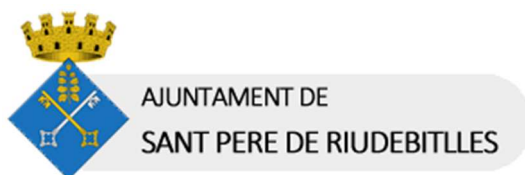


DOCUMENT 1. MEMÒRIA I ANNEXOS

INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA PER AUTOCONSUM COL·LECTIU 100 kW SOBRE LA COBERTA DE L'ESCOLA PÚBLICA SANT JERONI



Plaça de les Eres, 1, 08776 Sant Pere de Riudebitlles, (Barcelona)

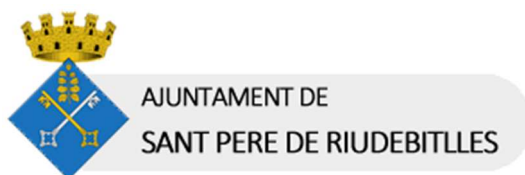


Sant Pere de Riudebitlles, juny de 2024

Av. de l'Estatut, 130, 08191 Rubí (Barcelona) · 931 937 390 · suma@epi.coop · www.epi.coop

MEMÒRIA DESCRIPTIVA I TÈCNICA

INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA PER AUTOCONSUM COL·LECTIU 100 kW SOBRE LA COBERTA DE L'ESCOLA PÚBLICA SANT JERONI



Plaça de les Eres, 1, 08776 Sant Pere de Riudebitlles, (Barcelona)



Sant Pere de Riudebitlles, juny de 2024

Av. de l'Estatut, 130, 08191 Rubí (Barcelona) · 931 937 390 · suma@epi.coop · www.epi.coop

ÍNDEX

1.	INTRODUCCIÓ.....	1
1.1.	OBJECTE DEL PROJECTE	1
1.2.	IDENTIFICACIONS.....	1
1.2.1.	PETICIONARI DEL PROJECTE	1
1.2.2.	TITULAR DE LA INSTAL·LACIÓ	1
1.2.3.	TÈCNIC REDACTOR DEL PROJECTE.....	1
1.3.	DESCRIPCIÓ I ABAST DEL PROJECTE	2
1.3.1.	EMPLAÇAMENT DE LA INSTAL·LACIÓ	2
1.3.2.	SITUACIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ	2
1.3.3.	DADES URBANÍSTIQUES.....	3
1.3.4.	NORMATIVA APLICABLE	5
1.3.5.	CLASSIFICACIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ SEGONS EL RD 244/2019	6
2.	MEMÒRIA DESCRIPTIVA DEL PROJECTE	7
2.1.	DESCRIPCIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ FOTOVOLTAICA D'AUTOCONSUM.....	7
2.2.	DESCRIPCIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ OBJECTE DEL PROJECTE.....	8
2.2.1.	DESCRIPCIÓ GENERAL.....	8
2.2.2.	ESTUDI ENERGÈTIC	9
2.2.2.1.	INTRODUCCIÓ.....	9
2.2.2.2.	DADES DE RADIACIÓ	9
2.2.3.	PANELLS FOTOVOLTAICS	9
2.2.4.	INVERSOR (ONDULADOR).....	10
2.2.5.	ELEMENTS DE SUPORT I SUBJECCIÓ DELS PANELLS	12
2.2.6.	QUADRES ELÈCTRICS I ELEMENTS DE COMANDAMENT I PROTECCIÓ	12
2.2.6.1.	QUADRE DE COMANDAMENT I PROTECCIÓ DE CA.....	12
2.2.6.2.	ELEMENTS DE COMANDAMENT I PROTECCIÓ DE CC.....	13
2.2.6.3.	PROTECCIONS D'INTERCONEXIÓ	14
2.2.6.4.	PROTECCIÓ CONTRA CONTACTES DIRECTES	14
2.2.6.5.	ALTRES ELEMENTS DE COMANDAMENT I PROTECCIÓ.....	15
2.2.7.	MESURA.....	15
2.2.8.	EXECUCIÓ DEL CABLEJAT I CANALITZACIONS.....	16
2.2.9.	XARXA DE TERRA	17
2.2.10.	COMPLIMENT DE L'ITC-BT 30: LOCALS MULLATS.....	19
2.2.11.	COMPLIMENT DE L'ITC-BT-40.....	19
2.2.11.1.	CAPÍTOL 4: CONDICIONS PER A LA CONNEXIÓ.....	19
2.2.11.2.	CAPÍTOL 5: CABLES DE CONNEXIÓ.....	20

2.2.11.3.	CAPÍTOL 6: FORMA DE L'ONA.....	20
2.2.11.4.	CAPÍTOL 7: PROTECCIONS	20
2.2.11.5.	CAPÍTOL 8: INSTAL·LACIONS DE POSADA A TERRA.....	20
2.2.12.	ALTRES DISPOSICIONS	20
2.2.13.	SISTEMA DE MONITORITZACIÓ	21
2.3.	PLA D'EXECUCIÓ DE L'OBRA	21
2.4.	DOCUMENTACIÓ I TRAMITACIÓ DE LES INSTAL·LACIONS D'AUTOCONSUM.....	21
2.4.1.	DOCUMENTACIÓ	22
2.4.2.	INSPECCIONS REGLAMENTARIES.....	22
2.4.3.	INSCRIPCIÓ.....	22
2.4.4.	ACCÉS I CONNEXIÓ A LA XARXA ELÈCTRICA	22
3.	MEMÒRIA TÈCNICA DEL PROJECTE	24
3.1.	DESCRIPCIÓ DEL CAMP FOTOVOLTAIC.....	24
3.2.	CÀLCULS ENERGÈTICS.....	24
3.2.1.	SIMULACIÓ DE LA PRODUCCIÓ.....	24
3.2.2.	PÈRDUES ENERGÈTIQUES I RENDIMENTS.....	24
3.2.3.	PRODUCCIÓ ANUAL ESTIMADA.....	27
3.3.	CÀLCULS ELÈCTRICS	38
3.3.1.	DISSENY DE LES LÍNIES ELÈCTRIQUES	38
3.3.1.1.	CAIGUDA DE TENSIÓ.....	38
3.3.1.2.	COMPROVACIÓ TÈRMICA.....	40
3.3.1.3.	CÀLCUL I DIMENSIONAT DELS CONDUCTORS	41
3.3.1.1.	DIMENSIONAT DELS CONDUCTORS NEUTRES.....	42
3.3.2.	PROTECCIONS	44
3.3.2.1.	GENERALITATS.....	44
3.3.2.2.	PROTECCIONS DE CC.....	47
3.3.2.3.	PROTECCIONS DE CA	47
3.3.2.4.	XARXA DE TERRES	48
3.3.3.	CONNEXIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ	48
3.3.4.	COMPROVACIONS	48
4.	PRESSUPOST	49
5.	CONCLUSIONS	50
6.	DOCUMENTS QUE INTEGREN EL PRESENT PROJECTE	51

1. INTRODUCCIÓ

1.1. OBJECTE DEL PROJECTE

L'objecte d'aquest projecte és definir les condicions tècniques i econòmiques per la realització d'una instal·lació de generació d'energia elèctrica per autoconsum col·lectiu a través d'energia solar fotovoltaica, així com el disseny i el càlcul de les instal·lacions necessàries.

A més també té l'Objecte d'exposar a l'Administració Pública dels elements que componen la instal·lació, per poder sol·licitar les autoritzacions corresponents per a la seva posada en funcionament.

1.2. IDENTIFICACIONS

1.2.1. PETICIONARI DEL PROJECTE

RAÓ SOCIAL:	Ajuntament de Sant Pere de Riudebitlles
CIF:	P0823200A
ADREÇA:	Plaça de les Eres, 1, 08776 Sant Pere de Riudebitlles, (Barcelona)

1.2.2. TITULAR DE LA INSTAL·LACIÓ

RAÓ SOCIAL:	Ajuntament de Sant Pere de Riudebitlles
CIF:	P0823200A
ADREÇA:	Plaça de les Eres, 1, 08776 Sant Pere de Riudebitlles, (Barcelona)
PERSONA CONTACTE:	Ivan Freixedes Almirall
DADES DE CONTACTE:	93 890 62 51

1.2.3. TÈCNIC REDACTOR DEL PROJECTE

NOM I COGNOMS:	Roberto Blesa Sabater
TITULACIÓ:	Enginyer Tècnic Industrial
COL·LEGIAT:	Nº 20593 del Col·legi d'Enginyers Tècnics Industrials de Barcelona (CETIB)
DADES DE CONTACTE:	722 35 90 46
RAÓ SOCIAL:	EPI SCCL
ADREÇA:	Av. Estatut, 130, 08191 Rubí (Barcelona)

1.3. DESCRIPCIÓ I ABAST DEL PROJECTE

Aquest projecte consisteix en la instal·lació d'un generador fotovoltaic a sobre de la coberta de l'escola pública Sant Jeroni, interconnectat a la xarxa interior elèctrica de baixa tensió d'aquest, amb la finalitat de que sigui autoconsumidor de l'electricitat generada, juntament amb altres consumidors associats a la mateixa instal·lació de generació. L'energia excedent, no autoconsumida de manera instantània, s'injectarà a la xarxa de distribució i serà compensada posteriorment segons el coeficient de repartiment establert en un preacord.

En la taula següent es detallen les dades més significatives d'aquesta instal·lació:

POTÈNCIA NOMINAL:	100.000 W
POTÈNCIA PIC:	128.000 W
PANELLS:	256 panells LONGI SOLAR LR5-66HPH-500M-G2 de 500 Wp cadascun
AZIMUT:	90º Est, 43º Est, 90º Oest
INCLINACIÓ:	8°
INVERSOR:	1 inverter HUAWEI SUN2000-100-KTL-M2 de 100.000 Wn
PRODUCCIÓ ANUAL:	179 MWh

1.3.1. EMPLAÇAMENT DE LA INSTAL·LACIÓ

ADREÇA:	Passeig de Sant Jeroni, s/n, 08776 Sant Pere de Riudebitlles, (Barcelona)
COORDENADES UTM:	(Datum ETRS89) X: 391327,23; Y: 4589496,43 (HUS:31)
REFERENCIA CADASTRAL:	1497701CF9819N0001QO

1.3.2. SITUACIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ

La situació de la instal·lació sobre la coberta de l'escola pública Sant Jeroni serà sobre la teulada de teula i sobre les teulades de xapa ondulada tal com s'indica en la simulació següent:



1.3.3. DADES URBANÍSTIQUES

L'Edifici on s'implantarà la instal·lació es troba en terrenys classificats com a urbà, segons dades de la fixta cadastral de l'immoble:



CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

Referencia catastral: 1497701CF9819N0001QO

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

Localización:

CM SANT JERONI 3
08776 SANT PERE DE RIUDEBITLLES [BARCELONA]

Clase: URBANO

Uso principal: Cultural

Superficie construida: 3.267 m²

Año construcción: 2008

Construcción

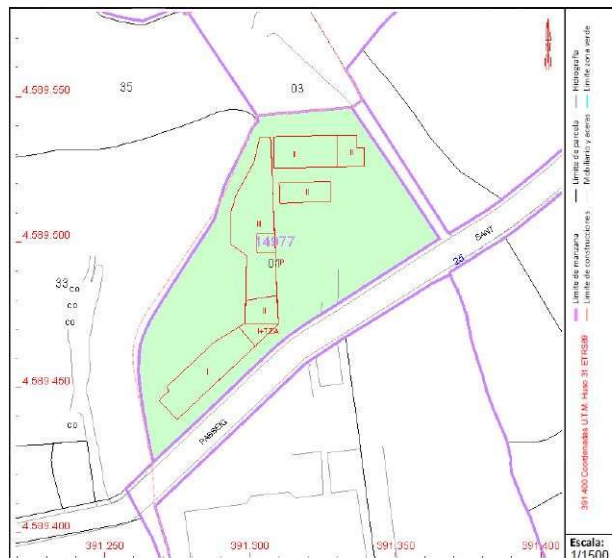
Destino	Escalera / Planta / Puerta	Superficie m ²
ENSEÑANZA		451
ENSEÑANZA	2/0/01	1.121
ENSEÑANZA	2/0/2/01	716
ENSEÑANZA	2/0/3/01	551
ENSEÑANZA	3/0/0/01	92
ENSEÑANZA	3/0/1/01	92
ENSEÑANZA	4/0/0/01	122
ENSEÑANZA	4/0/1/01	122

PARCELA

Superficie gráfica: 5.841 m²

Participación del inmueble: 99,999900 %

Tipo: Parcela construida sin división horizontal



D'altra banda, segons el Mapa Urbanístic de Catalunya els terrenys on se situa l'edifici es classifiquen com a Sòl urbà, amb una qualificació de Sistemes i Equipaments:



En aquest àmbit no hi ha actualment cap limitació a l'atorgament de la llicència urbanística necessària per a la implantació de la instal·lació prevista.

Segons l'Article 9 bis.1 a) del Decret Legislatiu 1/2010, de 3 d'agost, pel qual s'aprova el Text refós de la Llei d'urbanisme, afegit per l'article 5.1 del Decret Llei 16/2019, de 26 de novembre, de mesures urgents per a l'emergència climàtica i l'impuls a les energies renovables, s'admet la implantació de les instal·lacions per a l'aprofitament de l'energia solar mitjançant captadors solars tèrmics o panells fotovoltaics, sense necessitat de modificar el planejament urbanístic, sobre la coberta de les edificacions i altres construccions auxiliars d'aquestes, incloses les pèrgoles dels aparcaments de vehicles, quan les instal·lacions no superin el metre d'alçada des de la coberta plana o, en cas de coberta inclinada, quan els captadors o els panells s'hi ubiquin adossats en paral·lel.

Segons l'Article 187 bis h) del Decret Legislatiu 1/2010, de 3 d'agost, pel qual s'aprova el Text refós de la Llei d'urbanisme, afegit per l'article 5.11 del Decret Llei 16/2019, de 26 de novembre, de mesures urgents per a l'emergència climàtica i l'impuls a les energies renovables, estan subjectes al règim de comunicació prèvia, amb les excepcions que estableixen els articles 187.2 i 187 *ter*, les instal·lacions de producció d'energia elèctrica mitjançant panells solars fotovoltaics en els termes que estableix l'article 9 bis.

1.3.4. NORMATIVA APLICABLE

El present Projecte s'ha redactat seguint les següents reglamentacions i normes:

- Llei 24/2013, de 26 de desembre, del sector elèctric.
- Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió REBT y les seves Instruccions Tècniques Complementaries ITC-BT (R.D. 842/2002, de 2 d'agost)
- RD 1955/2000, de 1 de desembre, pel que es regulen les activitats de transport, distribució, comercialització, subministrament i procediments d'autorització d'instal·lacions d'energia elèctrica.
- RD 1110/2007, de 24 d'agost, pel que s'aprova el Reglament unificat de punts de mesura del sistema elèctric.
- RD 1699/2011, de 18 de novembre, pel que es regula la connexió a xarxa d'instal·lacions de producció d'energia elèctrica de petita potència.
- RD 413/2014 de 6 de juny, pel que es regula l'activitat de producció d'energia elèctrica a partir de fonts d'energia renovable, cogeneració i residus.
- RD 900/2015, de 9 d'octubre, pel que es regulen les condicions administratives, tècniques i econòmiques de les modalitats de subministrament d'energia elèctrica amb autoconsum i de producció amb autoconsum.
- RD 244/2019, de 5 d'abril, pel qual es regulen les condicions administratives, tècniques i econòmiques de l'autoconsum d'energia elèctrica.
- Instrucció DGI 12/2023, sobre condicions i procediment a seguir, en matèria de seguretat industrial, per posar en servei les instal·lacions d'autoconsum fotovoltaïques que s'acullin al règim de compensació d'excedents en baixa tensió.
- Decret 352/2001 de 18 de desembre sobre procediment administratiu aplicable a les instal·lacions d'energia solar fotovoltaica connectades a xarxa (DOGC de 2.1.2002)
- UNE-HD 60364-5-52:2022. Part 5-52: Selecció i instal·lació d'equips elèctrics. Canalitzacions.
- UNE 20434:2022. Sistema de designació de cables.

- UNE 211435-1:2021. Guia per triar cables elèctrics per a circuits de distribució d'energia elèctrica. Part 1: cables de tensió assignada igual a 0,6/1 kV.
- UNE-HD 60364-4-43:2013. Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 4-43: Protección para garantizar la seguridad. Protección contra las sobrentensiones.
- UNE-HD 60364-5-54:2015. Instal·lacions elèctriques de baixa tensió. Part 5-54: Selecció i instal·lació dels equips elèctrics. Posada a terra i conductors de protecció.
- UNE-EN 60947-6-2:2005. Aparellatge de baixa tensió. Part 6-2: Materials de funcions múltiples. Aparells (o material) de connexió de comandament i de protecció (ACP).
- UNE-EN 60947-3:2009. Aparellatge de baixa tensió. Part 3: Interruptors, seccionadors, interruptors-seccionadors i combinats fusibles.
- EN-IEC 60 269-1 (UNE): Fusibles de baixa tensió.
- Altres Normes UNE d'obligat compliment.
- RD 314/2006, de 17 de març pel que s'aprova del Codi Tècnic de la Edificació.
- Reglament Delegat (UE) 2016/364 de la Comissió, d'1 de juliol de 2015, relatiu a la classificació de les propietats de reacció al foc dels productes de construcció de conformitat amb el Reglament (UE) núm. 305/2011 del Parlament Europeu i del Consell.
- RD 732/2019, de 20 de desembre, pel qual es modifica el Codi Tècnic de l'Edificació, aprovat pel Reial decret 314/2006, de 17 de març.
- Llei 31/1995 del 8 de Novembre de Prevenció de Riscos Laborals.
- RD 1627/1997, de 24 d'Octubre, pel que s'estableixen les disposicions mínimes de seguretat i salut en les obres de construcció.
- RD 486/1997, de 14 d'abril, pel que s'estableixen les disposicions mínimes de seguretat i salut en el treball.
- Normes particulars de la Companyia Subministradora d'Energia Elèctrica: ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA SLU.
- Llei 20/2009, de 4 de desembre, relativa a la prevenció i control de les activitats.
- Condicions imposades per les entitats públiques afectades.
- Normatives urbanístiques municipals.
- Altres normatives municipals.
- Altres normes i disposicions del projectista.

1.3.5. CLASSIFICACIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ SEGONS EL RD 244/2019

Segons l'article 4 del RD 244/2019, la instal·lació pertany a una modalitat de subministrament amb autoconsum amb excedents.

Adicionalment, es classificarà com autoconsum col·lectiu ja que hi haurà diversos consumidors associats a aquesta instal·lació de generació. Tots els consumidors participants d'aquesta instal·lació hauran de comunicar de forma individual a l'empresa distribuïdora, un mateix acord signat que reculli els criteris de repartiment de l'energia.

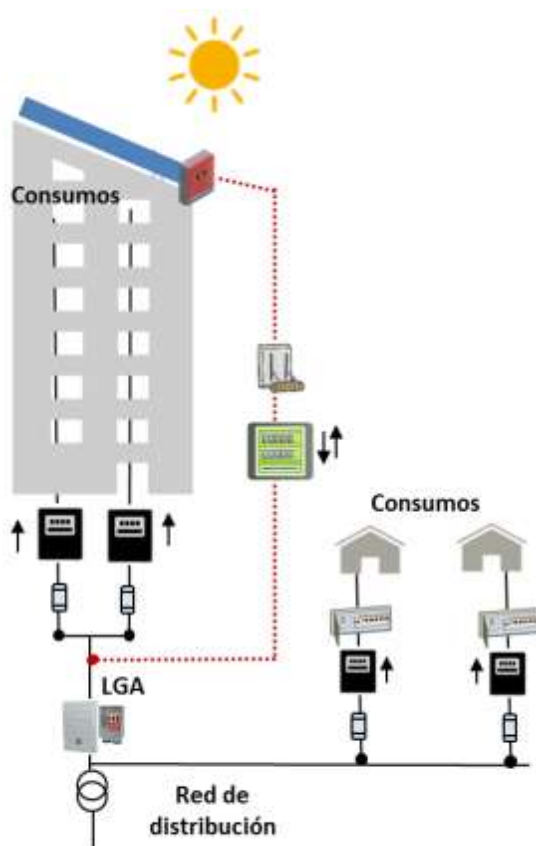
2. MEMÒRIA DESCRIPTIVA DEL PROJECTE

2.1. DESCRIPCIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ FOTOVOLTAICA D'AUTOCONSUM

La instal·lació dissenyada en aquest projecte està constituïda per les següents parts:

- Panells solars fotovoltaics: Converteixen la irradiació solar en energia elèctrica en Corrent Continu.
- Inversor: Converteix l'energia elèctrica de Corrent Continu en Corrent Alterna.
- Comptador de xarxa: Registra el transit d'energia elèctrica entre la instal·lació de l'usuari i la xarxa de distribució

L'esquema de principi és el següent:



Autoconsum col·lectiu a través de la xarxa acullit a compensació.

El generador fotovoltaic està format per una sèrie de panells connectats elèctricament entre si que transformen l'energia solar en energia elèctrica, generant un Corrent Continu (CC) proporcional a la irradiància solar que incideix sobre aquests.

Els panells estan formats per la interconnexió de cèl·lules solars encapsulades entre materials que la protegeixen de les condicions climàtiques exteriors. Són les encarregades de captar l'energia procedent del sol en forma de radiació solar i transformar-la en energia elèctrica per l'efecte fotovoltaic.

Aquest CC es condueix fins a l'inversor que, emprant la tecnologia de potència, la converteix en Corrent Altern (CA) a la mateixa freqüència i tensió que la xarxa elèctrica.

La connexió entre l'inversor i la xarxa de distribució es farà aprofitant la instal·lació d'enllaç prevista per al subministrament de l'edifici de l'Escola pública Sant Jeroni.

2.2. DESCRIPCIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ OBJECTE DEL PROJECTE

2.2.1. DESCRIPCIÓ GENERAL

Aquest projecte consisteix en la instal·lació d'un generador fotovoltaic de potència nominal de 100.000 W i 128.000 W pic repartits a la coberta d'un edifici existent, interconnectat a la xarxa interior elèctrica de baixa tensió, amb la finalitat d'autoconsumir l'electricitat generada.

La instal·lació consta bàsicament d'un generador fotovoltaic format per 256 panells de 500 W pic disposats de la següent forma:

INVERSOR	NÚM DE CADENES	NÚM DE PANELLS PER CADENA	TIPUS DE DISPOSICIÓ	INCLINACIÓ	AZIMUT
1	1	18	Estructura inclinada sobre teulada xapa ondulada	8°	90° Oest
1	7	17	Estructura inclinada sobre teulada xapa ondulada	8°	90° Est
1	9	17	Estructura inclinada sobre teulada xapa ondulada	8°	43° Est

Aprofitant la radiació solar, els panells fotovoltaics generen electricitat en corrent continu que es conduirà fins a un inversor de 100 kW de potència nominal total. Aquest ondulador convertirà el corrent continu en corrent altern per tot seguit, evacuar l'energia a la xarxa interior de consum. Des de la generació d'electricitat en els mòduls fins a la seva connexió a xarxa interna s'instal·laran els elements de protecció i mesura més adients segons normativa.

En les cobertes de xapa, els panells es subjectaran de manera coplanar mitjançant unes pinces d'ancoratge model Rapid16, fabricades per l'empresa SCHLETTER. Aquestes peces es collen als perfils que, a la vegada, estaran subjectes a la xapa amb unes peces, Universal Adapter M8 del mateix fabricant, fixades amb cargols autorroscants d'acer inoxidable o tractament anticorrosiu apte per a la seva instal·lació a la intempèrie. A més, incorporen una banda EPDM per garantir l'estanqueïtat.

Entre els panells i l'inversor s'interposen uns elements de comandament i protecció de CC i entre l'inversor i la connexió amb la xarxa interna BT de consum, s'interposa un quadre de comandament i protecció de CA. L'inversor i els elements de comandament de protecció de CC i de CA se situaran segons plànols adjunts.

En els següents capítols es defineixen amb més detall tots els elements de la instal·lació.

2.2.2. ESTUDI ENERGÈTIC

2.2.2.1. INTRODUCCIÓ

En el disseny de la instal·lació s'ha comprovat com els principals paràmetres energètics de l'emplaçament escollit influeixen sobre el rendiment, la rendibilitat i el medi ambient.

El càlcul de l'energia produïda pel sistema fotovoltaic s'ha efectuat per mitjà del programa de càlcul PVSYST, V7.2.8. Aquest software realitza simulacions de funcionament de sistemes fotovoltaics, simulant la radiació incident i les diferents components del sistema, sent una eina de primer nivell de referència en el sector.

2.2.2.2. DADES DE RADIACIÓ

Les dades de radiació s'han obtingut a partir de les dades presents en el Centre d'Investigació Conjunta de la Comissió Europea o Joint Research Center (JRC), que reuneix dades a través del Photovoltaic Geographical Information (PVGIS). Concretament, aquesta base de dades s'anomena Climate SAF-PVGIS (Satellite Application Facility on Climate Monitoring).

Aquesta base de dades conté les dades de la versió antiga (Classic PVGIS), que s'obtenien interpolant les dades d'estacions meteorològiques, i dades recollides dotze anys (1998-2010) amb satèl·lits meteorològics, Meteosat 5-7 (1998-2006) i Meteosat MSG (2006-2010).

2.2.3. PANELLS FOTOVOLTAICS

Per a la realització d'aquest projecte s'han triat els següents panells amb les següents característiques:

LONGI SOLAR LR5-66HPH-500M-G2	
Potència màxima ⁽¹⁾ (Pmax)	500 Wp
Tolerància de potència	0/+3 %
Tolerància de mesura (potència)	± 3 %
Grau d'eficiència dels mòduls ⁽¹⁾	21,7 %
Tensió amb potència màxima ⁽¹⁾ (Vmpp)	38,38 V
Corrent amb potència màxima ⁽¹⁾ (Impp)	13,03 A
Tensió en circuit obert ⁽¹⁾ (Voc)	45,55 V
Corrent de curtcircuit ⁽¹⁾ (Isc)	13,90 A
Temperatura de operació	-40/+85 °C
Tensió màxima del sistema	1.500 V
Coefficient de temperatura (Pmax)	-0,34 %/°C
Coefficient de temperatura (Voc)	-0,265 %/°C
Coefficient de temperatura (Isc)	0,050 %/°C
Temperatura nominal de operació (NOCT)	45±2 °C
Longitud	2.093 mm
Amplada	1.134 mm
Gruix	35 mm
Pes	25,3 Kg

⁽¹⁾ Valors obtinguts en condicions STC: radiació solar de 1000 W/m², temperatura de cèl·lula de 25 °C i valor espectral de 1,5 AM.

La tecnologia de fabricació d'aquests panells ha superat unes proves d'homologació molt estrictes que permeten garantir, per un costat, una gran resistència a la intempèrie i, per una altre, un elevat aïllament entre les seves parts elèctricament actives i accessibles externament.

Els panells se situaran sobre les cobertes de l'Escola Pública Sant Jeroni de manera coplanar amb una inclinació de 8°.

En els plànols adjunts es pot apreciar la seva ubicació.

2.2.4. INVERSOR (ONDULADOR)

L'ondulador o inversor, és l'encarregat de convertir el corrent continu (CC) generat per el camp fotovoltaic en corrent altern (CA). Les característiques de l'inversor triat per a aquest projecte són les següents:

HUAWEI SUN2000-100KTL-M2	
DADES D'ENTRADA	
Potència màxima d'entrada (CC)	N/D W
Nombre de seguidors MPP independents	10
Màxim corrent d'entrada per seguidor MMP	30 A
Màxim corrent de curtcircuit per seguidor MMP	40 A
Rang tensió MPP	200-1000 V
Màxima tensió admissible (VCC)	1100 V
Nombre de cadenes admissible per MPP	2
DADES DE SORTIDA	
Potència màxima de sortida (CA)	100.000 W
Tensió de sortida nominal (CA)	400 V
Corrent de sortida nominal (CA)	144,4 A
Acoblament a la xarxa	3-NPE
DADES GENERALS	
Longitud	1035 mm
Alçada	700 mm
Gruix	365 mm
Pes	93 Kg
Grau de protecció IP	IP66

Aquest model d'inversor disposa de diferents grups d'entrades CC que realitzaran la distribució als diferents panells fotovoltaics, realitzant connexions en sèrie i/o paral·lel, a través de les diferents caixes de connexions i protecció.

Aquest inversor disposa també d'un microprocessador que garanteix una corba sinusoïdal amb una mínima distorsió (<3%). Garanteix un funcionament automàtic i el seguiment del punt de màxima potència (MPP), i la funció d'stand-by evita les possibles pèrdues durant períodes de repòs.

Permet la desconexió-connexió automàtica de la instal·lació en cas de pèrdua de tensió o freqüència de la xarxa, evitant el funcionament en illa.

Actua com un controlador permanent d'aïllament per la desconexió-connexió automàtica de la instal·lació en cas de pèrdua de resistència d'aïllament.

A la sortida de l'inversor fins a la connexió a xarxa s'instal·laran els elements de protecció indicats en l'esquema unifilar.

L'inversor es situarà a l'interior de'una caseta al costat del dipòsit segons plànols.

D'acord amb la solució proposada anteriorment i els càlculs justificatius, els paràmetres i valors límit de funcionament de l'inversor són valors admissibles.

2.2.5. ELEMENTS DE SUPORT I SUBJECCIÓ DELS PANELLS

Els elements de suport i subjecció del panells són els encarregats d'assegurar un bon ancoratge del generador fotovoltaic, facilitant la instal·lació i el manteniment dels panells, a la vegada que proporciona l'orientació necessària i l'angle d'inclinació idoni per aprofitar millor la radiació solar.

Els elements instal·lats resistiran el pes dels mòduls fotovoltaics, les sobrecàrregues provocades per l'efecte del vent i de la neu, així com les possibles dilatacions tèrmiques provocades per l'augment de temperatura en les diferents èpoques de l'any.

En el cas de les cobertes de xapa ondulada, els panells se subjectaran de manera coplanar sobre les cobertes existents inclinades 8°. Els elements de suport i subjecció triats per aquest projecte corresponen al sistema Universal Adapter M8 del fabricant SCHLETTER, consistent en unes peces metàl·liques d'alumini. Aquestes peces estaran fixades amb cargols autorroscants d'acer inoxidable o tractament anticorrosiu apte per a la seva instal·lació a la intempèrie. A més, incorporen una banda EPDM per garantir l'estanqueïtat.

En l'annex II es mostren també tots els càlculs realitzats per a aquestes estructures amb la seva eina de càlcul corresponent, per a justificar la seva idoneïtat.

2.2.6. QUADRES ELÈCTRICS I ELEMENTS DE COMANDAMENT I PROTECCIÓ

Per proporcionar la seguretat tant als equips que formen la instal·lació com al personal encarregat del seu manteniment, és necessari proporcionar una sèrie d'elements de comandament i protecció que assegurin una explotació correcta de la instal·lació. Tota la instal·lació complirà el que estableix el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió.

Els quadres elèctrics i elements de comandament i protecció previstos s'instal·laran dins d'una de les casetes vallades habilitada per aquest ús o en quadres amb protecció IP65.

2.2.6.1. QUADRE DE COMANDAMENT I PROTECCIÓ DE CA

El Quadre de Comandament i Protecció de CA (QCPV CA) se situarà a una alçada mínima de 1 m des del nivell del sòl per a la seva col·locació. L'envolvent del quadre serà de material plàstic de doble aïllament, amb porta incorporada, i contindrà les proteccions de cada un dels circuits que conformen la part de CA de l'instal·lació. S'ajustarà a les normes UNE 20.451 i UNE-EN 60.439 -3, amb un grau de protecció mínim IP 30 segons UNE 20.324 i IK07 segons UNE-EN 50.102.

L'instal·lador fixarà de forma permanent sobre el quadre elèctric una placa, impresa amb caràcters indelebles, en la qual consti el seu nom o marca comercial, data en què es va realitzar la instal·lació, així com la intensitat assignada de l'interruptor general automàtic. A més ha de nomenar i designar la sortida dels diferents circuits del quadre de comandament i protecció.

Les proteccions formades pels interruptors automàtics magnetotèrmics protegiran contra sobrecàrregues i curtcircuits segons estableix la ITC-BT-22. Els interruptors diferencials protegiran contra contactes indirectes segons estableix la ITC-BT-24. Per a la protecció contra sobretensions, segons estableix la ITC-BT-

23 es tracta d'una situació natural, ja que es preveu un risc baix a causa de que la instal·lació està connectada a una xarxa de distribució subterrània i es considera suficient la resistència a les sobretensions dels equips en funció de la seva categoria, pel que no es requereix cap protecció suplementària contra les sobretensions transitòries.

El quadre disposarà d'un born-regleta per a la posada a terra dels elements que el necessitin.

Els elements de comandament i protecció a instal·lar en el quadre són els que es detallen en l'esquema unifilar que apareix en els plànols, les característiques de cadascun d'aquests elements i la seva elecció queden reflectits en el apartat de Càlculs Justificatius.

Proteccions contra sobreintensitats:

Les sobreintensitats es deuen a sobrecarregues degudes als aparells d'utilització, defectes de baixa impedància o curtcircuits. Per tant, excepte el conductor de protecció, tots els conductors de cada circuit aniran protegits i s'equiparan amb interruptors magnetotèrmics de tall omnipolar calibrats segons l'intensitat a suportar (segons ITC-BT-22)

Proteccions contra contactes indirectes:

S'instal·larà a aquest fi almenys un interruptor diferencial general en la instal·lació, el qual la deixarà fora de servei si es produís una fuga de corrent a terra des d'una part activa de la mateixa. Per a l'adeuada protecció contra contactes indirectes de tots els circuits (segons ITC-BT-24), es complirà la següent condició:

$$R_a \times I_a \leq U$$

on:

“ R_a ” és la suma de les resistències de la presa de terra i dels conductors de protecció de masses.

“ I_a ” és el corrent que assegura el funcionament del dispositiu de protecció (corrent diferencial-residual assignada).

“ U ” és la tensió de contacte límit convencional (50 V en locals secs i 24 V en locals mullats).

Si pel tipus o caràcter de la instal·lació s'instal·lés un interruptor diferencial per cada circuit o grup de circuits, es podria prescindir de l'interruptor diferencial general, sempre que quedin protegits tots els circuits. En el cas que s'instal·li més d'un interruptor diferencial en sèrie, existirà una selectivitat entre ells.

Totes les masses dels equips elèctrics protegits per un mateix dispositiu de protecció, han de ser interconnectades i unides per un conductor de protecció a una mateixa presa de terra.

2.2.6.2. ELEMENTS DE COMANDAMENT I PROTECCIÓ DE CC

Els elements de comandament i protecció de CC es trobaràn integrats en l'inversor.

Els elements de comandament i protecció instal·lats són els que es detallen en l'esquema unifilar que apareix en els plànols, les característiques de cadascun d'aquests elements i la seva elecció queden reflectits en l'apartat de Càlculs Justificatius.

Com a elements de comandament principals, l'inversor incorporarà interruptors associats als diferents grups de cadenes de panells connectades a l'inversor, fins a un total de dos. Aquests interruptors permetran la connexió i desconexió en càrrega dels diferents grups.

Proteccions contra sobreintensitats:

Les proteccions contra sobreintensitats dels circuits de CC consisteixen en fusibles que tenen la funció de tallar el pas de corrent en el cas que la corrent de circulació entre ells sigui massa elevada, bé per situacions de sobrecàrrega, defectes de baixa impedància o de curtcircuit. S'instal·laran fusibles de calibre i tensió de servei adequats per protegir els conductors de les diferents cadenes de panells.

Proteccions contra contactes indirectes:

Segons estableix la ITC-BT-24, els circuits de CC de l'instal·lació corresponen a un esquema IT, amb els seus conductors actius aïllats de terra.

En aquesta situació, el dispositiu de protecció consistirà en un controlador permanent d'aïllament, integrat a l'inversor, que davant l'aparició d'un primer defecte d'una part activa a massa o a terra, activarà un senyal visual i procedirà a desconnectar l'inversor.

Proteccions contra sobretensions:

A pesar que, com s'indica anteriorment, extracta d'una situació natural segons estableix la ITC-BT-23, resulta molt recomanable la instal·lació de dispositius de protecció contra sobretensions transitòries en aquelles províncies amb més de 25 dies de tempesta a l'any de mitjana, com és el cas de la província de Barcelona.

Per aquest motiu i amb la finalitat de protegir en la mesura que sigui possible a l'inversor donat el seu elevat cost, el quadre incorporarà un dispositiu de protecció contra sobretensions transitòries de tipus 2, apte per a sobretensions d'origen atmosfèric (a excepció de l'impacte directe de raig en la instal·lació). En el nostre cas, aquest dispositiu es troba ja integrat en l'entrada CC del propi inversor.

2.2.6.3. PROTECCIONS D'INTERCONEXIÓ

En aplicació de la ITC-BT-40 del REBT, l'instal·lació comptarà amb proteccions específiques per la interconnexió de màxima i mínima freqüència i de màxima i mínima tensió, les quals es descriuen més endavant.

2.2.6.4. PROTECCIÓ CONTRA CONTACTES DIRECTES

En aplicació de la ITC-BT-24 del REBT, la protecció contra contactes directes de l'instal·lació es resoldrà mitjançant l'aïllament dels equips elèctrics emprats i en l'execució de la pròpia instal·lació, per la no accessibilitat de les parts en tensió, per la interposició d'obstacles o per l'aïllament adient.

2.2.6.5. ALTRES ELEMENTS DE COMANDAMENT I PROTECCIÓ

Per a donar compliment al que s'estableix per la ITC-BT-23 per a aquesta instal·lació, la sortida CA de l'inversor incorporarà un dispositiu de protecció contra sobretensions transitòries de tipus 2 com a element addicional de protecció.

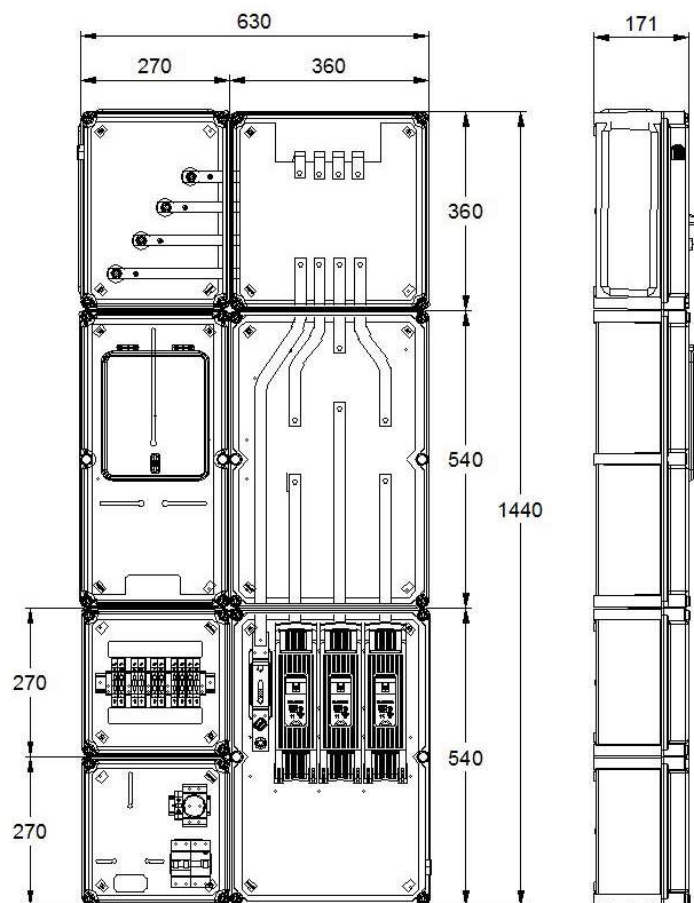
2.2.7. MESURA

Es complirà amb l'establert al RD 244/2019, al RD 1110/2007 i a les normes tècniques particulars de la companyia elèctrica distribuïdora.

Segons el RD 244/2019, la instal·lació solar projectada quedarà subjecta a la modalitat de subministrament amb autoconsum col·lectiu amb excedents acollida a compensació. Per tant, segons l'article 10 del mateix, la instal·lació comptarà amb un equip de mesura bidireccional que registri la generació neta en el punt frontera de la instal·lació.

La instal·lació de consum existent compta ja amb un equip de mesura bidireccional al seu punt frontera, el qual compleix amb el que s'estableix al RD 1110/2007 i a les normes tècniques particulars de la companyia elèctrica distribuïdora.

L'equip de mesura per la generació s'instal·larà dintre d'una Caixa de Protecció i Mesura (CPM) tipus TMF10, adequada per a la tipologia de la instal·lació de generació (trifàsica amb una potència nominal de 100kW):



La CPM s'instal·larà dins d'un nínxol de formigó prefabricat, col·locat al costat del nínxol existent per la CPM del subministrament de l'escola, segons plànols, possibilitant així l'accés lliure i directe des de la via pública.

2.2.8. EXECUCIÓ DEL CABLEJAT I CANALITZACIONS

Les línies elèctriques de la instal·lació fotovoltaica s'executaràn íntegrament amb cables d'aïllament mínim 0,6/1kV, amb la secció necessària en cada cas per admetre les intensitats previstes i no superar les caigudes de tensió màximes establertes.

Els cables utilitzats per la interconnexió de panells i connexió amb l'inversor, seran unipolars de coure d'aïllament nominal 0,6/1kV CA i 1,8kV CC, tipus ZZ-F, H1Z2Z2-K o similars. Seran en tot cas adequats per a la seva utilització a la intempèrie.

Per altra banda, els cables utilitzats en els circuits de CA de l'instal·lació seran unipolars o multipolars de coure d'aïllament nominal 0,6/1kV, tipus RZ1-K o RV-K segons si la seva ubicació requereixi o no la instal·lació de cables no propagadors de l'incendi i amb emissió de fums i opacitat reduïda.

Les canalitzacions de cables es realitzaran de forma general utilitzant safates portacables fabricades segons norma UNE EN 61537, i se situaran en zones d'accés restringit, tret que estiguin situades a una altura mínima de 2,5 m sobre el nivell del sòl. De no ser possible això, es realitzaran protegides amb tubs o canals aïllants.

Les seccions dels tubs o canals protectors, es calcularan d'acord amb ITC-BT-21.

TRAM	CANALITZACIÓ
Entre panells	A l'aire / Sota tub protector
Panells – Inversor	Safata portacables i/o sota tub o canal protector
Inversor – QCPFV CA	Sota tub o canal protector
QCPFV CA – CPM TMF10 NOVA	Sota tub o canal protector
CPM TMF10 NOVA – TMF10 Existent	Sota tub o canal protector

Com a criteri de disseny general per a la determinació de les seccions corresponents al cablejat de tots els circuits (tant de CC com de CA), es limita la caiguda de tensió, per a qualsevol condició de treball, a un valor màxim del 1,5% de la seva tensió de servei.

El codi de colors utilitzats per a cada circuit serà el següent:

CIRCUITS CC		CIRCUITS CA	
Protecció	Groc-Verd	Protecció	Groc-Verd
Positiu	Diferent Negre i Groc-Verd	Fase	Negre-Gris-Marró
Negatiu	Negre	Neutre	Blau

El cablejat es dividirà en diferents trams:

- Cablejat entre panells.
- Cablejat entre panells i l'inversor.
- Cablejat entre inversors i quadre de comandament i protecció de CA (QPFV CA).
- Cablejat entre QPFV CA i caixa de protecció i mesura de la instal·lació generadora (CPMG).
- Cablejat entre CPMG i caixa de protecció i mesura del subministrament (CPMS).

Les seccions utilitzades per cada tram seran les indicades en el capítol de càlculs elèctrics.

En els plànols adjunts es poden veure els detalls dels traçats dels cables i les canalitzacions, així com les seves característiques.

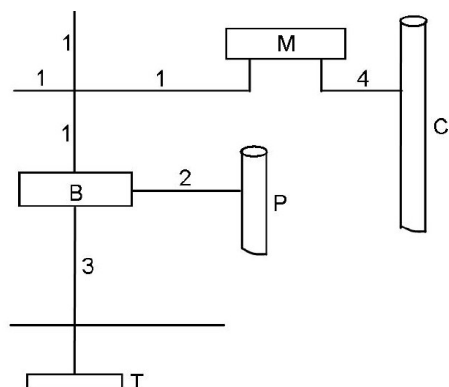
2.2.9. XARXA DE TERRA

Es defineix posada a terra com la unió directa de determinades parts d'una instal·lació elèctrica amb la presa de terra, permetent el pas a terra de les corrents de defecte o descàrregues atmosfèriques. Es defineix com a presa de terra, la unió elèctrica entre un conductor i la massa terrestre.

Aquesta unió es realitza mitjançant elèctrodes soterrats obtenint d'aquesta manera una presa de terra amb una resistència que depèn de diversos factors, com la superfície dels elèctrodes soterrats, la profunditat de soterrament, la classe del terreny, la humitat i temperatura del terreny, etc.

La posada a terra de la instal·lació es farà de forma que no es vegi alterada les condicions de posada a terra de la xarxa de l'empresa distribuïdora, i serà independent al neutre del transformador de distribució al qual es trobi connectada la instal·lació de consum existent.

Totes les masses conductores de la instal·lació fotovoltaica, tant de la part de CC, com del inversor, com de la part de CA estaran connectats a la presa terra de la instal·lació existent.



Llegenda

- 1 Conductor de protecció
- 2 Conductor d'unió equipotencial principal
- 3 Conductor de terra o línia d'enllaç amb l'elèctrode de posada a terra
- 4 Conductor d'equipotencialitat suplementària
- B Born principal de terra
- M Massa
- C Element Conductor
- P Canalització metàl·lica principal d'aigua
- T Presa de terra

La secció dels conductors de protecció es dimensionaran segons les especificacions de l'ITC-BT-18. Podem considerar la instal·lació com a local mullat, ja que part de la instal·lació fotovoltaica és exterior i pot veure's afectada per la pluja o la humitat. La tensió de contacte màxima permesa per la Instrucció Tècnica Complementària corresponent és de 24V. Tenint en compte que s'utilitzaran diferencials de sensibilitat màxima de 500mA, la resistència a terra ha de tenir un valor màxim de:

$$R_a \cdot I_a < U \quad R_a < 24V / 0,5A \quad R < 48\Omega$$

En cas de que la presa a terra de la instal·lació existent complís amb els requeriments del present projecte, es pot utilitzar i aconseguir una equipotencialitat entre tots els elements metàl·lics de l'edifici i les pròpies masses de la instal·lació fotovoltaica (panells, estructura, inversors, quadres elèctrics...). De no ser així, es millorarà la presa de terra existent, o es realitzarà una nova connectada a ella, fins a aconseguir el valor mínim exigít.

Els conductors de coure utilitzats seran de Classe II, segons norma UNE 21022.

En la taula següent, podem veure les seccions mínimes dels conductors de protecció en funció de les seccions dels conductors de fase en instal·lacions no soterrades tal i com es contempla alhora d'instal·lar el cable de terres a la nostra instal·lació.

Secció dels conductors de fase o polars de la instal·lació (mm ²)	Secció mínima dels conductors de protecció (mm ²)
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2

Pel que fa a la connexió equipotencial de les masses metàl·liques del camp de panells, s'instal·laran conductors d'equipotencialitat de les mateixes característiques que els conductors de protecció, interconnectant les pines metàl·liques que subjectin al menys un dels panells de cada fila prevista.

Les unions equipotencials de les masses metàl·liques del camp de panells obtingudes mitjançant la instal·lació dels conductors d'equipotencialitat, es connectaran posteriorment a la posada a terra de la instal·lació existent utilitzant els conductors de protecció adequats.

2.2.10. COMPLIMENT DE L'ITC-BT 30: LOCALS MULLATS

Es complirà amb les prescripcions de locals mullats (ITC-BT-30) en les parts de l'instal·lació que es trobin a la intempèrie, amb els aspectes que s'esmenten a continuació:

- Tots els conductors tindran una tensió assignada de 0,6/1kV i s'instal·laran utilitzant safates portacables fixades a la superfície tant interior com exterior de la nau.
- Totes les connexions i derivacions es faran a l'interior de caixes i/o quadres elèctrics amb un grau de protecció mínim IPX4.
- S'instal·laran els aparells de comandament i protecció fora del local mullat. Quan això no es pugui complir, els citats aparells seran, del tipus protegit contra les projeccions d'aigua, IPX4, o bé s'instal·laran a l'interior de caixes que els proporcionin un grau de protecció equivalent.
- D'acord l'establert a la ITC-BT-22, s'instal·larà un dispositiu de protecció a l'origen de cada circuit derivat d'un altre que penetri en el local mullat.

2.2.11. COMPLIMENT DE L'ITC-BT-40

2.2.11.1. CAPÍTOL 4: CONDICIONS PER A LA CONNEXIÓ

Les prescripcions de la ITC-BT-40 són aplicables a totes instal·lacions d'autoconsum interconnectades, sigui com sigui la seva potència. Totes les instal·lacions de generació interconnectades a la xarxa de distribució en baixa tensió han de disposar de dispositius que limitin la injecció de corrent continu i la generació de sobretensions, així com impedir el funcionament en illa d'aquesta xarxa de distribució, de manera que la connexió de la instal·lació de generació no afecti el funcionament normal de la xarxa ni a la qualitat del subministrament dels clients connectats a ella.

Les instal·lacions d'autoconsum sense excedents, independentment que es connectin a la xarxa de baixa tensió o a la d'alta tensió, amb generació i regulació en baixa tensió, hauran de disposar d'un sistema que eviti l'abocament d'energia a la xarxa de distribució que compleixi els requisits i assajos del nou annex I de la ITC-BT-40. A les instal·lacions d'autoconsum sense excedents no els són aplicables els apartats 4.3.1, 4.3.4 i cap dels requisits relacionats amb l'empresa distribuïdora de l'apartat 9.

Es complirà amb l'indicat en el apartat 4.3.4 respecte a l control de l'energia reactiva. El factor potència serà superior al 98%.

2.2.11.2. CAPÍTOL 5: CABLES DE CONNEXIÓ

Els cables de connexió hauran d'estar dimensionats per una intensitat no inferior al 125% de la màxima intensitat del generador i la caiguda de tensió entre el generador i el punt de connexió a la instal·lació interior, no serà superior al 1,5% per la intensitat nominal.

2.2.11.3. CAPÍTOL 6: FORMA DE L'ONA

La tensió generada sinoidal complirà amb el punt 6 de ITC-BT-40. A més, també complirà amb la Directiva Europea de Compatibilitat Electromagnètica, segons les normes:

- UNE-EN 61000-3-2
- UNE-EN 61000-3-12
- UNE-EN 61000-6-3
- UNE-EN 61000-6-4

En l'annex I s'adjunta fitxa tècnica i certificat de l'inversor per a la verificació d'aquestes condicions.

2.2.11.4. CAPÍTOL 7: PROTECCIONS

Es disposarà d'un conjunt de proteccions que actuïn sobre l'interruptor de connexió, situades en l'origen de la instal·lació interior. Aquestes correspondran a un model homologat i hauran d'estar degudament verificades i precintades.

Les proteccions mínimes a disposar seran les següents:

- De sobreintensitat, mitjançant relés directes magnetotèrmics o solució equivalent.
- De mínima tensió instantanis, connectats entre les tres fases i neutre i que actuïn en un temps inferior a 0,5 s, a partir de que la tensió arribi al 85% del seu valor assignat.
- De sobretensió, connectat entre una fase i neutre, i la seva actuació ha de produir-se en un temps inferior a 0,5 s, a partir de que la tensió arribi al 110 % del seu valor assignat.
- De màxima i mínima freqüència, connectat entre fases, i la seva actuació ha de produir-se quan la freqüència sigui inferior a 49 Hz o superior a 51 Hz durant més de 5 períodes.

2.2.11.5. CAPÍTOL 8: INSTAL·LACIONS DE POSADA A TERRA

Amb la finalitat de proporcionar seguretat a les persones la instal·lació complirà amb el què estableix ITC-BT-18.

2.2.12. ALTRES DISPOSICIONS

- El tècnic director de l'execució de la instal·lació haurà de verificar el funcionament correcte del sistema de control i així ho haurà de certificar.
- El projecte ha de contenir la justificació de la capacitat mecànica per suportar la càrrega dels panells fotovoltaics.
- En les inspeccions periòdiques, l'organisme de control comprovarà l'estat i el funcionament correcte dels elements de la instal·lació.

- L'inversor seran de tipus de connexió a xarxa, per tant mai podrà funcionar en illa, de manera que quan es talli el subministrament elèctric de la xarxa, l'inversor deixarà de funcionar en el mateix moment. D'aquesta manera es podrà utilitzar l'interruptor general de tall de tota la instal·lació generadora accessible a la companyia distribuïdora permanentment.

2.2.13. SISTEMA DE MONITORITZACIÓ

El monitoratge de la instal·lació es realitzarà mitjançant el sistema de monitoratge en entorn web de l'inversor instal·lat, possibilitant el seguiment i control remot del funcionament de la instal·lació.

El portal web de l'inversor emmagatzema dades històriques de potència instantània i energia produïda, intensitat de treball i tensió. Es pot visualitzar en tot moment dades significatives com les gràfiques de producció i consum, estalvi d'emissió de gasos a l'atmosfera, etc.

La instal·lació incorpora un modem 4G model SMART DONGLE-4G del mateix fabricant HUAWEI, connectat directament a l'inversor mitjançant un port USB. Aquest modem haurà de disposar de connexió al RACK de comunicacions amb cable de comunicacions o d'una targeta SIM de dades, amb connectivitat 3G com a mínim, per a tenir connexió a internet i així facilitar la pujada de dades al portal web.

2.3. PLA D'EXECUCIÓ DE L'OBRA

El pla d'execució previst des de l'inici fins a l'acabament de la instal·lació és de 20 dies laborables. En el següent quadre podem veure amb més detall el pla d'execució de l'obra amb les tasques a realitzar:

TASQUES	SETMANA 1					SETMANA 2					SETMANA 3					SETMANA 4				
REPLANTEIG																				
ACOPÍ DE MATERIAL																				
OBRA CIVIL I ARMARI ESCOMESES																				
MUNTATGE																				
Estructura																				
Mòduls fotovoltaics																				
Cablejat																				
Inversors																				
Quadres de Protecció de CC i CA																				
Quadres de Protecció y Mesura																				
Interconnexió																				
PROVES																				
CONNEXIÓ PROVISIONAL																				
CONNEXIÓ DEFINITIVA																				
LEGALITZACIÓ I INSCRIPCIÓ																				

2.4. DOCUMENTACIÓ I TRAMITACIÓ DE LES INSTAL·LACIONS D'AUTOCONSUM

Les instal·lacions fotovoltaïques d'autoconsum requereixen de la realització d'una sèrie de documentació i tràmits administratius per a la seva correcta execució, legalització i inscripció, abans de la seva posada en servei.

2.4.1. DOCUMENTACIÓ

Segons l'ITC-BT-04 del Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió (REBT), les instal·lacions elèctriques incloses en l'àmbit d'aplicació del mateix han d'executar-se sobre la base d'una documentació tècnica. En el cas d'instal·lacions generadores, aquesta documentació consistirà en:

- a) Un **Projecte** si la seva potència nominal és **superior a 10 kW**.
- b) Una **Memòria Tècnica de Disseny** (MTD) en la resta dels casos.

L'ITC-BT-04 estableix també que l'instal·lador autoritzat que hagi efectuat la instal·lació haurà d'emetre un **Certificat d'Instal·lació Elèctrica** (CIE).

En el cas d'instal·lacions que requereixin **Projecte**, aquestes hauran d'executar-se sota la direcció d'un tècnic titulat competent, el qual després de la seva finalització haurà d'emetre un **certificat de Direcció d'Obra** signat (DO).

2.4.2. INSPECCIONS REGLAMENTARIES

S'ha de tenir en compte el que s'estableix en la ITC-BT-05 del REBT, segons la qual requereixen de la realització d'una **inspecció inicial** abans de la seva posada en servei, així com d'una **inspecció periòdica cada 5 anys**:

- a) Les **instal·lacions industrials** que requereixin projecte, amb una potència instal·lada **superior a 100 kW**.
- b) Les instal·lacions corresponents a locals mullats (entre les quals s'inclouen les **instal·lacions a la intempèrie**) amb una potència instal·lada **superior a 25 kW**.

Aquestes inspeccions hauran de ser realitzades per un Organisme de Control (OC).

2.4.3. INSCRIPCIÓ

Quant a la seva inscripció, les instal·lacions fotovoltaïques d'autoconsum han de ser inscrites, prèviament a la seva posada en servei, en els següents registres autonòmics:

- 1) Registre **d'Instal·lacions Tècniques de Seguretat Industrial** de Catalunya (RITSIC).
- 2) Registre **d'Autoconsum** de Catalunya (RAC).

2.4.4. ACCÉS I CONNEXIÓ A LA XARXA ELÈCTRICA

Pel que respecta a l'accés i connexió a xarxa de les instal·lacions d'autoconsum, l'Art. 7 del RD 244/2019 estableix el següent:

- i. Les instal·lacions de generació dels consumidors aollits a la modalitat **d'autoconsum sense excedents**, **estaran exemptes** d'obtenir permisos d'accés i connexió.
- ii. En les modalitats **d'autoconsum amb excedents**, les instal·lacions de producció de **potència igual o inferior a 15 kW que se situïn en sòl urbanitzat** que compti amb les dotacions i serveis requerits per la legislació urbanística, **estaran exemptes** d'obtenir permisos d'accés i connexió.
- iii. En les modalitats **d'autoconsum amb excedents**, els subjectes productors als quals **no els sigui aplicable el que es disposa en l'apartat ii.** anterior, **hauran de disposar** dels seus corresponents

permisos d'accés i connexió per cadascuna de les instal·lacions de producció pròximes i associades a les de consum de les quals siguin titulars.

Els permisos d'accés i connexió a la xarxa hauran de tramitar-se prèviament davant l'empresa distribuïdora d'electricitat propietària d'aquesta, la qual cosa podrà donar lloc a diversos costos i actuacions associades:

- 1) En el cas d'instal·lacions **d'autoconsum amb excedents de potència instal·lada superior a 100 kW**, o de **potència igual o inferior però que formin part d'una agrupació d'instal·lacions la potència de les quals sigui superior a 1 MW**, la presentació d'un aval bancari davant la Caixa General de Dipòsits, per un import de **40 € per cada kW nominal** de la instal·lació per a la qual es vagi a tramitar el permís.
- 2) En cas de ser necessari, **l'ampliació dels drets d'escomesa** del subministrament al qual vagi a connectar-se la instal·lació d'autoconsum (amb el seu **cost associat**).
- 3) També en cas de ser necessari, la renovació de la instal·lació elèctrica existent per a complir amb els requisits reglamentaris de seguretat (cas d'instal·lacions antigues).

3. MEMÒRIA TÈCNICA DEL PROJECTE

3.1. DESCRIPCIÓ DEL CAMP FOTOVOLTAIC

Tal i com s'ha descrit abans el camp fotovoltaic estarà compost pels següents elements amb les següents característiques:

GENERADOR FOTOVOLTAIC	
Panells Fotovoltaics	JINKO JKM400M-6RL3
Nº de panells	256
Potència màxima del panell	500 Wp
Potencia máxima total del camp fotovoltaic	128 kWp
Inversor	HUAWEI SUN2000-20KTL-M0
Nº d'inversors	1
Pòtencia máxima de sortida de l'inversor	100 kW
Pòtencia máxima de sortida total d'inversors	100 kW
Inclinació del camp fotovoltaic	8°
Azimut	90º Est, 43º Est, 90º Oest
Nombre de panells en sèrie per cadena	18/17
Nombre de cadenes	15
Corrent ImpP STC per seguidor MPP	13,03/26,06 A
Corrent de curtcircuit Isc STC per seguidor MPP	13,9/27,8 A
Tensió Vmpp STC per seguidor MPP	691/652 V
Tensió Vmpp a 1000 W/m² y 50ºC per seguidor MPP	620/586 V
Tensió Voc STC per seguidor MPP	820/774 V
Tensió Voc a 1000 W/m² y -10ºC per seguidor MPP	900/850 V

3.2. CÀLCULS ENERGÈTICS

3.2.1. SIMULACIÓ DE LA PRODUCCIÓ

El càlcul de l'energia produïda pel sistema fotovoltaic s'ha fet amb el programa PVSYST V7.2.8. Aquest software realitza simulacions de funcionament de sistemes fotovoltaics connectats a xarxa, permetent importar una base de dades de radiació i condicions climàtiques externa, de manera que s'utilitzen les dades de PVGIS, ja comentat anteriorment.

3.2.2. PÈRDUES ENERGÈTIQUES I RENDIMENTS

Pèrdues per dispersió de potència (A)

Dada facilitada pel fabricant, aquest garanteix una potència nominal per als panells fotovoltaics que oscil·la dins d'un rang del 0/+3%.

S'avalua la pèrdua per dispersió de potència amb un valor de la quarta part de la diferència entre els valors de tolerància especificats pel fabricant, resultant en aquest cas un valor de -0,75% (el valor negatiu d'aquesta pèrdua significa un guany en la potència real respecte de la nominal dels panells)

Pèrdues per temperatura (B)

Les pèrdues per temperatura s'han calculat amb les dades de temperatura mitjana mensual obtinguda de

$$T_c = T_{amb} + (TONC - 20^{\circ}C) \quad B = g \times (T_c - 25)$$

On:

g = Coeficient de temperatura de la potència, en %/°C. Aquest valor ve donat pel fabricant del panell, i en aquest cas té un valor de -0,39 %/°C.

T_c = Temperatura de treball mensual dels panells fotovoltaics, en °C.

T_{amb} = Temperatura ambient mitjana mensual de l'emplaçament on es situa la planta solar fotovoltaica, en °C.

$TONC$ = Temperatura d'operació nominal del panell. Temperatura present en les cèl·lules solars quan es sotmet al panell a una irradiació de 800 W/m², amb un espectre AM 1.5, una temperatura ambient de 20 °C i una velocitat del vent d'1 m/s. Aquesta dada serà subministrada pel fabricant, sent en aquest cas el valor de $TONC$ de 45±2 °C.

Les pèrdues per temperatura obtingudes amb la simulació del PVSYST tenen un valor del 8,27%.

Pèrdues per brutícia dels panells fotovoltaics (C)

Les pèrdues per brutícia o degradació dels panells tenen el seu origen per la disminució de potència rebuda en el generador fotovoltaic degut a l'acumulació de partícules de pols a sobre d'aquest. En aquest cas les pèrdues estimades seran d'un 3%.

Pèrdues als inversors (D)

Segons les dades del fabricant el rendiment de l'inversor és del 98,4%, per tant es consideraran unes pèrdues a l'inversor del 1,6%.

Les pèrdues en l'inversor obtingudes amb la simulació del PVSYST, en les condicions reals de funcionament d'aquest, són del 1,82%.

Pèrdues per ombres (E)

Per al càlcul de les ombres que es produeixen sobre el generador fotovoltaic, s'utilitzarà un mètode càlcul que consisteix en la comparació del perfil d'obstacles que afecta a la superfície d'estudi amb el diagrama de trajectòries del sol indicat en el Plec de Condicions Tècniques.

Per obtenir el perfil d'obstacles s'han de localitzar els principals obstacles que afecten a la superfície (les seves coordenades de posició azimut i d'elevació).

En el cas d'aquesta instal·lació, s'han localitzat tant els obstacles llunyans que poden afectar-la (perfil de l'horitzó) com els obstacles pròxims que es troben sobre la pròpia coberta o en les seves proximitats.

Les pèrdues per ombres llunyanes obtingudes amb la simulació del PVSYST tenen un valor del 1,42%.

Pèrdues per degradació fotònica (F)

Es poden considerar unes pèrdues per degradació fotònica d'un 2%.

Pèrdues per cablejat (G)

Segons el criteri de disseny general per a la determinació de les seccions corresponents al cablejat de tots els circuits (tant de CC com de CA), es limita la caiguda de tensió, i per tant les pèrdues de potencia en el cablejat, per a qualsevol condició de treball, a un valor màxim del 1,5% de la seva tensió de servei.

Les pèrdues per cablejat obtingudes amb la simulació del PVSYST, en les condicions reals de funcionament de la instal·lació, són del 1,00% en els circuits de CC i del 0,04% en el circuit de CA de connexió del generador fotovoltaic a la instal·lació interior.

Pèrdues per reflectància (H)

Les pèrdues per reflectància angular (factor IAM) obtingudes amb la simulació del PVSYST, són del 2,57%, mentre que del càlcul de les pèrdues per reflectància espectral resulta una correcció positiva (guany d'energia) del 0,20%.

Pèrdues per indisponibilitat (I)

Amb aquest concepte s'avaluen les pèrdues degudes a la fallada en el funcionament de la instal·lació (fallades d'aïllament, actuació de proteccions, falta de xarxa, etc.)

S'ha considerat una indisponibilitat global anual de la instal·lació de 4 dies complets de no funcionament, repartits aleatòriament en dos períodes, resultant a la simulació del PVSYST unes pèrdues globals per indisponibilitat del 1,21%.

Concepte de Performance Ratio

El factor de rendiment total o Performance Ratio(PR), és l'eficiència de la instal·lació solar en condicions reals de treball, que té en compte els diferents tipus de pèrdues enumerades anteriorment.

$$PR=(1-A) \times (1-B) \times (1-C) \times (1-D) \times (1-E) \times (1-F) \times (1-G) \times (1-H) \times (1-I)$$

3.2.3. PRODUCCIÓ ANUAL ESTIMADA

Els resultats obtinguts mitjançant la simulació efectuada amb el PVSYST corresponen a una producció anual estimada per a aquesta instal·lació de 179 MWh/any, amb un PR global anual del 77,92%.

De l'estudi de l'històric de consums mensuals de l'edifici se n'extreu que no tota l'energia produïda serà autoconsumida de manera instantània sinó que n'hi ha d'excedentària que s'injectarà a la xarxa, i que serà compensada econòmicament segons el procediment establert en l'article 14 del RD 244/2019.



Version 7.4.7

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: Escola

Variant: Nueva variante de simulación

No 3D scene defined, no shadings

System power: 128 kWp

Sant Pere de Riudebitlles - Spain

Author

EPI Energía por la Igualdad SCCL (Spain)

**PVsyst V7.4.7**

VC0, Simulation date:
17/06/24 15:58
with V7.4.7

Project: Escola

Variant: Nueva variante de simulación

EPI Energía por la Igualdad SCCL (Spain)

Project summary

Geographical Site Sant Pere de Riudebitlles Spain	Situation Latitude Longitude Altitude Time zone	41.45 °N 1.70 °E 284 m UTC+1	Project settings Albedo	0.20
Weather data Sant Pere de Riudebitlles PVGIS api TMY				

System summary

Grid-Connected System		No 3D scene defined, no shadings	
PV Field Orientation		Near Shadings	User's needs
Fixed planes	3 orientations	No Shadings	Unlimited load (grid)
Tilts/azimuths	8 / 90 °		
	8 / -90 °		
	8 / 43 °		
System information			
PV Array		Inverters	
Nb. of modules	256 units	Nb. of units	1 unit
Pnom total	128 kWp	Pnom total	100 kWac
		Pnom ratio	1.280

Results summary

Produced Energy	179009 kWh/year	Specific production	1399 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	77.92 %
-----------------	-----------------	---------------------	-------------------	----------------	---------

Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Horizon definition	6
Main results	7
Loss diagram	8
Predef. graphs	9
Single-line diagram	10

**PVsyst V7.4.7**

VC0, Simulation date:
17/06/24 15:58
with V7.4.7

Project: Escola

Variant: Nueva variante de simulación

EPI Energía por la Igualdad SCCL (Spain)

General parameters

Grid-Connected System		No 3D scene defined, no shadings	
PV Field Orientation		Sheds configuration	Models used
Orientation		No 3D scene defined	
Fixed planes	3 orientations		Transposition
Tilts/azimuths	8 / 90 °		Diffuse
	8 / -90 °		Circumsolar
	8 / 43 °		Perez
			Imported
			separate
Horizon		Near Shadings	User's needs
Average Height	4.4 °	No Shadings	Unlimited load (grid)

PV Array Characteristics

PV module		Inverter	
Manufacturer	Longi Solar	Manufacturer	Huawei Technologies
Model	LR5-66HPH-500M G2	Model	SUN2000-100KTL-M1-400Vac
(Original PVsyst database)		(Original PVsyst database)	
Unit Nom. Power	500 Wp	Unit Nom. Power	100 kWac
Number of PV modules	256 units	Number of inverters	1 unit
Nominal (STC)	128 kWp	Total power	100 kWac
Array #1 - Subconjunto #1			
Orientation	#1		
Tilt/Azimuth	8/90 °		
Number of PV modules	18 units	Number of inverters	1 * MPPT 7% 0.1 unit
Nominal (STC)	9.00 kWp	Total power	7.0 kWac
Modules	1 strings x 18 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	200-1000 V
Pmpp	8.25 kWp	Max. power (=>33°C)	110 kWac
U mpp	620 V	Pnom ratio (DC:AC)	1.28
I mpp	13 A		
Array #2 - Subconjunto #2			
Orientation	#2		
Tilt/Azimuth	8/-90 °		
Number of PV modules	102 units	Number of inverters	3 * MPPT 13% 0.4 unit
Nominal (STC)	51.0 kWp	Total power	39.8 kWac
Modules	6 string x 17 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	200-1000 V
Pmpp	46.7 kWp	Max. power (=>33°C)	110 kWac
U mpp	586 V	Pnom ratio (DC:AC)	1.28
I mpp	80 A		
Array #3 - Subconjunto #3			
Orientation	#3		
Tilt/Azimuth	8/43 °		
Number of PV modules	136 units	Number of inverters	6 * MPPT 9% 0.5 unit
Nominal (STC)	68.0 kWp	Total power	53.1 kWac
Modules	8 string x 17 In series		
At operating cond. (50°C)		Operating voltage	200-1000 V
Pmpp	62.3 kWp	Max. power (=>33°C)	110 kWac
U mpp	586 V	Pnom ratio (DC:AC)	1.28
I mpp	106 A		

**PVsyst V7.4.7**

VC0, Simulation date:
17/06/24 15:58
with V7.4.7

Project: Escola

Variant: Nueva variante de simulación

EPI Energía por la Igualdad SCCL (Spain)

PV Array Characteristics

Total PV power		Total inverter power	
Nominal (STC)	128 kWp	Total power	100 kWac
Total	256 modules	Number of inverters	1 unit
Module area	608 m ²	Pnom ratio	1.28
Cell area	560 m ²	Power sharing defined	

Array losses

Array Soiling Losses		Thermal Loss factor		Serie Diode Loss				
Loss Fraction	3.0 %	Module temperature according to irradiance		Voltage drop	0.7 V			
		Uc (const)	15.0 W/m²K	Loss Fraction	0.1 % at STC			
		Uv (wind)	0.0 W/m²K/m/s					
LID - Light Induced Degradation		Module Quality Loss						
Loss Fraction	2.0 %	Loss Fraction	-0.8 %					
Module mismatch losses								
Array #1 - Subconjunto #1								
Loss Fraction	2.0 % at MPP							
Array #2 - Subconjunto #2								
Loss Fraction	2.0 % at MPP							
Array #3 - Subconjunto #3								
Loss Fraction	2.0 % at MPP							
IAM loss factor								
Incidence effect (IAM): User defined profile								
0°	25°	45°	60°	65°	70°	75°	80°	90°
1.000	1.000	0.995	0.962	0.936	0.903	0.851	0.754	0.000

Spectral correction

FirstSolar model

Precipitable water estimated from relative humidity

Coefficient Set	C0	C1	C2	C3	C4	C5
Monocrystalline Si	0.85914	-0.02088	-0.0058853	0.12029	0.026814	-0.001781

DC wiring losses

Global wiring resistance	10 mΩ		
Loss Fraction	1.5 % at STC		
Array #1 - Subconjunto #1		Array #2 - Subconjunto #2	
Global array res.	771 mΩ	Global array res.	121 mΩ
Loss Fraction	1.5 % at STC	Loss Fraction	1.5 % at STC
Array #3 - Subconjunto #3			
Global array res.	91 mΩ		
Loss Fraction	1.5 % at STC		

System losses

Unavailability of the system	
Time fraction	1.1 %
	4.0 days,
	2 periods



PVsyst V7.4.7
VC0, Simulation date:
17/06/24 15:58
with V7.4.7

Project: Escola

Variant: Nueva variante de simulación

EPI Energía por la Igualdad SCCL (Spain)

AC wiring losses

Inv. output line up to injection point

Inverter voltage 400 Vac tri
Loss Fraction 0.08 % at STC

Inverter: SUN2000-100KTL-M1-400Vac

Wire section (1 Inv.) Copper 1 x 3 x 95 mm²
Wires length 70 m

Inverter: SUN2000-100KTL-M1-400Vac

Wire section (1 Inv.) Copper 1 x 3 x 70 mm²
Wires length 0 m



PVsyst V7.4.7

VC0, Simulation date:
17/06/24 15:58
with V7.4.7

Project: Escola

Variant: Nueva variante de simulación

EPI Energía por la Igualdad SCCL (Spain)

Horizon definition

Horizon from PVGIS website API, Lat=41°26'58", Long=1°41'55", Alt=284m

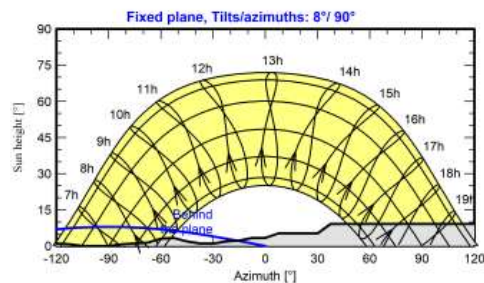
Average Height	4.4 °	Albedo Factor	0.63
Diffuse Factor	0.98	Albedo Fraction	100 %

Horizon profile

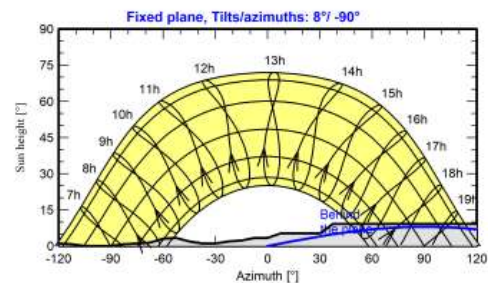
Azimuth [°]	-180	-173	-165	-158	-150	-143	-135	-120	-113	-105	-90
Height [°]	2.7	2.3	1.9	1.9	2.3	1.9	1.1	1.1	0.8	0.0	0.0
Azimuth [°]	-83	-75	-68	-60	-53	-45	-38	-30	-23	-15	-8
Height [°]	0.8	1.1	1.5	3.1	3.4	1.9	1.1	1.1	1.9	2.3	3.4
Azimuth [°]	0	8	30	38	143	150	158	165	173	180	
Height [°]	3.4	5.3	5.3	9.2	9.2	2.7	2.7	3.1	2.3	2.7	

Sun Paths (Height / Azimuth diagram)

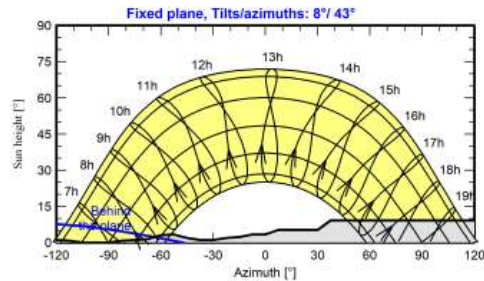
Orientation #1



Orientation #2



Orientation #3





PVsyst V7.4.7

VC0, Simulation date:
17/06/24 15:58
with V7.4.7

Project: Escola

Variant: Nueva variante de simulación

EPI Energía por la Igualdad SCCL (Spain)

Main results

System Production

Produced Energy

179009 kWh/year

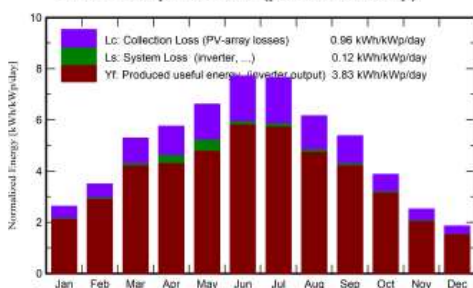
Specific production

1399 kWh/kWp/year

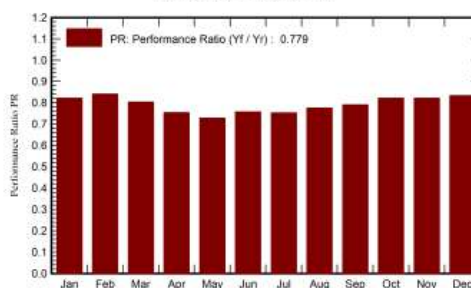
Perf. Ratio PR

77.92 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray kWh	E_Grid kWh	PR ratio
January	74.2	20.74	8.64	81.3	71.3	8694	8552	0.822
February	92.0	30.45	6.72	97.9	89.2	10718	10540	0.841
March	157.5	40.13	10.93	164.0	152.7	17181	16867	0.803
April	169.6	61.51	12.26	172.8	162.2	17865	16664	0.754
May	203.6	71.92	15.26	205.1	194.2	20845	19110	0.728
June	230.8	70.77	20.38	231.5	219.3	22929	22459	0.758
July	236.1	67.30	23.69	237.5	224.8	23371	22883	0.753
August	188.3	67.49	21.79	190.9	179.9	19334	18951	0.775
September	156.3	50.54	19.52	161.2	150.9	16630	16312	0.790
October	113.9	40.87	15.01	119.9	110.4	12837	12614	0.822
November	70.2	31.05	12.76	75.4	66.9	8065	7934	0.822
December	52.8	22.99	7.42	57.4	50.4	6224	6123	0.834
Year	1745.3	575.76	14.58	1794.9	1672.1	184694	179009	0.779

Legends

GlobHor Global horizontal irradiation
DiffHor Horizontal diffuse irradiation
T_Amb Ambient Temperature
GlobInc Global incident in coll. plane
GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings

EArray Effective energy at the output of the array
E_Grid Energy injected into grid
PR Performance Ratio

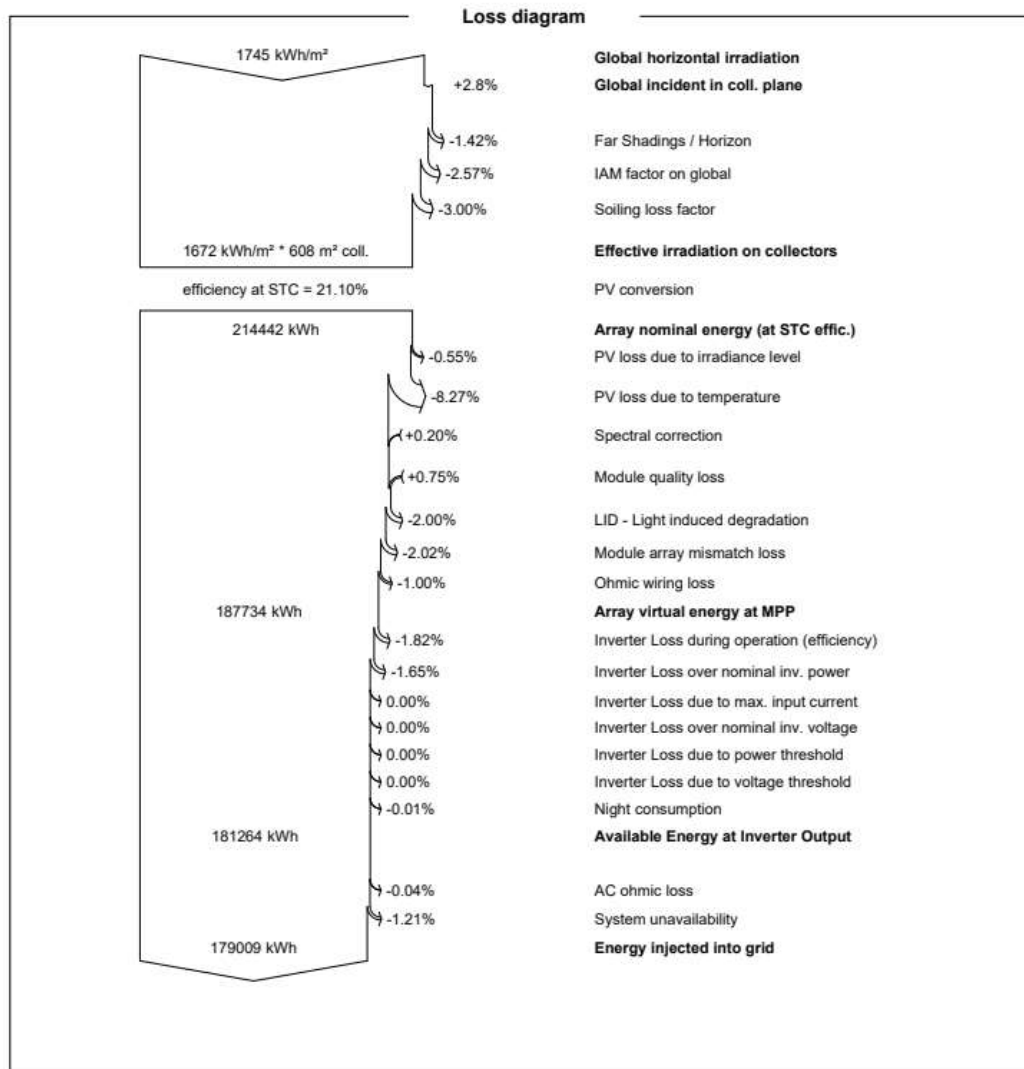


PVsyst V7.4.7
VC0, Simulation date:
17/06/24 15:58
with V7.4.7

Project: Escola

Variant: Nueva variante de simulación

EPI Energía por la Igualdad SCCL (Spain)





PVsyst V7.4.7
VC0, Simulation date:
17/06/24 15:58
with V7.4.7

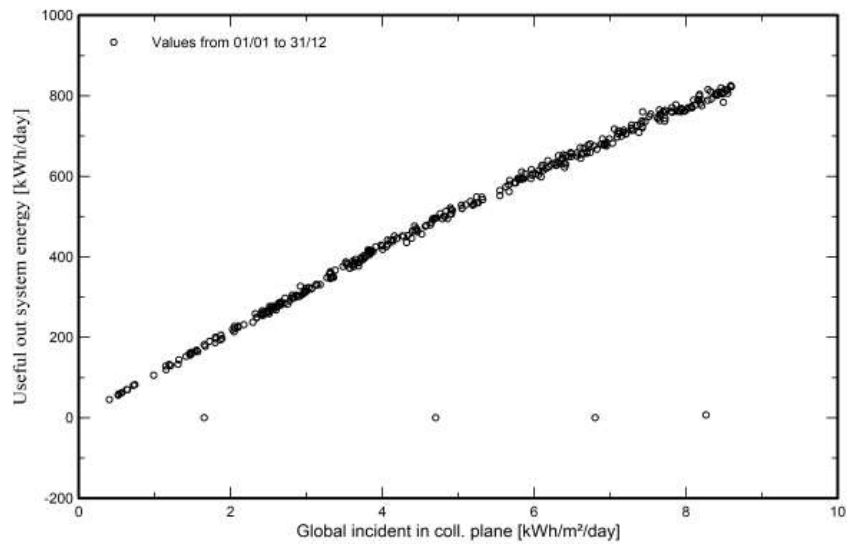
Project: Escola

Variant: Nueva variante de simulación

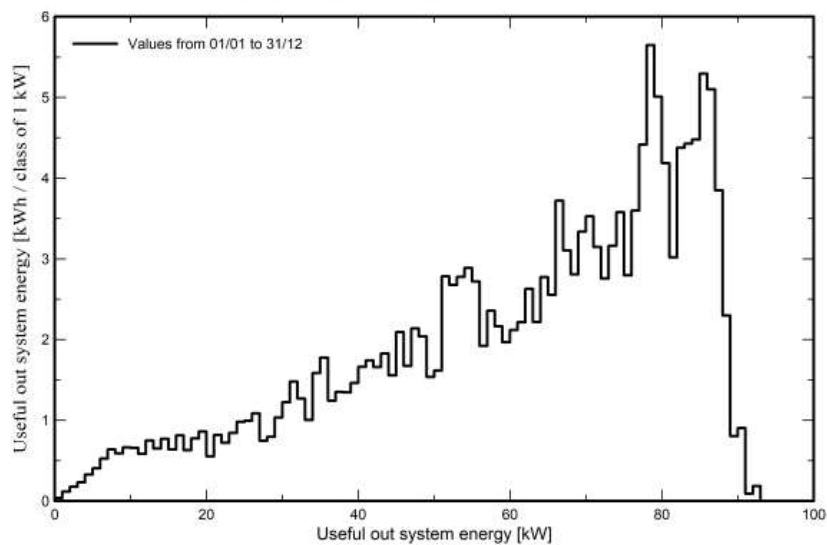
EPI Energía por la Igualdad SCCL (Spain)

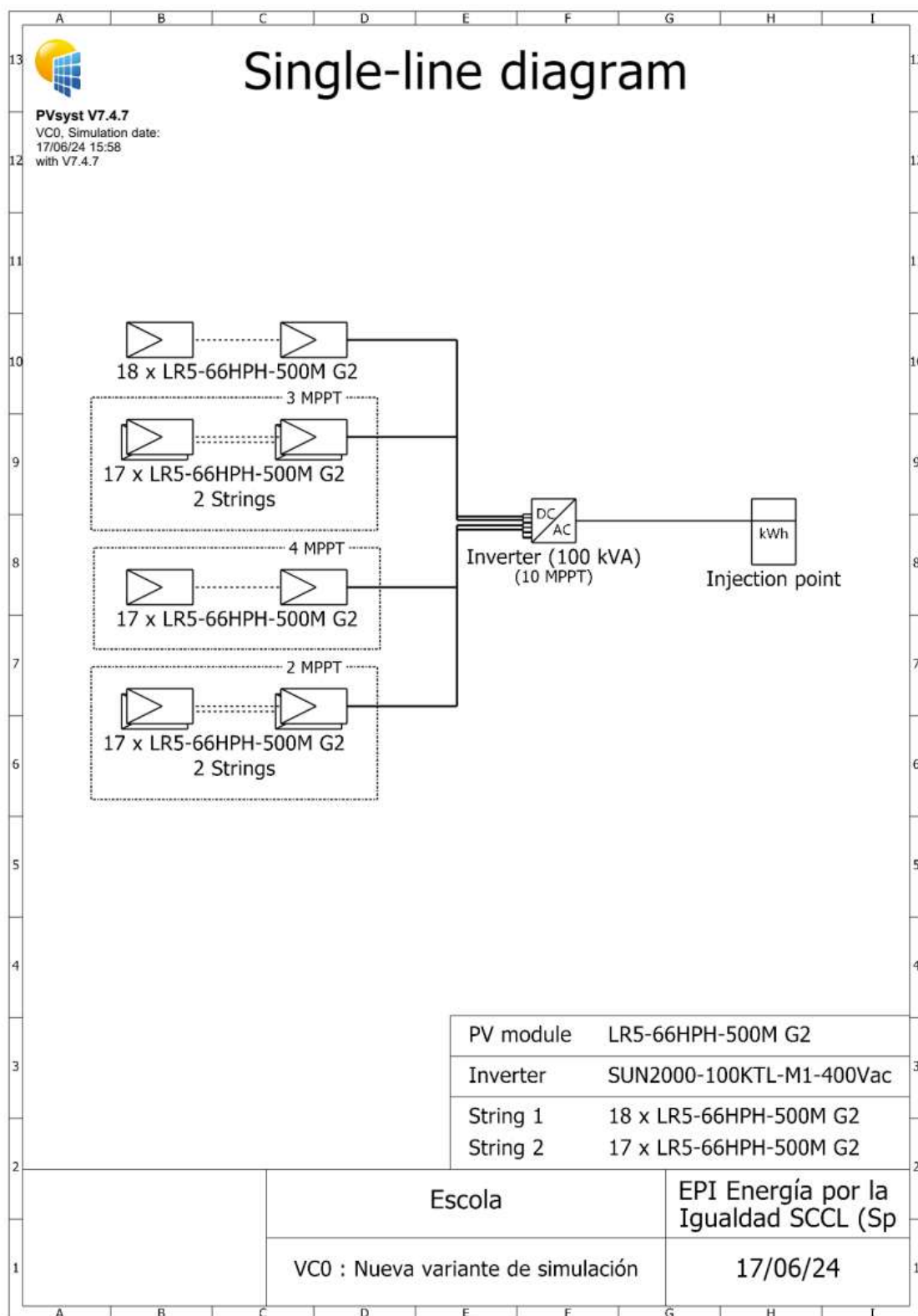
Predef. graphs

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de potencia de salida del sistema





3.3. CÀLCULS ELÈCTRICS

3.3.1. DISSENY DE LES LÍNIES ELÈCTRIQUES

En el present apartat es realitza la descripció de les diferents línies elèctriques que componen la instal·lació, la justificació dels càlculs realitzats i les seccions mínimes donades als cablejats de tota la instal·lació.

En un projecte com aquest, el correcte dimensionat del cablejat és un factor clau en el disseny de la instal·lació. Per una banda influeix en el pressupost i per l'altre es maximitza la seva eficiència.

El REBT limita les pèrdues entre els diferents trams de la instal·lació. En funció d'aquests valors màxims i de les característiques específiques de la instal·lació, es determinarà la secció òptima de cadascun dels trams de cablejat.

Els diferents trams de cablejat en que dividirem la instal·lació seràn:

- Cablejat entre panells.
- Cablejat entre panells i l'inversor.
- Cablejat entre inversor i quadre de comandament i protecció de CA (QPFV CA).
- Cablejat entre QPFV CA i caixa de protecció i mesura de la instal·lació generadora (CPMG).
- Cablejat entre CPMG i caixa de protecció i mesura del subministrament (CPMS).

La instal·lació està formada per un total de 256 panells solars fotovoltaics de 500 W pic distribuïts en la coberta de l'edifici existent. A més, la instal·lació compta amb un inversor de 100 kW de potència nominal, que es situarà dins de la sala de calderes de l'escola, sent la potència total de la instal·lació de 100 kW nominals i la potència pic de 128 kWp.

Entre els panells i els inversors, s'interposen uns elements de comandament i protecció de CC (que en aquest cas es troben integrats en el mateix inversor), i entre el inversor i la connexió a la xarxa interior de BT de consum, s'interposa el Quadre de Comandament i Protecció de CA (QCPFV CA). Aquestes quadres i equips es situaran segons plànols.

L'elecció de la secció del cablejat per a cada tram es basarà en dos criteris: el criteri de caiguda de tensió, i el criteri tèrmic.

3.3.1.1. CAIGUDA DE TENSÍO

Les pèrdues que es donen en els conductors depenen de la seva longitud, la seva secció, de la potència que circula a través d'ells i de la tensió a la que estan sotmesos.

La intensitat que circula pels conductors és el factor determinant per al seu correcte dimensionat seguint el criteri tèrmic.

Corrent Continu:

La caiguda de tensió ΔU que es produeix en una línia amb corrent continu essent coneguda la potència, ve donada per la següent expressió:

$$\Delta U = \frac{2xPxL}{CxSxU} ; I = \frac{P}{U}$$

On:

P=Potència nominal (W)

U=Tensió nominal en el camp fotovoltaic (V)

I=Intensitat nominal dels panells (A)

L=Longitud de la línia (m)

S=Secció del conductor (mm²)

C=conductivitat de l'element que forma el conductor, en aquest cas serà coure i la seva conductivitat depèn de la seva temperatura de treball (48,5 m/Ω·mm² a 70 °C i 45,5 m/Ω·mm² a 90 °C)

Sabent que la caiguda de tensió màxima no pot ser superior a 1,5% (les cdt poden ser variables, però la suma de tots els trams de continua no pot superar aquest valor de 1,5%), agafant com a conductivitat del coure 45,5 m/Ω·mm² com a cas més desfavorable, s'obtenen les diferents seccions dels cablejats per cada tram.

Donat que amb aquesta expressió obtenim la secció mínima del cable per evitar que les pèrdues superin els límits permesos, sempre sobredimensionarem la secció fins la primera mida normalitzada superior, adaptant-nos d'aquesta manera a les recomanades pels fabricants.

Corrent Altern

La caiguda de tensió ΔU que es produeix en una línia amb corrent altern menystenint la inducció de la línia i sent coneguda la potència, ve donada per la següent expressió:

Per trifàsic:
$$\Delta U = \frac{PxL}{CxSxU} ; I = \frac{P}{\cos \varphi \times \sqrt{3} \times U}$$

Per Monofàsic
$$\Delta U = \frac{2xPxL}{CxSxU} ; I = \frac{P}{\cos \varphi \times U}$$

On:

P=Potència nominal (W)

U=Tensió nominal del circuit (V)

I= Intensitat (A)

L=Longitud de la línia (m)

S=Secció del conductor (mm²)

cos φ= Factor potència (en aquest cas 1)

C =conductivitat de l'element que forma el conductor, en aquest cas serà coure i la seva conductivitat depèn de la seva temperatura de treball ($48,5 \text{ m}/\Omega\cdot\text{mm}^2$ a 70°C i $45,5 \text{ m}/\Omega\cdot\text{mm}^2$ a 90°C)

Sabent que la caiguda de tensió màxima no pot ser superior a 1,5% (les cdt poden ser variables, però la suma de tots els trams d'alterna no pot superar aquest valor de 1,5%), agafant com a conductivitat del coure $45,5 \text{ m}/\Omega\cdot\text{mm}^2$ com a cas més desfavorable, s'obtenen les diferents seccions dels cablejats per cada tram.

3.3.1.2. COMPROVACIÓ TÈRMICA

La secció dels conductors complirà, a més del criteri de caigudes de tensió exposat anteriorment, amb el criteri tèrmic. Aquest criteri prové de l'efecte Joule, doncs l'emissió de calor ha de ser inferior a la suportada pel cable.

Tal i com es mostra a continuació, tots els trams compleixen les condicions del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió, ja que la intensitat que circula pels cables, majorada un 25% (segons ITC-40 del REBT) no supera les màximes admissibles, un cop aplicats els coeficients de reducció indicats en el reglament.

Les intensitats màximes admissibles dels conductors de coure en les instal·lacions interiors o receptores, queden definides en la taula 1 de la ITC-BT-19 del REBT per a una temperatura ambient de l'aire de 40°C .

A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR							
B		Conductores aislados en tubos ²⁾ en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR				
B2		Cables multiconductores en tubos ²⁾ en montaje superficial o empotrados en obra			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR					
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared ¹⁾					3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
E		Cables multiconductores al aire libre ²⁾ Distancia a la pared no inferior a 0.3D ³⁾						3x PVC		2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
F		Cables unipolares en contacto mutuo ⁴⁾ Distancia a la pared no inferior a D ⁵⁾						3x PVC				3x XLPE o EPR ¹⁾		
G		Cables unipolares separados mínimo D ⁵⁾									3x PVC ¹⁾		3x XLPE o EPR	
Cobre		mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
		1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-	-
		2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-	-
		4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-	-
		6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-	-
		10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-	-
		16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-	-
		25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166	-
		35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	206	-
		50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250	-
		70				149	160	171	188	202	224	244	321	-
		95				180	194	207	230	245	271	296	391	-
		120				208	225	240	267	284	314	348	455	-
		150				236	260	278	310	338	363	404	525	-
		185				268	297	317	354	386	415	464	601	-
		240				315	350	374	419	455	490	552	711	-
300				360	404	423	484	524	565	640	821	-		

Taula 1 de la ITC-BT-19

Existeixen uns valors de correcció que depenen de la T^a ambient, l'agrupació de cables, resistivitat tèrmica del terreny, profunditat de soterrament, etc. Agafant l'opció més desfavorable, prenem com a factor de correcció el valor de 0,7 per als cablejats de corrent continu i de 0,8 per als de corrent alterna.

3.3.1.3. CÀLCUL I DIMENSIONAT DELS CONDUCTORS

A partir de les fórmules i consideracions aplicades anteriorment es defineixen les següents taules, on s'especifiquen tots els valors de les seccions i caigudes de tensió de cada tram.

Corrent Continu:

TRAM	POTÈNCIA (W)	INTENSITAT CÀLCUL (A)	TENSIÓ CÀLCUL (V)	SECCIÓ CABLE (mm2)	TIPUS	LONG. (m)	CdT (V)	CdT (%)
Sèrie 1 a INVERSOR	9.000	13,0	691	6	Cu	58,0	5,54	0,80%
Sèrie 2 a INVERSOR	8.500	13,0	652	6	Cu	27,0	2,58	0,40%
Sèrie 3 a INVERSOR	8.500	13,0	652	6	Cu	28,0	2,67	0,41%
Sèrie 4 a INVERSOR	8.500	13,0	652	6	Cu	43,0	4,10	0,63%
Sèrie 5 a INVERSOR	8.500	13,0	652	6	Cu	63,0	6,01	0,92%
Sèrie 6 a INVERSOR	8.500	13,0	652	6	Cu	71,0	6,78	1,04%
Sèrie 7 a INVERSOR	8.500	13,0	652	6	Cu	79,0	7,54	1,16%
Sèrie 8 a INVERSOR	8.500	13,0	652	6	Cu	97,0	9,26	1,42%
Sèrie 9 a INVERSOR	8.500	13,0	652	6	Cu	97,0	9,26	1,42%
Sèrie 10 a INVERSOR	8.500	13,0	652	6	Cu	102,0	9,74	1,49%
Sèrie 11 a INVERSOR	8.500	13,0	652	10	Cu	110,0	6,30	0,97%
Sèrie 12 a INVERSOR	8.500	13,0	652	10	Cu	115,0	6,59	1,01%
Sèrie 13 a INVERSOR	8.500	13,0	652	10	Cu	122,0	6,99	1,07%
Sèrie 14 a INVERSOR	8.500	13,0	652	10	Cu	125,0	7,16	1,10%
Sèrie 15 a INVERSOR	8.500	13,0	652	10	Cu	126,0	7,22	1,11%
CdT Màxima dels Circuits CC							9,74 V	1,49%
							CdT Màxima Permesa:	1,50% COMPLEIX

Corrent Altern:

TRAM	POTÈNCIA (W)	INTENSITAT CÀLCUL (A)	po	SECCIÓ CABLE (mm2)	TIPUS	LONG. (m)	CdT (V)	CdT (%)
INVERSOR a CMPFV CA	100.000	144,3	400	95	Cu	1	0,06	0,01%
CMPFV CA a CPMG	100.000	144,3	400	95	Cu	80	4,63	1,16%
CPMG a CPMS	100.000	144,3	400	95	Cu	5	0,29	0,07%
CdT Màxima dels Circuits CA							4,97 V	1,24%
							CdT Màxima Permesa:	1,50% COMPLEIX

Pel què fa a les comprovacions per criteri tèrmic, es fan les comprovacions corresponents per a verificar el seu compliment:

Corrent Continu:

TRAM	INTENSITAT CÀLCUL (A)	INTENSITAT 125% S/ ITC-BT- 40 (A)	TIPUS DE INSTAL·LACIÓ S/ITC-BT-19	SECCIÓ CABLE (mm2)	INTENSITAT MÀX.ADM. (A)	FACTOR DE REDUCCIÓ	INTENSITAT MÀX.ADM. CORREGIDA (A)	COMPROVACIÓ
Sèrie 1 a INVERSOR	13,0	16,3	F	1x6	57	0,70	39,9	COMPLEIX
Sèrie 2 a INVERSOR	13,0	16,3	F	1x6	57	0,70	39,9	COMPLEIX
Sèrie 3 a INVERSOR	13,0	16,3	F	1x6	57	0,70	39,9	COMPLEIX
Sèrie 4 a INVERSOR	13,0	16,3	F	1x6	57	0,70	39,9	COMPLEIX
Sèrie 5 a INVERSOR	13,0	16,3	F	1x6	57	0,70	39,9	COMPLEIX
Sèrie 6 a INVERSOR	13,0	16,3	F	1x6	57	0,70	39,9	COMPLEIX
Sèrie 7 a INVERSOR	13,0	16,3	F	1x6	57	0,70	39,9	COMPLEIX
Sèrie 8 a INVERSOR	13,0	16,3	F	1x6	57	0,70	39,9	COMPLEIX
Sèrie 9 a INVERSOR	13,0	16,3	F	1x6	57	0,70	39,9	COMPLEIX
Sèrie 10 a INVERSOR	13,0	16,3	F	1x6	57	0,70	39,9	COMPLEIX
Sèrie 11 a INVERSOR	13,0	16,3	F	1x6	57	0,70	39,9	COMPLEIX
Sèrie 12 a INVERSOR	13,0	16,3	F	1x6	57	0,70	39,9	COMPLEIX
Sèrie 13 a INVERSOR	13,0	16,3	F	1x6	57	0,70	39,9	COMPLEIX
Sèrie 14 a INVERSOR	13,0	16,3	F	1x6	57	0,70	39,9	COMPLEIX
Sèrie 15 a INVERSOR	13,0	16,3	F	1x6	57	0,70	39,9	COMPLEIX

Corrent Altern:

TRAM	INTENSITAT CÀLCUL (A)	INTENSITAT 125% S/ ITC-BT- 40 (A)	TIPUS DE INSTAL·LACIÓ S/ITC-BT-19	SECCIÓ CABLE (mm2)	INTENSITAT MÀX.ADM. (A)	FACTOR DE REDUCCIÓ	INTENSITAT MÀX.ADM. CORREGIDA (A)	COMPROVACIÓ
INVERSOR a CMPFV CA	144,3	180,4	B	1x95	245	0,80	196,0	COMPLEIX
CMPFV CA a CPMG	144,3	180,4	B	1x95	245	0,80	196,0	COMPLEIX
CPMG a CPMS	144,3	180,4	B	1x95	245	0,80	196,0	COMPLEIX

Respecte al sistema de canalitzacions, es complirà amb l'ITC-BT- 21.

3.3.1.1. DIMENSIONAT DELS CONDUCTORS NEUTRES

Segons la ITC-BT-19 del REBT, en instal·lacions interiors i excepte justificació per càlcul, la secció del conductor neutre serà com a mínim igual a la de les fases, per tal de tenir en compte les corrents harmòniques degudes a càrregues no lineals i possibles desequilibris.

Al nostre cas, l'inversor fotovoltaic genera corrents totalment equilibrades per fase, i per normativa de disseny la seva taxa de Distorsió Harmònica Total (THD) en corrent ha de ser inferior al 3%.

El valor de THD ens dona una referència de la major o menor quantitat d'harmònics que hi ha associats a l'ona fonamental de corrent, i es calcula segons la expressió següent:

$$\text{THDi}(\%) = \frac{\sqrt{I_2^2 + I_3^2 + \dots + I_n^2}}{I_1} \times 100$$

On:

$I_2, I_3, \dots, I_n$ = Valors eficaços de les diferents corrents harmòniques associades a l'ona de corrent fonamental (A)

I_1 = Valor eficaç de l'ona de corrent fonamental (A)

Per a un valor límit de THD del 3%, i agafant com a hipòtesis més desfavorable la possibilitat que l'única corrent harmònica existent fossi de tipus homopolar (la d'ordre 3 per exemple), tindriem que aquesta corrent harmònica tindria un valor màxim de:

$$I_3 = 0,03 \times I_1$$

Com que els circuits de CA previstos per a la connexió de l'inversor a la xarxa de distribució son de distribució trifàsica equilibrada amb neutre i, a efectes de la corrent que circularà pels conductors neutres deguda a la corrent harmònica plantejada, tenint en compte que unes corrents homopolars circulant per les tres fases es tradueixen en una corrent circulant pel neutre igual a la suma aritmètica dels corrents homopolars, la corrent resultant màxima que podrà circular pels conductors neutres del diferents circuits de connexió de l'inversor es calcula a continuació.

INVERSOR a QCPFV CA

$$I_n = 3 \times I_3 = 3 \times 0,03 \times 144,3 = 12,98 \text{ A}$$

QCPFV CA a CPMG

$$I_n = 3 \times I_3 = 3 \times 0,03 \times 144,3 = 12,98 \text{ A}$$

Amb aquest valors màxims previstos de circulació de corrent pels conductors neutres, s'ha decidit reduir la seva secció a la meitat dels conductors de fase de cada circuit. Es comprova per criteri tèrmic la validesa d'aquesta decisió:

TRAM	INTENSITAT CÀLCUL (A)	INTENSITAT 125% S/ ITC-BT-40 (A)	TIPUS DE INSTAL·LACIÓ S/ITC-BT-19	SECCIÓ NEUTRE (mm ²)	INTENSITAT MÀX.ADM. (A)	FACTOR DE REDUCCIÓ	INTENSITAT MÀX.ADM. CORREGIDA (A)	COMPROVACIÓ
INVERSOR a CMPFV CA	13,0	16,3	B	1x50	159	0,8	127,2	COMPLEIX
CMPFV CA a CPMG	13,0	16,3	B	1x50	159	0,8	127,2	COMPLEIX
CPMG a CPMS	13,0	16,3	B	1x50	159	0,8	127,2	COMPLEIX

3.3.2. PROTECCIONS

3.3.2.1. GENERALITATS

Curtcircuits i sobrecàrregues (ITC-BT-22)

El curtcircuit és un punt de treball no perillós per al generador fotovoltaic, ja que la corrent està limitada a un valor molt proper a la màxima d'operació normal del mateix. El curtcircuit pot, no obstant, ésser perjudicial per a l'ondulador. Com a mitjà de protecció s'inclouen fusibles de tipus gPV normalitzats segons EN 60269, que actuen també de protecció contra sobrecàrregues, com es comenta a continuació.

Per a les persones és perillosa la realització o eliminació d'un curtcircuit franc en el camp generador, pot passar ràpidament del circuit obert al curtcircuit, el que produeix un elevat arc elèctric, per la variació brusca de la corrent.

Curtcircuits

Perquè una línia quedi protegida d'un curtcircuit, el poder de tall de la protecció ha de ser major que la intensitat màxima de curtcircuit.

$$I_{cu} \geq I_{cc \text{ màx}}$$

Els fusibles tipus gPV seleccionats tenen un poder de tall assignat de 30 kA, valor molt superior a les intensitats de curtcircuit màximes que podrien produir-se en el cablejat del generador fotovoltaic.

Sobrecarrega

Perquè una línia quedi protegida de sobrecarregues, la protecció ha de complir simultàniament les següents condicions:

$$I_{us} \leq I_n \leq I_z \text{ cable} ; I_{tc} \leq 1.45 \cdot I_z \text{ cable}$$

Estant presentades en la taula de comprovacions de la següent manera:

- I_{us} = Intensitat d'ús prevista en el circuit.
- I_n = Intensitat nominal del fusible o magnetotèrmic.
- I_z = Intensitat admissible del conductor o del cable.
- I_{tc} = Intensitat de dispar del dispositiu a temps convencional (1 h). Prenent com a valors pràctics:
 - A la intensitat de funcionament en el temps convencional, per als interruptors automàtics ($1.45 \cdot I_n$ com a màxim).
 - A la intensitat de fusió en el temps convencional, per als fusibles gPV ($1.6 \cdot I_n$).

Contactes directes i indirectes (ITC-BT-24)

El generador fotovoltaic es connectarà en mode flotant, proporcionant nivells de protecció adequats enfront de contacte directe i indirecte, sempre que la resistència d'aïllament de la part de contínua es mantingui per damunt d'uns nivells de seguretat i no succeeixi un primer defecte a masses o a terra. En aquest últim cas, es genera una situació de risc, que es soluciona per mitjà de:

- L'aïllament classe II dels mòduls fotovoltaics, cables i caixes de connexió. Aquestes últimes, comptaran a més amb clau i estaran dotades de senyals de perill elèctric.
- Controlador permanent d'aïllament, integrat en l'ondulador, que detecti l'aparició d'una primera fallada, quan la resistència d'aïllament sigui inferior al valor següent:

$$R_{ISO,MIN} (\Omega) = 40 \times V_{G,MAX}(V) - 1000$$

on $V_{G,MAX}$ és la tensió corresponent al generador en circuit obert operant a baixa temperatura, que correspon al 125 % de la tensió de circuit obert en condicions estàndard. Aquesta tensió és la major que pot arribar al generador fotovoltaic, de manera que constitueix la condició de major perill elèctric.

Amb aquesta condició es garanteix que la corrent de defecte sigui inferior a 30 mA, que marca el llindar de risc elèctric per a les persones.

L'ondulador detindrà el seu funcionament i s'activarà una alarma visual en l'equip.

Totes les parts actives de la instal·lació tindran recobriment aïllant adequat, de característiques perdurables en el temps, i capaç de limitar la corrent de contacte a valors inferior a 1 mil·liamper.

Les connexions es faran a l'interior de caixes de material aïllant amb tapa aïllant, que compliran la mateixa limitació. Els conductors s'uniran sempre amb regletes de cargol de pressió, de forma que s'asseguri la immobilitat i subjecció de la connexió.

Els quadres es formaran amb mòduls de doble aïllament.

Les presses de corrent seran de tipus homologat i compliran les normes tècniques de seguretat aplicables.

Totes les línies es troben protegides al seu origen per un interruptor diferencial de disparo per intensitat de defecte, que serà propi de cada línia o compartit amb d'altres.

La sensibilitat dels interruptors diferencials serà la que s'indica a l'esquema unifilar, de forma que, en cas de contacte entre parts actives i masses de la instal·lació, aquesta es desconnecti si la tensió de contacte supera els valors d'umbral perillós, segons la ITC-BT-24 (24 V en locals mullats i 50V en locals normals).

Aquests interruptors provocaran l'obertura automàtica de la instal·lació interior quan la suma vectorial de les intensitats que travessen els extrems de l'aparell aconseguixi un valor determinat (sensibilitat).

Per una sensibilitat de 0,5 A la resistència màxima serà de:

$$R = \frac{24V}{I_s} = \frac{24V}{0,5} = 48 \text{ Ohms}$$

Sent:

R = Resistència de terra en Ohms.

I_s = Valor de la sensibilitat de l'interruptor en amperers.

50 V = Tensió màxima de defecte en locals no conductors, i 24 V. en local o emplaçament conductor (ITC-BT-18).

El valor de la resistència a terra es comprovarà posteriorment, al finalitzar la instal·lació, assegurant-se que no se superi el valor màxim calculat. De no ser així, es millorarà la presa de terra existent, o es realitzarà una nova connectada a ella, fins a aconseguir el valor mínim exigit.

Sobretensions (ITC-BT-23)

Es poden originar sobretensions d'origen atmosfèric de certa importància. Per aquest motiu, es protegirà tant l'entrada de CC de l'ondulador com la sortida CA del mateix mitjançant dispositius de protecció classe II/tipus 2, intensitat nominal de descàrrega (8/20)(L-N) de 20 kA , intensitat màxima de descàrrega (8/20)(L-N) de 40 kA, temps de resposta (L-N) de 25 ns, i nivell de protecció en tensió (L-N) a I_n de 1,3 kV.

Fallides a terra

La instal·lació comptarà amb protecció diferencial de 500 mA de sensibilitat en la part CA, per tal de protegir de derivacions aquest circuit.

Protecció de la qualitat del subministrament

En la ITC-BT-40 es recullen algunes especificacions relacionades amb la qualitat de l'energia injectada a la xarxa en instal·lacions generadores. De manera que la instal·lació comptarà amb:

- **Interruptor automàtic de la interconnexió**, per a la desconexió-connexió automàtica de la instal·lació fotovoltaica en cas de pèrdua de tensió o freqüència de la xarxa, conjuntament amb un Relé d'enclavament. Els valors d'actuació per a màxima i mínima freqüència, màxima i mínima tensió seran de 51 Hz, 49 Hz, $1,1 \times U_m$ i $0,85 \times U_m$, respectivament. El rearmament del sistema de commutació i, per tant, de la connexió amb la xarxa de baixa tensió de la instal·lació fotovoltaica serà automàtic, una vegada s'hagi restablert la tensió de la xarxa per l'empresa distribuïdora. Estan integrades en l'equip inversor les funcions de protecció de màxima i mínima tensió i de màxima i mínima freqüència, de manera que les maniobres automàtiques de desconexió-connexió seran realitzades per aquest. Les funcions seran realitzades mitjançant un contactor el rearmament del qual serà automàtic, una vegada es restableixin les condicions normals de subministrament de la xarxa. El contactor, governat normalment per l'inversor, podrà ésser activat manualment. L'estat del contactor («on/off»), s'haurà de senyalitzar amb claredat en el frontal de l'equip, en un lloc destacat.

Per a emprar les proteccions per a la interconnexió de màxima i mínima freqüència i de màxima i mínima tensió incloses en l'inversor, el fabricant certifica:

1º. Els valors de tara de tensió.

2º. Els valors de tara de freqüència.

3º. El tipus i característiques d'equip utilitzat internament per a la detecció d'errades (model, marca, calibratge, etc.).

4º. Que l'ondulador ha superat les proves corresponents en quan als límits establerts de tensió i freqüència.

En cas que les funcions de protecció siguin realitzades per un programa de «software» de control d'operacions, els precintes físics seran substituïts per certificacions del fabricant de l'inversor, en les que es mencioni explícitament que l'esmentat programa no és accessible per a l'usuari de la instal·lació.

S'adjuntan en l'annex corresponent tots aquests documents.

- **Funcionament en illa:** l'interruptor automàtic de la interconnexió impedeix aquest funcionament, perillós per al personal de la companyia distribuïdora.

3.3.2.2. PROTECCIONS DE CC

En la protecció per fusible gPV, es compleix que $I_{tc}=1,6 \cdot I_n$

Es comprova que es compleixi $I_{us} \leq I_n \leq I_z$

$$I_{us} = I \text{ màxima mòdul} = 13,03 \text{ A}$$

$$I_z = \text{Intensitat admissible del cablejat aplicant el factor de correcció} = 0,7 \times 57 = 39,9 \text{ A}$$

$$I_{tc} = 1,6 \cdot I_n$$

Per tant s'ha de complir que:

$$13,03 \leq I_n \leq 39,9 \rightarrow \text{S'instal·laràn fusibles de 20 A}$$

$$\text{Es comprova } I_{tc} \leq 1,45 \cdot I_z ; \quad I_{tc}=1,6 \times I_n= 32 \text{ A}; \quad 32 \text{ A} \leq 1,45 \times 39,9 = 57,85 \text{ A} \rightarrow \text{Correcte}$$

3.3.2.3. PROTECCIONS DE CA

Es comprova que es compleixi $I_b \leq I_n \leq I_z$

Interruptor general:

$$I_{us} = I \text{ màxima sortida inversor} = 144,3 \text{ A}$$

$$I_z = \text{Intensitat admissible del cablejat aplicant el factor de correcció} = 0,8 \times 245 = 196 \text{ A}$$

Per tant s'ha de complir que:

$$144,3 \leq I_n \leq 196 \rightarrow \text{S'instal·larà 1 interruptor magnetotèrmic tetrapolar de 160 A}$$

Interruptor magnetotèrmic inversor:

$$I_{us} = I \text{ màxima sortida inversor} = 144,3 \text{ A}$$

$$I_z = \text{Intensitat admissible del cablejat aplicant el factor de correcció} = 0,8 \times 245 = 196 \text{ A}$$

Per tant s'ha de complir que:

$144,3 \leq I_n \leq 196 \rightarrow$ S'instal·larà 1 interruptor magnetotèrmic tetrapolar de 160 A

Interruptor Diferencial:

S'instal·larà 1 relé diferencial 500 mA de sensibilitat associat a l'interruptor general, de tipus A superinmunitzat i amb funcionament retardat 0,5 s.

3.3.2.4. XARXA DE TERRES

El càlcul de la resistència de posada a terra de la instal·lació es realitza segons la ITC-BT-18 del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió.

Totes les línies de la instal·lació, tindran conductors de protecció (terra), al que es connectaran les masses metàl·liques accessibles de la mateixa, xassís de lluminàries, equips, etc. La línia general de terra es connectarà a la xarxa de terres existent de la instal·lació de consum i s'assegurarà una resistència no superior a 48 Ohms.

3.3.3. CONNEXIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ

L'evacuació d'energia es farà a través de la xarxa interior de consum. Es connectarà per tant en paral·lel al quadre general de comandament i protecció existent segons l'esquema unifilar. Tal i com es descriu en capítols anteriors.

3.3.4. COMPROVACIONS

Es comprovarà el compliment de tota l'instal·lació amb el REBT i amb les normes tècniques particulars de la companyia elèctrica distribuïdora.

4. PRESSUPOST

El resum per partides del pressupost d'aquest projecte és el que s'indica a continuació:

<i>Codi</i>	<i>Descripció</i>	<i>Total</i>
C00	OBRA CIVIL	7.280,67 €
C01	CAMP FOTOVOLTAIC	82.527,00 €
C02	INVERSORS	4.282,12 €
C03	MATERIAL ELÈCTRIC	23.993,38 €
C04	MONITORITZACIÓ	186,53 €
C05	TREBALLS DE VERIFICACIÓ, INSPECCIÓ I POSADA EN SERVEI	1.330,00 €
C06	DOCUMENTACIÓ	215,00 €
TOTAL PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL (PEM)		119.814,70 €
DESPESES GENERALS (13% s/PEM)		15.575,91 €
BENEFICI INDUSTRIAL (6% s/PEM)		7.188,88 €
TOTAL PRESSUPOST D'EXECUCIÓ DE CONTRACTA (PEC)		142.579,49 €
I.V.A. (21% s/PEC)		29.941,69 €
TOTAL PRESSUPOST BASE DE LICITACIÓ (PBL)		172.521,18 €

El Pressupost Base de Licitació (PBL) ascendeix a la quantitat total de 172.521,18 € (CENT SETANTA-DOS MIL CINC-CENTS VINT-I-UN EUROS AMB DIVUIT CÈNTIMS).

5. CONCLUSIONS

Per tot l'exposat anteriorment, l'enginyer tècnic industrial que subscriu aquest projecte espera haver aportat les dades suficients per la seva aprovació pels Organismes Competents, quedant a disposició d'aquests per qualsevol dubte o aclariment.

Sant Pere de Riudebitlles, juny de 2024

L'Enginyer Tècnic Industrial

Roberto Blesa Sabater, col·legiat núm. 20.593 del CETIB

6. DOCUMENTS QUE INTEGREN EL PRESENT PROJECTE

DOCUMENT 1. MEMÒRIA I ANNEXOS

MEMÒRIA DESCRIPTIVA I TÈCNICA

ANNEX I. DOCUMENTACIÓ DELS EQUIPS INSTAL·LATS

ANNEX II. CÀLCUL DE L'ESTRUCTURA DE SUPORT

ANNEX III. ESTUDI DE CÀRREGUES DE L'ESTRUCTURA DE L'EDIFICI

ANNEX IV. ESTUDI DE GESTIÓ DE RESIDUS DE LA CONSTRUCCIÓ I DEMOLICIÓ

DOCUMENT 2. PLÀNOLS

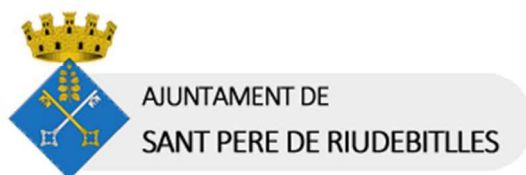
DOCUMENT 3. PLEC DE CONDICIONS

DOCUMENT 4. PRESSUPOST

DOCUMENT 5. ESTUDI BÀSIC DE SEGURETAT I SALUT

ANNEX I. DOCUMENTACIÓ DELS EQUIPS INSTAL·LATS

INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA PER AUTOCONSUM COL·LECTIU 100 kW SOBRE LA COBERTA DE L'ESCOLA PUBLICA SANT JERONI



Plaça de les Eres, 1, 08776 Sant Pere de Riudebitlles, (Barcelona)



Sant Pere de Riudebitlles, juny de 2024

Av. de l'Estatut, 130, 08191 Rubí (Barcelona) · 931 937 390 · suma@epi.coop · www.epi.coop

Hi-MO 5m

(G2)

LR5-66HPH 495~515M

- Based on M10-182mm wafer, best choice for ultra-large power plants
- Advanced module technology delivers superior module efficiency
 - M10 Gallium-doped Wafer
 - Smart Soldering
 - 9-busbar Half-cut Cell
- Excellent outdoor power generation performance
- High module quality ensures long-term reliability



12-year Warranty for
Materials and Processing



25-year Warranty for Extra
Linear Power Output

Complete System and Product Certifications

IEC 61215, IEC 61730, UL 61730

ISO9001:2015: ISO Quality Management System

ISO14001: 2015: ISO Environment Management System

ISO45001: 2018: Occupational Health and Safety

TS62941: Guideline for module design qualification and type approval

LONGi



21.7%
MAX MODULE
EFFICIENCY

0~3%
POWER
TOLERANCE

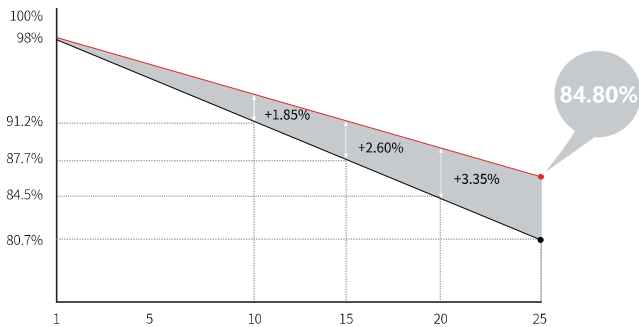
<2%
FIRST YEAR
POWER DEGRADATION

0.55%
YEAR 2-25
POWER DEGRADATION

HALF-CELL
Lower operating temperature

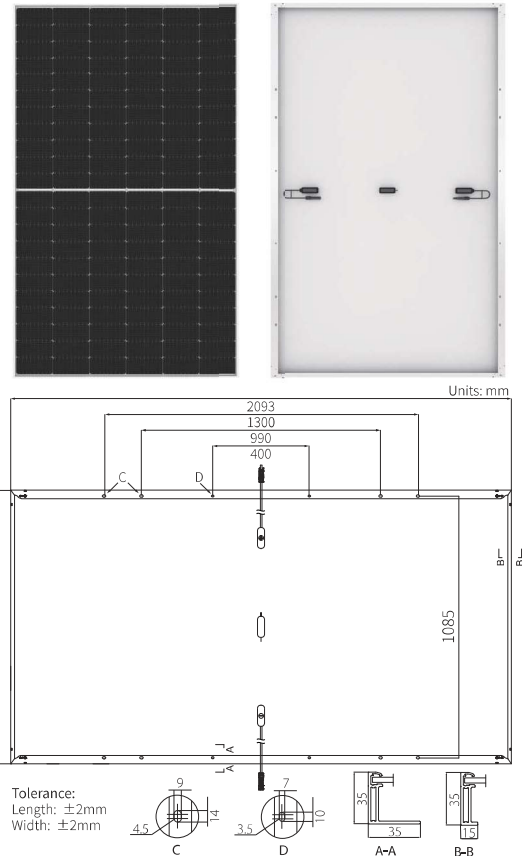
Additional Value

25-Year Power Warranty



Mechanical Parameters

Cell Orientation	132 (6×22)
Junction Box	IP68, three diodes
Output Cable	4mm ² , +400, -200mm length can be customized
Connector	LONGi LR5 or MC4 EVO2
Glass	Single glass, 3.2mm coated tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy frame
Weight	25.3kg
Dimension	2093×1134×35mm
Packaging	31pcs per pallet / 155pcs per 20' GP / 682pcs per 40' HC



Electrical Characteristics

STC : AM1.5 1000W/m² 25°C NOCT : AM1.5 800W/m² 20°C 1m/s Test uncertainty for Pmax: +3%

Module Type	LR5-66HPH-495M		LR5-66HPH-500M		LR5-66HPH-505M		LR5-66HPH-510M		LR5-66HPH-515M	
Testing Condition	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax/W)	495	370.0	500	373.7	505	377.5	510	381.2	515	384.9
Open Circuit Voltage (Voc/V)	45.40	42.69	45.55	42.83	45.70	42.97	45.85	43.11	46.00	43.25
Short Circuit Current (Isc/A)	13.82	11.17	13.90	11.24	13.97	11.30	14.05	11.36	14.13	11.42
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	38.23	35.51	38.38	35.65	38.53	35.79	38.68	35.93	38.83	36.07
Current at Maximum Power (Imp/A)	12.95	10.42	13.03	10.48	13.11	10.55	13.19	10.61	13.27	10.67
Module Efficiency(%)	20.9		21.1		21.3		21.5		21.7	

Operating Parameters

Operational Temperature	-40°C ~ +85°C
Power Output Tolerance	0~3%
Voc and Isc Tolerance	±3%
Maximum System Voltage	DC1500V (IEC/UL)
Maximum Series Fuse Rating	25A
Nominal Operating Cell Temperature	45±2°C
Protection Class	Class II
Fire Rating	UL type 1 or 2 IEC Class C

Mechanical Loading

Front Side Maximum Static Loading	5400Pa
Rear Side Maximum Static Loading	2400Pa
Hailstone Test	25mm Hailstone at the speed of 23m/s

Temperature Ratings (STC)

Temperature Coefficient of Isc	+0.050%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.265%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.340%/°C

Declaración de conformidad CE

Enero 19, 2021

Fabricante: LONGI Green Energy Technology Co., Ltd.
Dirección: No. 388 Middle Hangtian Road, 710100 Xi'an City, Shaanxi, PRC
Producto: Modulo Fotovoltaico (PV)
Marca Comercial: LONGi
Modelo(s):

- LR4-60 ZZZ XXX M LR4-66 ZZZ XXX M LR4-72 ZZZ XXX M
- LR5-66 ZZZ XXX M LR5-72 ZZZ XXX M
- LR6-60 ZZZ XXX M LR6-72 ZZZ XXX M

ZZZ significa tipo de módulo (HIH, HIB, HIBD, HPH, HBD, HPB)

XXX indica la potencia de la etiqueta de identificación del módulo en Watt.

LONGi Solar Technologie GmbH confirma por la presente que sus módulos fotovoltaicos cumplen con los requisitos establecidos en la Directiva de la Unión Europea 2014/35 / EU (Directiva de bajo voltaje - LVD) para los equipos eléctricos utilizados en ciertos límites de voltaje y 2014/30 / EU (Emisiones Electromagnéticas - EMI). Para la evaluación de la conformidad con estas Directivas, se aplicaron las siguientes normas IEC:

- IEC 61215-1:2016 (Terrestrial PV modules - Design qualification and type approval)
- IEC 61730-1:2016 (Photovoltaic (PV) module safety qualification)

Basado en: informe 704061700516-X emitido por TÜV Süd para 1.500 V productos monofacial
informe 704061802022-X emitido por TÜV Süd para 1.000 V productos monofacial
informe 704061700509-X emitido por TÜV Süd para 1.500 V productos bifacial

El responsable de esta declaración es el fabricante y / o su representante autorizado dentro de la Unión Europea (LONGi Solar Technologie GmbH).



i.A. Winfried Wahl
Chief Engineer, Head of Product Management

SUN2000-100KTL-M2

Smart PV Controller



10
MPP Trackers



98.8% (@480V)
Max. Efficiency



String-level
Management



Smart I-V Curve Diagnosis
Supported



MBUS
Supported



Support AFCI &
Smart String Level
Disconnect

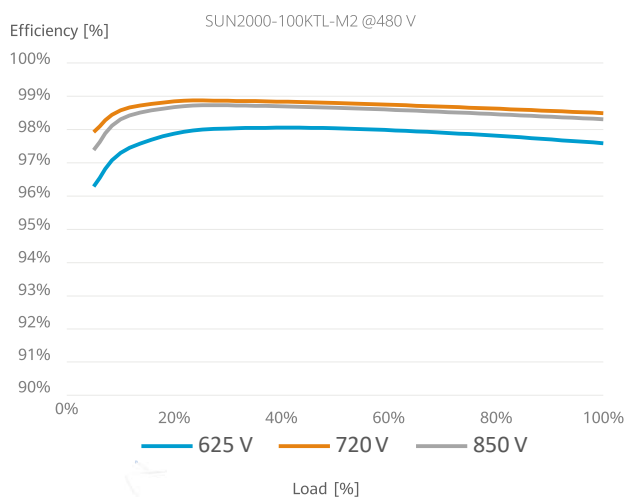


Surge Arresters for
DC & AC

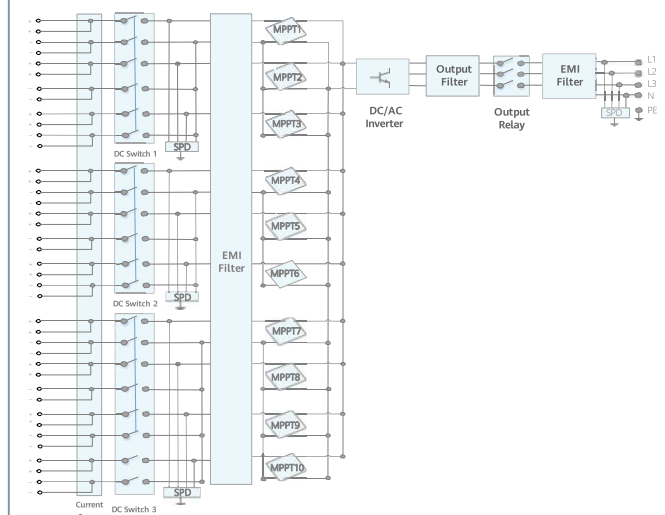


IP66
Protection

Efficiency Curve



Circuit Diagram



Technical Specification	SUN2000-100KTL-M2
-------------------------	-------------------

Efficiency	
Max. efficiency	98.6% @ 400 V, 98.8% @ 480 V
European efficiency	98.4% @ 400 V, 98.6% @ 480 V

Input	
Max. Input Voltage ¹	1,100 V
Max. Current per MPPT	30 A
Max. Current per Input	20 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	40 A
Start Voltage	200 V
MPPT Operating Voltage Range ²	200 V ~ 1,000 V
Nominal Input Voltage	600 V @ 400 Vac, 720 V @ 480 Vac
Number of MPP trackers	10
Max. input number per MPP tracker	2

Output	
Nominal AC Active Power	100,000 W
Max. AC Apparent Power	110,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	110,000 W
Nominal Output Voltage	400 V / 480 V, 3W+(N)+PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	144.4 A @ 400 V, 120.3 A @ 480 V
Max. Output Current	160.4 A @ 400 V, 133.7 A @ 480 V
Adjustable Power Factor Range	0.8 leading... 0.8 lagging
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%

Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Arc Fault Protection	Yes
Smart String Level Disconnecter	Yes

Communication	
Display	LED indicators; WLAN adaptor + FusionSolar APP
RS485	Yes
USB	Yes
Smart Dongle-4G	4G / 3G / 2G via Smart Dongle – 4G (Optional)
Monitoring BUS (MBUS)	Yes (isolation transformer required)

General Data	
Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm
Weight (with mounting plate)	93 kg
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Amphenol HH4
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless
Nighttime Power Consumption	< 3.5 W

Standard Compliance (more available upon request)	
Certificate	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 61727, IEC 60068, IEC 61683
Grid Connection Standards	VDE-AR-N4105, EN 50549-1, EN 50549-2, RD 661, RD 1699, C10/11

^{*1} The maximum input voltage is the upper limit of the DC voltage. Any higher input DC voltage would probably damage inverter.

^{*2} Any DC input voltage beyond the operating voltage range may result in inverter improper operating.

EU Declaration of Conformity

(No. CE-10228758)

We **Huawei Technologies Co., Ltd.**

**Administration Building, Headquarters of Huawei Technologies Co., Ltd.,
Bantian, Longgang District, Shenzhen, 518129, P.R.C**

declare that the product

Name/Trademark SOLAR INVERTER/HUAWEI

Model SUN2000-100KTL-M2, SUN2000-115KTL-M2

complies with the following directives:

- **2014/35/EU (Low Voltage Directive)**
- **2014/30/EU (EMC Directive)**
- **2011/65/EU & (EU) 2015/863 (RoHS Directive)**

For the evaluation of the compliance with these Directives, the following standards have been applied:

Safety	EN 62109-2:2011 EN 62109-1:2010
EMC	EN 62920:2017+A11:2020 EN 55011:2016+A11:2020(Group 1) EN IEC 61000-6-3:2021(Telecom Port) EN IEC 61000-6-4:2019(Telecom Port) EN 61000-3-12:2011 EN IEC 61000-3-11:2019 EN IEC 61000-6-2:2019
RoHS	EN IEC 63000:2018

This declaration of conformity is issued under the sole responsibility of the manufacturer.

CE Marking Date: 2023-02-02

Responsible for making this declaration is the:

☒ Manufacturer ☐ Authorised representative established within the EU

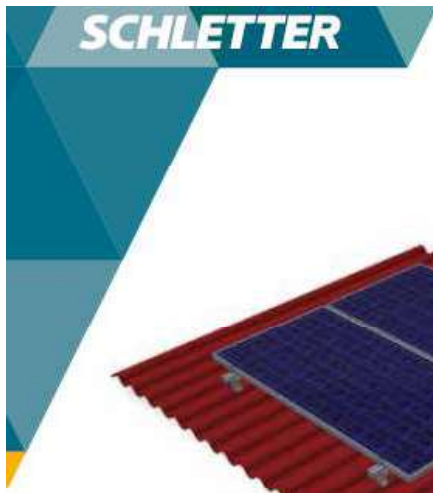
Signed for and on behalf of: Huawei Technologies Co., Ltd.

Print name/Title : LingHongDong / Regulation Compliance Manager

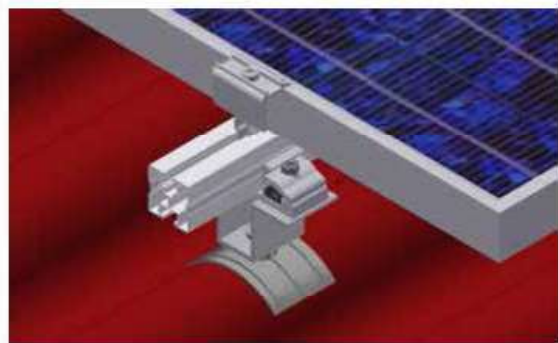
Shenzhen, China
(Place)

2023-02-02
(Date)

LingHongDong
(Signature)



Roof: Fibre cement corrugated sheets with steel purlins.
System: Universal adapter Uno M8 with sealing cap, distance tubes and self tapping screws



COMPONENT OVERVIEW:

**Hanger bolt**

110010-200	Hanger bolt set 10 x 200 mounted	Units:50
110012-200	Hanger bolt set 12 x 200 mounted	Units:50
110012-300	Hanger bolt set 12 x 300 mounted	Units:50

Hanger bolt set, fully assembled with vulcanised EPDM sealing (UV-resistant) and 3 flange nuts in V4A, mounted



119033-004	Universal adapter Duo M10/M12 For hanger bolts M10/M12, loose, aluminium	Units:50
-------------------	---	----------



119033-004	Universal adapter Duo M10/M12 For hanger bolts M10/M12, loose, aluminium	Units:50
-------------------	---	----------

INFO: Hanger bolt + adapter = ready-to-use fastening system

**Threaded washer, self-grooving, VA**

943718-064	8 x 64	Units:100
943718-100	8 x 100	Units:100
943718-125	8 x 125	Units:100
943718-150	8 x 150	Units:100
943718-200	8 x 200	Units:50



SCHLETTER

HANGER BOLT



119033-002	Universal adapter Uno M8	Units:50
119005-000	Corrugated sheet sealing cap 5/6/8	Units:50
119004-002	Aluminium distance tube 65 x 20*	Units:50
119004-004	Aluminium distance tube 1000 x 20*	Units:30

* for profile height 57 mm

** for other profile heights, these must be cut to measure at the factory

The Rapid cross connector (product 129063-000) must be ordered separately



119033-005	Universal adapter Duo M8	Units:50
119005-000	Corrugated sheet sealing cap 5/6/8	Units:50
119004-002	Aluminium distance tube 65 x 20*	Units:50
119004-003	Aluminium distance tube 1000 x 20*	Units:30

Depending on the mounting site, 2x threaded screws must be calculated.

*for profile height 57mm

**for other profile heights, these must be cut to measure at the factory



119033-002	Universal adapter Duo M8	Units:50
119005-001	Universal storm washer with EPDM	Units:50

The Rapid cross connector (product 129063-000) must be ordered separately

PERFILES DE SOPORTE DE MÓDULO Y DE MONTAJE

Perfiles



Perfil de soporte del módulo Solo

Conexión mecánica

Superior:

KlickNut M8

Inferior:

Canal de atornillado M10

b	h
40 mm	40 mm

AL en blanco		Negro anodizado	
120005-02100*	2.1 m		
120005-03200*	3.2 m		
120005-03300	3.3 m		
120005-04300*	4.3 m	120005-94300*	4.3 m
120005-04400	4.4 m	120005-94400	4.4 m
120005-05300*	5.3 m	120005-95300*	5.3 m
120005-05500	5.5 m	120005-95500	5.5 m
120005-006	6.0 m		
120005-06200	6.2 m		

*Si se agotan los perfiles, serán sustituidos por los nuevos largos a partir del 2º trimestre/2021



Perfil de soporte del módulo SoloPlus

Conexión mecánica

Superior:

KlickNut M8

Inferior:

Canal de atornillado M10

b	h
40 mm	60 mm

AL en blanco	
120006-04300*	4.3 m
120006-04400	4.4 m
120006-05300*	5.3 m
120006-05500	5.5 m

*Si se agotan los perfiles, serán sustituidos por los nuevos largos a partir del 2º trimestre/2021



Perfil de soporte del módulo Solo XL

Conexión mecánica*

Superior:

KlickNut M8

Inferior:

Canal de atornillado M10

b	h
40 mm	120 mm

AL en blanco	
120015-05300*	5.3 m
120015-05500	5.5 m

*Los perfiles agotados serán sustituidos por los nuevos largos a partir del 2º trimestre/2021

El canal de atornillado M10 inferior sólo es adecuado para la conexión con el perno de cabeza cuadrada 943410-025. No apto para conector transversal Rapid, KlickTop o conexiones similares.



RAPID16

THE NEW FAMILY OF CLAMPS

Schletter's new Rapid16 family of modular clamps offers many advantages, such as better warehousing thanks to minimal versions, and a grounding pin in every module clamp. Rapid16 is right for any Schletter module-bearing profile with an 8 mm Klicknut and is designed for module frame heights of 30-50 mm.

- Minimal versions for all applications
- Integrated grounding pin
- Optimal warehousing and fast installation
- General building approval Z14.4-631
- 10-year warranty

The clamping range is divided into two sizes. The lower module clamps can hold modules with a frame height of 30-40 mm. The higher ones are suitable for frame heights of 40-50 mm. With all middle clamps and the high end clamps, all claws can be rotated and are therefore suitable for vertical or horizontal (linear) module clamping. The exception is the end clamps for low module frames. For geometric reasons, rotation is not possible on them. Therefore there is also a low end clamp in an "H" version.

All clamps are also available in black anodized versions to best coordinate them with black module frames.

INSTALLATION TYPE

VERTICAL:



HORIZONTAL:

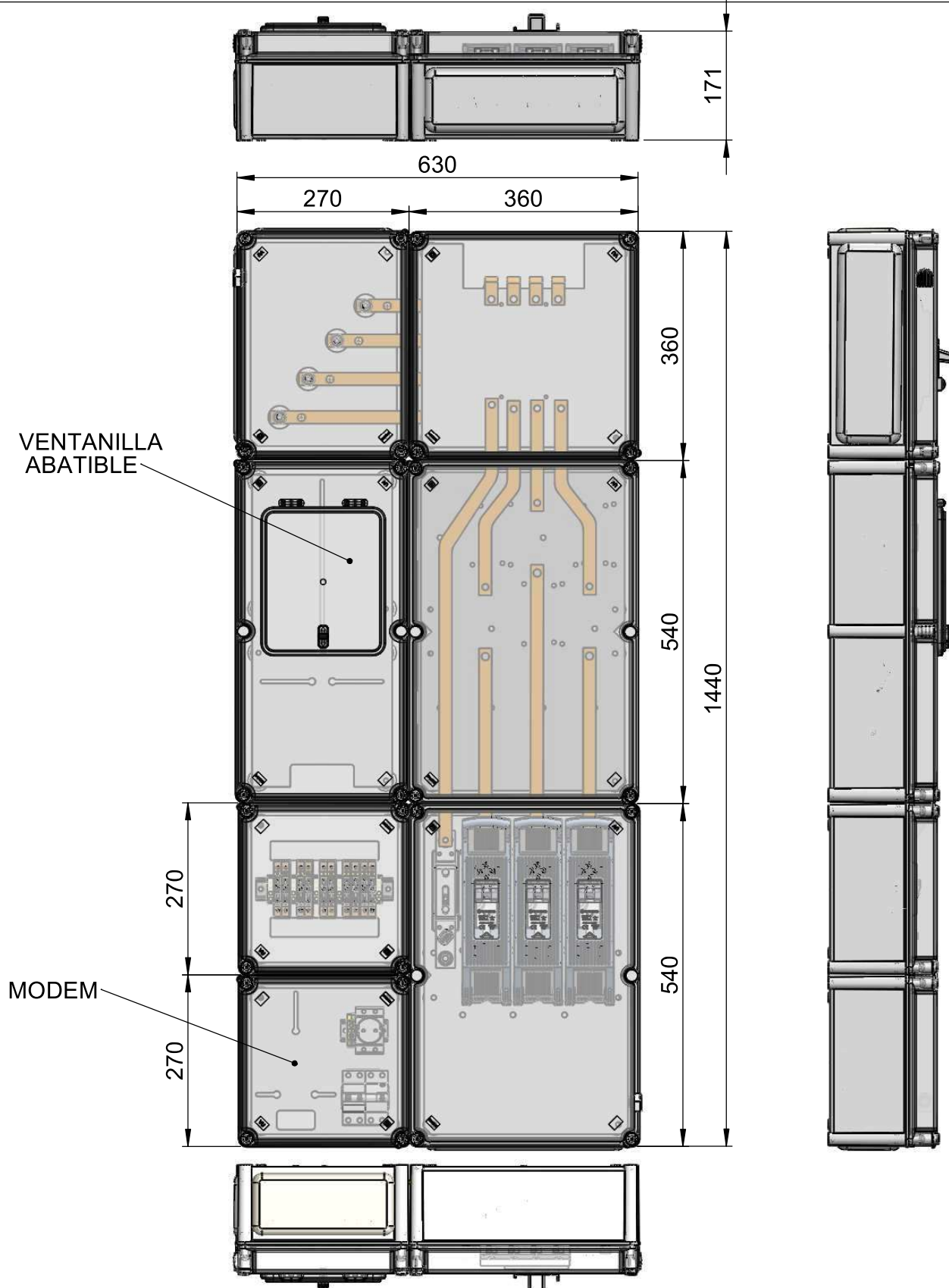


ITEM


BLANK ALUMINUM	BLACK ANODIZED	Item designation	Installation type
131121-002	131121-902	Center clamp Rapid16 40-50	
131101-002	131101-902	End clamp Rapid16 40-50	V + H
131121-001	131121-901	Center clamp Rapid16 30-40	V + H
131101-001	131101-901	End clamp Rapid16 30-40	V + H
131101-003	131101-903	End clamp Rapid16 H 30-40	V
			H

For more information, see www.schletter-group.com





* Los equipos se suministran cableados

DIBUJADO
MCP

HOJA Nº
1/1

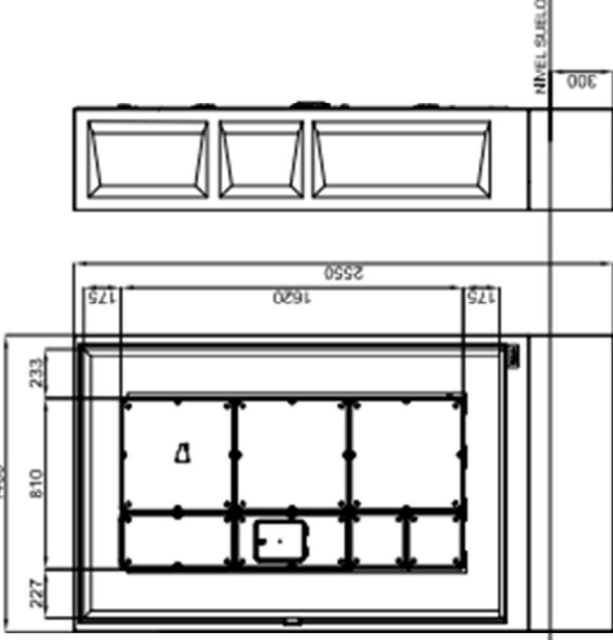
FECHA: 15.05.2014

CAJA MEDIDA TMF-10 100-160

Ref.:0236611-K/L/M/S

CAHORS

FICHA Nº
FT9823

	  	FICHA TECNICA ZTMF10 630A	FT Nº: 9830 REVISIÓN: 01	FECHA: 28.05.2014	
REFERENCIA CAHORS: 0926649 REFERENCIA CLIENTE: -	DIBUJO 3D 				
	CARACTERÍSTICAS - Estructura monobloque de hormigón reforzado con fibra de vidrio - Composición GRC > 8N/mm² - Tipo de cemento: CEM I 52.5 R - Puerta de chapa galvanizada de > = 1.5mm - Cierre mediante maneta escamoteable, con bombín tipo JIS CFE y 3 puntos de anclaje. - Peso: 855Kg.				
	NORMAS - NORMA UNE-EN 1169 - NORMA UNE-EN 1170-2 - NORMA UNE-EN 1170-4 - NORMA UNE-EN 50102 - DIRECTIVA 				
UTILIZACIÓN - Armario con capacidad para albergar un TMF10 de 200 hasta 630A	ZTMF10 630A FT Nº9830 Rev:01				

ANNEX II. CÀLCUL DE LES ESTRUCTURES DE SUPORT

INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA PER AUTOCONSUM COL·LECTIU 100 kW SOBRE LA COBERTA DE L'ESCOLA PÚBLICA SANT JERONI



Plaça de les Eres, 1, 08776 Sant Pere de Riudebitlles, (Barcelona)



Sant Pere de Riudebitlles, juny de 2024

Av. de l'Estatut, 130, 08191 Rubí (Barcelona) · 931 937 390 · suma@epi.coop · www.epi.coop

Schletter Solar GmbH

Alustraße 1
D-83527 Kirchdorf

Tel.: +498072 9191-0

Fax: +498072 9191-9100

info.de@schletter-group.com

<https://www.schletter-group.com/>

**Documentos de planificación para el sistema
portante para la fijación de módulos solares
Sistema en cubiertas a dos aguas**

**Proyecto: ESCOLA PUBLICA SANT JERONI
ZONA 2**

Tipo de módulo: LR5-66HPH-500M-G2 2093 x 1134 mm



Por orden

**ESCOLA PUBLICA SANT
JERONI (100kW)**

junio 2024

Planificación y autocalculación

Versión 8.10.1.0

Datos de la instalación

Fecha	17/06/2024
Cliente	ESCOLA PUBLICA SANT JERONI (100kW)
Pedido	152
Instalación	6 R à 10 Mod

Selección de módulos

Fabricante	LONGI SOLAR
Módulo	LR5-66HPH-500M-G2
Potencia pico	500 W
Altura	2.093 mm
Ancho	1.134 mm
Espesor	35 mm
Marco	Enmarcado



Colocación de los módulos

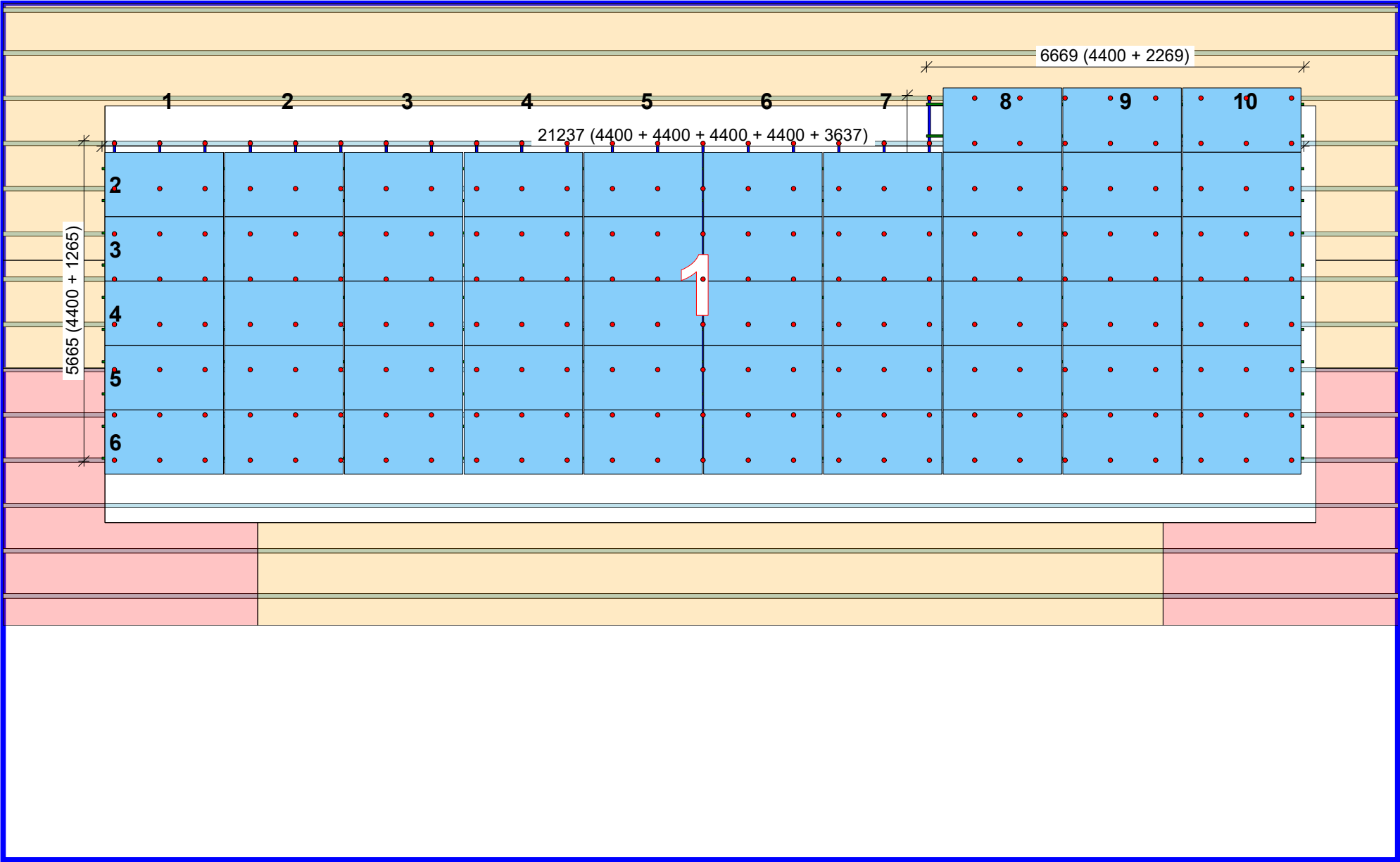
Módulos por fila	10
Filas de módulos	6
Cantidad de módulos	53
Distancia entre soportes seleccionada	800 mm
Voladizo	400 mm
Cantidad de campos idénticos de módulos	1

Configuración base

Selección del sistema	
Soporte base	Solo
Perfil portante de módulos	Solo
Tipo de pinzas	Rapid16
Fijación	Universal-Adapter M8

Resultados: datos de la instalación

Potencia pico	26,50 kW
---------------	----------



Cliente ESCOLA PUBLICA SANT JERONI (100kW)
Proyecto ESCOLA PUBLICA SANT JERONI ZONA 2

Lista de piezas sistemas en cubiertas a dos aguas 6H

Partida	Número de artículo	Artículo	Total amount	Longitud mm	Unidad	Peso total kg
1	120005-04400	Soporte de módulos Solo - 4400mm	92		ST	331,844
2	129011-000	Tapa de plástico Solo	100 (78)		ST	0,624
3	129060-000	Empalme de inserción Solo	150 (138)		ST	10,212
4	943001-232	Drill screw 6.0x22 self-tap. seal A2 woA	300 (276)		ST	1,352
5	129063-000	Empalme cruzado Rapid	400 (288)		ST	22,752
6	119033-002	Universal-Adapter M8	250 (225)		ST	18,450
7	943763-064	Torn. 6,3x64 a partir de 1,5mm autor. A2	300 (225)		ST	3,600
8	119005-000	Goma sellado chapa ondulada 5/6/8	250 (225)		ST	2,925
9	119004-003	Spacer alu 20 1m	30 (6)		ST	3,816
10	943410-025	Tornillo M10x25 cuadrada A2 GMB	500 (450)		ST	10,800
11	943912-010	Tuerca tapón dientes bloqueoM10 DIN692	500 (450)		ST	4,950
12	131101-001	Pinza lateral Rapid16 V 30 - 40	50 (24)		ST	1,272
13	131121-001	Pinza intermedia Rapid16 30 - 40	100 (94)		ST	4,700
Total (100%)						417,297

Configurador de sistema Actualización 8.10.1.0
Aclaraciones previas

Los cálculos presentados a continuación son válidos para condiciones regulares y para sistemas de montaje en versiones con vigas de varios vanos. En ubicaciones con estructuras especiales de terreno son necesarios exámenes adicionales con respecto a las cargas de viento existentes.

Cliente ESCOLA PUBLICA SANT PERE DE RIUDEBITLLES
 Pedido 152
 C.P. obra **08776 SANT PERE DE RIUDEBITLLES**
 41,4500 ° latitud norte
 1,7000 ° longitud este

Inclinación del elemento	α	8,0	°
Altura del módulo	h	2,09	m
Altura sobre nivel del mar	H	291	m
Altura sobre rasante	z	9,00	m
Altura murete	h _p	0,50	m
Voladizo del perfil portante de módulos	a _{kr}	0,40	m
Luz correa	a	0,80	m
Luz soporte base	b	0,80	m
Voladizo del perfil portante de módulos	b _{kr}	0,40	m


Soporte base

Sistema estructural

Tejado a dos aguas

Sistema de carriles cruzados
Soporte base

Solo

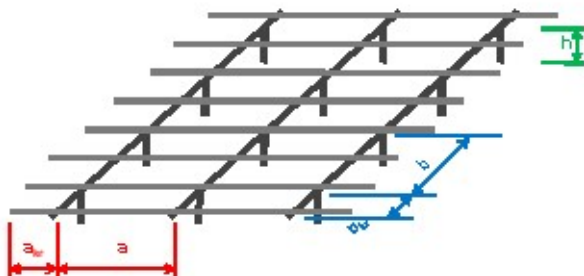
Perfil portante de módulos

Solo

Suposición de carga según

Peso del módulo	g	0,10	kN/m ²
Presión dinámica del viento	q(z)	0,86	kN/m ²
Carga de nieve	s	0,55	kN/m ²
Categoría de terreno	IV		

Zonas con vegetación o construcción regular o con obstáculos aislados con separación de al menos 20 veces la altura del obstáculo (p.ej. pueblos, zonas suburbanas, zonas forestales).


Categoría de terreno IV

Cargas sustitutorias equivalentes

Q _k kN/m ²	Q _d kN/m ²
0,13	0,18

Verificación de los perfiles portantes de módulos (luces admisibles) Solo (120005)

Utilización para Montaje en el tejado

Inclinación del elemento	α 8 °	sin = 0,139	cos = 0,990	Coeficientes de fuerza	
Altura sobre rasante	z 9,00 m	Peso del módulo	g 0,10 kN/m²	C _{pe,1,max} 0,20	C _p
Altura del módulo	h 2,09 m	Carga de nieve	s 0,55 kN/m²		C _p
Dimensión modular construcción inferiora	0,80 m	Presión dinámica del viento	q(z) 0,86 kN/m²		C _p
Voladizo	l _{kr} 0,40 m				

Disposición de carga por Metro cuadrado de la superficie de tejado

Peso propio Módulos

$$\begin{aligned} g_v &= 0,10 \cdot 1,00 \cdot 1,000 = 0,10 \text{ kN/m}^2 \\ g_z &= 0,10 \cdot 0,990 = 0,10 \text{ kN/m}^2 \\ g_y &= 0,10 \cdot 0,139 = 0,01 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Presión de viento

$$\begin{aligned} L_i &= 1,13 / 2 = 0,57 \text{ m} \\ w_i &= 0,86 \cdot c_{p,i} = 0,17 \text{ kN/m}^2 \\ W &= w_i \cdot L_i = 0,10 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Carga de nieve

$$\begin{aligned} s_v &= 0,55 \cdot 1,00 \cdot 0,990 = 0,54 \text{ kN/m}^2 \\ s_z &= 0,54 \cdot 0,990 = 0,53 \text{ kN/m}^2 \\ s_y &= 0,54 \cdot 0,139 = 0,08 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Succión del viento

Zona H	Zona G	Zona F
-0,60 kN/m ²	-0,95 kN/m ²	-1,38 kN/m ²
-0,34 kN/m	-0,54 kN/m	-0,78 kN/m

Parámetros de perfil

$$\begin{aligned} \text{Superficie total} \quad A &= 3,008 \text{ cm}^2 \\ \text{Momento de resistencia} \quad W_y &= 2,788 \text{ cm}^3 \\ \text{Momento de resistencia} \quad W_z &= 2,552 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Coeficiente de seguridad parcial y coeficiente de combinación

$$\begin{aligned} \gamma_g &= 1,35 \quad \gamma_g = 0,90 \text{ para efecto favorable} \\ \gamma_q &= 1,50 \cdot 1,00 = 1,50 \\ \psi_{0,w} &= 0,60 \\ \psi_{0,s} &= 0,50 \end{aligned}$$

Variables de fuerza interna para viga de uno o varios vanos

n	M _{1,total}	M _{1,partial}	M _{2,total}	M _{2,partial}	M _{B,total}	M _{B,partial}	A _{total}	A _{partial}	B _{total}	B _{partial}	Q _{total}	Q _{partial}
1	0,125	0,125	0,000	0,000	0,000	0,000	0,500	0,500	0,000	0,000	0,500	0,500
2	0,070	0,096	0,000	0,000	-0,125	-0,125	0,375	0,438	1,250	1,250	0,625	0,625
3	0,080	0,101	0,025	0,075	-0,100	-0,117	0,400	0,450	1,100	1,200	0,600	0,617
4	0,077	0,100	0,036	0,080	-0,107	-0,121	0,393	0,446	1,143	1,223	0,607	0,621

Fuerzas de intersección verticales

Combinación de carga 1					Combinación de carga 2				Combinación de carga 3				border zone		edge zone	
n	M _{z,span}	M _{z,supp}	M _{z,cant}	A	M _{z,span}	M _{z,supp}	M _{z,cant}	A	M _{z,span}	M _{z,supp}	M _{z,cant}	A	M	A	M	A
1	0,05	0,00	0,00	0,32	0,04	0,00	0,00	0,23	-0,04	0,00	0,00	-0,24	-0,06	-0,39	-0,09	-0,58
2	0,04	-0,05	0,00	0,62	0,03	-0,04	0,00	0,45	-0,03	0,04	0,00	-0,46	0,06	-0,76	0,09	-1,12
3	0,04	-0,05	0,00	0,59	0,03	-0,03	0,00	0,42	-0,03	0,04	0,00	-0,45	0,06	-0,73	0,08	-1,08
4	0,04	-0,05	0,00	0,60	0,03	-0,03	0,00	0,43	-0,03	0,04	0,00	-0,46	0,06	-0,74	0,09	-1,10

Fuerzas de intersección horizontales

	Combinación de carga 1				Combinación de carga 2				Combinación de carga 3				border zone		edge zone	
n	M _{y,span}	M _{y,supp}	M _{y,cant}	A	M _{y,span}	M _{y,supp}	M _{y,cant}	A	M _{y,span}	M _{y,supp}	M _{y,cant}	A	M	A	M	A
1	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00	-0,01	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
3	0,00	-0,01	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
4	0,00	-0,01	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01

Resumen

	Tensiones momento de campo						Tensiones momento de apoyo						
n	LC1	LC2	LC3			Max	LC1	LC2	LC3			Max	
1	2,00	1,42	-1,31	-2,15	-3,20	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
2	1,49	1,04	-1,04	-1,69	-2,50	1,49	-2,00	-1,42	1,31	2,15	3,20	3,20	
3	1,58	1,11	-1,09	-1,77	-2,62	1,58	-1,84	-1,30	1,25	2,04	3,02	3,02	
4	1,56	1,09	-1,08	-1,75	-2,59	1,56	-1,91	-1,35	1,29	2,10	3,12	3,12	
Tensiones momentos de voladizo							0,18	0,13	0,05	0,09	0,14	0,18	

Grado de utilización

Viga continua para 1 campo 17,6 %
Viga continua para 2 campos 17,6 %
Viga continua para 3 campos 17,6 %
Viga de varios vanos 17,2 %
Voladizo 1,0 %

Verificación de la distancia permitida entre los soportes para el perfil de soporte base Solo (120005)

Utilización para Montaje en el tejado

Inclinación del elemento	α 8 °
Altura sobre rasante	z 9,00 m
Introducción de carga	h 0,80 m
Altura del módulo	h 2,09 m
Dimensión modular construcción inferiora	0,80 m
Voladizo	l_{kr} 0,40 m

sin =	0,139	cos =	0,990
Peso del módulo	g	0,10 kN/m ²	
Carga de nieve	s	0,55 kN/m ²	
Presión dinámica del viento	q(z)	0,86 kN/m ²	

Coeficientes de fuerza de viento	
C _{pe,1,max}	0,20
C _{pe}	
C _{pe}	

Disposición de carga por Metro cuadrado de la superficie de tejado

Peso propio Módulos

$$g_v = 0,10 \cdot 1,00 \cdot 1,000 = 0,10 \text{ kN/m}^2$$

$$g_z = 0,10 \cdot 0,990 = 0,10 \text{ kN/m}^2$$

$$g_y = 0,10 \cdot 0,139 = 0,01 \text{ kN/m}^2$$

Presión de viento

$$L_i = 1,60 / 2 = 0,80 \text{ m}$$

$$w_i = 0,86 \cdot c_{p,i} = 0,17 \text{ kN/m}^2$$

$$W = w_i \cdot L_i = 0,14 \text{ kN/m}$$

Carga de nieve

$$s_v = 0,55 \cdot 1,00 \cdot 0,990 = 0,54 \text{ kN/m}^2$$

$$s_z = 0,54 \cdot 0,990 = 0,53 \text{ kN/m}^2$$

$$s_y = 0,54 \cdot 0,139 = 0,08 \text{ kN/m}^2$$

Succión del viento

Zona H	Zona G	Zona F
-0,60 kN/m ²	-0,95 kN/m ²	-1,38 kN/m ²
-0,48 kN/m	-0,76 kN/m	-1,10 kN/m

Parámetros de perfil

$$\text{Superficie total } A = 3,008 \text{ cm}^2$$

$$\text{Momento de resistencia } W_y = 2,788 \text{ cm}^3$$

$$\text{Momento de resistencia } W_z = 2,552 \text{ cm}^3$$

Coeficiente de seguridad parcial y coeficiente de combinación

$$\gamma_g = 1,35 \quad \gamma_g = 0,90 \text{ para efecto favorable}$$

$$\gamma_q = 1,50 \cdot 1,00 = 1,50$$

$$\psi_{0,w} = 0,60$$

$$\psi_{0,s} = 0,50$$

Variables de fuerza interna para viga de uno o varios vanos

n	M _{1,total}	M _{1,partial}	M _{2,total}	M _{2,partial}	M _{B,total}	M _{B,partial}	A _{total}	A _{partial}	B _{total}	B _{partial}	Q _{total}	Q _{partial}
1	0,125	0,125	0,000	0,000	0,000	0,000	0,500	0,500	0,000	0,000	0,500	0,500
2	0,070	0,096	0,000	0,000	-0,125	-0,125	0,375	0,438	1,250	1,250	0,625	0,625
3	0,080	0,101	0,025	0,075	-0,100	-0,117	0,400	0,450	1,100	1,200	0,600	0,617
4	0,077	0,100	0,036	0,080	-0,107	-0,121	0,393	0,446	1,143	1,223	0,607	0,621

Fuerzas de intersección verticales

n	Combinación de carga 1				Combinación de carga 2				Combinación de carga 3				border zone		edge zone	
	M _{z,span}	M _{z,supp}	M _{z,cant}	A	M _{z,span}	M _{z,supp}	M _{z,cant}	A	M _{z,span}	M _{z,supp}	M _{z,cant}	A	M	A	M	A
1	0,07	0,00	-0,07	0,70	0,05	0,00	-0,05	0,51	-0,05	0,00	0,02	-0,52	-0,09	-0,85	-0,13	-1,27
2	0,05	-0,07	-0,07	0,87	0,04	-0,05	-0,05	0,63	-0,04	0,05	0,02	-0,65	0,09	-1,07	0,13	-1,59
3	0,05	-0,06	-0,07	0,83	0,04	-0,05	-0,05	0,60	-0,04	0,05	0,02	-0,63	0,08	-1,03	0,12	-1,53
4	0,05	-0,07	-0,07	0,85	0,04	-0,05	-0,05	0,61	-0,04	0,05	0,02	-0,64	0,08	-1,05	0,12	-1,56

Fuerzas de intersección horizontales

n	Combinación de carga 1				Combinación de carga 2				Combinación de carga 3				border zone		edge zone	
	M _{y,span}	M _{y,supp}	M _{y,cant}	A	M _{y,span}	M _{y,supp}	M _{y,cant}	A	M _{y,span}	M _{y,supp}	M _{y,cant}	A	M	A	M	A
1	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
2	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
3	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
4	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01

Resumen

n	Tensiones momento de campo						Tensiones momento de apoyo					
	LC1	LC2	LC3		Max		LC1	LC2	LC3		Max	
1	2,50	1,82	-1,88	-3,07	-4,55	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,86	1,33	-1,48	-2,40	-3,54	1,86	-2,50	-1,82	1,88	3,07	4,55	4,55
3	1,97	1,42	-1,55	-2,51	-3,71	1,97	-2,30	-1,66	1,79	2,90	4,29	4,29
4	1,94	1,40	-1,54	-2,49	-3,68	1,94	-2,39	-1,72	1,84	2,99	4,43	4,43
Tensiones momentos de voladizo							2,50	1,82	0,84	1,43	2,18	2,50

Grado de utilización

Viga continua para 1 campo	25,0 %
Viga continua para 2 campos	25,0 %
Viga continua para 3 campos	23,6 %
Viga de varios vanos	24,4 %
Voladizo	13,7 %

Verificación del sistema de fijación Universal-Adapter M8 (119033-002)

Utilización para Tejado a dos aguas

Inclinación del elemento	α 8 °	sin = 0,139	cos = 0,990	Coeficientes de fuerza de viento $C_{pe,1,max}$ 0,20	
Altura sobre rasante	z 9,00 m	Peso del módulo	g 0,10 kN/m ²		
Altura del módulo	h 2,09 m	Carga de nieve	s 0,55 kN/m ²		
Dimensión modular construcción inferior	0,80 m	Presión dinámica del viento	q(z) 0,86 kN/m ²		
Voladizo	l _{kr} 0,40 m				C_{pe}

Disposición de carga por Metro cuadrado de la superficie de tejado
Peso propio Módulos

$$\begin{aligned} g_v &= 0,10 \cdot 1,00 \cdot 1,000 = 0,10 \text{ kN/m}^2 \\ g_z &= 0,10 \cdot 0,990 = 0,10 \text{ kN/m}^2 \\ g_y &= 0,10 \cdot 0,139 = 0,01 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Carga de nieve

$$\begin{aligned} s_v &= 0,55 \cdot 1,00 \cdot 0,990 = 0,54 \text{ kN/m}^2 \\ s_z &= 0,54 \cdot 0,990 = 0,53 \text{ kN/m}^2 \\ s_y &= 0,54 \cdot 0,139 = 0,08 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Presión de viento

$$\begin{aligned} \text{Zona H } w_{dz} &= 0,86 \cdot 0,20 = 0,17 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona G } w_{dz} &= 0,86 \cdot 0,20 = 0,17 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona F } w_{dz} &= 0,86 \cdot 0,20 = 0,17 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Succión del viento

$$\begin{aligned} \text{Zona H } w_{sz} &= 0,86 \cdot -0,70 = -0,60 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona G } w_{sz} &= 0,86 \cdot -1,10 = -0,95 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona F } w_{sz} &= 0,86 \cdot -1,60 = -1,38 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Disposición de carga por Metro cuadrado Superficie del tejado
Fuerzas internas - variables para vigas de uno, dos y tres vanos

n	Factores de fuerza			
	A _{total}	A _{parcial}	B _{total}	B _{parcial}
1	0,500	0,500	0,000	0,000
2	0,375	0,438	1,250	1,250
3	0,400	0,450	1,100	1,200

Combinaciones de carga
Factor de fiabilidad: $K_{FI} = 1,00$ (RC2)Combinación de carga 1: $1,35 \cdot g + 1,5 \cdot s + 0,6 \cdot 1,5 \cdot w$ Combinación de carga 2: $1,35 \cdot g + 0,5 \cdot 1,5 \cdot s + 1,5 \cdot w$ Combinación de carga 3: $0,9 \cdot g + 1,5 \cdot w$

n	Combinación de carga 1				Combinación de carga 2				Combinación de carga 3							
	Vertical		Horizontal		Vertical		Horizontal		Vertical H		Vertical G		Vertical F		Horizontal	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1	0,70	0,70	0,08	0,08	0,51	0,51	0,05	0,05	-0,52	-0,52	-0,85	-0,85	-1,27	-1,27	0,01	0,01
2	0,65	0,87	0,08	0,10	0,47	0,63	0,04	0,06	-0,49	-0,65	-0,81	-1,07	-1,19	-1,59	0,01	0,01
3	0,66	0,83	0,08	0,10	0,48	0,60	0,04	0,06	-0,50	-0,63	-0,82	-1,03	-1,21	-1,53	0,01	0,01

Lista de las combinaciones determinantes (Viga continua para 3 campos)

	LC1	LC2	LC3			
			H	G	F	
AV	0,66	0,48	-0,50	-0,82	-1,21	kN
AH	0,08	0,04	0,01	0,01	0,01	kN
BV	0,83	0,60	-0,63	-1,03	-1,53	kN
BH	0,10	0,06	0,01	0,01	0,01	kN

	Centro	Borde	Distribución de carga
Fuerza de compresión N_D	= 0,83 kN	= 0,66 kN	P = 0,83 kN
Fuerza transversal admisible N_H	= 0,10 kN	= 0,08 kN	H = 0,10 kN
Fuerza de tracción H N_D	= -0,63 kN	= -0,50 kN	P = 0,66 kN
Fuerza transversal admisible N_H	= 0,01 kN	= 0,01 kN	H = 0,08 kN
Fuerza de tracción G N_D	= -1,03 kN	= -0,82 kN	P = 0,82 kN
Fuerza transversal admisible N_H	= 0,01 kN	= 0,01 kN	H = 0,01 kN
Fuerza de tracción F N_D	= -1,53 kN	= -1,21 kN	P = 1,21 kN
Fuerza transversal admisible N_H	= 0,01 kN	= 0,01 kN	H = 0,01 kN

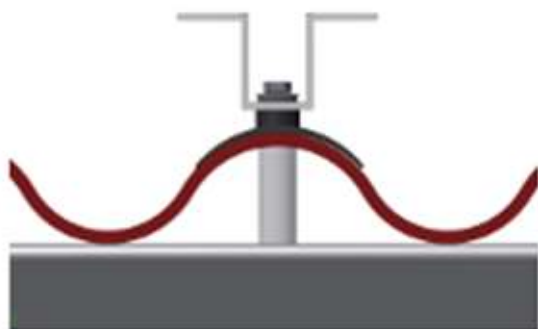
Verificación Universal-Adapter M8

Tipo de fijación Universal-Adapter M8
 Material chapa Acero
 Tipo de tornillo Stahlschraube 6,3 mm

Trama b 80,0 mm
 Altura de la greca L₁ 18,0 mm
 Saliente L₂ 31,0 mm

E 210.000 N/mm²
 f_{yb} 360 N/mm²
 f_{yk} 235 N/mm²
 γ_{M1} 1,10 Chapa
 γ_{M1} 1,33 Tornillos

		LK1	LK2	LK3				Formula
				H	G	F		
Cargas	N _d ;Presión	0,83	0,60	0,00	0,00	0,00	kN	
	N _d ;Tracción	0,00	0,00	0,63	1,03	1,53	kN	
	V _d	0,10	0,06	0,01	0,01	0,01	kN	
Adaptación	F _{R,k}	12,18		5,53			kN	
	γ _M	1,25						
	V _{R,k}	1,58					kN	
	γ _{M1}	1,25						
Verificación		0,16	0,11	0,15	0,24	0,35	< 1	$N_d \cdot \gamma_M / N_{R,k} + V_d \cdot \gamma_M / V_{R,k} \leq 1$
Tornillos	n	1,00					Uds.	
	e _i	1,00					-	
	f _i	1,00					-	
	N _{d,s}	0,83	0,60	0,63	1,03	1,53	kN	
	V _{d,s}	0,10	0,06	0,01	0,01	0,01	kN	
	α	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-	
	M _{d,s}	3,09	1,74	0,27	0,27	0,27	Nmm	
Verificación Tornillos		0,52	0,37	0,39	0,63	0,93	< 1	
Verificación Perfil de acero		0,39	0,22	0,21	0,34	0,50	< 1	



Verificación de las uniones

Inclinación del elemento α 8 °	$\sin = 0,139$	$\cos = 0,990$	Coeficientes de fuerza del viento		
Altura sobre rasante z 9,00 m	Peso del módulo g 0,10 kN/m ²		Cpe,1,max 0,20	Cpe,1,min -0,70	H
Altura del módulo h 2,09 m	Carga de nieve s 0,55 kN/m ²			Cpe,1,min -1,10	G
	Presión dinámica del viento q(z) 0,86 kN/m ²			Cpe,1,min -1,60	F

Disposición de carga por Metro cuadrado de la superficie de tejado

Peso propio Módulos

$$\begin{aligned} g_v &= 0,10 \cdot 1,00 \cdot 1,000 = 0,10 \text{ kN/m}^2 \\ g_z &= 0,10 \cdot 0,990 = 0,10 \text{ kN/m}^2 \\ g_y &= 0,10 \cdot 0,139 = 0,01 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Carga de nieve

$$\begin{aligned} s_v &= 0,55 \cdot 1,00 \cdot 0,990 = 0,54 \text{ kN/m}^2 \\ s_z &= 0,54 \cdot 0,990 = 0,53 \text{ kN/m}^2 \\ s_y &= 0,54 \cdot 0,139 = 0,08 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Presión de viento

$$\begin{aligned} \text{Zona H } w_{dz} &= 0,86 \cdot 0,20 = 0,17 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona G } w_{dz} &= 0,86 \cdot 0,20 = 0,17 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona F } w_{dz} &= 0,86 \cdot 0,20 = 0,17 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Succión del viento

$$\begin{aligned} \text{Zona H } w_{sz} &= 0,86 \cdot -0,70 = -0,60 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona G } w_{sz} &= 0,86 \cdot -1,10 = -0,95 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona F } w_{sz} &= 0,86 \cdot -1,60 = -1,38 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Pinzas para módulos según autorización de la autoridad inspectora de obras Z-14.4-631

Pinzas intermedias		Pinzas de borde		Superficie de módulo A = 2,37 m ²	Unión por fricción A = 0,34 kN (FS,d · μ)
FR,d kN	VR,d kN	FR,d kN	VR,d kN		
4,65	0,67	1,63	0,45		

Fuerzas de intersección en las pinzas para módulos

$$\begin{aligned} \text{Pinza intermedia } |F_{S,d}| &= 0,50 \cdot (0,9 \cdot g_v + 1,5 \cdot 0,86 \cdot c_p) \cdot 2,37 \\ \text{Pinza lateral } |F_{S,d}| &= 0,25 \cdot (0,9 \cdot g_v + 1,5 \cdot 0,86 \cdot c_p) \cdot 2,37 \end{aligned}$$

	VS,d kN	FS,d kN		
		Zona F	Zona G	Zona H
Pinzas intermedias	-0,18	2,35	1,59	0,97
Pinzas de borde	-0,09	1,18	0,79	0,49

$$V_{S,d} = V_{S,dy} - F_{S,dz} \cdot \mu \quad (\mu = 0,50)$$

Grado de utilización 50,6 %

Grado de utilización 72,1 %

Empalme cruzado según autorización general de la autoridad inspectora de obras Z-14.4-639 anexo 5.2

Resistencia a la tracción en la combinación de perfiles Solo / Solo $Z_{Rd} = 2,70 \text{ kN}$ Resistencia al cizallamiento $V_{Rd} = 2,35 \text{ kN}$

Valor de cálculo de las fuerzas ejercidas

	kN	LC1	LC2	Zona F	Zona G	Zona H	η %
Fuerzas verticales	FS,d	0,62	0,45	-0,46	-0,76	-1,12	41,9
Fuerzas cortantes	VS,d	0,07	0,04	0,01	0,01	0,01	3,2

Solicitud del módulo (SLS) Parte delantera 736 Pa
 Parte posterior 1.283 Pa

Schletter Solar GmbH

Alustraße 1
D-83527 Kirchdorf

Tel.: +498072 9191-0

Fax: +498072 9191-9100

info.de@schletter-group.com

<https://www.schletter-group.com/>

**Documentos de planificación para el sistema
portante para la fijación de módulos solares
Sistema en cubiertas a dos aguas**

**Proyecto: ESCOLA PUBLICA SANT JERONI
ZONA 3**

Tipo de módulo: LR5-66HPH-500M-G2 2093 x 1134 mm



Por orden

**ESCOLA PUBLICA SANT
JERONI (100kW)**

junio 2024

Planificación y autocalculación

Versión 8.10.1.0

Datos de la instalación

Fecha	17/06/2024
Cliente	ESCOLA PUBLICA SANT JERONI (100kW)
Pedido	152

Selección de módulos

Fabricante	LONGI SOLAR
Módulo	LR5-66HPH-500M-G2
Potencia pico	500 W
Altura	2.093 mm
Ancho	1.134 mm
Espesor	35 mm
Marco	Enmarcado



Colocación de los módulos

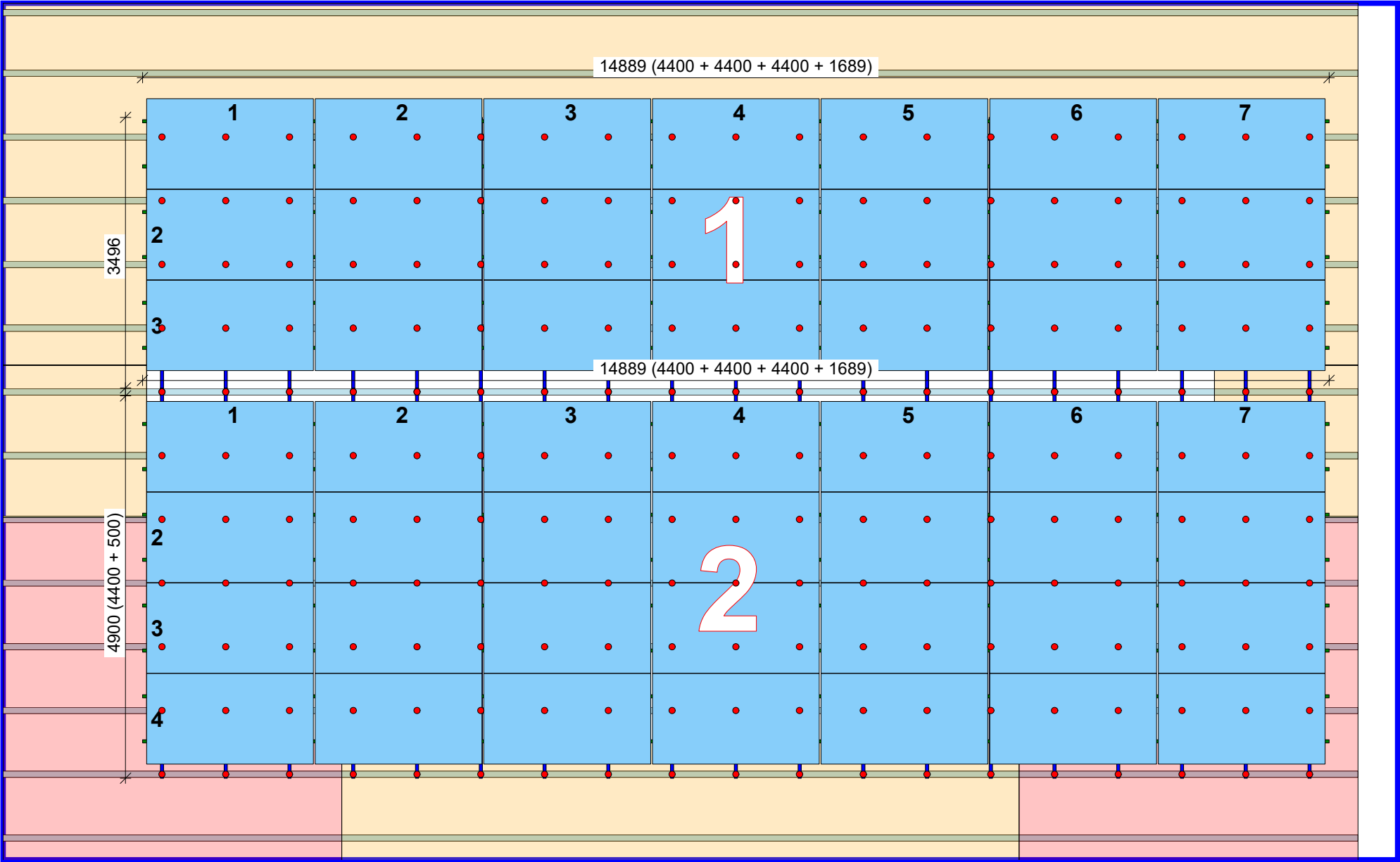
Cantidad de módulos	49
Distancia entre soportes seleccionada	800 mm
Voladizo	400 mm

Configuración base

Selección del sistema	
Soporte base	Solo
Perfil portante de módulos	Solo
Tipo de pinzas	Rapid16
Fijación	Universal-Adapter M8

Resultados: datos de la instalación

Potencia pico	24,50 kW
---------------	----------



Schletter Configurator 8.10.1.0

Cliente ESCOLA PUBLICA SANT JERONI (100kW)
Proyecto ESCOLA PUBLICA SANT JERONI ZONA 3

Lista de piezas sistemas en cubiertas a dos aguas

Partida	Número de artículo	Artículo	Total amount	Longitud mm	Unidad	Peso total kg
1	120005-04400	Soporte de módulos Solo - 4400mm	87		ST	313,809
2	129011-000	Tapa de plástico Solo	200 (104)		ST	0,832
3	129060-000	Empalme de inserción Solo	150 (122)		ST	9,028
4	943001-232	Drill screw 6.0x22 self-tap. seal A2 woA	300 (244)		ST	1,196
5	129063-000	Empalme cruzado Rapid	400 (266)		ST	21,014
6	119033-002	Universal-Adapter M8	250 (228)		ST	18,696
7	943763-064	Torn. 6,3x64 a partir de 1,5mm autor. A2	300 (228)		ST	3,648
8	119005-000	Goma sellado chapa ondulada 5/6/8	250 (228)		ST	2,964
9	119004-003	Spacer alu 20 1m	30 (6)		ST	3,816
10	943410-025	Tornillo M10x25 cuadrada A2 GMB	500 (456)		ST	10,944
11	943912-010	Tuerca tapón dientes bloqueoM10 DIN692	500 (456)		ST	5,016
12	131101-001	Pinza lateral Rapid16 V 30 - 40	50 (28)		ST	1,484
13	131121-001	Pinza intermedia Rapid16 30 - 40	100 (84)		ST	4,200
Total (100%)						396,647

Configurador de sistema Actualización 8.10.1.0
Aclaraciones previas

Los cálculos presentados a continuación son válidos para condiciones regulares y para sistemas de montaje en versiones con vigas de varios vanos. En ubicaciones con estructuras especiales de terreno son necesarios exámenes adicionales con respecto a las cargas de viento existentes.

Cliente ESCOLA PUBLICA SANT PERE DE RIUDEBITLLES
 Pedido 152
 C.P. obra **08776 SANT PERE DE RIUDEBITLLES**
 41,4500 ° latitud norte
 1,7000 ° longitud este

Inclinación del elemento	α	8,0	°
Altura del módulo	h	2,09	m
Altura sobre nivel del mar	H	291	m
Altura sobre rasante	z	9,00	m
Altura murete	h _p	0,50	m
Voladizo del perfil portante de módulos	a _{kr}	0,40	m
Luz correa	a	0,80	m
Luz soporte base	b	0,80	m
Voladizo del perfil portante de módulos	b _{kr}	0,40	m


Soporte base

Sistema estructural

Tejado a dos aguas

Sistema de carriles cruzados
Soporte base

Solo

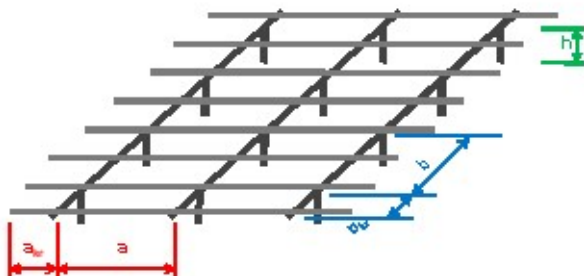
Perfil portante de módulos

Solo

Suposición de carga según

Peso del módulo	g	0,10	kN/m ²
Presión dinámica del viento	q(z)	0,86	kN/m ²
Carga de nieve	s	0,55	kN/m ²
Categoría de terreno	IV		

Zonas con vegetación o construcción regular o con obstáculos aislados con separación de al menos 20 veces la altura del obstáculo (p.ej. pueblos, zonas suburbanas, zonas forestales).


Categoría de terreno IV

Cargas sustitutorias equivalentes

Q _k kN/m ²	Q _d kN/m ²
0,13	0,18

Verificación de los perfiles portantes de módulos (luces admisibles) Solo (120005)

Utilización para Montaje en el tejado

Inclinación del elemento	α 8 °	sin = 0,139	cos = 0,990	Coeficientes de fuerza de viento	
Altura sobre rasante	z 9,00 m	Peso del módulo	g 0,10 kN/m ²		
Altura del módulo	h 2,09 m	Carga de nieve	s 0,55 kN/m ²		
Dimensión modular construcción inferiora	0,80 m	Presión dinámica del viento	q(z) 0,86 kN/m ²		
Voladizo	l _{kr} 0,40 m			C _{pe,1,max} 0,20	C _{pe}

Disposición de carga por Metro cuadrado de la superficie de tejado

Peso propio Módulos

$$\begin{aligned} g_v &= 0,10 \cdot 1,00 \cdot 1,000 = 0,10 \text{ kN/m}^2 \\ g_z &= 0,10 \cdot 0,990 = 0,10 \text{ kN/m}^2 \\ g_y &= 0,10 \cdot 0,139 = 0,01 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Presión de viento

$$\begin{aligned} L_i &= 1,13 / 2 = 0,57 \text{ m} \\ w_i &= 0,86 \cdot c_{p,i} = 0,17 \text{ kN/m}^2 \\ W &= w_i \cdot L_i = 0,10 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Carga de nieve

$$\begin{aligned} s_v &= 0,55 \cdot 1,00 \cdot 0,990 = 0,54 \text{ kN/m}^2 \\ s_z &= 0,54 \cdot 0,990 = 0,53 \text{ kN/m}^2 \\ s_y &= 0,54 \cdot 0,139 = 0,08 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Succión del viento

Zona H	Zona G	Zona F
-0,60 kN/m ²	-0,95 kN/m ²	-1,38 kN/m ²
-0,34 kN/m	-0,54 kN/m	-0,78 kN/m

Parámetros de perfil

$$\begin{aligned} \text{Superficie total} \quad A &= 3,008 \text{ cm}^2 \\ \text{Momento de resistencia} \quad W_y &= 2,788 \text{ cm}^3 \\ \text{Momento de resistencia} \quad W_z &= 2,552 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Coeficiente de seguridad parcial y coeficiente de combinación

$$\begin{aligned} \gamma_g &= 1,35 \quad \gamma_g = 0,90 \text{ para efecto favorable} \\ \gamma_q &= 1,50 \cdot 1,00 = 1,50 \\ \psi_{0,w} &= 0,60 \\ \psi_{0,s} &= 0,50 \end{aligned}$$

Variables de fuerza interna para viga de uno o varios vanos

n	M _{1,total}	M _{1,partial}	M _{2,total}	M _{2,partial}	M _{B,total}	M _{B,partial}	A _{total}	A _{partial}	B _{total}	B _{partial}	Q _{total}	Q _{partial}
1	0,125	0,125	0,000	0,000	0,000	0,000	0,500	0,500	0,000	0,000	0,500	0,500
2	0,070	0,096	0,000	0,000	-0,125	-0,125	0,375	0,438	1,250	1,250	0,625	0,625
3	0,080	0,101	0,025	0,075	-0,100	-0,117	0,400	0,450	1,100	1,200	0,600	0,617
4	0,077	0,100	0,036	0,080	-0,107	-0,121	0,393	0,446	1,143	1,223	0,607	0,621

Fuerzas de intersección verticales

n	Combinación de carga 1				Combinación de carga 2				Combinación de carga 3				border zone		edge zone	
	M _{z,span}	M _{z,supp}	M _{z,cant}	A	M _{z,span}	M _{z,supp}	M _{z,cant}	A	M _{z,span}	M _{z,supp}	M _{z,cant}	A	M	A	M	A
1	0,05	0,00	-0,01	0,34	0,04	0,00	0,00	0,24	-0,04	0,00	0,00	-0,25	-0,06	-0,41	-0,09	-0,61
2	0,04	-0,05	-0,01	0,62	0,03	-0,04	0,00	0,45	-0,03	0,04	0,00	-0,46	0,06	-0,76	0,09	-1,12
3	0,04	-0,05	-0,01	0,59	0,03	-0,03	0,00	0,42	-0,03	0,04	0,00	-0,45	0,06	-0,73	0,08	-1,08
4	0,04	-0,05	-0,01	0,60	0,03	-0,03	0,00	0,43	-0,03	0,04	0,00	-0,46	0,06	-0,74	0,09	-1,10

Fuerzas de intersección horizontales

n	Combinación de carga 1				Combinación de carga 2				Combinación de carga 3				border zone		edge zone	
	M _{y,span}	M _{y,supp}	M _{y,cant}	A	M _{y,span}	M _{y,supp}	M _{y,cant}	A	M _{y,span}	M _{y,supp}	M _{y,cant}	A	M	A	M	A
1	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00	-0,01	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
3	0,00	-0,01	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
4	0,00	-0,01	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01

Resumen

n	Tensiones momento de campo						Tensiones momento de apoyo					
	LC1	LC2	LC3			Max	LC1	LC2	LC3			Max
1	2,00	1,42	-1,31	-2,15	-3,20	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,49	1,04	-1,04	-1,69	-2,50	1,49	-2,00	-1,42	1,31	2,15	3,20	3,20
3	1,58	1,11	-1,09	-1,77	-2,62	1,58	-1,84	-1,30	1,25	2,04	3,02	3,02
4	1,56	1,09	-1,08	-1,75	-2,59	1,56	-1,91	-1,35	1,29	2,10	3,12	3,12
Tensiones momentos de voladizo							0,26	0,19	0,08	0,14	0,21	0,26

Grado de utilización

Viga continua para 1 canal 17,6 %
Viga continua para 2 canales 17,6 %
Viga continua para 3 canales 17,6 %
Viga de varios vanos 17,2 %
Voladizo 1,4 %

Verificación de la distancia permitida entre los soportes para el perfil de soporte base Solo (120005)

Utilización para Montaje en el tejado

Inclinación del elemento	α 8 °
Altura sobre rasante	z 9,00 m
Introducción de carga	h 0,80 m
Altura del módulo	h 2,09 m
Dimensión modular construcción inferiora	0,80 m
Voladizo	l_{kr} 0,40 m

sin =	0,139	cos =	0,990
Peso del módulo	g	0,10 kN/m ²	
Carga de nieve	s	0,55 kN/m ²	
Presión dinámica del viento	q(z)	0,86 kN/m ²	

Coeficientes de fuerza de viento	
C _{pe,1,max}	0,20
C _{pe}	
C _{pe}	

Disposición de carga por Metro cuadrado de la superficie de tejado

Peso propio Módulos

$$g_v = 0,10 \cdot 1,00 \cdot 1,000 = 0,10 \text{ kN/m}^2$$

$$g_z = 0,10 \cdot 0,990 = 0,10 \text{ kN/m}^2$$

$$g_y = 0,10 \cdot 0,139 = 0,01 \text{ kN/m}^2$$

Presión de viento

$$L_i = 1,60 / 2 = 0,80 \text{ m}$$

$$w_i = 0,86 \cdot c_{p,i} = 0,17 \text{ kN/m}^2$$

$$W = w_i \cdot L_i = 0,14 \text{ kN/m}$$

Carga de nieve

$$s_v = 0,55 \cdot 1,00 \cdot 0,990 = 0,54 \text{ kN/m}^2$$

$$s_z = 0,54 \cdot 0,990 = 0,53 \text{ kN/m}^2$$

$$s_y = 0,54 \cdot 0,139 = 0,08 \text{ kN/m}^2$$

Succión del viento

Zona H	Zona G	Zona F
-0,60 kN/m ²	-0,95 kN/m ²	-1,38 kN/m ²
-0,48 kN/m	-0,76 kN/m	-1,10 kN/m

Parámetros de perfil

$$\text{Superficie total } A = 3,008 \text{ cm}^2$$

$$\text{Momento de resistencia } W_y = 2,788 \text{ cm}^3$$

$$\text{Momento de resistencia } W_z = 2,552 \text{ cm}^3$$

Coeficiente de seguridad parcial y coeficiente de combinación

$$\gamma_g = 1,35 \quad \gamma_g = 0,90 \text{ para efecto favorable}$$

$$\gamma_q = 1,50 \cdot 1,00 = 1,50$$

$$\psi_{0,w} = 0,60$$

$$\psi_{0,s} = 0,50$$

Variables de fuerza interna para viga de uno o varios vanos

n	M _{1,total}	M _{1,partial}	M _{2,total}	M _{2,partial}	M _{B,total}	M _{B,partial}	A _{total}	A _{partial}	B _{total}	B _{partial}	Q _{total}	Q _{partial}
1	0,125	0,125	0,000	0,000	0,000	0,000	0,500	0,500	0,000	0,000	0,500	0,500
2	0,070	0,096	0,000	0,000	-0,125	-0,125	0,375	0,438	1,250	1,250	0,625	0,625
3	0,080	0,101	0,025	0,075	-0,100	-0,117	0,400	0,450	1,100	1,200	0,600	0,617
4	0,077	0,100	0,036	0,080	-0,107	-0,121	0,393	0,446	1,143	1,223	0,607	0,621

Fuerzas de intersección verticales

n	Combinación de carga 1				Combinación de carga 2				Combinación de carga 3				border zone		edge zone	
	M _{z,span}	M _{z,supp}	M _{z,cant}	A	M _{z,span}	M _{z,supp}	M _{z,cant}	A	M _{z,span}	M _{z,supp}	M _{z,cant}	A	M	A	M	A
1	0,07	0,00	-0,02	0,52	0,05	0,00	-0,01	0,38	-0,05	0,00	0,01	-0,39	-0,09	-0,64	-0,13	-0,95
2	0,05	-0,07	-0,02	0,87	0,04	-0,05	-0,01	0,63	-0,04	0,05	0,01	-0,65	0,09	-1,07	0,13	-1,59
3	0,05	-0,06	-0,02	0,83	0,04	-0,05	-0,01	0,60	-0,04	0,05	0,01	-0,63	0,08	-1,03	0,12	-1,53
4	0,05	-0,07	-0,02	0,85	0,04	-0,05	-0,01	0,61	-0,04	0,05	0,01	-0,64	0,08	-1,05	0,12	-1,56

Fuerzas de intersección horizontales

n	Combinación de carga 1				Combinación de carga 2				Combinación de carga 3				border zone		edge zone	
	M _{y,span}	M _{y,supp}	M _{y,cant}	A	M _{y,span}	M _{y,supp}	M _{y,cant}	A	M _{y,span}	M _{y,supp}	M _{y,cant}	A	M	A	M	A
1	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
2	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
3	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
4	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01

Resumen

n	Tensiones momento de campo						Tensiones momento de apoyo					
	LC1	LC2	LC3		Max		LC1	LC2	LC3		Max	
1	2,50	1,82	-1,88	-3,07	-4,55	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,86	1,33	-1,48	-2,40	-3,54	1,86	-2,50	-1,82	1,88	3,07	4,55	4,55
3	1,97	1,42	-1,55	-2,51	-3,71	1,97	-2,30	-1,66	1,79	2,90	4,29	4,29
4	1,94	1,40	-1,54	-2,49	-3,68	1,94	-2,39	-1,72	1,84	2,99	4,43	4,43
Tensiones momentos de voladizo							0,60	0,44	0,20	0,34	0,52	0,60

Grado de utilización

Viga continua para 1 campo	25,0 %
Viga continua para 2 campos	25,0 %
Viga continua para 3 campos	24,6 %
Viga de varios vanos	24,4 %
Voladizo	3,3 %

Verificación del sistema de fijación Universal-Adapter M8 (119033-002)

Utilización para Tejado a dos aguas

Inclinación del elemento	α 8 °	sin = 0,139	cos = 0,990	Coeficientes de fuerza	
Altura sobre rasante	z 9,00 m	Peso del módulo	g 0,10 kN/m²	C _{pe,1,max} 0,20	C _p
Altura del módulo	h 2,09 m	Carga de nieve	s 0,55 kN/m²		C _p
Dimensión modular construcción inferior	0,80 m	Presión dinámica del viento	q(z) 0,86 kN/m²		C _p
Voladizo	l _{kr} 0,40 m				

Disposición de carga por Metro cuadrado de la superficie de tejado
Peso propio Módulos

$$\begin{aligned} g_v &= 0,10 \cdot 1,00 \cdot 1,000 = 0,10 \text{ kN/m}^2 \\ g_z &= 0,10 \cdot 0,990 = 0,10 \text{ kN/m}^2 \\ g_y &= 0,10 \cdot 0,139 = 0,01 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Carga de nieve

$$\begin{aligned} s_v &= 0,55 \cdot 1,00 \cdot 0,990 = 0,54 \text{ kN/m}^2 \\ s_z &= 0,54 \cdot 0,990 = 0,53 \text{ kN/m}^2 \\ s_y &= 0,54 \cdot 0,139 = 0,08 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Presión de viento

$$\begin{aligned} \text{Zona H } w_{dz} &= 0,86 \cdot 0,20 = 0,17 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona G } w_{dz} &= 0,86 \cdot 0,20 = 0,17 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona F } w_{dz} &= 0,86 \cdot 0,20 = 0,17 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Succión del viento

$$\begin{aligned} \text{Zona H } w_{sz} &= 0,86 \cdot -0,70 = -0,60 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona G } w_{sz} &= 0,86 \cdot -1,10 = -0,95 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona F } w_{sz} &= 0,86 \cdot -1,60 = -1,38 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Disposición de carga por Metro cuadrado Superficie del tejado
Fuerzas internas - variables para vigas de uno, dos y tres vanos

Factores de fuerza				
n	A _{total}	A _{parcial}	B _{total}	B _{parcial}
1	0,500	0,500	0,000	0,000
2	0,375	0,438	1,250	1,250
3	0,400	0,450	1,100	1,200

Combinaciones de carga
Factor de fiabilidad: K_{FI} = 1,00 (RC2)

Combinación de carga 1: 1,35 · g + 1,5 · s + 0,6 · 1,5 · w

Combinación de carga 2: 1,35 · g + 0,5 · 1,5 · s + 1,5 · w

Combinación de carga 3: 0,9 · g + 1,5 · w

	Combinación de carga 1				Combinación de carga 2				Combinación de carga 3							
	Vertical		Horizontal		Vertical		Horizontal		Vertical H		Vertical G		Vertical F		Horizontal	
n	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1	0,52	0,52	0,06	0,06	0,38	0,38	0,04	0,04	-0,39	-0,39	-0,64	-0,64	-0,95	-0,95	0,01	0,01
2	0,47	0,87	0,06	0,10	0,34	0,63	0,03	0,06	-0,36	-0,65	-0,59	-1,07	-0,87	-1,59	0,00	0,01
3	0,48	0,83	0,06	0,10	0,35	0,60	0,03	0,06	-0,37	-0,63	-0,60	-1,03	-0,88	-1,53	0,01	0,01

Lista de las combinaciones determinantes (Viga continua para 3 campos)

	LC1	LC2	LC3			
			H	G	F	
AV	0,48	0,35	-0,37	-0,60	-0,88	kN
AH	0,06	0,03	0,01	0,01	0,01	kN
BV	0,83	0,60	-0,63	-1,03	-1,53	kN
BH	0,10	0,06	0,01	0,01	0,01	kN

Centro			Borde		Distribución de carga	
Fuerza de compresión	N _D	= 0,83 kN	N _D	= 0,48 kN	P	= 0,83 kN
Fuerza transversal admisible	N _H	= 0,10 kN	N _H	= 0,06 kN	H	= 0,10 kN
Fuerza de tracción H	N _D	= -0,63 kN	N _D	= -0,37 kN	P	= 0,48 kN
Fuerza transversal admisible	N _H	= 0,01 kN	N _H	= 0,01 kN	H	= 0,06 kN
Fuerza de tracción G	N _D	= -1,03 kN	N _D	= -0,60 kN	P	= 0,60 kN
Fuerza transversal admisible	N _H	= 0,01 kN	N _H	= 0,01 kN	H	= 0,01 kN
Fuerza de tracción F	N _D	= -1,53 kN	N _D	= -0,88 kN	P	= 0,88 kN
Fuerza transversal admisible	N _H	= 0,01 kN	N _H	= 0,01 kN	H	= 0,01 kN

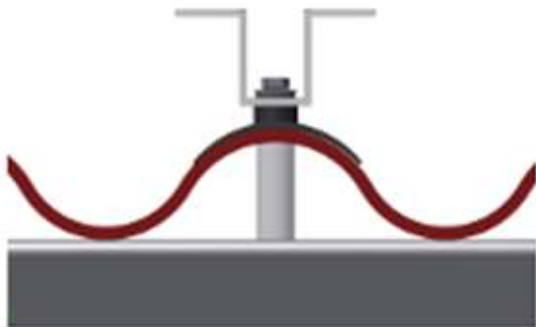
Verificación Universal-Adapter M8

Tipo de fijación Universal-Adapter M8
 Material chapa Aluminio
 Tipo de tornillo Stahlschraube 6,3 mm

Trama b 80,0 mm
 Altura de la greca L₁ 18,0 mm
 Saliente L₂ 31,0 mm

E 70.000 N/mm²
 f_{yb} 165 N/mm²
 f_{yk} 235 N/mm²
 γ_{M1} 1,10 Chapa
 γ_{M1} 1,33 Tornillos

		LK1	LK2	LK3				Formula
				H	G	F		
Cargas	N _d ;Presión	0,83	0,60	0,00	0,00	0,00	kN	
	N _d ;Tracción	0,00	0,00	0,63	1,03	1,53	kN	
	V _d	0,10	0,06	0,01	0,01	0,01	kN	
Adaptación	F _{R,k}	12,18		5,53			kN	
	γ _M	1,25						
	V _{R,k}	1,58					kN	
	γ _{M1}	1,25						
Verificación		0,16	0,11	0,15	0,24	0,35	< 1	$N_d \cdot \gamma_M / N_{R,k} + V_d \cdot \gamma_M / V_{R,k} \leq 1$
Tornillos	n	1,00					Uds.	
	e _i	1,00					-	
	f _i	1,00					-	
	N _{d,s}	0,83	0,60	0,63	1,03	1,53	kN	
	V _{d,s}	0,10	0,06	0,01	0,01	0,01	kN	
	α	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-	
	M _{d,s}	3,09	1,74	0,27	0,27	0,27	Nmm	
Verificación Tornillos		0,52	0,37	0,39	0,63	0,93	< 1	
Verificación Perfil de acero		0,39	0,22	0,21	0,34	0,50	< 1	



Verificación de las uniones

Inclinación del elemento α 8 °	$\sin = 0,139$	$\cos = 0,990$	Coeficientes de fuerza del viento		
Altura sobre rasante z 9,00 m	Peso del módulo g 0,10 kN/m ²		Cpe,1,max 0,20	Cpe,1,min -0,70	H
Altura del módulo h 2,09 m	Carga de nieve s 0,55 kN/m ²			Cpe,1,min -1,10	G
	Presión dinámica del viento q(z) 0,86 kN/m ²			Cpe,1,min -1,60	F

Disposición de carga por Metro cuadrado de la superficie de tejado

Peso propio Módulos

$$\begin{aligned} g_v &= 0,10 \cdot 1,00 \cdot 1,000 = 0,10 \text{ kN/m}^2 \\ g_z &= 0,10 \cdot 0,990 = 0,10 \text{ kN/m}^2 \\ g_y &= 0,10 \cdot 0,139 = 0,01 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Carga de nieve

$$\begin{aligned} s_v &= 0,55 \cdot 1,00 \cdot 0,990 = 0,54 \text{ kN/m}^2 \\ s_z &= 0,54 \cdot 0,990 = 0,53 \text{ kN/m}^2 \\ s_y &= 0,54 \cdot 0,139 = 0,08 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Presión de viento

$$\begin{aligned} \text{Zona H } w_{dz} &= 0,86 \cdot 0,20 = 0,17 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona G } w_{dz} &= 0,86 \cdot 0,20 = 0,17 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona F } w_{dz} &= 0,86 \cdot 0,20 = 0,17 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Succión del viento

$$\begin{aligned} \text{Zona H } w_{sz} &= 0,86 \cdot -0,70 = -0,60 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona G } w_{sz} &= 0,86 \cdot -1,10 = -0,95 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona F } w_{sz} &= 0,86 \cdot -1,60 = -1,38 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Pinzas para módulos según autorización de la autoridad inspectora de obras Z-14.4-631

Pinzas intermedias		Pinzas de borde		Superficie de módulo A = 2,37 m ²	Unión por fricción A = 0,34 kN (FS,d · μ)
FR,d kN	VR,d kN	FR,d kN	VR,d kN		
4,65	0,67	1,63	0,45		

Fuerzas de intersección en las pinzas para módulos

$$\begin{aligned} \text{Pinza intermedia } |F_{S,d}| &= 0,50 \cdot (0,9 \cdot g_v + 1,5 \cdot 0,86 \cdot c_p) \cdot 2,37 \\ \text{Pinza lateral } |F_{S,d}| &= 0,25 \cdot (0,9 \cdot g_v + 1,5 \cdot 0,86 \cdot c_p) \cdot 2,37 \end{aligned}$$

	VS,d kN	FS,d kN		
		Zona F	Zona G	Zona H
Pinzas intermedias	-0,18	2,35	1,59	0,97
Pinzas de borde	-0,09	1,18	0,79	0,49

$$V_{S,d} = V_{S,dy} - F_{S,dz} \cdot \mu \quad (\mu = 0,50)$$

Grado de utilización 50,6 %

Grado de utilización 72,1 %

Empalme cruzado según autorización general de la autoridad inspectora de obras Z-14.4-639 anexo 5.2

Resistencia a la tracción en la combinación de perfiles Solo / Solo Z_{Rd} = 2,70 kNResistencia al cizallamiento V_{Rd} = 2,35 kN

Valor de cálculo de las fuerzas ejercidas

	kN	LC1	LC2	Zona F	Zona G	Zona H	η %
Fuerzas verticales	FS,d	0,62	0,45	-0,46	-0,76	-1,12	41,9
Fuerzas cortantes	VS,d	0,07	0,04	0,01	0,01	0,01	3,2

Solicitud del módulo (SLS) Parte delantera 736 Pa
 Parte posterior 1.283 Pa

Schletter Solar GmbH

Alustraße 1
D-83527 Kirchdorf

Tel.: +498072 9191-0

Fax: +498072 9191-9100

info.de@schletter-group.com

<https://www.schletter-group.com/>

**Documentos de planificación para el sistema
portante para la fijación de módulos solares
Sistema en cubiertas a dos aguas**

**Proyecto: ESCOLA PUBLICA SANT JERONI
ZONA 4**

Tipo de módulo: LR5-66HPH-500M-G2 2093 x 1134 mm



Por orden

**ESCOLA PUBLICA SANT
JERONI (100kW)**

junio 2024

Planificación y autocalculación

Versión 8.10.1.0

Datos de la instalación

Fecha	17/06/2024
Cliente	ESCOLA PUBLICA SANT JERONI (100kW)
Pedido	152
Instalación	3 R à 6 Mod

Selección de módulos

Fabricante	LONGI SOLAR
Módulo	LR5-66HPH-500M-G2
Potencia pico	500 W
Altura	2.093 mm
Ancho	1.134 mm
Espesor	35 mm
Marco	Enmarcado



Colocación de los módulos

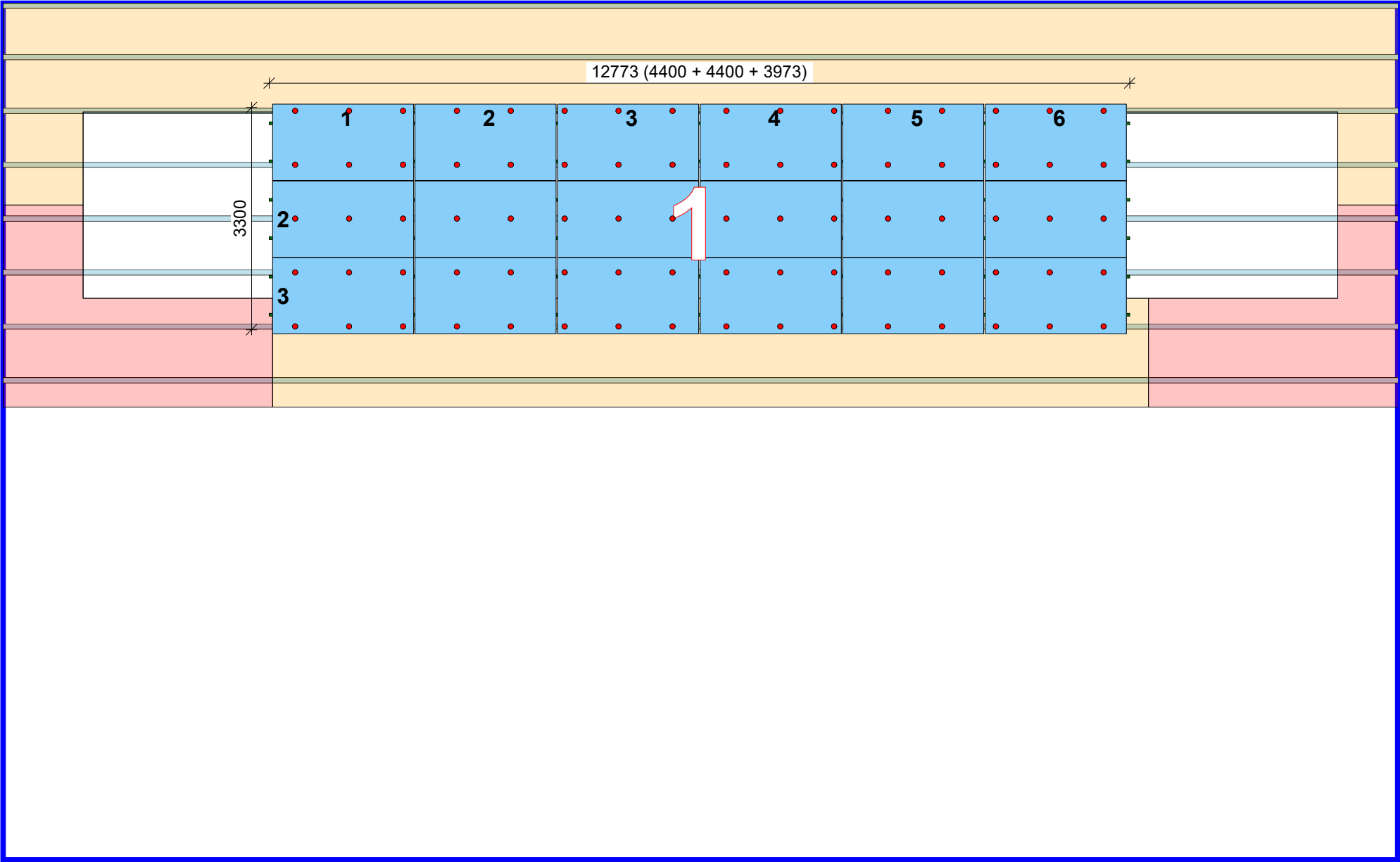
Módulos por fila	6
Filas de módulos	3
Cantidad de módulos	18
Distancia entre soportes seleccionada	800 mm
Voladizo	400 mm
Cantidad de campos idénticos de módulos	1

Configuración base

Selección del sistema	
Soporte base	Solo
Perfil portante de módulos	Solo
Tipo de pinzas	Rapid16
Fijación	Universal-Adapter M8

Resultados: datos de la instalación

Potencia pico	9,00 kW
---------------	---------



Cliente ESCOLA PUBLICA SANT JERONI (100kW)
Proyecto ESCOLA PUBLICA SANT JERONI ZONA 4

Lista de piezas sistemas en cubiertas a dos aguas 3H

Partida	Número de artículo	Artículo	Total amount	Longitud mm	Unidad	Peso total kg
1	120005-04400	Soporte de módulos Solo - 4400mm	34		ST	122,638
2	129011-000	Tapa de plástico Solo	100 (44)		ST	0,352
3	129060-000	Empalme de inserción Solo	50 (24)		ST	1,776
4	943001-232	Drill screw 6.0x22 self-tap. seal A2 woA	100 (48)		ST	0,235
5	129063-000	Empalme cruzado Rapid	200 (96)		ST	7,584
6	119033-002	Universal-Adapter M8	100 (80)		ST	6,560
7	943763-064	Torn. 6,3x64 a partir de 1,5mm autor. A2	100 (80)		ST	1,280
8	119005-000	Goma sellado chapa ondulada 5/6/8	100 (80)		ST	1,040
9	119004-003	Spacer alu 20 1m	30 (2)		ST	1,272
10	943410-025	Tornillo M10x25 cuadrada A2 GMB	200 (160)		ST	3,840
11	943912-010	Tuerca tapón dientes bloqueoM10 DIN692	200 (160)		ST	1,760
12	131101-001	Pinza lateral Rapid16 V 30 - 40	50 (12)		ST	0,636
13	131121-001	Pinza intermedia Rapid16 30 - 40	100 (30)		ST	1,500
Total (100%)						150,473

Configurador de sistema Actualización 8.10.1.0
Aclaraciones previas

Los cálculos presentados a continuación son válidos para condiciones regulares y para sistemas de montaje en versiones con vigas de varios vanos. En ubicaciones con estructuras especiales de terreno son necesarios exámenes adicionales con respecto a las cargas de viento existentes.

Cliente ESCOLA PUBLICA SANT PERE DE RIUDEBITLLES
 Pedido 152
 C.P. obra **08776 SANT PERE DE RIUDEBITLLES**
 41,4500 ° latitud norte
 1,7000 ° longitud este

Inclinación del elemento	α	8,0	°
Altura del módulo	h	2,09	m
Altura sobre nivel del mar	H	291	m
Altura sobre rasante	z	8,00	m
Altura murete	h _p	0,50	m
Voladizo del perfil portante de módulos	a _{kr}	0,40	m
Luz correa	a	0,80	m
Luz soporte base	b	0,80	m
Voladizo del perfil portante de módulos	b _{kr}	0,40	m


Soporte base

Sistema estructural

Tejado a dos aguas

Sistema de carriles cruzados
Soporte base

Solo

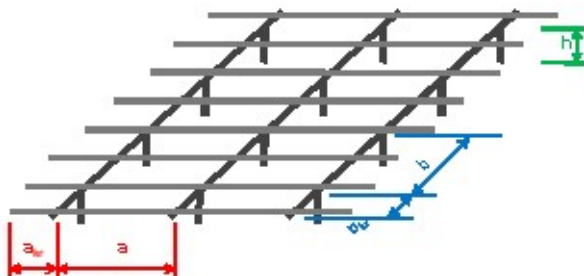
Perfil portante de módulos

Solo

Suposición de carga según

Peso del módulo	g	0,10	kN/m ²
Presión dinámica del viento	q(z)	0,82	kN/m ²
Carga de nieve	s	0,55	kN/m ²
Categoría de terreno	IV		

Zonas con vegetación o construcción regular o con obstáculos aislados con separación de al menos 20 veces la altura del obstáculo (p.ej. pueblos, zonas suburbanas, zonas forestales).


Categoría de terreno IV

Cargas sustitutorias equivalentes

Q _k kN/m ²	Q _d kN/m ²
0,13	0,18

Verificación de los perfiles portantes de módulos (luces admisibles) Solo (120005)

Utilización para Montaje en el tejado

Inclinación del elemento	α 8 °	sin = 0,139	cos = 0,990	Coeficientes de fuerza de viento Cpe,1,max 0,20	
Altura sobre rasante	z 8,00 m	Peso del módulo	g 0,10 kN/m²		
Altura del módulo	h 2,09 m	Carga de nieve	s 0,55 kN/m²		
Dimensión modular construcción inferiora	0,80 m	Presión dinámica del viento	q(z) 0,82 kN/m²		
Voladizo	lkr 0,40 m				

Disposición de carga por Metro cuadrado de la superficie de tejado

Peso propio Módulos

$$\begin{aligned} g_v &= 0,10 \cdot 1,00 \cdot 1,000 = 0,10 \text{ kN/m}^2 \\ g_z &= 0,10 \cdot 0,990 = 0,10 \text{ kN/m}^2 \\ g_y &= 0,10 \cdot 0,139 = 0,01 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Presión de viento

$$\begin{aligned} L_i &= 1,13 / 2 = 0,57 \text{ m} \\ w_i &= 0,82 \cdot c_{p,i} = 0,16 \text{ kN/m}^2 \\ W &= w_i \cdot L_i = 0,09 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Carga de nieve

$$\begin{aligned} s_v &= 0,55 \cdot 1,00 \cdot 0,990 = 0,54 \text{ kN/m}^2 \\ s_z &= 0,54 \cdot 0,990 = 0,53 \text{ kN/m}^2 \\ s_y &= 0,54 \cdot 0,139 = 0,08 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Succión del viento

Zona H	Zona G	Zona F
-0,58 kN/m²	-0,91 kN/m²	-1,32 kN/m²
-0,33 kN/m	-0,51 kN/m	-0,75 kN/m

Parámetros de perfil

$$\begin{aligned} \text{Superficie total} \quad A &= 3,008 \text{ cm}^2 \\ \text{Momento de resistencia} \quad W_y &= 2,788 \text{ cm}^3 \\ \text{Momento de resistencia} \quad W_z &= 2,552 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Coeficiente de seguridad parcial y coeficiente de combinación

$$\begin{aligned} \gamma_g &= 1,35 \quad \gamma_g = 0,90 \text{ para efecto favorable} \\ \gamma_q &= 1,50 \cdot 1,00 = 1,50 \\ \psi_{0,w} &= 0,60 \\ \psi_{0,s} &= 0,50 \end{aligned}$$

Variables de fuerza interna para viga de uno o varios vanos

n	M _{1,total}	M _{1,partial}	M _{2,total}	M _{2,partial}	M _{B,total}	M _{B,partial}	A _{total}	A _{partial}	B _{total}	B _{partial}	Q _{total}	Q _{partial}
1	0,125	0,125	0,000	0,000	0,000	0,000	0,500	0,500	0,000	0,000	0,500	0,500
2	0,070	0,096	0,000	0,000	-0,125	-0,125	0,375	0,438	1,250	1,250	0,625	0,625
3	0,080	0,101	0,025	0,075	-0,100	-0,117	0,400	0,450	1,100	1,200	0,600	0,617
4	0,077	0,100	0,036	0,080	-0,107	-0,121	0,393	0,446	1,143	1,223	0,607	0,621

Fuerzas de intersección verticales

	Combinación de carga 1				Combinación de carga 2				Combinación de carga 3				border zone		edge zone	
n	M _{z,span}	M _{z,supp}	M _{z,cant}	A	M _{z,span}	M _{z,supp}	M _{z,cant}	A	M _{z,span}	M _{z,supp}	M _{z,cant}	A	M	A	M	A
1	0,05	0,00	-0,03	0,42	0,04	0,00	-0,02	0,30	-0,04	0,00	0,01	-0,30	-0,06	-0,50	-0,09	-0,74
2	0,04	-0,05	-0,03	0,61	0,03	-0,04	-0,02	0,44	-0,03	0,04	0,01	-0,44	0,06	-0,72	0,09	-1,07
3	0,04	-0,05	-0,03	0,58	0,03	-0,03	-0,02	0,42	-0,03	0,03	0,01	-0,43	0,05	-0,70	0,08	-1,03
4	0,04	-0,05	-0,03	0,60	0,03	-0,03	-0,02	0,43	-0,03	0,03	0,01	-0,43	0,06	-0,71	0,08	-1,05

Fuerzas de intersección horizontales

	Combinación de carga 1				Combinación de carga 2				Combinación de carga 3				border zone		edge zone	
n	M _{y,span}	M _{y,supp}	M _{y,cant}	A	M _{y,span}	M _{y,supp}	M _{y,cant}	A	M _{y,span}	M _{y,supp}	M _{y,cant}	A	M	A	M	A
1	0,01	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00	-0,01	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
3	0,00	-0,01	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
4	0,00	-0,01	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01

Resumen

	Tensiones momento de campo						Tensiones momento de apoyo					
n	LC1	LC2	LC3			Max	LC1	LC2	LC3			Max
1	1,99	1,40	-1,24	-2,05	-3,05	1,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,48	1,02	-0,99	-1,61	-2,38	1,48	-1,99	-1,40	1,24	2,05	3,05	3,05
3	1,57	1,09	-1,03	-1,68	-2,49	1,57	-1,83	-1,28	1,19	1,94	2,88	2,88
4	1,55	1,08	-1,02	-1,67	-2,47	1,55	-1,90	-1,33	1,22	2,00	2,97	2,97
Tensiones momentos de voladizo							1,03	0,72	0,30	0,51	0,77	1,03

Grado de utilización

Viga continua para 1 campo	16,8 %
Viga continua para 2 campos	16,8 %
Viga continua para 3 campos	16,8 %
Viga de varios vanos	16,3 %
Voladizo	5,6 %

Verificación de la distancia permitida entre los soportes para el perfil de soporte base Solo (120005)

Utilización para Montaje en el tejado

Inclinación del elemento	α 8 °	sin = 0,139	cos = 0,990	Coeficientes de fuerza	
Altura sobre rasante	z 8,00 m	Peso del módulo	g 0,10 kN/m ²	C _{pe,1,max} 0,20	C _{pe}
Introducción de carga	h 0,80 m	Carga de nieve	s 0,55 kN/m ²		C _{pe}
Altura del módulo	h 2,09 m	Presión dinámica del viento	q(z) 0,82 kN/m ²		C _{pe}
Dimensión modular construcción inferior	0,80 m				
Voladizo	l _{kr} 0,40 m				

Disposición de carga por Metro cuadrado de la superficie de tejado

Peso propio Módulos

$$\begin{aligned} g_v &= 0,10 \cdot 1,00 \cdot 1,000 = 0,10 \text{ kN/m}^2 \\ g_z &= 0,10 \cdot 0,990 = 0,10 \text{ kN/m}^2 \\ g_y &= 0,10 \cdot 0,139 = 0,01 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Presión de viento

$$\begin{aligned} L_i &= 1,60 / 2 = 0,80 \text{ m} \\ w_i &= 0,82 \cdot c_{p,i} = 0,16 \text{ kN/m}^2 \\ W &= w_i \cdot L_i = 0,13 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Carga de nieve

$$\begin{aligned} s_v &= 0,55 \cdot 1,00 \cdot 0,990 = 0,54 \text{ kN/m}^2 \\ s_z &= 0,54 \cdot 0,990 = 0,53 \text{ kN/m}^2 \\ s_y &= 0,54 \cdot 0,139 = 0,08 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Succión del viento

Zona H	Zona G	Zona F
-0,58 kN/m ²	-0,91 kN/m ²	-1,32 kN/m ²
-0,46 kN/m	-0,72 kN/m	-1,05 kN/m

Parámetros de perfil

$$\begin{aligned} \text{Superficie total} \quad A &= 3,008 \text{ cm}^2 \\ \text{Momento de resistencia} \quad W_y &= 2,788 \text{ cm}^3 \\ \text{Momento de resistencia} \quad W_z &= 2,552 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Coeficiente de seguridad parcial y coeficiente de combinación

$$\begin{aligned} \gamma_g &= 1,35 \quad \gamma_g = 0,90 \text{ para efecto favorable} \\ \gamma_q &= 1,50 \cdot 1,00 = 1,50 \\ \psi_{0,w} &= 0,60 \\ \psi_{0,s} &= 0,50 \end{aligned}$$

Variables de fuerza interna para viga de uno o varios vanos

n	M _{1,total}	M _{1,partial}	M _{2,total}	M _{2,partial}	M _{B,total}	M _{B,partial}	A _{total}	A _{partial}	B _{total}	B _{partial}	Q _{total}	Q _{partial}
1	0,125	0,125	0,000	0,000	0,000	0,000	0,500	0,500	0,000	0,000	0,500	0,500
2	0,070	0,096	0,000	0,000	-0,125	-0,125	0,375	0,438	1,250	1,250	0,625	0,625
3	0,080	0,101	0,025	0,075	-0,100	-0,117	0,400	0,450	1,100	1,200	0,600	0,617
4	0,077	0,100	0,036	0,080	-0,107	-0,121	0,393	0,446	1,143	1,223	0,607	0,621

Fuerzas de intersección verticales

	Combinación de carga 1				Combinación de carga 2				Combinación de carga 3				border zone		edge zone	
n	M _{z,span}	M _{z,supp}	M _{z,cant}	A	M _{z,span}	M _{z,supp}	M _{z,cant}	A	M _{z,span}	M _{z,supp}	M _{z,cant}	A	M	A	M	A
1	0,07	0,00	-0,07	0,69	0,05	0,00	-0,05	0,50	-0,05	0,00	0,02	-0,50	-0,08	-0,81	-0,12	-1,21
2	0,05	-0,07	-0,07	0,87	0,04	-0,05	-0,05	0,62	-0,04	0,05	0,02	-0,62	0,08	-1,02	0,12	-1,51
3	0,05	-0,06	-0,07	0,82	0,04	-0,05	-0,05	0,59	-0,04	0,05	0,02	-0,60	0,08	-0,98	0,11	-1,46
4	0,05	-0,07	-0,07	0,84	0,04	-0,05	-0,05	0,60	-0,04	0,05	0,02	-0,61	0,08	-1,00	0,12	-1,48

Fuerzas de intersección horizontales

	Combinación de carga 1				Combinación de carga 2				Combinación de carga 3				border zone		edge zone	
n	M _{y,span}	M _{y,supp}	M _{y,cant}	A	M _{y,span}	M _{y,supp}	M _{y,cant}	A	M _{y,span}	M _{y,supp}	M _{y,cant}	A	M	A	M	A
1	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
2	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
3	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
4	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01

Resumen

	Tensiones momento de campo						Tensiones momento de apoyo						Grado de utilización			
n	LC1	LC2	LC3		Max		LC1	LC2	LC3		Max					
1	2,48	1,79	-1,78	-2,92	-4,34	2,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Viga continua para 1 campo	23,8 %		
2	1,84	1,31	-1,41	-2,28	-3,37	1,84	-2,48	-1,79	1,78	2,92	4,34	4,34	Viga continua para 2 campos	23,8 %		
3	1,96	1,40	-1,47	-2,39	-3,54	1,96	-2,28	-1,63	1,70	2,76	4,09	4,09	Viga continua para 3 campos	22,5 %		
4	1,93	1,38	-1,46	-2,37	-3,51	1,93	-2,37	-1,70	1,75	2,85	4,22	4,22	Viga de varios vanos	23,2 %		
Tensiones momentos de voladizo							2,48	1,79	0,79	1,36	2,07	2,48	Voladizo	13,7 %		

Verificación del sistema de fijación Universal-Adapter M8 (119033-002)

Utilización para Tejado a dos aguas

Inclinación del elemento	α 8 °	sin = 0,139	cos = 0,990	Coeficientes de fuerza	
Altura sobre rasante	z 8,00 m	Peso del módulo	g 0,10 kN/m²	C _{pe,1,max} 0,20	C _p
Altura del módulo	h 2,09 m	Carga de nieve	s 0,55 kN/m²		C _p
Dimensión modular construcción inferior	0,80 m	Presión dinámica del viento	q(z) 0,82 kN/m²		C _p
Voladizo	l _{kr} 0,40 m				

Disposición de carga por Metro cuadrado de la superficie de tejado
Peso propio Módulos

$$\begin{aligned} g_v &= 0,10 \cdot 1,00 \cdot 1,000 = 0,10 \text{ kN/m}^2 \\ g_z &= 0,10 \cdot 0,990 = 0,10 \text{ kN/m}^2 \\ g_y &= 0,10 \cdot 0,139 = 0,01 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Carga de nieve

$$\begin{aligned} s_v &= 0,55 \cdot 1,00 \cdot 0,990 = 0,54 \text{ kN/m}^2 \\ s_z &= 0,54 \cdot 0,990 = 0,53 \text{ kN/m}^2 \\ s_y &= 0,54 \cdot 0,139 = 0,08 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Presión de viento

$$\begin{aligned} \text{Zona H } w_{dz} &= 0,82 \cdot 0,20 = 0,16 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona G } w_{dz} &= 0,82 \cdot 0,20 = 0,16 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona F } w_{dz} &= 0,82 \cdot 0,20 = 0,16 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Succión del viento

$$\begin{aligned} \text{Zona H } w_{sz} &= 0,82 \cdot -0,70 = -0,58 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona G } w_{sz} &= 0,82 \cdot -1,10 = -0,91 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona F } w_{sz} &= 0,82 \cdot -1,60 = -1,32 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Disposición de carga por Metro cuadrado Superficie del tejado
Fuerzas internas - variables para vigas de uno, dos y tres vanos

n	Factores de fuerza			
	A _{total}	A _{parcial}	B _{total}	B _{parcial}
1	0,500	0,500	0,000	0,000
2	0,375	0,438	1,250	1,250
3	0,400	0,450	1,100	1,200

Combinaciones de carga
Factor de fiabilidad: K_{FI} = 1,00 (RC2)

Combinación de carga 1: 1,35 · g + 1,5 · s + 0,6 · 1,5 · w

Combinación de carga 2: 1,35 · g + 0,5 · 1,5 · s + 1,5 · w

Combinación de carga 3: 0,9 · g + 1,5 · w

n	Combinación de carga 1				Combinación de carga 2				Combinación de carga 3							
	Vertical		Horizontal		Vertical		Horizontal		Vertical H		Vertical G		Vertical F		Horizontal	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1	0,69	0,69	0,08	0,08	0,50	0,50	0,05	0,05	-0,50	-0,50	-0,81	-0,81	-1,21	-1,21	0,01	0,01
2	0,64	0,87	0,08	0,10	0,46	0,62	0,04	0,06	-0,47	-0,62	-0,77	-1,02	-1,14	-1,51	0,01	0,01
3	0,65	0,82	0,08	0,10	0,47	0,59	0,04	0,06	-0,48	-0,60	-0,78	-0,98	-1,15	-1,46	0,01	0,01

Lista de las combinaciones determinantes (Viga continua para 3 campos)

	LC1	LC2	LC3			kN
			H	G	F	
AV	0,65	0,47	-0,48	-0,78	-1,15	kN
AH	0,08	0,04	0,01	0,01	0,01	kN
BV	0,82	0,59	-0,60	-0,98	-1,46	kN
BH	0,10	0,06	0,01	0,01	0,01	kN

	Centro	Borde	Distribución de carga
Fuerza de compresión N _D	= 0,82 kN	= 0,65 kN	P = 0,82 kN
Fuerza transversal admisible N _H	= 0,10 kN	= 0,08 kN	H = 0,10 kN
Fuerza de tracción N _D	= -0,60 kN	= -0,48 kN	P = 0,65 kN
Fuerza transversal admisible N _H	= 0,01 kN	= 0,01 kN	H = 0,08 kN
Fuerza de tracción N _D	= -0,98 kN	= -0,78 kN	P = 0,78 kN
Fuerza transversal admisible N _H	= 0,01 kN	= 0,01 kN	H = 0,01 kN
Fuerza de tracción N _D	= -1,46 kN	= -1,15 kN	P = 1,15 kN
Fuerza transversal admisible N _H	= 0,01 kN	= 0,01 kN	H = 0,01 kN

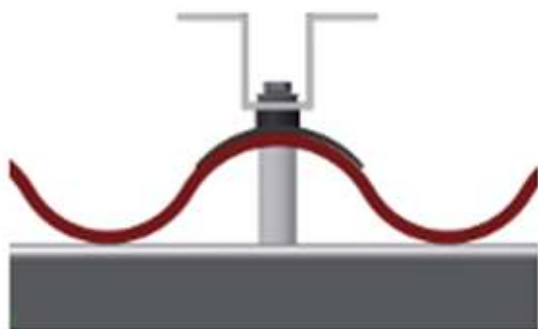
Verificación Universal-Adapter M8

Tipo de fijación Universal-Adapter M8
 Material chapa Acero
 Tipo de tornillo Stahlschraube 6,3 mm

Trama b 80,0 mm
 Altura de la greca L₁ 18,0 mm
 Saliente L₂ 31,0 mm

E 210.000 N/mm²
 f_{yb} 360 N/mm²
 f_{yk} 235 N/mm²
 γ_{M1} 1,10 Chapa
 γ_{M1} 1,33 Tornillos

		LK1	LK2	LK3				Formula
				H	G	F		
Cargas	N _d ;Presión	0,82	0,59	0,00	0,00	0,00	kN	
	N _d ;Tracción	0,00	0,00	0,60	0,98	1,46	kN	
	V _d	0,10	0,06	0,01	0,01	0,01	kN	
Adaptación	F _{R,k}	12,18		5,53			kN	
	γ _M	1,25						
	V _{R,k}	1,58					kN	
	γ _{M1}	1,25						
Verificación		0,16	0,11	0,14	0,23	0,34	< 1	$N_d \cdot \gamma_M / N_{R,k} + V_d \cdot \gamma_M / V_{R,k} \leq 1$
Tornillos	n	1,00					Uds.	
	e _i	1,00					-	
	f _i	1,00					-	
	N _{d,s}	0,82	0,59	0,60	0,98	1,46	kN	
	V _{d,s}	0,10	0,06	0,01	0,01	0,01	kN	
	α	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-	
	M _{d,s}	3,09	1,74	0,27	0,27	0,27	Nmm	
Verificación Tornillos		0,52	0,37	0,37	0,60	0,88	< 1	
Verificación Perfil de acero		0,39	0,22	0,20	0,32	0,48	< 1	



Verificación de las uniones

Inclinación del elemento α 8 °	$\sin = 0,139$	$\cos = 0,990$	Coeficientes de fuerza del viento		
Altura sobre rasante z 8,00 m	Peso del módulo g 0,10 kN/m ²		Cpe,1,max 0,20	Cpe,1,min -0,70	H
Altura del módulo h 2,09 m	Carga de nieve s 0,55 kN/m ²			Cpe,1,min -1,10	G
	Presión dinámica del viento q(z) 0,82 kN/m ²			Cpe,1,min -1,60	F

Disposición de carga por Metro cuadrado de la superficie de tejado

Peso propio Módulos

$$\begin{aligned} g_v &= 0,10 \cdot 1,00 \cdot 1,000 = 0,10 \text{ kN/m}^2 \\ g_z &= 0,10 \cdot 0,990 = 0,10 \text{ kN/m}^2 \\ g_y &= 0,10 \cdot 0,139 = 0,01 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Carga de nieve

$$\begin{aligned} s_v &= 0,55 \cdot 1,00 \cdot 0,990 = 0,54 \text{ kN/m}^2 \\ s_z &= 0,54 \cdot 0,990 = 0,53 \text{ kN/m}^2 \\ s_y &= 0,54 \cdot 0,139 = 0,08 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Presión de viento

$$\begin{aligned} \text{Zona H } w_{dz} &= 0,82 \cdot 0,20 = 0,16 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona G } w_{dz} &= 0,82 \cdot 0,20 = 0,16 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona F } w_{dz} &= 0,82 \cdot 0,20 = 0,16 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Succión del viento

$$\begin{aligned} \text{Zona H } w_{sz} &= 0,82 \cdot -0,70 = -0,58 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona G } w_{sz} &= 0,82 \cdot -1,10 = -0,91 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona F } w_{sz} &= 0,82 \cdot -1,60 = -1,32 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Pinzas para módulos según autorización de la autoridad inspectora de obras Z-14.4-631

Pinzas intermedias		Pinzas de borde		Superficie de módulo A = 2,37 m ²	Unión por fricción A = 0,34 kN (FS,d · μ)
FR,d kN	VR,d kN	FR,d kN	VR,d kN		
4,65	0,67	1,63	0,45		

Fuerzas de intersección en las pinzas para módulos

$$\text{Pinza intermedia } |F_{S,d}| = 0,50 \cdot (0,9 \cdot g_v + 1,5 \cdot 0,82 \cdot c_p) \cdot 2,37$$

$$\text{Pinza lateral } |F_{S,d}| = 0,25 \cdot (0,9 \cdot g_v + 1,5 \cdot 0,82 \cdot c_p) \cdot 2,37$$

	VS, d kN	FS, d kN		
		Zona F	Zona G	Zona H
Pinzas intermedias	-0,18	2,24	1,51	0,92
Pinzas de borde	-0,09	1,12	0,75	0,46

$$V_{S,d} = V_{S,dy} - F_{S,dz} \cdot \mu \quad (\mu = 0,50)$$

Grado de utilización 48,2 %

Grado de utilización 68,7 %

Empalme cruzado según autorización general de la autoridad inspectora de obras Z-14.4-639 anexo 5.2

Resistencia a la tracción en la combinación de perfiles Solo / Solo $Z_{Rd} = 2,70 \text{ kN}$ Resistencia al cizallamiento $V_{Rd} = 2,35 \text{ kN}$

Valor de cálculo de las fuerzas ejercidas

	kN	LC1	LC2	Zona F	Zona G	Zona H	η %
Fuerzas verticales	FS,d	0,61	0,44	-0,44	-0,72	-1,07	40,0
Fuerzas cortantes	VS,d	0,07	0,04	0,01	0,01	0,01	3,2

Solicitud del módulo (SLS) Parte delantera 731 Pa

Parte posterior 1.220 Pa

Schletter Solar GmbH

Alustraße 1
D-83527 Kirchdorf

Tel.: +498072 9191-0

Fax: +498072 9191-9100

info.de@schletter-group.com

<https://www.schletter-group.com/>

**Documentos de planificación para el sistema
portante para la fijación de módulos solares
Sistema en cubiertas a dos aguas**

**Proyecto: ESCOLA PUBLICA SANT JERONI
ZONA 5**

Tipo de módulo: LR5-66HPH-500M-G2 2093 x 1134 mm



Por orden

**ESCOLA PUBLICA SANT
JERONI (100kW)**

junio 2024

Planificación y autocalculación

Versión 8.10.1.0

Datos de la instalación

Fecha	18/06/2024
Cliente	ESCOLA PUBLICA SANT JERONI (100kW)
Pedido	152
Instalación	3 R à 2 Mod

Selección de módulos

Fabricante	LONGI SOLAR
Módulo	LR5-66HPH-500M-G2
Potencia pico	500 W
Altura	2.093 mm
Ancho	1.134 mm
Espesor	35 mm
Marco	Enmarcado



Colocación de los módulos

Módulos por fila	2
Filas de módulos	3
Cantidad de módulos	6
Distancia entre soportes seleccionada	800 mm
Voladizo	400 mm
Cantidad de campos idénticos de módulos	1

Configuración base

Selección del sistema	
Soporte base	Solo
Perfil portante de módulos	Solo
Tipo de pinzas	Rapid16
Fijación	Universal-Adapter M8

Resultados: datos de la instalación

Potencia pico	3,00 kW
---------------	---------

Cliente ESCOLA PUBLICA SANT JERONI (100kW)
Proyecto ESCOLA PUBLICA SANT JERONI ZONA 5

Lista de piezas sistemas en cubiertas a dos aguas 3H

Partida	Número de artículo	Artículo	Total amount	Longitud mm	Unidad	Peso total kg
1	120005-04400	Soporte de módulos Solo - 4400mm	12		ST	43,284
2	129011-000	Tapa de plástico Solo	100 (24)		ST	0,192
3	129063-000	Empalme cruzado Rapid	200 (36)		ST	2,844
4	119033-002	Universal-Adapter M8	50 (30)		ST	2,460
5	943763-064	Torn. 6,3x64 a partir de 1,5mm autor. A2	100 (30)		ST	0,480
6	119005-000	Goma sellado chapa ondulada 5/6/8	50 (30)		ST	0,390
7	119004-003	Spacer alu 20 1m	30 (1)		ST	0,636
8	943410-025	Tornillo M10x25 cuadrada A2 GMB	100 (60)		ST	1,440
9	943912-010	Tuerca tapón dientes bloqueoM10 DIN692	100 (60)		ST	0,660
10	131101-001	Pinza lateral Rapid16 V 30 - 40	50 (12)		ST	0,636
11	131121-001	Pinza intermedia Rapid16 30 - 40	100 (6)		ST	0,300
		Total (100%)				53,322

Configurador de sistema Actualización 8.10.1.0

Aclaraciones previas

Los cálculos presentados a continuación son válidos para condiciones regulares y para sistemas de montaje en versiones con vigas de varios vanos. En ubicaciones con estructuras especiales de terreno son necesarios exámenes adicionales con respecto a las cargas de viento existentes.

Cliente ESCOLA PUBLICA SANT PERE DE RIUDEBITLLES
Pedido 152
C.P. obra **08776 SANT PERE DE RIUDEBITLLES**
41,4500 ° latitud norte
1,7000 ° longitud este

Inclinación del elemento	α	8,0	°
Altura del módulo	h	2,09	m
Altura sobre nivel del mar	H	291	m
Altura sobre rasante	z	9,00	m
Altura murete	h _p	0,50	m
Voladizo del perfil portante de módulos	a _{kr}	0,40	m
Luz correa	a	0,80	m
Luz soporte base	b	0,80	m
Voladizo del perfil portante de módulos	b _{kr}	0,40	m

Soporte base

Sistema estructural

Tejado a dos aguas

Sistema de carriles cruzados

Soporte base

Perfil portante de módulos

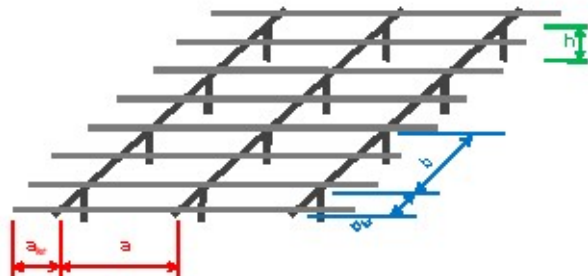
Solo

Solo

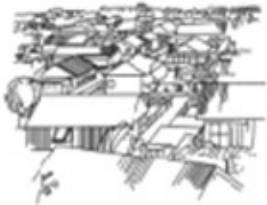
Suposición de carga según

Peso del módulo	g	0,10	kN/m ²
Presión dinámica del viento	q(z)	0,86	kN/m ²
Carga de nieve	s	0,55	kN/m ²
Categoría de terreno	IV		

Zonas con vegetación o construcción regular o con obstáculos aislados con separación de al menos 20 veces la altura del obstáculo (p.ej. pueblos, zonas suburbanas, zonas forestales).



Categoría de terreno IV



Cargas sustitutorias equivalentes

Q _k kN/m ²	Q _d kN/m ²
0,14	0,18

Verificación de los perfiles portantes de módulos (luces admisibles) Solo (120005)

Utilización para Montaje en el tejado

Inclinación del elemento	α 8 °	sin = 0,139	cos = 0,990	Coeficientes de fuerza	
Altura sobre rasante	z 9,00 m	Peso del módulo	g 0,10 kN/m²	C _{pe,1,max} 0,20	C _p
Altura del módulo	h 2,09 m	Carga de nieve	s 0,55 kN/m²		C _p
Dimensión modular construcción inferiora	0,80 m	Presión dinámica del viento	q(z) 0,86 kN/m²		C _p
Voladizo	l _{kr} 0,40 m				

Disposición de carga por Metro cuadrado de la superficie de tejado

Peso propio Módulos

$$\begin{aligned} g_v &= 0,10 \cdot 1,00 \cdot 1,000 = 0,10 \text{ kN/m}^2 \\ g_z &= 0,10 \cdot 0,990 = 0,10 \text{ kN/m}^2 \\ g_y &= 0,10 \cdot 0,139 = 0,01 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Presión de viento

$$\begin{aligned} L_i &= 1,13 / 2 = 0,57 \text{ m} \\ w_i &= 0,86 \cdot c_{p,i} = 0,17 \text{ kN/m}^2 \\ W &= w_i \cdot L_i = 0,10 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Carga de nieve

$$\begin{aligned} s_v &= 0,55 \cdot 1,00 \cdot 0,990 = 0,54 \text{ kN/m}^2 \\ s_z &= 0,54 \cdot 0,990 = 0,53 \text{ kN/m}^2 \\ s_y &= 0,54 \cdot 0,139 = 0,08 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Succión del viento

Zona H	Zona G	Zona F
-0,60 kN/m ²	-0,95 kN/m ²	-1,38 kN/m ²
-0,34 kN/m	-0,54 kN/m	-0,78 kN/m

Parámetros de perfil

$$\begin{aligned} \text{Superficie total} \quad A &= 3,008 \text{ cm}^2 \\ \text{Momento de resistencia} \quad W_y &= 2,788 \text{ cm}^3 \\ \text{Momento de resistencia} \quad W_z &= 2,552 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Coeficiente de seguridad parcial y coeficiente de combinación

$$\begin{aligned} \gamma_g &= 1,35 \quad \gamma_g = 0,90 \text{ para efecto favorable} \\ \gamma_q &= 1,50 \cdot 1,00 = 1,50 \\ \psi_{0,w} &= 0,60 \\ \psi_{0,s} &= 0,50 \end{aligned}$$

Variables de fuerza interna para viga de uno o varios vanos

n	M _{1,total}	M _{1,partial}	M _{2,total}	M _{2,partial}	M _{B,total}	M _{B,partial}	A _{total}	A _{partial}	B _{total}	B _{partial}	Q _{total}	Q _{partial}
1	0,125	0,125	0,000	0,000	0,000	0,000	0,500	0,500	0,000	0,000	0,500	0,500
2	0,070	0,096	0,000	0,000	-0,125	-0,125	0,375	0,438	1,250	1,250	0,625	0,625
3	0,080	0,101	0,025	0,075	-0,100	-0,117	0,400	0,450	1,100	1,200	0,600	0,617
4	0,077	0,100	0,036	0,080	-0,107	-0,121	0,393	0,446	1,143	1,223	0,607	0,621

Fuerzas de intersección verticales

	Combinación de carga 1				Combinación de carga 2				Combinación de carga 3				border zone		edge zone	
n	M _{z,span}	M _{z,supp}	M _{z,cant}	A	M _{z,span}	M _{z,supp}	M _{z,cant}	A	M _{z,span}	M _{z,supp}	M _{z,cant}	A	M	A	M	A
1	0,05	0,00	0,00	0,28	0,04	0,00	0,00	0,20	-0,04	0,00	0,00	-0,21	-0,06	-0,34	-0,09	-0,51
2	0,04	-0,05	0,00	0,62	0,03	-0,04	0,00	0,45	-0,03	0,04	0,00	-0,46	0,06	-0,76	0,09	-1,12
3	0,04	-0,05	0,00	0,59	0,03	-0,03	0,00	0,42	-0,03	0,04	0,00	-0,45	0,06	-0,73	0,08	-1,08
4	0,04	-0,05	0,00	0,60	0,03	-0,03	0,00	0,43	-0,03	0,04	0,00	-0,46	0,06	-0,74	0,09	-1,10

Fuerzas de intersección horizontales

	Combinación de carga 1				Combinación de carga 2				Combinación de carga 3				border zone		edge zone	
n	M _{y,span}	M _{y,supp}	M _{y,cant}	A	M _{y,span}	M _{y,supp}	M _{y,cant}	A	M _{y,span}	M _{y,supp}	M _{y,cant}	A	M	A	M	A
1	0,01	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00	-0,01	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
3	0,00	-0,01	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
4	0,00	-0,01	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01

Resumen

	Tensiones momento de campo						Tensiones momento de apoyo						
n	LC1	LC2	LC3			Max	LC1	LC2	LC3			Max	
1	2,00	1,42	-1,31	-2,15	-3,20	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
2	1,49	1,04	-1,04	-1,69	-2,50	1,49	-2,00	-1,42	1,31	2,15	3,20	3,20	
3	1,58	1,11	-1,09	-1,77	-2,62	1,58	-1,84	-1,30	1,25	2,04	3,02	3,02	
4	1,56	1,09	-1,08	-1,75	-2,59	1,56	-1,91	-1,35	1,29	2,10	3,12	3,12	
Tensiones momentos de voladizo							0,04	0,03	0,01	0,02	0,03	0,04	

Grado de utilización

Viga continua para 1 canal 17,6 %
Viga continua para 2 canales 17,6 %
Viga continua para 3 canales 17,6 %
Viga de varios vanos 17,2 %
Voladizo 0,2 %

Verificación de la distancia permitida entre los soportes para el perfil de soporte base Solo (120005)

Utilización para Montaje en el tejado

Inclinación del elemento	α 8 °
Altura sobre rasante	z 9,00 m
Introducción de carga	h 0,80 m
Altura del módulo	h 2,09 m
Dimensión modular construcción inferiora	0,80 m
Voladizo	l_{kr} 0,40 m

sin =	0,139	cos =	0,990
Peso del módulo	g	0,10 kN/m ²	
Carga de nieve	s	0,55 kN/m ²	
Presión dinámica del viento	q(z)	0,86 kN/m ²	

Coeficientes de fuerza de viento	
C _{pe,1,max}	0,20
C _{pe}	
C _{pe}	

Disposición de carga por Metro cuadrado de la superficie de tejado

Peso propio Módulos

$$g_v = 0,10 \cdot 1,00 \cdot 1,000 = 0,10 \text{ kN/m}^2$$

$$g_z = 0,10 \cdot 0,990 = 0,10 \text{ kN/m}^2$$

$$g_y = 0,10 \cdot 0,139 = 0,01 \text{ kN/m}^2$$

Presión de viento

$$L_i = 1,60 / 2 = 0,80 \text{ m}$$

$$w_i = 0,86 \cdot c_{p,i} = 0,17 \text{ kN/m}^2$$

$$W = w_i \cdot L_i = 0,14 \text{ kN/m}$$

Carga de nieve

$$s_v = 0,55 \cdot 1,00 \cdot 0,990 = 0,54 \text{ kN/m}^2$$

$$s_z = 0,54 \cdot 0,990 = 0,53 \text{ kN/m}^2$$

$$s_y = 0,54 \cdot 0,139 = 0,08 \text{ kN/m}^2$$

Succión del viento

Zona H	Zona G	Zona F
-0,60 kN/m ²	-0,95 kN/m ²	-1,38 kN/m ²
-0,48 kN/m	-0,76 kN/m	-1,10 kN/m

Parámetros de perfil

$$\text{Superficie total } A = 3,008 \text{ cm}^2$$

$$\text{Momento de resistencia } W_y = 2,788 \text{ cm}^3$$

$$\text{Momento de resistencia } W_z = 2,552 \text{ cm}^3$$

Coeficiente de seguridad parcial y coeficiente de combinación

$$\gamma_g = 1,35 \quad \gamma_g = 0,90 \text{ para efecto favorable}$$

$$\gamma_q = 1,50 \cdot 1,00 = 1,50$$

$$\psi_{0,w} = 0,60$$

$$\psi_{0,s} = 0,50$$

Variables de fuerza interna para viga de uno o varios vanos

n	M _{1,total}	M _{1,partial}	M _{2,total}	M _{2,partial}	M _{B,total}	M _{B,partial}	A _{total}	A _{partial}	B _{total}	B _{partial}	Q _{total}	Q _{partial}
1	0,125	0,125	0,000	0,000	0,000	0,000	0,500	0,500	0,000	0,000	0,500	0,500
2	0,070	0,096	0,000	0,000	-0,125	-0,125	0,375	0,438	1,250	1,250	0,625	0,625
3	0,080	0,101	0,025	0,075	-0,100	-0,117	0,400	0,450	1,100	1,200	0,600	0,617
4	0,077	0,100	0,036	0,080	-0,107	-0,121	0,393	0,446	1,143	1,223	0,607	0,621

Fuerzas de intersección verticales

n	Combinación de carga 1				Combinación de carga 2				Combinación de carga 3				border zone		edge zone	
	M _{z,span}	M _{z,supp}	M _{z,cant}	A	M _{z,span}	M _{z,supp}	M _{z,cant}	A	M _{z,span}	M _{z,supp}	M _{z,cant}	A	M	A	M	A
1	0,07	0,00	-0,02	0,52	0,05	0,00	-0,01	0,38	-0,05	0,00	0,01	-0,39	-0,09	-0,64	-0,13	-0,95
2	0,05	-0,07	-0,02	0,87	0,04	-0,05	-0,01	0,63	-0,04	0,05	0,01	-0,65	0,09	-1,07	0,13	-1,59
3	0,05	-0,06	-0,02	0,83	0,04	-0,05	-0,01	0,60	-0,04	0,05	0,01	-0,63	0,08	-1,03	0,12	-1,53
4	0,05	-0,07	-0,02	0,85	0,04	-0,05	-0,01	0,61	-0,04	0,05	0,01	-0,64	0,08	-1,05	0,12	-1,56

Fuerzas de intersección horizontales

n	Combinación de carga 1				Combinación de carga 2				Combinación de carga 3				border zone		edge zone	
	M _{y,span}	M _{y,supp}	M _{y,cant}	A	M _{y,span}	M _{y,supp}	M _{y,cant}	A	M _{y,span}	M _{y,supp}	M _{y,cant}	A	M	A	M	A
1	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
2	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
3	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
4	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01

Resumen

n	Tensiones momento de campo						Tensiones momento de apoyo					
	LC1	LC2	LC3		Max		LC1	LC2	LC3		Max	
1	2,50	1,82	-1,88	-3,07	-4,55	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,86	1,33	-1,48	-2,40	-3,54	1,86	-2,50	-1,82	1,88	3,07	4,55	4,55
3	1,97	1,42	-1,55	-2,51	-3,71	1,97	-2,30	-1,66	1,79	2,90	4,29	4,29
4	1,94	1,40	-1,54	-2,49	-3,68	1,94	-2,39	-1,72	1,84	2,99	4,43	4,43
Tensiones momentos de voladizo							0,60	0,44	0,20	0,34	0,52	0,60

Grado de utilización

Viga continua para 1 campo	25,0 %
Viga continua para 2 campos	25,0 %
Viga continua para 3 campos	24,6 %
Viga de varios vanos	24,4 %
Voladizo	3,3 %

Verificación del sistema de fijación Universal-Adapter M8 (119033-002)

Utilización para Tejado a dos aguas

Inclinación del elemento	α 8 °	sin = 0,139	cos = 0,990	Coeficientes de fuerza	
Altura sobre rasante	z 9,00 m	Peso del módulo	g 0,10 kN/m²	C _{pe,1,max} 0,20	C _p
Altura del módulo	h 2,09 m	Carga de nieve	s 0,55 kN/m²		C _p
Dimensión modular construcción inferior	0,80 m	Presión dinámica del viento	q(z) 0,86 kN/m²		C _p
Voladizo	l _{kr} 0,40 m				

Disposición de carga por Metro cuadrado de la superficie de tejado
Peso propio Módulos

$$\begin{aligned} g_v &= 0,10 \cdot 1,00 \cdot 1,000 = 0,10 \text{ kN/m}^2 \\ g_z &= 0,10 \cdot 0,990 = 0,10 \text{ kN/m}^2 \\ g_y &= 0,10 \cdot 0,139 = 0,01 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Carga de nieve

$$\begin{aligned} s_v &= 0,55 \cdot 1,00 \cdot 0,990 = 0,54 \text{ kN/m}^2 \\ s_z &= 0,54 \cdot 0,990 = 0,53 \text{ kN/m}^2 \\ s_y &= 0,54 \cdot 0,139 = 0,08 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Presión de viento

$$\begin{aligned} \text{Zona H } w_{dz} &= 0,86 \cdot 0,20 = 0,17 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona G } w_{dz} &= 0,86 \cdot 0,20 = 0,17 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona F } w_{dz} &= 0,86 \cdot 0,20 = 0,17 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Succión del viento

$$\begin{aligned} \text{Zona H } w_{sz} &= 0,86 \cdot -0,70 = -0,60 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona G } w_{sz} &= 0,86 \cdot -1,10 = -0,95 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona F } w_{sz} &= 0,86 \cdot -1,60 = -1,38 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Disposición de carga por Metro cuadrado Superficie del tejado
Fuerzas internas - variables para vigas de uno, dos y tres vanos

Factores de fuerza				
n	A _{total}	A _{parcial}	B _{total}	B _{parcial}
1	0,500	0,500	0,000	0,000
2	0,375	0,438	1,250	1,250
3	0,400	0,450	1,100	1,200

Combinaciones de carga
Factor de fiabilidad: K_{FI} = 1,00 (RC2)

Combinación de carga 1: 1,35 · g + 1,5 · s + 0,6 · 1,5 · w

Combinación de carga 2: 1,35 · g + 0,5 · 1,5 · s + 1,5 · w

Combinación de carga 3: 0,9 · g + 1,5 · w

n	Combinación de carga 1				Combinación de carga 2				Combinación de carga 3							
	Vertical		Horizontal		Vertical		Horizontal		Vertical H		Vertical G		Vertical F		Horizontal	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1	0,52	0,52	0,06	0,06	0,38	0,38	0,04	0,04	-0,39	-0,39	-0,64	-0,64	-0,95	-0,95	0,01	0,01
2	0,47	0,87	0,06	0,10	0,34	0,63	0,03	0,06	-0,36	-0,65	-0,59	-1,07	-0,87	-1,59	0,00	0,01
3	0,48	0,83	0,06	0,10	0,35	0,60	0,03	0,06	-0,37	-0,63	-0,60	-1,03	-0,88	-1,53	0,01	0,01

Lista de las combinaciones determinantes (Viga continua para 3 campos)

	LC1	LC2	LC3			
			H	G	F	
AV	0,48	0,35	-0,37	-0,60	-0,88	kN
AH	0,06	0,03	0,01	0,01	0,01	kN
BV	0,83	0,60	-0,63	-1,03	-1,53	kN
BH	0,10	0,06	0,01	0,01	0,01	kN

	Centro	Borde	Distribución de carga
Fuerza de compresión	N _D = 0,83 kN	N _D = 0,48 kN	P = 0,83 kN
Fuerza transversal admisible	N _H = 0,10 kN	N _H = 0,06 kN	H = 0,10 kN
Fuerza de tracción H	N _D = -0,63 kN	N _D = -0,37 kN	P = 0,48 kN
Fuerza transversal admisible	N _H = 0,01 kN	N _H = 0,01 kN	H = 0,06 kN
Fuerza de tracción G	N _D = -1,03 kN	N _D = -0,60 kN	P = 0,60 kN
Fuerza transversal admisible	N _H = 0,01 kN	N _H = 0,01 kN	H = 0,01 kN
Fuerza de tracción F	N _D = -1,53 kN	N _D = -0,88 kN	P = 0,88 kN
Fuerza transversal admisible	N _H = 0,01 kN	N _H = 0,01 kN	H = 0,01 kN

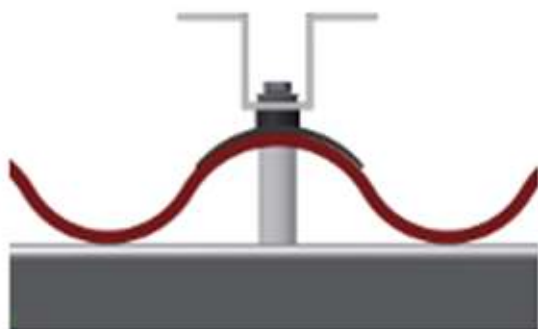
Verificación Universal-Adapter M8

Tipo de fijación Universal-Adapter M8
 Material chapa Acero
 Tipo de tornillo Stahlschraube 6,3 mm

Trama b 80,0 mm
 Altura de la greca L₁ 18,0 mm
 Saliente L₂ 31,0 mm

E 210.000 N/mm²
 f_{yb} 360 N/mm²
 f_{yk} 235 N/mm²
 γ_{M1} 1,10 Chapa
 γ_{M1} 1,33 Tornillos

		LK1	LK2	LK3				Formula
				H	G	F		
Cargas	N _d ;Presión	0,83	0,60	0,00	0,00	0,00	kN	
	N _d ;Tracción	0,00	0,00	0,63	1,03	1,53	kN	
	V _d	0,10	0,06	0,01	0,01	0,01	kN	
Adaptación	F _{R,k}	12,18		5,53			kN	
	γ _M	1,25						
	V _{R,k}	1,58					kN	
	γ _{M1}	1,25						
Verificación		0,16	0,11	0,15	0,24	0,35	< 1	$N_d \cdot \gamma_M / N_{R,k} + V_d \cdot \gamma_M / V_{R,k} \leq 1$
Tornillos	n	1,00					Uds.	
	e _i	1,00					-	
	f _i	1,00					-	
	N _{d,s}	0,83	0,60	0,63	1,03	1,53	kN	
	V _{d,s}	0,10	0,06	0,01	0,01	0,01	kN	
	α	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-	
	M _{d,s}	3,09	1,74	0,27	0,27	0,27	Nmm	
Verificación Tornillos		0,52	0,37	0,39	0,63	0,93	< 1	
Verificación Perfil de acero		0,39	0,22	0,21	0,34	0,50	< 1	



Verificación de las uniones

Inclinación del elemento α 8 °	$\sin = 0,139$	$\cos = 0,990$	Coeficientes de fuerza del viento		
Altura sobre rasante z 9,00 m	Peso del módulo g 0,10 kN/m ²		Cpe,1,max 0,20	Cpe,1,min -0,70	H
Altura del módulo h 2,09 m	Carga de nieve s 0,55 kN/m ²			Cpe,1,min -1,10	G
	Presión dinámica del viento q(z) 0,86 kN/m ²			Cpe,1,min -1,60	F

Disposición de carga por Metro cuadrado de la superficie de tejado

Peso propio Módulos

$$\begin{aligned} g_v &= 0,10 \cdot 1,00 \cdot 1,000 = 0,10 \text{ kN/m}^2 \\ g_z &= 0,10 \cdot 0,990 = 0,10 \text{ kN/m}^2 \\ g_y &= 0,10 \cdot 0,139 = 0,01 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Carga de nieve

$$\begin{aligned} s_v &= 0,55 \cdot 1,00 \cdot 0,990 = 0,54 \text{ kN/m}^2 \\ s_z &= 0,54 \cdot 0,990 = 0,53 \text{ kN/m}^2 \\ s_y &= 0,54 \cdot 0,139 = 0,08 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Presión de viento

$$\begin{aligned} \text{Zona H } w_{dz} &= 0,86 \cdot 0,20 = 0,17 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona G } w_{dz} &= 0,86 \cdot 0,20 = 0,17 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona F } w_{dz} &= 0,86 \cdot 0,20 = 0,17 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Succión del viento

$$\begin{aligned} \text{Zona H } w_{sz} &= 0,86 \cdot -0,70 = -0,60 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona G } w_{sz} &= 0,86 \cdot -1,10 = -0,95 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona F } w_{sz} &= 0,86 \cdot -1,60 = -1,38 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Pinzas para módulos según autorización de la autoridad inspectora de obras Z-14.4-631

Pinzas intermedias		Pinzas de borde		Superficie de módulo A = 2,37 m ²	Unión por fricción A = 0,34 kN (FS,d · μ)
FR,d kN	VR,d kN	FR,d kN	VR,d kN		
4,65	0,67	1,63	0,45		

Fuerzas de intersección en las pinzas para módulos

$$\text{Pinza intermedia } |F_{S,d}| = 0,50 \cdot (0,9 \cdot g_v + 1,5 \cdot 0,86 \cdot c_p) \cdot 2,37$$

$$\text{Pinza lateral } |F_{S,d}| = 0,25 \cdot (0,9 \cdot g_v + 1,5 \cdot 0,86 \cdot c_p) \cdot 2,37$$

	VS,d kN	FS,d kN		
		Zona F	Zona G	Zona H
Pinzas intermedias	-0,18	2,35	1,59	0,97
Pinzas de borde	-0,09	1,18	0,79	0,49

$$V_{S,d} = V_{S,dy} - F_{S,dz} \cdot \mu \quad (\mu = 0,50)$$

Grado de utilización 50,6 %

Grado de utilización 72,1 %

Empalme cruzado según autorización general de la autoridad inspectora de obras Z-14.4-639 anexo 5.2

Resistencia a la tracción en la combinación de perfiles Solo / Solo $Z_{Rd} = 2,70 \text{ kN}$ Resistencia al cizallamiento $V_{Rd} = 2,35 \text{ kN}$

Valor de cálculo de las fuerzas ejercidas

	kN	LC1	LC2	Zona F	Zona G	Zona H	η %
Fuerzas verticales	FS,d	0,62	0,45	-0,46	-0,76	-1,12	41,9
Fuerzas cortantes	VS,d	0,07	0,04	0,01	0,01	0,01	3,2

Solicitud del módulo (SLS) Parte delantera 736 Pa

Parte posterior 1.283 Pa

Schletter Solar GmbH

Alustraße 1
D-83527 Kirchdorf

Tel.: +498072 9191-0

Fax: +498072 9191-9100

info.de@schletter-group.com

<https://www.schletter-group.com/>

**Documentos de planificación para el sistema
portante para la fijación de módulos solares
Sistema en cubiertas a dos aguas**

**Proyecto: ESCOLA PUBLICA SANT JERONI
ZONA 6**

Tipo de módulo: LR5-66HPH-500M-G2 2093 x 1134 mm



Por orden

**ESCOLA PUBLICA SANT
JERONI (100kW)**

junio 2024

Planificación y autocalculación

Versión 8.10.1.0

Datos de la instalación

Fecha	18/06/2024
Cliente	ESCOLA PUBLICA SANT JERONI (100kW)
Pedido	152

Selección de módulos

Fabricante	LONGI SOLAR
Módulo	LR5-66HPH-500M-G2
Potencia pico	500 W
Altura	2.093 mm
Ancho	1.134 mm
Espesor	35 mm
Marco	Enmarcado



Colocación de los módulos

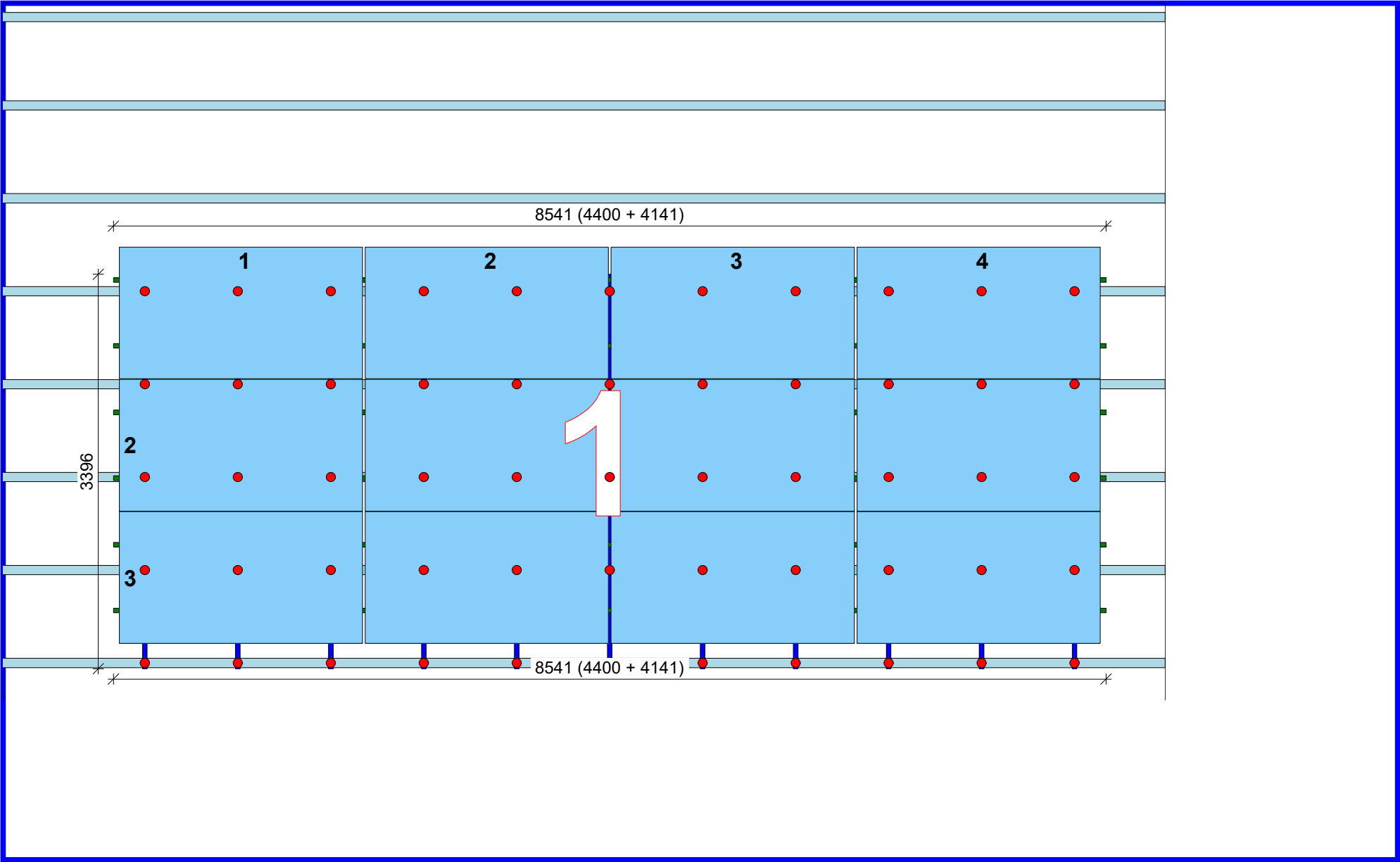
Cantidad de módulos	28
Distancia entre soportes seleccionada	800 mm
Voladizo	400 mm

Configuración base

Selección del sistema	
Soporte base	Solo
Perfil portante de módulos	Solo
Tipo de pinzas	Rapid16
Fijación	Universal-Adapter M8

Resultados: datos de la instalación

Potencia pico	14,00 kW
---------------	----------



Schletter Configurator 8.10.1.0

Cliente ESCOLA PUBLICA SANT JERONI (100kW)
Proyecto ESCOLA PUBLICA SANT JERONI ZONA 6

Lista de piezas sistemas en cubiertas a dos aguas

Partida	Número de artículo	Artículo	Total amount	Longitud mm	Unidad	Peso total kg
1	120005-04400	Soporte de módulos Solo - 4400mm	50		ST	180,350
2	129011-000	Tapa de plástico Solo	100 (72)		ST	0,576
3	129060-000	Empalme de inserción Solo	50 (28)		ST	2,072
4	943001-232	Drill screw 6.0x22 self-tap. seal A2 woA	100 (56)		ST	0,274
5	129063-000	Empalme cruzado Rapid	200 (154)		ST	12,166
6	119033-002	Universal-Adapter M8	150 (121)		ST	9,922
7	943763-064	Torn. 6,3x64 a partir de 1,5mm autor. A2	200 (121)		ST	1,936
8	119005-000	Goma sellado chapa ondulada 5/6/8	150 (121)		ST	1,573
9	119004-003	Spacer alu 20 1m	30 (3)		ST	1,908
10	943410-025	Tornillo M10x25 cuadrada A2 GMB	300 (242)		ST	5,808
11	943912-010	Tuerca tapón dientes bloqueoM10 DIN692	300 (242)		ST	2,662
12	131101-001	Pinza lateral Rapid16 V 30 - 40	50 (28)		ST	1,484
13	131121-001	Pinza intermedia Rapid16 30 - 40	100 (42)		ST	2,100
Total (100%)						222,831

Configurador de sistema Actualización 8.10.1.0
Aclaraciones previas

Los cálculos presentados a continuación son válidos para condiciones regulares y para sistemas de montaje en versiones con vigas de varios vanos. En ubicaciones con estructuras especiales de terreno son necesarios exámenes adicionales con respecto a las cargas de viento existentes.

Cliente ESCOLA PUBLICA SANT PERE DE RIUDEBITLLES
 Pedido 152
 C.P. obra **08776 SANT PERE DE RIUDEBITLLES**
 41,4500 ° latitud norte
 1,7000 ° longitud este

Inclinación del elemento	α	8,0	°
Altura del módulo	h	2,09	m
Altura sobre nivel del mar	H	291	m
Altura sobre rasante	z	9,00	m
Altura murete	h _p	0,50	m
Voladizo del perfil portante de módulos	a _{kr}	0,40	m
Luz correa	a	0,80	m
Luz soporte base	b	0,80	m
Voladizo del perfil portante de módulos	b _{kr}	0,40	m


Soporte base

Sistema estructural

Tejado a dos aguas

Sistema de carriles cruzados
Soporte base

Solo

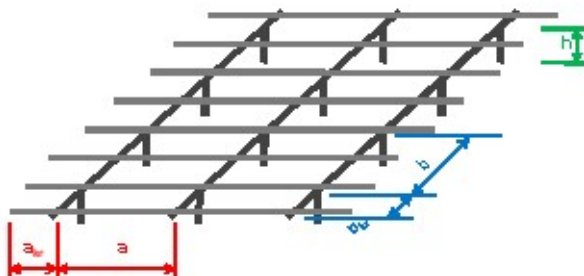
Perfil portante de módulos

Solo

Suposición de carga según

Peso del módulo	g	0,10	kN/m ²
Presión dinámica del viento	q(z)	0,86	kN/m ²
Carga de nieve	s	0,55	kN/m ²
Categoría de terreno	IV		

Zonas con vegetación o construcción regular o con obstáculos aislados con separación de al menos 20 veces la altura del obstáculo (p.ej. pueblos, zonas suburbanas, zonas forestales).


Categoría de terreno IV

Cargas sustitutorias equivalentes

Q _k kN/m ²	Q _d kN/m ²
0,13	0,18

Verificación de los perfiles portantes de módulos (luces admisibles) Solo (120005)

Utilización para Montaje en el tejado

Inclinación del elemento	α 8 °	sin = 0,139	cos = 0,990	Coeficientes de fuerza de viento	
Altura sobre rasante	z 9,00 m	Peso del módulo	g 0,10 kN/m ²		
Altura del módulo	h 2,09 m	Carga de nieve	s 0,55 kN/m ²		
Dimensión modular construcción inferiora	0,80 m	Presión dinámica del viento	q(z) 0,86 kN/m ²		
Voladizo	l _{kr} 0,40 m			C _{pe,1,max} 0,20	C _{pe}

Disposición de carga por Metro cuadrado de la superficie de tejado

Peso propio Módulos

$$\begin{aligned} g_v &= 0,10 \cdot 1,00 \cdot 1,000 = 0,10 \text{ kN/m}^2 \\ g_z &= 0,10 \cdot 0,990 = 0,10 \text{ kN/m}^2 \\ g_y &= 0,10 \cdot 0,139 = 0,01 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Presión de viento

$$\begin{aligned} L_i &= 1,13 / 2 = 0,57 \text{ m} \\ w_i &= 0,86 \cdot c_{p,i} = 0,17 \text{ kN/m}^2 \\ W &= w_i \cdot L_i = 0,10 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Carga de nieve

$$\begin{aligned} s_v &= 0,55 \cdot 1,00 \cdot 0,990 = 0,54 \text{ kN/m}^2 \\ s_z &= 0,54 \cdot 0,990 = 0,53 \text{ kN/m}^2 \\ s_y &= 0,54 \cdot 0,139 = 0,08 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Succión del viento

Zona H	Zona G	Zona F
-0,60 kN/m ²	-0,95 kN/m ²	-1,38 kN/m ²
-0,34 kN/m	-0,54 kN/m	-0,78 kN/m

Parámetros de perfil

$$\begin{aligned} \text{Superficie total} \quad A &= 3,008 \text{ cm}^2 \\ \text{Momento de resistencia} \quad W_y &= 2,788 \text{ cm}^3 \\ \text{Momento de resistencia} \quad W_z &= 2,552 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Coeficiente de seguridad parcial y coeficiente de combinación

$$\begin{aligned} \gamma_g &= 1,35 \quad \gamma_g = 0,90 \text{ para efecto favorable} \\ \gamma_q &= 1,50 \cdot 1,00 = 1,50 \\ \psi_{0,w} &= 0,60 \\ \psi_{0,s} &= 0,50 \end{aligned}$$

Variables de fuerza interna para viga de uno o varios vanos

n	M _{1,total}	M _{1,partial}	M _{2,total}	M _{2,partial}	M _{B,total}	M _{B,partial}	A _{total}	A _{partial}	B _{total}	B _{partial}	Q _{total}	Q _{partial}
1	0,125	0,125	0,000	0,000	0,000	0,000	0,500	0,500	0,000	0,000	0,500	0,500
2	0,070	0,096	0,000	0,000	-0,125	-0,125	0,375	0,438	1,250	1,250	0,625	0,625
3	0,080	0,101	0,025	0,075	-0,100	-0,117	0,400	0,450	1,100	1,200	0,600	0,617
4	0,077	0,100	0,036	0,080	-0,107	-0,121	0,393	0,446	1,143	1,223	0,607	0,621

Fuerzas de intersección verticales

Combinación de carga 1					Combinación de carga 2				Combinación de carga 3				border zone		edge zone	
n	M _{z,span}	M _{z,supp}	M _{z,cant}	A	M _{z,span}	M _{z,supp}	M _{z,cant}	A	M _{z,span}	M _{z,supp}	M _{z,cant}	A	M	A	M	A
1	0,05	0,00	-0,01	0,35	0,04	0,00	-0,01	0,26	-0,04	0,00	0,00	-0,26	-0,06	-0,43	-0,09	-0,64
2	0,04	-0,05	-0,01	0,62	0,03	-0,04	-0,01	0,45	-0,03	0,04	0,00	-0,46	0,06	-0,76	0,09	-1,12
3	0,04	-0,05	-0,01	0,59	0,03	-0,03	-0,01	0,42	-0,03	0,04	0,00	-0,45	0,06	-0,73	0,08	-1,08
4	0,04	-0,05	-0,01	0,60	0,03	-0,03	-0,01	0,43	-0,03	0,04	0,00	-0,46	0,06	-0,74	0,09	-1,10

Fuerzas de intersección horizontales

	Combinación de carga 1				Combinación de carga 2				Combinación de carga 3				border zone		edge zone	
n	M _{y,span}	M _{y,supp}	M _{y,cant}	A	M _{y,span}	M _{y,supp}	M _{y,cant}	A	M _{y,span}	M _{y,supp}	M _{y,cant}	A	M	A	M	A
1	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00	-0,01	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
3	0,00	-0,01	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
4	0,00	-0,01	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01

Resumen

	Tensiones momento de campo						Tensiones momento de apoyo						
n	LC1	LC2	LC3			Max	LC1	LC2	LC3			Max	
1	2,00	1,42	-1,31	-2,15	-3,20	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
2	1,49	1,04	-1,04	-1,69	-2,50	1,49	-2,00	-1,42	1,31	2,15	3,20	3,20	
3	1,58	1,11	-1,09	-1,77	-2,62	1,58	-1,84	-1,30	1,25	2,04	3,02	3,02	
4	1,56	1,09	-1,08	-1,75	-2,59	1,56	-1,91	-1,35	1,29	2,10	3,12	3,12	
Tensiones momentos de voladizo							0,37	0,26	0,11	0,19	0,29	0,37	

Grado de utilización

Viga continua para 1 canal 17,6 %
Viga continua para 2 canales 17,6 %
Viga continua para 3 canales 17,6 %
Viga de varios vanos 17,2 %
Voladizo 2,0 %

Verificación de la distancia permitida entre los soportes para el perfil de soporte base Solo (120005)

Utilización para Montaje en el tejado

Inclinación del elemento	α 8 °
Altura sobre rasante	z 9,00 m
Introducción de carga	h 0,80 m
Altura del módulo	h 2,09 m
Dimensión modular construcción inferiora	0,80 m
Voladizo	l_{kr} 0,40 m

sin =	0,139	cos =	0,990
Peso del módulo	g	0,10 kN/m ²	
Carga de nieve	s	0,55 kN/m ²	
Presión dinámica del viento	q(z)	0,86 kN/m ²	

Coeficientes de fuerza de viento	
C _{pe,1,max}	0,20
C _{pe}	
C _{pe}	

Disposición de carga por Metro cuadrado de la superficie de tejado

Peso propio Módulos

$$g_v = 0,10 \cdot 1,00 \cdot 1,000 = 0,10 \text{ kN/m}^2$$

$$g_z = 0,10 \cdot 0,990 = 0,10 \text{ kN/m}^2$$

$$g_y = 0,10 \cdot 0,139 = 0,01 \text{ kN/m}^2$$

Presión de viento

$$L_i = 1,60 / 2 = 0,80 \text{ m}$$

$$w_i = 0,86 \cdot c_{p,i} = 0,17 \text{ kN/m}^2$$

$$W = w_i \cdot L_i = 0,14 \text{ kN/m}$$

Carga de nieve

$$s_v = 0,55 \cdot 1,00 \cdot 0,990 = 0,54 \text{ kN/m}^2$$

$$s_z = 0,54 \cdot 0,990 = 0,53 \text{ kN/m}^2$$

$$s_y = 0,54 \cdot 0,139 = 0,08 \text{ kN/m}^2$$

Succión del viento

Zona H	Zona G	Zona F
-0,60 kN/m ²	-0,95 kN/m ²	-1,38 kN/m ²
-0,48 kN/m	-0,76 kN/m	-1,10 kN/m

Parámetros de perfil

$$\text{Superficie total } A = 3,008 \text{ cm}^2$$

$$\text{Momento de resistencia } W_y = 2,788 \text{ cm}^3$$

$$\text{Momento de resistencia } W_z = 2,552 \text{ cm}^3$$

Coeficiente de seguridad parcial y coeficiente de combinación

$$\gamma_g = 1,35 \quad \gamma_g = 0,90 \text{ para efecto favorable}$$

$$\gamma_q = 1,50 \cdot 1,00 = 1,50$$

$$\psi_{0,w} = 0,60$$

$$\psi_{0,s} = 0,50$$

Variables de fuerza interna para viga de uno o varios vanos

n	M _{1,total}	M _{1,partial}	M _{2,total}	M _{2,partial}	M _{B,total}	M _{B,partial}	A _{total}	A _{partial}	B _{total}	B _{partial}	Q _{total}	Q _{partial}
1	0,125	0,125	0,000	0,000	0,000	0,000	0,500	0,500	0,000	0,000	0,500	0,500
2	0,070	0,096	0,000	0,000	-0,125	-0,125	0,375	0,438	1,250	1,250	0,625	0,625
3	0,080	0,101	0,025	0,075	-0,100	-0,117	0,400	0,450	1,100	1,200	0,600	0,617
4	0,077	0,100	0,036	0,080	-0,107	-0,121	0,393	0,446	1,143	1,223	0,607	0,621

Fuerzas de intersección verticales

n	Combinación de carga 1				Combinación de carga 2				Combinación de carga 3				border zone		edge zone	
	M _{z,span}	M _{z,supp}	M _{z,cant}	A	M _{z,span}	M _{z,supp}	M _{z,cant}	A	M _{z,span}	M _{z,supp}	M _{z,cant}	A	M	A	M	A
1	0,07	0,00	-0,02	0,52	0,05	0,00	-0,01	0,38	-0,05	0,00	0,01	-0,39	-0,09	-0,64	-0,13	-0,95
2	0,05	-0,07	-0,02	0,87	0,04	-0,05	-0,01	0,63	-0,04	0,05	0,01	-0,65	0,09	-1,07	0,13	-1,59
3	0,05	-0,06	-0,02	0,83	0,04	-0,05	-0,01	0,60	-0,04	0,05	0,01	-0,63	0,08	-1,03	0,12	-1,53
4	0,05	-0,07	-0,02	0,85	0,04	-0,05	-0,01	0,61	-0,04	0,05	0,01	-0,64	0,08	-1,05	0,12	-1,56

Fuerzas de intersección horizontales

n	Combinación de carga 1				Combinación de carga 2				Combinación de carga 3				border zone		edge zone	
	M _{y,span}	M _{y,supp}	M _{y,cant}	A	M _{y,span}	M _{y,supp}	M _{y,cant}	A	M _{y,span}	M _{y,supp}	M _{y,cant}	A	M	A	M	A
1	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
2	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
3	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
4	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01

Resumen

n	Tensiones momento de campo						Tensiones momento de apoyo					
	LC1	LC2	LC3		Max		LC1	LC2	LC3		Max	
1	2,50	1,82	-1,88	-3,07	-4,55	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,86	1,33	-1,48	-2,40	-3,54	1,86	-2,50	-1,82	1,88	3,07	4,55	4,55
3	1,97	1,42	-1,55	-2,51	-3,71	1,97	-2,30	-1,66	1,79	2,90	4,29	4,29
4	1,94	1,40	-1,54	-2,49	-3,68	1,94	-2,39	-1,72	1,84	2,99	4,43	4,43
Tensiones momentos de voladizo							0,60	0,44	0,20	0,34	0,52	0,60

Grado de utilización

Viga continua para 1 campo	25,0 %
Viga continua para 2 campos	25,0 %
Viga continua para 3 campos	24,6 %
Viga de varios vanos	24,4 %
Voladizo	3,3 %

Verificación del sistema de fijación Universal-Adapter M8 (119033-002)

Utilización para Tejado a dos aguas

Inclinación del elemento	α 8 °
Altura sobre rasante	z 9,00 m
Altura del módulo	h 2,09 m
Dimensión modular construcción inferior	0,80 m
Voladizo	l_{kr} 0,40 m

sin =	0,139	cos =	0,990
Peso del módulo	g	0,10 kN/m ²	
Carga de nieve	s	0,55 kN/m ²	
Presión dinámica del viento	$q(z)$	0,86 kN/m ²	

Coeficientes de fuerza	
$C_{pe,1,max}$	0,20

Disposición de carga por Metro cuadrado de la superficie de tejado
Peso propio Módulos

$$\begin{aligned} g_v &= 0,10 \cdot 1,00 \cdot 1,000 = 0,10 \text{ kN/m}^2 \\ g_z &= 0,10 \cdot 0,990 = 0,10 \text{ kN/m}^2 \\ g_y &= 0,10 \cdot 0,139 = 0,01 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Carga de nieve

$$\begin{aligned} s_v &= 0,55 \cdot 1,00 \cdot 0,990 = 0,54 \text{ kN/m}^2 \\ s_z &= 0,54 \cdot 0,990 = 0,53 \text{ kN/m}^2 \\ s_y &= 0,54 \cdot 0,139 = 0,08 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Presión de viento

$$\begin{aligned} \text{Zona H } w_{dz} &= 0,86 \cdot 0,20 = 0,17 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona G } w_{dz} &= 0,86 \cdot 0,20 = 0,17 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona F } w_{dz} &= 0,86 \cdot 0,20 = 0,17 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Succión del viento

$$\begin{aligned} \text{Zona H } w_{sz} &= 0,86 \cdot -0,70 = -0,60 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona G } w_{sz} &= 0,86 \cdot -1,10 = -0,95 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona F } w_{sz} &= 0,86 \cdot -1,60 = -1,38 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Disposición de carga por Metro cuadrado Superficie del tejado
Fuerzas internas - variables para vigas de uno, dos y tres vanos

n	Factores de fuerza			
	A _{total}	A _{parcial}	B _{total}	B _{parcial}
1	0,500	0,500	0,000	0,000
2	0,375	0,438	1,250	1,250
3	0,400	0,450	1,100	1,200

Combinaciones de carga
Factor de fiabilidad: $K_{FI} = 1,00$ (RC2)Combinación de carga 1: $1,35 \cdot g + 1,5 \cdot s + 0,6 \cdot 1,5 \cdot w$ Combinación de carga 2: $1,35 \cdot g + 0,5 \cdot 1,5 \cdot s + 1,5 \cdot w$ Combinación de carga 3: $0,9 \cdot g + 1,5 \cdot w$

n	Combinación de carga 1				Combinación de carga 2				Combinación de carga 3							
	Vertical		Horizontal		Vertical		Horizontal		Vertical H		Vertical G		Vertical F		Horizontal	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1	0,52	0,52	0,06	0,06	0,38	0,38	0,04	0,04	-0,39	-0,39	-0,64	-0,64	-0,95	-0,95	0,01	0,01
2	0,47	0,87	0,06	0,10	0,34	0,63	0,03	0,06	-0,36	-0,65	-0,59	-1,07	-0,87	-1,59	0,00	0,01
3	0,48	0,83	0,06	0,10	0,35	0,60	0,03	0,06	-0,37	-0,63	-0,60	-1,03	-0,88	-1,53	0,01	0,01

Lista de las combinaciones determinantes (Viga continua para 3 campos)

	LC1	LC2	LC3			
			H	G	F	
AV	0,48	0,35	-0,37	-0,60	-0,88	kN
AH	0,06	0,03	0,01	0,01	0,01	kN
BV	0,83	0,60	-0,63	-1,03	-1,53	kN
BH	0,10	0,06	0,01	0,01	0,01	kN

	Centro	Borde	Distribución de carga
Fuerza de compresión N_D	= 0,83 kN	= 0,48 kN	P = 0,83 kN
Fuerza transversal admisible N_H	= 0,10 kN	= 0,06 kN	H = 0,10 kN
Fuerza de tracción H N_D	= -0,63 kN	= -0,37 kN	P = 0,48 kN
Fuerza transversal admisible N_H	= 0,01 kN	= 0,01 kN	H = 0,06 kN
Fuerza de tracción G N_D	= -1,03 kN	= -0,60 kN	P = 0,60 kN
Fuerza transversal admisible N_H	= 0,01 kN	= 0,01 kN	H = 0,01 kN
Fuerza de tracción F N_D	= -1,53 kN	= -0,88 kN	P = 0,88 kN
Fuerza transversal admisible N_H	= 0,01 kN	= 0,01 kN	H = 0,01 kN

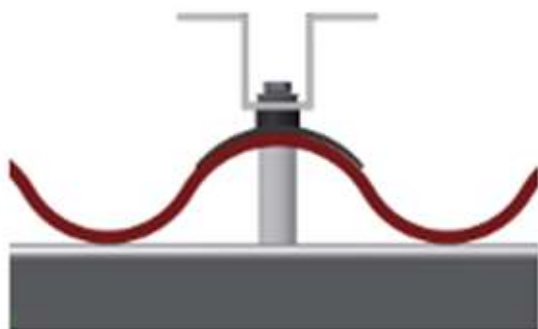
Verificación Universal-Adapter M8

Tipo de fijación Universal-Adapter M8
 Material chapa Acero
 Tipo de tornillo Stahlschraube 6,3 mm

Trama b 80,0 mm
 Altura de la greca L₁ 18,0 mm
 Saliente L₂ 31,0 mm

E 210.000 N/mm²
 f_{yb} 360 N/mm²
 f_{yk} 355 N/mm²
 γ_{M1} 1,10 Chapa
 γ_{M1} 1,33 Tornillos

		LK1	LK2	LK3				Formula
				H	G	F		
Cargas	N _d ;Presión	0,83	0,60	0,00	0,00	0,00	kN	
	N _d ;Tracción	0,00	0,00	0,63	1,03	1,53	kN	
	V _d	0,10	0,06	0,01	0,01	0,01	kN	
Adaptación	F _{R,k}	12,18		5,53			kN	
	γ _M	1,25						
	V _{R,k}	1,58					kN	
	γ _{M1}	1,25						
Verificación		0,16	0,11	0,15	0,24	0,35	< 1	$N_d \cdot \gamma_M / N_{R,k} + V_d \cdot \gamma_M / V_{R,k} \leq 1$
Tornillos	n	1,00					Uds.	
	e _i	1,00					-	
	f _i	1,00					-	
	N _{d,s}	0,83	0,60	0,63	1,03	1,53	kN	
	V _{d,s}	0,10	0,06	0,01	0,01	0,01	kN	
	α	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-	
	M _{d,s}	3,09	1,74	0,27	0,27	0,27	Nmm	
Verificación Tornillos		0,52	0,37	0,39	0,63	0,93	< 1	
Verificación Perfil de acero		0,31	0,22	0,21	0,34	0,50	< 1	



Verificación de las uniones

Inclinación del elemento α 8 °	$\sin = 0,139$	$\cos = 0,990$	Coeficientes de fuerza del viento		
Altura sobre rasante z 9,00 m	Peso del módulo g 0,10 kN/m ²		Cpe,1,max 0,20	Cpe,1,min -0,70	H
Altura del módulo h 2,09 m	Carga de nieve s 0,55 kN/m ²			Cpe,1,min -1,10	G
	Presión dinámica del viento q(z) 0,86 kN/m ²			Cpe,1,min -1,60	F

Disposición de carga por Metro cuadrado de la superficie de tejado

Peso propio Módulos

$$g_v = 0,10 \cdot 1,00 \cdot 1,000 = 0,10 \text{ kN/m}^2$$

$$g_z = 0,10 \cdot 0,990 = 0,10 \text{ kN/m}^2$$

$$g_y = 0,10 \cdot 0,139 = 0,01 \text{ kN/m}^2$$

Carga de nieve

$$s_v = 0,55 \cdot 1,00 \cdot 0,990 = 0,54 \text{ kN/m}^2$$

$$s_z = 0,54 \cdot 0,990 = 0,53 \text{ kN/m}^2$$

$$s_y = 0,54 \cdot 0,139 = 0,08 \text{ kN/m}^2$$

Presión de viento

$$\text{Zona H } w_{dz} = 0,86 \cdot 0,20 = 0,17 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Zona G } w_{dz} = 0,86 \cdot 0,20 = 0,17 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Zona F } w_{dz} = 0,86 \cdot 0,20 = 0,17 \text{ kN/m}^2$$

Succión del viento

$$\text{Zona H } w_{sz} = 0,86 \cdot -0,70 = -0,60 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Zona G } w_{sz} = 0,86 \cdot -1,10 = -0,95 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Zona F } w_{sz} = 0,86 \cdot -1,60 = -1,38 \text{ kN/m}^2$$

Pinzas para módulos según autorización de la autoridad inspectora de obras Z-14.4-631

Pinzas intermedias		Pinzas de borde		Superficie de módulo A = 2,37 m ²	Unión por fricción A = 0,34 kN (FS,d · μ)
FR,d kN	VR,d kN	FR,d kN	VR,d kN		
4,65	0,67	1,63	0,45		

Fuerzas de intersección en las pinzas para módulos

$$\text{Pinza intermedia } |F_{S,d}| = 0,50 \cdot (0,9 \cdot g_v + 1,5 \cdot 0,86 \cdot c_p) \cdot 2,37$$

$$\text{Pinza lateral } |F_{S,d}| = 0,25 \cdot (0,9 \cdot g_v + 1,5 \cdot 0,86 \cdot c_p) \cdot 2,37$$

	VS, d kN	FS, d kN		
		Zona F	Zona G	Zona H
Pinzas intermedias	-0,18	2,35	1,59	0,97
Pinzas de borde	-0,09	1,18	0,79	0,49

$$V_{S,d} = V_{S,dy} - F_{S,dz} \cdot \mu \quad (\mu = 0,50)$$

Grado de utilización 50,6 %

Grado de utilización 72,1 %

Empalme cruzado según autorización general de la autoridad inspectora de obras Z-14.4-639 anexo 5.2

Resistencia a la tracción en la combinación de perfiles Solo / Solo $Z_{Rd} = 2,70 \text{ kN}$ Resistencia al cizallamiento $V_{Rd} = 2,35 \text{ kN}$

Valor de cálculo de las fuerzas ejercidas

	kN	LC1	LC2	Zona F	Zona G	Zona H	η %
Fuerzas verticales	FS,d	0,62	0,45	-0,46	-0,76	-1,12	41,9
Fuerzas cortantes	VS,d	0,07	0,04	0,01	0,01	0,01	3,2

Solicitud del módulo (SLS) Parte delantera 736 Pa

Parte posterior 1.283 Pa

Schletter Solar GmbH

Alustraße 1
D-83527 Kirchdorf

Tel.: +498072 9191-0

Fax: +498072 9191-9100

info.de@schletter-group.com

<https://www.schletter-group.com/>

**Documentos de planificación para el sistema
portante para la fijación de módulos solares
Sistema en cubiertas a dos aguas**

**Proyecto: ESCOLA PUBLICA SANT JERONI
ZONA 7**

Tipo de módulo: LR5-66HPH-500M-G2 2093 x 1134 mm



Por orden

**ESCOLA PUBLICA SANT
JERONI (100kW)**

junio 2024

Planificación y autocalculación

Versión 8.10.1.0

Datos de la instalación

Fecha	18/06/2024
Cliente	ESCOLA PUBLICA SANT JERONI (100kW)
Pedido	152

Selección de módulos

Fabricante	LONGI SOLAR
Módulo	LR5-66HPH-500M-G2
Potencia pico	500 W
Altura	2.093 mm
Ancho	1.134 mm
Espesor	35 mm
Marco	Enmarcado



Colocación de los módulos

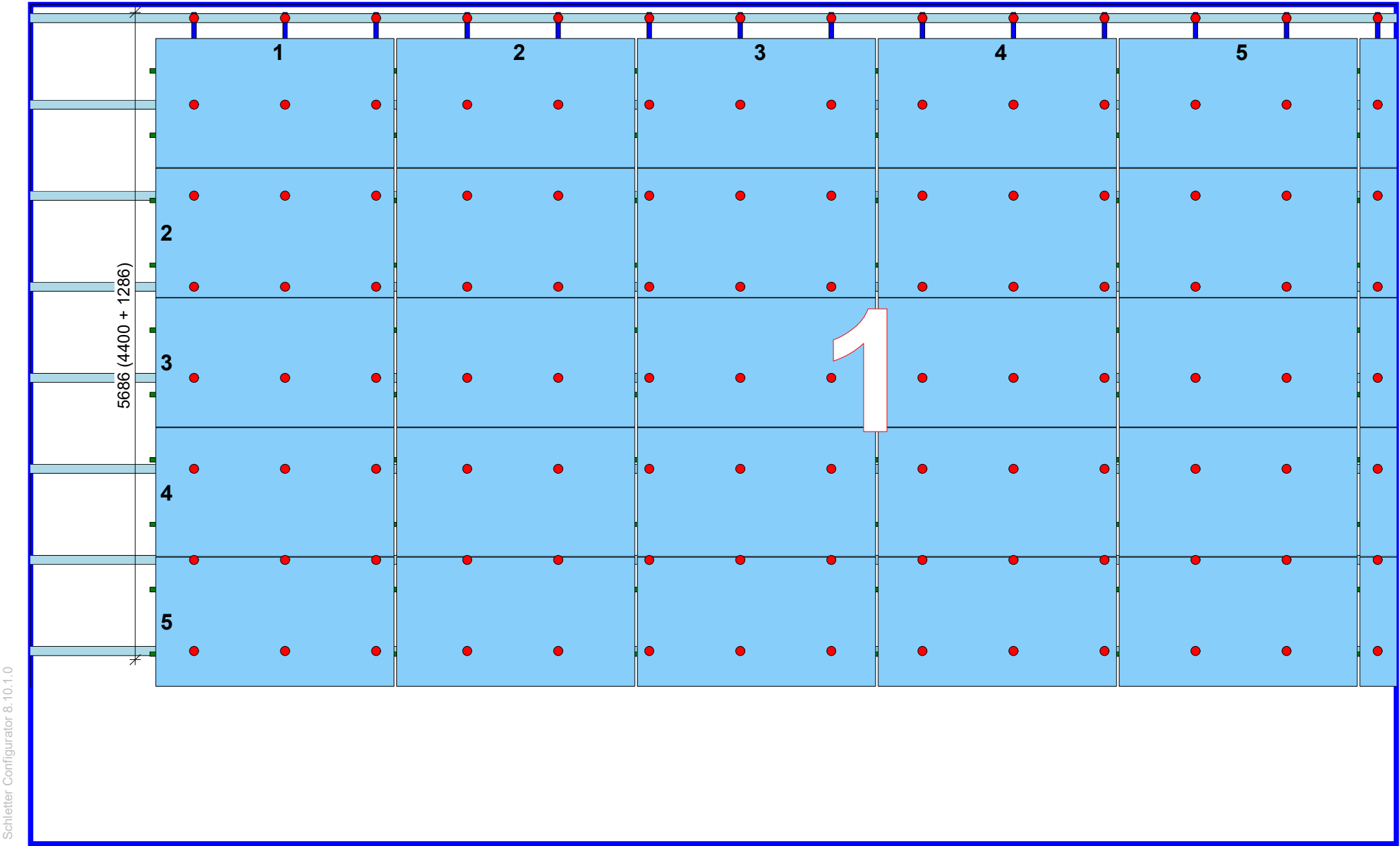
Cantidad de módulos	54
Distancia entre soportes seleccionada	800 mm
Voladizo	400 mm

Configuración base

Selección del sistema	
Soporte base	Solo
Perfil portante de módulos	Solo
Tipo de pinzas	Rapid16
Fijación	Universal-Adapter M8

Resultados: datos de la instalación

Potencia pico	27,00 kW
---------------	----------



Schletter Configurator 8.10.1.0

Cliente ESCOLA PUBLICA SANT JERONI (100kW)
Proyecto ESCOLA PUBLICA SANT JERONI ZONA 7

Lista de piezas sistemas en cubiertas a dos aguas

Partida	Número de artículo	Artículo	Total amount	Longitud mm	Unidad	Peso total kg
1	120005-04400	Soporte de módulos Solo - 4400mm	93		ST	335,451
2	129011-000	Tapa de plástico Solo	100 (100)		ST	0,800
3	129060-000	Empalme de inserción Solo	150 (136)		ST	10,064
4	943001-232	Drill screw 6.0x22 self-tap. seal A2 woA	300 (272)		ST	1,333
5	129063-000	Empalme cruzado Rapid	400 (288)		ST	22,752
6	119033-002	Universal-Adapter M8	250 (240)		ST	19,680
7	943763-064	Torn. 6,3x64 a partir de 1,5mm autor. A2	300 (240)		ST	3,840
8	119005-000	Goma sellado chapa ondulada 5/6/8	250 (240)		ST	3,120
9	119004-003	Spacer alu 20 1m	30 (6)		ST	3,816
10	943410-025	Tornillo M10x25 cuadrada A2 GMB	500 (480)		ST	11,520
11	943912-010	Tuerca tapón dientes bloqueoM10 DIN692	500 (480)		ST	5,280
12	131101-001	Pinza lateral Rapid16 V 30 - 40	50 (36)		ST	1,908
13	131121-001	Pinza intermedia Rapid16 30 - 40	100 (90)		ST	4,500
Total (100%)						424,064

Configurador de sistema Actualización 8.10.1.0
Aclaraciones previas

Los cálculos presentados a continuación son válidos para condiciones regulares y para sistemas de montaje en versiones con vigas de varios vanos. En ubicaciones con estructuras especiales de terreno son necesarios exámenes adicionales con respecto a las cargas de viento existentes.

Cliente ESCOLA PUBLICA SANT PERE DE RIUDEBITLLES
 Pedido 152
 C.P. obra **08776 SANT PERE DE RIUDEBITLLES**
 41,4500 ° latitud norte
 1,7000 ° longitud este

Inclinación del elemento	α	8,0	°
Altura del módulo	h	2,09	m
Altura sobre nivel del mar	H	291	m
Altura sobre rasante	z	9,00	m
Altura murete	h _p	0,50	m
Voladizo del perfil portante de módulos	a _{kr}	0,40	m
Luz correa	a	0,80	m
Luz soporte base	b	0,80	m
Voladizo del perfil portante de módulos	b _{kr}	0,40	m


Soporte base

Sistema estructural

Tejado a dos aguas

Sistema de carriles cruzados
Soporte base

Solo

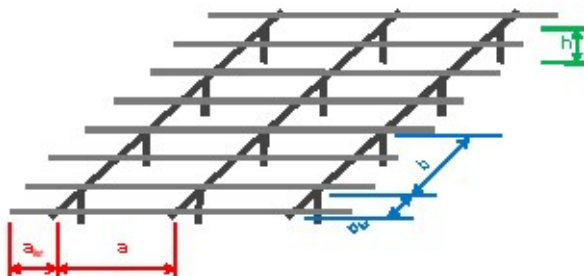
Perfil portante de módulos

Solo

Suposición de carga según

Peso del módulo	g	0,10	kN/m ²
Presión dinámica del viento	q(z)	0,86	kN/m ²
Carga de nieve	s	0,55	kN/m ²
Categoría de terreno	IV		

Zonas con vegetación o construcción regular o con obstáculos aislados con separación de al menos 20 veces la altura del obstáculo (p.ej. pueblos, zonas suburbanas, zonas forestales).


Categoría de terreno IV

Cargas sustitutorias equivalentes

Q _k kN/m ²	Q _d kN/m ²
0,13	0,18

Verificación de los perfiles portantes de módulos (luces admisibles) Solo (120005)

Utilización para Montaje en el tejado

Inclinación del elemento	α 8 °	sin = 0,139	cos = 0,990	Coeficientes de fuerza de viento	
Altura sobre rasante	z 9,00 m	Peso del módulo	g 0,10 kN/m ²		
Altura del módulo	h 2,09 m	Carga de nieve	s 0,55 kN/m ²		
Dimensión modular construcción inferiora	0,80 m	Presión dinámica del viento	q(z) 0,86 kN/m ²		
Voladizo	l _{kr} 0,40 m			C _{pe,1,max} 0,20	C _{pe}

Disposición de carga por Metro cuadrado de la superficie de tejado

Peso propio Módulos

$$\begin{aligned} g_v &= 0,10 \cdot 1,00 \cdot 1,000 = 0,10 \text{ kN/m}^2 \\ g_z &= 0,10 \cdot 0,990 = 0,10 \text{ kN/m}^2 \\ g_y &= 0,10 \cdot 0,139 = 0,01 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Presión de viento

$$\begin{aligned} L_i &= 1,13 / 2 = 0,57 \text{ m} \\ w_i &= 0,86 \cdot c_{p,i} = 0,17 \text{ kN/m}^2 \\ W &= w_i \cdot L_i = 0,10 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Carga de nieve

$$\begin{aligned} s_v &= 0,55 \cdot 1,00 \cdot 0,990 = 0,54 \text{ kN/m}^2 \\ s_z &= 0,54 \cdot 0,990 = 0,53 \text{ kN/m}^2 \\ s_y &= 0,54 \cdot 0,139 = 0,08 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Succión del viento

Zona H	Zona G	Zona F
-0,60 kN/m ²	-0,95 kN/m ²	-1,38 kN/m ²
-0,34 kN/m	-0,54 kN/m	-0,78 kN/m

Parámetros de perfil

$$\begin{aligned} \text{Superficie total} \quad A &= 3,008 \text{ cm}^2 \\ \text{Momento de resistencia} \quad W_y &= 2,788 \text{ cm}^3 \\ \text{Momento de resistencia} \quad W_z &= 2,552 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Coeficiente de seguridad parcial y coeficiente de combinación

$$\begin{aligned} \gamma_g &= 1,35 \quad \gamma_g = 0,90 \text{ para efecto favorable} \\ \gamma_q &= 1,50 \cdot 1,00 = 1,50 \\ \psi_{0,w} &= 0,60 \\ \psi_{0,s} &= 0,50 \end{aligned}$$

Variables de fuerza interna para viga de uno o varios vanos

n	M _{1,total}	M _{1,partial}	M _{2,total}	M _{2,partial}	M _{B,total}	M _{B,partial}	A _{total}	A _{partial}	B _{total}	B _{partial}	Q _{total}	Q _{partial}
1	0,125	0,125	0,000	0,000	0,000	0,000	0,500	0,500	0,000	0,000	0,500	0,500
2	0,070	0,096	0,000	0,000	-0,125	-0,125	0,375	0,438	1,250	1,250	0,625	0,625
3	0,080	0,101	0,025	0,075	-0,100	-0,117	0,400	0,450	1,100	1,200	0,600	0,617
4	0,077	0,100	0,036	0,080	-0,107	-0,121	0,393	0,446	1,143	1,223	0,607	0,621

Fuerzas de intersección verticales

Combinación de carga 1					Combinación de carga 2				Combinación de carga 3				border zone		edge zone	
n	M _{z,span}	M _{z,supp}	M _{z,cant}	A	M _{z,span}	M _{z,supp}	M _{z,cant}	A	M _{z,span}	M _{z,supp}	M _{z,cant}	A	M	A	M	A
1	0,05	0,00	-0,03	0,42	0,04	0,00	-0,02	0,31	-0,04	0,00	0,01	-0,32	-0,06	-0,52	-0,09	-0,77
2	0,04	-0,05	-0,03	0,62	0,03	-0,04	-0,02	0,45	-0,03	0,04	0,01	-0,46	0,06	-0,76	0,09	-1,12
3	0,04	-0,05	-0,03	0,59	0,03	-0,03	-0,02	0,42	-0,03	0,04	0,01	-0,45	0,06	-0,73	0,08	-1,08
4	0,04	-0,05	-0,03	0,60	0,03	-0,03	-0,02	0,43	-0,03	0,04	0,01	-0,46	0,06	-0,74	0,09	-1,10

Fuerzas de intersección horizontales

	Combinación de carga 1				Combinación de carga 2				Combinación de carga 3				border zone		edge zone	
n	M _{y,span}	M _{y,supp}	M _{y,cant}	A	M _{y,span}	M _{y,supp}	M _{y,cant}	A	M _{y,span}	M _{y,supp}	M _{y,cant}	A	M	A	M	A
1	0,01	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00	-0,01	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
3	0,00	-0,01	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
4	0,00	-0,01	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01

Resumen

	Tensiones momento de campo						Tensiones momento de apoyo						
n	LC1	LC2	LC3			Max	LC1	LC2	LC3			Max	
1	2,00	1,42	-1,31	-2,15	-3,20	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
2	1,49	1,04	-1,04	-1,69	-2,50	1,49	-2,00	-1,42	1,31	2,15	3,20	3,20	
3	1,58	1,11	-1,09	-1,77	-2,62	1,58	-1,84	-1,30	1,25	2,04	3,02	3,02	
4	1,56	1,09	-1,08	-1,75	-2,59	1,56	-1,91	-1,35	1,29	2,10	3,12	3,12	
Tensiones momentos de voladizo							1,03	0,73	0,32	0,53	0,81	1,03	

Grado de utilización

Viga continua para 1 campo 17,6 %
 Viga continua para 2 campos 17,6 %
 Viga continua para 3 campos 17,6 %
 Viga de varios vanos 17,2 %
 Voladizo 5,7 %

Verificación de la distancia permitida entre los soportes para el perfil de soporte base Solo (120005)

Utilización para Montaje en el tejado

Inclinación del elemento	α 8 °
Altura sobre rasante	z 9,00 m
Introducción de carga	h 0,80 m
Altura del módulo	h 2,09 m
Dimensión modular construcción inferiora	0,80 m
Voladizo	l_{kr} 0,40 m

sin =	0,139	cos =	0,990
Peso del módulo	g	0,10 kN/m ²	
Carga de nieve	s	0,55 kN/m ²	
Presión dinámica del viento	q(z)	0,86 kN/m ²	

Coeficientes de fuerza de viento	
C _{pe,1,max}	0,20
C _{pe}	
C _{pe}	

Disposición de carga por Metro cuadrado de la superficie de tejado

Peso propio Módulos

$$g_v = 0,10 \cdot 1,00 \cdot 1,000 = 0,10 \text{ kN/m}^2$$

$$g_z = 0,10 \cdot 0,990 = 0,10 \text{ kN/m}^2$$

$$g_y = 0,10 \cdot 0,139 = 0,01 \text{ kN/m}^2$$

Presión de viento

$$L_i = 1,60 / 2 = 0,80 \text{ m}$$

$$w_i = 0,86 \cdot c_{p,i} = 0,17 \text{ kN/m}^2$$

$$W = w_i \cdot L_i = 0,14 \text{ kN/m}$$

Carga de nieve

$$s_v = 0,55 \cdot 1,00 \cdot 0,990 = 0,54 \text{ kN/m}^2$$

$$s_z = 0,54 \cdot 0,990 = 0,53 \text{ kN/m}^2$$

$$s_y = 0,54 \cdot 0,139 = 0,08 \text{ kN/m}^2$$

Succión del viento

Zona H	Zona G	Zona F
-0,60 kN/m ²	-0,95 kN/m ²	-1,38 kN/m ²
-0,48 kN/m	-0,76 kN/m	-1,10 kN/m

Parámetros de perfil

$$\text{Superficie total } A = 3,008 \text{ cm}^2$$

$$\text{Momento de resistencia } W_y = 2,788 \text{ cm}^3$$

$$\text{Momento de resistencia } W_z = 2,552 \text{ cm}^3$$

Coeficiente de seguridad parcial y coeficiente de combinación

$$\gamma_g = 1,35 \quad \gamma_g = 0,90 \text{ para efecto favorable}$$

$$\gamma_q = 1,50 \cdot 1,00 = 1,50$$

$$\psi_{0,w} = 0,60$$

$$\psi_{0,s} = 0,50$$

Variables de fuerza interna para viga de uno o varios vanos

n	M _{1,total}	M _{1,partial}	M _{2,total}	M _{2,partial}	M _{B,total}	M _{B,partial}	A _{total}	A _{partial}	B _{total}	B _{partial}	Q _{total}	Q _{partial}
1	0,125	0,125	0,000	0,000	0,000	0,000	0,500	0,500	0,000	0,000	0,500	0,500
2	0,070	0,096	0,000	0,000	-0,125	-0,125	0,375	0,438	1,250	1,250	0,625	0,625
3	0,080	0,101	0,025	0,075	-0,100	-0,117	0,400	0,450	1,100	1,200	0,600	0,617
4	0,077	0,100	0,036	0,080	-0,107	-0,121	0,393	0,446	1,143	1,223	0,607	0,621

Fuerzas de intersección verticales

	Combinación de carga 1				Combinación de carga 2				Combinación de carga 3				border zone		edge zone	
n	M _{z,span}	M _{z,supp}	M _{z,cant}	A	M _{z,span}	M _{z,supp}	M _{z,cant}	A	M _{z,span}	M _{z,supp}	M _{z,cant}	A	M	A	M	A
1	0,07	0,00	0,00	0,37	0,05	0,00	0,00	0,27	-0,05	0,00	0,00	-0,28	-0,09	-0,46	-0,13	-0,68
2	0,05	-0,07	0,00	0,87	0,04	-0,05	0,00	0,63	-0,04	0,05	0,00	-0,65	0,09	-1,07	0,13	-1,59
3	0,05	-0,06	0,00	0,83	0,04	-0,05	0,00	0,60	-0,04	0,05	0,00	-0,63	0,08	-1,03	0,12	-1,53
4	0,05	-0,07	0,00	0,85	0,04	-0,05	0,00	0,61	-0,04	0,05	0,00	-0,64	0,08	-1,05	0,12	-1,56

Fuerzas de intersección horizontales

	Combinación de carga 1				Combinación de carga 2				Combinación de carga 3				border zone		edge zone	
n	M _{y,span}	M _{y,supp}	M _{y,cant}	A	M _{y,span}	M _{y,supp}	M _{y,cant}	A	M _{y,span}	M _{y,supp}	M _{y,cant}	A	M	A	M	A
1	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
3	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
4	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01

Resumen

Tensiones momento de campo							Tensiones momento de apoyo						
n	LC1	LC2	LC3			Max	LC1	LC2	LC3			Max	
1	2,50	1,82	-1,88	-3,07	-4,55	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
2	1,86	1,33	-1,48	-2,40	-3,54	1,86	-2,50	-1,82	1,88	3,07	4,55	4,55	
3	1,97	1,42	-1,55	-2,51	-3,71	1,97	-2,30	-1,66	1,79	2,90	4,29	4,29	
4	1,94	1,40	-1,54	-2,49	-3,68	1,94	-2,39	-1,72	1,84	2,99	4,43	4,43	
Tensiones momentos de voladizo							0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	

Grado de utilización

Viga continua para 1 campo	25,0 %
Viga continua para 2 campos	25,0 %
Viga continua para 3 campos	24,6 %
Viga de varios vanos	24,4 %
Voladizo	0,1 %

Verificación del sistema de fijación Universal-Adapter M8 (119033-002)

Utilización para Tejado a dos aguas

Inclinación del elemento	α 8 °	sin = 0,139	cos = 0,990	Coeficientes de fuerza	
Altura sobre rasante	z 9,00 m	Peso del módulo	g 0,10 kN/m²	C _{pe,1,max} 0,20	C _p
Altura del módulo	h 2,09 m	Carga de nieve	s 0,55 kN/m²		C _p
Dimensión modular construcción inferior	0,80 m	Presión dinámica del viento	q(z) 0,86 kN/m²		C _p
Voladizo	l _{kr} 0,40 m				

Disposición de carga por Metro cuadrado de la superficie de tejado
Peso propio Módulos

$$\begin{aligned} g_v &= 0,10 \cdot 1,00 \cdot 1,000 = 0,10 \text{ kN/m}^2 \\ g_z &= 0,10 \cdot 0,990 = 0,10 \text{ kN/m}^2 \\ g_y &= 0,10 \cdot 0,139 = 0,01 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Carga de nieve

$$\begin{aligned} s_v &= 0,55 \cdot 1,00 \cdot 0,990 = 0,54 \text{ kN/m}^2 \\ s_z &= 0,54 \cdot 0,990 = 0,53 \text{ kN/m}^2 \\ s_y &= 0,54 \cdot 0,139 = 0,08 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Presión de viento

$$\begin{aligned} \text{Zona H } w_{dz} &= 0,86 \cdot 0,20 = 0,17 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona G } w_{dz} &= 0,86 \cdot 0,20 = 0,17 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona F } w_{dz} &= 0,86 \cdot 0,20 = 0,17 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Succión del viento

$$\begin{aligned} \text{Zona H } w_{sz} &= 0,86 \cdot -0,70 = -0,60 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona G } w_{sz} &= 0,86 \cdot -1,10 = -0,95 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona F } w_{sz} &= 0,86 \cdot -1,60 = -1,38 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Disposición de carga por Metro cuadrado Superficie del tejado
Fuerzas internas - variables para vigas de uno, dos y tres vanos

Factores de fuerza				
n	A _{total}	A _{parcial}	B _{total}	B _{parcial}
1	0,500	0,500	0,000	0,000
2	0,375	0,438	1,250	1,250
3	0,400	0,450	1,100	1,200

Combinaciones de carga
Factor de fiabilidad: K_{FI} = 1,00 (RC2)

Combinación de carga 1: 1,35 · g + 1,5 · s + 0,6 · 1,5 · w

Combinación de carga 2: 1,35 · g + 0,5 · 1,5 · s + 1,5 · w

Combinación de carga 3: 0,9 · g + 1,5 · w

	Combinación de carga 1				Combinación de carga 2				Combinación de carga 3							
	Vertical		Horizontal		Vertical		Horizontal		Vertical H		Vertical G		Vertical F		Horizontal	
n	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1	0,37	0,37	0,04	0,04	0,27	0,27	0,03	0,03	-0,28	-0,28	-0,46	-0,46	-0,68	-0,68	0,00	0,00
2	0,32	0,87	0,04	0,10	0,23	0,63	0,02	0,06	-0,25	-0,65	-0,41	-1,07	-0,60	-1,59	0,00	0,01
3	0,33	0,83	0,04	0,10	0,24	0,60	0,02	0,06	-0,26	-0,63	-0,42	-1,03	-0,62	-1,53	0,00	0,01

Lista de las combinaciones determinantes (Viga continua para 3 campos)

	LC1	LC2	LC3			
			H	G	F	
AV	0,33	0,24	-0,26	-0,42	-0,62	kN
AH	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	kN
BV	0,83	0,60	-0,63	-1,03	-1,53	kN
BH	0,10	0,06	0,01	0,01	0,01	kN

Centro		Borde		Distribución de carga	
Fuerza de compresión	N _D = 0,83 kN	N _D = 0,33 kN	P = 0,83 kN		
Fuerza transversal admisible	N _H = 0,10 kN	N _H = 0,04 kN	H = 0,10 kN		
Fuerza de tracción H	N _D = -0,63 kN	N _D = -0,26 kN	P = 0,33 kN		
Fuerza transversal admisible	N _H = 0,01 kN	N _H = 0,00 kN	H = 0,04 kN		
Fuerza de tracción G	N _D = -1,03 kN	N _D = -0,42 kN	P = 0,42 kN		
Fuerza transversal admisible	N _H = 0,01 kN	N _H = 0,00 kN	H = 0,00 kN		
Fuerza de tracción F	N _D = -1,53 kN	N _D = -0,62 kN	P = 0,62 kN		
Fuerza transversal admisible	N _H = 0,01 kN	N _H = 0,00 kN	H = 0,00 kN		

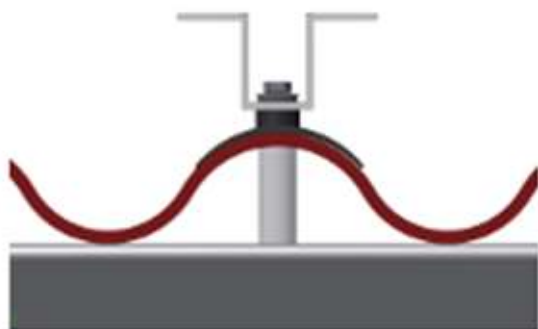
Verificación Universal-Adapter M8

Tipo de fijación Universal-Adapter M8
 Material chapa Acero
 Tipo de tornillo Stahlschraube 6,3 mm

Trama b 80,0 mm
 Altura de la greca L₁ 18,0 mm
 Saliente L₂ 31,0 mm

E 210.000 N/mm²
 f_{yb} 360 N/mm²
 f_{yk} 235 N/mm²
 γ_{M1} 1,10 Chapa
 γ_{M1} 1,33 Tornillos

		LK1	LK2	LK3				Formula
				H	G	F		
Cargas	N _d ;Presión	0,83	0,60	0,00	0,00	0,00	kN	
	N _d ;Tracción	0,00	0,00	0,63	1,03	1,53	kN	
	V _d	0,10	0,06	0,01	0,01	0,01	kN	
Adaptación	F _{R,k}	12,18		5,53			kN	
	γ _M	1,25						
	V _{R,k}	1,58					kN	
	γ _{M1}	1,25						
Verificación		0,16	0,11	0,15	0,24	0,35	< 1	$N_d \cdot \gamma_M / N_{R,k} + V_d \cdot \gamma_M / V_{R,k} \leq 1$
Tornillos	n	1,00					Uds.	
	e _i	1,00					-	
	f _i	1,00					-	
	N _{d,s}	0,83	0,60	0,63	1,03	1,53	kN	
	V _{d,s}	0,10	0,06	0,01	0,01	0,01	kN	
	α	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-	
	M _{d,s}	3,09	1,74	0,27	0,27	0,27	Nmm	
Verificación Tornillos		0,52	0,37	0,39	0,63	0,93	< 1	
Verificación Perfil de acero		0,39	0,22	0,21	0,34	0,50	< 1	



Verificación de las uniones

Inclinación del elemento α 8 °	$\sin = 0,139$	$\cos = 0,990$	Coeficientes de fuerza del viento		
Altura sobre rasante z 9,00 m	Peso del módulo g 0,10 kN/m ²		Cpe,1,max 0,20	Cpe,1,min -0,70	H
Altura del módulo h 2,09 m	Carga de nieve s 0,55 kN/m ²			Cpe,1,min -1,10	G
	Presión dinámica del viento q(z) 0,86 kN/m ²			Cpe,1,min -1,60	F

Disposición de carga por Metro cuadrado de la superficie de tejado

Peso propio Módulos

$$\begin{aligned} g_v &= 0,10 \cdot 1,00 \cdot 1,000 = 0,10 \text{ kN/m}^2 \\ g_z &= 0,10 \cdot 0,990 = 0,10 \text{ kN/m}^2 \\ g_y &= 0,10 \cdot 0,139 = 0,01 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Carga de nieve

$$\begin{aligned} s_v &= 0,55 \cdot 1,00 \cdot 0,990 = 0,54 \text{ kN/m}^2 \\ s_z &= 0,54 \cdot 0,990 = 0,53 \text{ kN/m}^2 \\ s_y &= 0,54 \cdot 0,139 = 0,08 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Presión de viento

$$\begin{aligned} \text{Zona H } w_{dz} &= 0,86 \cdot 0,20 = 0,17 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona G } w_{dz} &= 0,86 \cdot 0,20 = 0,17 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona F } w_{dz} &= 0,86 \cdot 0,20 = 0,17 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Succión del viento

$$\begin{aligned} \text{Zona H } w_{sz} &= 0,86 \cdot -0,70 = -0,60 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona G } w_{sz} &= 0,86 \cdot -1,10 = -0,95 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona F } w_{sz} &= 0,86 \cdot -1,60 = -1,38 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Pinzas para módulos según autorización de la autoridad inspectora de obras Z-14.4-631

Pinzas intermedias		Pinzas de borde		Superficie de módulo A = 2,37 m ²	Unión por fricción A = 0,34 kN (FS,d · μ)
FR,d kN	VR,d kN	FR,d kN	VR,d kN		
4,65	0,67	1,63	0,45		

Fuerzas de intersección en las pinzas para módulos

$$\begin{aligned} \text{Pinza intermedia } |F_{S,d}| &= 0,50 \cdot (0,9 \cdot g_v + 1,5 \cdot 0,86 \cdot c_p) \cdot 2,37 \\ \text{Pinza lateral } |F_{S,d}| &= 0,25 \cdot (0,9 \cdot g_v + 1,5 \cdot 0,86 \cdot c_p) \cdot 2,37 \end{aligned}$$

	VS, d kN	FS, d kN		
		Zona F	Zona G	Zona H
Pinzas intermedias	-0,18	2,35	1,59	0,97
Pinzas de borde	-0,09	1,18	0,79	0,49

$$V_{S,d} = V_{S,dy} - F_{S,dz} \cdot \mu \quad (\mu = 0,50)$$

Grado de utilización 50,6 %

Grado de utilización 72,1 %

Empalme cruzado según autorización general de la autoridad inspectora de obras Z-14.4-639 anexo 5.2

Resistencia a la tracción en la combinación de perfiles Solo / Solo $Z_{Rd} = 2,70 \text{ kN}$ Resistencia al cizallamiento $V_{Rd} = 2,35 \text{ kN}$

Valor de cálculo de las fuerzas ejercidas

	kN	LC1	LC2	Zona F	Zona G	Zona H	η %
Fuerzas verticales	FS,d	0,62	0,45	-0,46	-0,76	-1,12	41,9
Fuerzas cortantes	VS,d	0,07	0,04	0,01	0,01	0,01	3,2

Solicitud del módulo (SLS) Parte delantera 736 Pa
 Parte posterior 1.283 Pa

Schletter Solar GmbH

Alustraße 1
D-83527 Kirchdorf

Tel.: +498072 9191-0

Fax: +498072 9191-9100

info.de@schletter-group.com

<https://www.schletter-group.com/>

**Documentos de planificación para el sistema
portante para la fijación de módulos solares
Sistema en cubiertas a dos aguas**

**Proyecto: ESCOLA PUBLICA SANT JERONI
ZONA 8**

Tipo de módulo: LR5-66HPH-500M-G2 2093 x 1134 mm



Por orden

**ESCOLA PUBLICA SANT
JERONI (100kW)**

junio 2024

Planificación y autocalculación

Versión 8.10.1.0

Datos de la instalación

Fecha	18/06/2024
Cliente	ESCOLA PUBLICA SANT JERONI (100kW)
Pedido	152

Selección de módulos

Fabricante	LONGI SOLAR
Módulo	LR5-66HPH-500M-G2
Potencia pico	500 W
Altura	2.093 mm
Ancho	1.134 mm
Espesor	35 mm
Marco	Enmarcado



Colocación de los módulos

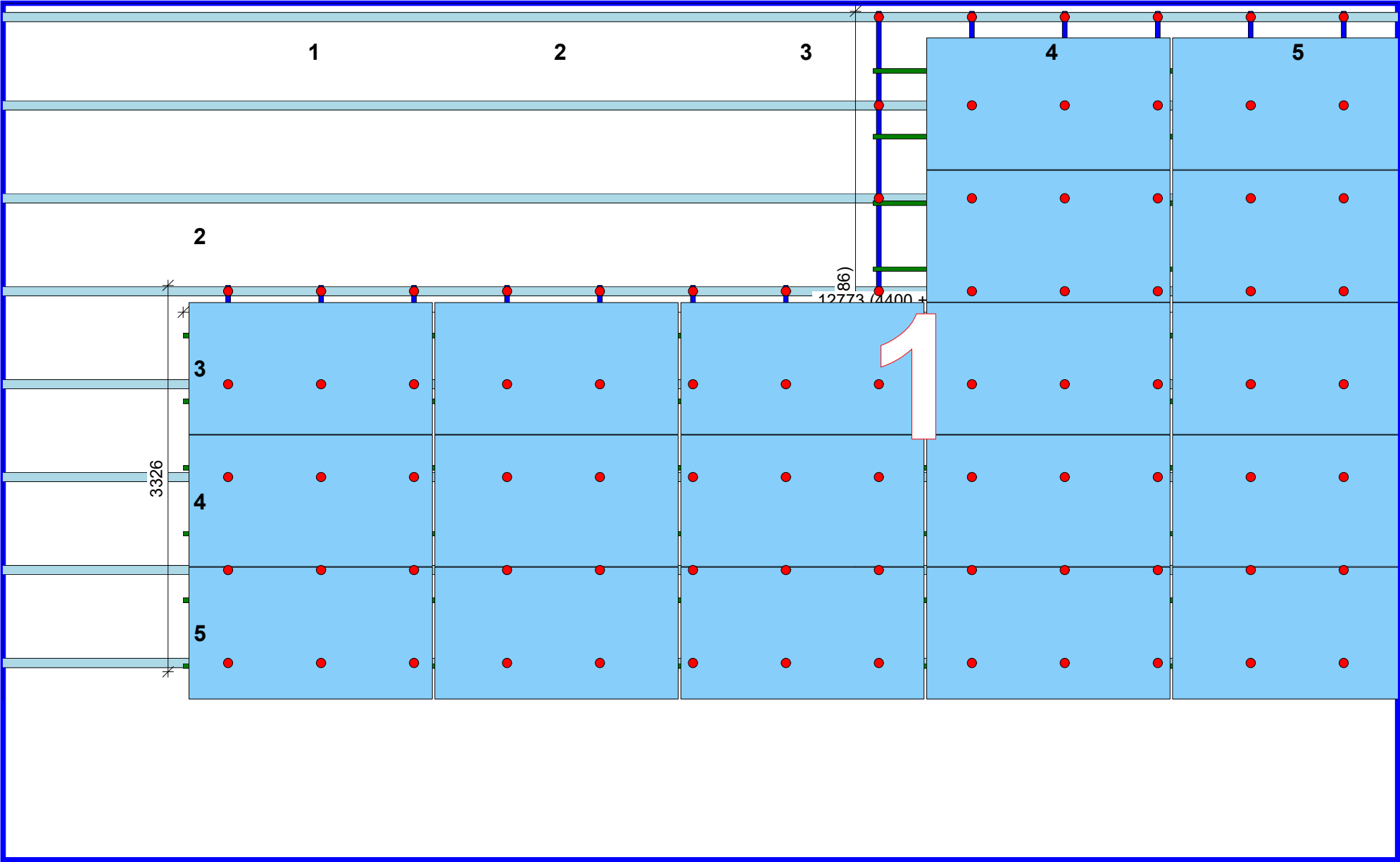
Cantidad de módulos	48
Distancia entre soportes seleccionada	800 mm
Voladizo	400 mm

Configuración base

Selección del sistema	
Soporte base	Solo
Perfil portante de módulos	Solo
Tipo de pinzas	Rapid16
Fijación	Universal-Adapter M8

Resultados: datos de la instalación

Potencia pico	24,00 kW
---------------	----------



Schletter Configurator 8.10.1.0

Cliente ESCOLA PUBLICA SANT JERONI (100kW)
Proyecto ESCOLA PUBLICA SANT JERONI ZONA 8

Lista de piezas sistemas en cubiertas a dos aguas

Partida	Número de artículo	Artículo	Total amount	Longitud mm	Unidad	Peso total kg
1	120005-04400	Soporte de módulos Solo - 4400mm	85		ST	306,595
2	129011-000	Tapa de plástico Solo	100 (100)		ST	0,800
3	129060-000	Empalme de inserción Solo	100 (82)		ST	6,068
4	943001-232	Drill screw 6.0x22 self-tap. seal A2 woA	200 (164)		ST	0,804
5	129063-000	Empalme cruzado Rapid	400 (260)		ST	20,540
6	119033-002	Universal-Adapter M8	250 (203)		ST	16,646
7	943763-064	Torn. 6,3x64 a partir de 1,5mm autor. A2	300 (203)		ST	3,248
8	119005-000	Goma sellado chapa ondulada 5/6/8	250 (203)		ST	2,639
9	119004-003	Spacer alu 20 1m	30 (5)		ST	3,180
10	943410-025	Tornillo M10x25 cuadrada A2 GMB	500 (406)		ST	9,744
11	943912-010	Tuerca tapón dientes bloqueoM10 DIN692	500 (406)		ST	4,466
12	131101-001	Pinza lateral Rapid16 V 30 - 40	50 (36)		ST	1,908
13	131121-001	Pinza intermedia Rapid16 30 - 40	100 (78)		ST	3,900
Total (100%)						380,538

Configurador de sistema Actualización 8.10.1.0
Aclaraciones previas

Los cálculos presentados a continuación son válidos para condiciones regulares y para sistemas de montaje en versiones con vigas de varios vanos. En ubicaciones con estructuras especiales de terreno son necesarios exámenes adicionales con respecto a las cargas de viento existentes.

Cliente ESCOLA PUBLICA SANT PERE DE RIUDEBITLLES
 Pedido 152
 C.P. obra **08776 SANT PERE DE RIUDEBITLLES**
 41,4500 ° latitud norte
 1,7000 ° longitud este

Inclinación del elemento	α	8,0	°
Altura del módulo	h	2,09	m
Altura sobre nivel del mar	H	291	m
Altura sobre rasante	z	9,00	m
Altura murete	h _p	0,50	m
Voladizo del perfil portante de módulos	a _{kr}	0,40	m
Luz correa	a	0,80	m
Luz soporte base	b	0,80	m
Voladizo del perfil portante de módulos	b _{kr}	0,40	m


Soporte base

Sistema estructural

Tejado a dos aguas

Sistema de carriles cruzados
Soporte base

Solo

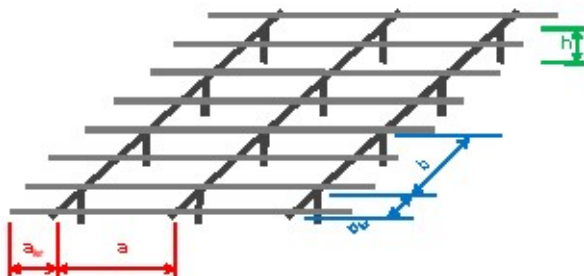
Perfil portante de módulos

Solo

Suposición de carga según

Peso del módulo	g	0,10	kN/m ²
Presión dinámica del viento	q(z)	0,86	kN/m ²
Carga de nieve	s	0,55	kN/m ²
Categoría de terreno	IV		

Zonas con vegetación o construcción regular o con obstáculos aislados con separación de al menos 20 veces la altura del obstáculo (p.ej. pueblos, zonas suburbanas, zonas forestales).


Categoría de terreno IV

Cargas sustitutorias equivalentes

Q _k kN/m ²	Q _d kN/m ²
0,13	0,18

Verificación de los perfiles portantes de módulos (luces admisibles) Solo (120005)

Utilización para Montaje en el tejado

Inclinación del elemento	α 8 °	sin = 0,139	cos = 0,990	Coeficientes de fuerza de viento	
Altura sobre rasante	z 9,00 m	Peso del módulo	g 0,10 kN/m ²		
Altura del módulo	h 2,09 m	Carga de nieve	s 0,55 kN/m ²		
Dimensión modular construcción inferiora	0,80 m	Presión dinámica del viento	q(z) 0,86 kN/m ²		
Voladizo	l _{kr} 0,40 m			C _{pe,1,max} 0,20	C _{pe}

Disposición de carga por Metro cuadrado de la superficie de tejado

Peso propio Módulos

$$\begin{aligned} g_v &= 0,10 \cdot 1,00 \cdot 1,000 = 0,10 \text{ kN/m}^2 \\ g_z &= 0,10 \cdot 0,990 = 0,10 \text{ kN/m}^2 \\ g_y &= 0,10 \cdot 0,139 = 0,01 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Presión de viento

$$\begin{aligned} L_i &= 1,13 / 2 = 0,57 \text{ m} \\ w_i &= 0,86 \cdot c_{p,i} = 0,17 \text{ kN/m}^2 \\ W &= w_i \cdot L_i = 0,10 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Carga de nieve

$$\begin{aligned} s_v &= 0,55 \cdot 1,00 \cdot 0,990 = 0,54 \text{ kN/m}^2 \\ s_z &= 0,54 \cdot 0,990 = 0,53 \text{ kN/m}^2 \\ s_y &= 0,54 \cdot 0,139 = 0,08 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Succión del viento

Zona H	Zona G	Zona F
-0,60 kN/m ²	-0,95 kN/m ²	-1,38 kN/m ²
-0,34 kN/m	-0,54 kN/m	-0,78 kN/m

Parámetros de perfil

$$\begin{aligned} \text{Superficie total} \quad A &= 3,008 \text{ cm}^2 \\ \text{Momento de resistencia} \quad W_y &= 2,788 \text{ cm}^3 \\ \text{Momento de resistencia} \quad W_z &= 2,552 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Coeficiente de seguridad parcial y coeficiente de combinación

$$\begin{aligned} \gamma_g &= 1,35 \quad \gamma_g = 0,90 \text{ para efecto favorable} \\ \gamma_q &= 1,50 \cdot 1,00 = 1,50 \\ \psi_{0,w} &= 0,60 \\ \psi_{0,s} &= 0,50 \end{aligned}$$

Variables de fuerza interna para viga de uno o varios vanos

n	M _{1,total}	M _{1,partial}	M _{2,total}	M _{2,partial}	M _{B,total}	M _{B,partial}	A _{total}	A _{partial}	B _{total}	B _{partial}	Q _{total}	Q _{partial}
1	0,125	0,125	0,000	0,000	0,000	0,000	0,500	0,500	0,000	0,000	0,500	0,500
2	0,070	0,096	0,000	0,000	-0,125	-0,125	0,375	0,438	1,250	1,250	0,625	0,625
3	0,080	0,101	0,025	0,075	-0,100	-0,117	0,400	0,450	1,100	1,200	0,600	0,617
4	0,077	0,100	0,036	0,080	-0,107	-0,121	0,393	0,446	1,143	1,223	0,607	0,621

Fuerzas de intersección verticales

Combinación de carga 1					Combinación de carga 2				Combinación de carga 3				border zone		edge zone	
n	M _{z,span}	M _{z,supp}	M _{z,cant}	A	M _{z,span}	M _{z,supp}	M _{z,cant}	A	M _{z,span}	M _{z,supp}	M _{z,cant}	A	M	A	M	A
1	0,05	0,00	-0,03	0,42	0,04	0,00	-0,02	0,31	-0,04	0,00	0,01	-0,32	-0,06	-0,52	-0,09	-0,77
2	0,04	-0,05	-0,03	0,62	0,03	-0,04	-0,02	0,45	-0,03	0,04	0,01	-0,46	0,06	-0,76	0,09	-1,12
3	0,04	-0,05	-0,03	0,59	0,03	-0,03	-0,02	0,42	-0,03	0,04	0,01	-0,45	0,06	-0,73	0,08	-1,08
4	0,04	-0,05	-0,03	0,60	0,03	-0,03	-0,02	0,43	-0,03	0,04	0,01	-0,46	0,06	-0,74	0,09	-1,10

Fuerzas de intersección horizontales

	Combinación de carga 1				Combinación de carga 2				Combinación de carga 3				border zone		edge zone	
n	M _{y,span}	M _{y,supp}	M _{y,cant}	A	M _{y,span}	M _{y,supp}	M _{y,cant}	A	M _{y,span}	M _{y,supp}	M _{y,cant}	A	M	A	M	A
1	0,01	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00	-0,01	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
3	0,00	-0,01	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
4	0,00	-0,01	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01

Resumen

Tensiones momento de campo							Tensiones momento de apoyo						
n	LC1	LC2	LC3			Max	LC1	LC2	LC3			Max	
1	2,00	1,42	-1,31	-2,15	-3,20	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
2	1,49	1,04	-1,04	-1,69	-2,50	1,49	-2,00	-1,42	1,31	2,15	3,20	3,20	
3	1,58	1,11	-1,09	-1,77	-2,62	1,58	-1,84	-1,30	1,25	2,04	3,02	3,02	
4	1,56	1,09	-1,08	-1,75	-2,59	1,56	-1,91	-1,35	1,29	2,10	3,12	3,12	
Tensiones momentos de voladizo							1,03	0,73	0,32	0,53	0,81	1,03	

Grado de utilización

Viga continua para 1 canal 17,6 %
Viga continua para 2 canales 17,6 %
Viga continua para 3 canales 17,6 %
Viga de varios vanos 17,2 %
Voladizo 5,7 %

Verificación de la distancia permitida entre los soportes para el perfil de soporte base Solo (120005)

Utilización para Montaje en el tejado

Inclinación del elemento	α 8 °
Altura sobre rasante	z 9,00 m
Introducción de carga	h 0,80 m
Altura del módulo	h 2,09 m
Dimensión modular construcción inferiora	0,80 m
Voladizo	l_{kr} 0,40 m

sin =	0,139	cos =	0,990
Peso del módulo	g	0,10 kN/m ²	
Carga de nieve	s	0,55 kN/m ²	
Presión dinámica del viento	q(z)	0,86 kN/m ²	

Coeficientes de fuerza	
C _{pe,1,max}	0,20
C _p	
C _p	

Disposición de carga por Metro cuadrado de la superficie de tejado

Peso propio Módulos

$$g_v = 0,10 \cdot 1,00 \cdot 1,000 = 0,10 \text{ kN/m}^2$$

$$g_z = 0,10 \cdot 0,990 = 0,10 \text{ kN/m}^2$$

$$g_y = 0,10 \cdot 0,139 = 0,01 \text{ kN/m}^2$$

Presión de viento

$$L_i = 1,60 / 2 = 0,80 \text{ m}$$

$$w_i = 0,86 \cdot c_{p,i} = 0,17 \text{ kN/m}^2$$

$$W = w_i \cdot L_i = 0,14 \text{ kN/m}$$

Carga de nieve

$$s_v = 0,55 \cdot 1,00 \cdot 0,990 = 0,54 \text{ kN/m}^2$$

$$s_z = 0,54 \cdot 0,990 = 0,53 \text{ kN/m}^2$$

$$s_y = 0,54 \cdot 0,139 = 0,08 \text{ kN/m}^2$$

Succión del viento

Zona H	Zona G	Zona F
-0,60 kN/m ²	-0,95 kN/m ²	-1,38 kN/m ²
-0,48 kN/m	-0,76 kN/m	-1,10 kN/m

Parámetros de perfil

$$\text{Superficie total } A = 3,008 \text{ cm}^2$$

$$\text{Momento de resistencia } W_y = 2,788 \text{ cm}^3$$

$$\text{Momento de resistencia } W_z = 2,552 \text{ cm}^3$$

Coeficiente de seguridad parcial y coeficiente de combinación

$$\gamma_g = 1,35 \quad \gamma_g = 0,90 \text{ para efecto favorable}$$

$$\gamma_q = 1,50 \cdot 1,00 = 1,50$$

$$\psi_{0,w} = 0,60$$

$$\psi_{0,s} = 0,50$$

Variables de fuerza interna para viga de uno o varios vanos

n	M _{1,total}	M _{1,partial}	M _{2,total}	M _{2,partial}	M _{B,total}	M _{B,partial}	A _{total}	A _{partial}	B _{total}	B _{partial}	Q _{total}	Q _{partial}
1	0,125	0,125	0,000	0,000	0,000	0,000	0,500	0,500	0,000	0,000	0,500	0,500
2	0,070	0,096	0,000	0,000	-0,125	-0,125	0,375	0,438	1,250	1,250	0,625	0,625
3	0,080	0,101	0,025	0,075	-0,100	-0,117	0,400	0,450	1,100	1,200	0,600	0,617
4	0,077	0,100	0,036	0,080	-0,107	-0,121	0,393	0,446	1,143	1,223	0,607	0,621

Fuerzas de intersección verticales

n	Combinación de carga 1				Combinación de carga 2				Combinación de carga 3				border zone		edge zone	
	M _{z,span}	M _{z,supp}	M _{z,cant}	A	M _{z,span}	M _{z,supp}	M _{z,cant}	A	M _{z,span}	M _{z,supp}	M _{z,cant}	A	M	A	M	A
1	0,07	0,00	-0,02	0,51	0,05	0,00	-0,01	0,37	-0,05	0,00	0,01	-0,38	-0,09	-0,63	-0,13	-0,93
2	0,05	-0,07	-0,02	0,87	0,04	-0,05	-0,01	0,63	-0,04	0,05	0,01	-0,65	0,09	-1,07	0,13	-1,59
3	0,05	-0,06	-0,02	0,83	0,04	-0,05	-0,01	0,60	-0,04	0,05	0,01	-0,63	0,08	-1,03	0,12	-1,53
4	0,05	-0,07	-0,02	0,85	0,04	-0,05	-0,01	0,61	-0,04	0,05	0,01	-0,64	0,08	-1,05	0,12	-1,56

Fuerzas de intersección horizontales

n	Combinación de carga 1				Combinación de carga 2				Combinación de carga 3				border zone		edge zone	
	M _{y,span}	M _{y,supp}	M _{y,cant}	A	M _{y,span}	M _{y,supp}	M _{y,cant}	A	M _{y,span}	M _{y,supp}	M _{y,cant}	A	M	A	M	A
1	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
2	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
3	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
4	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01

Resumen

n	Tensiones momento de campo						Tensiones momento de apoyo					
	LC1	LC2	LC3		Max		LC1	LC2	LC3		Max	
1	2,50	1,82	-1,88	-3,07	-4,55	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1,86	1,33	-1,48	-2,40	-3,54	1,86	-2,50	-1,82	1,88	3,07	4,55	4,55
3	1,97	1,42	-1,55	-2,51	-3,71	1,97	-2,30	-1,66	1,79	2,90	4,29	4,29
4	1,94	1,40	-1,54	-2,49	-3,68	1,94	-2,39	-1,72	1,84	2,99	4,43	4,43
Tensiones momentos de voladizo							-0,55	-0,40	-0,18	-0,31	-0,48	-0,55

Grado de utilización

Viga continua para 1 campo	25,0 %
Viga continua para 2 campos	25,0 %
Viga continua para 3 campos	24,6 %
Viga de varios vanos	24,4 %
Voladizo	3,0 %

Verificación del sistema de fijación Universal-Adapter M8 (119033-002)

Utilización para Tejado a dos aguas

Inclinación del elemento	α 8 °	sin = 0,139	cos = 0,990	Coeficientes de fuerza	
Altura sobre rasante	z 9,00 m	Peso del módulo	g 0,10 kN/m²	C _{pe,1,max} 0,20	C _p
Altura del módulo	h 2,09 m	Carga de nieve	s 0,55 kN/m²		C _p
Dimensión modular construcción inferior	0,80 m	Presión dinámica del viento	q(z) 0,86 kN/m²		C _p
Voladizo	l _{kr} 0,40 m				

Disposición de carga por Metro cuadrado de la superficie de tejado
Peso propio Módulos

$$\begin{aligned} g_v &= 0,10 \cdot 1,00 \cdot 1,000 = 0,10 \text{ kN/m}^2 \\ g_z &= 0,10 \cdot 0,990 = 0,10 \text{ kN/m}^2 \\ g_y &= 0,10 \cdot 0,139 = 0,01 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Carga de nieve

$$\begin{aligned} s_v &= 0,55 \cdot 1,00 \cdot 0,990 = 0,54 \text{ kN/m}^2 \\ s_z &= 0,54 \cdot 0,990 = 0,53 \text{ kN/m}^2 \\ s_y &= 0,54 \cdot 0,139 = 0,08 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Presión de viento

$$\begin{aligned} \text{Zona H } w_{dz} &= 0,86 \cdot 0,20 = 0,17 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona G } w_{dz} &= 0,86 \cdot 0,20 = 0,17 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona F } w_{dz} &= 0,86 \cdot 0,20 = 0,17 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Succión del viento

$$\begin{aligned} \text{Zona H } w_{sz} &= 0,86 \cdot -0,70 = -0,60 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona G } w_{sz} &= 0,86 \cdot -1,10 = -0,95 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona F } w_{sz} &= 0,86 \cdot -1,60 = -1,38 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Disposición de carga por Metro cuadrado Superficie del tejado
Fuerzas internas - variables para vigas de uno, dos y tres vanos

n	Factores de fuerza			
	A _{total}	A _{parcial}	B _{total}	B _{parcial}
1	0,500	0,500	0,000	0,000
2	0,375	0,438	1,250	1,250
3	0,400	0,450	1,100	1,200

Combinaciones de cargaFactor de fiabilidad: K_{FI} = 1,00 (RC2)

Combinación de carga 1: 1,35 · g + 1,5 · s + 0,6 · 1,5 · w

Combinación de carga 2: 1,35 · g + 0,5 · 1,5 · s + 1,5 · w

Combinación de carga 3: 0,9 · g + 1,5 · w

n	Combinación de carga 1				Combinación de carga 2				Combinación de carga 3							
	Vertical		Horizontal		Vertical		Horizontal		Vertical H		Vertical G		Vertical F		Horizontal	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1	0,51	0,51	0,06	0,06	0,37	0,37	0,04	0,04	-0,38	-0,38	-0,63	-0,63	-0,93	-0,93	0,01	0,01
2	0,46	0,87	0,06	0,10	0,33	0,63	0,03	0,06	-0,36	-0,65	-0,58	-1,07	-0,86	-1,59	0,00	0,01
3	0,47	0,83	0,06	0,10	0,34	0,60	0,03	0,06	-0,36	-0,63	-0,59	-1,03	-0,87	-1,53	0,00	0,01

Lista de las combinaciones determinantes (Viga continua para 3 campos)

	LC1	LC2	LC3			
			H	G	F	
AV	0,47	0,34	-0,36	-0,59	-0,87	kN
AH	0,06	0,03	0,00	0,00	0,00	kN
BV	0,83	0,60	-0,63	-1,03	-1,53	kN
BH	0,10	0,06	0,01	0,01	0,01	kN

	Centro	Borde	Distribución de carga
Fuerza de compresión N _D	= 0,83 kN	= 0,47 kN	P = 0,83 kN
Fuerza transversal admisible N _H	= 0,10 kN	= 0,06 kN	H = 0,10 kN
Fuerza de tracción H N _D	= -0,63 kN	= -0,36 kN	P = 0,47 kN
Fuerza transversal admisible N _H	= 0,01 kN	= 0,00 kN	H = 0,06 kN
Fuerza de tracción G N _D	= -1,03 kN	= -0,59 kN	P = 0,59 kN
Fuerza transversal admisible N _H	= 0,01 kN	= 0,00 kN	H = 0,00 kN
Fuerza de tracción F N _D	= -1,53 kN	= -0,87 kN	P = 0,87 kN
Fuerza transversal admisible N _H	= 0,01 kN	= 0,00 kN	H = 0,00 kN

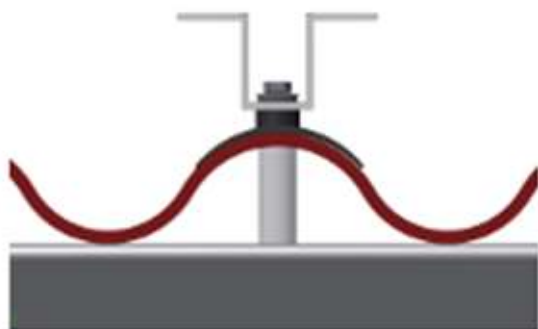
Verificación Universal-Adapter M8

Tipo de fijación Universal-Adapter M8
 Material chapa Acero
 Tipo de tornillo Stahlschraube 6,3 mm

Trama b 80,0 mm
 Altura de la greca L₁ 18,0 mm
 Saliente L₂ 31,0 mm

E 210.000 N/mm²
 f_{yb} 360 N/mm²
 f_{yk} 235 N/mm²
 γ_{M1} 1,10 Chapa
 γ_{M1} 1,33 Tornillos

		LK1	LK2	LK3				Formula
				H	G	F		
Cargas	N _d ;Presión	0,83	0,60	0,00	0,00	0,00	kN	
	N _d ;Tracción	0,00	0,00	0,63	1,03	1,53	kN	
	V _d	0,10	0,06	0,01	0,01	0,01	kN	
Adaptación	F _{R,k}	12,18		5,53			kN	
	γ _M	1,25						
	V _{R,k}	1,58					kN	
	γ _{M1}	1,25						
Verificación		0,16	0,11	0,15	0,24	0,35	< 1	$N_d \cdot \gamma_M / N_{R,k} + V_d \cdot \gamma_M / V_{R,k} \leq 1$
Tornillos	n	1,00					Uds.	
	e _i	1,00					-	
	f _i	1,00					-	
	N _{d,s}	0,83	0,60	0,63	1,03	1,53	kN	
	V _{d,s}	0,10	0,06	0,01	0,01	0,01	kN	
	α	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-	
	M _{d,s}	3,09	1,74	0,27	0,27	0,27	Nmm	
Verificación Tornillos		0,52	0,37	0,39	0,63	0,93	< 1	
Verificación Perfil de acero		0,39	0,22	0,21	0,34	0,50	< 1	



Verificación de las uniones

Inclinación del elemento α 8 °	$\sin = 0,139$	$\cos = 0,990$	Coeficientes de fuerza del viento		
Altura sobre rasante z 9,00 m	Peso del módulo g 0,10 kN/m ²		Cpe,1,max 0,20	Cpe,1,min -0,70	H
Altura del módulo h 2,09 m	Carga de nieve s 0,55 kN/m ²			Cpe,1,min -1,10	G
	Presión dinámica del viento q(z) 0,86 kN/m ²			Cpe,1,min -1,60	F

Disposición de carga por Metro cuadrado de la superficie de tejado

Peso propio Módulos

$$\begin{aligned} g_v &= 0,10 \cdot 1,00 \cdot 1,000 = 0,10 \text{ kN/m}^2 \\ g_z &= 0,10 \cdot 0,990 = 0,10 \text{ kN/m}^2 \\ g_y &= 0,10 \cdot 0,139 = 0,01 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Carga de nieve

$$\begin{aligned} s_v &= 0,55 \cdot 1,00 \cdot 0,990 = 0,54 \text{ kN/m}^2 \\ s_z &= 0,54 \cdot 0,990 = 0,53 \text{ kN/m}^2 \\ s_y &= 0,54 \cdot 0,139 = 0,08 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Presión de viento

$$\begin{aligned} \text{Zona H } w_{dz} &= 0,86 \cdot 0,20 = 0,17 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona G } w_{dz} &= 0,86 \cdot 0,20 = 0,17 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona F } w_{dz} &= 0,86 \cdot 0,20 = 0,17 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Succión del viento

$$\begin{aligned} \text{Zona H } w_{sz} &= 0,86 \cdot -0,70 = -0,60 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona G } w_{sz} &= 0,86 \cdot -1,10 = -0,95 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Zona F } w_{sz} &= 0,86 \cdot -1,60 = -1,38 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Pinzas para módulos según autorización de la autoridad inspectora de obras Z-14.4-631

Pinzas intermedias		Pinzas de borde		Superficie de módulo A = 2,37 m ²	Unión por fricción A = 0,34 kN (FS,d · μ)
FR,d kN	VR,d kN	FR,d kN	VR,d kN		
4,65	0,67	1,63	0,45		

Fuerzas de intersección en las pinzas para módulos

$$\begin{aligned} \text{Pinza intermedia } |F_{S,d}| &= 0,50 \cdot (0,9 \cdot g_v + 1,5 \cdot 0,86 \cdot c_p) \cdot 2,37 \\ \text{Pinza lateral } |F_{S,d}| &= 0,25 \cdot (0,9 \cdot g_v + 1,5 \cdot 0,86 \cdot c_p) \cdot 2,37 \end{aligned}$$

	VS, d kN	FS, d kN			VS, d = VS, dy - FS, dz · μ (μ = 0,50)
		Zona F	Zona G	Zona H	
Pinzas intermedias	-0,18	2,35	1,59	0,97	Grado de utilización 50,6 %
Pinzas de borde	-0,09	1,18	0,79	0,49	Grado de utilización 72,1 %

Empalme cruzado según autorización general de la autoridad inspectora de obras Z-14.4-639 anexo 5.2

$$\begin{aligned} \text{Resistencia a la tracción en la combinación de perfiles Solo / Solo } Z_{Rd} &= 2,70 \text{ kN} \\ \text{Resistencia al cizallamiento } V_{Rd} &= 2,35 \text{ kN} \end{aligned}$$

Valor de cálculo de las fuerzas ejercidas

	kN	LC1	LC2	Zona F	Zona G	Zona H	η %
Fuerzas verticales	FS,d	0,62	0,45	-0,46	-0,76	-1,12	41,9
Fuerzas cortantes	VS,d	0,07	0,04	0,01	0,01	0,01	3,2

$$\begin{aligned} \text{Solicitud del módulo (SLS) Parte delantera } &736 \text{ Pa} \\ \text{Parte posterior } &1.283 \text{ Pa} \end{aligned}$$

ANNEX III. ESTUDI DE CÀRREGUES DE L'ESTRUCTURA DE L'EDIFICI

INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA PER AUTOCONSUM COL·LECTIU 100 kW SOBRE LA COBERTA DE L'ESCOLA PÚBLICA SANT JERONI



AJUNTAMENT DE
SANT PERE DE RIUDEBITLLES

Plaça de les Eres, 1, 08776 Sant Pere de Riudebitlles, (Barcelona)



EPI
ENERGIA PER LA IGUALTAT

Sant Pere de Riudebitlles, juny de 2024

Av. de l'Estatut, 130, 08191 Rubí (Barcelona) · 931 937 390 · suma@epi.coop · www.epi.coop

ÍNDEX

1.	MEMÒRIA DESCRIPTIVA	1
1.1.	OBJECTE	1
1.2.	TITULAR DE LA INSTAL·LACIÓ	1
1.3.	DESCRIPCIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ FOTOVOLTAICA	1
1.4.	CARACTERÍSTIQUES CONSTRUCTIVES DE L'EDIFICI	1
1.5.	INSPECCIÓ VISUAL DE L'ESTRUCTURA.....	3
2.	MEMÒRIA DE CàLCUL	4
2.1.	CONSIDERACIONS PRÈVIES AL CàLCUL	4
2.2.	NORMATIVA	4
2.3.	ACCIONS A CONSIDERAR	4
2.3.1.	ACCIONS PERMANENTS.....	4
2.3.1.1.	PES PROPI	4
2.3.2.	ACCIONS VARIABLES.....	4
2.3.2.1.	NEU	5
2.3.2.2.	ACCIÓ DEL VENT	5
2.3.3.	RESUM D'ACCIONS A CONSIDERAR	5
2.3.4.	DISTRIBUCIÓ DE CÀRREGUES SOBRE LA COBERTA.....	5
2.4.	COMBINACIÓ D'ACCIONS	6
3.	COMPROVACIONS	7
3.1.	FONAMENTS	7
3.2.	PÒRTICS	7
3.3.	ESTRUCTURA DE COBERTA	7
4.	CONCLUSIONS	8

1. MEMÒRIA DESCRIPTIVA

1.1. OBJECTE

L'objecte del document és verificar la capacitat mecànica dels elements que componen l'estructura després d'aplicar-hi la sobrecàrrega conseqüència de la instal·lació dels panells fotovoltaics, i en cas de ser necessari d'escriure i justificar les solucions constructives necessàries per que es segueixi comportant dins els paràmetres de disseny establerts en el seu moment.

1.2. TITULAR DE LA INSTAL·LACIÓ

RAÓ SOCIAL: Ajuntament de Sant Pere de Riudebitlles

CIF: P0823200A

ADREÇA: Plaça de les Eres, 1, 08776 Sant Pere de Riudebitlles, (Barcelona)

1.3. DESCRIPCIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ FOTOVOLTAICA

La instal·lació consta bàsicament d'un generador fotovoltaic format per 256 panells fotovoltaics de mides 2.093 x 1.134 x 35 mm i 25,3 kg cadascun, disposats de la següent forma:

INVERSOR	NÚM DE CADENES	NÚM DE PANELLS PER CADENA	TIPUS DE DISPOSICIÓ	INCLINACIÓ	AZIMUT
1	1	18	Estructura inclinada sobre teulada xapa ondulada	8°	90° Oest
1	7	17	Estructura inclinada sobre teulada xapa ondulada	8°	90° Est
1	9	17	Estructura inclinada sobre teulada xapa ondulada	8°	43° Est

Aprofitant la radiació solar, els panells fotovoltaics generen electricitat en corrent continu que es conduirà fins a un inversor de 100 kW de potència nominal total. Aquest ondulador convertirà el corrent continu en corrent altern per tot seguit, evacuar l'energia a la xarxa interior de consum. Des de la generació d'electricitat en els mòduls fins a la seva connexió a xarxa interna s'instal·laran els elements de protecció i mesura més adients segons normativa.

En les cobertes de xapa, els panells es subjectaran de manera coplanar mitjançant unes pinces d'ancoratge model Rapid16, fabricades per l'empresa SCHLETTER. Aquestes peces es collen als perfils que, a la vegada, estaran subjectes a la xapa amb unes peces, Universal Adapter M8 del mateix fabricant, fixades amb cargols autorroscants d'acer inoxidable o tractament anticorrosiu apte per a la seva instal·lació a la intempèrie. A més, incorporen una banda EPDM per garantir l'estanqueïtat.

1.4. CARACTERÍSTIQUES CONSTRUCTIVES DE L'EDIFICI

L'edifici on s'ubicarà la instal·lació solar fotovoltaica està format principalment per una nau construïda amb estructura mixta d'acer, maó ceràmic i formigó armat. Té una coberta amb teula àrab i les altres cobertes son de xapa ondulada.





Imatges de la coberta de l'Escola Pública Sant Jeroni

1.5. INSPECCIÓ VISUAL DE L'ESTRUCTURA

Després d'una inspecció visual, no es troben fissures que afectin l'estructura ni l'estabilitat dels elements, així com deformacions importants. Per tant s'arriba a la conclusió de que en un primer moment i excepte vicis ocults, l'estructura es troba en bon estat.

2. MEMÒRIA DE CàLCUL

2.1. CONSIDERACIONS PRÈVIES AL CàLCUL

Per la justificació s'ha de tenir en consideració la normativa vigent actualment, en cas el Codi Tècnic de l'Edificació CTE RD 314/2006 (DB SE-AE) i els EUROCODIS. Sent l'any de construcció de l'edifici el 2008, es verifica que les noves accions provocades per la instal·lació solar fotovoltaica són inferiors a la sobrecàrrega d'ús de la coberta (1,0 kN/m²), segons la normativa en que va ser dissenyada (DB-SE-AE – G1: sobrecàrrega uniforme d'ús en cobertes amb inclinació inferior a 20º accessibles únicament per a conservació).

En aquest annex es comprovarà que la coberta de l'edifici suporta els esforços provocats per l'estructura de suport dels panells. Les comprovacions sobre les jàsseres i pilars no es detallen, doncs aquests estan dimensionats per al màxim esforç de la coberta, per tant si compleix aquesta també compleixen els pilars i jàsseres.

Els panells fotovoltaics estaran repartits sobre la coberta, en diferents fileres de panells com es mostra en els plànols. L'Àrea d'influència total és de 608 m².

2.2. NORMATIVA

La normativa aplicable i que s'ha tingut en compte és la següent:

- DB-SE: Seguretat Estructural
 - DB SE-AE: Accions en l'edificació
 - DB SE-A: Seguretat Estructural Acer
 - DB SE-F: Seguretat Estructural Fabrica
- Reial Decret 470/2021, de 29 de junio, pel que s'aprova el Codi Estructural
- NCSE-02: Norma de construcció sismoresistent
- EUROCODIS EN 1991-1-4

2.3. ACCIONS A CONSIDERAR

2.3.1. ACCIONS PERMANENTS

2.3.1.1. PES PROPI

En aquest cas es tindrà en compte el pes dels panells i de tota l'estructura de subjecció que és igual per totes les cobertes:

Panells FV + estructura = 8.521,97 kg

q_{d1} (Panells FV + estructura) = 137,5 N/m²

2.3.2. ACCIONS VARIABLES

2.3.2.1. NEU

Els esforços provocats per la neu no es consideren, doncs ja es va tenir en consideració en el disseny de l'edifici.

2.3.2.2. ACCIÓ DEL VENT

El vent provoca uns esforços sobre les plaques fotovoltaïques, i aquestes els transmet a l'estructura de la nau a través de l'estructura de suport. Aquestes accions les anomenarem 'Vent FV' (pressió o succió)

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

On: q_b : Pressió dinàmica del vent. $q_b = 0,5 \times \delta \times v_b^2$

on: δ : densitat de l'aire = 1,25 kg/m³

v_b : velocitat del vent. Segons el mapa D.1 del DB-SE-AE

C_e : Coeficient d'exposició, és variable amb l'alçada del punt considerat, en funció de l'entorn del terreny.

C_p : el coeficient eòlic o de pressió, depenent de la forma i orientació de la superfície respecte al vent, el valor positiu indica pressió, i el negatiu succió.

En aquest cas, segons la taula D.6 de l'annex D del DB-SE-AE, els valors de C_p per al cas de cobertes a dos aigües, amb inclinacions entre 5º i 15º i amb més de 10 m² de superfície tenen valors negatius en les àrees d'influència on es situaran els panells, de manera que l'acció resultant del vent sobre els panells serà de succió i per tant no suposarà una càrrega variable addicional sobre la coberta. L'acció del vent amb característiques de succió opera habitualment del costat de la seguretat, i es pot menysprear

2.3.3. RESUM D'ACCIONS A CONSIDERAR

Component Vertical Pes Propi (PPz): $PPz = \text{Panells FV} + \text{estructura} = 137,5 \text{ N/m}^2$

Component Vertical Neu (NPz): $NPz = 0$

Component Vertical Vent a Pressió (VPz): $VPz = 0$

2.3.4. DISTRIBUCIÓ DE CÀRREGUES SOBRE LA COBERTA

Els esforços provocats pel pes propi dels panells fotovoltaïcs i la seva estructura de suport, es repartiran uniformament per l'àrea d'influència de la coberta.

2.4. COMBINACIÓ D'ACCIONS

Segons capítols 4.2.2 i 4.2.3 DB-SE-4 del CTE.

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} \cdot G_{kj} + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \cdot \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$$

	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas (Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría E)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría G)	(i)		
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría H)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes ≤ 1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones

Tipo de verificación ⁽¹⁾	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
Estabilidad		desestabilizadora	estabilizadora
	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

Les hipòtesis de càlcul en el cas més desfavorable seran:

Zona 1:

$$\text{COMB1} = 1,35 \times \text{PPz} + 1,50 \times \text{NPz} = 1,35 \times 137,5 + 1,50 \times 0 = 185,6 \text{ N/m}^2$$

$$\text{COMB2} = 1,35 \times \text{PPz} + 1,50 \times \text{VPz} = 1,35 \times 137,5 + 1,50 \times 0 = 185,6 \text{ N/m}^2$$

3. COMPROVACIONS

S'ha realitzat una inspecció visual general dels elements de l'estructura per tal de verificar l'estat de conservació i servei de la mateixa. També s'han determinat els esforços màxims i desplaçaments que actuen sobre l'estructura. En base de tot l'exposat, es considera:

3.1. FONAMENTS

Les fonamentacions existents es consideren suficients per suportar les càrregues previstes, doncs no s'ha superat les càrregues màximes admissibles de l'estructura.

3.2. PÒRTICS

Els pòrtics estan dissenyats per suportar els esforços màxims de les corretges. Donat que les càrregues provocades per la instal·lació fotovoltaica no supera l'estat límit de ruptura ni de servei de les corretges, es pot afirmar que els pòrtics suporten perfectament aquests esforços.

3.3. ESTRUCTURA DE COBERTA

Aparentment, les corretges presenten bon estat i sense fletxes importants, el que fa pensar que no han estat sotmeses a càrregues superiors del seu estat límit de servei.

Les càrregues calculades son inferiors als 1000 N/m² de sobrecàrrega d'ús de la coberta, per tant els esforços provocats per la instal·lació fotovoltaica no superen la sobrecàrrega d'ús amb que va ser projectada l'estructura.

4. CONCLUSIONS

Segons els càlculs realitzats en aquesta memòria, es COMPLEIX EL CODI TÈCNIC DE L'EDIFICACIÓ, per tant, es considera que llevat de vicis ocults, l'estructura és APTA per tal de suportar les càrregues derivades de la instal·lació solar fotovoltaica.

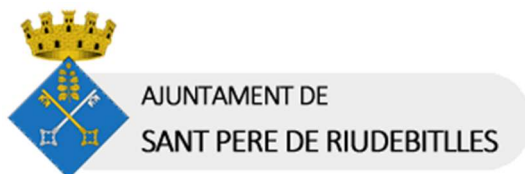
Sant Pere de Riudebitlles, juny de 2024

L'Enginyer Tècnic Industrial

Roberto Blesa Sabater, col·legiat núm. 20.593 del CETIB

ANNEX IV. ESTUDI DE GESTIÓ DE RESIDUS DE LA CONSTRUCCIÓ I DEMOLICIÓ

INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA PER AUTOCONSUM COL·LECTIU 100 kW SOBRE LA COBERTA DE L'ESCOLA PUBLICA SANT JERONI



Plaça de les Eres, 1, 08776 Sant Pere de Riudebitlles, (Barcelona)



Sant Pere de Riudebitlles, juny de 2024

Av. de l'Estatut, 130, 08191 Rubí (Barcelona) · 931 937 390 · suma@epi.coop · www.epi.coop

ÍNDEX

1.	INTRODUCCIÓ.....	1
1.1.	CONTINGUT DEL DOCUMENT.....	1
1.2.	AGENTS INTERVINENTS	1
1.2.1.	PRODUCTOR DE RESIDUS	1
1.2.2.	POSSEÏDOR DE RESIDUS.....	2
1.2.3.	GESTOR DE RESIDUS	2
1.3.	OBLIGACIONS.....	2
1.3.1.	PRODUCTOR DE RESIDUS	2
1.3.2.	POSSEÏDOR DE RESIDUS.....	3
1.3.3.	GESTOR DE RESIDUS	4
2.	NORMATIVA I LEGISLACIÓ APLICABLE.....	6
3.	DESCRIPCIÓ DE L'OBRA.....	7
4.	IDENTIFICACIÓ I ESTIMACIÓ DE LES QUANTITATS A GENERAR DE CADA RESIDU I TRACTAMENT AI QUAL SERÁN SOTMESOS	8
5.	MESURES DE PLANIFICACIÓ, OPTIMITZACIÓ I PREVENCIÓ	14
5.1.	PREVENCIÓ EN L'ADQUISICIÓ DE MATERIALS.....	14
5.2.	PREVENCIÓ EN LA POSADA EN OBRA.....	14
5.3.	PREVENCIÓ EN L'EMMAGATZEMATGE EN OBRA.....	15
5.4.	RESTRICCIONS DELS PLÀSTICS D'UN SOL ÚS.....	15
6.	OPERACIONS DE REUTILITZACIÓ, VALORITZACIÓ O ELIMINACIÓ A QUÈ ES DESTINARAN ELS RESIDUS DE CONSTRUCCIÓ I DEMOLICIÓ.....	16
7.	GESTIÓ DE RESIDUS PERILLOSOS.....	17
7.1.	SEGREGACIÓ I ENVASAMENT	17
7.2.	ETIQUETAT	17
7.3.	REGISTRE.....	18
7.4.	EMMAGATZEMATGE	18
7.5.	LLIURAMENT A GESTOR AUTORITZAT	18
7.6.	OBLIGACIONS DOCUMENTALS	19
8.	ACCIONS DE FORMACIÓ I DE COMUNICACIÓ AI PERSONAL I EMPRESES QUE INTERVENEN EN L'OBRA	20
9.	PRESCRIPCIONS TÈCNIQUES	21
9.1.	CONDICIONS D'APROVISIONAMENT I EMMAGATZEMATGE DE PRODUCTES I MATERIALS DE CONSTRUCCIÓ	21
9.1.1.	PRESCRIPCIONS TÈCNIQUES PER A LA COMPRA I APROVISIONAMENT DE LES MATÈRIES PRIMERES	21

9.1.2.	PRESCRIPCIONS TÈCNIQUES PER A L'EMMAGATZEMATGE DE LES MATÈRIES PRIMERES	21
9.2.	PRESCRIPCIONS TÈCNIQUES RELATIVES A LA MANIPULACIÓ DE RESIDUS	22
9.2.1.	PRESCRIPCIONS TÈCNIQUES RELATIVES A LA POSSESSIÓ DE RESIDUS NO PERILLOSOS	22
9.2.2.	PRESCRIPCIONS TÈCNIQUES PER A LA GESTIÓ DE RESIDUS PERILLOSOS.....	22
9.2.3.	MESURES A APLICAR EN LA GESTIÓ DEL DESTÍ FINAL DELS RESIDUS.....	22
10.	MESURES ADOPTADES PER A LA SUPERVISIÓ I SEGUIMENT DE LA GESTIÓ EN OBRA DELS RCD.....	23
11.	FITXA D'ESTIMACIÓ DELS RCD GENERATS I COST PREVIST DE GESTIÓ	24

1. INTRODUCCIÓ

1.1. CONTINGUT DEL DOCUMENT

En compliment del Reial Decret 105/2008, d'1 de febrer, pel qual es regula la producció i gestió dels residus de construcció i demolició (RCD), conforme al que es disposa en l'article 4 'Obligacions del productor de residus de construcció i demolició, el present estudi desenvolupa els punts següents:

- Agents intervinents en la Gestió de RCD.
- Normativa i legislació aplicable.
- Identificació dels residus de construcció i demolició generats en l'obra.
- Estimació de la quantitat generada en volum i pes.
- Mesures per a la prevenció dels residus en l'obra.
- Operacions de reutilització, valorització o eliminació a què es destinaran els residus.
- Mesures per a la separació dels residus en obra.
- Prescripcions en relació amb l'emmagatzematge, maneig, separació i altres operacions de gestió dels residus.
- Valoració del cost previst de la gestió de RCD.

1.2. AGENTS INTERVINENTS

El present estudi correspon al PROJECTE D'INSTAL·LACIÓ SOLAR FOTOVOLTAICA PER AUTOCONSUM COL·LECTIU DE 100 kW SOBRE LES COBERTES DE L'ESCOLA PÚBLICA SANT JERONI, emplaçat a Passeig de Sant Jeroni, s/n, 08776 Sant Pere de Riudebitlles, (Barcelona).

S'ha estimat en el pressupost del projecte, un Pressupost d'Execució Material de 119.814,70 €, en el qual es troba inclosa la part proporcional de gestió dels RCDs generats.

Els agents principals que intervenen en l'execució de l'obra són els que s'indiquen a continuació.

1.2.1. PRODUCTOR DE RESIDUS

Segons l'Art. 2 'Definicions' del RD 105/2008, es considera productor de residus de construcció i demolició a:

- 1) La persona física o jurídica titular de la llicència urbanística en una obra de construcció o demolició; en aquelles obres que no precisin de llicència urbanística, tindrà la consideració de productor del residu la persona física o jurídica titular del bé immoble objecte d'una obra de construcció o demolició.
- 2) La persona física o jurídica que efectui operacions de tractament, de mescla o d'un altre tipus, que ocasionin un canvi de naturalesa o de composició dels residus.
- 3) L'importador o adquirent en qualsevol Estat membre de la Unió Europea de residus de construcció i demolició.

En aquest cas, s'identifica com a productor de residus al promotor del projecte:

RAÓ SOCIAL: Ajuntament de Sant Pere de Riudebitlles

CIF: P0823200A

ADREÇA: Plaça de les Eres, 1, 08776 Sant Pere de Riudebitlles, (Barcelona)

1.2.2. POSSEÏDOR DE RESIDUS

Segons l'Art. 2 del RD 105/2008, es considera posseïdor de residus de construcció i demolició a la persona física o jurídica que tingui en el seu poder els residus de construcció i demolició i que no ostenti la condició de gestor de residus. En tot cas, tindrà la consideració de posseïdor la persona física o jurídica que executi l'obra de construcció o demolició, com ara el constructor, els subcontractistes o els treballadors autònoms. En tot cas, no tindran la consideració de posseïdor de residus de construcció i demolició els treballadors per compte d'altri.

En el nostre cas, encara no s'ha designat per part del promotor a la persona física o jurídica que executarà l'obra objecte del projecte, per la qual cosa en aquesta fase del mateix no es pot identificar al posseïdor de residus.

1.2.3. GESTOR DE RESIDUS

Segons l'Art. 2 'Definicions' de la Llei 7/2022, de 8 de abril, de residus i sòls contaminats, es considera gestor de residus a la persona o entitat, pública o privada, registrada mitjançant autorització o comunicació que realitzi qualsevol de les operacions que componen la gestió dels residus, sigui o no el productor d'aquests.

Per gestió de residus, segons l'indicat en el mateix article de la llei, s'entén la recollida, el transport, la valorització i l'eliminació dels residus, inclosa la classificació i altres operacions prèvies, inclosa la vigilància d'aquestes operacions, així com el manteniment posterior al tancament dels abocadors, incloses les actuacions realitzades en qualitat de negociant o agent.

En aplicació de l'Art. 20 de la Llei 7/2022, el gestor de residus serà designat pel productor o un altre posseïdor inicial d'aquests, abans del inici de l'obra.

1.3. OBLIGACIONS

1.3.1. PRODUCTOR DE RESIDUS

Ha d'incloure en el projecte d'execució de l'obra un estudi de gestió de residus de construcció i demolició, que contindrà com a mínim:

- 1) Una estimació de la quantitat, expressada en tones i en metres cúbics, dels residus de construcció i demolició que es generaran en l'obra.
- 2) Les mesures per a la planificació i optimització de la gestió dels residus generats en l'obra objecte del projecte.

- 3) Les operacions de reutilització, valorització o eliminació a què es destinaran els residus que es generaran en l'obra.
- 4) Les mesures per a la separació dels residus en obra, en particular, per al compliment per part del posseïdor dels residus, de l'obligació establerta en l'apartat 5 de l'article 5 del RD 105/2008.
- 5) Els plànols de les instal·lacions previstes per a l'emmagatzematge, maneig, separació i, en el seu cas, altres operacions de gestió dels residus de construcció i demolició dins de l'obra. Posteriorment, aquests plans podran ser objecte d'adaptació a les característiques particulars de l'obra i els seus sistemes d'execució, previ acord de la direcció facultativa de l'obra.
- 6) Les prescripcions del plec de prescripcions tècniques particulars del projecte, en relació amb l'emmagatzematge, maneig, separació i, en el seu cas, altres operacions de gestió dels residus de construcció i demolició dins de l'obra.
- 7) Una valoració del cost previst de la gestió dels residus de construcció i demolició, que formarà part del pressupost del projecte.

Està obligat a disposar de la documentació que acrediti que els residus de construcció i demolició realment produïts en les seves obres han estat gestionats, en el seu cas, en obra o lliurats a una instal·lació de valorització o d'eliminació per al seu tractament per gestor de residus autoritzat, en els termes recollits en el RD 105/2008 i, en particular, en el present estudi o en les seves modificacions. La documentació corresponent a cada any natural haurà de mantenir-se durant els cinc anys següents.

En obres de demolició, rehabilitació, reparació o reforma, haurà de preparar un inventari dels residus perillosos que es generaran, que haurà d'incloure's en l'estudi de gestió de RCD, així com preveure la seva retirada selectiva, amb la finalitat d'evitar la mescla entre ells o amb altres residus no perillosos, i assegurar el seu enviament a gestors autoritzats de residus perillosos.

En els casos d'obres sotmeses a llicència urbanística, el posseïdor de residus, queda obligat a constituir una fiança o garantia financera equivalent que assegurï el compliment dels requisits establerts en aquesta llicència en relació amb els residus de construcció i demolició de l'obra, en els termes previstos en la legislació de les comunitats autònomes corresponents.

1.3.2. POSSEÏDOR DE RESIDUS

La persona física o jurídica que executi l'obra, a més de les prescripcions previstes en la normativa aplicable, està obligat a presentar a la propietat de la mateixa un pla que reflecteixi com durà a terme les obligacions que li incumbeixin en relació als residus de construcció i demolició que es vagin a produir en l'obra, en particular les recollides en els articles 4.1 i 5 del RD 105/2008 i les contingudes en el present estudi.

El pla presentat i acceptat per la propietat, una vegada aprovat per la direcció facultativa, passarà a formar part dels documents contractuals de l'obra.

El posseïdor de residus de construcció i demolició, quan no procedeixi a gestionar-los per si mateix, i sense perjudici dels requeriments del projecte aprovat, estarà obligat a lliurar-los a un gestor de residus o a participar en un acord voluntari o conveni de col·laboració per a la seva gestió. Els residus de construcció i demolició es destinaran preferentment, i per aquest ordre, a operacions de reutilització, reciclatge o a altres formes de valorització.

El lliurament dels residus de construcció i demolició a un gestor per part del posseïdor haurà de constar en document fefaent, en el qual figuri, almenys, la identificació del posseïdor i del productor, l'obra de procedència i, en el seu cas, el número de llicència de l'obra, la quantitat expressada en tones o en metres cúbics, o en totes dues unitats quan sigui possible, el tipus de residus lliurats, codificats conformement a la llista europea de residus, o norma que la substitueixi, i la identificació del gestor de les operacions de destí.

Quan el gestor al qual el posseïdor lliuri els residus de construcció i demolició efectuï únicament operacions de recollida, emmagatzematge, transferència o transport, en el document de lliurament haurà de figurar també el gestor de valorització o d'eliminació ulterior al qual es destinaran els residus.

En tot cas, la responsabilitat administrativa en relació amb la cessió dels residus de construcció i demolició per part dels posseïdors als gestors es regirà pel que s'estableix en la legislació vigent en matèria de residus.

Mentre es trobin en el seu poder, el posseïdor dels residus estarà obligat a mantenir-los en condicions adequades d'higiene i seguretat, així com a evitar la mescla de fraccions ja seleccionades que impedeixi o dificulti la seva posterior valorització o eliminació.

La separació en fraccions es durà a terme preferentment pel posseïdor dels residus dins de l'obra en què es produeixin.

Quan per falta d'espai físic en l'obra no resulti tècnicament viable efectuar aquesta separació en origen, el posseïdor podrà encomanar la separació de fraccions a un gestor de residus en una instal·lació de tractament de residus de construcció i demolició externa a l'obra. En aquest últim cas, el posseïdor haurà d'obtenir del gestor de la instal·lació documentació acreditativa que aquest ha complert, en el seu nom, l'obligació recollida en el present apartat.

L'òrgan competent en matèria mediambiental de la comunitat autònoma on se situï l'obra, de manera excepcional, i sempre que la separació dels residus no hagi estat especificada i pressupostada en el projecte d'obra, podrà eximir al posseïdor dels residus de construcció i demolició de l'obligació de separació d'alguna o de totes les anteriors fraccions.

El posseïdor dels residus de construcció i demolició estarà obligat a sufragar els corresponents costos de gestió i a lliurar al productor els certificats i la documentació acreditativa de la gestió dels residus, així com a mantenir la documentació corresponent a cada any natural durant els cinc anys següents.

1.3.3. GESTOR DE RESIDUS

A més de les recollides en la legislació específica sobre residus, el gestor de residus de construcció i demolició complirà amb les següents obligacions:

- 1) En el supòsit d'activitats de gestió sotmeses a autorització per la legislació de residus, portar un registre en el qual, com a mínim, figuri la quantitat de residus gestionats, expressada en tones i en metres cúbics, el tipus de residus, codificats conformement a la llista europea de residus, o norma que la substitueixi, la identificació del productor, del posseïdor i de l'obra d'on procedeixen, o del gestor, quan procedixin d'una altra operació anterior de gestió, el mètode de gestió aplicat, així com les quantitats, en tones i en metres cúbics, i destins dels productes i residus resultants de l'activitat.

- 2) Posar a la disposició de les administracions públiques competents, a petició d'aquestes, la informació continguda en el registre esmentat en el punt anterior. La informació referida a cada any natural haurà de mantenir-se durant els cinc anys següents.
- 3) Estendre al posseïdor o al gestor que li lliuri residus de construcció i demolició, en els termes recollits en aquest reial decret, els certificats acreditatius de la gestió dels residus rebuts, especificant el productor i, en el seu cas, el número de llicència de l'obra de procedència. Quan es tracti d'un gestor que dugui a terme una operació exclusivament de recollida, emmagatzematge, transferència o transport, deurà a més transmetre al posseïdor o al gestor que li va lliurar els residus, els certificats de l'operació de valorització o d'eliminació subsegüent a què van ser destinats els residus.
- 4) En el cas que manqui d'autorització per a gestionar residus peril·losos, haurà de disposar d'un procediment d'admissió de residus en la instal·lació que assegurí que, prèviament al procés de tractament, es detectaran i se separaran, emmagatzemaran adequadament i derivaran a gestors autoritzats de residus peril·losos aquells que tinguin aquest caràcter i puguin arribar a la instal·lació barrejats amb residus no peril·losos de construcció i demolició. Aquesta obligació s'entendrà sense perjudici de les responsabilitats en què pugui incórrer el productor, el posseïdor o, en el seu cas, el gestor precedent que hagi enviat aquests residus a la instal·lació.

2. NORMATIVA I LEGISLACIÓ APLICABLE

Amb el present estudi es dóna compliment als requisits establerts en la normativa vigent i, en particular les següents normes ordenades segons el seu rang:

ESTATAL

- Llei 7/2022, de 8 d'abril, de residus i sòls contaminats per una economia circular.
- Reial decret 105/2008, d'1 de febrer, pel qual es regula la producció i gestió dels residus de construcció i demolició.
- Reial decret 210/2018, de 6 d'abril, pel qual s'aprova el Programa de Prevenció i Gestió de Residus i Recursos de Catalunya (PRECAT20).

AUTOMÓMICA

- Decret 89/2010, de 29 de juny, pel qual s'aprova el Programa de gestió de residus de la construcció de Catalunya (PROGROC), es regula la producció i gestió dels residus de la construcció i demolició, i el cànon sobre la deposició controlada dels residus de la construcció (en tot allò que no hagi sigut derogat per la disposició derogatòria única del RD 210/2018).

3. DESCRIPCIÓ DE L'OBRA

L'obra consisteix en la instal·lació d'un generador fotovoltaic de potència nominal de 100.000 W i 128.000 W pic repartits a la coberta d'un edifici existent, interconnectat a la xarxa de distribució elèctrica de baixa tensió, amb la finalitat d'autoconsumir l'electricitat generada, així com d'injectar l'electricitat excedentària a la xarxa de distribució.

Per la naturalesa de la instal·lació les obres seran de poca importància, limitant-se a treballs d'instal·lació d'equips i materials i sense execució en obra d'elements constructius exeptuant la rasa des del Pavelló fins on es troba l'armari de la Caixa de Protecció i Mesura de consum existent i la base de l'armari per ubicar la Caixa de Protecció i Mesura de generació.

4. IDENTIFICACIÓ I ESTIMACIÓ DE LES QUANTITATS A GENERAR DE CADA RESIDU I TRACTAMENT AL QUAL SERÁN SOTMESOS

Es defineix com a Residu de construcció i demolició: qualsevol substància o objecte que, complint la definició de “Residu” inclosa en l'article 3 de la Llei 07/2022, de 8 de abril es generi en una obra de construcció o demolició.

Els residus de construcció i demolició es recullen a l'art. 30 de la Llei 7/2022, de 8 d'abril, assenyalant que sense perjudici de la normativa específica per a determinats residus, a les obres de demolició, s'hauran de retirar, prohibint la barreja amb altres residus, i manipular de manera segura les substàncies perilloses, en particular, l'amiant.

A partir de l'1 de juliol de 2022, els residus de la construcció i demolició no perillosos hauran de ser classificats en, almenys, les fraccions següents: fusta, fraccions de minerals (formigó, maons, rajoles, ceràmica i pedra), metalls, vidre, plàstic i guix. Així mateix, es classificaran aquells elements susceptibles de ser reutilitzats com ara teules, sanitaris o elements estructurals. Aquesta classificació es realitzarà de forma preferent al lloc de generació dels residus i sense perjudici de la resta de residus que ja tenen establerta una recollida separada obligatòria.

La demolició es durà a terme preferiblement de forma selectiva, i amb caràcter obligatori a partir de l'1 de gener de 2024, garantint la retirada de, almenys, les fraccions de materials indicades a l'apartat anterior, amb l'estudi previ que identifiqui les quantitats que es preveu generar de cada fracció, quan no hi hagi obligació de disposar d'un estudi de gestió de residus, preveure el tractament segons la jerarquia establerta a l'article 8 de la Llei 7/2022, de 8 d'abril.

També s'haurà de consignar, quan correspongui, la destinació, la freqüència de recollida, el mitjà de transport i el mètode de tractament.

La identificació dels residus que es poden generar durant les obres s'ha realitzat en base al Catàleg Europeu de Residus (CER), aprovat per la Decisió 2014/955/UE de la Comissió, de 18 de desembre de 2014, per la qual es modifica la Decisió 2000/532/CE, sobre la llista de residus, de conformitat amb la Directiva 2008/98/CE del Parlament Europeu i del Consell, conforme a la normativa específica de residus que s'aprovi, per incloure nous codis o desagregar els anteriors, quan sigui necessari per la seva peculiar composició o perillositat. Els residus generats durant l'obra corresponen als residus amb codi 17, Residus de construcció i demolició, i es defineixen com qualsevol substància o objecte que, complint la definició de “Residu” es generi en una obra de construcció o demolició. També són d'aplicació els residus corresponents al codi 20, Residus Municipals (Residus domèstics i residus assimilables procedents dels comerços, indústries i institucions), incloses les fraccions recollides de manera selectiva.

17 RESIDUS DE LA CONSTRUCCIÓ I DEMOLICIÓ (inclosa la terra excavada de zones contaminades)					
Codi	Descripció	Classe	Prioritat	Vies	Subvies
1701	Formigó, maons, teules i materials ceràmics				
170101	Formigó	NP	1	R05	R0504 R0505
			2	D05	D0501 D0502
170102	Maons	NP	1	R05	R0505
			2	D05	D0501 D0502
170103	Teules i materials ceràmics	NP	1	R05	R0504 R0505
			2	D05	D0501 D0502
170106	Mescles, o fraccions separades, de formigó, maons, teules i materials ceràmics que contenen substàncies perilloses	P	1	D09	D0902 D0906
			2	D05	D0503
170107	Mescles de formigó, maons, teules i materials ceràmics, diferents de les especificades en el codi 170106	NP	1	R05	R0504
			2	D05	D0501 D0502
1702	Fusta, vidre i plàstic				
170201	Fusta	NP	1	R03	R0306 R0314
			2	R01	R0101 R0102 R0103
			3	D08	D0801
			4	D05	D0502
170202	Vidre	NP	1	R05	R0503 R0504 R0505
			2	D05	D0501
170203	Plàstic	NP	1	R03	R0306
			2	R01	R0101 R0102 R0103
			3	D05	D0502
170204	Vidre, plàstic i fusta que contenen substàncies perilloses o estan contaminats per aquestes	P	1	D09	D0902 D0906
			2	D05	D0503
1703	Mescles bituminoses, quitrà d'hulla i altres productes enquitranats				
170301	Mescles bituminoses que contenen quitrà d'hulla	P	1	R05	R0505
			2	D05	D0503
170302	Mescles bituminoses diferents de les especificades en el codi 170301	NP	1	R05	R0505
			2	D05	D0501 D0502
170303	Quitrà d'hulla i productes enquitranats	P	1	R05	R0505
			2	D05	D0503

17 RESIDUS DE LA CONSTRUCCIÓ I DEMOLICIÓ (inclosa la terra excavada de zones contaminades)					
Codi	Descripció	Classe	Prioritat	Vies	Subvies
1704	Metalls (inclosos els seus aliatges)				
170401	Coure, bronze, llautó	NP	1	R04	R0401 R0406
170402	Alumini	NP	1	R04	R0401 R0406
170403	Plom	NP	1	R04	R0401 R0406
170404	Zinc	NP	1	R04	R0401 R0406
170405	Ferro i acer	NP	1	R04	R0401 R0406
170406	Estany	NP	1	R04	R0401 R0406
170407	Metalls mesclats	NP	1	R04	R0401 R0406
170409	Residus metàl·lics contaminats amb substàncies perilloses	P	1	R04	R0401
			2	D05	D0503
170410	Cables que contenen hidrocarburs, quitrà d'hulla i altres substàncies perilloses	P	1	R12	R1203 R1206
			2	R04	R0401 R0406
170411	Cables diferents dels especificats en el codi 170410	NP	1	R12	R1203 R1206
			2	R04	R0401 R0406
1705	Terra (inclosa l'excavada de zones contaminades), pedres i llots de drenatge				
170503	Terra i pedres que contenen substàncies perilloses	P	1	D09	D0902 D0906 D0907
			2	D05	D0503
170504	Terra i pedres diferents de les especificades en el codi 170503	NP	1	R05	R0502 R0504 R0505 R0507
			2	D09	D0901 D0902 D0906 D0907
			3	D05	D0501 D0502
170505	Llots de drenatge que contenen substàncies perilloses	P	1	D09	D0902 D0905 D0907 D0908
			2	D05	D0503
170506	Llots de drenatge diferents dels especificats en el codi 170505	NP	1	R05	R0505
			2	D08	D0801 D0802
			2	D09	D0902 D0905 D0907 D0908
			3	D05	D0501 D0502
170507	Balast de vies fèrries que conté substàncies perilloses	P	1	D05	D0503
170508	Balast de vies fèrries diferent de l'especificat en el codi 170507	NP	1	R05	R0505
			2	D05	D0501 D0502

17 RESIDUS DE LA CONSTRUCCIÓ I DEMOLICIÓ (inclosa la terra excavada de zones contaminades)						
Codi	Descripció	Classe	Prioritat	Vies	Subvies	
1706	Materials d'aïllament i materials de construcció que contenen amiant					
170601	Materials d'aïllament que contenen amiant	P	1	D05	D0503	
170603	Altres materials d'aïllament que consisteixen en substàncies perilloses o contenen dites substàncies	P	1	D09	D0902	
			2	D05	D0503	
170604	Materials d'aïllament diferents dels especificats en els codis 170601 i 170603	NP	1	R05	R0504 R0505	
			2	D05	D0502	
170605	Materials de construcció que contenen amiant	P	1	D05	D0503	
1708	Materials de construcció a base de guix					
170801	Materials de construcció a base de guix contaminats amb substàncies perilloses	P	1	D05	D0503	
170802	Materials de construcció a base de guix diferents dels especificats en el codi 170801	NP	1	R05	R0505	
			2	D05	D0502	
1709	Altres residus de construcció i demolició					
170901	Residus de construcció i demolició que contenen mercuri	P	1	D09	D0902	
			2	D05	D0503	
			2	D12	D1201	
170902	Residus de construcció i demolició que contenen PCB (per exemple, segellants que contenen PCB, revestiments de sòl a base de resines que contenen PCB, envidraments dobles que contenen PCB, condensadors que contenen PCB)	P	1	R01	R0101 R0102 R0103	
			2	D10	D1001	
170903	Altres residus de construcció i demolició (inclosos els residus mesclats) que contenen substàncies perilloses	P	1	D09	D0902	
			2	D05	D0503	
170904	Residus mesclats de construcció i demolició diferents dels especificats en els codis 170901, 170902 i 170903	NP	1	R05	R0505	
			2	D09	D0902	
			3	D05	D0501 D0502	

15 RESIDUS D'ENVASOS; ABSORBENTS, DRAPS DE NETEJA, MATERIALS DE FILTRACIÓ I ROBA DE PROTECCIÓ NO ESPECIFICATS EN CAP ALTRA CATEGORIA					
Codi	Descripció	Classe	Prioritat	Vies	Subvies
1501	Envasos (inclosos els residus d'envasos de la recollida selectiva municipal)				
150101	Envasos de paper i cartró	NP	1	R03	R0305 R0306 R0314
			2	R01	R0101 R0102 R0103
150102	Envasos de plàstic	NP	1	R03	R0306 R0314
			2	R01	R0101 R0102 R0103
150103	Envasos de fusta	NP	1	R03	R0306 R0314
			2	R01	R0101 R0102 R0103
			3	D05	D0502
150104	Envasos metàl·lics	NP	1	R04	R0401 R0406 R0414
150105	Envasos compostos	NP	1	R03	R0305 R0306 R0314
			1	R04	R0406 R0414
			2	R01	R0101 R0102 R0103
150106	Envasos mesclats	NP	1	R03	R0305 R0306 R0314
			1	R04	R0406 R0414
			2	R01	R0101 R0102 R0103
			3	D10	D1001
			4	D05	D0502
150107	Envasos de vidre	NP	1	R05	R0503 R0504 R0505 R0514
150109	Envasos tèxtils	NP	1	R12	R1212
			2	R03	R0306 R0314
			3	R01	R0101 R0102 R0103
			4	D10	D1001
			5	D05	D0502
150110	Envasos que contenen restes de substàncies perilloses o estan contaminats per aquestes	P	1	R03	R0306 R0314
			1	R04	R0401 R0414
			1	R05	R0503 R0514
			2	R01	R0101 R0102 R0103
			3	D09	D0902
			4	D10	D1001
			5	D05	D0503

S'ha estimat la quantitat de residus generats en l'obra, a partir dels mesuraments del projecte, en funció del pes de materials integrants en els rendiments dels corresponents preus descomposts de cada unitat d'obra, determinant el pes de les restes de materials sobrants (minvaments, trencaments, despuntis, etc) i de l'embalatge dels productes subministrats.

A partir del pes del residu, s'ha estimat el seu volum mitjançant una densitat aparent definida pel quocient entre el pes del residu i el volum que ocupa una vegada dipositat en el contenidor corresponent.

5. MESURES DE PLANIFICACIÓ, OPTIMITZACIÓ I PREVENCIÓ

En la fase de projecte s'han tingut en compte les diferents alternatives compositives, constructives i de disseny, optant per aquelles que generen el menor volum de residus en la fase de construcció i d'explotació, facilitant, a més, el desmantellament de l'obra al final de la seva vida útil amb el menor impacte ambiental.

Amb la finalitat de generar menys residus en la fase d'execució, el constructor assumirà la responsabilitat d'organitzar i planificar l'obra, quant a la mena de subministrament, apilament de materials i procés d'execució.

Com a criteri general, s'adoptaran les següents mesures per a la planificació i optimització de la gestió dels residus generats durant l'execució de l'obra:

- El subministrament dels elements metàl·lics i els seus aliatges, es realitzarà amb les quantitats mínimes i estrictament necessàries per a l'execució de la fase de l'obra corresponent, evitant-se qualsevol treball dins de l'obra, a excepció del muntatge dels corresponents kits prefabricats.
- Se sol·licitarà de manera expressa als proveïdors que el subministrament en obra es realitzi amb la menor quantitat d'embalatge possible, renunciant als aspectes publicitaris, decoratius i superflus.

En el cas que s'adoptin altres mesures alternatives o complementàries per a la planificació i optimització de la gestió dels residus de l'obra, se li comunicarà de manera fefaent a la direcció facultativa perquè en prengueu coneixement i aprovació. Aquestes mesures no suposaran cap menyscapte de la qualitat de l'obra, ni interferiran en el procés d'execució d'aquesta.

5.1. PREVENCIÓ EN L'ADQUISICIÓ DE MATERIALS

- Es requerirà a les empreses subministradores al fet que redueixin al màxim la quantitat i volum d'embalatges prioritzant aquells que minimitzen els mateixos.
- Es prioritzarà l'adquisició de productes "a granel" amb la finalitat de limitar l'aparició de residus d'envasos en obra.
- Aquells envasos o suports de materials que puguin ser reutilitzats com els palets, s'evitarà la seva deterioració i es retornaran al proveïdor.

5.2. PREVENCIÓ EN LA POSADA EN OBRA

- Es buidaran per complet els recipients que continguin els productes abans de la seva neteja o eliminació, especialment si es tracta de residus peril·losos.
- S'esgotarà la vida útil dels mitjans auxiliars propiciant la seva reutilització en el major nombre d'obres per al que s'extremaran les mesures de manteniment.
- Tot el personal involucrat en l'obra disposarà dels coneixements mínims de prevenció de residus i correcta gestió d'ells.

5.3. PREVENCIÓ EN L'EMMAGATZEMATGE EN OBRA

- Es realitzarà un emmagatzematge correcte de tots els apilaments evitant que es produeixin vessaments, mescles entre materials, exposició a inclemències meteorològiques, trencaments d'envasos o materials, etc.
- S'extremaran les mesures per a evitar que s'arribi a la caducitat dels productes sense esgotar el seu consum.
- Els responsables de l'apilament de materials en obra coneixeran les condicions d'emmagatzematge, caducitat i conservació especificades pel fabricant o subministrador per a tots els materials que es recepcionin en obra.
- Els residus catalogats com a peril·losos hauran d'emmagatzemar-se en un lloc especial que eviti que es barregin entre si o amb altres residus no peril·losos.
- Prohibició de destrucció o eliminació mitjançant depòsit a l'abocador dels excedents no venuts de determinats productes.

5.4. RESTRICCIONS DELS PLÀSTICS D'UN SOL ÚS

- Reduccions en pes de residus generats: Tots els agents implicats en la comercialització fomentaran l'ús d'alternatives reutilitzables o d'un altre material no plàstic, a partir del 2023, s'haurà de cobrar un preu per cadascun dels productes de plàstic inclosos a la part A de l'annex IV de la Llei 07/2022, de 8 de abril .
- Prohibició de la venda de qualsevol producte de plàstic fabricat amb plàstic oxodegradable i de productes que continguin microesferes de plàstic afegides intencionadament.

6. OPERACIONS DE REUTILITZACIÓ, VALORITZACIÓ O ELIMINACIÓ A QUÈ ES DESTINARAN ELS RESIDUS DE CONSTRUCCIÓ I DEMOLICIÓ

A fi de poder disposar d'un residu de naturalesa inerta (fraccions pètries i ceràmiques), han de separar-se els residus que no tenen aquesta consideració, com ara fustes, plàstics, metalls, vidres, mescles bituminoses, així com els envasos i en general tots els residus que no són admesos en els abocadors d'inerts, d'acord amb les possibilitats de gestió existents en la zona. Especial atenció es prestarà a la separació dels residus que tinguin la consideració de perillosos que seran dipositats en el "Punt Net" habilitat a aquest efecte.

Segons estableix l'article 5.5 del RD 105/2008, els residus de construcció i demolició hauran de separar-se en les següents fraccions quan, de manera individualitzada per a cadascuna d'aquestes fraccions, la quantitat prevista de generació per al total de l'obra superi les següents quantitats:

TIPUS DE RESIDU	QUANTITAT (Tones)
Formigó	80
Maons, teules, ceràmics	40
Metalls	2
Fusta	1
Vidre	1
Plàstics	0,5
Paper i cartró	0,5

En el nostre cas no es superaran aquestes quantitats amb cap dels residus previstos, no sent per tant necessari, però sí altament recomanable, la separació per fraccions en origen.

7. GESTIÓ DE RESIDUS PERILLOSOS

Una adequada gestió dels residus perillosos suposa dur a terme una segregació, envasament, etiquetatge i emmagatzematge correctes dins de les pròpies instal·lacions on es generen.

Posteriorment, una vegada complets els recipients (bidons, etc.) i sempre abans de superar els sis mesos d'emmagatzematge, es lliuraran al gestor autoritzat.

Són obligacions dels productors de residus perillosos:

- No barrejar els residus perillosos.
- Envasar i etiquetar els recipients que continguin residus perillosos.
- Portar un registre propi dels residus perillosos produïts.
- Subministrar a les empreses autoritzades per a dur a terme la gestió de residus, la informació necessària per al seu adequat tractament i eliminació.
- Informar immediatament l'Administració, en cas de qualsevol incident (desaparició, pèrdua o fuga de residus perillosos).

7.1. SEGREGACIÓ I ENVASAMENT

- És obligació del productor de residus perillosos separar adequadament i no barrejar o diluir els residus perillosos entre si, ni amb uns altres que no siguin perillosos.
- S'evitaran particularment aquelles mescles que suposin un augment de la seva perillositat o dificultin la seva gestió. Tot això amb la finalitat de no multiplicar els efectes nocius sobre la salut humana i el medi ambient i reduir el gravamen econòmic que comportaria per al productor.
- Els envasos i els seus tancaments estaran concebuts i realitzats de manera que s'eviti qualsevol pèrdua del seu contingut.
- Estaran construïts amb materials no susceptibles de ser atacats pel contingut, ni de formar amb aquest combinacions perilloses.
- Els recipients i els seus tancaments seran sòlids i resistents per a respondre amb seguretat a les manipulacions necessàries.
- Es mantindran en bones condicions, sense defectes estructurals i sense fugides aparents.
- Els residus s'envasaran evitant les mescles amb altres residus de diferent tipus.
- L'envasament i emmagatzematge dels residus perillosos es realitzarà de manera que eviti la generació de calor, explosions, ignicions, reaccions que comportin la formació de substàncies tòxiques o qualsevol efecte que augmenti la perillositat o dificulti la gestió dels residus.

7.2. ETIQUETAT

- Els recipients que continguin residus perillosos s'etiquetaran de manera clara, llegible i indeleble, amb una etiqueta de grandària mínima 10 x10 cm fermament fixada a l'envàs.
- En aquesta etiqueta ha de figurar:
 - Codi d'identificació dels residus que conté el recipient.
 - Naturalesa dels riscos que presenten els residus (pictogrames).
 - Nom, adreça i telèfon del titular dels residus.

- Data d'envasat.

7.3. REGISTRE

Qui genera residus peril·losos està obligat a portar un registre dels mateixos amb les següents dades:

- Origen dels residus.
- Quantitat, naturalesa i codi d'identificació.
- Data i descripció dels pretractaments realitzats, en el seu cas.
- Data d'inici i finalització de l'emmagatzematge temporal.
- Data de cessió dels mateixos.
- Matrícula del vehicle que ha realitzat la retirada i transport dels residus.
- Codi del gestor autoritzat.

7.4. EMMAGATZEMATGE

El centre de treball disposarà de zones condicionades (PUNTS NETS), senyalitzades i delimitades per a l'emmagatzematge de residus peril·losos, de manera que s'eviti la transmissió de contaminació a altres mitjans:

- Els Punts Nets se situaran en llocs accessibles per a facilitar la posterior retirada dels residus per part del transportista/gestor autoritzat.
- No s'instal·laran sobre el terreny natural, procurant aprofitar superfícies existents pavimentades (aglomerat, formigó, etc.).
- Periòdicament es comprovarà l'estat i situació del Punt Net, quant a:
 - Estat de les Etiquetes d'Identificació. En cas d'estar deteriorades, es procedirà a la seva renovació.
 - Correcta segregació dels residus peril·losos emmagatzemats. En cas de detectés deficiències en la segregació, es procedirà a la seva correcció.

7.5. LLIURAMENT A GESTOR AUTORITZAT

El lliurament dels residus peril·losos ha de realitzar-se sempre a un gestor degudament autoritzat per la Comunitat Autònoma, amb lo que tindrem garantit el compliment de la llei i la protecció del medi ambient.

Com a pas previ, es contactarà amb el gestor per a sol·licitar-li l'acceptació dels residus mitjançant la formalització d'un contracte de tractament d'aquests, document reglamentari establert per l'Art. 3 del Reial decret 533/2020, de 2 de juny, pel qual es regula el trasllat de residus a l'interior del territori de l'Estat.

La retirada dels residus del centre de treball la realitzarà el gestor autoritzat, bé per mitjans propis o per empresa subcontractada per ell, per a l'enviament a les instal·lacions del gestor. En tots dos casos, el transportista haurà d'estar inscrit en el corresponent Registre de la Comunitat Autònoma.

De totes dues autoritzacions (Gestor i Transportista) s'haurà de disposar d'una còpia en el centre de treball.

S'haurà de comprovar que els vehicles que realitzen la retirada dels residus, estan degudament autoritzats i que són els que figuren en l'autorització de Transportista/Gestor emesa per la Conselleria de Medi Ambient

de la Comunitat Autònoma. La matrícula del vehicle que realitzi la retirada dels residus s'inclourà en el registre de residus peril·losos gestionat pel productor.

Només es poden lliurar els residus al Gestor, una vegada que es tingui el contracte de tractament dels mateixos i quan s'hagi notificat prèviament a la Conselleria de Medi Ambient el trasllat (10 dies d'antelació), habitualment aquest últim procés ho realitza el gestor, en el nostre nom.

Documentació relativa a la transferència de titularitat

- La Llei 7/2022 de 8 de abril expressa que, quant a la responsabilitat administrativa i el règim sancionador, els residus tindran sempre un titular responsable, qualitat que correspondrà al productor, posseïdor o gestor d'aquests.
- La transferència de titularitat del productor al gestor ha de quedar documentada, per a això s'utilitzen els "Documents de Control i Seguiment" o els "Justificants de Lliurament" degudament emplenats. Aquests documents s'han de conservar durant almenys cinc anys.
- El lliurament s'anota en el registre corresponent.

7.6. OBLIGACIONS DOCUMENTALS

- Conservar el contracte de tractament de residus, durant almenys cinc anys.
- Conservar els documents d'identificació dels residus lliurats, durant almenys cinc anys.
- Mantenir actualitzat el registre de residus peril·losos.
- S'establirà reglamentàriament l'obligació de disposar de llibres digitals de materials emprats a les noves obres de construcció, de conformitat amb allò que s'estableixi en l'àmbit de la Unió Europea en l'àmbit de l'economia circular.
- L'art. 64 de la Llei 7/2022 imposa l'obligació per a tots els productors inicials que generin més de 10 tones de residus no peril·losos a l'any de crear i mantenir un arxiu electrònic on es recullin, per ordre cronològic, la quantitat, la naturalesa i l'origen del residu generat i la quantitat de productes, materials o substàncies, i residus resultants de la preparació per a la reutilització, el reciclatge, altres operacions de valorització i operacions d'eliminació.

8. ACCIONS DE FORMACIÓ I DE COMUNICACIÓ AI PERSONAL I EMPRESES QUE INTERVENEN EN L'OBRA

S'impartirà la formació suficient perquè el personal conegui la correcta gestió de cadascun dels residus generats en l'obra.

9. PRESCRIPCIONS TÈCNIQUES

En aquest apartat es detallen les prescripcions tècniques que tenen per objecte:

- 1) Reduir (prevenir) els volums de producció de residus de l'obra, seguint els criteris de prioritat establerts anteriorment.
- 2) Establir les condicions de manipulació i emmagatzematge de productes, materials de construcció i residus.

9.1. CONDICIONS D'APROVISIONAMENT I EMMAGATZEMATGE DE PRODUCTES I MATERIALS DE CONSTRUCCIÓ

Per a l'emmagatzematge, tant de les matèries primeres que arriben a l'obra com dels residus que es generen i la seva gestió, es determinen una sèrie de prescripcions tècniques amb l'objectiu de reduir els residus generats o els materials sobrants.

9.1.1. PRESCRIPCIONS TÈCNIQUES PER A LA COMPRA I APROVISIONAMENT DE LES MATÈRIES PRIMERES

- Comprar la mínima quantitat de productes auxiliars (pintures, dissolvents, grasses, etc.) en envasos retornables de major grandària possible.
- Inspeccionar els materials comprats abans de la seva acceptació.
- Comprar els materials i productes auxiliars a partir de criteris ecològics.
- Utilitzar els productes per la seva antiguitat a partir de la data de caducitat.
- Netejar la maquinària i els diferents equips amb productes químics de menor agressivitat ambiental (els envasos de productes químics tòxics cal tractar-los com a residus peril·losos).
- Evitar fugides i vessaments dels productes peril·losos mantenint els envasos correctament tancats i emmagatzemats.
- Adquirir equips nous respectuosos amb el medi ambient.

9.1.2. PRESCRIPCIONS TÈCNIQUES PER A L'EMMAGATZEMATGE DE LES MATÈRIES PRIMERES

- Informar el personal sobre les normes de seguretat existents (o elaborar noves en cas necessari), la peril·lositat, manipulació, transport i correcte emmagatzematge de les substàncies.
- Prevenir les fugides de substàncies peril·loses instal·lant cubetes o safates de retenció amb la finalitat de minimitzar els residus peril·losos.
- Correcte emmagatzematge dels productes (separar els peril·losos de la resta i els líquids combustibles o inflamables en recipients adequats dipositats en recipients o recintes destinats a aquest fi).
- Establir en els llocs de treball, àrees d'emmagatzematge de materials; aquestes zones estaran allunyades d'altres destinades per a l'apilament de residus i allunyades de la circulació.

9.2. PRESCRIPCIONS TÈCNIQUES RELATIVES A LA MANIPULACIÓ DE RESIDUS

Els residus generats seran lliurats a un gestor autoritzat; fins a aquest moment, aquests residus es mantindran en unes condicions adequades quant a seguretat i higiene.

9.2.1. PRESCRIPCIONS TÈCNIQUES RELATIVES A LA POSSESSIÓ DE RESIDUS NO PERILLOsos

- Evitar l'eliminació de residus en cas de poder reutilitzar-los en obra o reciclar-los.
- Aportar la informació requerida per la Conselleria competent.

9.2.2. PRESCRIPCIONS TÈCNIQUES PER A LA GESTIÓ DE RESIDUS PERILLOsos

- Aquests residus es generaran i emmagatzemaran correctament i en cap cas es barrejaran per a no dificultar la seva gestió ni augmentar la perillositat d'aquests.
- Els recipients contenidors dels mateixos s'etiquetaran i envasaran adequadament.
- Es portarà un registre dels residus perilluos produïts i el seu destí.

9.2.3. MESURES A APLICAR EN LA GESTIÓ DEL DESTÍ FINAL DELS RESIDUS

- Amb la finalitat de controlar els moviments dels residus, es portarà un registre dels residus emmagatzemats així com del seu transport, bé mitjançant l'albarà de lliurament a l'abocador o gestor (contindrà el tipus de residu, la quantitat i el destí).
- Comprovació periòdica de la correcta gestió dels residus.

10. MESURES ADOPTADES PER A LA SUPERVISIÓ I SEGUIMENT DE LA GESTIÓ EN OBRA DELS RCD

Entre les mesures que s'adoptaran per a la supervisió i seguiment de la gestió en obra dels RCD, es destaquen:

- L'existència d'una organització en obra que garanteixi la segregació en fraccions dels diferents RCD, emmagatzemats temporalment en l'obra, en òptimes condicions d'ordre i neteja. Per a això es dotarà a l'obra de personal que farà la labor de control, vigilància i separació. Aquestes persones rebran la corresponent informació i formació sobre aquest tema.
- Conscienciació a tot el personal d'obra de les seves obligacions i funcions en la correcta gestió dels RCD.
- Contractació de Gestors i Transportistes autoritzats tenint sempre a la disposició del productor de RCD les evidències documentals.
- Seguiment de les evidències documentals de les entrades dels RCD, en les instal·lacions autoritzades a tal fi. Per a això es verificarà que en els Tiquet d'entrada a planta de tractament figuri:
 - Client.
 - Obra.
 - Data i hora.
 - Codi LER del residu.
 - Quantitat (volum i pes).
 - Nom de la instal·lació.

11. FITXA D'ESTIMACIÓ DELS RCD GENERATS I COST PREVIST DE GESTIÓ

S'inclou a continuació la fitxa corresponent a l'estimació de les quantitats de RCD generades en l'obra objecte d'aquest estudi, així com una valoració del cost previst per a la seva correcta gestió.

Sant Pere de Riudebitlles, juny de 2024

L'Enginyer Tècnic Industrial

Roberto Blesa Sabater, col·legiat núm. 20.593 del CETIB