terminal Aéreo - SPDA existente
- Cabo de aço Galv. a fogo #50mm² - SPDA existente

STECKERT ENGENHARIA
RUA FREI GREGÓRIO DAL MONT - nº 1630 - CENTRO
TURVO/SC - FONE: (48) 3525 0336 / 99832 0381
E-MAIL : projetosturvo@gmail.com

PROJETO:	SPDA FOTOVOLTAICO	RESP. TÉCNICO:	ENG. RANIERE S. MARCELLO CREA: 071339-2
CLIENTE:	CMPA - AMPLIAÇÃO FOTOVOLTAICO		
OBRA:	MINIGERAÇÃO SOLAR FV 492,68 kWp		
ENDEREÇO:	Av. LOUREIRO DA SILVA, 255, PORTO ALEGRE/RS		
1ª EMISSÃO: 07/04/2022	ESCALA: S/ESCALA	DESENHO: CAIO	FOLHA: 10

FORMATO A2 – NBR 13142:1999

0,25m²

A2–(597x420)mm

Sistemas de montagem para instalações solares

BASE DE CÁLCULO

PROJETO: Ampliação UFV - CMPA - cópia 2

OPERADOR: Raniere Steckert Marcello

DATA: 01/04/2022

DADOS DO PROJETO (TELHADO 1 - PLENÁRIA METÁLICO)

INFORMAÇÕES GERAIS

Nome	Ampliação UFV - CMPA - cópia 2
Sistema de montagem	SingleRail
Cliente	Câmara de Vereadores de Porto Alegre - RS
Contato	Hélio Maltz
Operador	Raniere Steckert Marcello

OBSERVAÇÕES

Verificar detalhes telhado
Verifica ângulo telhado
Verificar dimensoes

LOCAL

Endereço	Porto Alegre, RS, Brazil		
Altitude	10,40 m		
Tipo de telhado	Telhado duas águas		
Método de fixação	Cobertura do telhado		
Cobertura	Junção entre telhas (costura)		
Altura da edificação	9,00 m		
Inclinação do telhado	5 °		
Distância mínima da borda	0,20 m		
Tipo de telha zipada	Telha zipada dupla	Material	Aço
Distância de fixação da telha zipada	500,0 mm		
Espessura da telha zipada	10,0 mm	Espessura da chapa	0,500 mm
Altura do fecho da telha zipada	15,0 mm		

CARGAS

Metodologia de design	ABNT

MÓDULOS

Fabricante	JinkoSolar Holding Co. Ltd.	Quantidade	216
Nome	JKM-545M-72HL4-V Tiger Pro 72HC	Potência	117,720 kWp
Dimensões CxLxA	2274 x 1134 x 35,00 mm		
Peso	28,9 kg		

Potência	545 W

PLANO DE MONTAGEM (TELHADO 1 - PLENÁRIA METÁLICO)

trilhos inteiros			Corte		
Tipo	comprimento total do / m	Quantidade 4,40 m	do trilho / m	Comprimento / m	Repouso / m
A	2,361		4,400	2,361	2,029
B	5,092	1	2,029	1,000	1,019
C	5,092	1	1,019	1,000	0,009
D	5,092	1	4,400	1,000	3,390
E	5,092	1	3,390	1,000	2,380
F	5,092	1	2,380	1,000	1,370
G	5,092	1	1,370	1,000	0,360

LEGENDA

0,33 Distância até a margem do telhado [m]

■ fixador

Trilhos base

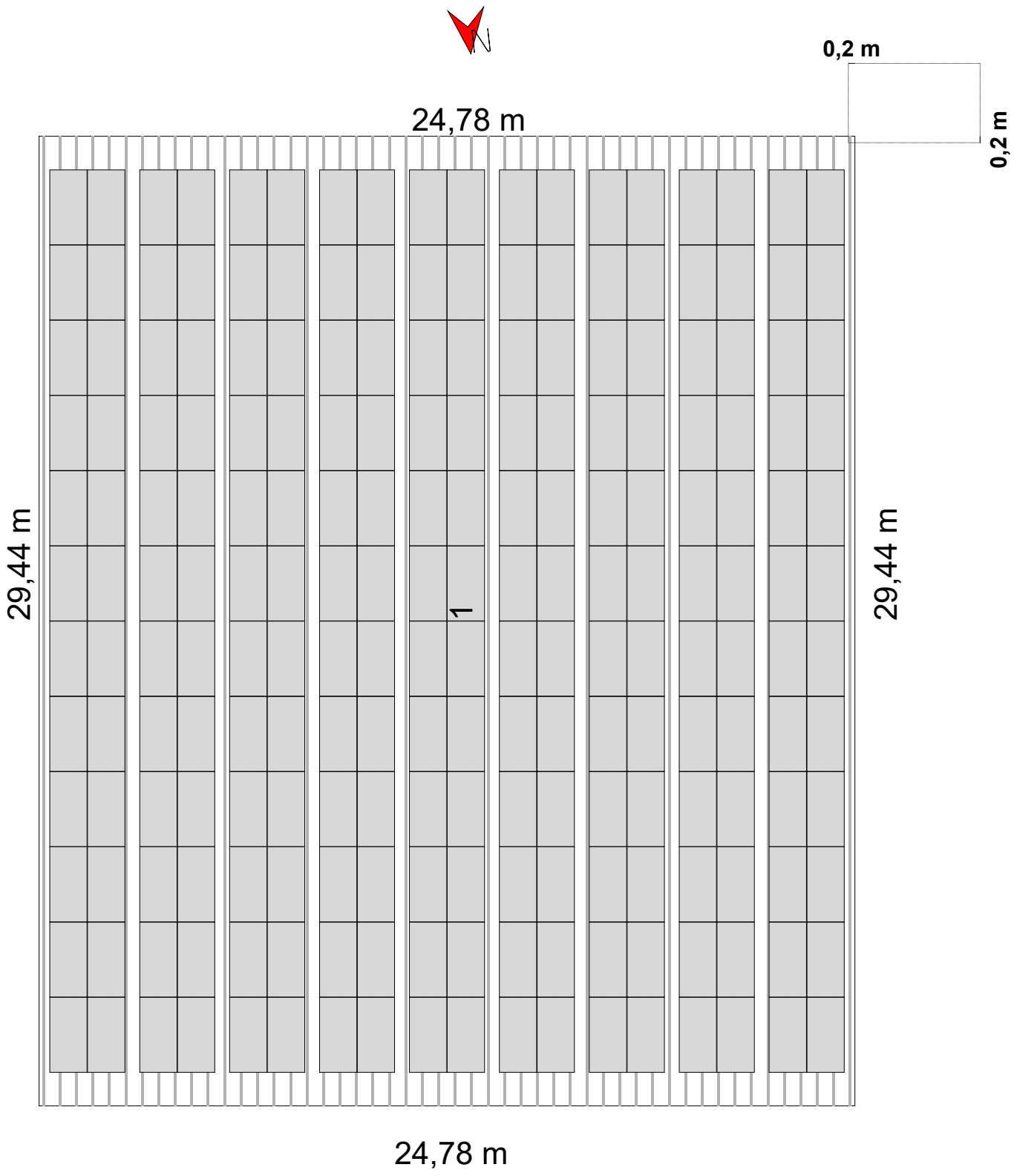
DISTÂNCIA ENTRE FIXADORES

Campo de	área	Distância
1	Área de campo	0,50 m
1	Beiral do telhado	0,50 m
1	Área de extremidade (beiral)	0,50 m
1	Cumeeira	0,50 m
1	Área de extremidade (beiral)	0,50 m

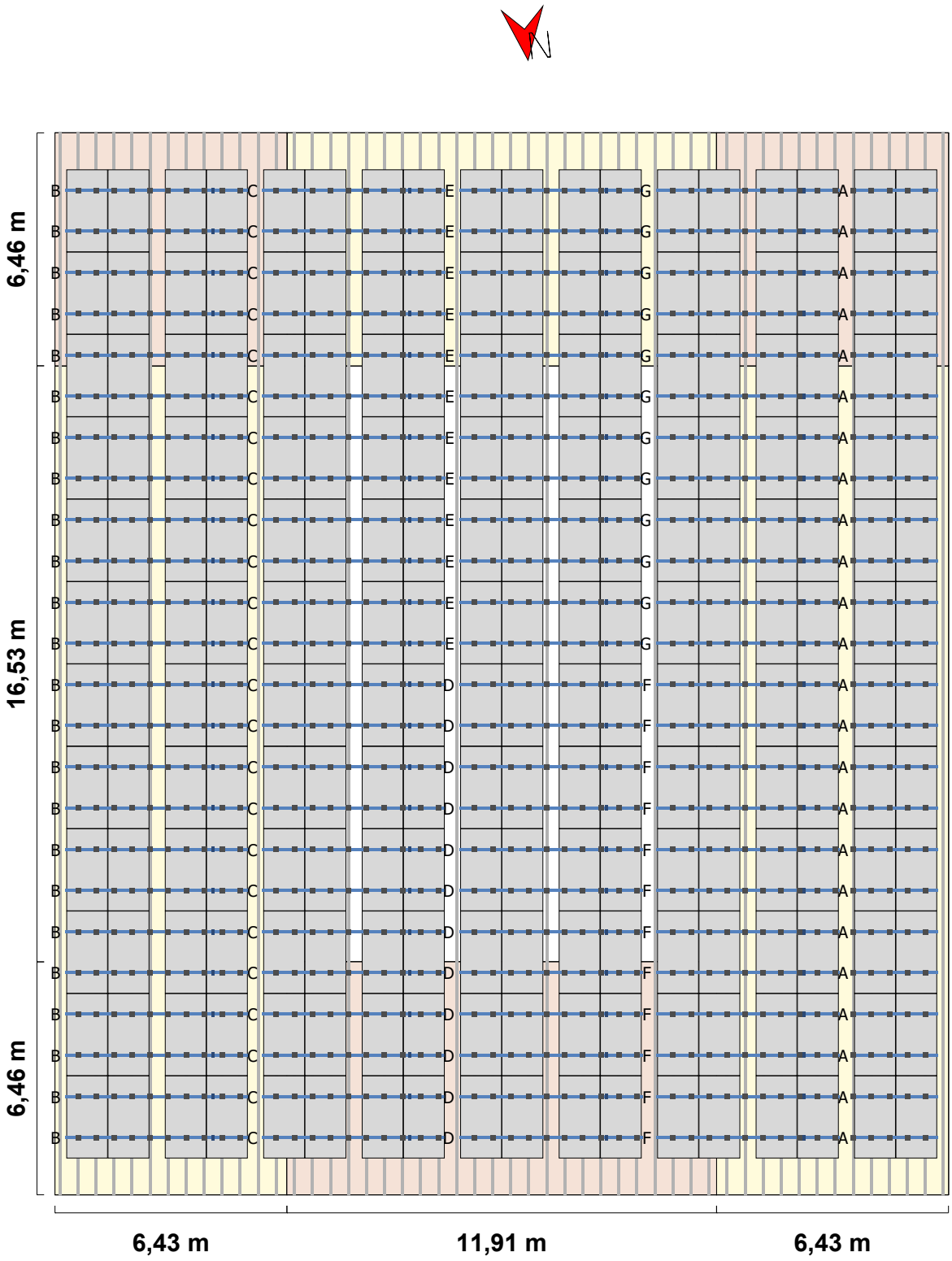
CAMPOS DO MÓDULO

Campo de módulos	Largura [m]	Comprimento [m]	Largura dos módulos	Comprimento em módulos
1	24,13	27,40	18	12

INSTRUÇÕES DE MONTAGEM - RESUMO (TELHADO 1 - PLENÁRIA METÁLICO)



INSTRUÇÕES DE MONTAGEM - TRILHO BASE (TELHADO 1 - PLENÁRIA METÁLICO)



RESULTADOS (TELHADO 1 - PLENÁRIA METÁLICO)

COMPONENTES

Fixador	Single Standing SeamClamp CF:x
Trilho base	K2 SingleRail 36

CARGAS SOBRE OS MÓDULOS

área	Análise de segurança estrutural [Pa]				Verificação de solicitações [Pa]			
	Pressão Perpendicular	Pressão Paralelo	Sucção Perpendicular	Sucção Paralelo	Pressão Perpendicular	Pressão Paralelo	Sucção Perpendicular	Sucção Paralelo
Área de campo	161,2	14,1	-763,3	10,1	115,2	10,1	-512,3	10,1
Beiral do telhado	161,2	14,1	-1251,4	10,1	115,2	10,1	-860,9	10,1
Área de extremidade (beiral)	161,2	14,1	-1056,1	10,1	115,2	10,1	-721,5	10,1
Cumeeira	161,2	14,1	-860,9	10,1	115,2	10,1	-582,0	10,1

RESULTADO UTILIZAÇÃO

Nº Campo de	Área do telhado	Capacidade de carga		Adeq	Distâncias		Valores máximos
		Pr σ [%]	Pr C σ [%]	Pr f [%]	Fst [m]	RB [m]	Pr C Lmáx[m]
1	Área de campo	5,6	24,7	1,8	0,500	---	0,500
1	Beiral do telhado	9,2	28,3	3,0	0,500	---	0,500
1	Área de extremidade (beiral)	7,8	34,1	2,5	0,500	---	0,500
1	Cumeeira	6,3	27,8	2,0	0,500	---	0,500
1	Área de extremidade (beiral)	9,2	28,3	3,0	0,500	---	0,500

Pr	Perfil
Fst	Fixador
σ	Tensão
f	Deflexão
F	Força
CL/Lmax [m]	comprimento máximo do balanço
Fst Dmax [m]	Distância máxima entre fixadores
RB	trilho base
RS	Rail superior
Adeq	Combinação de ações
Pr C	Balanço

NOTAS

- Os fixadores de costura não devem ser posicionados nos clipes de fixação da cobertura do telhado.
- As instruções de montagem da telha zipada utilizada devem ser consideradas.
- No planeamento no Base apenas os trilhos são verificados quanto a capacidade de carga. Não é feita qualquer verificação estática dos grampos existentes. No relatório estático são determinadas as cargas aplicadas no edifico; Os efeitos sobre o edifício podem ser determinados por um engenheiro de construção/civil.
- Em relação às condições do local, os dados e os resultados têm de ser verificados por uma pessoa adequadamente qualificada. Por favor, considere https://k2-systems.com/pt/base-cgu em particular o parágrafo 2 ("Condições técnicas e gerais no cliente"), o parágrafo 7 ("Limitação da garantia") e o parágrafo 8 ("Limitação de responsabilidade"), que podem ser consultados nas nossas Condições gerais de utilização.

⚠ Não existe kit para o fixador selecionado.

⚠ Não existe kit para o trilho selecionado.

RELATÓRIO DE ANÁLISE ESTRUTURAL (TELHADO 1 - PLENÁRIA METÁLICO)

INFORMAÇÕES GERAIS

Nome	Ampliação UFV - CMPA - cópia 2
Sistema de montagem	SingleRail
Cliente	Câmara de Vereadores de Porto Alegre - RS
Contato	Hélio Maltz
Operador	Raniere Steckert Marcello

LOCAL

Endereço	Porto Alegre, RS, Brazil		
Altitude	10,40 m		
Tipo de telhado	Telhado duas águas		
Método de fixação	Cobertura do telhado		
Cobertura	Junção entre telhas (costura)		
Altura da edificação	9,00 m		
Inclinação do telhado	5 °		
Distância mínima da borda	0,20 m		
Tipo de telha zipada	Telha zipada dupla	Material	Aço
Distância de fixação da telha zipada	500,0 mm		
Espessura da telha zipada	10,0 mm	Espessura da chapa	0,500 mm
Altura do fecho da telha zipada	15,0 mm		

CARGAS

Metodologia de design	ABNT

CARGA DE VENTO

Pressão de rajada	q_p = 0,697 kN/m^2

ÁREA DO TELHADO

área	maxCpe	minCpe	ssão do vento [kN/m	cção do vento [kN/m
Área de campo	0,000	-0,900	0,000	-0,627
Beiral do telhado	0,000	-1,400	0,000	-0,976
Área de extremidade (beiral)	0,000	-1,200	0,000	-0,837
Cumeeir	0,000	-1,000	0,000	-0,697

CARGA PERMANENTE

Peso dos módulos	G_M = 28,9 kg	Peso próprio do módulo	= 11,21 kg/m²
Peso do sistema de montagem	= 1,5 kg	Peso próprio do sistema de montagem	= 0,58 kg/m²
Área do módulo	A_M = 2,58 m²	Carga própria total (excluindo lastro)	= 0,12 kN/m²

COMBINAÇÃO DE AÇÕES

CAPACIDADE DE CARGA

Coeficiente de ponderação para as ações permanentes de efeito desfavorável	$\gamma_{G,sup}$	1,40
Coeficiente de ponderação para as ações permanentes de efeito favorável	$\gamma_{G,inf}$	1,00
Coeficiente de ponderação para a ação variável principal	γ_Q	1,40

Combinação de caso de carga 00: $E_d = \gamma_{G,sup} * G_k + \gamma_Q * W_{k,Pressão}$

Combinação de caso de carga 02: $E_d = \gamma_{G,inf} * G_k + \gamma_Q * W_{k,Sucção}$

COMBINAÇÃO DE AÇÕES

Combinação de caso de carga 00:

Combinação de caso de carga 01: $E_d = G_k * W_{k,Pressão}$

Combinação de caso de carga 02: $E_d = G_k * W_{k,Sucção}$

IMPACTO MÁXIMO

área	Análise de segurança estrutural [kN/m²]				Verificação de solicitações [kN/m²]			
	Pressão Perpendicular	Pressão Paralelo	Sucção Perpendicular	Sucção Paralelo	Pressão Perpendicular	Pressão Paralelo	Sucção Perpendicular	Sucção Paralelo
Área de campo	0,161	0,014	-0,763	0,010	0,115	0,010	-0,512	0,010
Beiral do telhado	0,161	0,014	-1,251	0,010	0,115	0,010	-0,861	0,010
Área de extremidade (beiral)	0,161	0,014	-1,056	0,010	0,115	0,010	-0,721	0,010
Cumeeira	0,161	0,014	-0,861	0,010	0,115	0,010	-0,582	0,010

AÇÕES MÁXIMAS POR FIXADOR

área	Análise de segurança estrutural [kN]				Verificação de solicitações [kN]			
	Pressão Perpendicular	Pressão Paralelo	Sucção Perpendicular	Sucção Paralelo	Pressão Perpendicular	Pressão Paralelo	Sucção Perpendicular	Sucção Paralelo
Área de campo	0,101	0,009	-0,477	0,006	0,072	0,006	-0,320	0,006
Beiral do telhado	0,101	0,009	-0,783	0,006	0,072	0,006	-0,538	0,006
Área de extremidade (beiral)	0,101	0,009	-0,783	0,006	0,072	0,006	-0,538	0,006
Cumeeira	0,101	0,009	-0,538	0,006	0,072	0,006	-0,364	0,006

VALORES DE RESISTÊNCIA DOS COMPONENTES

TRILHO BASE

Nº mpo de módul	Trilho base	A [cm²]	I_y [cm^4]	I_z [cm^4]	W_y [cm³]	W_z [cm³]
1	K2 SingleRail 36	2,850	4,02	6,37	2,14	3,09

RESULTADO UTILIZAÇÃO

Campo de módulos	Área do telhado	Capacidade de carga		Adeq	Distâncias		
		Pr	Pr C	Pr	Fst	RB	Pr C
		σ [%]	σ [%]	f [%]	[m]	[m]	Lmáx[m]
1	Área de campo	5,6	24,7	1,8	0,500	---	0,500
1	Beiral do telhado	9,2	28,3	3,0	0,500	---	0,500
1	Área de extremidade (beiral)	7,8	34,1	2,5	0,500	---	0,500
1	Cumeeira	6,3	27,8	2,0	0,500	---	0,500
1	Área de extremidade (beiral)	9,2	28,3	3,0	0,500	---	0,500

Pr	Perfil
Fst	Fixador
σ	Tensão
f	Deflexão
F	Força
CL/Lmax [m]	comprimento máximo do balanço
Fst Dmax [m]	Distância máxima entre fixadores
RB	trilho base
RS	Rail superior
Adeq	Combinação de ações
Pr C	Balanço

O SISTEMA FOI VERIFICADO COM SUCESSO.

LISTA DE MATERIAIS (TELHADO 1 - PLENÁRIA METÁLICO)

Posição	Nº do artigo	Artigo	Quantidade	Peso
1	2003024	Single Standing SeamClamp CF:x	1080	156,6 kg
2	1003586	MiddleClamp XS Set 34-38	312	21,8 kg
3	1005169	EndClamp Set 34-36	240	18,0 kg
4	2002870	K2 Solar Cable Manager	216	0,6 kg
5	2003222	SingleRail 36; 4.40 m	132	447,5 kg
6	2001976	SingleRail 36 RailConnector Set	96	36,1 kg
Total				**680,6 kg**

DADOS DO PROJETO (TELHADO 2 - ALA SUL)

INFORMAÇÕES GERAIS

Nome	Ampliação UFV - CMPA - cópia 2
Sistema de montagem	D-Dome 6.10 Xpress com balastro e âncoras fixas
Cliente	Câmara de Vereadores de Porto Alegre - RS
Contato	Hélio Maltz
Operador	Raniere Steckert Marcello

OBSERVAÇÕES

LOCAL

Endereço	Porto Alegre, RS, Brazil
Altitude	10,40 m
Tipo de telhado	Telhado plano
Método de fixação	com balastro e âncoras fixas
Cobertura	Plano
Altura da edificação	8,00 m
Altura do parapeito	0,15 m
Inclinação do telhado	0 °
Distância mínima da borda	0,60 m
Material	Betume
Coeficiente de atrito	1,00

O coeficiente de atrito indicado aqui deve ser verificado no local. Caso seja auferido um valor menor, este deverá ser indicado para o cálculo de lastro.

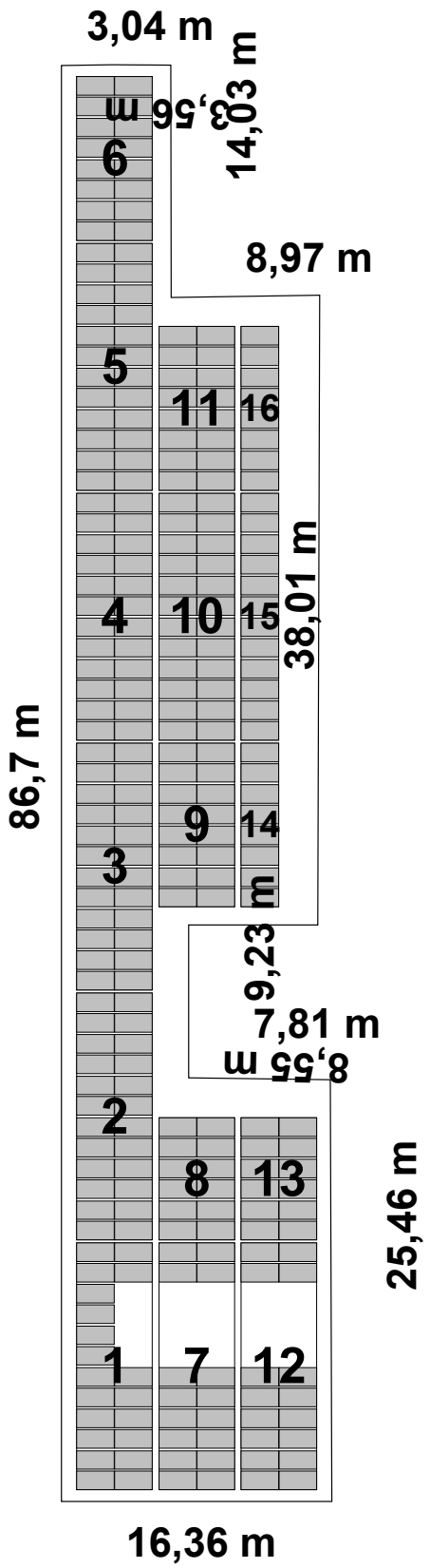
CARGAS

Metodologia de design	ABNT

MÓDULOS

Fabricante	JinkoSolar Holding Co. Ltd.	Quantidade	272
Nome	JKM-545M-72HL4-V Tiger Pro 72HC	Potência	148,240 kWp
Dimensões CxLxA	2274 x 1134 x 35,00 mm		
Peso	28,9 kg		
Potência	545 W		

PLANO DE MONTAGEM (TELHADO 2 - ALA SUL)



Medidas em [m]

Sistemas de montagem para instalações solares

LEGENDA

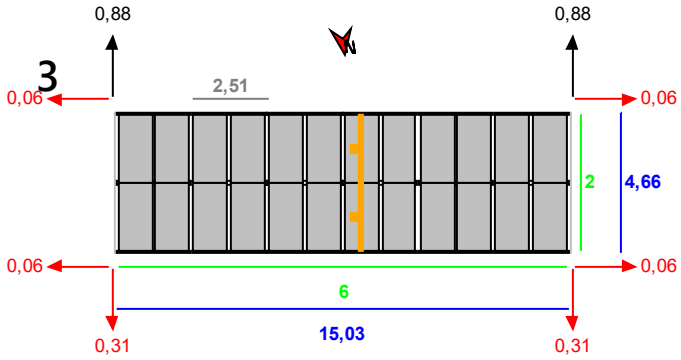
Distância até o campo de módulos mais próximo [m]

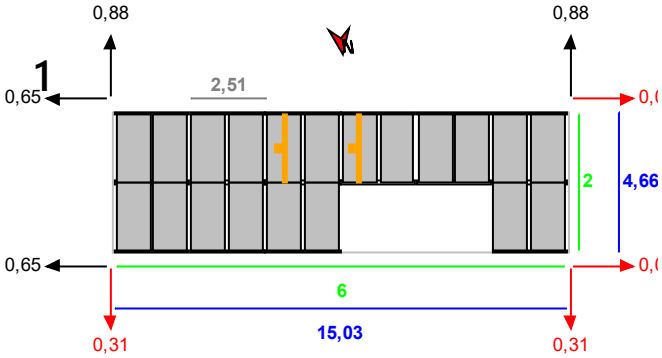
Distância até a margem do telhado [m]

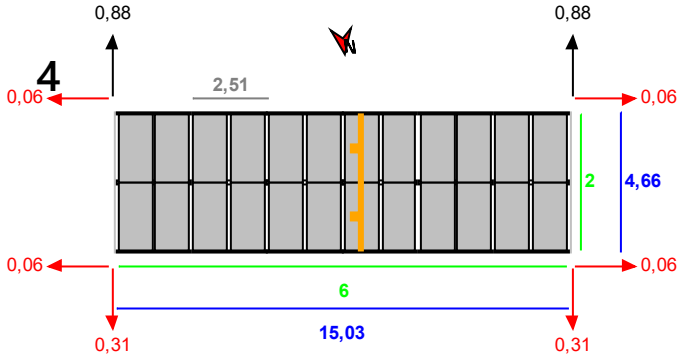
Quantidade de módulos

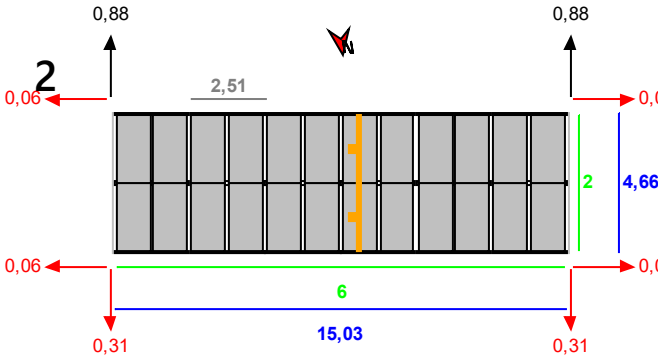
Comprimento/largura do campo de módulos [m]

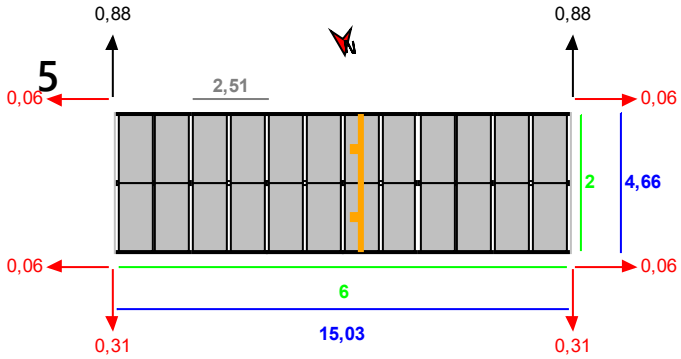
Distância das fileiras [m]

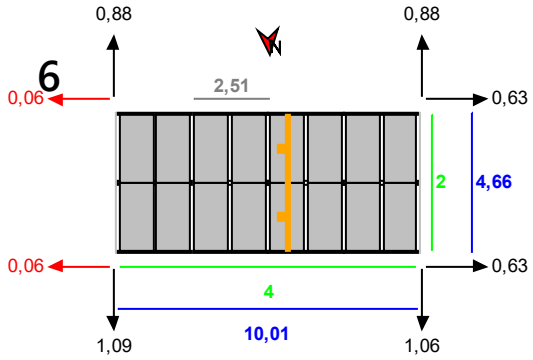


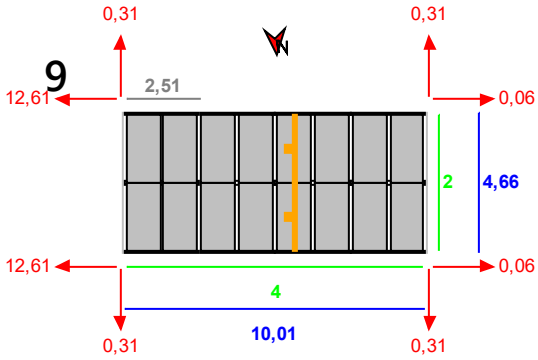


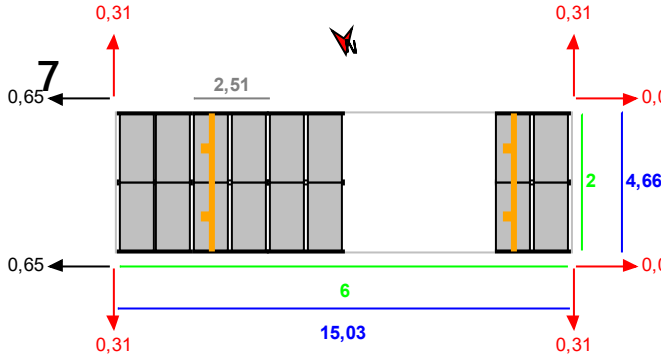


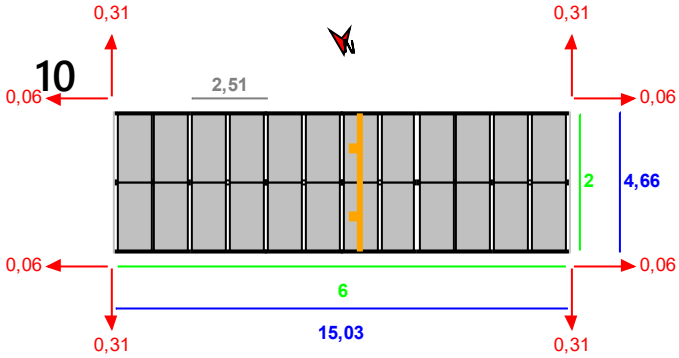


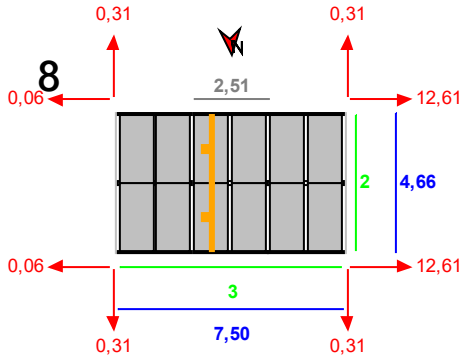


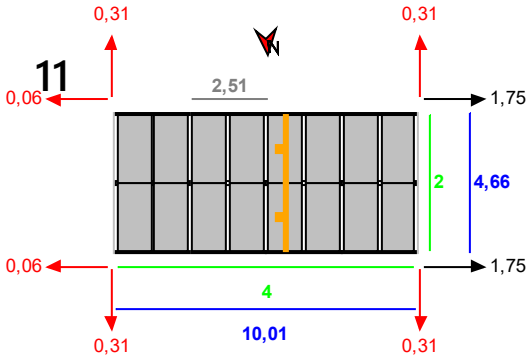

6
0,88
0,88
0,06
2,51
0,63
2
4,66
0,06
0,63
4
10,01
1,09
1,06

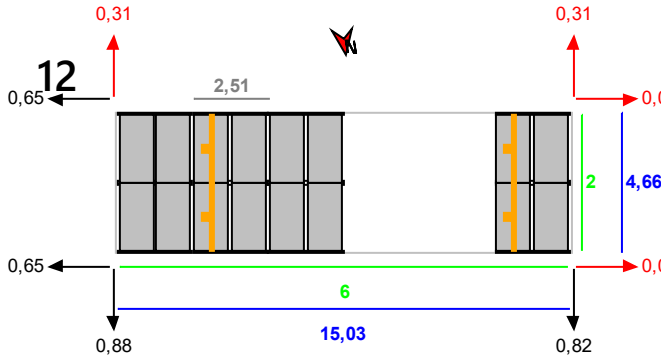

9
0,31
0,31
12,61
2,51
0,06
2
4,66
12,61
0,06
4
10,01
0,31
0,31

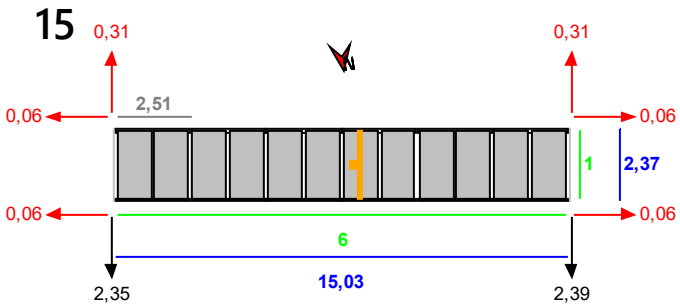

7
0,31
0,31
0,65
2,51
2
4,66
0,65
6
15,03
0,31
0,31

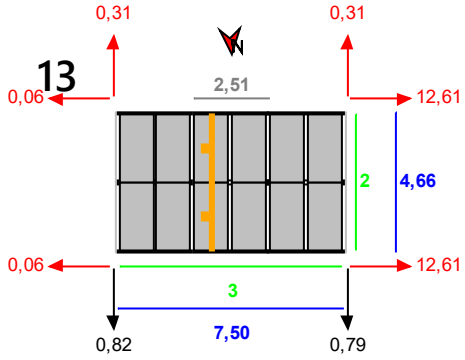

10
0,31
0,31
0,06
2,51
0,06
2
4,66
0,06
0,06
6
15,03
0,31
0,31

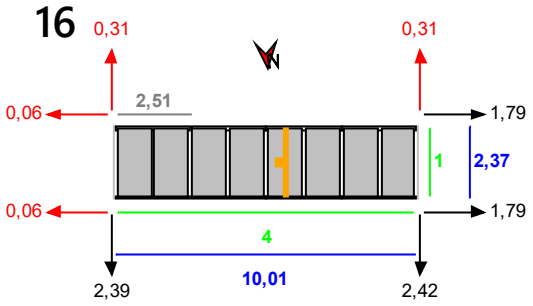

8
0,31
0,31
0,06
2,51
12,61
2
4,66
0,06
12,61
3
7,50
0,31
0,31

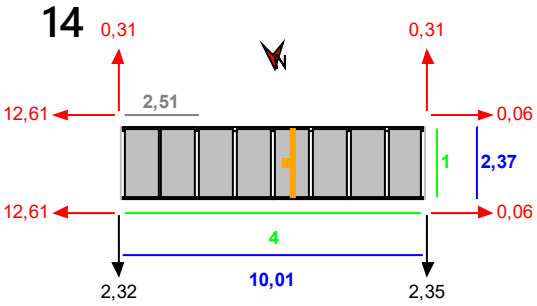

11
0,31
0,31
0,06
2,51
1,75
2
4,66
0,06
1,75
4
10,01
0,31
0,31


12
0,31
0,31
0,65
2,51
0,(
2
4,66
0,65
0,(
6
15,03
0,88
0,82


15
0,31
0,31
0,06
2,51
0,06
1
2,37
0,06
0,06
6
15,03
2,35
2,39

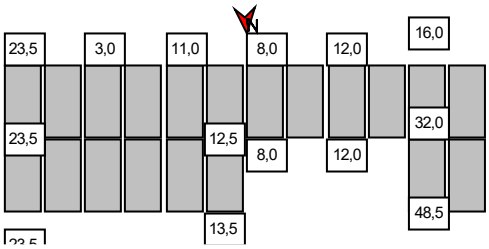

13
0,31
0,31
0,06
2,51
12,61
2
4,66
0,06
12,61
3
7,50
0,82
0,79


16
0,31
0,31
0,06
2,51
1,79
1
2,37
0,06
1,79
4
10,01
2,39
2,42

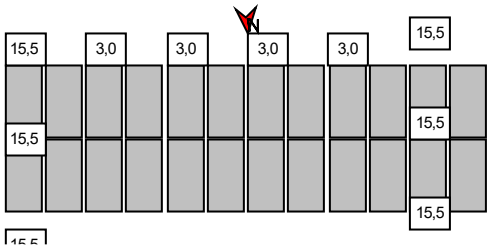

14
0,31
0,31
12,61
2,51
0,06
1
2,37
12,61
0,06
4
10,01
2,32
2,35

PLANO DE APLICAÇÃO DE LASTRO (TELHADO 2 - ALA SUL)

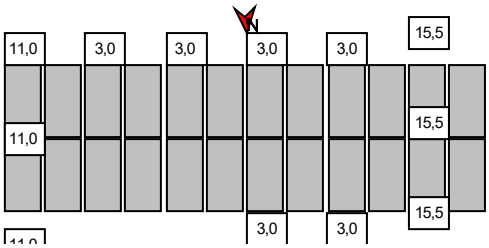
1



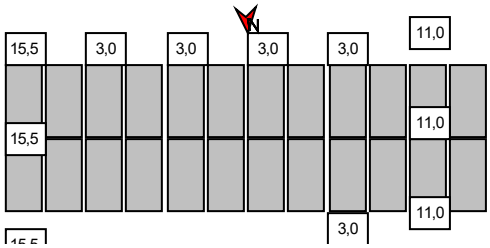
4



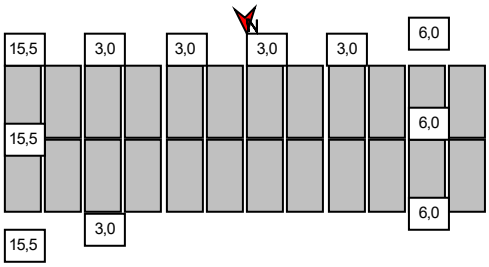
2



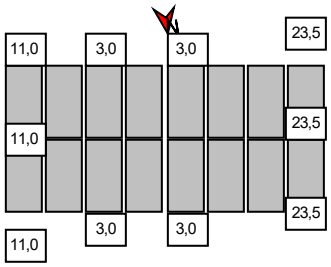
5



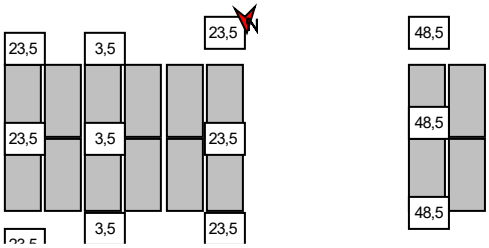
3



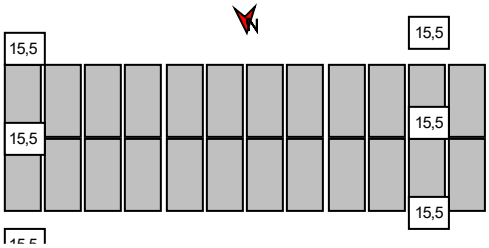
6



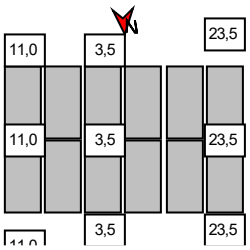
7


23,5
3,5
23,5
48,5
23,5
3,5
23,5
48,5
3,5
23,5
48,5

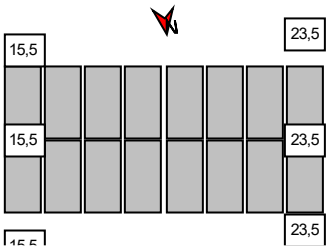
10


15,5
15,5
15,5
15,5
15,5

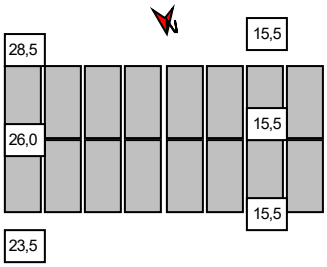
8


11,0
3,5
23,5
11,0
3,5
23,5
3,5
23,5

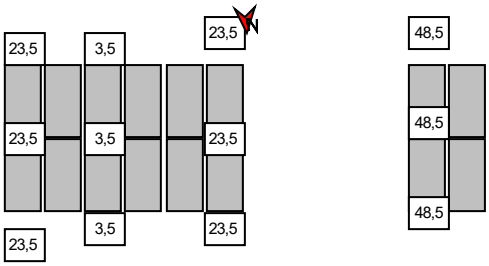
11


15,5
23,5
15,5
23,5
23,5

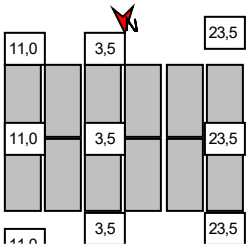
9


28,5
15,5
26,0
15,5
15,5
23,5

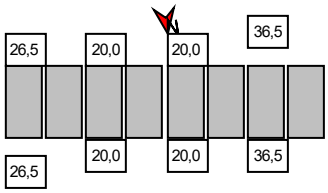
12


23,5
3,5
23,5
48,5
23,5
3,5
23,5
48,5
3,5
23,5
48,5
23,5

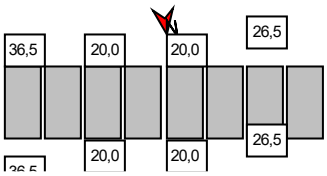
13


N
11,0
3,5
23,5
11,0
3,5
23,5
3,5
23,5

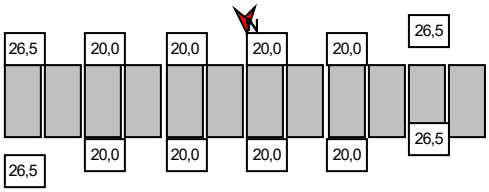
16


N
26,5
20,0
20,0
36,5
20,0
20,0
36,5
26,5

14


N
36,5
20,0
20,0
26,5
20,0
20,0
26,5

15


N
26,5
20,0
20,0
20,0
20,0
26,5
20,0
20,0
20,0
20,0
26,5
26,5

RESULTADOS (TELHADO 2 - ALA SUL)

VALORES DE RESISTÊNCIA DAS ÂNCORAS

Escora	User defined anchor
Capacidade de cisalhamento	2,43 kN
Capacidade de carga de tracção	1,63 kN

VERIFICAÇÃO DAS CARGAS DO SISTEMA

Verificação das cargas do sistema [%]	**Pressão**	38,92
	Sucção	92,60
Cargas sobre os módulos (Análise de segurança estrutural) [Pa]	**Pressão**	1229
	Sucção	-974
Cargas sobre os módulos (Verificação de solicitações) [Pa]	**Pressão**	830
	Sucção	-613

CARGAS ESPECÍFICAS

Índice (Bloco de	Número de suportes (Bloco de módulos)	---	---	Lastro [kg] (Bloco de módulos)	Peso próprio [kg] (Bloco de módulos)	Carga permanente [kN/m²] (Bloco de módulos)	Carga permanente [kN/m²] (Superfície do telhado)	Próprio peso [kN/m²]
campo de módulos 1	10	---	---	247,0	893,0	0,16	---	---
campo de módulos 2	12	---	---	97,5	872,7	0,13	---	---
campo de módulos 3	12	---	---	79,5	854,7	0,12	---	---
campo de módulos 4	12	---	---	105,0	880,2	0,13	---	---
campo de módulos 5	12	---	---	94,5	869,7	0,12	---	---
campo de módulos 6	8	---	---	115,5	632,3	0,14	---	---
campo de módulos 7	8	---	---	297,0	813,8	0,18	---	---
campo de módulos 8	6	---	---	114,0	501,6	0,15	---	---
campo de módulos 9	8	---	---	124,5	641,3	0,14	---	---
campo de módulos 10	12	---	---	93,0	868,2	0,12	---	---
campo de módulos 11	8	---	---	117,0	633,8	0,14	---	---
campo de módulos 12	8	---	---	297,0	813,8	0,18	---	---
campo de módulos 13	6	---	---	114,0	501,6	0,15	---	---
campo de módulos 14	4	---	---	206,0	464,4	0,20	---	---
campo de módulos 15	6	---	---	266,0	653,6	0,19	---	---
campo de módulos 16	4	---	---	206,0	464,4	0,20	---	---
Todos os blocos	**136**	**---**	**---**	**2573,5**	**11359,1**	**---**	**0,10**	**---**

NOTAS

- A prova da segurança da posição e da capacidade de carga do sistema é realizada verificando os casos de carga que são levantados e deslocados pelo vento e por cálculos estáticos adicionais. Você encontrará uma versão curta do relatório do túnel de vento e um certificado para os cálculos estáticos adicionais em nossa página inicial.
- Em relação às condições do local, os dados e os resultados têm de ser verificados por uma pessoa adequadamente qualificada. Por favor, considere https://k2-systems.com/pt/base-cgu em particular o parágrafo 2 ("Condições técnicas e gerais no cliente"), o parágrafo 7 ("Limitação da garantia") e o parágrafo 8 ("Limitação de responsabilidade"), que podem ser consultados nas nossas Condições gerais de utilização.

⚠ As âncoras não fazem parte dos produtos K2 e devem ser adquiridas separadamente do respectivo fabricante.

RELATÓRIO DE ANÁLISE ESTRUTURAL (TELHADO 2 - ALA SUL)

INFORMAÇÕES GERAIS

Nome	Ampliação UFV - CMPA - cópia 2
Sistema de montagem	D-Dome 6.10 Xpress com balastro e âncoras fixas
Cliente	Câmara de Vereadores de Porto Alegre - RS
Contato	Hélio Maltz
Operador	Raniere Steckert Marcello

LOCAL

Endereço	Porto Alegre, RS, Brazil
Altitude	10,40 m
Tipo de telhado	Telhado plano
Método de fixação	com balastro e âncoras fixas
Cobertura	Plano
Altura da edificação	8,00 m
Altura do parapeito	0,15 m
Inclinação do telhado	0 °
Distância mínima da borda	0,60 m
Material	Betume
Coeficiente de atrito	1,00

CARGAS

Metodologia de design	ABNT
Pressão de rajada	q_p = 0,697 kN/m²

CARGA PERMANENTE

Peso dos módulos	G_M = 28,9 kg	Peso próprio do módulo	= 11,21 kg/m²
Peso do sistema de montagem	= 3,4 kg	Peso próprio do sistema de montagem	= 0,66 kg/m²
Área do módulo	A_M = 2,58 m²	Carga própria total (excluindo lastro)	= 0,12 kN/m²

COMBINAÇÃO DE AÇÕES

CAPACIDADE DE CARGA

Coeficiente de ponderação para as ações permanentes de efeito desfavorável	$\gamma_{G,sup}$	1,40
Coeficiente de ponderação para as ações permanentes de efeito favorável	$\gamma_{G,inf}$	1,00
Coeficiente de ponderação para a ação variável principal	γ_{Q}	1,40

Combinação de caso de carga 00:
Combinação de caso de carga 02:
Combinação de caso de carga 03:
Combinação de caso de carga 04:
Combinação de caso de carga 05:
Combinação de caso de carga 06:
Combinação de caso de carga 07:
Combinação de caso de carga 08:
Combinação de caso de carga 09:
Verificação de elevação:
Verificação de deslocamento:

COMBINAÇÃO DE AÇÕES

Combinação de caso de carga 00:	
Combinação de caso de carga 01:	$E_d = G_k * W_{k,Pressão}$
Combinação de caso de carga 02:	$E_d = G_k * W_{k,Sucção}$

O SISTEMA FOI VERIFICADO COM SUCESSO.

PRESSÃO MÁXIMA NO ISOLAMENTO

INFORMAÇÕES GERAIS

Diagrama de cargas permanentes $g_{Sistema}$ = 0,12 kN/m²

coeficiente aerodinâmico $c_{p,Pressão}$ = 0,2

DISTRIBUIÇÃO DE CARGA NO TAPETE DE PROTEÇÃO DO EDIFÍCIO ABAIXO DE 0,45 °

Dimensões 75,3 * 380,0 * 23,1 mm

A_{eff} = 28614 mm²

$A_{Extensão\ das\ cargas}$ = 2,58 m²

máx. lastro G_{Lastro} = 32,0 kg

DISTRIBUIÇÃO DE CARGA NO TAPETE DE PROTEÇÃO SOB O SISTEMA SD, 45°

Dimensões 75,3 * 380,0 * 23,1 mm

A_{eff} = 28614 mm²

$A_{Extensão\ das\ cargas}$ = 1,29 m²

máx. lastro G_{Lastro} = 8,2 kg

COMBINAÇÃO DE AÇÕES

área	Combinação de caso de carga 0 0	Combinação de caso de carga 0 1	Combinação de caso de carga 0 2	Combinação de caso de carga 0 3	Combinação de caso de carga 0 4	Combinação de caso de carga 0 5
$\sigma_{Ek,Isolamento\ térmico,D6_10}$ [Pa]	---	34607	---	---	---	---
$\sigma_{Ek,Isolamento\ térmico,SD}$ [Pa]	---	14644	---	---	---	---

EFEITOS DE CARGAS MORTAS (SISTEMA FOTOVOLTAICO + LASTRO)

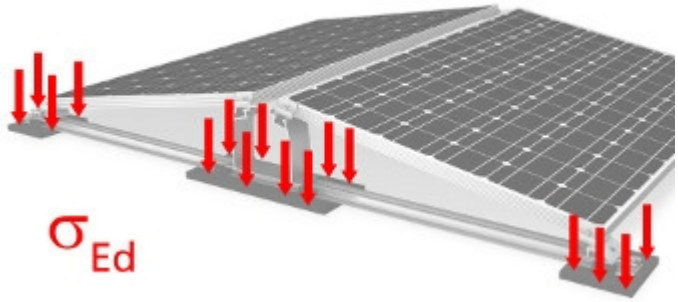
$\sigma_{Ek,Isolamento\ térmico,D6_10}$ σ_{Ek} = --- Pa

$\sigma_{Ek,Isolamento\ térmico,SD}$ σ_{Ek} = --- Pa

AÇÕES MÁXIMAS (SOMA DAS CARGAS MORTAS E AS AÇÕES VARIÁVEIS MÁXIMAS DE VENTO E NEVE)

$\sigma_{Ek,Isolamento\ térmico,D6_10}$ max σ_{Ek} = 34607 Pa

$\sigma_{Ek,Isolamento\ térmico,SD}$ max σ_{Ek} = 14644 Pa



CARGAS DE VENTO PROVENIENTE DOS PAINÉIS FOTOVOTLAICOS PARA A ESTRUTURA

De acordo com os testes de túnel de vento realizados por I.F.I. Institut für Industrieaerodynamik G mbH

INFORMAÇÕES GERAIS

Número de módulos na área central	0
Número dos módulos na área da margem	272
Número total de módulos	272
Áreas de telhado cobertas com módulos	A = aprox. 782,40 m²
Carga permanente	$g_{k,Sistema\ incl.\ lastro}$ = 0,14 kN/m²

COEFICIENTES AERODINÂMICOS

$C_{p,\ Pressão}$	segundo EN 04-01-1991
$C_{F,x,em\ média}$	-0,06
$C_{F,y,em\ média}$	0,01
Correção da distância da margem	k_{Slxy} = 1
Coeficiente de correção do parapeito	k_p = 1,02

TENSÃO HORIZONTAL

$W_{k,F,x}$ = 0,014 kN/m²

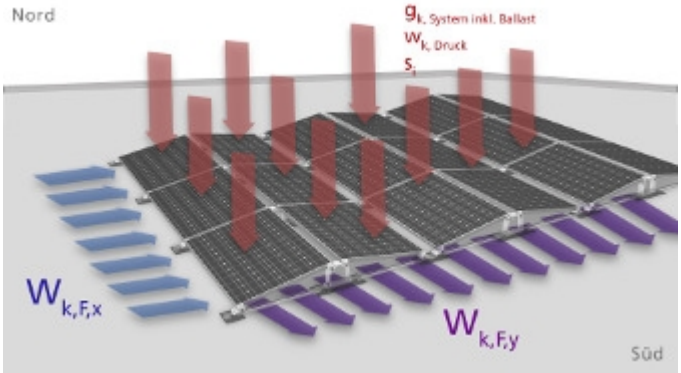
$W_{k,F,y}$ = 0,007 kN/m²

TENSÃO VERTICAL

$g_{k,Sistema\ incl.\ lastro}$ = 0,14 kN/m²

$W_{k,Pressão}$ - segundo EN 04-01-1991

s_i - segundo EN 1991-1-3



Comentários:
As cargas de vento em telhados planos são determinadas pelo seu efeito de deslocamento, e permanecem inalteradas mesmo considerando uma estrutura de painéis plana. Recomendamos a utilização dos coeficientes aerodinâmicos de acordo com a norma DIN EN 1991-1-4 para o cálculo de telhados planos.

LISTA DE MATERIAIS (TELHADO 2 - ALA SUL)

Posição	Nº do artigo	Artigo	Quantidade	Peso
1	2004095	D-Dome 6.10 Base Set L	212	641,1 kg
2	2004125	Dome 6.10 Peak	424	127,2 kg
3	2004123	Dome 6.10 Connector Bonding Set	160	34,6 kg
4	2002870	K2 Solar Cable Manager	272	0,8 kg
5	xxxxxxx	User defined anchor	33	-
6	2004144	FixPro L	33	132,0 kg
7	2002547	Adapter Plate M12	33	9,9 kg
8	2003147	Climber 36/50 M12	33	2,1 kg
9	2002558	MiniClamp MC Set 30-50	240	13,9 kg
10	2002559	MiniClamp EC Set 30-50	608	40,1 kg
Total				**1001,7 kg**

As âncoras não fazem parte dos produtos K2 e devem ser adquiridas separadamente do respectivo fabricante.

DADOS DO PROJETO (TELHADO 4 - ALA ESQUERDA E CENTRAL)

INFORMAÇÕES GERAIS

Nome	Ampliação UFV - CMPA - cópia 2
Sistema de montagem	D-Dome 6.10 Xpress com balastro e âncoras fixas
Cliente	Câmara de Vereadores de Porto Alegre - RS
Contato	Hélio Maltz
Operador	Raniere Steckert Marcello

LOCAL

Endereço	Porto Alegre, RS, Brazil
Altitude	10,40 m
Tipo de telhado	Telhado plano
Método de fixação	com balastro e âncoras fixas
Cobertura	Plano
Altura da edificação	8,00 m
Altura do parapeito	0,15 m
Inclinação do telhado	0 °
Distância mínima da borda	0,60 m
Material	Betume
Coeficiente de atrito	1,00

O coeficiente de atrito indicado aqui deve ser verificado no local. Caso seja auferido um valor menor, este deverá ser indicado para o cálculo de lastro.

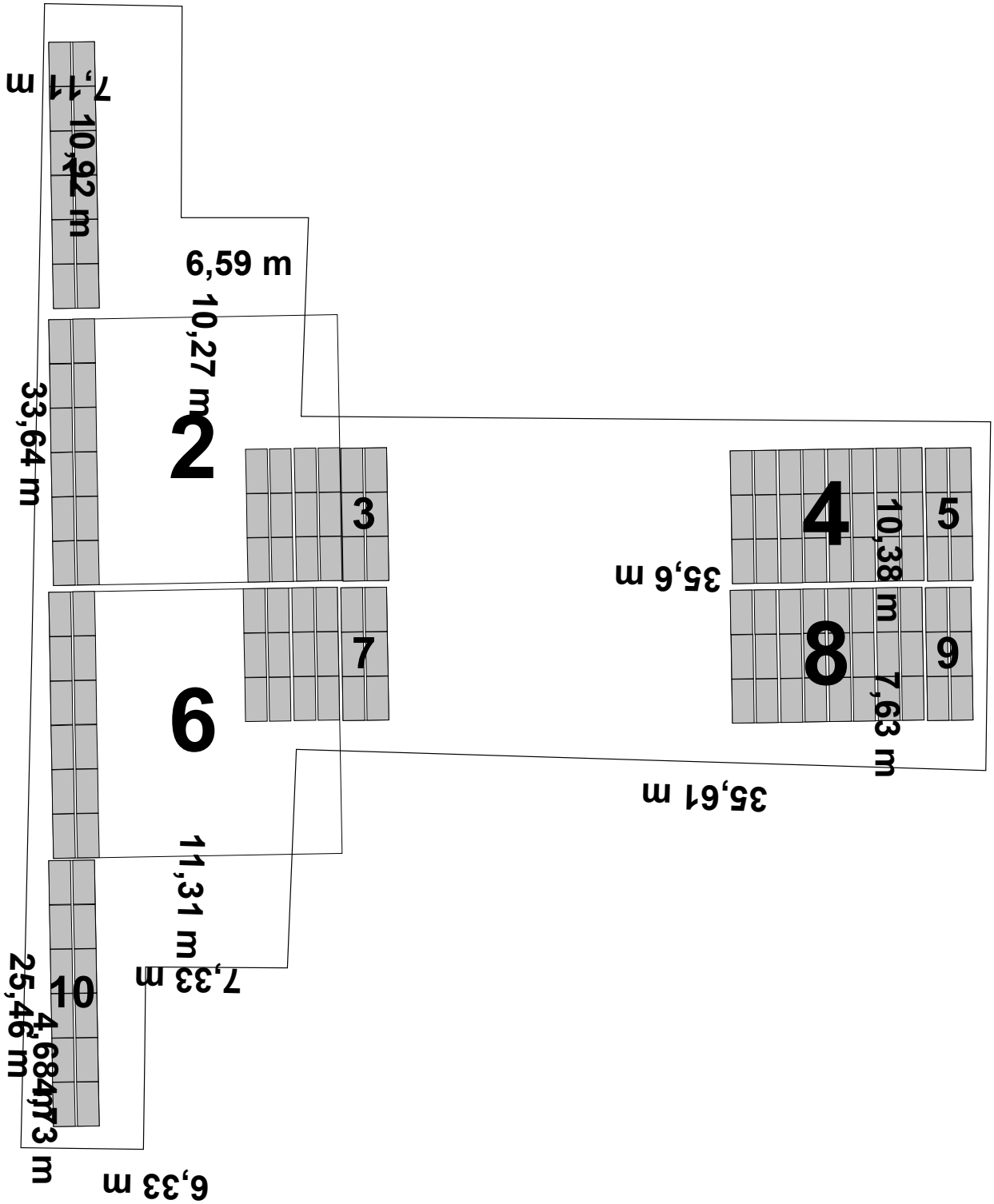
CARGAS

Metodologia de design	ABNT

MÓDULOS

Fabricante	JinkoSolar Holding Co. Ltd.	Quantidade	144
Nome	JKM-545M-72HL4-V Tiger Pro 72HC	Potência	78,480 kWp
Dimensões CxLxA	2274 x 1134 x 35,00 mm		
Peso	28,9 kg		
Potência	545 W		

PLANO DE MONTAGEM (TELHADO 4 - ALA ESQUERDA E CENTRAL)



Medidas em [m]

Sistemas de montagem para instalações solares

LEGENDA

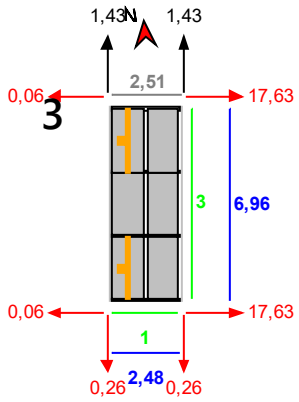
Distância até o campo de módulos mais próximo [m]

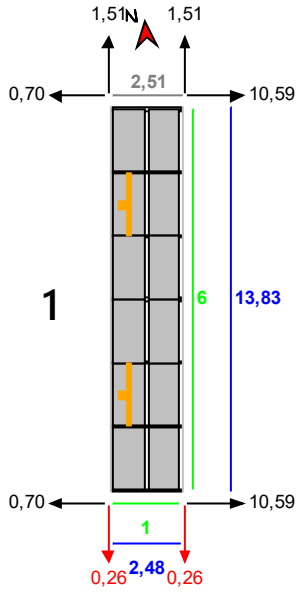
Distância até a margem do telhado [m]

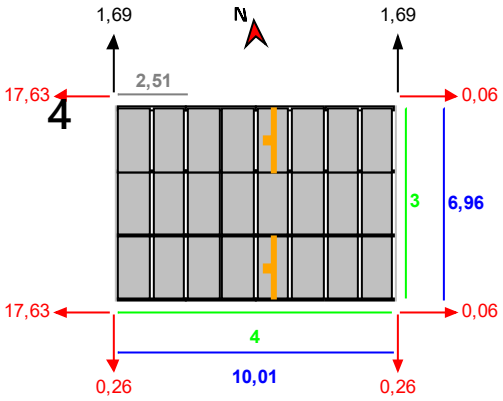
Quantidade de módulos

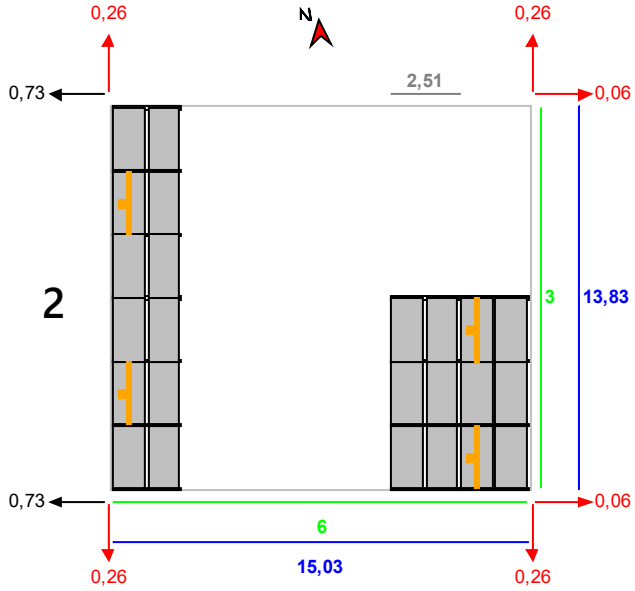
Comprimento/largura do campo de módulos [m]

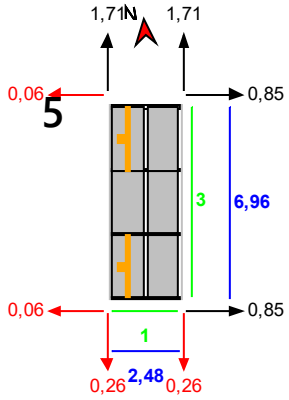
Distância das fileiras [m]

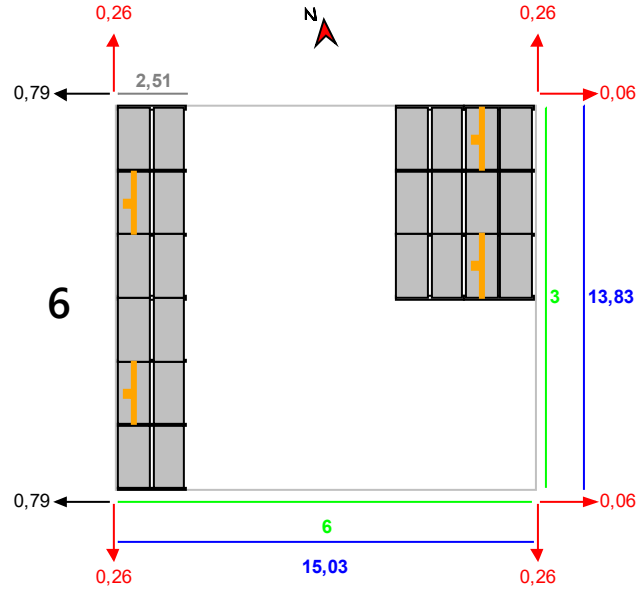


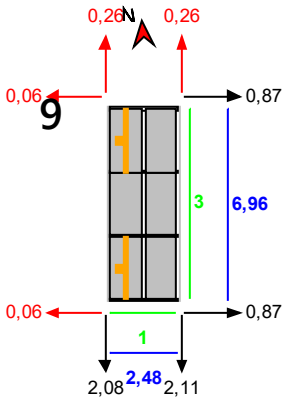


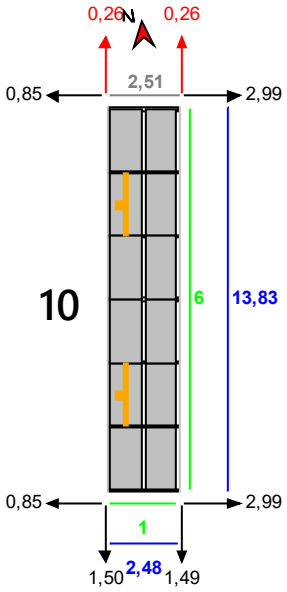


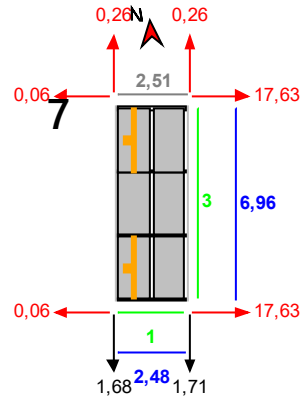


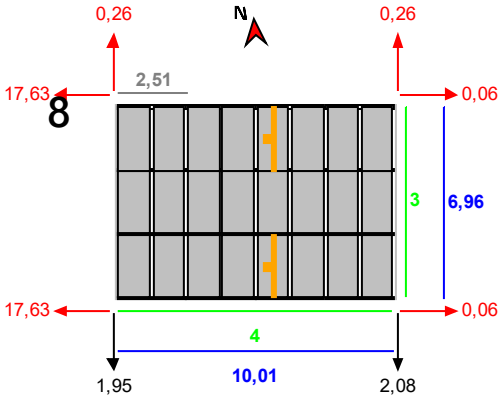



6
0,26
N
0,26
0,79
2,51
0,06
3
13,83
0,79
0,06
6
15,03
0,26
0,26


9
0,26
N
0,26
0,06
0,87
3
6,96
0,06
0,87
1
2,08
2,48
2,11

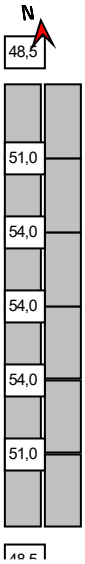

10
0,26
N
0,26
0,85
2,51
2,99
6
13,83
0,85
2,99
1
1,50
2,48
1,49


7
0,26
N
0,26
0,06
2,51
17,63
3
6,96
0,06
17,63
1
1,68
2,48
1,71

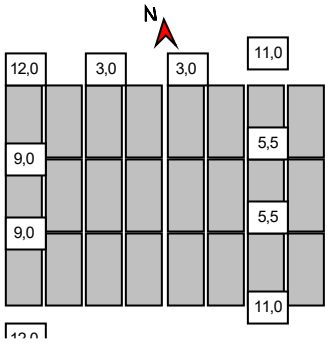

8
0,26
N
0,26
17,63
2,51
0,06
3
6,96
17,63
0,06
4
1,95
10,01
2,08

PLANO DE APLICAÇÃO DE LASTRO (TELHADO 4 - ALA ESQUERDA E CENTRAL)

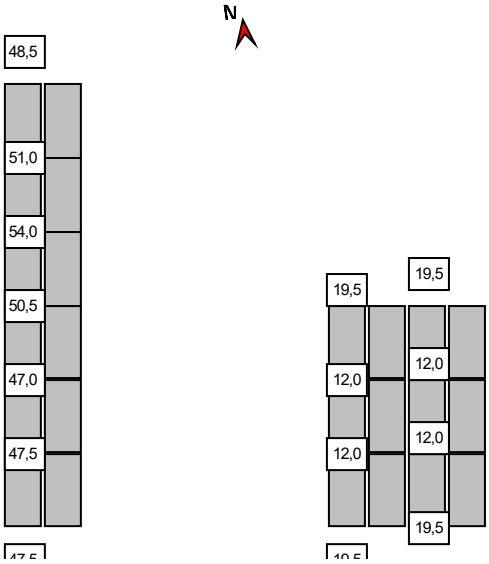
1



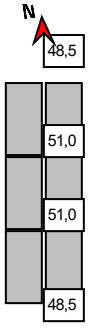
4



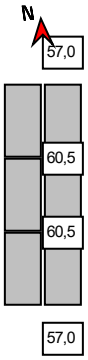
2



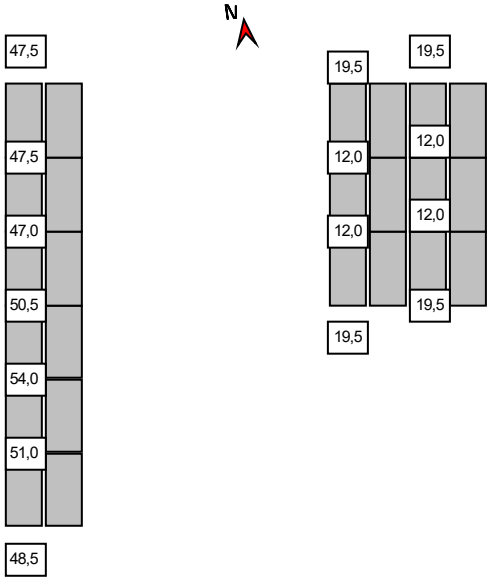
5



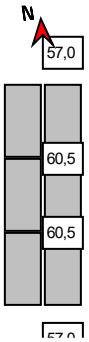
3



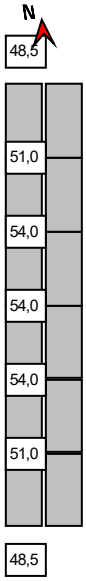
6



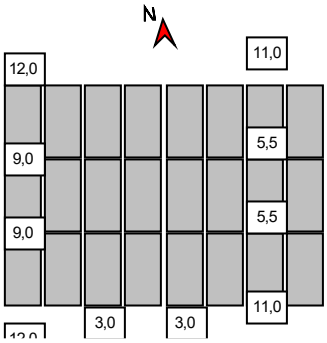
7


N
57,0
60,5
60,5

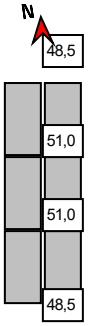
10


N
48,5
51,0
54,0
54,0
54,0
51,0
48,5

8


N
12,0
11,0
9,0
5,5
9,0
5,5
3,0
3,0
11,0

9


N
48,5
51,0
51,0
48,5

RESULTADOS (TELHADO 4 - ALA ESQUERDA E CENTRAL)

VALORES DE RESISTÊNCIA DAS ÂNCORAS

Escora	User defined anchor
Capacidade de cisalhamento	2,43 kN
Capacidade de carga de tracção	1,63 kN

VERIFICAÇÃO DAS CARGAS DO SISTEMA

Verificação das cargas do sistema [%]	**Pressão**	40,88
	Sucção	92,45
Cargas sobre os módulos (Análise de segurança estrutural) [Pa]	**Pressão**	1229
	Sucção	-974
Cargas sobre os módulos (Verificação de solicitações) [Pa]	**Pressão**	830
	Sucção	-613

CARGAS ESPECÍFICAS

Índice (Bloco de	Número de suportes (Bloco de módulos)	---	---	Lastro [kg] (Bloco de módulos)	Peso próprio [kg] (Bloco de módulos)	Carga permanente [kN/m²] (Bloco de módulos)	Carga permanente [kN/m²] (Superfície do telhado)	Próprio peso [kN/m²]
campo de módulos 1	6	---	---	361,0	748,6	0,23	---	---
campo de módulos 2	12	---	---	472,0	1247,2	0,19	---	---
campo de módulos 3	3	---	---	235,0	428,8	0,26	---	---
campo de módulos 4	12	---	---	81,0	856,2	0,12	---	---
campo de módulos 5	3	---	---	199,0	392,8	0,24	---	---
campo de módulos 6	12	---	---	472,0	1247,2	0,19	---	---
campo de módulos 7	3	---	---	235,0	428,8	0,26	---	---
campo de módulos 8	12	---	---	81,0	856,2	0,12	---	---
campo de módulos 9	3	---	---	199,0	392,8	0,24	---	---
campo de módulos 10	6	---	---	361,0	748,6	0,23	---	---
Todos os blocos	**72**	---	---	**2696,0**	**7347,2**	---	**0,06**	---

NOTAS

- A prova da segurança da posição e da capacidade de carga do sistema é realizada verificando os casos de carga que são levantados e deslocados pelo vento e por cálculos estáticos adicionais. Você encontrará uma versão curta do relatório do túnel de vento e um certificado para os cálculos estáticos adicionais em nossa página inicial.
- Em relação às condições do local, os dados e os resultados têm de ser verificados por uma pessoa adequadamente qualificada. Por favor, considere https://k2-systems.com/pt/base-cgu em particular o parágrafo 2 ("Condições técnicas e gerais no cliente"), o parágrafo 7 ("Limitação da garantia") e o parágrafo 8 ("Limitação de responsabilidade"), que podem ser consultados nas nossas Condições gerais de utilização.

⚠ O cálculo do Terragrif serve como orientação e deve ser considerado especificamente para o projeto

⚠ As âncoras não fazem parte dos produtos K2 e devem ser adquiridas separadamente do respectivo fabricante.

⚠ Há uma sobreposição de conflito com um obstáculo ou deslocamento de obstáculo.

RELATÓRIO DE ANÁLISE ESTRUTURAL (TELHADO 4 - ALA ESQUERDA E CENTRAL)

INFORMAÇÕES GERAIS

Nome	Ampliação UFV - CMPA - cópia 2
Sistema de montagem	D-Dome 6.10 Xpress com balastro e âncoras fixas
Cliente	Câmara de Vereadores de Porto Alegre - RS
Contato	Hélio Maltz
Operador	Raniere Steckert Marcello

LOCAL

Endereço	Porto Alegre, RS, Brazil
Altitude	10,40 m
Tipo de telhado	Telhado plano
Método de fixação	com balastro e âncoras fixas
Cobertura	Plano
Altura da edificação	8,00 m
Altura do parapeito	0,15 m
Inclinação do telhado	0 °
Distância mínima da borda	0,60 m
Material	Betume
Coeficiente de atrito	1,00

CARGAS

Metodologia de design	ABNT
Pressão de rajada	q_p = 0,697 kN/m²

CARGA PERMANENTE

Peso dos módulos	G_M = 28,9 kg	Peso próprio do módulo	= 11,21 kg/m²
Peso do sistema de montagem	= 3,4 kg	Peso próprio do sistema de montagem	= 0,66 kg/m²
Área do módulo	A_M = 2,58 m²	Carga própria total (excluindo lastro)	= 0,12 kN/m²

COMBINAÇÃO DE AÇÕES

CAPACIDADE DE CARGA

Coeficiente de ponderação para as ações permanentes de efeito desfavorável	$\gamma_{G,sup}$	1,40
Coeficiente de ponderação para as ações permanentes de efeito favorável	$\gamma_{G,inf}$	1,00
Coeficiente de ponderação para a ação variável principal	γ_{Q}	1,40

Combinação de caso de carga 00:
Combinação de caso de carga 02:
Combinação de caso de carga 03:
Combinação de caso de carga 04:
Combinação de caso de carga 05:
Combinação de caso de carga 06:
Combinação de caso de carga 07:
Combinação de caso de carga 08:
Combinação de caso de carga 09:
Verificação de elevação:
Verificação de deslocamento:

COMBINAÇÃO DE AÇÕES

Combinação de caso de carga 00:	
Combinação de caso de carga 01:	$E_d = G_k * W_{k,Pressão}$
Combinação de caso de carga 02:	$E_d = G_k * W_{k,Sucção}$

O SISTEMA FOI VERIFICADO COM SUCESSO.

PRESSÃO MÁXIMA NO ISOLAMENTO

INFORMAÇÕES GERAIS

Diagrama de cargas permanentes $g_{Sistema}$ = 0,12 kN/m²

coeficiente aerodinâmico $c_{p,Pressão}$ = 0,2

DISTRIBUIÇÃO DE CARGA NO TAPETE DE PROTEÇÃO DO EDIFÍCIO ABAIXO DE 0,45 °

Dimensões 75,3 * 380,0 * 23,1 mm

A_{eff} = 28614 mm²

$A_{Extensão\ das\ cargas}$ = 2,58 m²

máx. lastro G_{Lastro} = 39,9 kg

DISTRIBUIÇÃO DE CARGA NO TAPETE DE PROTEÇÃO SOB O SISTEMA SD, 45°

Dimensões 75,3 * 380,0 * 23,1 mm

A_{eff} = 28614 mm²

$A_{Extensão\ das\ cargas}$ = 1,29 m²

máx. lastro G_{Lastro} = 10,3 kg

COMBINAÇÃO DE AÇÕES

área	Combinação de caso de carga 0 0	Combinação de caso de carga 0 1	Combinação de caso de carga 0 2	Combinação de caso de carga 0 3	Combinação de caso de carga 0 4	Combinação de caso de carga 0 5
$\sigma_{Ek,Isolamento\ térmico,D6_10}$ [Pa]	---	37321	---	---	---	---
$\sigma_{Ek,Isolamento\ térmico,SD}$ [Pa]	---	15343	---	---	---	---

EFEITOS DE CARGAS MORTAS (SISTEMA FOTOVOLTAICO + LASTRO)

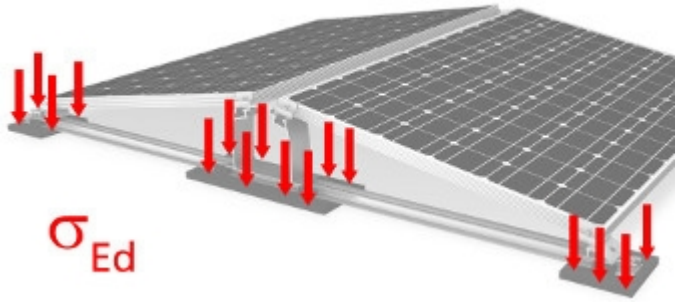
$\sigma_{Ek,Isolamento\ térmico,D6_10}$ σ_{Ek} = --- Pa

$\sigma_{Ek,Isolamento\ térmico,SD}$ σ_{Ek} = --- Pa

AÇÕES MÁXIMAS (SOMA DAS CARGAS MORTAS E AS AÇÕES VARIÁVEIS MÁXIMAS DE VENTO E NEVE)

$\sigma_{Ek,Isolamento\ térmico,D6_10}$ max σ_{Ek} = 37321 Pa

$\sigma_{Ek,Isolamento\ térmico,SD}$ max σ_{Ek} = 15343 Pa



CARGAS DE VENTO PROVENIENTE DOS PAINÉIS FOTOVOTLAICOS PARA A ESTRUTURA

De acordo com os testes de túnel de vento realizados por I.F.I. Institut für Industrieaerodynamik G mbH

INFORMAÇÕES GERAIS

Número de módulos na área central	72
Número dos módulos na área da margem	72
Número total de módulos	144
Áreas de telhado cobertas com módulos	A = aprox. 414,21 m^2
Carga permanente	$g_{k,Sistema\ incl.\ lastro}$ = 0,17 kN/m^2

COEFICIENTES AERODINÂMICOS

$C_{p,\ Pressão}$	segundo EN 04-01-1991
$C_{F,x,em\ média}$	-0,07
$C_{F,y,em\ média}$	0,01
Correção da distância da margem	k_{Slxy} = 1
Coeficiente de correção do parapeito	k_p = 1,03

TENSÃO HORIZONTAL

$W_{k,F,x}$ = 0,013 kN/m^2

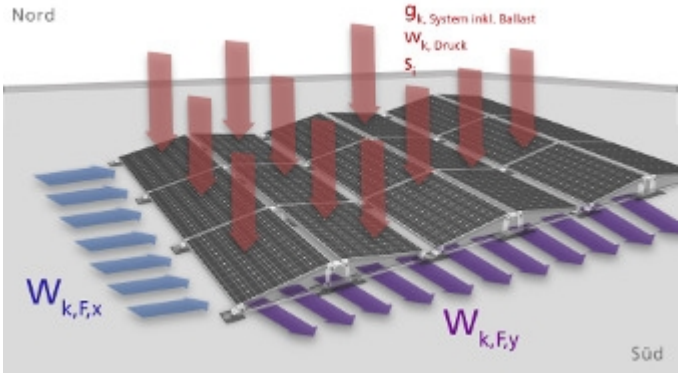
$W_{k,F,y}$ = 0,007 kN/m^2

TENSÃO VERTICAL

$g_{k,Sistema\ incl.\ lastro}$ = 0,17 kN/m^2

$W_{k,Pressão}$ - segundo EN 04-01-1991

s_i - segundo EN 1991-1-3



Comentários:
As cargas de vento em telhados planos são determinadas pelo seu efeito de deslocamento, e permanecem inalteradas mesmo considerando uma estrutura de painéis plana. Recomendamos a utilização dos coeficientes aerodinâmicos de acordo com a norma DIN EN 1991-1-4 para o cálculo de telhados planos.

LISTA DE MATERIAIS (TELHADO 4 - ALA ESQUERDA E CENTRAL)

Posição	Nº do artigo	Artigo	Quantidade	Peso
1	2004095	D-Dome 6.10 Base Set L	92	278,2 kg
2	2004125	Dome 6.10 Peak	184	55,2 kg
3	2004123	Dome 6.10 Connector Bonding Set	32	6,9 kg
4	2002649	TerraGrif K2MI Duo	144	0,1 kg
5	2002870	K2 Solar Cable Manager	144	0,4 kg
6	xxxxxxx	User defined anchor	24	-
7	2004144	FixPro L	24	96,0 kg
8	2002547	Adapter Plate M12	24	7,2 kg
9	2003147	Climber 36/50 M12	24	1,5 kg
10	2002558	MiniClamp MC Set 30-50	208	12,1 kg
11	2002559	MiniClamp EC Set 30-50	160	10,6 kg
Total				**468,2 kg**

As âncoras não fazem parte dos produtos K2 e devem ser adquiridas separadamente do respectivo fabricante.

DADOS DO PROJETO (TELHADO 3 - ALA NORTE)

INFORMAÇÕES GERAIS

Nome	Ampliação UFV - CMPA - cópia 2
Sistema de montagem	D-Dome 6.10 Xpress com balastro e âncoras fixas
Cliente	Câmara de Vereadores de Porto Alegre - RS
Contato	Hélio Maltz
Operador	Raniere Steckert Marcello

LOCAL

Endereço	Porto Alegre, RS, Brazil
Altitude	10,40 m
Tipo de telhado	Telhado plano
Método de fixação	com balastro e âncoras fixas
Cobertura	Plano
Altura da edificação	8,00 m
Altura do parapeito	0,15 m
Inclinação do telhado	0 °
Distância mínima da borda	0,60 m
Material	Betume
Coeficiente de atrito	1,00

O coeficiente de atrito indicado aqui deve ser verificado no local. Caso seja auferido um valor menor, este deverá ser indicado para o cálculo de lastro.

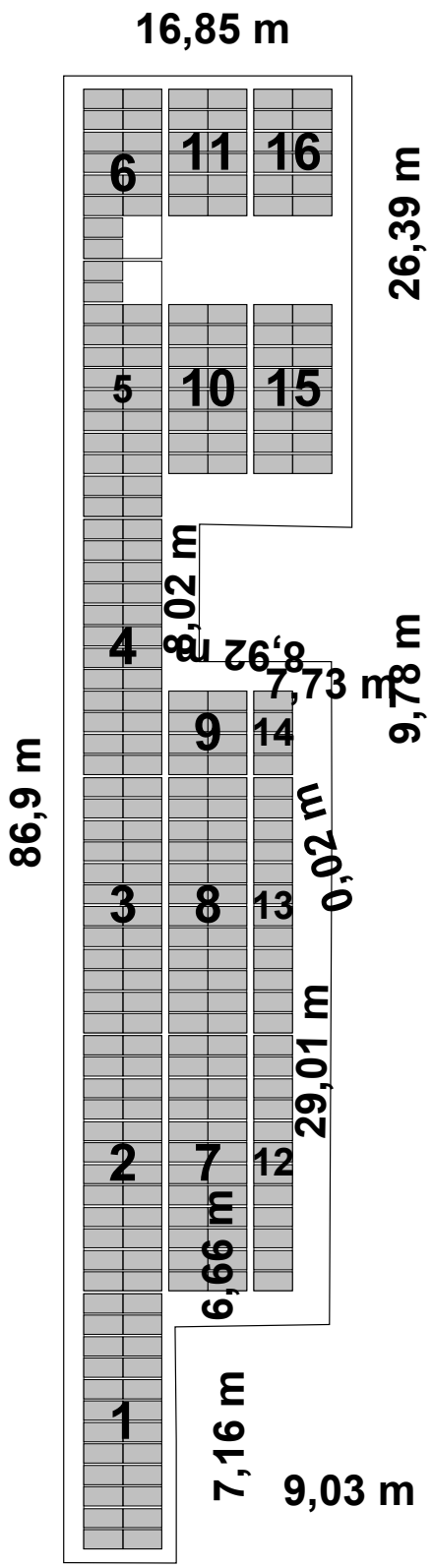
CARGAS

Metodologia de design	ABNT

MÓDULOS

Fabricante	JinkoSolar Holding Co. Ltd.	Quantidade	272
Nome	JKM-545M-72HL4-V Tiger Pro 72HC	Potência	148,240 kWp
Dimensões CxLxA	2274 x 1134 x 35,00 mm		
Peso	28,9 kg		
Potência	545 W		

PLANO DE MONTAGEM (TELHADO 3 - ALA NORTE)



Medidas [m]

Sistemas de montagem para instalações solares

LEGENDA

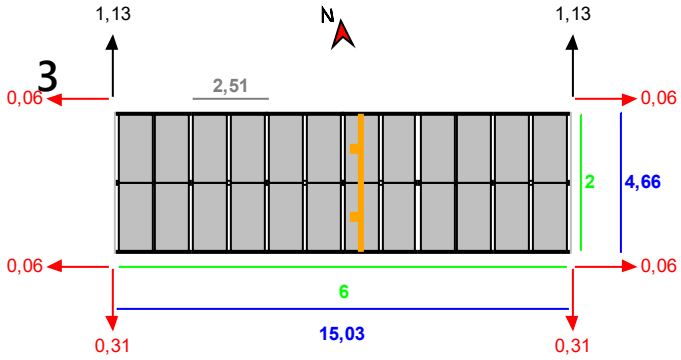
Distância até o campo de módulos mais próximo [m]

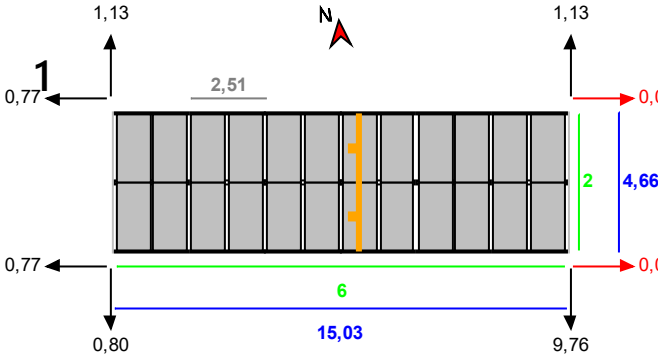
Distância até a margem do telhado [m]

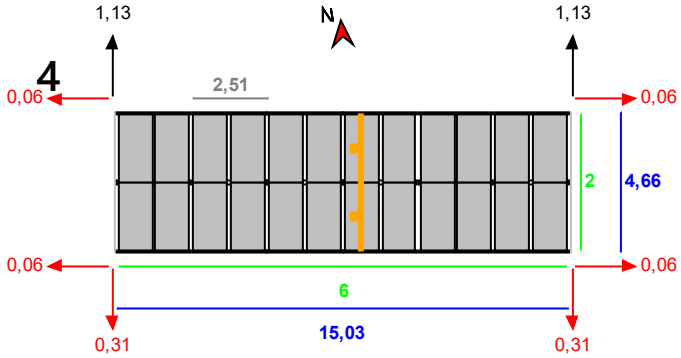
Quantidade de módulos

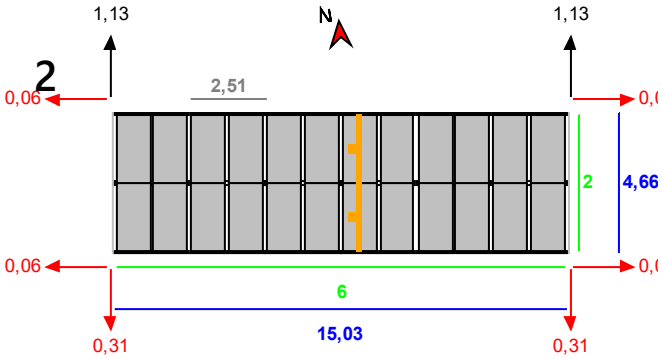
Comprimento/largura do campo de módulos [m]

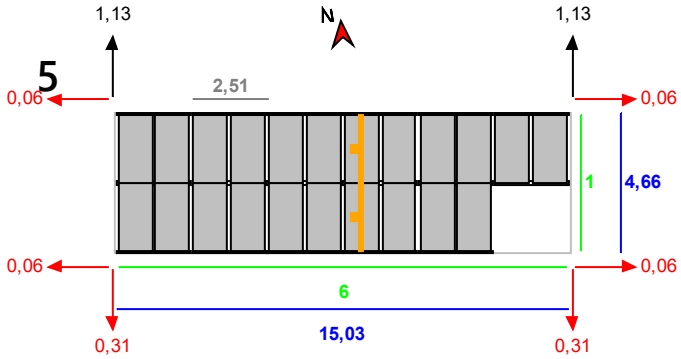
Distância das fileiras [m]

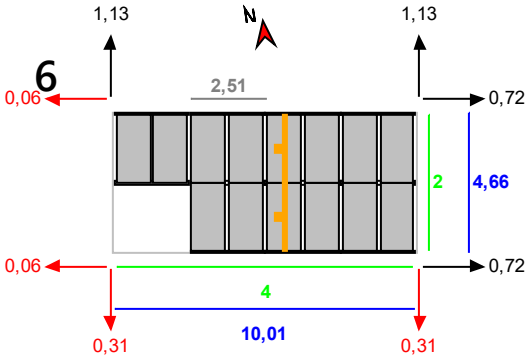


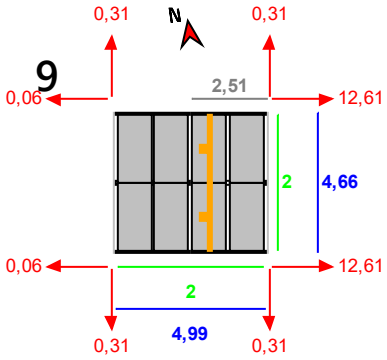


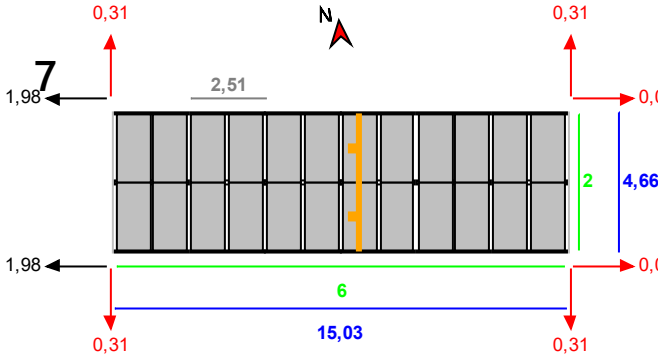


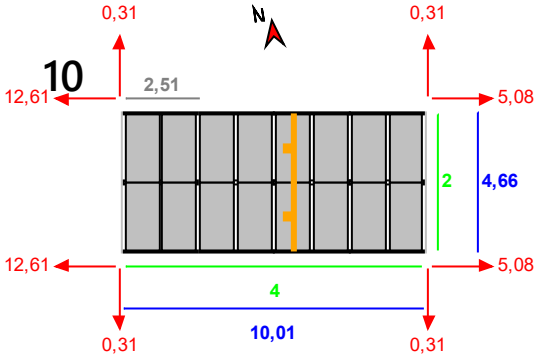


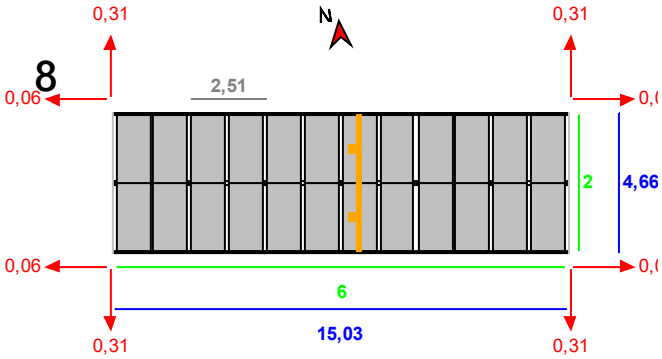


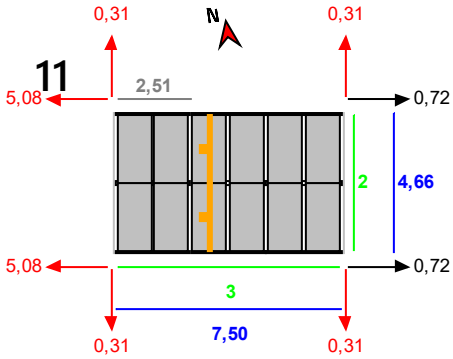

6
1,13
N
1,13
0,06
2,51
0,72
2
4,66
0,06
0,72
4
10,01
0,31
0,31

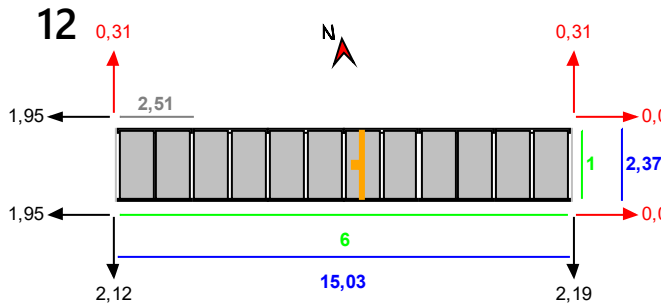

9
0,31
N
0,31
0,06
2,51
12,61
2
4,66
0,06
12,61
2
4,99
0,31
0,31

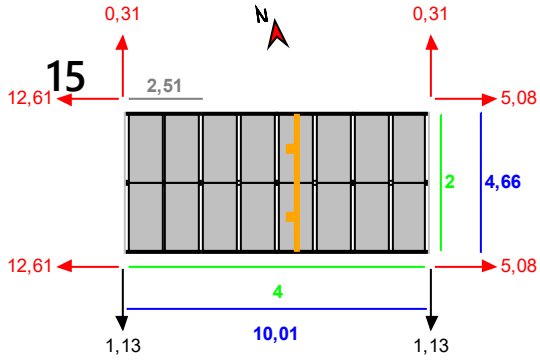

7
0,31
N
0,31
1,98
2,51
2
4,66
1,98
6
15,03
0,31
0,31

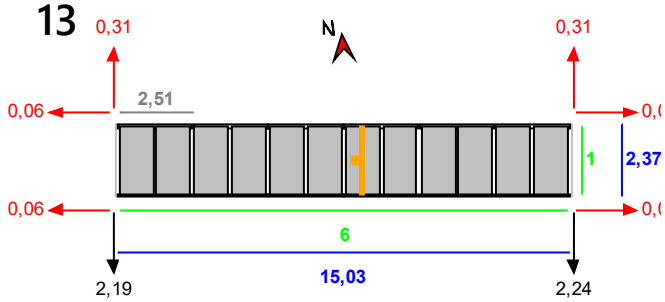

10
0,31
N
0,31
12,61
2,51
5,08
2
4,66
12,61
5,08
4
10,01
0,31
0,31

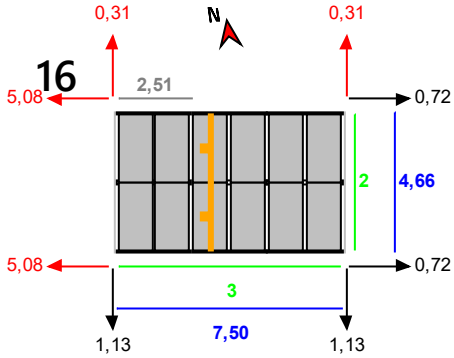

8
0,31
N
0,31
0,06
2,51
2
4,66
0,06
6
15,03
0,31
0,31

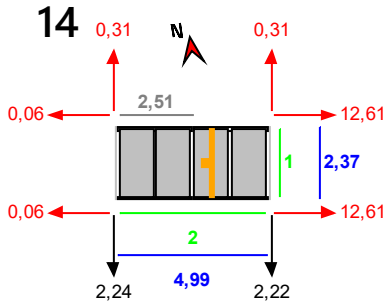

11
0,31
N
0,31
5,08
2,51
0,72
2
4,66
5,08
0,72
3
7,50
0,31
0,31


12
0,31
N
0,31
1,95
2,51
1
2,37
1,95
6
15,03
2,12
2,19


0,31
N
0,31
15
12,61
2,51
5,08
2
4,66
12,61
5,08
4
10,01
1,13
1,13

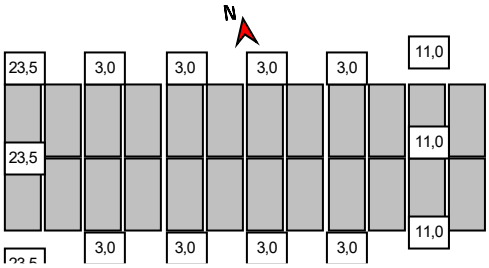

13
0,31
N
0,31
0,06
2,51
1
2,37
0,06
6
15,03
2,19
2,24


0,31
N
0,31
16
5,08
2,51
0,72
2
4,66
5,08
0,72
3
7,50
1,13
1,13

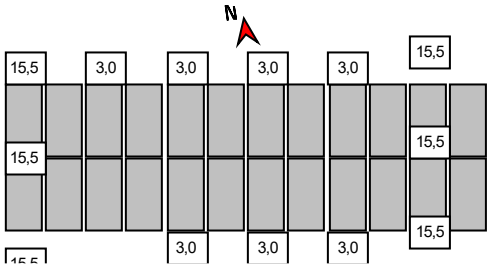

14
0,31
N
0,31
0,06
2,51
12,61
1
2,37
0,06
12,61
2
4,99
2,24
2,22

PLANO DE APLICAÇÃO DE LASTRO (TELHADO 3 - ALA NORTE)

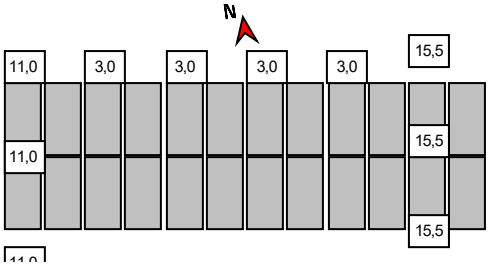
1



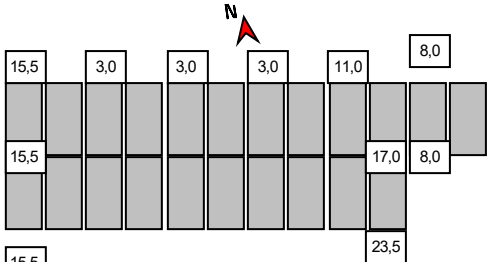
4



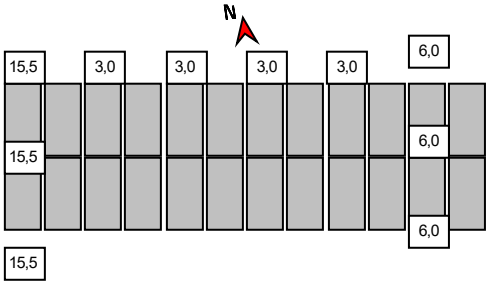
2



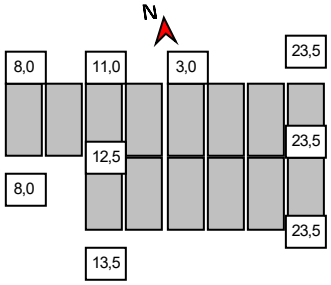
5



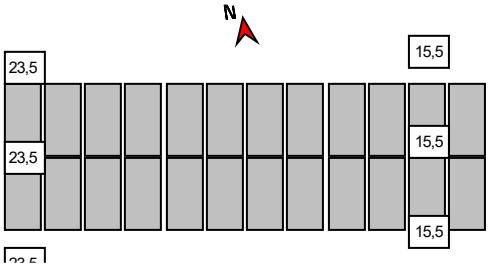
3



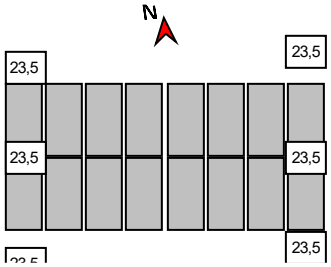
6



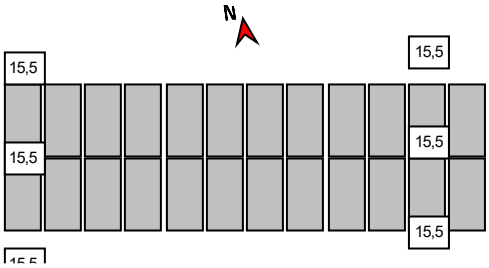
7


N
23,5
23,5
15,5
15,5
15,5

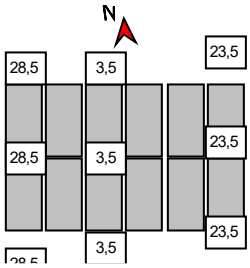
10


N
23,5
23,5
23,5
23,5
23,5

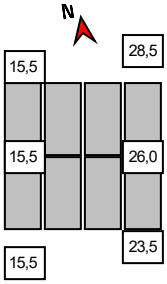
8


N
15,5
15,5
15,5
15,5
15,5

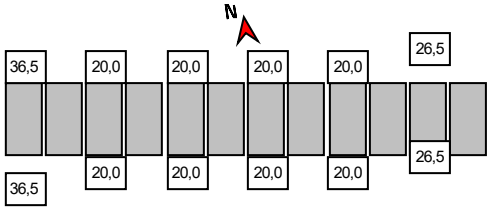
11


N
28,5
3,5
23,5
28,5
3,5
23,5
3,5
23,5

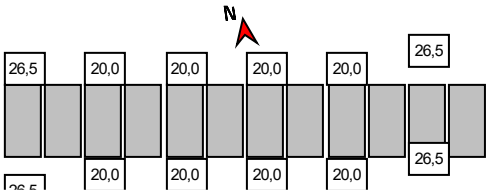
9


N
15,5
28,5
15,5
26,0
23,5
15,5

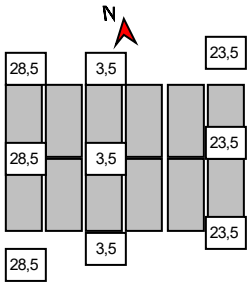
12


N
36,5
20,0
20,0
20,0
20,0
26,5
20,0
20,0
20,0
20,0
26,5
36,5

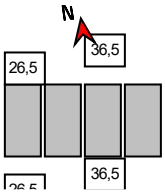
13


N
26,5
20,0
20,0
20,0
20,0
26,5
20,0
20,0
20,0
20,0
26,5

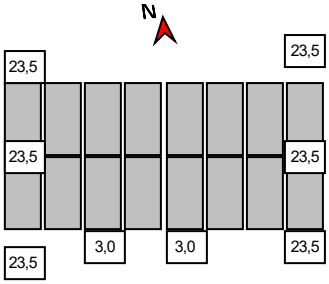
16


N
28,5
3,5
23,5
28,5
3,5
23,5
3,5
23,5
28,5

14


N
36,5
26,5
36,5

15


N
23,5
23,5
23,5
23,5
3,0
3,0
23,5
23,5

RESULTADOS (TELHADO 3 - ALA NORTE)

VALORES DE RESISTÊNCIA DAS ÂNCORAS

Escora	User defined anchor
Capacidade de cisalhamento	2,43 kN
Capacidade de carga de tracção	1,63 kN

VERIFICAÇÃO DAS CARGAS DO SISTEMA

Verificação das cargas do sistema [%]	**Pressão**	24,66
	Sucção	92,60
Cargas sobre os módulos (Análise de segurança estrutural) [Pa]	**Pressão**	1229
	Sucção	-974
Cargas sobre os módulos (Verificação de solicitações) [Pa]	**Pressão**	830
	Sucção	-613

CARGAS ESPECÍFICAS

Índice (Bloco de	Número de suportes (Bloco de módulos)	---	---	Lastro [kg] (Bloco de módulos)	Peso próprio [kg] (Bloco de módulos)	Carga permanente [kN/m²] (Bloco de módulos)	Carga permanente [kN/m²] (Superfície do telhado)	Próprio peso [kN/m²]
campo de módulos 1	12	---	---	127,5	902,7	0,13	---	---
campo de módulos 2	12	---	---	91,5	866,7	0,12	---	---
campo de módulos 3	12	---	---	76,5	851,7	0,12	---	---
campo de módulos 4	12	---	---	114,0	889,2	0,13	---	---
campo de módulos 5	11	---	---	123,0	833,6	0,13	---	---
campo de módulos 6	7	---	---	126,5	578,7	0,14	---	---
campo de módulos 7	12	---	---	117,0	892,2	0,13	---	---
campo de módulos 8	12	---	---	93,0	868,2	0,12	---	---
campo de módulos 9	4	---	---	124,5	382,9	0,17	---	---
campo de módulos 10	8	---	---	141,0	657,8	0,14	---	---
campo de módulos 11	6	---	---	166,5	554,1	0,16	---	---
campo de módulos 12	6	---	---	286,0	673,6	0,19	---	---
campo de módulos 13	6	---	---	266,0	653,6	0,19	---	---
campo de módulos 14	2	---	---	126,0	255,2	0,22	---	---
campo de módulos 15	8	---	---	147,0	663,8	0,14	---	---
campo de módulos 16	6	---	---	166,5	554,1	0,16	---	---
Todos os blocos	**136**	**---**	**---**	**2292,5**	**11078,1**	**---**	**0,09**	**---**

NOTAS

- A prova da segurança da posição e da capacidade de carga do sistema é realizada verificando os casos de carga que são levantados e deslocados pelo vento e por cálculos estáticos adicionais. Você encontrará uma versão curta do relatório do túnel de vento e um certificado para os cálculos estáticos adicionais em nossa página inicial.
- Em relação às condições do local, os dados e os resultados têm de ser verificados por uma pessoa adequadamente qualificada. Por favor, considere https://k2-systems.com/pt/base-cgu em particular o parágrafo 2 ("Condições técnicas e gerais no cliente"), o parágrafo 7 ("Limitação da garantia") e o parágrafo 8 ("Limitação de responsabilidade"), que podem ser consultados nas nossas Condições gerais de utilização.

⚠ O cálculo do Terragrif serve como orientação e deve ser considerado especificamente para o projeto

⚠ As âncoras não fazem parte dos produtos K2 e devem ser adquiridas separadamente do respectivo fabricante.

RELATÓRIO DE ANÁLISE ESTRUTURAL (TELHADO 3 - ALA NORTE)

INFORMAÇÕES GERAIS

Nome	Ampliação UFV - CMPA - cópia 2
Sistema de montagem	D-Dome 6.10 Xpress com balastro e âncoras fixas
Cliente	Câmara de Vereadores de Porto Alegre - RS
Contato	Hélio Maltz
Operador	Raniere Steckert Marcello

LOCAL

Endereço	Porto Alegre, RS, Brazil
Altitude	10,40 m
Tipo de telhado	Telhado plano
Método de fixação	com balastro e âncoras fixas
Cobertura	Plano
Altura da edificação	8,00 m
Altura do parapeito	0,15 m
Inclinação do telhado	0 °
Distância mínima da borda	0,60 m
Material	Betume
Coeficiente de atrito	1,00

CARGAS

Metodologia de design	ABNT
Pressão de rajada	q_p = 0,697 kN/m²

CARGA PERMANENTE

Peso dos módulos	G_M = 28,9 kg	Peso próprio do módulo	= 11,21 kg/m²
Peso do sistema de montagem	= 3,4 kg	Peso próprio do sistema de montagem	= 0,66 kg/m²
Área do módulo	A_M = 2,58 m²	Carga própria total (excluindo lastro)	= 0,12 kN/m²

COMBINAÇÃO DE AÇÕES

CAPACIDADE DE CARGA

Coeficiente de ponderação para as ações permanentes de efeito desfavorável	$\gamma_{G,sup}$	1,40
Coeficiente de ponderação para as ações permanentes de efeito favorável	$\gamma_{G,inf}$	1,00
Coeficiente de ponderação para a ação variável principal	γ_{Q}	1,40

Combinação de caso de carga 00:
Combinação de caso de carga 02:
Combinação de caso de carga 03:
Combinação de caso de carga 04:
Combinação de caso de carga 05:
Combinação de caso de carga 06:
Combinação de caso de carga 07:
Combinação de caso de carga 08:
Combinação de caso de carga 09:
Verificação de elevação:
Verificação de deslocamento:

COMBINAÇÃO DE AÇÕES

Combinação de caso de carga 00:	
Combinação de caso de carga 01:	$E_d = G_k * W_{k,Pressão}$
Combinação de caso de carga 02:	$E_d = G_k * W_{k,Sucção}$

O SISTEMA FOI VERIFICADO COM SUCESSO.

PRESSÃO MÁXIMA NO ISOLAMENTO

INFORMAÇÕES GERAIS

Diagrama de cargas permanentes $g_{Sistema}$ = 0,12 kN/m²

coeficiente aerodinâmico $c_{p,Pressão}$ = 0,2

DISTRIBUIÇÃO DE CARGA NO TAPETE DE PROTEÇÃO DO EDIFÍCIO ABAIXO DE 0,45 °

Dimensões 75,3 * 380,0 * 23,1 mm

A_{eff} = 28614 mm²

$A_{Extensão\ das\ cargas}$ = 2,58 m²

máx. lastro G_{Lastro} = 24,1 kg

DISTRIBUIÇÃO DE CARGA NO TAPETE DE PROTEÇÃO SOB O SISTEMA SD, 45°

Dimensões 75,3 * 380,0 * 23,1 mm

A_{eff} = 28614 mm²

$A_{Extensão\ das\ cargas}$ = 1,29 m²

máx. lastro G_{Lastro} = 6,2 kg

COMBINAÇÃO DE AÇÕES

área	Combinação de caso de carga 0 0	Combinação de caso de carga 0 1	Combinação de caso de carga 0 2	Combinação de caso de carga 0 3	Combinação de caso de carga 0 4	Combinação de caso de carga 0 5
$\sigma_{Ek,Isolamento\ térmico,D6_10}$ [Pa]	---	31893	---	---	---	---
$\sigma_{Ek,Isolamento\ térmico,SD}$ [Pa]	---	13945	---	---	---	---

EFEITOS DE CARGAS MORTAS (SISTEMA FOTOVOLTAICO + LASTRO)

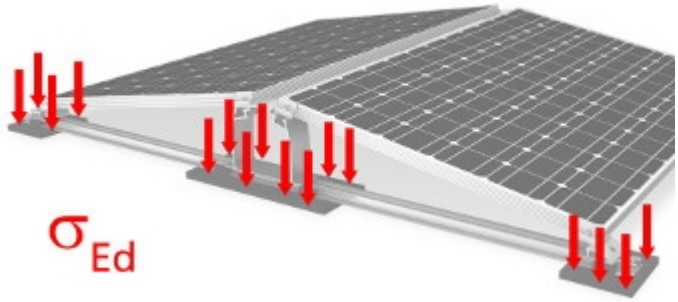
$\sigma_{Ek,Isolamento\ térmico,D6_10}$ σ_{Ek} = --- Pa

$\sigma_{Ek,Isolamento\ térmico,SD}$ σ_{Ek} = --- Pa

AÇÕES MÁXIMAS (SOMA DAS CARGAS MORTAS E AS AÇÕES VARIÁVEIS MÁXIMAS DE VENTO E NEVE)

$\sigma_{Ek,Isolamento\ térmico,D6_10}$ max σ_{Ek} = 31893 Pa

$\sigma_{Ek,Isolamento\ térmico,SD}$ max σ_{Ek} = 13945 Pa



CARGAS DE VENTO PROVENIENTE DOS PAINÉIS FOTOVOTLAICOS PARA A ESTRUTURA

De acordo com os testes de túnel de vento realizados por I.F.I. Institut für Industrieaerodynamik G mbH

INFORMAÇÕES GERAIS

Número de módulos na área central	0
Número dos módulos na área da margem	272
Número total de módulos	272
Áreas de telhado cobertas com módulos	A = aprox. 782,40 m²
Carga permanente	$g_{k,Sistema\ incl.\ lastro}$ = 0,14 kN/m²

COEFICIENTES AERODINÂMICOS

$C_{p,\ Pressão}$	segundo EN 04-01-1991
$C_{F,x,em\ média}$	-0,06
$C_{F,y,em\ média}$	0,01
Correção da distância da margem	k_{Slxy} = 1
Coeficiente de correção do parapeito	k_p = 1,02

TENSÃO HORIZONTAL

$W_{k,F,x}$ = 0,014 kN/m²

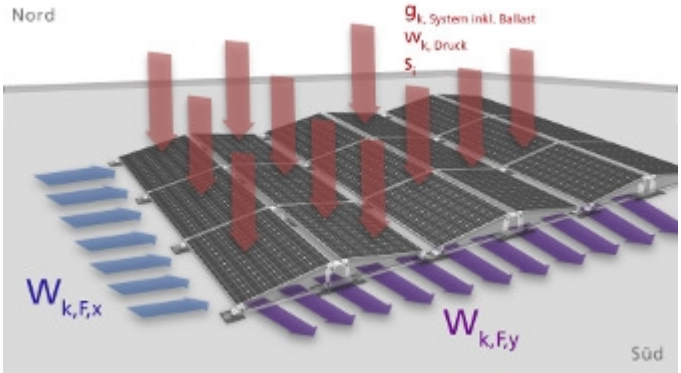
$W_{k,F,y}$ = 0,006 kN/m²

TENSÃO VERTICAL

$g_{k,Sistema\ incl.\ lastro}$ = 0,14 kN/m²

$W_{k,Pressão}$ - segundo EN 04-01-1991

s_i - segundo EN 1991-1-3



Comentários:
As cargas de vento em telhados planos são determinadas pelo seu efeito de deslocamento, e permanecem inalteradas mesmo considerando uma estrutura de painéis plana. Recomendamos a utilização dos coeficientes aerodinâmicos de acordo com a norma DIN EN 1991-1-4 para o cálculo de telhados planos.

LISTA DE MATERIAIS (TELHADO 3 - ALA NORTE)

Posição	Nº do artigo	Artigo	Quantidade	Peso
1	2004095	D-Dome 6.10 Base Set L	212	641,1 kg
2	2004125	Dome 6.10 Peak	424	127,2 kg
3	2004123	Dome 6.10 Connector Bonding Set	167	36,1 kg
4	2002649	TerraGrif K2MI Duo	272	0,3 kg
5	2002870	K2 Solar Cable Manager	272	0,8 kg
6	xxxxxxx	User defined anchor	29	-
7	2004144	FixPro L	29	116,0 kg
8	2002547	Adapter Plate M12	29	8,7 kg
9	2003147	Climber 36/50 M12	29	1,9 kg
10	2002558	MiniClamp MC Set 30-50	240	13,9 kg
11	2002559	MiniClamp EC Set 30-50	608	40,1 kg
Total				**986,1 kg**

As âncoras não fazem parte dos produtos K2 e devem ser adquiridas separadamente do respectivo fabricante.

LISTA COMPLETA DE MATERIAIS (TODOS TELHADOS)

Posição	Nº do artigo	Artigo	Quantidade	Peso
1	2003024	Single Standing SeamClamp CF:x	1080	156,6 kg
2	1003586	MiddleClamp XS Set 34-38	312	21,8 kg
3	1005169	EndClamp Set 34-36	240	18,0 kg
4	2002870	K2 Solar Cable Manager	904	2,5 kg
5	2003222	SingleRail 36; 4.40 m	132	447,5 kg
6	2001976	SingleRail 36 RailConnector Set	96	36,1 kg
7	2004095	D-Dome 6.10 Base Set L	516	1560,4 kg
8	2004125	Dome 6.10 Peak	1032	309,6 kg
9	2004123	Dome 6.10 Connector Bonding Set	359	77,5 kg
10	xxxxxxx	User defined anchor	86	-
11	2004144	FixPro L	86	344,0 kg
12	2002547	Adapter Plate M12	86	25,8 kg
13	2003147	Climber 36/50 M12	86	5,5 kg
14	2002558	MiniClamp MC Set 30-50	688	39,9 kg
15	2002559	MiniClamp EC Set 30-50	1376	90,8 kg
16	2002649	TerraGrif K2MI Duo	416	0,4 kg
Total				**3136,4 kg**

As âncoras não fazem parte dos produtos K2 e devem ser adquiridas separadamente do respectivo fabricante.