

INGENIARITZA ZIBILEKO GRADUA
GRADU AMAIERAKO LANA

**IBILGAILU ELEKTRIKOEN KARGARAKO
MARKESINA FOTOVOLTAIKO ISOLATU
BATEN KALKULU ETA DISEINUA GETXON**

5. DOKUMENTUA - ERANSKINAK

Ikaslea: Etxebarria Martin, Unai

Zuzendaria: Larruskain Escobal, Dunix Marene

Ikasturtea: 2019-2020

Data: Bilbon, 2020ko otsailaren 10a

AURKIBIDEA

1. Kalkuluak	4
2. Fitxa teknikoak	183

1. ERANSKINA - KALKULUAK

AURKIBIDEA

1.	Kontsumoa	8
2.	Eguzki-erradiazioa.....	9
2.1	1. Aukera	9
2.2	2. Aukera	10
3.	Instalazioaren kalkulua	12
3.1	1. Aukera	12
3.1.1	Bauer 12 V.....	12
3.1.2	Amerisolar 24 V (280 W).....	14
3.1.3	Amerisolar 24 V (330 W).....	14
3.2	2. Aukera	14
3.2.1	Bauer 12 V.....	14
3.2.2	Amerisolar 24 V (280 W).....	29
3.2.3	Amerisolar 24 V (330 W).....	39
3.3	Laburpena.....	48
3.4	Kableen sekzioa	49
3.4.1	String – 1. Konexio kutxa	52
3.4.2	1.konexio kutxa – karga erreguladorea	53
3.4.3	Karga erreguladorea – 2. Konexio kutxa.....	53
3.4.4	2.konexio kutxa – bateriak.....	54
3.4.5	Bateriak – 3. Konexio kutxa	54
3.4.6	3.konexio kutxa – karga inbertsorea	55
3.4.7	Karga inbertsorea – karga estazioa	55
3.5	Babesak	56

3.5.1	Korrante zuzena	56
3.5.2	Korrante alternoa.....	61
3.6	Lurrera jartzea	63
3.6.1	Elektrodoa.....	63
3.6.2	Korrante zuzena	64
3.6.3	Korrante alternoa.....	65
4.	Markesinaren kalkulua.....	66
4.1	Obraren deskribapena	66
4.2	Materialak	67
4.2.1	Altzairu estrukturala.....	67
4.2.2	Barretako altzairua.....	67
4.2.3	Hormigoi estrukturala	68
4.2.4	Garbiketa hormigoia.....	69
4.3	Akzioak	70
4.3.1	Akzio iraunkorrak	70
4.3.2	Erabilpen gainkarga.....	72
4.3.3	Elurra	72
4.3.4	Haizea	73
4.4	Egitura metalikoa.....	78
4.4.1	Egituren ezaugarriak.....	78
4.4.2	Barrak	79
4.4.3	AEL-ra barren konprobaketa.....	81
4.4.4	Barren arteko loturak	139

4.5	Zimendapena	157
4.5.1	Loturak	157
4.5.2	Zimendapen elementuak	163
5.	Panelen egitura	165
5.1	Materialak	165
5.1.1	SUNFER L120 eskuadra	165
5.1.2	Torlojuak	165
5.2	Akzioak	165
5.2.1	Akzio iraukorrak	167
5.2.2	Erabilpen gainkarga	169
5.2.3	Elurra	169
5.2.4	Haizea	170
5.3	Kalkuluak	174
5.3.1	Egituraren erreakzioak	174
5.3.2	Torlojuak	178

1. Kontsumoa

Gorrondatxe (Getxo, Bizkaia) hondartzako parkingean burutuko den ibilgailu elektrikoen karga instalazioak hiru karga estazio ditu eta instalazio fotovoltaiko hau karga estazio horiek hornitzeko dimentsionatu da. Hiru estazioak korrante altxerik elikatuak daude, eta bakoitzak 3,695 kW-ko potentzia maximoa kontsumitzen du.

Lehendabizi, karga estazioen potentzia maximoa kalkulatu behar da, estazio bakoitzaren potentzia maximoak batuz, kontsumitutako potentzia maximoa dena:

$$P_{\max} = P_{EM} \cdot k_{EM} = 3695 \text{ W} \cdot 3 = 11085 \text{ W} \quad (1)$$

- P_{\max} : Estazioek kontsumitutako potentzia maximoa. (W)
- P_{EM} : Karga geldoko estazio bakoitzak behar duen potentzia maximoa. (3,695 kW)
- k_{EM} : Estazio geldoen kopurua.

Hiru estazioak 10 orduz funtzionamenduan egongo direla jakinik, instalazioaren dimentsionaketarako beharrezkoa den kontsumo energia kalkulatu daiteke:

$$E_k = P_{\max} \cdot t = 11085 \text{ W} \cdot 10 \frac{\text{h}}{\text{egun}} = 110850 \frac{\text{Wh}}{\text{egun}} = 110,85 \frac{\text{kWh}}{\text{egun}} \quad (2)$$

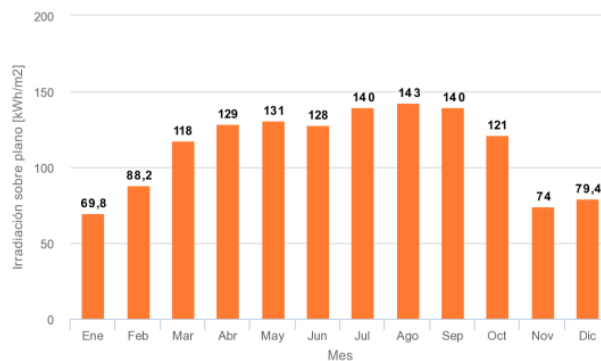
- E_k : Kontsumo energia. (Wh)
- P_{\max} : Estazioek kontsumitutako potentzia maximoa, (1) ekuazioan kalkulatua. (W)
- t : Eguneroko erabilpen denbora. (10h)

2. Eguzki-erradiazioa

2.1 1. Aukera

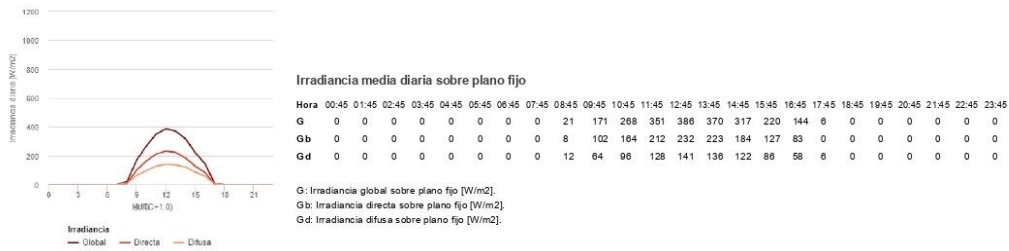
Eguzki-erradiazioaren estimazioa egiteko aukeratutako irizpidea hilabete txarraren irizpidea da. Nahiz eta parkingaren erabilpena nabarmen handitzen den hilabete beroetan, urte osoan zabalik egongo den zerbitzu bat eskaintzen du proiektu honek, eta horregatik hilabete txarreneko erradiazioarekin nahikoa izan beharko luke eskaria asetzeko.

Panelek izango duten inklinazioa kalkulatu da lehendabizi. 0°-ko orientazioarekin batz besteko erradiazioa handiena duen inklinazio optimoa 35°-koa da, baina hautatutako irizpidea hilabete txarrarena izatean, hilabete txarrean erradiazio altuena bermatuko duen inklinazioa aukeratu behar da, 62° dena. 1. grafikoan inklinazio horrekin hilabeteko erradiazioak ikusi daitezke:



Grafikoa 1: Urteko irradiazioa 62°-rekin

Ikusten denez, urtarrila da hilerik txarrena, eta 62°-rekin hileko irradiazioa 69,8kWh/m²koa da. Behin inklinazioa definituta, hilabete txarrean erradiazioa altuena ematen duen orientazioa kalkulatu da, -2° dena.



Grafikoa 2: Eguneroko batz besteko irradiantzia 62°-ko inklinazio eta -2°-ko azimutarekin

Urtarrileko irradiantziarekin HSP-a lortu daiteke. Irradiantzia (W/m²) irradiazioa (Wh/m²) pasatzeko, orduroko batz besteko irradiantzia denbora tartearrekin biderkatzean eta balio guzti horien batura egitean lortzen da. 1. taulan urtarrileko irradiantzia eta irradiazio balioak aurki daitezke:

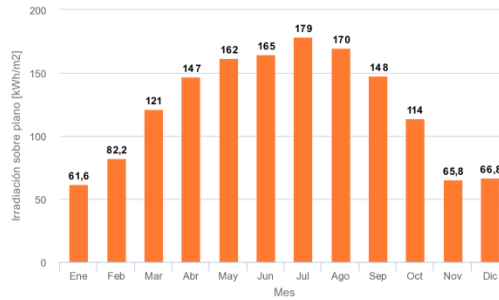
Ordua	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
Irradiantzia	0	0	0	0	0	0	0	0	21	171	268	351
Irradiazioa		0	0	0	0	0	0	0	10,5	96	219,5	309,5
Ordua	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Irradiantzia	386	370	317	220	144	6	0	0	0	0	0	0
Irradiazioa	368,5	378	343,5	268,5	182	75	3	0	0	0	0	0

Taula 1: Eguneroko batz besteko irradiantzia eta irradiazioa

Guztira, beraz, $2254 \text{ Wh/m}^2 \cdot \text{egun}$ -eko irradiazioa izango da urtarrilean, hau da 2,254 HSP.

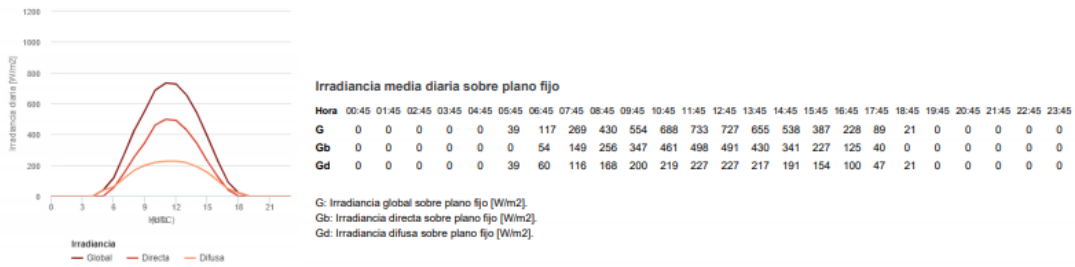
2.2 2. Aukera

Kasu honetan aukeratutako hilabete txarra abuztua da, eta hilabete horretan irradiazio altuena bermatuko duen inklinazioa 30° da.



Grafikoa 3: Urteko irradiazioa 30°-rekin

3. grafikoa ikusten denez, abuztuan 30°-rekin hileko irradiazioa 170 kWh/k m²-koa da. Behin inklinazioa definituta, abuztuan erradiazioa altuena ematen duen orientazioa kalkulatu da, 2° dena.



Grafikoa 4: Eguneroko batz besteko irradiantzia 30°-ko inklinazio eta 2°-ko azimutarekin

2. taulan abuztuko irradiantzia eta irradiazio balioak aurki daitezke:

Ordua	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
Irradiancia	0	0	0	0	0	39	117	269	430	554	688	7333
Irradiazioa		0	0	0	0	19,5	78	193	349,5	492	621	710,5
Ordua	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Irradiancia	727	655	538	387	228	89	21	0	0	0	0	0
Irradiazioa	730	691	596,5	462,5	307,5	158,5	55	10,5	0	0	0	0

Taula 2: Eguneroko batz besteko irradiantzia eta irradiazioa

Guztira, beraz, $5475 \text{ Wh/m}^2 \cdot \text{egun}$ -eko irradiazioa izango da abuztuan, hau da 5,475

HSP.

3. Instalazioaren kalkulua

Instalazioaren kalkulua burutzeko ezaugarri ezberdineko hiru modulu aukeratu dira, eta emaitzen arabera merkeena hautatuko da.

Modeloa	Bauer 12 V	Amerisolar 24 V (280 W)	Amerisolar 24 V (330 W)
Tentsio nominala	12 V	24 V	24 V
Potentzia nominala (W_p)	200 W	280 W	330 W
Korrontea potentzia nominalean (I_{mp})	11 A	8,89 A	8,85 A
Tentsioa potentzia nominalean (V_{mp})	18,2 V	31,5 V	37,3 V
Korrontea zirkuitu-laburrean (I_{sc})	11,86 A	9,31 A	9,26 A
Tentsioa zirkuitu irekian (V_{oc})	22,7 V	38,6 A	45,9 V
Aleko prezioa	120,79 €	133,10 €	151,25 €

Taula 3: Panelen ezaugarriak

3.1 1. Aukera

3.1.1 Bauer 12 V

Hurrengo espresioa erabiltzen da modulu kopuruaren kalkulua egiteko:

$$N = \frac{L_d}{W_p \cdot HSP_{H,K} \cdot PR} \quad (3)$$

- N: eguzki-panelen kopuru minimoa.
- L_d : Hilabete txarrenaren batz besteko eguneko kontsumoa, (2) ekuazioan kalkulatua. ($110,85 \text{ kWh/egun}$)
- W_p : moduluaren potentzia nominala. (W)

- $HSP_{H,K}$: hilabete txarrenaren eguzki-piko orduak. (2,254 HSP)
- PR: instalazioaren errendimendu energetikoa:

Instalazioaren errendimendu energetikoa lortzeko, elementu bakoitzaren galerak hartu behar dira kontuan. Balio hori (PR) hurrengoko formularekin kalkula daiteke:

$$PR = (1 - k_B - k_C - k_V) \cdot (1 - k_A \cdot \frac{N}{PD}) \quad (4)$$

$$PR = (1 - 0,05 - 0,1 - 0,15) \cdot (1 - 0,005 \cdot \frac{7}{0,7}) = 0,665$$

- PR: instalazioaren errendimendu energetikoa.
- k_A : Metagailuaren eguneko autodeskarga-koefizientea. (0,005)
- k_B : Metagailuko errendimendu-galeren koefizientea. (0,05)
- k_C : KZ/KA inbertsoreko galeren koefizientea. (0,1)
- k_V : Instalazioko askotariko galeren koefizientea: kable etab. (0,15)
- PD: Metagailuaren deskarga-sakonera maximoa. (0,7)
- N: Metagailuak izan ditzakeen autonomia-egunen kopurua. Gune nahiko lainotsua denez, 7 eguneko autonomia izateko diseinatuko da. (7)

Modulu zein karga erreguladore desberdinekin egingo direnez kalkuluak, eta hauek sinplifikatzeko, errendimendu berdinak aplikatuko zaizkie guztiei, oso antzekoak direnak.

Zenbat modulu behar izango diren jakiteko (3) ekuazioa erabili da:

$$N = \frac{L_d}{W_p \cdot HSP_{H,K} \cdot PR} = \frac{110850 \frac{Wh}{egun}}{200 W \cdot 2,254 \cdot 0,665} = 369,77 \rightarrow 370 \text{ eguzki-panel behar izango dira.}$$

3.1.2 Amerisolar 24 V (280 W)

Moduluen kalkulua:

$$N = \frac{L_d}{W_p \cdot HSP_{H,K} \cdot PR} = \frac{110850 \frac{Wh}{egun}}{280 W \cdot 2,254 \cdot 0,665} = 264,12 \rightarrow 265 \quad (3)$$

265 eguzki-panel behar izango dira.

3.1.3 Amerisolar 24 V (330 W)

Moduluen kalkulua:

$$N = \frac{L_d}{W_p \cdot HSP_{H,K} \cdot PR} = \frac{110850 \frac{Wh}{egun}}{330 W \cdot 2,254 \cdot 0,665} = 224,1 \rightarrow 225 \quad (3)$$

225 eguzki-panel behar izango dira.

Lehenengo aukeran behar den modulu kantitatea hain da handia aukera hau gutxietsi dela, 2. aukera izanik proiekturako aukeratutakoa.

3.2 2. Aukera

3.2.1 Bauer 12 V

3.2.1.1 Moduluen kalkulua

Hurrengo espresioa erabiltzen da modulu kopuruaren kalkulua egiteko:

$$N = \frac{L_d}{W_p \cdot HSP_{H,K} \cdot PR} \quad (3)$$

- N: eguzki-panelen kopuru minimoa.

- L_D : Hilabete txarrenaren batz besteko eguneko kontsumoa, (2) ekuazioan kalkulatua. $(110,85 \text{ kWh/egun})$
- W_p : moduluaren potentzia nominala. (W)
- $HSP_{H,K}$: hilabete txarrenaren eguzki-piko orduak. (5,475 HSP)
- PR: instalazioaren errendimendu energetikoa:

Instalazioaren errendimendu energetikoa lortzeko, elementu bakoitzaren galerak hartu behar dira kontuan. Balio hori (PR) hurrengoko formularekin kalkula daiteke:

$$PR = (1 - k_B - k_C - k_V) \cdot (1 - k_A \cdot \frac{N}{PD}) \quad (4)$$

$$PR = (1 - 0,05 - 0,1 - 0,15) \cdot (1 - 0,005 \cdot \frac{3}{0,7}) = 0,685$$

- PR: instalazioaren errendimendu energetikoa.
- k_A : Metagailuaren eguneko autodeskarga-koefizientea. (0,005)
- k_B : Metagailuko errendimendu-galeren koefizientea. (0,05)
- k_C : KZ/KA inbertsoreko galeren koefizientea. (0,1)
- k_V : Instalazioko askotariko galeren koefizientea: kable etab. (0,15)
- PD: Metagailuaren deskarga-sakonera maximoa. (0,7)
- N: Metagailuak izan ditzakeen autonomia-egunen kopurua. 3 eguneko autonomia izateko diseinatuko da. (3)

Modulu zein karga erreguladore desberdinekin egingo direnez kalkuluak, eta hauek sinplifikatzeko, errendimendu berdinak aplikatuko zaizkie guztiei, oso antzekoak direnak.

Zenbat modulu behar izango diren jakiteko (3) ekuazioa erabili da:

$$N = \frac{L_d}{W_p \cdot HSP_{H,K} \cdot PR} = \frac{110850 \frac{Wh}{egun}}{200 W \cdot 5,475 \cdot 0,685} = 147,78 \rightarrow 148 \text{ eguzki-panel behar izango dira.}$$

148 eguzki-panel dira aurreikusitako kontsumoa hornitzeko behar direnak. Sistema fotovoltaikoa definitzeko, moduluek osatzen dutena, sistemaren tentsioa definitu behar da. Seriean orduan eta panel gehiago konektatu, geroz eta handiagoa izango da sistemaren tentsioa, eta txikiagoa korrontearen intentsitatea. Korrontea ahalik eta txikiena izatea nahiago da, horrela kableen sekzio txikiagoak erabili ahal baitira, prezioa murriztuz. Sistemaren tentsio hau karga erreguladoreak definituko du.

3.2.1.2 Baterien kalkulua

Instalazio fotovoltaiko honetako bateria aukeratzeko orduan bateria egonkor bat erabiltzea da egokiena. Horien artean, 12 V, 24 V eta 48 V-eko tentsioko metagailuak dira erabilienak. Gorde beharreko energia guztia metatzeko hainbat bateria erabili behar izango direla aurreikusi da, beraz, ahalik eta kapazitate handiena duen eta tentsio altuan (48V) lan egiten duen bateria hautatu da, 48V HOPPECKE Power VL 4900Ah hain zuzen ere. Bateria hauetako bakoitza seriean konektaturiko 2 V-ko 24 zelulaz osatuta dago.

Dimentsionaketa egiteko, metagailuaren deskarga erregimena hartu behar da kontuan. C_{100} deskarga erregimenean bateria honek 4700 Ah-ko kapazitatea du, hau da, 100 ordutan 47 A-tara deskargatzeko ahalmena du. Intentsitate hori baino balio altuagoetara deskargatzen badira bateriak, beste deskarga erregimen batekin dimentsionatu behar izango da, baina bateria kopurua jakin gabe ezin da jakin zenbatekoa izango den intentsitatea.

Instalazioaren hiru karga estazioak aldi berean funtzionatzean erabilitako potentzia 11085W-koa da, bateriek 48V-ko tentsiora funtzionatzen dute, eta inbertsoreekiko paraleloan konektaturik daude, hortaz, 231 A-ko korrontea gutxienez bermatu beharko da baterien irteeratik. Esan bezala, bateria bakarra erabiliko balitz, deskarga erregimen desberdin bat erabili beharko zen dimentsionaketa egiterako orduan (231 A > 47 A).

Instalazioaren kontsumorako beharrezko metagailuen kapazitate nominala kalkulatu behar da lehenik eta behin, Wh zein Ah-tan adierazi daitekeena. Horretarako bateriaren deskarga-sakonera maximoa eta autonomia-egunen kopurua erabiltzen dira. Deskarga-sakonera ez da gomendagarria %70 baino handiagoa izatea, bateriaren bizitza laburtzen baita horrela. Autonomia-egunak, 3 egunerako autonomia izateko diseinatuko da, gune nahiko lainotsua baita:

$$C_n(\text{Wh}) = \frac{C_{\max} \cdot N}{PD_{\max}} = \frac{161,82 \text{ kWh/egun} \cdot 3 \text{ egun}}{0,7} = 693,53 \text{ kWh} \quad (5)$$

- $C_n(\text{Wh})$: Beharrezko bateriaren kapazitate nominala. (Wh)
- C_{\max} : Hilabete txarrenaren bataz besteko eguneko kontsumoa, instalazioaren errendimendu energetikoa aplikatuz. (Wh/egun)

$$C_{\max} = \frac{L_d}{PR} = \frac{110,85 \text{ kWh/egun}}{0,685} = 161,82 \text{ kWh/egun} \quad (6)$$

- N: Metagailuak izan ditzakeen autonomia-egunen kopurua. (3)
- PD_{\max} : Metagailuaren deskarga-sakonera maximoa. (0,7)

Kapazitate nominala Ah-tara pasatu behar da ondoren metagailuen dimentsionaketa egiteko:

$$C_n(\text{Ah}) = \frac{C_n(\text{Wh})}{V_{\text{bat}}} = \frac{693,53 \text{ kWh}}{48 \text{ V}} = 14,45 \text{ kWh} \quad (7)$$

- $C_n(\text{Ah})$: Beharrezko bateriaren kapazitate nominala. (Ah)
- $C_n(\text{Wh})$: Beharrezko bateriaren kapazitate nominala. (693,53 Wh)
- V_{bat} : Baterien tentsioa. (48 V)

Paraleloan konektaturiko 48V HOPPECKE Power VL 4900Ah bateria kopurua jakiteko:

$$N_{\text{bat}} = \frac{C_n(\text{Ah})}{C_{100}} = \frac{14448,64 \text{ Ah}}{4700 \text{ Ah}} = 3,07 \rightarrow 4 \quad (8)$$

- N_{bat} : Beharrezko bateria kopurua paraleloan.

- $C_n(\text{Ah})$: Beharrezko bateriaren kapazitate nominala. (14,45 kAh)
- C_{100} : Aukeratutako modeloaren deskarga erregimena. (4700 Ah)

3 bateriekin ez denez beharrezko kapazitate minimoa lortuko, 4 bateria behar izango dira gutxienez.

Azaldu bezala, ez da bateria bakarra behar izango. Orduan, egiaztatu behar da hautatutako deskarga erregimena zuzena den ala ez. Paraleloan konektaturiko 4 bateriekin 231 A-ko korrontea garantizatzeko, 57,73 A-ko deskarga korrontea behar da, 47 A baino handiagoa dena, hortaz, beste deskarga erregimen batekin egingo dira kalkuluak.

48V HOPPECKE Power VL 4900Ah bateriaren hurrengo deskarga erregimenean, C_{50} dena, bateriak 4355 Ah-ko kapazitatea du, beste hitzetan, 50 ordutan 87,1 A-tara deskargatzeko ahalmena du (orain bai 57,73 A baino handiagoa dena), hortaz, paraleloan konektaturiko beharrezko bateria kopurua jakiteko:

$$N_{\text{bat}} = \frac{C_n(\text{Ah})}{C_{50}} = \frac{14448,64 \text{ Ah}}{4355 \text{ Ah}} = 3,31 \rightarrow 4 \quad (9)$$

- N_{bat} : Beharrezko bateria kopurua paraleloan.
- $C_n(\text{Ah})$: Beharrezko bateriaren kapazitate nominala. (14,45 kAh)
- C_{50} : Aukeratutako modeloaren deskarga erregimena. (4355 Ah)

Orain baieztatu daiteke 4 bateria paraleloan behar izango direla gutxienez eskaria asetzeko.

3.2.1.3 Karga erreguladoreen kalkulua

Karga erreguladoreak dimentsionatzeko hiru dira kontuan hartu behar diren ezaugarriak, jasotzen duten tentsioa, bateriak kargatzeko irteten den intentsitatea eta instalatutako potentzia maximoa. Tentsioa gainditu ezineko balioa da, hori gertatutakoan hau erre daiteke

eta. Intentsitatea, aldiz, erreguladoreak bateriak kargatzeko isuri dezakeen intentsitate maximoa da. Erreguladoretik irtengo den intentsitate maximoa eta bateriak kargatzeko behar duten tentsioarekin kalkulatzen da hauen eman dezaketen potentzia maximoa, instalatutako potentzia fotovoltaikoaren berdina edo handiagoa izan behar dena, potentziarik ez galtzeko.

Esan moduan, erreguladoreak ezartzen du sistema fotovoltaikoaren tentsioa, eta hau moduluek eman dezaketen tentsio handienarekin kalkulatuko da, segurtasuna bermatzeko. Gainera, sistema erreguladoreak jasan dezakeen tentsio maximoarekin diseinatzean, intentsitatea ahalik eta baxuena izango da, eta hortaz, erreguladore gutxiago behar izango dira, kostua gutxituz. Modulu batek eman dezakeen tentsio handiena zirkuitu irekian da (V_{oc}). Beraz, modulu fotovoltaikoen egitura (serie eta paraleloko modulu kopurua) desberdina izango da erreguladore bakoitzarekin, bakoitzak tentsio bat jasateko ahalmena baitu.

Tentsio maximoa inondik inora gainditu ezin daitekeen balioa da, baina beraien tentsioa, erreguladoreek egoera normaletan funtzionatzeko, funtzionamendu tentsioak definitzen dituen mugen artean egon behar da, potentzia nominaleko tentsioarekin kalkulatuko dena. Orduan, baterien egituraketa balio hauei erreparatuz egin behar izango da.

Karga erreguladorea definitzeko, panelekin egin den moduan, ezaugarri desberdineko bi erreguladore hautatu dira kalkuluak egiteko, ondoren merkeena aukeratzeko:

Modeloa	Victron SmartSolar MPPT 250V 100A	SCHNEIDER XW MPPT 80 600	Studer MPPT VS-120 48V
Tentsio maximoa (V_{oc})	250 Voc	600 Voc	900 Voc
Funtzionamenduko tentsioa	0-250 V	195-550 V	500-750 V
Karga intentsitate maximoa	100 A	80 A	120 A

Potentzia maximoa	5800 W	4800 W	7000 W
Aleko prezioa	965,57 €	1.125,00 €	1.709,00 €

Taula 4: Karga erreguladoreen ezaugarriak

3.2.1.3.1 Victron SmartSolar MPPT 250V 100A

Behin baterien egituraketa definituta, 4 metagailu paraleloan, erreguladorearen karga tentsioa jakin daiteke, aipa moduan, 57,6 V-ko tentsioa izango dena, hauen tentsioa berdina izaten jarraitzen baitu bateriak paraleloan konektatzean.

Karga erreguladore kopurua definitzeko, moduluen egituraketa kalkulatu behar da lehenengo. Hasteko, seriean konektatuko diren moduluen kalkulua:

$$N_{\text{serieM}} = \frac{V_{\text{OCmax}}}{V_{\text{OCmodulu}}} = \frac{250 \text{ V}}{22,7 \text{ V}} = 11,01 \rightarrow 11 \quad (10)$$

- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak.
- V_{OCmax} : Victron SmartSolar MPPT 250V 100A karga erreguladoreak jasan dezakeen tentsio maximoa, zirkuitu-laburreko tentsioa. (250 V)
- V_{OCmodulu} : Bauer 12 V moduluak jasan dezakeen tentsio maximoa, zirkuitu-laburreko tentsioa. (22,7 V)

Karga erreguladoreak jasan dezakeen tentsio maximoa inoiz gaindituko ez denaren konprobaketa:

$$V_{\text{OCg}} = N_{\text{serieM}} \cdot V_{\text{OCmodulu}} = 11 \cdot 22,7 = 249,7 \text{ V} \quad (11)$$

- V_{OCg} : Zirkuitu-laburrean moduluek guztira sortutako tentsioa. (V)
- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak. (11)
- V_{OCmodulu} : Bauer 12 V moduluak jasan dezakeen tentsio maximoa, zirkuitu-laburreko tentsioa. (22,7 V)

Karga erreguladorearen tentsio maximoa ez da inoiz gaitutuko, $249,7 \text{ V} > 250 \text{ V}$ baita.

Paraleloan konektatuko diren moduluen kalkulua:

$$N_{\text{paralelo}} = \frac{N}{N_{\text{serieM}}} = \frac{148}{11} = 13,45 \rightarrow 14 \quad (12)$$

- N_{paralelo} : Paraleloan konektatuko den adar kopurua.
- N : Beharrezko modulu kopurua, 3.1.1 atalean kalkulatua. (148)
- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak. (11)

Behin seriean eta paraleloan ipiniko diren moduluak ezagututa, guztira zenbat behar izango diren kalkulatu da:

$$N_T = N_{\text{serieM}} \cdot N_{\text{paralelo}} = 11 \cdot 14 = 154 \quad (13)$$

- N_T : Instalatu behar diren moduluen kopurua.
- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak. (11)
- N_{paralelo} : Paraleloan konektatuko den adar kopurua. (14)

Victron SmartSolar MPPT 250V 100A karga erreguladorearekin Bauer 12 V motako 154 panel fotovoltaiko erabiliko dira oraingoz.

Karga erreguladore honen funtzionamendu tentsioa 0 eta 250 V bitartekoa dela jakinik, 154 panelen funtzionamendu tentsio maximo eta minimoak balio horien artean daudela baieztatu behar da. Tentsio maximoa potentzia nominaleko tentsioa izango da, eta minimoa, aldiz, panelaren tentsioa, 12 V alegia. Kasu honetan funtzionamendu tentsio minimoa 0 izanik, soilik maximoa baieztatu behar da:

$$V_{T_{\text{Max}}} = N_{\text{serieM}} \cdot V_{\text{mp}} = 11 \cdot 18,2 \text{ V} = 200,2 \text{ V} \quad (14)$$

- $V_{T_{\text{Max}}}$: Panelek potentzia nominalean duten tentsio totala. (V)

- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak. (11)
- V_{mp} : Bauer 12 V moduluaren tentsioa potentzia nominalean. (18,2 V)

Egituraketa hau egokia da, $0 \text{ V} < 200,2 \text{ V} < 250 \text{ V}$ baita, orduan, Bauer 12 V motako **154 panel fotovoltaiko** erabiliko dira.

Karga erreguladore kopurua jakiteko, instalatutako potentzia fotovoltaikoarekin eta erreguladoreak duen potentziarekin, hots, karga intentsitatearekin (karga tentsioa berdina baita instalatutako bateriarentzat) diseinatuko da. Orduan, instalatutako potentzia kalkula daiteke:

$$P_{\text{FV}} = N_{\text{T}} \cdot W_{\text{p}} = 154 \cdot 200 \text{ W} = 30800 \text{ W} \quad (15)$$

- P_{FV} : Instalatutako potentzia fotovoltaikoa. (W)
- N_{T} : Instalatuko den moduluen kopurua. (154)
- W_{p} : Bauer 12 V moduluaren potentzia nominala. (200 W)

Instalatutako potentzia fotovoltaikoa 30800 W izango da.

Victron SmartSolar MPPT 250V 100A erreguladoreak gehienez 100 A-ko intentsitatearekin kargatu ditzakeenez bateriak, hau da, 5800 W-ko potentzia maximoa du erreguladoreko,beraz, zenbat erreguladore behar izango diren kalkulatu daiteke, potentziarik alferrik ez galduz:

$$N_{\text{erreg}} = \frac{P_{\text{FV}}}{P_{\text{R}}} = \frac{30800 \text{ W}}{4800 \text{ W}} = 6,42 \rightarrow 7 \quad (16)$$

- N_{erreg} : Karga erreguladore kopuru minimoa.
- P_{FV} : Instalatutako potentzia fotovoltaikoa. (30800 W)

- P_R : Victron SmartSolar MPPT 250V 100A erreguladorearen potentzia maximoa. (4800 W)

Bauer 12 V moduluarekin Victron SmartSolar MPPT 250V 100A motako **7 karga erreguladore** behar izango dira, paraleloan konektatuko direnak.

3.2.1.3.2 Schneider XW MPPT 80 600

Seriean konektatuko diren moduluen kalkulua:

$$N_{\text{serieM}} = \frac{V_{\text{OCmax}}}{V_{\text{OCmodulu}}} = \frac{600 \text{ V}}{22,7 \text{ V}} = 26,43 \rightarrow 26 \quad (10)$$

- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak.
- V_{OCmax} : Schneider XW MPPT 80 600 karga erreguladoreak jasan dezakeen tentsio maximoa, zirkuitu-laburreko tentsioa. (600 V)
- V_{OCmodulu} : Bauer 12 V moduluak jasan dezakeen tentsio maximoa, zirkuitu-laburreko tentsioa. (22,7 V)

Karga erreguladoreak jasan dezakeen tentsio maximoa inoiz gaindituko ez denaren konprobaketa:

$$V_{\text{OCg}} = N_{\text{serieM}} \cdot V_{\text{OCmodulu}} = 26 \cdot 22,7 = 590,2 \text{ V} \quad (11)$$

- V_{OCg} : Zirkuitu-laburrean moduluak guztira sortutako tentsioa. (V)
- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak. (26)
- V_{OCmodulu} : Bauer 12 V moduluak jasan dezakeen tentsio maximoa, zirkuitu-laburreko tentsioa. (22,7 V)

Karga erreguladorearen tentsio maximoa ez da inoiz gaindituko, $590,2 \text{ V} > 600 \text{ V}$ baita.

Paraleloan konektatuko diren moduluen kalkulua:

$$N_{\text{paralelo}} = \frac{N}{N_{\text{serieM}}} = \frac{148}{26} = 5,69 \rightarrow 6 \quad (12)$$

- N_{paralelo} : Paraleloan konektatuko den adar kopurua.
- N : Beharrezko modulu kopurua, 3.1.1 atalean kalkulatua. (148)
- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak. (26)

Guztira:

$$N_T = N_{\text{serieM}} \cdot N_{\text{paralelo}} = 26 \cdot 6 = 156 \quad (13)$$

- N_T : Instalatuko den moduluen kopurua.
- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak. (26)
- N_{paralelo} : Paraleloan konektatuko den adar kopurua. (6)

Schneider XW MPPT 80 600 karga erreguladorearekin Bauer 12 V motako 156 panel fotovoltaiko erabiliko dira oraingoz.

Karga erreguladore honen funtzionamendu tentsioa 195 eta 550 V bitartekoa dela jakinik, 156 panelen funtzionamendu tentsioa maximoa (potentzia nominaleko tentsioa) eta minimoa (moduluaren tentsioa) balio horien artean daudela baieztatu behar da:

$$V_{T\text{Max}} = N_{\text{serieM}} \cdot V_{\text{mp}} = 26 \cdot 18,2 \text{ V} = 473,2 \text{ V} \quad (14)$$

- $V_{T\text{Max}}$: Panelek potentzia nominalean duten tentsio totala. (V)
- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak. (26)
- V_{mp} : Bauer 12 V moduluaren tentsioa potentzia nominalean. (18,2 V)

$$V_{T\text{Min}} = N_{\text{serieM}} \cdot V_{\text{mp}} = 26 \cdot 12 \text{ V} = 312 \text{ V} \quad (17)$$

- V_{TMin} : Panelen funtzionamendu tentsio minimoa. (V)
- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak. (26)
- V_{min} : Bauer 12 V moduluaren tentsioa minimoa. (12 V)

Egituraketa hau egokia da, $195 \text{ V} < 473,2 \text{ V} < 550 \text{ V}$ eta $195 \text{ V} < 312 \text{ V} < 550 \text{ V}$ baitira, orduan, Bauer 12 V motako **156 panel fotovoltaiko** erabiliko dira.

Instalatutako potentzia fotovoltaikoa:

$$P_{FV} = N_T \cdot W_p = 156 \cdot 200 \text{ W} = 31200 \text{ W} \quad (15)$$

- P_{FV} : Instalaturako potentzia fotovoltaikoa. (W)
- N_T : Instalaturako den moduluen kopurua. (156)
- W_p : Bauer 12 V moduluaren potentzia nominala. (200 W)

Instalatutako potentzia fotovoltaikoa 31200 W izango da.

Schneider XW MPPT 80 600 erreguladoreak gehienezko karga intentsitatea 80 A da, eta potentzia 4800 W, beraz, erreguladore kopurua:

$$N_{erreg} = \frac{P_{FV}}{P_R} = \frac{31200 \text{ W}}{4800 \text{ W}} = 6,5 \rightarrow 7 \quad (16)$$

- N_{erreg} : Karga erreguladore kopuru minimoa.
- P_{FV} : Instalaturako potentzia fotovoltaikoa. (31200 W)
- P_R : Schneider XW MPPT 80 600 erreguladorearen potentzia maximoa. (4800 W)

Bauer 12 V moduluarekin Schneider XW MPPT 80 600 motako **7 karga erreguladore** behar izango dira, paraleloan konektatuko direnak.

3.2.1.3.3 Studer MPPT VS-120 48V

Seriean konektatuko diren moduluen kalkulua:

$$N_{\text{serieM}} = \frac{V_{\text{OCmax}}}{V_{\text{OCmodulu}}} = \frac{900 \text{ V}}{22,7 \text{ V}} = 39,65 \rightarrow 39 \quad (10)$$

- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak.
- V_{OCmax} : Studer MPPT VS-120 48V karga erreguladoreak jasan dezakeen tentsio maximoa, zirkuitu-laburreko tentsioa. (900 V)
- V_{OCmodulu} : Bauer 12 V moduluak jasan dezakeen tentsio maximoa, zirkuitu-laburreko tentsioa. (22,7 V)

Karga erreguladoreak jasan dezakeen tentsio maximoa inoiz gaindituko ez denaren konprobaketa:

$$V_{\text{OCg}} = N_{\text{serieM}} \cdot V_{\text{OCmodulu}} = 39 \cdot 22,7 = 885,3 \text{ V} \quad (11)$$

- V_{OCg} : Zirkuitu-laburrean moduluek guztira sortutako tentsioa. (V)
- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak. (39)
- V_{OCmodulu} : Bauer 12 V moduluak jasan dezakeen tentsio maximoa, zirkuitu-laburreko tentsioa. (22,7 V)

Karga erreguladorearen tentsio maximoa ez da inoiz gaindituko, $885,3 \text{ V} > 900 \text{ V}$ baita.

Paraleloan konektatuko diren moduluen kalkulua:

$$N_{\text{paralelo}} = \frac{N}{N_{\text{serieM}}} = \frac{148}{39} = 3,79 \rightarrow 4 \quad (12)$$

- N_{paralelo} : Paraleloan konektatuko den adar kopurua.
- N : Beharrezko modulu kopurua, 3.1.1 atalean kalkulatua. (148)

- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak. (39)

Guztira:

$$N_T = N_{\text{serieM}} \cdot N_{\text{paralelo}} = 39 \cdot 4 = 156 \quad (13)$$

- N_T : Instalatuko den moduluen kopurua.
- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak. (39)
- N_{paralelo} : Paraleloan konektatuko den adar kopurua. (4)

Studer MPPT VS-120 48V karga erreguladorearekin Bauer 12 V motako 156 panel fotovoltaiko erabiliko dira oraingoz.

Karga erreguladore honen funtzionamendu tentsioa 500 eta 750 V bitartekoa dela jakinik, 156 panelen funtzionamendu tentsioa maximoa (potentzia nominaleko tentsioa) eta minimoa (moduluaren tentsioa) balio horien artean daudela baieztatu behar da:

$$V_{T\text{Max}} = N_{\text{serieM}} \cdot V_{\text{mp}} = 39 \cdot 18,2 \text{ V} = 709,8 \text{ V} \quad (14)$$

- $V_{T\text{Max}}$: Panelek potentzia nominalean duten tentsio totala. (V)
- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak. (39)
- V_{mp} : Bauer 12 V moduluaren tentsioa potentzia nominalean. (18,2 V)

$$V_{T\text{Min}} = N_{\text{serieM}} \cdot V_{\text{min}} = 39 \cdot 12 \text{ V} = 468 \text{ V} \quad (17)$$

- $V_{T\text{Min}}$: Panelen funtzionamendu tentsio minimoa. (V)
- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak. (39)
- V_{min} : Bauer 12 V moduluaren tentsioa minimoa. (12 V)

Egituraketa hau ez da egokia, $500 \text{ V} < 709,8 \text{ V} < 750 \text{ V}$ baita, baina $468 \text{ V} < 500 \text{ V}$ da, orduan, egituraketa berri bat bilatu behar da.

Horretarako, funtzionamendu tentsio minimoa betetzen duen seriean konektaturiko modulu kopuru minimoa kalkulatu da:

$$N_{\text{serieM}} = \frac{V_{T\text{min}}}{V_{OC\text{modulu}}} = \frac{500 \text{ V}}{12 \text{ V}} = 41,66 \rightarrow 42 \quad (18)$$

- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak.
- V_{MinR} : Studer MPPT VS-120 48V erreguladorearen funtzionamendu tentsio minimoa. (500 V)
- V_{min} : Bauer 12 V moduluaren tentsioa minimoa. (12 V)

Studer MPPT VS-120 48V erreguladorearen funtzionamendu tentsio minimoa lortzeko, gutxienez seriean konektaturiko 42 Bauer 12 V modulu behar dira, eta erreguladore honen tentsio maximoa ($900 V_{OC}$) ez gainditzeko gehienez 39 modulu behar dira, (10) ekuazioan kalkulatu, beraz, ondorioztatzen da ezin izango dela Studer MPPT VS-120 48V karga erreguladorea Bauer 12 V modulu fotovoltaikoarekin erabili, ezin baita bere funtzionamendu egokia ziurtatu.

3.2.1.4 Inbertsoreen kalkulua

Inbertsorearen kalkulurako, karga alternoko potentziak soilik hartu behar dira kontuan. Hori dela eta, karga erreguladore guztientzat dira erabilgarriak inbertsoreen kalkuluak. Kasu honetan korrante altxatzen dira karga estazioak, hortaz, inbertsoreak izan behar duen potentzia minimoa hurrengoak izango da:

$$P_b = 1,2 \cdot P_{\text{karga}} = 1,2 \cdot 11,085 \text{ kW} = 13,302 \text{ kW} \quad (19)$$

- P_b : Inbertsorearen beharrezko potentzia. (kW)
- P_{karga} : Karga estazioen potentzia totala. (11,085 kW)

48 V-eko bateriak aukeratu direnez, inbertsorea ere 48 V-ekoa izan behar da, eta beharrezko potentziaren balioa nahiko altua denez, hautatutako inbertsoreak ahalik eta potentzia altuena izan behar du inbertsore gutxiago erabiltzeko, kostua murriztuz. Horregatik, VICTRON Phoenix 48V 5000W inbertsorea aukeratu da. Orduan, inbertsore kopurua kalkulatzeko:

$$N_{\text{inb}} = \frac{P_b}{P_{\text{inb}}} = \frac{13302 \text{ W}}{5000 \text{ W}} = 2,66 \rightarrow 3 \quad (20)$$

- N_{inb} : Inbertsore kopuru minimoa.
- P_b : Inbertsorearen beharrezko potentzia. (13302 W)
- P_{inb} : VICTRON Phoenix 48V 5000W inbertsorearen potentzia. (5000 W)

VICTRON Phoenix 48V 5000W motako **3 inbertsore** erabiliko dira.

3.2.2 Amerisolar 24 V (280 W)

3.2.2.1 Moduluen kalkulua

Moduluen kalkulua::

$$N = \frac{L_d}{W_p \cdot HSP_{H,K} \cdot PR} = \frac{110850 \frac{\text{Wh}}{\text{egun}}}{280 \text{ W} \cdot 5,475 \cdot 0,685} = 105,56 \rightarrow 106 \quad (3)$$

106 eguzki-panel behar izango dira.

3.2.2.2 Baterien kalkulua

Kontsumoa berdina denez, beharrezko bateriaren kapazitate nominala aurreko kasuaren berdina izango da, 693,53 kWh eta 14,45 kWh hain zuzen, beraz, behar izango diren 48V

HOPPECKE Power VL 4900Ah baterien kopurua berdina izango da, 4 bateria, paraleloan konektatuak.

3.2.2.3 Karga erreguladoreen kalkulua

3.2.2.3.1 Victron SmartSolar MPPT 250V 100A

Seriean konektatuko diren moduluen kalkulua:

$$N_{\text{serieM}} = \frac{V_{\text{OCmax}}}{V_{\text{OCmodulu}}} = \frac{250 \text{ V}}{38,6 \text{ V}} = 6,48 \rightarrow 6 \quad (10)$$

- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak.
- V_{OCmax} : Victron SmartSolar MPPT 250V 100A karga erreguladoreak jasan dezakeen tentsio maximoa, zirkuitu-laburreko tentsioa. (250 V)
- V_{OCmodulu} : Amerisolar 24 V (280 W) moduluak jasan dezakeen tentsio maximoa, zirkuitu-laburreko tentsioa. (38,6 V)

Karga erreguladoreak jasan dezakeen tentsio maximoa inoiz gaindituko ez denaren konprobaketa:

$$V_{\text{OCg}} = N_{\text{serieM}} \cdot V_{\text{OCmodulu}} = 6 \cdot 38,6 = 231,6 \text{ V} \quad (11)$$

- V_{OCg} : Zirkuitu-laburrean moduluak guztira sortutako tentsioa. (V)
- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak. (6)
- V_{OCmodulu} : Amerisolar 24 V (280 W) moduluak jasan dezakeen tentsio maximoa, zirkuitu-laburreko tentsioa. (38,6 V)

Karga erreguladorearen tentsio maximoa ez da inoiz gaindituko, $231,6 \text{ V} > 250 \text{ V}$ baita.

Paraleloan konektatuko diren moduluen kalkulua:

$$N_{\text{paralelo}} = \frac{N}{N_{\text{serieM}}} = \frac{106}{6} = 17,66 \rightarrow 18 \quad (12)$$

- N_{paralelo} : Paraleloan konektatuko den adar kopurua.
- N : Beharrezko modulu kopurua, 3.2.1 atalean kalkulatu. (106)
- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak. (6)

Guztira:

$$N_T = N_{\text{serieM}} \cdot N_{\text{paralelo}} = 6 \cdot 18 = 108 \quad (13)$$

- N_T : Instalatuko den moduluen kopurua.
- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak. (6)
- N_{paralelo} : Paraleloan konektatuko den adar kopurua. (18)

Victron SmartSolar MPPT 250V 100A karga erreguladorearekin Amerisolar 24 V (280 W) motako 108 panel fotovoltaiko erabiliko dira oraingoz.

Karga erreguladore honen funtzionamendu tentsioa 0 eta 250 V bitartekoa dela jakinik, 108 panelen funtzionamendu tentsioa maximoa (potentzia nominaleko tentsioa) eta minimoa (moduluaren tentsioa) balio horien artean daudela baieztatu behar da. Kasu honetan funtzionamendu tentsio minimoa 0 izanik, soilik maximoa baieztatu behar da:

$$V_{T\text{Max}} = N_{\text{serieM}} \cdot V_{\text{mp}} = 6 \cdot 31,5 \text{ V} = 189 \text{ V} \quad (14)$$

- $V_{T\text{Max}}$: Panelek potentzia nominalean duten tentsio totala. (V)
- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak. (6)
- V_{mp} : Amerisolar 24 V (280 W) moduluaren tentsioa potentzia nominalean. (31,5 V)

Egituraketa hau egokia da, $0 \text{ V} < 189 \text{ V} < 250 \text{ V}$ baita, orduan, Amerisolar 24 V (280 W) motako **108 panel fotovoltaiko** erabiliko dira.

Instalatutako potentzia fotovoltaikoa:

$$P_{FV} = N_T \cdot W_p = 108 \cdot 280 \text{ W} = 30240 \text{ W} \quad (15)$$

- P_{FV} : Instalaturako potentzia fotovoltaikoa. (W)
- N_T : Instalaturako den moduluen kopurua. (108)
- W_p : Amerisolar 24 V (280 W) moduluen potentzia nominala. (280 W)

Instalatutako potentzia fotovoltaikoa 30240 W izango da.

Victron SmartSolar MPPT 250V 100A erreguladoreak gehieneko karga intentsitatea 100 A da, eta potentzia 5800 W, beraz, erreguladore kopurua:

$$N_{\text{erreg}} = \frac{P_{FV}}{P_R} = \frac{30240 \text{ W}}{5800 \text{ W}} = 5,21 \rightarrow 6 \quad (16)$$

- N_{erreg} : Karga erreguladore kopuru minimoa.
- P_{FV} : Instalaturako potentzia fotovoltaikoa. (30240 W)
- P_R : Victron SmartSolar MPPT 250V 100A erreguladorearen potentzia maximoa. (5800 W)

Amerisolar 24 V (280 W) moduluarekin Victron SmartSolar MPPT 250V 100A motako **6 karga erreguladore** behar izango dira, paraleloan konektatuko direnak.

3.2.2.3.2 Schneider XW MPPT 80 600

Seriean konektatuko diren moduluen kalkulua:

$$N_{\text{serieM}} = \frac{V_{OC\text{max}}}{V_{OC\text{modulu}}} = \frac{600 \text{ V}}{38,6 \text{ V}} = 15,54 \rightarrow 15 \quad (10)$$

- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak.
- V_{OCmax} : Schneider XW MPPT 80 600 karga erreguladoreak jasan dezakeen tentsio maximoa, zirkuitu-laburreko tentsioa. (600 V)
- V_{OCmodulu} : Amerisolar 24 V (280 W) moduluak jasan dezakeen tentsio maximoa, zirkuitu-laburreko tentsioa. (38,6 V)

Karga erreguladoreak jasan dezakeen tentsio maximoa inoiz gaindituko ez denaren konprobaketa:

$$V_{\text{OCg}} = N_{\text{serieM}} \cdot V_{\text{OCmodulu}} = 15 \cdot 38,6 = 579 \text{ V} \quad (11)$$

- V_{OCg} : Zirkuitu-laburrean moduluak guztira sortutako tentsioa. (V)
- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak. (15)
- V_{OCmodulu} : Amerisolar 24 V (280 W) moduluak jasan dezakeen tentsio maximoa, zirkuitu-laburreko tentsioa. (38,6 V)

Karga erreguladorearen tentsio maximoa ez da inoiz gaindituko, 579 V > 600 V baita.

Paraleloan konektatuko diren moduluen kalkulua:

$$N_{\text{paralelo}} = \frac{N}{N_{\text{serieM}}} = \frac{106}{15} = 7,06 \rightarrow 8 \quad (12)$$

- N_{paralelo} : Paraleloan konektatuko den adar kopurua.
- N: Beharrezko modulu kopurua, 3.2.1 atalean kalkulatua. (106)
- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak. (15)

Guztira:

$$N_T = N_{\text{serieM}} \cdot N_{\text{paralelo}} = 15 \cdot 8 = 120 \quad (13)$$

- N_T : Instalatuko den moduluen kopurua.
- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak. (15)
- N_{paralelo} : Paraleloan konektatuko den adar kopurua. (8)

Schneider XW MPPT 80 600 karga erreguladorearekin Amerisolar 24 V (280 W) motako 120 panel fotovoltaiko erabiliko dira oraingoz.

Karga erreguladore honen funtzionamendu tentsioa 195 eta 550 V bitartekoa dela jakinik, 120 panelen funtzionamendu tentsioa maximoa (potentzia nominaleko tentsioa) eta minimoa (moduluaren tentsioa) balio horien artean daudela baieztatu behar da:

$$V_{T\text{Max}} = N_{\text{serieM}} \cdot V_{\text{mp}} = 15 \cdot 31,5 \text{ V} = 472,5 \text{ V} \quad (14)$$

- $V_{T\text{Max}}$: Panelek potentzia nominalean duten tentsio totala. (V)
- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak. (15)
- V_{mp} : Amerisolar 24 V (280 W) moduluaren tentsioa potentzia nominalean. (31,5 V)

$$V_{T\text{Min}} = N_{\text{serieM}} \cdot V_{\text{min}} = 15 \cdot 24 \text{ V} = 360 \text{ V} \quad (17)$$

- $V_{T\text{Min}}$: Panelen funtzionamendu tentsio minimoa. (V)
- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak. (15)
- V_{min} : Amerisolar 24 V (280 W) moduluaren tentsioa minimoa. (24 V)

Egituraketa hau egokia da, $195 \text{ V} < 472,5 \text{ V} < 550 \text{ V}$ eta $195 \text{ V} < 360 \text{ V} < 550 \text{ V}$ baitira, orduan, Amerisolar 24 V (280 W) motako **120 panel fotovoltaiko** erabiliko dira.

Instalatutako potentzia fotovoltaikoa:

$$P_{FV} = N_T \cdot W_p = 120 \cdot 280 \text{ W} = 33600 \text{ W} \quad (15)$$

- P_{FV} : Instalaturako potentzia fotovoltaikoa. (W)
- N_T : Instalaturako den moduluen kopurua. (120)
- W_p : Amerisolar 24 V (280 W) moduluen potentzia nominala. (280 W)

Instalaturako potentzia fotovoltaikoa 33600 W izango da.

Schneider XW MPPT 80 600 erreguladoreak gehienezko karga intentsitatea 80 A da, eta potentzia 4800 W, beraz, erreguladore kopurua:

$$N_{\text{erreg}} = \frac{P_{FV}}{P_R} = \frac{33600 \text{ W}}{4800 \text{ W}} = 7 \quad (16)$$

- N_{erreg} : Karga erreguladore kopuru minimoa.
- P_{FV} : Instalaturako potentzia fotovoltaikoa. (33600 W)
- P_R : Schneider XW MPPT 80 600 erreguladorearen potentzia maximoa. (4800 W)

Amerisolar 24 V (280 W) moduluarekin Schneider XW MPPT 80 600 motako **7 karga erreguladore** behar izango dira, paraleloan konektatuko direnak.

3.2.2.3.3 Studer MPPT VS-120 48V

Seriean konektatuko diren moduluen kalkulua:

$$N_{\text{serieM}} = \frac{V_{\text{OCmax}}}{V_{\text{OCmodulu}}} = \frac{900 \text{ V}}{38,6 \text{ V}} = 23,31 \rightarrow 23 \quad (10)$$

- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak.
- V_{OCmax} : Studer MPPT VS-120 48V karga erreguladoreak jasan dezakeen tentsio maximoa, zirkuitu-laburreko tentsioa. (900 V)
- V_{OCmodulu} : Amerisolar 24 V (280 W) moduluak jasan dezakeen tentsio maximoa, zirkuitu-laburreko tentsioa. (38,6 V)

Karga erreguladoreak jasan dezakeen tentsio maximoa inoiz gaindituko ez denaren konprobaketa:

$$V_{\text{OCg}} = N_{\text{serieM}} \cdot V_{\text{OCmodulu}} = 23 \cdot 38,6 = 887,8 \text{ V} \quad (11)$$

- V_{OCg} : Zirkuitu-laburrean moduluek guztira sortutako tentsioa. (V)
- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak. (23)
- V_{OCmodulu} : Amerisolar 24 V (280 W) moduluak jasan dezakeen tentsio maximoa, zirkuitu-laburreko tentsioa. (38,6 V)

Karga erreguladorearen tentsio maximoa ez da inoiz gaindituko, $887,8 \text{ V} > 900 \text{ V}$ baita.

Paraleloan konektatuko diren moduluen kalkulua:

$$N_{\text{paralelo}} = \frac{N}{N_{\text{serieM}}} = \frac{106}{23} = 4,61 \rightarrow 5 \quad (12)$$

- N_{paralelo} : Paraleloan konektatuko den adar kopurua.
- N : Beharrezko modulu kopurua, 3.2.1 atalean kalkulatua. (106)

- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak. (23)

Guztira:

$$N_T = N_{\text{serieM}} \cdot N_{\text{paralelo}} = 23 \cdot 5 = 115 \quad (13)$$

- N_T : Instalatuko den moduluen kopurua.
- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak. (23)
- N_{paralelo} : Paraleloan konektatuko den adar kopurua. (5)

Studer MPPT VS-120 48V karga erreguladorearekin Amerisolar 24 V (280 W) motako 115 panel fotovoltaiko erabiliko dira oraingoz.

Karga erreguladore honen funtzionamendu tentsioa 500 eta 750 V bitartekoa dela jakinik, 156 panelen funtzionamendu tentsioa maximoa (potentzia nominaleko tentsioa) eta minimoa (moduluaren tentsioa) balio horien artean daudela baieztatu behar da:

$$V_{T\text{Max}} = N_{\text{serieM}} \cdot V_{\text{mp}} = 23 \cdot 31,5 \text{ V} = 724,5 \text{ V} \quad (14)$$

- $V_{T\text{Max}}$: Panelek potentzia nominalean duten tentsio totala. (V)
- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak. (23)
- V_{mp} : Amerisolar 24 V (280 W) moduluaren tentsioa potentzia nominalean. (31,5 V)

$$V_{T\text{Min}} = N_{\text{serieM}} \cdot V_{\text{min}} = 23 \cdot 24 \text{ V} = 552 \text{ V} \quad (17)$$

- $V_{T\text{Min}}$: Panelen funtzionamendu tentsio minimoa. (V)
- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak. (23)
- V_{min} : Amerisolar 24 V (280 W) moduluaren tentsioa minimoa. (24 V)

Egituraketa hau egokia da, $500 \text{ V} < 724,5 \text{ V} < 750 \text{ V}$ eta $500 \text{ V} < 552 \text{ V} < 750 \text{ V}$ baitira, orduan, Amerisolar 24 V (280 W) motako **115 panel fotovoltaiko** erabiliko dira.

Instalatutako potentzia fotovoltaikoa:

$$P_{FV} = N_T \cdot W_p = 115 \cdot 280 \text{ W} = 32200 \text{ W} \quad (15)$$

- P_{FV} : Instalaturako potentzia fotovoltaikoa. (W)
- N_T : Instalaturako den moduluen kopurua. (115)
- W_p : Amerisolar 24 V (280 W) moduluen potentzia nominala. (280 W)

Instalatutako potentzia fotovoltaikoa 32200 W izango da.

Studer MPPT VS-120 48V erreguladoreak gehieneko karga intentsitatea 120 A da, eta potentzia 7000 W, beraz, erreguladore kopurua:

$$N_{\text{erreg}} = \frac{P_{FV}}{P_R} = \frac{32200 \text{ W}}{7000 \text{ W}} = 4,6 \rightarrow 5 \quad (16)$$

- N_{erreg} : Karga erreguladore kopuru minimoa.
- P_{FV} : Instalaturako potentzia fotovoltaikoa. (32200 W)
- P_R : Studer MPPT VS-120 48V erreguladorearen potentzia maximoa. (7000 W)

Amerisolar 24 V (280 W) moduluarekin Studer MPPT VS-120 48V motako **5 karga erreguladore** behar izango dira, paraleloan konektatuko direnak.

3.2.2.4 Inbertsoreen kalkulua

Potentzia eta baterien tentsioa berdinak direnez, inbertsoreen kalkulua 3.1.4 atalaren berdina izango da, eta hortaz, VICTRON Phoenix 48V 5000W motako **3 inbertsore** erabiliko dira.

3.2.3 Amerisolar 24 V (330 W)

3.2.3.1 Moduluen kalkulua

Moduluen kalkulua::

$$N = \frac{L_d}{W_p \cdot HSP_{H,K} \cdot PR} = \frac{110850 \frac{Wh}{egun}}{330 W \cdot 5,475 \cdot 0,685} = 89,56 \rightarrow 90 \quad (3)$$

90 eguzki-panel behar izango dira.

3.2.3.2 Baterien kalkulua

Kontsumoa berdina denez, beharrezko bateriaren kapazitate nominala aurreko kasuaren berdina izango da, 693,53 kWh eta 14,45 kWh hain zuzen, beraz, behar izango diren 48V HOPPECKE Power VL 4900Ah baterien kopurua berdina izango da, 4 bateria, paraleloan konektatuak.

3.2.3.3 Karga erreguladoreen kalkulua

3.2.3.3.1 Victron SmartSolar MPPT 250V 100A

Seriean konektatuko diren moduluen kalkulua:

$$N_{serieM} = \frac{V_{OCmax}}{V_{OCmodulu}} = \frac{250 V}{45,9 V} = 5,45 \rightarrow 5 \quad (10)$$

- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak.
- V_{OCmax} : Victron SmartSolar MPPT 250V 100A karga erreguladoreak jasan dezakeen tentsio maximoa, zirkuitu-laburreko tentsioa. (250 V)
- $V_{OCmodulu}$: Amerisolar 24 V (330 W) moduluak jasan dezakeen tentsio maximoa, zirkuitu-laburreko tentsioa. (45,9 V)

Karga erreguladoreak jasan dezakeen tentsio maximoa inoiz gaindituko ez denaren konprobaketa:

$$V_{OCg} = N_{serieM} \cdot V_{OCmodulu} = 5 \cdot 45,9 = 229,5 \text{ V} \quad (11)$$

- V_{OCg} : Zirkuitu-laburrean moduluak guztira sortutako tentsioa. (V)
- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak. (5)
- $V_{OCmodulu}$: Amerisolar 24 V (330 W) moduluak jasan dezakeen tentsio maximoa, zirkuitu-laburreko tentsioa. (45,9 V)

Karga erreguladorearen tentsio maximoa ez da inoiz gaindituko, $229,5 \text{ V} > 250 \text{ V}$ baita.

Paraleloan konektatuko diren moduluen kalkulua:

$$N_{paralelo} = \frac{N}{N_{serieM}} = \frac{90}{5} = 18 \quad (12)$$

- $N_{paralelo}$: Paraleloan konektatuko den adar kopurua.
- N : Beharrezko modulu kopurua, 3.3.1 atalean kalkulatua. (90)
- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak. (5)

Guztira:

$$N_T = N_{serieM} \cdot N_{paralelo} = 5 \cdot 18 = 90 \quad (13)$$

- N_T : Instalatuko den moduluen kopurua.
- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak. (5)
- $N_{paralelo}$: Paraleloan konektatuko den adar kopurua. (18)

Victron SmartSolar MPPT 250V 100A karga erreguladorearekin Amerisolar 24 V (330 W) motako 90 panel fotovoltaiko erabiliko dira oraingoz.

Karga erreguladore honen funtzionamendu tentsioa 0 eta 250 V bitartekoa dela jakinik, 90 panelen funtzionamendu tentsioa maximoa (potentzia nominaleko tentsioa) eta minimoa (moduluaren tentsioa) balio horien artean daudela baieztatu behar da. Kasu honetan funtzionamendu tentsio minimoa 0 izanik, soilik maximoa baieztatu behar da:

$$V_{TMax} = N_{serieM} \cdot V_{mp} = 5 \cdot 37,3 \text{ V} = 186,5 \text{ V} \quad (14)$$

- V_{TMax} : Panelek potentzia nominalean duten tentsio totala. (V)
- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak. (5)
- V_{mp} : Amerisolar 24 V (330 W) moduluaren tentsioa potentzia nominalean. (37,3 V)

Egituraketa hau egokia da, $0 \text{ V} < 186,5 \text{ V} < 250 \text{ V}$ baita, orduan, Amerisolar 24 V (330 W) motako **90 panel fotovoltaiko** erabiliko dira.

Instalatutako potentzia fotovoltaikoa:

$$P_{FV} = N_T \cdot W_p = 90 \cdot 330 \text{ W} = 29700 \text{ W} \quad (15)$$

- P_{FV} : Instalaturako potentzia fotovoltaikoa. (W)
- N_T : Instalaturako den moduluen kopurua. (108)
- W_p : Amerisolar 24 V (330 W) moduluaren potentzia nominala. (330 W)

Instalatutako potentzia fotovoltaikoa 29700 W izango da.

Victron SmartSolar MPPT 250V 100A erreguladoreak gehieneko karga intentsitatea 100 A da, eta potentzia 5800 W, beraz, erreguladore kopurua:

$$N_{\text{erreg}} = \frac{P_{\text{FV}}}{P_{\text{R}}} = \frac{29700 \text{ W}}{5800 \text{ W}} = 5,12 \rightarrow 6 \quad (16)$$

- N_{erreg} : Karga erreguladore kopuru minimoa.
- P_{FV} : Instalatutako potentzia fotovoltaikoa. (29700 W)
- P_{R} : Victron SmartSolar MPPT 250V 100A erreguladorearen potentzia maximoa. (5800 W)

Amerisolar 24 V (330 W) moduluarekin Victron SmartSolar MPPT 250V 100A motako **6 karga erreguladore** behar izango dira, paraleloan konektatuko direnak.

3.2.3.3.2 Schneider XW MPPT 80 600

Seriean konektatuko diren moduluen kalkulua:

$$N_{\text{serieM}} = \frac{V_{\text{OCmax}}}{V_{\text{OCmodulu}}} = \frac{600 \text{ V}}{45,9 \text{ V}} = 13,07 \rightarrow 13 \quad (10)$$

- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak.
- V_{OCmax} : Schneider XW MPPT 80 600 karga erreguladoreak jasan dezakeen tentsio maximoa, zirkuitu-laburreko tentsioa. (600 V)
- V_{OCmodulu} : Amerisolar 24 V (330 W) moduluak jasan dezakeen tentsio maximoa, zirkuitu-laburreko tentsioa. (45,9 V)

Karga erreguladoreak jasan dezakeen tentsio maximoa inoiz gaindituko ez denaren konprobaketa:

$$V_{\text{OCg}} = N_{\text{serieM}} \cdot V_{\text{OCmodulu}} = 13 \cdot 45,9 = 596,7 \text{ V} \quad (11)$$

- V_{OCg} : Zirkuitu-laburrean moduluak guztira sortutako tentsioa. (V)
- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak. (13)
- V_{OCmodulu} : Amerisolar 24 V (330 W) moduluak jasan dezakeen tentsio maximoa, zirkuitu-laburreko tentsioa. (45,9 V)

Karga erreguladorearen tentsio maximoa ez da inoiz gaituko, $596,7 \text{ V} > 600 \text{ V}$ baita.

Paraleloan konektatuko diren moduluen kalkulua:

$$N_{\text{paralelo}} = \frac{N}{N_{\text{serieM}}} = \frac{90}{13} = 6,92 \rightarrow 7 \quad (12)$$

- N_{paralelo} : Paraleloan konektatuko den adar kopurua.
- N : Beharrezko modulu kopurua, 3.3.1 atalean kalkulatu. (90)
- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak. (13)

Guztira:

$$N_T = N_{\text{serieM}} \cdot N_{\text{paralelo}} = 13 \cdot 7 = 91 \quad (13)$$

- N_T : Instalatu diren moduluen kopurua.
- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak. (13)
- N_{paralelo} : Paraleloan konektatuko den adar kopurua. (7)

Schneider XW MPPT 80 600 karga erreguladorearekin Amerisolar 24 V (330 W) motako 91 panel fotovoltaiko erabiliko dira oraingoz.

Karga erreguladore honen funtzionamendu tentsioa 195 eta 550 V bitartekoa dela jakinik, 91 panelen funtzionamendu tentsioa maximoa (potentzia nominaleko tentsioa) eta minimoa (moduluaren tentsioa) balio horien artean daudela baieztatu behar da:

$$V_{T\text{Max}} = N_{\text{serieM}} \cdot V_{\text{mp}} = 13 \cdot 37,3 \text{ V} = 484,9 \text{ V} \quad (14)$$

- $V_{T\text{Max}}$: Panelek potentzia nominalean duten tentsio totala. (V)
- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak. (13)

- V_{mp} : Amerisolar 24 V (330 W) moduluaren tentsioa potentzia nominalean. (37,3 V)

$$V_{TMin} = N_{serieM} \cdot V_{mp} = 13 \cdot 24 \text{ V} = 312 \text{ V} \quad (17)$$

- V_{TMin} : Panelen funtzionamendu tentsio minimoa. (V)
- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak. (13)
- V_{min} : Amerisolar 24 V (330 W) moduluaren tentsioa minimoa. (24 V)

Egituraketa hau egokia da, $195 \text{ V} < 484,9 \text{ V} < 550 \text{ V}$ eta $195 \text{ V} < 312 \text{ V} < 550 \text{ V}$ baitira, orduan, Amerisolar 24 V (330 W) motako **91 panel fotovoltaiko** erabiliko dira.

Instalatutako potentzia fotovoltaikoa:

$$P_{FV} = N_T \cdot W_p = 91 \cdot 330 \text{ W} = 30030 \text{ W} \quad (15)$$

- P_{FV} : Instalaturako potentzia fotovoltaikoa. (W)
- N_T : Instalaturako den moduluen kopurua. (91)
- W_p : Amerisolar 24 V (330 W) moduluaren potentzia nominala. (330 W)

Instalatutako potentzia fotovoltaikoa 30030 W izango da.

Schneider XW MPPT 80 600 erreguladoreak gehienezko karga intentsitatea 80 A da, eta potentzia 4800 W, beraz, erreguladore kopurua:

$$N_{erreg} = \frac{P_{FV}}{P_R} = \frac{30030 \text{ W}}{4800 \text{ W}} = 6,25 \rightarrow 7 \quad (16)$$

- N_{erreg} : Karga erreguladore kopuru minimoa.
- P_{FV} : Instalaturako potentzia fotovoltaikoa. (30030 W)
- P_R : Schneider XW MPPT 80 600 erreguladorearen potentzia maximoa. (4800 W)

Amerisolar 24 V (330 W) moduluarekin Schneider XW MPPT 80 600 motako **7 karga erreguladore** behar izango dira, paraleloan konektatuko direnak.

3.2.3.3.3 Studer MPPT VS-120 48V

Seriean konektatuko diren moduluen kalkulua:

$$N_{\text{serieM}} = \frac{V_{\text{OCmax}}}{V_{\text{OCmodulu}}} = \frac{900 \text{ V}}{45,9 \text{ V}} = 19,6 \rightarrow 19 \quad (10)$$

- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak.
- V_{OCmax} : Studer MPPT VS-120 48V karga erreguladoreak jasan dezakeen tentsio maximoa, zirkuitu-laburreko tentsioa. (900 V)
- V_{OCmodulu} : Amerisolar 24 V (330 W) moduluak jasan dezakeen tentsio maximoa, zirkuitu-laburreko tentsioa. (45,9 V)

Karga erreguladoreak jasan dezakeen tentsio maximoa inoiz gaindituko ez denaren konprobaketa:

$$V_{\text{OCg}} = N_{\text{serieM}} \cdot V_{\text{OCmodulu}} = 19 \cdot 45,9 = 872,1 \text{ V} \quad (11)$$

- V_{OCg} : Zirkuitu-laburrean moduluek guztira sortutako tentsioa. (V)
- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak. (19)
- V_{OCmodulu} : Amerisolar 24 V (330 W) moduluak jasan dezakeen tentsio maximoa, zirkuitu-laburreko tentsioa. (45,9 V)

Karga erreguladorearen tentsio maximoa ez da inoiz gaindituko, $872,1 \text{ V} > 900 \text{ V}$ baita.

Paraleloan konektatuko diren moduluen kalkulua:

$$N_{\text{paralelo}} = \frac{N}{N_{\text{serieM}}} = \frac{90}{19} = 4,74 \rightarrow 5 \quad (12)$$

- N_{paralelo} : Paraleloan konektatuko den adar kopurua.
- N : Beharrezko modulu kopurua, 3.3.1 atalean kalkulaturia. (90)
- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak. (19)

Guztira:

$$N_T = N_{\text{serieM}} \cdot N_{\text{paralelo}} = 19 \cdot 5 = 95 \quad (13)$$

- N_T : Instalaturiko den moduluen kopurua.
- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak. (19)
- N_{paralelo} : Paraleloan konektatuko den adar kopurua. (5)

Studer MPPT VS-120 48V karga erreguladorearekin Amerisolar 24 V (330 W) motako 95 panel fotovoltaiko erabiliko dira oraingoz.

Karga erreguladore honen funtzionamendu tentsioa 500 eta 750 V bitartekoa dela jakinik, 95 panelen funtzionamendu tentsioa maximoa (potentzia nominaleko tentsioa) eta minimoa (moduluaren tentsioa) balio horien artean daudela baieztatu behar da:

$$V_{T\text{Max}} = N_{\text{serieM}} \cdot V_{\text{mp}} = 19 \cdot 37,3 \text{ V} = 708,7 \text{ V} \quad (14)$$

- $V_{T\text{Max}}$: Panelek potentzia nominalean duten tentsio totala. (V)
- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak. (19)
- V_{mp} : Amerisolar 24 V (330 W) moduluaren tentsioa potentzia nominalean. (37,3 V)

$$V_{T\text{Min}} = N_{\text{serieM}} \cdot V_{\text{mp}} = 19 \cdot 24 \text{ V} = 456 \text{ V} \quad (17)$$

- V_{TMin} : Panelen funtzionamendu tentsio minimoa. (V)
- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak. (19)
- V_{min} : Amerisolar 24 V (330 W) moduluaren tentsioa minimoa. (24 V)

Egituraketa hau ez da egokia, $500 \text{ V} < 708,7 \text{ V} < 750 \text{ V}$ baita, baina $456 \text{ V} < 500 \text{ V}$ da, orduan, egituraketa berri bat bilatu behar da.

Horretarako, funtzionamendu tentsio minimoa betetzen duen seriean konektaturiko modulu kopuru minimoa kalkulatu da:

$$N_{serieM} = \frac{V_{Tmin}}{V_{OCmodulu}} = \frac{500 \text{ V}}{24 \text{ V}} = 20,83 \rightarrow 21 \quad (18)$$

- N_{serieM} : Seriean konektatuko diren moduluak.
- V_{MinR} : Studer MPPT VS-120 48V erreguladorearen funtzionamendu tentsio minimoa. (500 V)
- V_{min} : Amerisolar 24 V (330 W) moduluaren tentsioa minimoa. (24 V)

Studer MPPT VS-120 48V erreguladorearen funtzionamendu tentsio minimoa lortzeko, gutxienez seriean konektaturiko 21 Amerisolar 24 V (330 W) modulu behar dira, eta erreguladore honen tentsio maximoa (900 V_{oc}) ez gaintzeko gehienez 19 modulu behar dira, (10) ekuazioan kalkulatu, beraz, ondorioztatzen da ezin izango dela Studer MPPT VS-120 48V karga erreguladorea Amerisolar 24 V (330 W) modulu fotovoltaikoarekin erabili, ezin baita bere funtzionamendu egokia ziurtatu.

3.2.3.4 Inbertsoreen kalkulua

Potentzia eta baterien tentsioa berdinak direnez, inbertsoreen kalkulua 3.1.4 atalaren berdina izango da, eta hortaz, VICTRON Phoenix 48V 5000W motako **3 inbertsore** erabiliko dira.

3.3 Laburpena

Laburbilduz, hauek dira lortutako emaitzak:

	Bauer 12 V			Amerisolar 24 V (280 W)			Amerisolar 24 V (330 W)		
	Victron SmartSolar MPPT 250V 100A	SCHNEIDER XW MPPT 80 600	Studer MPPT VS-120 48V	Victron SmartSolar MPPT 250V 100A	SCHNEIDER XW MPPT 80 600	Studer MPPT VS-120 48V	Victron SmartSolar MPPT 250V 100A	SCHNEIDER XW MPPT 80 600	Studer MPPT VS-120 48V
Plakak	17.756,2 €	17.986,8 €	-	14.374,8 €	15.972,0 €	17.603,1 €	13.776,3 €	13.929,4 €	-
Bateriak	118.240,0 €	118.240,0 €	-	118.240,0 €	118.240,0 €	118.240,0 €	118.240,0 €	118.240,0 €	-
Erreguladoreak	6.759,0 €	7.875,0 €	-	5.793,4 €	7.875,0 €	8.545,0 €	5.793,4 €	7.875,0 €	-
Inbertsoreak	5.399,6 €	5.399,6 €	-	5.399,6 €	5.399,6 €	5.399,6 €	5.399,6 €	5.399,6 €	-
Guztira	148.154,8 €	149.501,4 €	-	143.807,9 €	147.486,6 €	149.787,7 €	143.209,4 €	145.444,0 €	-

Taula 5: Hiru moduluekin lortutako sorgailu fotovoltaikoaren kostua

Aukerarik honena 90 Amerisolar 24 V (330 W) plaka eta 6 Victron SmartSolar MPPT 250V 100A karga erreguladore erabiltzea da, prezio baxueneko aukera baita. Nahiz eta beste kasu batzuetan baino karga erreguladore gehiago behar, plaka kopurua txikiena da, eta hortaz, prezio txikiena lortzen da, 143.209,4 €-koa alegia.











3.4 Kableen sekzioa

Behin instalazio fotovoltaikoaren gailu guztiak definituta dauden, kableen sekzioen kalkulura ekin daiteke. Instalazioaren kableen sekzioen kalkulurako bi baldintza hartu behar dira kontuan, BTEE-k exijitzen dituenak:

- a) Onarturiko intentsitate maximoa ez gainditzea

Intentsitate hau gainditzea ez da gomendatzen erroalea gehiegi berotu daiteke eta. Balio hau UNE-HD 60364-5-52 arauaren B.52-1 eta C.52-1 bis taulen arabera kalkulatu da, eta kable kopuru eta isolamendu motaren arabera da.

Proiektuko kableak unipolarrak dira, eta horma batera itsatsiak eramaten dira. Gainera, bi erroale dira, PVC isolamendua dutenak, beraz, 6. taularen arabera, C.52-1 bis taulan 8a zutabea erabili da.

Instalación de referencia		Tabla y columna				
		Intensidad admisible para los circuitos simples				
		Aislamiento PVC		Aislamiento XLPE o EPR		
		Número de conductores				
		2	3	2	3	
	Conductores aislados en un conducto en una pared térmicamente aislante	A1	Tabla C.52-1 bis columna 4	Tabla C.52-1 bis columna 3	Tabla C.52-1 bis columna 7b	Tabla C.52-1 bis columna 6b
	Cable multiconductor en un conducto en una pared térmicamente aislante	A2	Tabla C.52-1 bis columna 3	Tabla C.52-1 bis columna 2	Tabla C.52-1 bis columna 6b	Tabla C.52-1 bis columna 5b
	Conductores aislados en un conducto sobre una pared de madera o mampostería	B1	Tabla C.52-1 bis columna 6a	Tabla C.52-1 bis columna 5a	Tabla C.52-1 bis columna 10b	Tabla C.52-1 bis columna 8b
	Cable multiconductor en un conducto sobre una pared de madera o mampostería	B2	Tabla C.52-1 bis columna 5a	Tabla C.52-1 bis columna 4	Tabla C.52-1 bis columna 8b	Tabla C.52-1 bis columna 7b
	Cables unipolares o multipolares sobre una pared de madera o mampostería	C	Tabla C.52-1 bis columna 8a	Tabla C.52-1 bis columna 6a	Tabla C.52-1 bis columna 11	Tabla C.52-1 bis columna 9b
	Cable multiconductor en conductos enterrados	D1	Tabla C.52-2 bis columna 3	Tabla C.52-2 bis columna 4	Tabla C.52-2 bis columna 5	Tabla C.52-2 bis columna 6
	Cables con cubierta unipolares o multipolares directamente en el suelo	D2				
	Cable multiconductor al aire libre Distancia al muro no inferior a 0,3 veces el diámetro del cable	E	Tabla C.52-1 bis columna 9a	Tabla C.52-1 bis columna 7a	Tabla C.52-1 bis columna 12	Tabla C.52-1 bis columna 10b
	Cables unipolares en contacto al aire libre Distancia al muro no inferior al diámetro del cable	F	Tabla C.52-1 bis columna 10a	Tabla C.52-1 bis columna 8a	Tabla C.52-1 bis columna 13	Tabla C.52-1 bis columna 11
	Cables unipolares espaciados al aire libre Distancia entre ellos como mínimo el diámetro del cable	G	Ver UNE-HD 60364-5-52			

Taula 6: UNE-HD 60364-5-52 arauaren B.52-1 taula

Kableak kobrezkoak dira, hortaz, C-52-1 bis taulako goiko ataleko intentsitate maximoak erabili dira kableen sekzioen kalkulurako, 7. taulan ageriak:

Método de instalación de la tabla B.52-1	Número de conductores cargados y tipos de aislamiento																	
	A1	PVC 3	PVC 3	PVC 2				XLPE 3	XLPE 2									
A2	PVC 3	PVC 2			XLPE 3	PVC 2												
B1				PVC 3	PVC 2				XLPE 3			XLPE 2						
B2			PVC 3	PVC 2				XLPE 3	XLPE 2									
C					PVC 3				PVC 2		XLPE 3		XLPE 2					
E							PVC 3			PVC 2		XLPE 3	XLPE 2					
F									PVC 3		PVC 2	XLPE 3	XLPE 2					
1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a	8b	9a	9b	10a	10b	11	12	13
Sección mm²																		
Cobre																		
1,5	11	11,5	12,5	13,5	14	14,5	15,5	16	16,5	17	17,5	19	20	20	20	21	23	-
2,5	15	15,5	17	18	19	20	20	21	22	23	24	26	27	26	28	30	32	-
4	20	20	22	24	25	26	28	29	30	31	32	34	36	36	38	40	44	-
6	25	26	29	31	32	34	36	37	39	40	41	44	46	46	49	52	57	-
10	33	36	40	43	45	46	49	52	54	54	57	60	63	65	68	72	78	-
16	45	48	53	59	61	63	66	69	72	73	77	81	85	87	91	97	104	-
25	59	63	69	77	80	82	86	87	91	95	100	103	108	110	115	122	135	146
35	-	-	-	95	100	101	106	109	114	119	124	127	133	137	143	153	168	182
50	-	-	-	116	121	122	128	133	139	145	151	155	162	167	174	188	204	220
70	-	-	-	148	155	155	162	170	178	185	193	199	208	214	223	243	262	282
95	-	-	-	180	188	187	196	207	216	224	234	241	252	259	271	298	320	343
120	-	-	-	207	217	216	226	240	251	260	272	280	293	301	314	350	373	397
150	-	-	-	-	247	259	276	289	299	313	322	337	343	359	401	430	458	-
185	-	-	-	-	281	294	314	329	341	356	368	385	391	409	460	493	523	-
240	-	-	-	-	330	345	368	385	401	419	435	455	468	489	545	583	617	-
Aluminio																		
2,5	11,5	12	13	14	15	16	16,5	17	17,5	18	19	20	20	20	21	23	25	-
4	15	16	17	19	20	21	22	22	23	24	25	26	28	27	29	31	34	-
6	20	20	22	24	25	27	29	28	30	31	32	33	35	36	38	40	44	-
10	26	27	31	33	35	38	40	40	41	42	44	46	49	50	52	56	60	-
16	35	37	41	46	48	50	52	53	55	57	60	63	66	66	70	76	82	-
25	46	49	54	60	63	63	66	67	70	72	75	78	81	84	88	91	98	110
35	-	-	-	74	78	78	81	83	87	89	93	97	101	104	109	114	122	136
50	-	-	-	90	94	95	100	101	106	108	113	118	123	127	132	140	149	167
70	-	-	-	115	121	121	127	130	136	139	145	151	158	162	170	180	192	215
95	-	-	-	140	146	147	154	159	166	169	177	183	192	197	206	219	233	262
120	-	-	-	161	169	171	179	184	192	196	205	213	222	228	239	254	273	306
150	-	-	-	-	196	205	213	222	227	237	246	257	264	276	294	314	353	-
185	-	-	-	-	222	232	243	254	259	271	281	293	301	315	337	361	406	-
240	-	-	-	-	261	273	287	300	306	320	332	347	355	372	399	427	482	-

Taula 7: UNE-HD 60364-5-52 arauaren C.52-1 bis taula

b) Tentsio erorketa maximoa ez gainditzea

BTEE-ren ITC-BT-40-aren arabera tentsio erorketa sorgailuaren eta barne instalazioaren artean, hau da, karga puntuen artean, %1,5 baino gutxiagoa izan behar da. Kableak zatika banatzen direnez, zati bakoitzari tentsio erorketa ehuneko bat erantsiko zaio, eta totala %1,5 baino txikiagoa lortzen da horrela. Zatien erorketa tentsioak 9 eta 15. taulen artean aurki daitezke.

Tentsio erorketa definitu batetik kable baten sekzioa kalkulatzeko hurrengo espresioa erabiltzen da:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\sigma \cdot \Delta U} \quad (21)$$

- S: Kablearen sekzioa. (mm)
- L: Kablearen luzera. (m)
- I: Kablearen intentsitatea. (A)
- σ : Kablearen materialaren konduktibitatea. (m/Ω·mm²)
- ΔU : Erorketa tentsioa. (V)

Aukeratutako kablearen materiala kobreaenez, kobreakon konduktibitatea 56 m/Ω·mm²-koa da 20 °C tenperaturan, 8. taulan ikus daitekeen moduan:

Material	γ_{20}	γ_{70}	γ_{90}
Cobre	56	48	44
Aluminio	35	30	28
Temperatura	20°C	70°C	90°C

Taula 8: Kableen material desberdinen konduktibitatea

3.4.1 String – 1. Konexio kutxa

Zati honetarako tentsio erorketa maximoa %0,85 da. Kableek eramango duten korrante maximoa zirkuitulaburrean da, panelen I_{sc} , 3. taulan aurki daitekeena, eta 9,26 A-ko balioa daukana. Aldi berean, tentsio maximoa V_{mp} da, beste hitzetan, potentzia nominaleko tentsioa, 186,5 V dena string bakoitzeko, seriean 5 panel baitaude. Gainera, string bakoitzaren luzera string bakoitzeko urruneko panelak markatzen du.

Behin sekzio teorikoa kalkulatua, balio hori baino handiagoa den UNE-HD 60364-5-52 arauko C.52-1 bis taulako hurrengo sekzio normalizatua aukeratzen da. Ondoren, taula horretan, eranskineko 7. Taulan, sekzio horren onarturiko intentsitate maximoa hartzen da, eta kablearena baino txikiagoa bada, sekzioaren kalkulua zuzena da.

Talde	String	L [m]	V_{mp} [V]	I_{sc} [A]	σ_{cu} [Ω_{mm^2} / m]	ΔV Teorikoa [%]	ΔV Teorikoa [V]	Sekzio teorikoa [mm^2]	Sekzio norm. [mm^2]	ΔV [V]	ΔV [%]	I_{max} [A]	Sekzio norm. [mm^2]
1	1	11,50	186,50	9,26	56	0,85	1,59	2,40	2,5	1,52	0,816	23	2,5
	2	6,00	186,50	9,26	56	0,85	1,59	1,25	2,5	0,79	0,426	23	2,5
	3	9,50	186,50	9,26	56	0,85	1,59	1,98	2,5	1,26	0,674	23	2,5
2	4	14,50	186,50	9,26	56	0,85	1,59	3,02	4	1,20	0,643	31	4
	5	19,50	186,50	9,26	56	0,85	1,59	4,07	6	1,07	0,576	40	6
	6	25,00	186,50	9,26	56	0,85	1,59	5,22	6	1,38	0,739	40	6
3	7	29,50	186,50	9,26	56	0,85	1,59	6,15	10	0,98	0,523	54	10
	8	50,00	186,50	9,26	56	0,85	1,59	10,43	16	1,03	0,554	73	16
	9	45,00	186,50	9,26	56	0,85	1,59	9,39	10	1,49	0,798	54	10
4	10	39,50	186,50	9,26	56	0,85	1,59	8,24	10	1,31	0,700	54	10
	11	42,50	186,50	9,26	56	0,85	1,59	8,87	10	1,41	0,754	54	10
	12	48,00	186,50	9,26	56	0,85	1,59	10,01	16	0,99	0,532	73	16
5	13	52,50	186,50	9,26	56	0,85	1,59	10,95	16	1,09	0,582	73	16
	14	73,50	186,50	9,26	56	0,85	1,59	15,33	16	1,52	0,815	73	16
	15	68,00	186,50	9,26	56	0,85	1,59	14,19	16	1,41	0,754	73	16
6	16	63,00	186,50	9,26	56	0,85	1,59	13,14	16	1,30	0,698	73	16
	17	65,00	186,50	9,26	56	0,85	1,59	13,56	16	1,34	0,720	73	16
	18	70,50	186,50	9,26	56	0,85	1,59	14,71	16	1,46	0,781	73	16

Taula 9: Lehenengo zatiaren kableen kalkuluak

3.4.2 1.konexio kutxa – karga erreguladorea

Zati honetarako tentsio erorketa maximoa %0,035 da. Aurreko ataleko hiru kable elkartzen ditu zati honetako kable bakoitzak, beraz, intentsitatea hirukoitza da, eta tentsioa, aldiz, berdina.

Kablea	L [m]	V _{mp} [V]	I _{sc} [A]	σ_{cu} [Ω_{mm^2} / m]	Δv Teorikoa [%]	Δv Teorikoa [V]	Sekzio teorikoa [mm ²]	Sekzio norm. [mm ²]	Δv [V]	Δv [%]	I _{max} [A]	Sekzio norm. [mm ²]
2.1	1,00	186,50	27,78	56	0,035	0,07	15,20	16	0,06	0,033	73	16
2.2	1,00	186,50	27,78	56	0,035	0,07	15,20	16	0,06	0,033	73	16
2.3	1,00	186,50	27,78	56	0,035	0,07	15,20	16	0,06	0,033	73	16
2.4	1,00	186,50	27,78	56	0,035	0,07	15,20	16	0,06	0,033	73	16
2.5	1,00	186,50	27,78	56	0,035	0,07	15,20	16	0,06	0,033	73	16
2.6	1,00	186,50	27,78	56	0,035	0,07	15,20	16	0,06	0,033	73	16

Taula 10: Bigarren zatiaren kableen kalkuluak

3.4.3 Karga erreguladorea – 2. Konexio kutxa

Zati honetarako tentsio erorketa maximoa %0,12 da. Karga erreguladoreen intentsitate korrante maximoa 100 A denez, 100 A-ko korrante maximoa jasaten dute kableek. Tentsioa, berriz, baterien kargarako tentsio maximoa da, 57,6 V dena.

Kablea	L [m]	V _{mp} [V]	I _{max} [A]	σ_{cu} [Ω_{mm^2} / m]	Δv Teorikoa [%]	Δv Teorikoa [V]	Sekzio teorikoa [mm ²]	Sekzio norm. [mm ²]	Δv [V]	Δv [%]	I _{max} [A]	Sekzio norm. [mm ²]
3.1	1,20	57,60	100	56	0,12	0,07	62,00	70	0,06	0,106	185	70
3.2	1,00	57,60	100	56	0,12	0,07	51,67	70	0,05	0,089	185	70
3.3	0,50	57,60	100	56	0,12	0,07	25,83	35	0,05	0,089	119	35
3.4	0,50	57,60	100	56	0,12	0,07	25,83	35	0,05	0,089	119	35
3.5	1,00	57,60	100	56	0,12	0,07	51,67	70	0,05	0,089	185	70
3.6	1,20	57,60	100	56	0,12	0,07	62,00	70	0,06	0,106	185	70

Taula 11: Hirugarren zatiaren kableen kalkuluak

3.4.4 2.konexio kutxa – bateriak

Zati honetarako tentsio erorketa maximoa %0,21 da. Lau bateria daudenez, paraleloan konektatuak daudenak, lau kable irteten dira 2. konexio kutxatik. Hortaz, jasango duten intentsitate maximoa aurreko ataleko totalaren berdina da, baina lau kabletan banatua. Tentsioa, baterien kargarako denez, aurreko atalekoaren berdina da, 57,6 V. Kasu honetan, 4.2 eta 4.3 kableek onarturiko intentsitate maximoa gainditzen dute tentsio erorketarekin kalkulaturiko sekzioarekin. Horregatik hurrengo sekzio normalizatua hartu da, eta horrekin intentsitate maximoaren frogapena berrigo egin.

Kable a	L [m]	V _{mp} [V]	I _{max} [A]	σ _{cu} [Ω _{mm²} / m]	Δv Teorikoa [%]	Δv Teorikoa [V]	Sekzio teorikoa [mm ²]	Sekzio norm. [mm ²]	Δv [V]	Δv [%]	I _{max} [A]	Sekzio norm. [mm ²]	I _{max} berria [A]	Sekzio norm. berria [mm ²]
4.1	1,50	57,60	150,0	56	0,21	0,12	66,43	70	0,11	0,199	185	70		
4.2	1,00	57,60	150,0	56	0,21	0,12	44,29	50	0,11	0,186	145	50	185	70
4.3	1,00	57,60	150,0	56	0,21	0,12	44,29	50	0,11	0,186	145	50	185	70
4.4	1,50	57,60	150,0	56	0,21	0,12	66,43	70	0,11	0,199	185	70		

Taula 12: Laugarren zatiaren kableen kalkuluak

3.4.5 Bateriak – 3. Konexio kutxa

Zati honetarako tentsio erorketa maximoa %0,1 da. Zati honetatik aurrera karga estazioek definitzen dituzte kableen intentsitate eta tentsioaren balioak, eta ez sorgailu elektrikoak. Lau kable ditu zati honek, lau baterien deskargarakoak direnak. Inbertsoreak 48 V-ra lan egiten duenez, tentsio hori eramango dute kableek, eta kontsumo maximoa 11.085 W denez, (1) ekuazioan kalkulaturik, bakoitzak jasango duen intentsitate maximoa 57,73 A da.

Kablea	L [m]	V _{max} [V]	I _{max} [A]	σ _{cu} [Ω _{mm²} / m]	Δv Teorikoa [%]	Δv Teorikoa [V]	Sekzio teorikoa [mm ²]	Sekzio norm. [mm ²]	Δv [V]	Δv [%]	I _{max}	Sekzio norm. [mm ²]
5.1	1,00	48,00	57,73	56	0,10	0,05	42,95	50	0,04	0,086	145	50
5.2	1,00	48,00	57,73	56	0,10	0,05	42,95	50	0,04	0,086	145	50
5.3	1,00	48,00	57,73	56	0,10	0,05	42,95	50	0,04	0,086	145	50
5.4	1,00	48,00	57,73	56	0,10	0,05	42,95	50	0,04	0,086	145	50

Taula 13: Bosgarren zatiaren kableen kalkuluak

3.4.6 3.konexio kutxa – karga inbertsorea

Zati honetarako tentsio erorketa maximoa %0,085 da. Hiru karga inbertsore daudenez, hiru kable ditu zati honek, eta beraz, intentsitate totala aurreko atalekoaren berdina da, hiru kabletan banatua. Tentsioa, berriz ere, 48 V-koa da, inbertsoreen funtzionamendu tentsioa hain zuzen ere.

Kablea	L [m]	V _{max} [V]	I _{max} [A]	σ _{cu} [Ω _{mm²} / m]	ΔV Teorikoa [%]	ΔV Teorikoa [V]	Sekzio teorikoa [mm ²]	Sekzio norm. [mm ²]	ΔV [V]	ΔV [%]	I _{max} [A]	Sekzio norm. [mm ²]
6.1	1,00	48,00	76,97	56	0,085	0,04	67,38	70	0,04	0,082	185	70
6.2	0,50	48,00	76,97	56	0,085	0,04	33,69	35	0,04	0,082	119	35
6.3	1,00	48,00	76,97	56	0,085	0,04	67,38	70	0,04	0,082	185	70

Taula 14: Seigarren zatiaren kableen kalkuluak

3.4.7 Karga inbertsorea – karga estazioa

Zati honetarako tentsio erorketa maximoa %0,1 da. Korrante alternoko atala da hau, eta hortaz, tentsioa 230 V-koa da, karga estazioen funtzionamendu tentsioa. Aldi berean, karga estazioak karga geldo edo konbentzionalekoak direnez, 16 A-ko intentsitate maximoa erabiltzen dute.

Kablea	L [m]	V _{max} [V]	I _{max} [A]	σ _{cu} [Ω _{mm²} / m]	ΔV Teorikoa [%]	ΔV Teorikoa [V]	Sekzio teorikoa [mm ²]	Sekzio norm. [mm ²]	ΔV [V]	ΔV [%]	I _{max} [A]	Sekzio norm. [mm ²]
7.1	5,50	230,00	16,06	56	0,10	0,23	13,72	16	0,20	0,086	73	16
7.2	5,00	230,00	16,06	56	0,10	0,23	12,47	16	0,18	0,078	73	16
7.3	7,50	230,00	16,06	56	0,10	0,23	18,70	25	0,17	0,075	95	25

Taula 15: Zazpigarren zatiaren kableen kalkuluak

3.5 Babesak

3.5.1 Korronte zuzena

Korronte zuzenean erabilitako babesak fusibleak dira. Fusibleen kalkulurako bi baldintza bete behar dira:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \quad (22)$$

- I_B : Kablearen diseinuko korrontea. (A)
- I_n : Fusiblearen korronte nominala. (A)
- I_Z : Kablearen onarturiko intentsitate maximoa. (A)

Fusiblearen korronte nominalak normalizatuak daude eta 16. taulakoak dira:

2	4	6	10	16	20	25	35
40	50	63	80	100	125	160	200
250	315	400	425	500	630	800	1000

Taula 16: Fusibleen korronte nominal normalizatuak (A)

$$I_f \leq 1,45 \cdot I_Z \quad (23)$$

- I_f : Babesaren funtzionamendua ziurtatzen duen korrontea. (A)
- I_Z : Kablearen onarturiko intentsitate maximoa, 3.4 atalean kalkulatua. (A)

Babesaren funtzionamendua ziurtatzen duen korrontea UNE 20.460-5-523 arauko A.52-1 bis taulatik, proiektuko 17. taulatik kalkulatzen da:

I_n (A)	Tiempo convencional (h)	I_f Corriente convencional de fusión
$I_n \leq 4$	1	$2,1 I_n$
$4 < I_n \leq 16$	1	$1,9 I_n$
$16 < I_n \leq 63$	1	$1,8 I_n$
$63 < I_n \leq 160$	2	$1,8 I_n$
$160 < I_n \leq 400$	3	$1,8 I_n$
$400 < I_n$	4	$1,8 I_n$

Taula 17: Fusiblearen funtzionamendua ziurtatzen duen korrontearen kalkulua

Orduan, bi baldintzak betetzen dituen fusibleak zatika kalkulatu dira:

3.5.1.1 String – 1. Konexio kutxa

Aukeratutako fusiblearen intentsitate nominala 10 A da zati honetako kable guztientzat, dena dela sekzioa. Onarturiko intentsitate maximo txikiena duen sekzioa frogatuko da, 2,5 mm²-koa dena. Honek betetzen badu, gainontzeko kableek lehenengo zein bigarren baldintzak beteko dituztela ondorioztatu daiteke.

Lehenengo baldintza:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \quad (22)$$

$$9,26 \text{ A} \leq 10 \text{ A} \leq 23 \text{ A}$$

Lehenengo baldintza betetzen da, fusiblearen intentsitate nominala kablearen korronte maximoa baino handiagoa baita eta zati honetako kable guztien (2,5 mm², 4 mm², 6 mm², 10 mm² eta 16 mm²-ko sekziokoak) onarturiko intentsitate maximoa baino txikiagoa baita.

Bigarren baldintza:

$$I_f \leq 1,45 \cdot I_Z \quad (23)$$

Kableen intentsitatea 9,26 A izatean, $I_f = 1,9 \cdot I_n$ da, 17. taularen arabera, 19 A alegia.

$$19 \text{ A} \leq 1,45 \cdot 23 \text{ A}$$

$$19 \text{ A} \leq 33,35 \text{ A}$$

2,5 mm²-ko kableak betetzen du baldintza hau, beraz, zati honetako kable guztiek betetzen dituzte bi baldintzak.

3.5.1.2 1.konexio kutxa – karga erreguladorea

Aukeratutako fusiblearen intentsitate nominala 35 A da zati honetako kable guztientzat, sekzio berekoak direnak.

Lehenengo baldintza:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \quad (22)$$

$$27,78 \text{ A} \leq 35 \text{ A} \leq 73 \text{ A}$$

Lehenengo baldintza betetzen da, fusiblearen intentsitate nominala kablearen korrante maximoa baino handiagoa baita eta onarturiko intentsitate maximoa baino txikiagoa baita.

Bigarren baldintza:

$$I_f \leq 1,45 \cdot I_Z \quad (23)$$

Kableen intentsitatea 27,78 A izatean, $I_f = 1,6 \cdot I_n$ da, 17. taularen arabera, 56 A alegia.

$$56 \text{ A} \leq 1,45 \cdot 73 \text{ A}$$

$$56 \text{ A} \leq 108,85 \text{ A}$$

Bigarren baldintza betetzen ere betetzen da.

3.5.1.3 Karga erreguladorea – 2. Konexio kutxa

Aukeratutako fusiblearen intentsitate nominala 100 A da zati honetako kable guztientzat, dena dela sekzioa. Onarturiko intentsitate maximo txikiena duen sekzioa frogatuko da, 35 mm²-koa dena. Honek betetzen badu, gainontzeko kableek lehenengo zein bigarren baldintzak beteko dituztela ondorioztatu daiteke.

Lehenengo baldintza:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \quad (22)$$

$$100 \text{ A} \leq 100 \text{ A} \leq 119 \text{ A}$$

Lehenengo baldintza betetzen da, fusiblearen intentsitate nominala kablearen korrante maximoa baino handiagoa baita eta zati honetako kable guztien onarturiko intentsitate maximoa baino txikiagoa baita.

Bigarren baldintza:

$$I_f \leq 1,45 \cdot I_Z \quad (23)$$

Kableen intentsitatea 100 A izatean, $I_f = 1,6 \cdot I_n$ da, 17. taularen arabera, 160 A alegia.

$$160 \text{ A} \leq 1,45 \cdot 119 \text{ A}$$

$$160 \text{ A} \leq 172,55 \text{ A}$$

35 mm²-ko kableak betetzen du baldintza hau, beraz, zati honetako kable guztiek betetzen dituzte bi baldintzak.

3.5.1.4 2.konexio kutxa – bateriak

Aukeratutako fusiblearen intentsitate nominala 160 A da zati honetako kable guztientzat, sekzio berekoak direnak.

Lehenengo baldintza:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \quad (22)$$

$$150 \text{ A} \leq 160 \text{ A} \leq 185 \text{ A}$$

Lehenengo baldintza betetzen da, fusiblearen intentsitate nominala kablearen korrante maximoa baino handiagoa baita eta onarturiko intentsitate maximoa baino txikiagoa baita.

Bigarren baldintza:

$$I_f \leq 1,45 \cdot I_Z \quad (23)$$

Kableen intentsitatea 150 A izatean, $I_f = 1,6 \cdot I_n$ da, 17. taularen arabera, 256 A alegia.

$$256 \text{ A} \leq 1,45 \cdot 185 \text{ A}$$

$$256 \text{ A} \leq 268,25 \text{ A}$$

Bigarren baldintza betetzen ere betetzen da.

3.5.1.5 Bateriak – 3. Konexio kutxa

Aukeratutako fusiblearen intentsitate nominala 63 A da zati honetako kable guztientzat, sekzio berekoak direnak.

Lehenengo baldintza:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \quad (22)$$

$$57,73 \text{ A} \leq 63 \text{ A} \leq 145 \text{ A}$$

Lehenengo baldintza betetzen da, fusiblearen intentsitate nominala kablearen korrante maximoa baino handiagoa baita eta onarturiko intentsitate maximoa baino txikiagoa baita.

Bigarren baldintza:

$$I_f \leq 1,45 \cdot I_Z \quad (23)$$

Kableen intentsitatea 57,73 A izatean, $I_f = 1,6 \cdot I_n$ da, 17. taularen arabera, 100,8 A alegia.

$$100,8 \text{ A} \leq 1,45 \cdot 145 \text{ A}$$

$$100,8 \text{ A} \leq 210,25 \text{ A}$$

Bigarren baldintza betetzen ere betetzen da.

3.5.1.6 3.konexio kutxa – karga inbertsorea

Aukeratutako fusiblearen intentsitate nominala 80 A da zati honetako kable guztientzat, dena dela sekzioa. Onarturiko intentsitate maximo txikiena duen sekzioa frogatuko da, 35 mm²-koa dena. Honek betetzen badu, gainontzeko kableek lehenengo zein bigarren baldintzak beteko dituztela ondorioztatu daiteke.

Lehenengo baldintza:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \quad (22)$$

$$76,97 A \leq 80 A \leq 119 A$$

Lehenengo baldintza betetzen da, fusiblearen intentsitate nominala kablearen korronte maximoa baino handiagoa baita eta zati honetako kable guztien onarturiko intentsitate maximoa baino txikiagoa baita.

Bigarren baldintza:

$$I_f \leq 1,45 \cdot I_z \quad (23)$$

Kableen intentsitatea 76,97 A izatean, $I_f = 1,6 \cdot I_n$ da, 17. taularen arabera, 128 A alegia.

$$128 A \leq 1,45 \cdot 119 A$$

$$128 A \leq 172,55 A$$

35 mm²-ko kableak betetzen du baldintza hau, beraz, zati honetako kable guztiek betetzen dituzte bi baldintzak.

3.5.2 Korronte alternoa

Korronte zuzenean erabilitako babesak etengailu magnetotermikoak eta etengailu diferentzialak dira. Magnetotermikoen kalkulurako, fusibleen kalkulurako ez bezala, baldintza bakarra bete behar da:

$$I_B \leq I_n \leq I_z \quad (22)$$

- I_B : Kablearen diseinuko korrontea. (A)
- I_n : Fusiblearen korronte nominala. (A)
- I_z : Kablearen onarturiko intentsitate maximoa. (A)

Etengailu magnetotermikoen korronte nominalak normalizatuak daude eta fusibleen berdinak dira.

3.5.2.1 Karga inbertsorea – karga estazioa

Aukeratutako magnetotermikoaren intentsitate nominala 20 A da zati honetako kable guztientzat, dena dela sekzioa. Onarturiko intentsitate maximo txikiena duen sekzioa frogatuko da, 16 mm²-koa dena. Honek betetzen badu, gainontzeko kableek baldintza beteko dutela ondorioztatu daiteke.

Kalkulurako baldintza:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \quad (22)$$

$$16,06 \text{ A} \leq 20 \text{ A} \leq 73 \text{ A}$$

Baldintza betetzen da 16 mm²-ko kablearekin, magnetotermikoaren intentsitate nominala kablearen korrante maximoa baino handiagoa baita eta zati honetako kable guztien onarturiko intentsitate maximoa baino txikiagoa baita, hortaz zati honetako kable guztiek betetzen dute baldintza.

Etengailu diferentzialaren kalkulurako ITC-BT-25 instrukzio teknikoa hartzen da erreferentziatzat. Honek dio barne zirkuituetako etengailu diferentzialen intentsitate nominala gutxienez 25 A-koa izan behar dela, eta sentsibilitatea, berriz, 30 mA-koa. Korrante alternoko kableen intentsitate maximoa 16 A-koa denez, 25 A intentsitate nominaleko etengailu diferentzial bat ezartzea posible da. Sentsibilitateari dagokionez, 10 mA-koa izatea nahiago da, hezetasun altuko gunean kokatuko baita, eta horrela karga estazioen erabiltzaileen segurtasuna bermatzen da.

3.6 Lurrera jartzea

3.6.1 Elektrodoa

Elektrodoaren kalkulua BTEE-ren ITC-BT-18-aren arabera egiten da. Proiekturako, horizontalki lurperatutako eroale biluzia erabili da KZ eta KA-ko lurrera jartzeetarako. Instrukzio tekniko honen arabera, lurraren erresistibitatea jakiteko bere 4 taulako balioak erabili daitezke. Markesina kokatuta dagoen tokia 'beste lubeta'-tzat hartzen da. Hortaz, lurraren erresistibitatea 500 Ω·m-koa dela ondorioztatzen da.

Naturaleza del terreno	Valor medio de la resistividad Ohm.m
Terrenos cultivables y fértiles, terraplenes compactos y húmedos	50
Terraplenes cultivables poco fértiles y otros terraplenes	500
Suelos pedregosos desnudos, arenas secas permeables	3.000

Taula 18: ITC-BT-18-ren 4 taula

Elektrodo mota honekin lortzen den erresistentzia aipatutako instrukzio teknikoaren 5 taularen arabera kalkulatzen da:

Electrodo	Resistencia de Tierra en Ohm
Placa enterrada	$R = 0,8 \rho/P$
Pica vertical	$R = \rho/L$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = 2 \rho/L$
ρ , resistividad del terreno (Ohm.m) P , perímetro de la placa (m) L , longitud de la pica o del conductor (m)	

Taula 19: ITC-BT-18-ren 5 taula

Beraz, erresistentzia honela kalkulatuko da:

$$R = \frac{2 \cdot \rho}{L} \quad (24)$$

Lurrera jartzearen kableen sekzioak ITC-BT-52 instrukzioaren arabera kalkulatzen dira. Honek bi eroale desberdintzen ditu: babes eroaleak (bornera doazenak) eta lurrerako eroaleak (bornetik elektrodora doazenak).

Babes eroaleak instrukzioaren 2 taularen arabera kalkulatzen dira:

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm²)	Sección mínima de los conductores de protección S_p (mm²)
S ≤ 16	S _p = S
16 < S ≤ 35	S _p = 16
S > 35	S _p = S/2

Taula 20: ITC-BT-18-ren 2 taula

Lurrerako eroaleak, aldiz, instrukzioaren 1 taularen arabera kalkulatzen dira:

TIPO	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión*	Según apartado 3.4	16 mm ² Cobre 16 mm ² Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión		25 mm ² Cobre 50 mm ² Hierro

Taula 21: ITC-BT-18-ren 1 taula

3.6.2 Korrante zuzena

Korrante zuzeneko lurrera jartzerako 37 Ω-ko erresistentzia maximoa behar da. Beraz, elektrodoaren luzera:

$$R = \frac{2 \cdot \rho}{L} \quad (24)$$

$$L = \frac{2 \cdot 500 \Omega \cdot \text{m}}{37 \Omega} = 27,03 \text{ m} \rightarrow 30 \text{ m}$$

30 m-ko elektrodoa jartzea erabaki da. Hortaz, elektrodoaren erresistentzia berria hurrengoa da:

$$R = \frac{2 \cdot 500 \Omega \cdot \text{m}}{30 \text{ m}} = 33,33 \Omega \quad (24)$$

Korrante zuzeneko babes eroaleen sekzioak 20. taularen arabera kalkulatzen dira. Panelen ilara bakoitzeko eroale bat jarri da, ilarako sekzio handienaren arabera dena.

String-etako sekzio guztiak 16 mm^2 edo txikiagoak direnez, babes eroaleen sekzio minimoa $S_p=S$ da. Lehenengo ilarako S handienak 1 eta 2 string-ek dituzte, $2,5 \text{ mm}^2$ izanik. Bigarreneko S handienak 7 eta 10 string-ek, 10 mm^2 . Hirugarreneko S handienak 8,12,13 eta 16 string-ek, 16 mm^2 . Laugarreneko S handienak string guztiak dituzte, 16 mm^2 izanik.

KZ-ko lurrerako eroaleen sekzioak 21. taularen arabera kalkulatzen dira. Hauek korrosioaren aurka babesturik ez daudenez, 25 mm^2 -ko kobrezko eroaleak dira.

3.6.3 Korrante alternoa

Korrante alternoko lurrera jartzeko 100Ω -ko erresistentzia maximoa behar da. Beraz, elektrodoaren luzera:

$$R = \frac{2 \cdot \rho}{L} \quad (24)$$

$$L = \frac{2 \cdot 500 \Omega \cdot \text{m}}{100 \Omega} = 10 \text{ m}$$

10 m -ko elektrodoa jartzea erabaki da. Hortaz, elektrodoaren erresistentzia 100Ω -koa da.

Korrante alternoko babes eroaleen sekzioak 20. taularen arabera kalkulatzen dira. Hiru SAVE izatean, hiru kable daude, 16 mm^2 -ko bi eta 25 mm^2 -ko bat. Orduan, babes eroaleen sekzio minimoa $S_p=S$ da 16 mm^2 -koentzat eta $S_p=16$ 25 mm^2 -koarentzat. Hortaz, hiru babes eroaleak 16 mm^2 -koak dira.

KA-ko lurrerako eroaleen sekzioak 21. taularen arabera kalkulatzen dira. Hauek korrosioaren aurka babesturik ez daudenez, 25 mm^2 -ko kobrezko eroaleak dira.

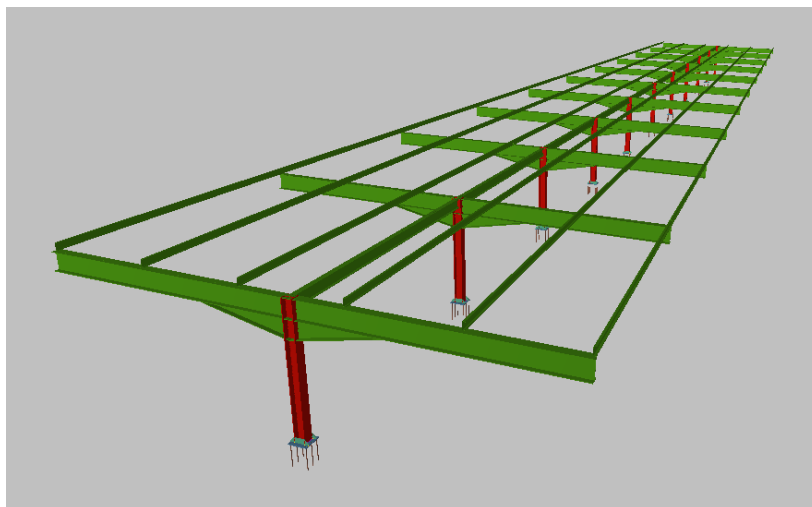
4. Markesinaren kalkulua

4.1 Obraren deskribapena

Markesinak dituen dimentsioak hurrengoak dira:

Markesinaren luzera	62 m
Markesinaren zabalera	9,5 m
Pilareen arteko distantzia	11 m
Markesinaren bataz-besteko altuera	6,2 m
Estalkiaren malda	2°
Estalkiaren azalera	589 m ²

Taula 22: Markesinaren dimentsioak



Irudia 1: Markesina 3Dn

4.2 Materialak

4.2.1 Altzairu estrukturala

Profil ijeztuetarako S275 altzairu estrukturala erabiltzen da, erresistentzia karakteristikoa $f_{yk}=275 \text{ N/mm}^2$ duena. Kalkulurako erresistentzia CTE DB SE-AE arauko segurtasun koefizientea ezartzen da:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\Psi_M} = \frac{275 \text{ N/mm}^2}{1,05} = 261,9 \text{ MPa}$$

Profil konformatuetarako S235 altzairu estrukturala erabiltzen da, erresistentzia karakteristikoa $f_{yk}=235 \text{ N/mm}^2$ duena. Petraletan erabiltzen da altzairu hau. Kalkulurako erresistentzia CTE DB SE-AE arauko segurtasun koefizientea ezartzen da:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\Psi_M} = \frac{235 \text{ N/mm}^2}{1,05} = 223,8 \text{ MPa}$$

Altzairu hauen elastikotasun-muga $E=2140672,8 \text{ N/mm}^2$ da.

4.2.2 Barretako altzairua

Hormigoi armatuan erabilitako barrak B500S altzairukoak dira, erresistentzia karakteristikoa $f_{yk}=500 \text{ N/mm}^2$ dutenak. Kalkulurako erresistentzia EHE-08 arauko segurtasun koefizientea ezartzen da:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\Psi_M} = \frac{500 \text{ N/mm}^2}{1,05} = 434,78 \text{ MPa}$$

Altzairuaren elastikotasun-muga $E=2000000 \text{ N/mm}^2$ da.

4.2.3 Hormigoi estrukturala

Espainiar Gobernuko Sustamen Ministerioren Hormigoiaren Komisio Iraunkorraren arabera, Getxon zimendapen armaduren korrosioarekiko esposizio orokorraren klasea IIIa da, kostaldetik hurbil dagoen eraikuntza baita. Ez du esposizio espezifikorik, ez baitu erosiorik, ez izozterik, ez sustantzia kimiko arriskutsurik inguruan. Klasearen arabera, EHE-08-k hormigoiaren erresistentzia karakteristikoa gomendatzen du.

Parámetro de dosificación	Tipo de hormigón	Clase de exposición													
		I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IV	Os	Oa	Oc	H	F	E	
Resistencia mínima (N/mm ²)	Masa	20	—	—	—	—	—	—	—	30	30	35	30	30	30
	Armado	25	25	30	30	30	35	30	30	30	35	30	30	30	
	Pretensado	25	25	30	30	35	35	35	30	35	35	30	30	30	

Taula 23: Hormigoiaren erresistentzia karakteristikoa

Exigitutako erresistentzia minimoa 30 N/mm² da 23. taularen arabera. Hortaz, kalkulurako erresistentzia egoera iraunkor edo iragankorrerako EHE-08-ren arabera hurrengoa da:

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\Psi_c} = \frac{30 \text{ N/m}}{1,5} = 20 \text{ MPa}$$

EHE-08 arauak hormigoiaren trinkotasuna Biguna eta bere ale-tamaina 40 mm-koa izatea gomendatzen du.

Laburbilduz, zimendapenerako aukeratutako hormigoia HA-30/B/40/IIIa da.

4.2.3.1 Hormigoiaren estaldura

Hormigoiaren estaldura armaduraren kanpo azalera eta hormigoiaren kanpo azaleraren arteko distantzia da. Estaldura minimoa armaduraren puntu guztietan bete behar da. Hau bermatzeko, arauak estaldura nominal bat definitzen du:

$$R_{nom} = r_{min} + \Delta_r \quad (25)$$

- R_{nom} : Estaldura nominala. (mm)
- r_{min} : Estaldura minimoa. (mm)
- Δ_r : Estaldura marjina. 10 mm-ko balora hartu da, ezin baita exekuzio kontrolik bermatu. (mm)

Estaldura minimoa 24. taularen arabera kalkulatzen da. ‘Gainontzeko zementuak’ erabili denez eta proiektuaren bizitza erabilgarria 50 urtekoa denez, 45 mm-ko estaldura minimoa definitu da.

Hormigón	Cemento	Vida útil de proyecto (r_p) (años)	Clase general de exposición			
			IIIa	IIIb	IIIc	IV
Armado	CEM III/A, CEM III/B, CEM IV, CEM II/B-S, B-P, B-V, A-D u hormigón con adición de microsilice superior al 6% o de cenizas volantes superior al 20%	50	25	30	35	35
		100	30	35	40	40
	Resto de cementos utilizables	50	45	40	*	*
		100	65	*	*	*
Pretensado	CEM II/A-D o bien con adición de humo de sílice superior al 6%	50	30	35	40	40
		100	35	40	45	45
	Resto de cementos utilizables, según el Artículo 26°	50	65	45	*	*
		100	*	*	*	*

Taula 24: Estaldura minimoa

Beraz, hormigoiaren estaldura:

$$R_{nom} = 45 \text{ mm} + 10 \text{ mm} = 55 \text{ mm} \quad (25)$$

55 mm-ko estaldura du hormigoi armatuak norabide guztietan.

4.2.4 Garbiketa hormigoia

Garbiketa hormigoiaren funtzioa nagusiak hormigoi armatua isurtzean uraren galerak ekiditea eta hormigonatzearen lehenengo orduetan honen kontaminazioa ekiditea da.

Horretarako, CTE-ak 10 cm-ko lodiera minimo bat ezartzen du garbiketa hormigoientzat. Hormigoi honen topologia HL-150/B/20 da.

4.3 Akzioak

Egituraren dimentsionamendurako aplikatutako kargak hauek dira:

- Karga iraunkorrak
- Erabilpen gainkarga
- Haizea
- Elurra

Akzio guzti horien kalkulurako CTE DB SE-AE araua erabili da. Akzio sismikoak ez dira kontuan hartu garrantzi moderatuko eraikuntza baita eta arrisku sismiko baxuko gunean kokatuta baitago markesina.

4.3.1 Akzio iraunkorrak

Egituran eragina duten akzio iraunkorrak, profil estrukturalaz aparte, 25. taulan laburtzen dira:

Elementua	Karga [kN/m ²]
Profil estrukturalak	Elementuaren araberakoa
Panel fotovoltaikoak	0,0337
Panelen egiturak	0,0099
Estalkia	0,0525

Taula 25: Akzio iraunkorrak

Akzio iraunkorrek 0,0961 kN/m²-ko karga suposatzen dute, hau da, 0,0098 t/m². CYPE 3D programan 0,01 t/m²-ko karga erabili da, torloju, kable eta beste edozein gailuen pisuak kontsideratuz.

4.3.1.1 Panel fotovoltaikoak

Amerisolar 24 V 330 W moduluek 22,5 kg-ko pisua dute bakoitzak eta 90 panel kokatuko dira 589 m²-ko estalkian, beraz:

$$G_{k,panel} = 0,0377 \text{ kN/m}^2$$

4.3.1.2 Panelen egiturak

Aluminiozko egiturak dira SUNFER ENERGY CVE915XL eta SUNFER ENERGY KH915. CVE915XL egiturak hirukika banatzen dira, hauek izanik KH915 egituretan euskarritzen direnak. Orduan, CVE915XL egituren pisua 6 kg-koa hirukiko suposatuta da, bere dimentsioetan oinarrituz. KH915 egiturak, berriz estalkiarekiko planokideak direnak, bi edo hiru hiruko elkartzeko erabiltzen dira. Bi hiruki elkartzen dituzten KH915-en pisua 5 kg-koa dela suposatuta da, eta hiru hiruki elkartzen dutenena, luzera bikoitzekoak direnak, 10 kg-koa.

Memoria deskribatzaileko 1.6.3.3.5 atalean (Panelen egiturak) azaldu da CVE915XL egituren disposizioa. 10 paneleko 6 egitura daude, 9 paneleko 3 eta 3 paneleko 1. 10 paneleko egiturek 6 hiruki dituzte eta, hortaz, KH915-ko 5 kg-ko 6 egitura. 9 panelekoek, aldiz, 5 hiruki eta, hortaz, KH915-ko 5 kg-ko 2 eta 10 kg-ko egitura bat. 3 panelekoek 2 hiruki eta, hortaz, KH915-ko 5 kg-ko 2 egitura. Egitura guztiak 589 m²-ko estalkian kokatzen dira, beraz:

$$G_{k,pEgitur} = 0,0099 \text{ kN/m}^2$$

4.3.1.3 Estalkia

Estalkirako aukeratu den txapa grekatuak 2 x 1,081 m²-ko dimentsioak dituzte. Horietako 310 txapa kokatu dira, bakoitza 4,7 kg/m²-koa, beraz:

$$G_{k,estalki} = 0,0525 \text{ kN/m}^2$$

4.3.2 Erabilpen gainkarga

Erabilpen gainkarga definitzeko, CTE DB SE-AE arauaren 3.1 taula erabiltzen da.

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽⁴⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽⁵⁾	G1 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽⁴⁾⁽⁶⁾	2
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0,4 ⁽⁴⁾	1

Taula 26: CTE DB SE-AE arauaren 3.1 taula

26. taulari erreparatuz, soilik estalkiaren kontserbaziorako sartuko den estalkia da, eta 20° baino malda txikiagoa du, beraz, 1 kN/m²-ko erabilpen gainkarga kontsideratu da, tonatan adierazita 0,102 t/m² dena.

4.3.3 Elurra

Eraikin edo estalki batean eragiten duten kargen distribuzioa eta intentsitatea klimaren, prezipitazio motaren, ingurunearen erliebearen edo estalkiaren formaren menpekoak dira. Hurrengo espresioarekin azalera unitateko elurraren kargaren balioa kalkulatu da, proiektzio horizontalean:

$$q_n = \mu \cdot S_k \quad (26)$$

- q_n : Elur karga. (kN/m²)

- μ : Estalkiaren forma koefizientea. Elurraren irristatzerako eragozpenik ez dagoenean eta haren inklinazioa 30° -koa edo baxuagoa denean $\mu=1$ hartzen da.
- S_k : Elur kargaren balio karakteristikoa. (kN/m^2)

Elur kargaren balio karakteristikoa (S_k) CTE DB SE-AE arauaren 3.8 taulan lortzen da:

Capital	Altitud m	S_k kN/m ²	Capital	Altitud m	S_k kN/m ²	Capital	Altitud m	S_k kN/m ²
Albacete	690	0,6	Guadalajara	680	0,6	Pontevedra	0	0,3
Alicante / Alacant	0	0,2	Huelva	0	0,2	Salamanca	780	0,5
Almería	0	0,2	Huesca	470	0,7	SanSebas- tián/Donostia	0	0,3
Ávila	1.130	1,0	Jaén	570	0,4	Santander	1.000	0,3
Badajoz	180	0,2	León	820	1,2	Segovia	10	0,7
Barcelona	0	0,4	Lérida / Lleida	150	0,5	Sevilla	1.090	0,2
Bilbao / Bilbo	0	0,3	Logroño	380	0,6	Soria	0	0,9
Burgos	860	0,6	Lugo	470	0,7	Tarragona	0	0,4
Cáceres	440	0,4	Madrid	660	0,6	Tenerife	950	0,2
Cádiz	0	0,2	Málaga	0	0,2	Teruel	550	0,9
Castellón	0	0,2	Murcia	40	0,2	Toledo	550	0,5
Ciudad Real	640	0,6	Orense / Ourense	130	0,4	Valencia/València	0	0,2
Córdoba	100	0,2	Oviedo	230	0,5	Valladolid	690	0,4
Coruña / A Coruña	0	0,3	Palencia	740	0,4	Vitoria / Gasteiz	520	0,7
Cuenca	1.010	1,0	Palma de Mallorca	0	0,2	Zamora	650	0,4
Gerona / Girona	70	0,4	Palmas, Las	0	0,2	Zaragoza	210	0,5
Granada	690	0,5	Pamplona/Iruña	450	0,7	Ceuta y Melilla	0	0,2

Taula 27: CTE DB SE-AE arauaren 3.8 taula

27. taularen arabera, Bilbon, Getxotik hurbilen dagoen hiriburuan, $0,3 \text{ kN/m}^2$ -ko karga suposatzen da, proiektzio horizontalean. Beraz, elurraren karga hurrengoa da:

$$q_n = \mu \cdot S_k = 1 \cdot 0,3 \text{ kN/m}^2 = 0,3 \text{ kN/m}^2 \quad (26)$$

$0,3 \text{ kN/m}^2$ -ko elur karga kontsideratu da, tonatan adierazita $0,031 \text{ t/m}^2$ dena.

4.3.4 Haizea

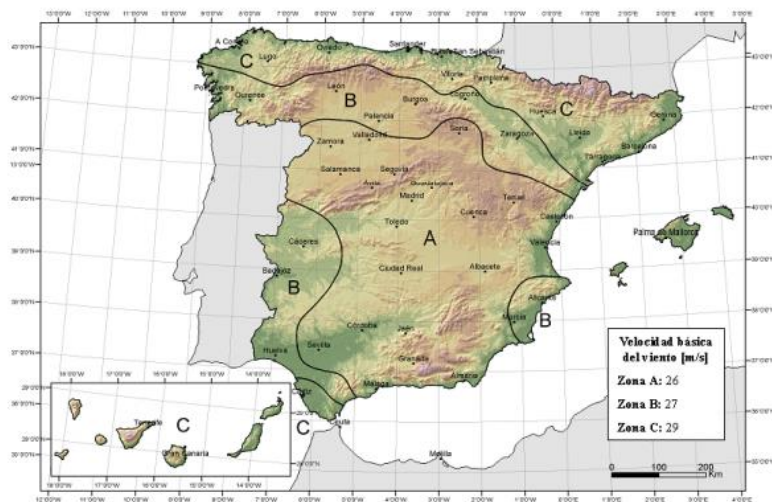
Haizeak sortzen dituen presioen balio eta distribuzioa eraikinaren forma eta dimentsioen, estalkiaren iragazkortasun eta ezaugarrien eta haizearen direkzio eta intentsitatearen menpekoak dira. Estalkiarekiko elkarzuta den karga da hau, hurrengo espresioarekin kalkulatu dena:

$$q_h = q_b \cdot c_e \cdot c_p \quad (27)$$

- q_h : Haize karga. (kN/m^2)
- q_b : Haizearen presio dinamikoa. (kN/m^2)
- c_e : Esposizio koefizientea.
- c_p : Presio koefizientea.

4.3.4.1 Haizearen presio dinamikoa

Kokapen geografikoak definitzen du haizearen presio dinamikoaren balioa. CTE DB SE-AE dokumentuaren D eranskinak ematen duen Espainiako mapan, 2 irudian aurkezten dena, hiru zonalde bereizten dira: A, B, eta C, hauen presio dinamikoak $0,42 \text{ kN/m}^2$, $0,45 \text{ kN/m}^2$ eta $0,52 \text{ kN/m}^2$ dira, hurrenez hurren.



Irudia 2: Haizearen presio dinamikoko zonaldeak

Markesina Bizkaian dago kokatua, mapako C zonaldean dagoena, beraz: haizearen presio dinamikoa hurrengo balioa du:

$$q_b = 0,52 \text{ kN/m}^2$$

4.3.4.2 Esposizio koefizientea

Koefiziente honek erliebeak eta lurraren topografiak duten eragina kontuan hartzen du, ingurunearen laztasun graduaren bitartez. Eraikinaren altueraren araberakoa da ere bai, eta CTE DB SE-AE arauaren hurrengo taularekin kalkulatzen da:

	Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
		3	6	9	12	15	18	24	30
I	Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II	Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III	Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV	Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V	Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

Taula 28: Esposizio koefizientea CTE DB SE-AE-ren arabera

Gorrondatxe ingurunearen laztasun gradua 'itsas alboa' da, 28. taulako lehenengoa. Markesinaren punturik altuena 2,665 m da, eta taulako altueretatik txikiena 3 m, beraz, balio hau hartuko da erreferentziatzat. Orduan, esposizio koefizienteak hurrengo balioa du:

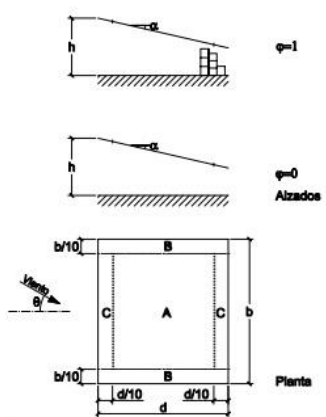
$$C_e = 2,4$$

4.3.4.3 Presio koefizientea

Koefiziente hau estalkiak haizearekiko duen forma eta orientazioaren araberakoa da. Markesinek fatxadarik ez izatean, ez dute haizearen barne presiorik jasango, soilik kanpo presioa bazik. Presio hau haizearen norabidearen, eraikinaren formaren, kontsideratuko elementuaren posizioaren eta haren azaleraren menpe dago.

Presio koefiziente honek markesinaren bi aurpegietan, behekoan zein goikoan, duen eragina kontuan hartzen du. Koefizientearen balio negatiboek esan nahi dutena da haizeak markesina altxatzeko joera duela, eta positiboek, aldiz, kontrakoa. Dimentsionaketarako bi egoerak kontuan hartu behar dira, presioko eta sukzioko koefizienteak bereiziz.

Markesina baten azpiko haizearen fluxuak jasan ditzakeen oztopoak kalkulurako funtsezkoak dira. Oztopo gradu hori oztopo faktorearen bitartez, φ , deskribatzen da. Faktore hau markesina azpiko azalera totalaren eta oztopaturiko azaleraren arteko erlazioa da. Bi azalera horiek haizearekiko elkarzut den planoan kontsideratzen dira. 29. taula da ur bakarreko markesinen presio koefizienteak CTE DB SE-AE dokumentuak eskaintzen duena.



		Coeficientes de presión exterior			
		$c_{p,10}$			
Pendiente de la cubierta α	Efecto del viento hacia	Factor de obstrucción φ	Zona (según figura)		
			A	B	C
0°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	0,5	1,8	1,1
	Arriba	0	-0,6	-1,3	-1,4
	Arriba	1	-1,5	-1,8	-2,2
5°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	0,8	2,1	1,3
	Arriba	0	-1,1	-1,7	-1,8
	Arriba	1	-1,6	-2,2	-2,5
10°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	1,2	2,4	1,6
	Arriba	0	-1,5	-2,0	-2,1
	Arriba	1	-2,1	-2,6	-2,7
15°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	1,4	2,7	1,8
	Arriba	0	-1,8	-2,4	-2,5
	Arriba	1	-1,6	-2,9	-3,0
20°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	1,7	2,9	2,1
	Arriba	0	-2,2	-2,8	-2,9
	Arriba	1	-1,6	-2,9	-3,0
25°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	2,0	3,1	2,3
	Arriba	0	-2,6	-3,2	-3,2
	Arriba	1	-1,5	-2,5	-2,8
30°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	2,2	3,2	2,4
	Arriba	0	-3,0	-3,8	-3,6
	Arriba	1	-1,5	-2,2	-2,7

Taula 29: Ur bateko markesinaren presio koefizientea CTE DB SE-AE-ren arabera

Markesinaren malda $\alpha=2^\circ$ da, beraz $\alpha=0^\circ$ eta $\alpha=5^\circ$ malden koefizienteak interpolatu dira, behar dena lortzeko. Presio zein sukzioko koefizienteak lortu behar direnez, presiorako $0 \leq \varphi \leq 1$ eta sukziarako $\varphi=1$ -eko oztopo faktoreak erabili dira, egoera bakoitzerako kaltegarrienak direnak.

Kalkulurako beharrezkoak diren parametroen eta markesinaren azalera desberdinen balioak hauek dira:

- $b = 62 \text{ m}$
- $d = 9,5 \text{ m}$
- $A = 376,96 \text{ m}^2$

- $B = 58,9 \text{ m}^2$
- $C = 47,12 \text{ m}^2$

Orduan, $0 \leq \varphi \leq 1$ oztopo faktorearekin interpolatuz lortzen diren azalerako presio koefizienteak hauek dira:

C_{pA}	0,62
C_{pB}	1,92
C_{pC}	1,18

Taula 30: Haize presio koefizienteak

Lortutako balioak haztatuz markesinaren estalki osoak duen presio koefizientea lortzen da:

$$C_p = \frac{0,62 \cdot 376,96 \text{ m}^2 + 2 \cdot 1,92 \cdot 58,9 \text{ m}^2 + 2 \cdot 1,18 \cdot 47,12 \text{ m}^2}{376,96 \text{ m}^2 + 2 \cdot 58,9 \text{ m}^2 + 2 \cdot 47,12 \text{ m}^2} = \mathbf{0,9696} \quad (28)$$

Eta $\varphi=1$ oztopo faktorearekin interpolatuz lortzen diren azalerako presio koefizienteak hauek dira:

C_{sA}	-1,54
C_{sB}	-1,96
C_{sC}	-2,32

Taula 31: Haize sukzio koefizienteak

Lortutako balioak haztatuz markesinaren estalki osoak duen sukzio koefizientea lortzen da:

$$C_s = \frac{-1,54 \cdot 376,96 \text{ m}^2 + 2 \cdot -1,96 \cdot 58,9 \text{ m}^2 + 2 \cdot -2,32 \cdot 47,12 \text{ m}^2}{376,96 \text{ m}^2 + 2 \cdot 58,9 \text{ m}^2 + 2 \cdot 47,12 \text{ m}^2} = \mathbf{-1,7488} \quad (29)$$

Behin presio eta sukzio koefizienteak lortuta, haizearen presio eta sukzio kargen balioak kalkula daitezke.

Haizearen presio karga:

$$q_h = q_b \cdot c_e \cdot c_p \quad (27)$$

$$q_{ph} = 0,52 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,4 \cdot 0,9696 = 1,2101 \text{ kN/m}^2$$

Haizearen presio karga 1,2101 kN/m²-koa da, hau da, 0,1233 t/m², estalkiaren norabide elkarzutarekin.

Haizearen sukzio karga:

$$q_h = q_b \cdot c_e \cdot c_p \quad (27)$$

$$q_{sh} = 0,52 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,4 \cdot -1,7488 = -2,1825 \text{ kN/m}^2$$

Haizearen sukzio karga -2,1825 kN/m²-koa da, hau da, -0,2225 t/m², estalkiaren norabide elkarzutarekin.

4.4 Egitura metalikoa

Atal honetan azaltzen dira CYPE 3D programatik batu diren egituraren kalkulurako balio guztiak.

4.4.1 Egituren ezaugarriak

Markesinaren profilak altzairu ijestu edo laminatu eta altzairu konformatuaren bitartez egin dira. Erabilitako altzairuen ezaugarriak hauek dira:

Erabilitako materialak							
Material		E (kp/cm ²)	n	G (kp/cm ²)	f _y (kp/cm ²)	a _t (m/m°C)	g (t/m ³)
Tipo	Izendapena						
Altzairu ijestua	S275	2140672.8	0.300	825688.1	2803.3	0.000012	7.850
Altzairu konformatua	S235	2140672.8	0.300	823335.7	2395.5	0.000012	7.850

Erabilitako materialak							
Material		E (kp/cm ²)	n	G (kp/cm ²)	f _y (kp/cm ²)	a _t (m/m°C)	g (t/m ³)
Tipo	Izendapena						
Notación: <i>E: Elastizitate modulua</i> <i>n: Poisson modulua</i> <i>G: Ebakidura modulua</i> <i>f_y: Muga elastikoa</i> <i>a_t: Dilatazio koefizientea</i> <i>g: Pisu espezifikoa</i>							

Taula 32: Erabilitako materialak

4.4.2 Barrak

4.4.2.1 Ezaugarri mekanikoak

Pilareak erreferentzia zenbakia 1 duten barrak dira, luzetarako habeak 2, zeharkako habeak 3 eta 4 eta petralak 5 zenbakia dutenak dira. Barra bakoitzaren izendapena honek lotzen dituen korapiloen bitartez egiten da, N hizkiarekin definitua.

Barra motak	
Erref.	Barrak
1	N1/N4, N5/N16, N6/N19, N7/N22, N8/N25, N9/N28, N10/N31, N11/N34, N12/N37, N13/N40 y N14/N43
2	N4/N16, N16/N19, N19/N22, N22/N25, N25/N28, N28/N31, N31/N34, N34/N37, N37/N40 y N40/N43
3	N16/N15, N19/N18, N22/N21, N25/N24, N28/N27, N4/N2, N31/N30, N34/N33, N40/N39, N43/N42 y N37/N36
4	N17/N16, N20/N19, N23/N22, N26/N25, N29/N28, N3/N4, N32/N31, N35/N34, N41/N40, N44/N43 y N38/N37
5	N3/N17, N17/N20, N20/N23, N23/N26, N26/N29, N29/N32, N32/N35, N35/N38, N38/N41, N41/N44, N86/N88, N84/N86, N82/N84, N80/N82, N78/N80, N76/N78, N74/N76, N72/N74, N70/N72, N48/N70, N47/N69, N45/N68, N46/N49, N2/N15, N15/N18, N18/N21, N21/N24, N51/N52, N50/N51, N49/N50, N68/N67, N67/N66, N71/N73, N69/N71, N24/N27, N27/N30, N53/N54, N52/N53, N66/N65, N65/N64, N64/N63, N77/N79, N75/N77, N73/N75, N30/N33, N33/N36, N54/N55, N55/N56, N62/N61, N63/N62, N79/N81, N81/N83, N83/N85, N85/N87, N60/N59, N61/N60, N56/N57, N57/N58, N39/N42 y N36/N39

Taula 33: Barra motak

Elementu estrukturalaren arabera, egitura metalikoa eratzen duten barren ezaugarri mekanikoak hauek dira:

Ezaugarri mekanikoak									
Material		Erref.	Deskripzioa	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Mopa	Izendapena								
Altzairu ijeztua	S275	1	HE 200 B, (HEB)	78.10	45.00	13.77	5696.00	2003.00	59.28
		2	IPE 220, (IPE)	33.40	15.18	10.70	2772.00	205.00	9.07
		3	IPE 360, Sinplea mentsulekin, (IPE) Hasierako behe mentsula: 1.60 m.	72.70	32.38	24.09	16270.00	1043.00	37.30
		4	IPE 360, Sinplea mentsulekin, (IPE) Azkeneko behe mentsula: 1.60 m.	72.70	32.38	24.09	16270.00	1043.00	37.30
Altzairu konformatua	S235	5	CF-140x3.0, (C)	7.80	2.35	4.35	224.50	26.25	0.23

Notación:
 Ref.: Erreferentzia
 A: Zeharkako sekzioaren azalera
 Avy: 'Y' ardatz lokalarekiko sekzioaren azalera
 Avz: 'Z' ardatz lokalarekiko sekzioaren azalera
 Iyy: 'Y' ardatz lokalarekiko sekzioaren inertzia
 Izz: 'Z' ardatz lokalarekiko sekzioaren inertzia
 It: Tortsio inertzia

Taula 34: Barren ezaugarri mekanikoak

4.4.2.2 Neurketen banakapena

Barra guztien tipologia eta neurketen banakapena hurrengo taulan zerrendatzen dira:

Neurketak													
Material		Seriea	Profila	Luzera			Bolumena			Pisua			
Mota	Izendapena			Profila (m)	Seriea (m)	Material (m)	Profila (m ³)	Seriea (m ³)	Material (m ³)	Profila (kg)	Seriea (kg)	Material (kg)	
Altzairu ijeztua	S275	HEB	HE 200 B	27.500	27.500		0.215	0.215		1685.98	1685.98		
			IPE 220	62.000			0.207			1625.58			
			IPE 360, Sinplea mentsulekin	104.563			1.013			6933.47			
Altzairu konformatua	S235	IPE	CF-140x3.0	372.000	372.000	372.000	1.220	1.435		8559.05	10245.03		
							194.063			1.435			2278.57
							0.290			0.290			2278.57

Taula 35: Barren neurketak

4.4.3 AEL-ra barren konprobaketa

Profil mota bakoitzeko, erresistentziara lan gehien egiten duen barraren AEL konprobaketak adierazi dira.

4.4.3.1 Pilarea

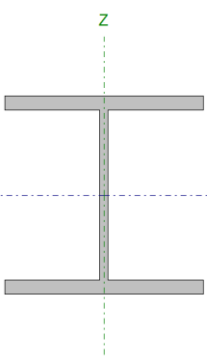
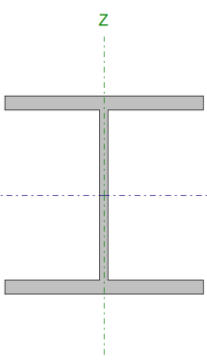
Erresistentziara lan gehien egiten duten pilareak hirugarren pilareak dira, egitura simetrikoa baita. Pilarea 3. irudian aurki daitekeena da.



Irudia 3: Erresistentziara lan gehien egiten duen pilarea

Pilare hauek CYPE 3D-n N6/N19 eta N12/N37 barrak dira, eta hauen erresistentziarekiko aprobetxamendua %18,85 da. N6/N19 pilarearen AEL konprobaketa:

Kalkuluak gazteleraz erakusten dira:

Perfil: HE 200 B								
Material: Acero (S275)								
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
		N6	N19	2.500	78.10	5696.00	2003.00	59.28
	Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme							
	Pandeo		Pandeo lateral					
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.			
	b	0.70	2.00	2.00	2.00			
	L _k	1.750	5.000	5.000	5.000			
	C _m	1.000	1.000	1.000	1.000			
	C ₁	-		1.000				
	Notación: <i>b</i> : Coeficiente de pandeo <i>L_k</i> : Longitud de pandeo (m) <i>C_m</i> : Coeficiente de momentos <i>C₁</i> : Factor de modificación para el momento crítico							

Taula 36: HEB 200 pilarearen ezaugarriak

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	λ	l_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t	M_tV_z	M_tV_y	
N6/N19	$\lambda < 2.0$ Cumple	$l_w \leq l_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$h = 8.9$	$h = 8.6$	$x: 0 \text{ m}$ $h = 12.1$	$x: 0 \text{ m}$ $h < 0.1$	$h = 1.8$	$h < 0.1$	$h < 0.1$	$h < 0.1$	$x: 0 \text{ m}$ $h = 18.8$	$h < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ $N.P.^{(1)}$	$N.P.^{(2)}$	$N.P.^{(2)}$	CUMPLE $h = 18.8$
<p>Notación:</p> <p>λ: Limitación de esbeltez</p> <p>l_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida</p> <p>N_t: Resistencia a tracción</p> <p>N_c: Resistencia a compresión</p> <p>M_y: Resistencia a flexión eje Y</p> <p>M_z: Resistencia a flexión eje Z</p> <p>V_z: Resistencia a corte Z</p> <p>V_y: Resistencia a corte Y</p> <p>M_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados</p> <p>M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados</p> <p>NM_yM_z: Resistencia a flexión y axil combinadas</p> <p>$NM_yM_zV_yV_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</p> <p>M_t: Resistencia a torsión</p> <p>M_tV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados</p> <p>M_tV_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados</p> <p>x: Distancia al origen de la barra</p> <p>h: Coeficiente de aprovechamiento (%)</p> <p>$N.P.$: No procede</p> <p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p>⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p> <p>⁽²⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>																

Taula 37: HEB 200 pilarearen konprobaketak

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida λ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

λ : 0.67 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 78.10 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 481.371 t

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 481.371 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 1381.831 t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : 643.207 t

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

I_y : 5696.00 cm⁴

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

I_z : 2003.00 cm⁴

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.

I_t : 59.28 cm⁴

I_w: Constante de alabeo de la sección.

I_w : 171100.00 cm⁶

E: Módulo de elasticidad.

E : 2140673 kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal.

G : 825688 kp/cm²

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

L_{ky} : 5.000 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

L_{kz} : 1.750 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.

L_{kt} : 5.000 m

i₀: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

i₀ : 9.93 cm

Siendo:

i_y, i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a

i_y : 8.54 cm

los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_z : \underline{5.06} \text{ cm}$$

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$18.89 \leq 163.60 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

$$h_w : \underline{170.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{9.00} \text{ mm}$$

A_w : Área del alma.

$$A_w : \underline{15.30} \text{ cm}^2$$

$A_{f,ef}$: Área reducida del ala comprimida.

$$A_{f,ef} : \underline{30.00} \text{ cm}^2$$

k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

$$k : \underline{0.30}$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$f_{yf} : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.089} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones
0.8·PP+1.5·V2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{18.473} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{208.509} \text{ t}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{78.10} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.068} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.086} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones
1.35·PP+1.5·V1+0.75·N1.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{14.194} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{208.509} \text{ t}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase :** 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 78.10 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{165.800} \text{ t}$$

Donde:

A : Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{78.10} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

c : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.80}$$

$$\chi_z : \underline{0.90}$$

$$\chi_T : \underline{0.80}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.81}$$

$$\phi_z : \underline{0.63}$$

$$\phi_T : \underline{0.76}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.34}$$

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

$$\alpha_T : \underline{0.49}$$

λ : Esbeltez reducida.

$$\lambda_y : \underline{0.67}$$

$$\lambda_z : \underline{0.40}$$

$$\lambda_T : \underline{0.58}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{481.371} \text{ t}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{481.371} \text{ t}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{1381.831} \text{ t}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{643.207} \text{ t}$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.100} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.121} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V2.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{1.710} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V1+0.75·N1.

M_{Ed} : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed} : \underline{0.977} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{17.153} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{642.50} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$$M_{b,Rd} : \underline{14.153} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{642.50} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} : \underline{0.83}$$

Siendo:

$$\phi_{LT} : \underline{0.84}$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_{LT} : \underline{0.21}$$

$$\lambda_{LT} : \underline{0.75}$$

M_{Cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{Cr} : \underline{32.362} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{Cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

Siendo:

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV} : \underline{28.784} \text{ t}\cdot\text{m}$$

M_{LTW} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTW} : \underline{14.791} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida. $W_{el,y} : 569.60 \text{ cm}^3$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. $I_z : 2003.00 \text{ cm}^4$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme. $I_t : 59.28 \text{ cm}^4$

E: Módulo de elasticidad. $E : 2140673 \text{ kp/cm}^2$

G: Módulo de elasticidad transversal. $G : 825688 \text{ kp/cm}^2$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. $L_c^+ : 5.000 \text{ m}$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. $L_c^- : 5.000 \text{ m}$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. $C_1 : 1.00$

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida. $i_{f,z}^+ : 5.54 \text{ cm}$
 $i_{f,z}^- : 5.54 \text{ cm}$

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta < 0.001 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{Ed}^+ : 0.000 \text{ t}\cdot\text{m}$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 1.35-PP.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{Ed}^- : 0.002 \text{ t}\cdot\text{m}$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{8.164} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase :** 1

W_{pl,z}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **W_{pl,z} :** 305.80 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0} :** 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.018} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed} :** 0.681 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{38.304} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{24.85} \text{ cm}^2$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{200.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{9.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$14.89 < 64.71$$



Donde:

l_w : Esbeltez del alma.

$$l_w : \underline{14.89}$$

$I_{\text{máx}}$: Esbeltez máxima.

$I_{\text{máx}}$: 64.71

ϵ : Factor de reducción.

ϵ : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$\eta < \underline{0.001}$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.002 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{\text{c,Rd}}$ viene dado por:

$V_{\text{c,Rd}}$: 96.800 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 62.80 cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta.	A : <u>78.10</u> cm ²
d: Altura del alma.	d : <u>170.00</u> mm
t_w: Espesor del alma.	t_w : <u>9.00</u> mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : <u>2669.77</u> kp/cm ²
--	---

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>2803.26</u> kp/cm ²
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0} : <u>1.05</u>

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **V_{c,Rd}**.

$$0.681 \text{ t} \leq 19.152 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	V_{Ed} : <u>0.681</u> t
---	--

V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	V_{c,Rd} : <u>38.304</u> t
---	---

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.002 \text{ t} \leq 48.400 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.002} \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{96.800} \text{ t}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.188} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.035} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N6, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V2.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed} : 18.473 \text{ t}$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed} : 1.710 \text{ t}\cdot\text{m}$

$M_{z,Ed} : 0.001 \text{ t}\cdot\text{m}$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

Clase : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción.

$N_{pl,Rd} : 208.509 \text{ t}$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{pl,Rd,y} : 17.153 \text{ t}\cdot\text{m}$

$M_{pl,Rd,z} : 8.164 \text{ t}\cdot\text{m}$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

$M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{ef,Ed} : 0.495 \text{ t}\cdot\text{m}$

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$\sigma_{com,Ed} : 77.00 \text{ kp/cm}^2$

$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

$W_{y,com} : 642.50 \text{ cm}^3$

A: Área de la sección bruta.

A : 78.10 cm^2

$M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo.

$M_{b,Rd,y} : 14.153 \text{ t}\cdot\text{m}$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V2$.

$$0.681 \text{ t} \leq 19.152 \text{ t} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{0.681} \text{ t}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{38.304} \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

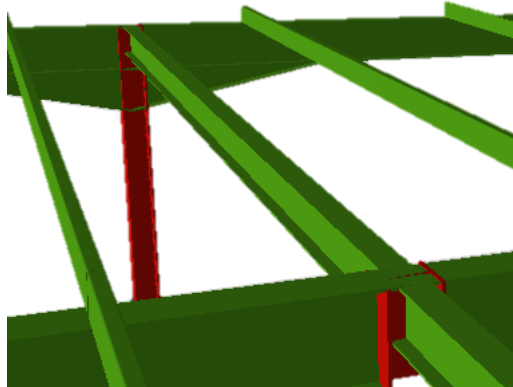
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

4.4.3.2 Luzetarako habea

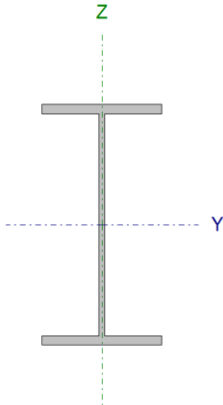
Erresistentziara lan gehien egiten duten luzetarako habeak lehenengoak dira, egitura simetrikoa baita. Luzetarako habea 4. irudian aurki daitekeena da.



Irudia 4: Erresistentziara lan gehien egiten duen luzetarako habea

Habe hauek CYPE 3D-n N4/N16 eta N40/N43 barrak dira, eta hauen erresistentziarekiko aprobeixamendua %0,68 da. N4/N16 luzetarako habearen AEL konprobaketa:

Kalkuluak gazteleraz erakusten dira:

Perfil: IPE 220							
Material: Acero (S275)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
		N4	N16	6.200	33.40	2772.00	205.00
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme							
	Pandeo		Pandeo lateral				
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.			
	1.00	1.00	1.00	1.00			
	L _k	6.200	6.200	6.200			
	C _m	1.000	1.000	1.000			
	C ₁	-		1.000			
Notación: ξ : Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	ξ	ξ_w	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z		M _t V _y
N4/N16	$\xi \leq 3.0$ Cumple	$\xi_w \leq \xi_{w,max}$ Cumple	$\xi \leq 0.1$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	x: 6.1 m $\xi \leq 0.3$	x: 6.1 m $\xi \leq 0.5$	$\xi < 0.1$	$\xi < 0.1$	$\xi < 0.1$	$\xi < 0.1$	x: 0.1 m $\xi \leq 0.7$	$\xi < 0.1$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\xi \leq 0.7$
Notación: ξ : Limitación de esbeltez ξ_w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N: Resistencia a tracción N _c : Resistencia a compresión M _y : Resistencia a flexión eje Y M _z : Resistencia a flexión eje Z V _z : Resistencia a corte Z																

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	β_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_t V_z$	$M_t V_y$		
<p><i>V_y</i>: Resistencia a corte Y</p> <p><i>M_yV_z</i>: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados</p> <p><i>M_zV_y</i>: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados</p> <p><i>NM_yM_z</i>: Resistencia a flexión y axil combinados</p> <p><i>NM_yM_zV_yV_z</i>: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</p> <p><i>M_t</i>: Resistencia a torsión</p> <p><i>M_tV_z</i>: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados</p> <p><i>M_tV_y</i>: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados</p> <p><i>x</i>: Distancia al origen de la barra</p> <p>β_w: Coeficiente de aprovechamiento (%)</p> <p>N.P.: No procede</p>																
<p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p>⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.</p> <p>⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p> <p>⁽³⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>																

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida λ de las barras traccionadas no debe superar el valor 3.0.

λ : 2.88 ✓

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 33.40 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 11.267 t

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 152.356 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 11.267 t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{98.019} \text{ t}$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	$I_y : \underline{2772.00} \text{ cm}^4$
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	$I_z : \underline{205.00} \text{ cm}^4$
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	$I_t : \underline{9.07} \text{ cm}^4$
I_w : Constante de alabeo de la sección.	$I_w : \underline{22700.00} \text{ cm}^6$
E: Módulo de elasticidad.	$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$
G: Módulo de elasticidad transversal.	$G : \underline{825688} \text{ kp/cm}^2$
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	$L_{ky} : \underline{6.200} \text{ m}$
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	$L_{kz} : \underline{6.200} \text{ m}$
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	$L_{kt} : \underline{6.200} \text{ m}$
i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	$i_0 : \underline{9.44} \text{ cm}$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	$i_y : \underline{9.11} \text{ cm}$
	$i_z : \underline{2.48} \text{ cm}$
y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$
	$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$34.17 \leq 248.36 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

$$h_w : \underline{201.60} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{5.90} \text{ mm}$$

A_w : Área del alma.

$$A_w : \underline{11.89} \text{ cm}^2$$

$A_{f_c,ef}$: Área reducida del ala comprimida.

$$A_{f_c,ef} : \underline{10.12} \text{ cm}^2$$

k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

$$k : \underline{0.30}$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$f_{yf} : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones
1.35·PP+1.5·V1+0.75·N1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{0.097} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{89.170} \text{ t}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{33.40} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 6.100 m del nudo N4, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V1+0.75·N1.

$$M_{Ed}^+ : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^+ : \underline{0.008} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 6.100 m del nudo N4, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V2.

$$M_{Ed}^- : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^- : \underline{0.007} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{7.609} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$\text{Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo} \quad \text{Clase : } \underline{1}$$

de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y} : 285.00 \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0} : 1.05$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$M_{b,Rd} : 2.543 \text{ t}\cdot\text{m}$

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y} : 285.00 \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M1} : 1.05$

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$\chi_{LT} : 0.33$

Siendo:

$$\phi_{LT} : \underline{1.92}$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_{LT} : \underline{0.21}$$

$$\lambda_{LT} : \underline{1.60}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr} : \underline{3.131} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

Siendo:

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV} : \underline{2.905} \text{ t}\cdot\text{m}$$

M_{LTw} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTw} : \underline{1.168} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida. $W_{el,y} : \underline{252.00} \text{ cm}^3$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. $I_z : \underline{205.00} \text{ cm}^4$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme. $I_t : \underline{9.07} \text{ cm}^4$

E: Módulo de elasticidad. $E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$

G: Módulo de elasticidad transversal. $G : \underline{825688} \text{ kp/cm}^2$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. $L_c^+ : \underline{6.200} \text{ m}$

L_c : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. L_c : 6.200 m

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_1 : 1.00

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida. $i_{f,z}^+$: 2.90 cm

$i_{f,z}^-$: 2.90 cm

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.005} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 6.100 m del nudo N4, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 0.004 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 6.100 m del nudo N4, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V2.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 0.008 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{1.551} \quad \text{t·m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z} : 58.10 \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0} : 1.05$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V1+0.75·N1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 0.002 \text{ t}$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{24.525} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{15.91} \text{ cm}^2$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{220.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{5.90} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$30.10 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{30.10}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

ϵ : Factor de reducción.

$$\epsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia. f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V2.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.003 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{33.149} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. A_v : 21.51 cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta. A : 33.40 cm²

d : Altura del alma. d : 201.60 mm

t_w : Espesor del alma. t_w : 5.90 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$0.002 \text{ t} \leq 12.262 \text{ t}$ ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V1+0.75·N1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.002 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 24.525 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.003 \text{ t} \leq 16.574 \text{ t}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V2.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.003} \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{33.149} \text{ t}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.007} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.006} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.100 m del nudo N4, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V2.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{0.077} \text{ t}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y $M_{y,Ed}^+ : \underline{0.007} \text{ t}\cdot\text{m}$

Z, respectivamente.

$$M_{z,Ed^+} : 0.008 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : 1$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción.

$$N_{pl,Rd} : 89.170 \text{ t}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : 7.609 \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : 1.551 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

$M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{ef,Ed} : 0.001 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$$\sigma_{com,Ed} : 0.52 \text{ kp/cm}^2$$

$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

$$W_{y,com} : 285.00 \text{ cm}^3$$

A: Área de la sección bruta.

$$A : 33.40 \text{ cm}^2$$

$M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo.

$$M_{b,Rd,y} : 2.543 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V1+0.75·N1.

$$0.002 \text{ t} \leq 12.262 \text{ t}$$



Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{Ed,z}$: 0.002 t

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd,z}$: 24.525 t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

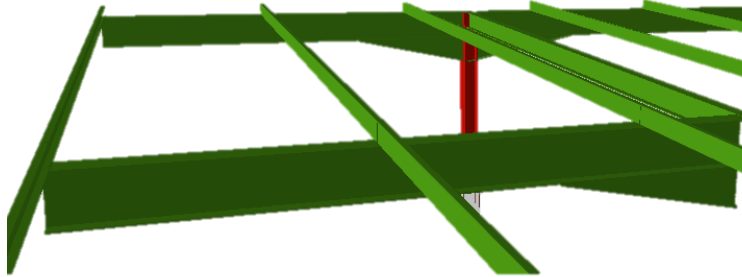
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

4.4.3.3 Zeharkako habea

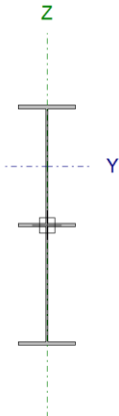
Erresistentziara lan gehien egiten duten zeharkako habeak bigarrenak dira, egitura simetrikoa baita. Barra hauetako 2 eta 3 petralen arteko zatiak dira aprobetxamendu handienak dutenak, beste hitzetan, haben goiko aldeko bigarren zatiak. Zeharkako habearen aipatutako zatia 5. irudian aurki daitekeena da.



Irudia 5: Erresistentziara lan gehien egiten duen zeharkako habea

Habe hauek CYPE 3D-n N68/N49 eta N60/N57 barrak dira, eta hauen erresistentziarekiko aprobeixamendua %39,76 da. N68/N49 zeharkako habearen AEL konprobaketa:

Kalkuluak gazteleraz erakusten dira:

Perfil: IPE 360, Simple con cartelas (Cartela inicial inferior: 1.60 m.)									
Material: Acero (S275)									
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas ⁽¹⁾						
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽²⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽²⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽³⁾ (cm ⁴)	y _g ⁽⁴⁾ (mm)	z _g ⁽⁴⁾ (mm)	
N68	N49	1.901	121.06	74786.60	1564.39	54.62	0.00	173.65	
<p>Notas:</p> <p>⁽¹⁾ Las características mecánicas y el dibujo mostrados corresponden a la sección inicial del perfil (N68)</p> <p>⁽²⁾ Inercia respecto al eje indicado</p> <p>⁽³⁾ Momento de inercia a torsión uniforme</p> <p>⁽⁴⁾ Coordenadas del centro de gravedad</p>									
			Pandeo		Pandeo lateral				
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.			
	ϕ		1.00	1.00	1.00	2.00			
	L _K		1.901	1.901	1.901	3.802			
	C _m		1.000	1.000	1.000	1.000			
C ₁		-		1.000					
<p>Notación:</p> <p>ϕ: Coeficiente de pandeo</p> <p>L_K: Longitud de pandeo (m)</p> <p>C_m: Coeficiente de momentos</p> <p>C₁: Factor de modificación para el momento crítico</p>									

Taula 38: IPE 360 luzetarako habearen ezaugarriak

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	λ	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_z M_y V_y V_z$	M_t	$M_y V_z$	$M_z V_y$	
N68/N49	x: 0 m 2.0 Cumple	x: 0 m λ_w Cumple	x: 0.742 m 0.2	x: 0.742 m 0.3	x: 0.742 m 39.5	x: 1.901 m 0.1	x: 0.65 m 12.6	x: 0.742 m 0.1	$\lambda < 0.1$	$\lambda < 0.1$	x: 0.742 m 39.8	$\lambda < 0.1$	x: 0.744 m 0.2	x: 0.65 m 12.6	x: 0.742 m 0.1	CUMPLE $\lambda = 39.8$
<p>Notación:</p> <ul style="list-style-type: none"> λ: Limitación de esbeltez λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N_t: Resistencia a tracción N_c: Resistencia a compresión M_y: Resistencia a flexión eje Y M_z: Resistencia a flexión eje Z V_z: Resistencia a corte Z V_y: Resistencia a corte Y $M_y V_z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados $M_z V_y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados $NM_y M_z$: Resistencia a flexión y axil combinados $NM_y M_z V_y V_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t: Resistencia a torsión $M_y V_z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados $M_z V_y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra λ: Coeficiente de aprovechamiento (%) 																

Taula 39: IPE 360 luzetarako habearen konprobaketak

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida λ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

λ : 0.90 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 3

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 106.73 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 2803.26 kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : 373.456 t

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,Y} : \underline{23096.761} \text{ t}$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,Z} : \underline{914.010} \text{ t}$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T} : \underline{373.456} \text{ t}$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $I_y : \underline{39512.27} \text{ cm}^4$
 I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. $I_z : \underline{1563.62} \text{ cm}^4$
 I_t : Momento de inercia a torsión uniforme. $I_t : \underline{51.56} \text{ cm}^4$
 I_w : Constante de alabeo de la sección. $I_w : \underline{692212.73} \text{ cm}^6$
 E : Módulo de elasticidad. $E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$
 G : Módulo de elasticidad transversal. $G : \underline{825688} \text{ kp/cm}^2$
 L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. $L_{ky} : \underline{1.901} \text{ m}$
 L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. $L_{kz} : \underline{1.901} \text{ m}$
 L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión. $L_{kt} : \underline{3.802} \text{ m}$
 i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. $i_0 : \underline{19.62} \text{ cm}$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. $i_y : \underline{19.24} \text{ cm}$
 $i_z : \underline{3.83} \text{ cm}$
 y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. $y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$
 $z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$62.85 \leq 312.69 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

$$h_w : \underline{502.77} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{8.00} \text{ mm}$$

A_w : Área del alma.

$$A_w : \underline{40.22} \text{ cm}^2$$

$A_{f_c,ef}$: Área reducida del ala comprimida.

$$A_{f_c,ef} : \underline{21.59} \text{ cm}^2$$

k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

$$k : \underline{0.30}$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$f_{yf} : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.742 m del nudo N68, para la combinación de acciones 0.8-PP+1.5-V2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$N_{t,Ed}$: 0.423 t

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$N_{t,Rd}$: 194.093 t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 72.70 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : 0.002 ✓

η : 0.003 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.742 m del nudo N68, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·Q1.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed}$: 0.377 t

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd}$: 194.093 t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 3

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 72.70 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$N_{b,Rd}$: 141.144 t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 72.70 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1} : 1.05

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : 1.00

χ_z : 0.85

χ_T : 0.73

Siendo:

ϕ_y : 0.51

ϕ_z : 0.73

ϕ_T : 0.92

α : Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : 0.21

α_z : 0.34

α_T : 0.34

λ : Esbeltez reducida.

λ_y : 0.15

λ_z : 0.58

λ_T : 0.80

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr} : 322.013 t

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,y}$: 9510.572 t

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,z}$: 609.682 t

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$N_{cr,T}$: 322.013 t

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.332} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.395} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.742 m del nudo N68, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V2.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{9.045} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.742 m del nudo N68, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V1+0.75·N1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{7.001} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{27.205} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{1019.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M0}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$$M_{b,Rd}^+ : \underline{24.050} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd}^- : \underline{17.728} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$W_{pl,y}: \text{Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.} \quad W_{pl,y} : \underline{1019.00} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M1}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT}^+ : \underline{0.88}$$

$$\chi_{LT}^- : \underline{0.65}$$

Siendo:

$$\phi_{LT}^+ : \underline{0.68}$$

$$\phi_{LT}^- : \underline{1.04}$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_{LT} : \underline{0.34}$$

λ_{LT} : Esbeltez reducida.

$$\lambda_{LT}^+ : \underline{0.50}$$

$$\lambda_{LT}^- : \underline{0.91}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr}^+ : \underline{114.057} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{cr}^- : \underline{34.134} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

Siendo:

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV}^+ : \underline{43.333} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTV}^- : \underline{21.666} \text{ t}\cdot\text{m}$$

M_{LTW} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTW}^+ : \underline{105.505} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTW}^- : \underline{26.376} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{903.89} \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{1043.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{37.30} \text{ cm}^4$$

E: Módulo de elasticidad.	E : <u>2140673</u> kp/cm ²
G: Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>825688</u> kp/cm ²
L _c ⁺ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.	L _c ⁺ : <u>1.901</u> m
L _c ⁻ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.	L _c ⁻ : <u>3.802</u> m
C ₁ : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C ₁ : <u>1.00</u>
i _{f,z} ⁺ : Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.	i _{f,z} ⁺ : <u>4.47</u> cm
	i _{f,z} ⁻ : <u>4.47</u> cm

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

$$M_{Ed}^+ : \text{Momento flector solicitante de cálculo p\acute{e}simo.} \quad M_{Ed}^+ : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo p\acute{e}simo se produce en el nudo N49, para la combinación de acciones 1.35-PP+1.5·V1+0.75·N1.

$$M_{Ed}^- : \text{Momento flector solicitante de cálculo p\acute{e}simo.} \quad M_{Ed}^- : \underline{0.006} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{5.099} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase :** 1

W_{pl,z}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **W_{pl,z} :** 191.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0} :** 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.126 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.650 m del nudo N68, para la combinación de acciones 0.8-PP+1.5-V2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. **V_{Ed} :** 6.111 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{c,Rd}** viene dado por:

V_{c,Rd} : 48.356 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{31.37} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$37.33 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{37.33}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

ϵ : Factor de reducción.

$$\epsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{2395.51} \text{ kp/cm}^2$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.742 m del nudo N68, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.003} \text{ t}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{70.799} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{45.93} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{72.70} \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : \underline{334.60} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{8.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$7.375 \text{ t} \leq 32.565 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8-PP+1.5-V2.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 7.375 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 65.129 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.003 \text{ t} \leq 52.039 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.003 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 104.078 t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.260 ✓

η : 0.397 ✓

η : 0.398 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.742 m del nudo N68, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V1+0.75·N1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed} : 0.368 \text{ t}$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed} : 7.001 \text{ t}\cdot\text{m}$

$M_{z,Ed} : 0.003 \text{ t}\cdot\text{m}$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $N_{pl,Rd} : 194.093 \text{ t}$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{pl,Rd,y} : 27.205 \text{ t}\cdot\text{m}$

$M_{pl,Rd,z} : 5.099 \text{ t}\cdot\text{m}$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. **A** : 72.70 cm^2

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{pl,y} : 1019.00 \text{ cm}^3$

$W_{pl,z} : 191.00 \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M1} : 1.05$

k_y , k_z , $k_{y,LT}$: Coeficientes de interacción.

$k_y : 1.00$

$k_z : 1.00$

$k_{y,LT} : 1.00$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$, $C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,LT} : \underline{1.00}$$

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{1.00}$$

$$\chi_z : \underline{0.85}$$

χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} : \underline{0.65}$$

λ_y , λ_z : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\lambda_y : \underline{0.15}$$

$$\lambda_z : \underline{0.58}$$

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V2.

$$7.375 \text{ t} \leq 32.546 \text{ t} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{7.375} \text{ t}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{65.091} \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.744 m del nudo N68, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V2.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.001} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{0.453} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{29.37} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.126} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.650 m del nudo N68, para la combinación de acciones 0.8-PP+1.5-V2.

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{6.111} \text{ t}$$

$$M_{T,Ed}: \text{Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{T,Ed} : \underline{0.001} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{48.326} \text{ t}$$

Donde:

$$V_{pl,Rd}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad V_{pl,Rd} : \underline{48.356} \text{ t}$$

$$\tau_{T,Ed}: \text{Tensiones tangenciales por torsión.} \quad \tau_{T,Ed} : \underline{2.35} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

$$W_T: \text{Módulo de resistencia a torsión.} \quad W_T : \underline{38.77} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{Mo}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.742 m del nudo N68, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.003} \text{ t}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{70.788} \text{ t}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{70.799} \text{ t}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.61} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{29.37} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

4.4.4 Barren arteko loturak

4.4.4.1 Lotura soldatuak

CTE DB SE-AE arauaren 8.6 atalaren arabera kalkulatu dira loturak, soldatuak direnak. Soldadurak eratzeko erabilitako materialak hauek dira:

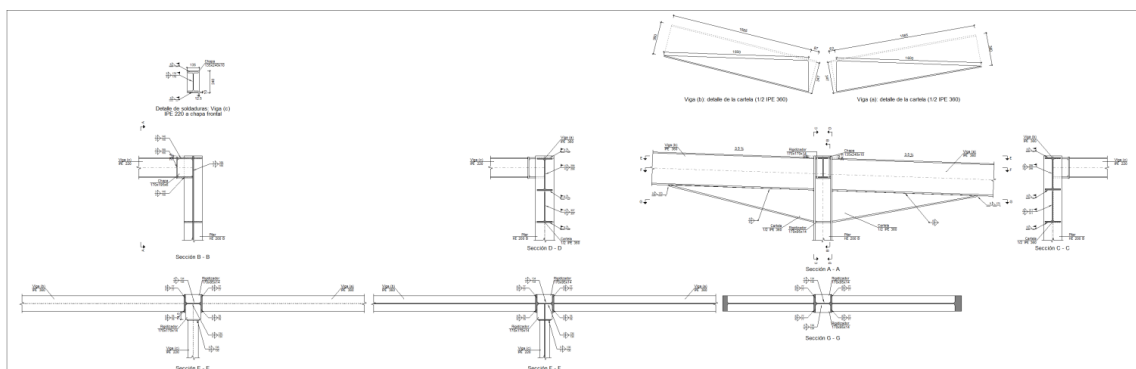
- Material basea: Profil ijeztuko barrak dira, S275 altzairukoak.
- Ekarpen materiala: Ekarpen materialaren ezaugarri mekanikoak kasu guztietan material basearenak baino altuagoak dira, CTE DB SE-AE-ren 4.4.1 atalaren arabera.

Memoria deskribatzaileko 1.6.3.4 atalean (Barren arteko loturak) azaldu den bezala, hiru lotura mota daude: Zutabe eta zimendapena, zutabe eta kanpoko habeak eta zutabe eta barneko habeak. Atal honetan barren arteko loturak esplikatzen dira, eta zutabe eta zimendapenaren arteko lotura, aldiz, 4.5.1 atalean azaltzen da.

4.4.4.2 Loturen kalkuluak

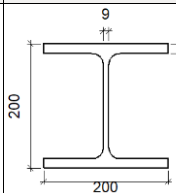
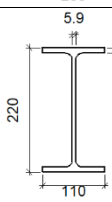
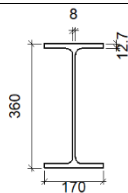
4.4.4.2.1 Pilareak eta kanpoko zeharkako habeak

a) Detailea

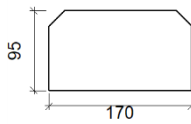


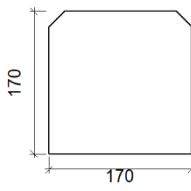
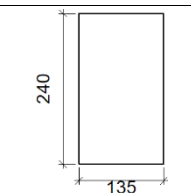
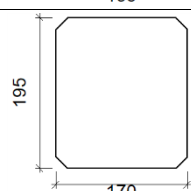
Irudia 6: Pilare eta kanpoko zeharkako haben loturan detailea

b) Loturaren elementuen deskribapena

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 200 B		200	200	15	9	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 220		220	110	9.2	5.9	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 360		360	170	12.7	8	S275	2803.3	4179.4

Taula 40: Loturaren elementuen deskribapena

Elementos complementarios							
Pieza	Esquema	Geometría			Tipo	Acero	
		Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)		f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		170	95	14	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		170	170	14	S275	2803.3	4179.4
Chapa de apoyo de la viga Viga (c) IPE 220		135	240	10	S275	2803.3	4179.4
Chapa vertical de la viga Viga (c) IPE 220		170	195	6	S275	2803.3	4179.4

Taula 41: Elementu gehigarriak

c) Konprobaketa

1) Pilarea HE 200 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	29.19
	Cortante	kN	9.29	877.82	1.06
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	54.69	261.90	20.88
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	54.01	261.90	20.62
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	53.58	261.90	20.46
Rigidizador intermedio	Tensión de Von Mises	N/mm ²	1.31	261.90	0.50
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	54.20	261.90	20.69
Chapa frontal [Viga (c) IPE 220]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
Chapa vertical [Viga (c) IPE 220]	Cortante	kN	0.02	149.74	0.01

Ala	Cortante	N/mm ²	15.43	261.90	5.89
-----	----------	-------------------	-------	--------	------

Taula 42: Pilarearen loturaren erresistentzia konprobaketak

Soldadura-kordioa

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	6	77	14.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	6	77	14.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	6	78	14.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	5	135	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	En ángulo	6	78	14.0	90.00	
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	5	135	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	6	77	14.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	3	165	6.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	3	165	6.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	3	140	6.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	3	140	6.0	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Taula 43: Pilarearen soldadura-kordioaren konprobaketa geometrikoak

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	b _w
	s _⊥ (N/mm ²)	t _⊥ (N/mm ²)	t (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	s _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	45.1	45.1	0.1	90.2	23.38	45.1	13.76	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	1.2	2.1	0.54	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	44.6	44.6	0.1	89.1	23.09	44.6	13.59	410.0	0.85

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	b_w
	s_\wedge (N/mm ²)	t_\wedge (N/mm ²)	$t_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	s_\wedge (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	0.7	1.2	0.30	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	44.2	44.2	0.1	88.4	22.91	44.2	13.48	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	0.6	1.1	0.29	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	0.5	0.5	0.0	1.0	0.26	0.5	0.16	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	0.0	0.0	0.9	1.5	0.39	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	0.0	0.0	0.0	0.0	0.01	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	0.4	0.4	0.0	0.9	0.23	0.5	0.14	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	44.7	44.7	0.1	89.4	23.18	44.7	13.63	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	0.1	0.1	0.03	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	0.0	0.0	0.01	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	0.0	0.0	0.01	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	0.0	0.1	0.01	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	0.0	0.1	0.01	0.0	0.00	410.0	0.85

Taula 44: Pilarearen soldadura-kordoiaren erresistentzia konprobaketak

2) Zeharkako habea IPE 360

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Cargas concentradas en el alma	kN	23.50	315.31	7.45

Taula 45: Zeharkako habe 1-aren loturaren erresistentzia konprobaketa

Soldadura-kordoia

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	6	170	12.7	88.01
Soldadura del alma	En ángulo	4	299	8.0	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	6	170	12.7	88.01
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	4	326	8.0	90.00
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	6	170	12.7	75.94
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	6	1600	8.0	90.00
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	9	170	12.7	77.93

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Taula 46: Zeharkako habe 1-aren soldadura-kordoiaren konprobaketa geometrikoak

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	b_w
	s_{\perp} (N/mm ²)	t_{\perp} (N/mm ²)	$t_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	s_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	43.0	41.6	0.1	83.9	21.74	43.0	13.12	410.0	0.85
Soldadura del alma	37.8	37.8	8.9	77.2	20.01	37.8	11.53	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	0.0	0.0	0.1	0.2	0.05	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela	37.5	37.5	8.9	76.5	19.82	37.5	11.42	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela	36.6	46.9	0.0	89.1	23.08	44.4	13.55	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	5.8	10.1	2.62	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							410.0	0.85

Taula 47: Zeharkako habe 1-aren soldadura-kordoiaren erresistentzia konprobaketak

3) Zeharkako habea IPE 360

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Cargas concentradas en el alma	kN	23.28	315.31	7.38

Taula 48: Zeharkako habe 2-aren loturaren erresistentzia konprobaketa

Soldadura-kordioa

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	6	170	12.7	88.01
Soldadura del alma	En ángulo	4	299	8.0	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	6	170	12.7	88.01
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	4	322	8.0	90.00
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	6	170	12.7	79.92
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	6	1600	8.0	90.00
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	9	170	12.7	77.93

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Taula 49: Zeharkako habe 2-aren soldadura-kordioaren konprobaketa geometrikoak

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	b_w
	s^\wedge (N/mm ²)	t^\wedge (N/mm ²)	$t_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	s^\wedge (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	40.7	42.2	0.0	83.6	21.67	40.7	12.42	410.0	0.85
Soldadura del alma	37.4	37.4	8.9	76.4	19.81	37.4	11.41	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	0.0	0.0	0.1	0.2	0.05	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela	37.6	37.6	8.9	76.9	19.92	37.6	11.48	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela	37.9	45.2	0.0	87.0	22.56	42.9	13.07	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	5.8	10.1	2.62	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							410.0	0.85

Taula 50: Zeharkako habe 2-aren soldadura-kordioaren erresistentzia konprobaketak

4) Luzetarako habe a IPE 220

Soldadura-kordioa

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	110	9.2	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	3	178	5.9	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	110	9.2	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Taula 51: Luzetarako habearen soldadura-kordioaren konprobaketa geometrikoak

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	b_w
	s_\perp (N/mm ²)	t_\perp (N/mm ²)	$t_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	s_\perp (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	1.4	1.4	0.0	2.9	0.75	1.5	0.44	410.0	0.85
Soldadura del alma	0.0	0.0	0.0	0.0	0.01	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	1.9	1.9	0.0	3.8	0.97	1.9	0.57	410.0	0.85

Taula 52: Luzetarako habearen soldadura-kordioaren erresistentzia konprobaketak

d) Neurketa

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	3	1220
			4	1340
			5	540
			6	7944
			9	340
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	355
			4	2491
			5	417
			6	1878

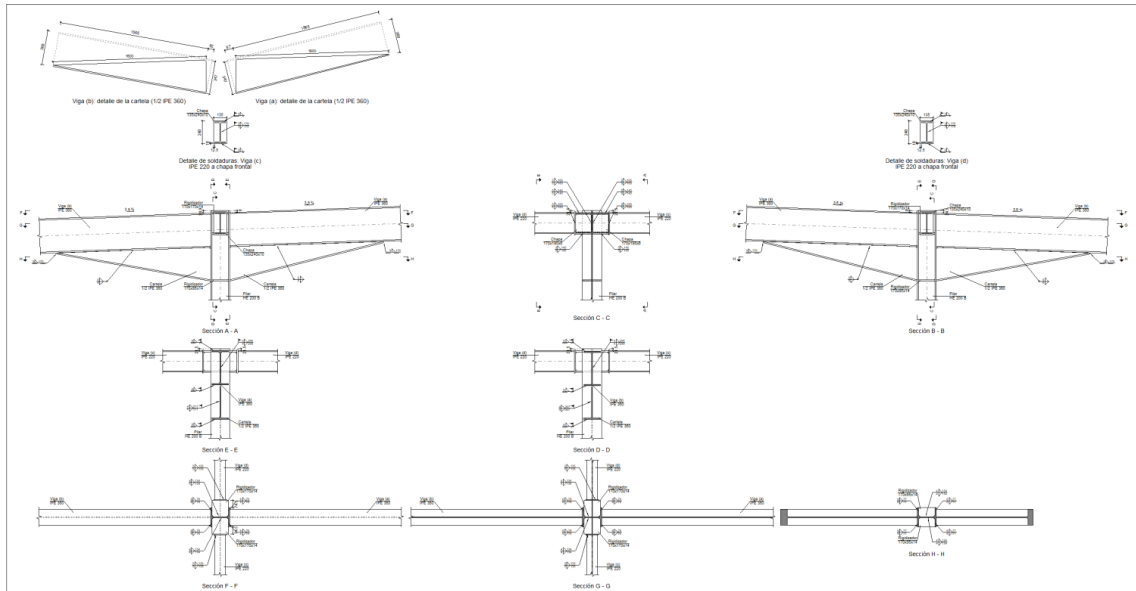
Taula 53: Soldaduren neurketa

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	3	170x95x14	5.32
		2	170x170x14	6.35
	Chapas	1	170x195x6	1.56
		1	135x240x10	2.54
	Total			

Taula 54: Txapen neurketa

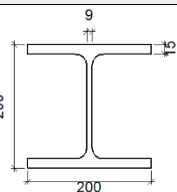
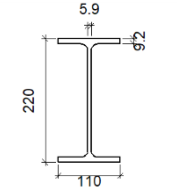
4.4.4.2.2 Pilareak eta barneko zeharkako habeak

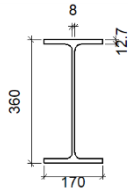
a) Detailea



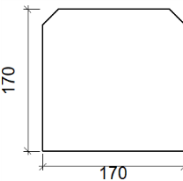
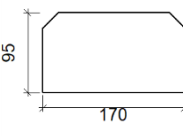
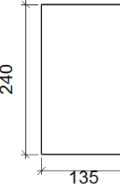
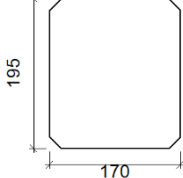
Irudia 7: Pilare eta barneko zeharkako habeen loturan detailea

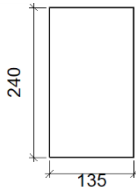
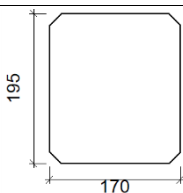
b) Loturaren elementuen deskribapena

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 200 B		200	200	15	9	S275	2803.3	4179.4
Viga	IPE 220		220	110	9.2	5.9	S275	2803.3	4179.4

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	IPE 360		360	170	12.7	8	S275	2803.3	4179.4

Taula 55: Pilare eta barneko zeharkako habeen loturaren elementuen deskribapena

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		170	170	14	S275	2803.3	4179.4
Rigidizador		170	95	14	S275	2803.3	4179.4
Chapa de apoyo de la viga Viga (c) IPE 220		135	240	10	S275	2803.3	4179.4
Chapa vertical de la viga Viga (c) IPE 220		170	195	6	S275	2803.3	4179.4

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa de apoyo de la viga Viga (d) IPE 220		135	240	10	S275	2803.3	4179.4
Chapa vertical de la viga Viga (d) IPE 220		170	195	6	S275	2803.3	4179.4

Taula 56: Pilare eta barneko zeharkako habeen loturaren elementu gehigarriak

c) Konprobaketa

1) Pilarea HE 200 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	29.19
	Cortante	kN	12.49	621.78	2.01
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	110.35	261.90	42.13
Rigidizador intermedio	Tensión de Von Mises	N/mm ²	0.99	261.90	0.38
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	111.14	261.90	42.43
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	110.29	261.90	42.11
Rigidizador intermedio	Tensión de Von Mises	N/mm ²	1.03	261.90	0.39
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	111.15	261.90	42.44
Chapa frontal [Viga (c) IPE 220]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
Chapa vertical [Viga (c) IPE 220]	Cortante	kN	0.02	149.74	0.01
Chapa frontal [Viga (d) IPE 220]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
Chapa vertical [Viga (d) IPE 220]	Cortante	kN	0.02	149.74	0.01
Ala	Cortante	N/mm ²	31.23	261.90	11.93

Taula 57: Pilarearen loturaren erresistentzia konprobaketak

Soldadura-kordioa

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	6	78	14.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	5	135	10.0	90.00
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	En ángulo	6	78	14.0	90.00
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	5	135	10.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	6	77	14.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	6	78	14.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	5	135	10.0	90.00
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	En ángulo	6	78	14.0	90.00
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	5	135	10.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	6	77	14.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	134	9.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	3	165	6.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	3	165	6.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	3	140	6.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	3	140	6.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	3	165	6.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	3	165	6.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	3	140	6.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	3	140	6.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Taula 58: Pilarearen soldadura-kordioaren konprobaketa geometrikoak

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	b _w
	s _⊥ (N/mm ²)	t _⊥ (N/mm ²)	t (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	s _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	91.0	91.0	0.0	182.1	47.18	91.0	27.76	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	1.8	3.2	0.82	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	0.4	0.4	0.0	0.8	0.21	0.4	0.13	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	0.0	0.0	0.7	1.2	0.30	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	0.0	0.0	0.0	0.0	0.01	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	0.5	0.5	0.0	1.1	0.29	0.6	0.17	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	91.7	91.7	0.2	183.4	47.52	91.7	27.95	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	1.3	2.2	0.56	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	91.0	91.0	0.0	182.0	47.16	91.0	27.74	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	1.8	3.1	0.81	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	0.4	0.4	0.0	0.9	0.22	0.4	0.13	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio a las alas	0.0	0.0	0.7	1.2	0.31	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador intermedio al alma	0.0	0.0	0.0	0.0	0.01	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	0.6	0.6	0.0	1.1	0.30	0.6	0.17	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	91.7	91.7	0.2	183.4	47.52	91.7	27.95	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	1.3	2.2	0.56	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	0.0	0.0	0.01	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	0.0	0.0	0.01	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	0.0	0.1	0.01	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	0.0	0.1	0.01	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	0.0	0.0	0.01	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	0.0	0.0	0.01	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	0.0	0.1	0.01	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	0.0	0.1	0.01	0.0	0.00	410.0	0.85

Taula 59: Pilarearen soldadura-kordoiaren erresistentzia konprobaketak

2) Zeharkako habea IPE 360

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Cargas concentradas en el alma	kN	44.86	315.31	14.23

Taula 60: Zeharkako habe 1-aren loturaren erresistentzia konprobaketa

Soldadura-kordioa

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	6	170	12.7	88.01	
Soldadura del alma	En ángulo	4	299	8.0	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	6	170	12.7	88.01	
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	4	326	8.0	90.00	
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	6	170	12.7	75.94	
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	6	1600	8.0	90.00	
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	9	170	12.7	77.93	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Taula 61: Zeharkako habe 1-aren soldadura-kordoiaren konprobaketa geometrikoak

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	b_w
	s_\perp (N/mm ²)	t_\perp (N/mm ²)	$t_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	s_\perp (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	87.2	84.2	0.0	170.0	44.04	87.2	26.59	410.0	0.85
Soldadura del alma	77.3	77.3	18.2	157.8	40.90	77.3	23.57	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	0.0	0.0	0.0	0.1	0.02	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela	76.6	76.6	18.2	156.4	40.52	76.6	23.35	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela	74.1	95.0	0.0	180.5	46.77	90.0	27.45	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	12.0	20.8	5.38	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							410.0	0.85

Taula 62: Zeharkako habe 1-aren soldadura-kordoiaren erresistentzia konprobaketak

3) Zeharkako habea IPE 360

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Cargas concentradas en el alma	kN	44.56	315.31	14.13

Taula 63: Zeharkako habe 2-aren loturaren erresistentzia konprobaketa

Soldadura-kordoia

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	6	170	12.7	88.01	
Soldadura del alma	En ángulo	4	299	8.0	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	6	170	12.7	88.01	
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	4	322	8.0	90.00	
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	6	170	12.7	79.92	
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	6	1600	8.0	90.00	
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	9	170	12.7	77.93	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Taula 64: Zeharkako habe 2-aren soldadura-kordoia konprobaketa geometrikoak

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	b_w
	s_\wedge (N/mm ²)	t_\wedge (N/mm ²)	$t_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	s_\wedge (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	84.1	87.1	0.0	172.7	44.76	84.1	25.65	410.0	0.85
Soldadura del alma	76.5	76.5	18.3	156.4	40.52	76.6	23.34	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	0.0	0.0	0.1	0.1	0.02	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela	77.0	77.0	18.3	157.2	40.74	77.0	23.47	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela	78.3	93.4	0.0	179.7	46.57	88.6	27.01	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	12.0	20.7	5.37	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							410.0	0.85

Taula 65: Zeharkako habe 2-aren soldadura-kordoia erresistentzia konprobaketak

4) Luzetarako habea IPE 220

Soldadura-kordoia

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	110	9.2	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	3	178	5.9	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	110	9.2	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Taula 66: Luzetarako habe 1-aren soldadura-kordoiaren konprobaketa geometrikoak

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	b_w
	s_\perp (N/mm ²)	t_\perp (N/mm ²)	$t_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	s_\perp (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	1.9	1.9	0.0	3.7	0.96	1.9	0.56	410.0	0.85
Soldadura del alma	0.0	0.0	0.0	0.0	0.01	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	1.5	1.5	0.0	3.0	0.77	1.5	0.46	410.0	0.85

Taula 67: Luzetarako habe 1-aren soldadura-kordoiaren erresistentzia konprobaketak

5) Luzetarako habea IPE 220

Soldadura-kordoia

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	110	9.2	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	3	178	5.9	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	110	9.2	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Taula 68: Luzetarako habe 2-aren soldadura-kordoiaren konprobaketa geometrikoak

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	b_w
	s_\wedge (N/mm ²)	t_\wedge (N/mm ²)	$t_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	s_\wedge (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	1.8	1.8	0.0	3.7	0.95	1.8	0.56	410.0	0.85
Soldadura del alma	0.0	0.0	0.0	0.0	0.01	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	1.5	1.5	0.0	3.0	0.77	1.5	0.45	410.0	0.85

Taula 69: Luzetarako habe 2-aren soldadura-kordoiaren erresistentzia konprobaketak

d) Neurketa

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	3	2440
			4	1608
			5	1080
			6	8256
			9	340
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	710
			4	2491
			5	834
			6	1878

Taula 70: Soldaduren neurketa

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	170x170x14	12.70
		2	170x95x14	3.55
	Chapas	2	170x195x6	3.12
		2	135x240x10	5.09
	Total			

Taula 71: Txapen neurketa

4.5 Zimendapena

Zimendapena zapata isolatuez egin da, lurra 2 kg/cm²-ko gaitasun eramailea bermatu behar baitu, hormigoi armatuzkoak direnak, eta erabilitako hormigoi armatuaren izendapena HA-30/B/40/IIIa da. Zapatek azpitik 10 cm-ko lodiera minimoa duen garbiketa-hormigoia dute.

11 zapata isolatu daude eta bi taldetan bereizten dira, kanpokoak eta barnekoak. Hauek dira horien dimentsioak:

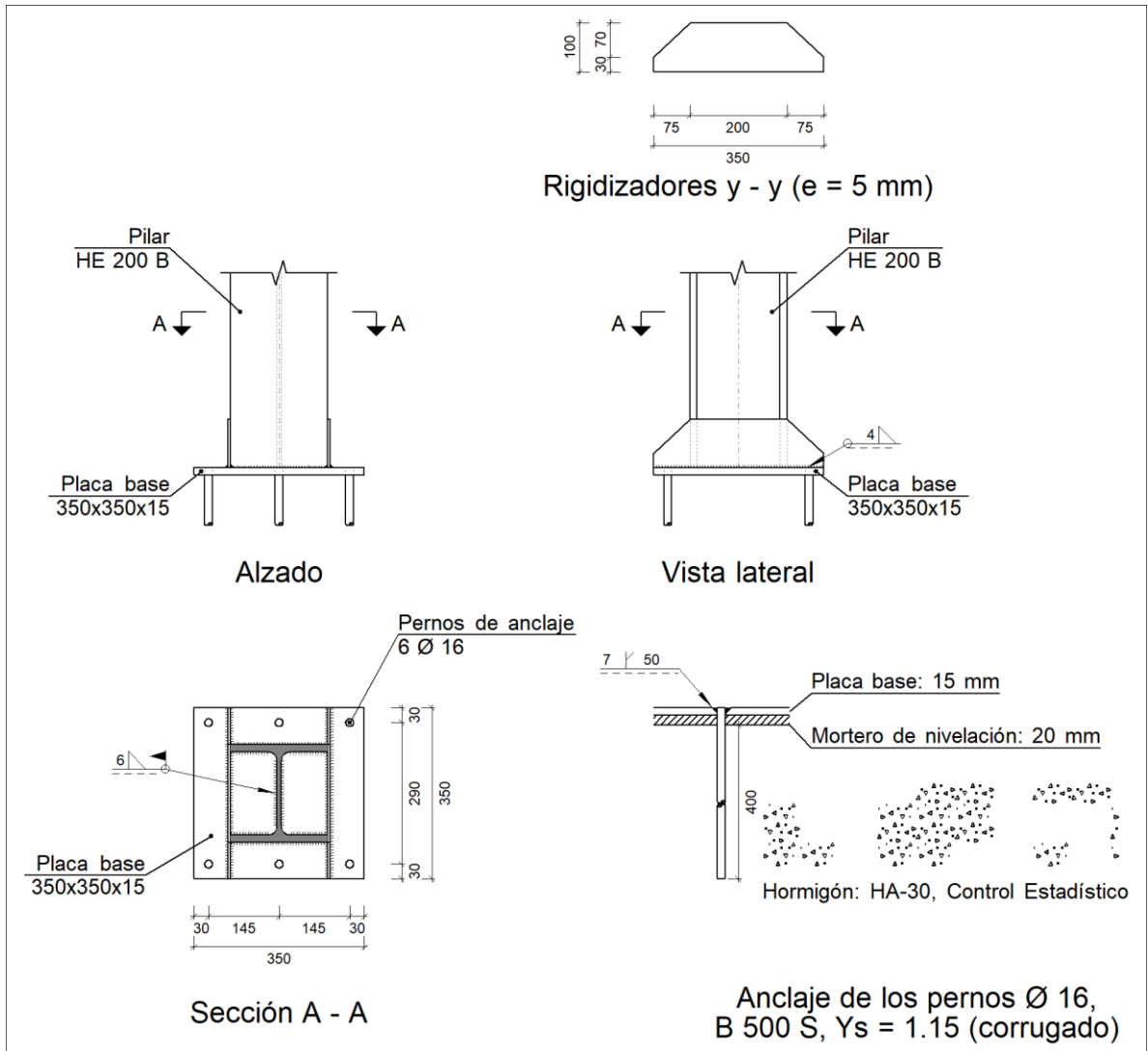
	Kanpokoak	Barnekoak
Luzera [cm]	265	345
Zabalera [cm]	265	345
Altuera [cm]	60	80

Taula 72: Zapata isolatuen dimentsioak

4.5.1 Loturak

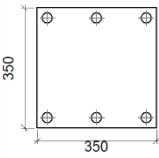
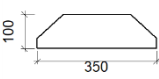
Pilare eta zapata isolatuen lotura ainguratze plaken bitartez egin da, kanpoko zein barneko zimendapenetan berdina dena. Hauek dira loturaren ezaugarriak:

a) Detailea



Irudia 8: Pilare eta ainguratze plakaren loturaren detailea

b) Loturaren elementuen deskribapena

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f_y (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
de base		350	350	15	6	30	18	7	S275	2803.3	4179.4
Rigidizador		350	100	5	-	-	-	-	S275	2803.3	4179.4

Taula 73: Pilare eta ainguratzeko plakaren loturaren elementu gehigarriak

c) Konprobaketa

1) Pilare HE 200 B

Soldadura-kordioa

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	6	978	9.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Taula 74: Pilarearen soldadura-kordioaren konprobaketa geometrikoak

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	b_w
	s_{\perp} (N/mm ²)	t_{\perp} (N/mm ²)	$t_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	s_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	b_w
	s_{\perp} (N/mm ²)	t_{\perp} (N/mm ²)	$t_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	s_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

Taula 75: Pilarearen soldadura-kordoiaren erresistentzia konprobaketak

2) Ainguratze plaka

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 48 mm Calculado: 146 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 43.3	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 6.297 t Calculado: 5.368 t Máximo: 4.408 t Calculado: 0.121 t Máximo: 6.297 t Calculado: 5.541 t	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 8.196 t Calculado: 5.064 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 4854.13 kp/cm ² Calculado: 2521.52 kp/cm ²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 12.815 t Calculado: 0.114 t	Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 2669.77 kp/cm ²	
- Derecha:	Calculado: 2177.2 kp/cm ²	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 2176.69 kp/cm ²	Cumple
- Arriba:	Calculado: 1871.33 kp/cm ²	Cumple
- Abajo:	Calculado: 433.722 kp/cm ²	Cumple
Flecha global equivalente:	Mínimo: 250	
<i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>		
- Derecha:	Calculado: 754.843	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 755.046	Cumple
- Arriba:	Calculado: 6403.21	Cumple
- Abajo:	Calculado: 28611.8	Cumple
Tensión de Von Mises local:	Máximo: 2669.77 kp/cm ²	
<i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Calculado: 2601.3 kp/cm ²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Taula 76: Ainguratze plakaren erresistentzia konprokaketak

Soldadura-kordioa

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -103): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	--	350	5.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 103): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	--	350	5.0	90.00
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	7	50	15.0	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>						

Taula 77: Ainguratze plakaren soldadura-kordioaren konprobaketa geometrikoak

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	b_w
	s_\wedge (N/mm ²)	t_\wedge (N/mm ²)	$t_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	s_\wedge (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -103): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 103): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	197.6	342.3	88.71	0.0	0.00	410.0	0.85

Taula 78: Ainguratze plakaren soldadura-kordoiaren erresistentzia konprobaketak

d) Neurketa

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	1340
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	7	302
	En el lugar de montaje	En ángulo	6	978

Taula 79: Soldaduren neurketa

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	350x350x15	14.42
	Rigidizadores pasantes	2	350/200x100/30x5	2.34
	Total			16.76
B 500 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	6	Ø 16 - L = 451	4.27
	Total			4.27

Taula 80: Ainguratze plaken neurketa

4.5.2 Zimendapen elementuak

Zapatek armadura dute bai goiko bai beheko aldean. Zeharkako zein luzetarako armaduraren sekzioak 13 x Ø12mm dira kanpoko zapatentzat eta 13 x Ø16mm barnekoentzat. Gainera, zapata isolatuen azpitik 10 cm-ko lodiera minimoa duen garbiketa-hormigoia jarri da, zimendapenaren hormigoia eta lurraren arteko kontaktua ekiditeko.

83. taulan zimendapenen elementuen laburpena aurki daiteke.

	B 500 S, CN [kg]			Hormigón [m ³]	
	Ø12 [mm]	Ø16 [mm]	Guztira	HA-30	Garbiketa-hormigoia
Kanpoko zapatak	2x129.49		258.98	2x4.21	2x0.70
Barneko zapatak		9x302.46	2722.14	9x9.52	9x1.19
Guztira	258.98	2722.14	2981.12	94.13	12.12

Taula 81: Zimendapen elementuen ezaugarriak

4.5.2.1 Armatua

Hormigoi armatuan erabilitako barrak B500S altzairukoak dira, $f_{yk}=275$ N/mm²-ko erresistentzia karakteristikoa dutenak.

Kanpoko zapaten armaduraren neurriak hauek dira:

Kanpoko zapatak		B 500 S, CN	Guztira
Armatua		Ø12	
Beheko armatua X	Luzera [m]	13x2.55	33.15
	Pisua [kg]	13x2.26	29.43
Beheko armatua Y	Luzera [m]	13x2.55	33.15
	Pisua [kg]	13x2.26	29.43
Goiko armatua X	Luzera [m]	13x2.55	33.15
	Pisua [kg]	13x2.26	29.43
Goiko armatua Y	Luzera [m]	13x2.55	33.15
	Pisua [kg]	13x2.26	29.43

Guztira	Luzera [m]	132.60
	Pisua [kg]	117.72
Guztira lermekin (%10)	Luzera [m]	145.86
	Pisua [kg]	129.49

Taula 82: Kanpoko zapaten armaduren neurriak

Barneko zapaten armaduraren neurriak hauek dira:

Barneko zapatak		B 500 S, CN	Guztira
Armatua		Ø16	
Beheko armatua X	Luzera [m]	13x3.35	43.55
	Pisua [kg]	13x5.29	68.74
Beheko armatua Y	Luzera [m]	13x3.35	43.55
	Pisua [kg]	13x5.29	68.74
Goiko armatua X	Luzera [m]	13x3.35	43.55
	Pisua [kg]	13x5.29	68.74
Goiko armatua Y	Luzera [m]	13x3.35	43.55
	Pisua [kg]	13x5.29	68.74
Guztira	Luzera [m]	174.20	
	Pisua [kg]	274.96	
Guztira lermekin (%10)	Luzera [m]	191.62	
	Pisua [kg]	302.46	

Taula 83: Barneko zapaten armaduren neurriak

5. Panelen egitura

5.1 Materialak

5.1.1 SUNFER L120 eskuadra

Estalkia eta panelen egiturak lotzen dituen atala da, aluminio EN AW-6005A T6 aleaziokoa, apurketa tentsioa $f_u=200 \text{ N/mm}^2$ eta erresistentzia karakteristikoa $f_y=215 \text{ N/mm}^2$ duena.

5.1.2 Torlojuak

M-10 5.6 torlojuak dira aukeratutakoak, CTE-ren exigentziak betetzen baitituzte. Horien erresistentzia karakteristikoa $f_y=300 \text{ N/mm}^2$ da, eta apurketa tentsioa $f_u=500 \text{ N/mm}^2$.

5.2 Akzioak

Panelen egituren dimentsionamendurako aplikatutako kargak hauek dira:

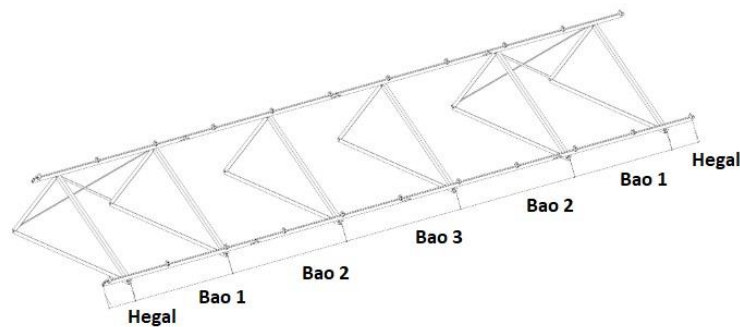
- Karga iraunkorrak
- Erabilpen galkarga
- Haizea
- Elurra

Akzio guzti horien kalkulurako CTE DB SE-AE araua erabili da. Akzio sismikoak ez dira kontuan hartu garrantzi moderatuko eraikuntza baita eta arrisku sismiko baxuko gunean kokatuta baitago markesina, eta beraz panelen egiturak.

Panelen egiturek triangeluka euskarritzen dira estalkian, eta hortaz, aplikatu diren karga guztiak triangeluka banandu dira. CVE915XL egitura desberdinak erabili direnez, hau da, 3, 9 eta 10 moduluko egiturak erabili direnez, hauen dimentsioak desberdinak dira, eta beraz, hirukien arteko distantziak desberdinak dira. Hiru egitura horien dimentsioak 86. taulan aurki daitezke.

Modulu kopurua	Hiruki kopurua	Hegala [mm]	Bao 1 [mm]	Bao 2 [mm]	Bao 3 [mm]	Guztira [mm]
3	2	595	2000	-	-	5190
9	5	605	1950	2100	-	9310
10	6	465	1700	2000	2000	10330

Taula 84: 3, 9 eta 10 moduluko CVE915XL egituren neurriak



Irudia 9: 10 moduluko CVE915XL egitura

Distantziak ezagututa, hiruki bakoitzak panelen zenbateko azalera jasango duen jakin daiteke. Beste hitzetan, egituren zabalera konstantea denez, 1693,94 mm, hiruki bakoitzak distantzia definitu baten gertatzen diren akzioak jasaten ditu. Dimentsionaketarako, eragin distantzia laburrena eta luzeena duten hirukiak hartu dira kontuan, hauetan gertatzen baitira muturreko akzioak, eta honela, hiruki guztiek jasaten dituztela esfortzuak baieztatzen da.

Aipatutako hirukiak hurrengoak dira: eragin distantzi handiena duena 9 moduluko egituraren erdiko hirukia da, 2100 mm-koa dena, eta distantzia txikiena, aldiz, 10 moduluko egituraren lehen eta azken hirukiek dute, simetrikoa baita, 1315 mm dena. Hauei, kalkuletarako 1 eta 2 izendapenak eman zaizkie, hurrenez hurren.

5.2.1 Akzio iraukorrak

5.2.1.1 Panel fotovoltaikoak

Amerisolar 24 V 330 W modulu fotovoltaikoek 22,5 kg-ko pisua dute, beraz, 1 hirukiaren panelen karga:

$$P_{p1} = \frac{P_{\text{panel}} \cdot n_{\text{panel}}}{d_{e1}} \cdot d_1 = \frac{22,5 \text{ kg} \cdot 9}{9310 \text{ mm}} \cdot 2100 \text{ mm} = 45,68 \text{ kg} \quad (30)$$

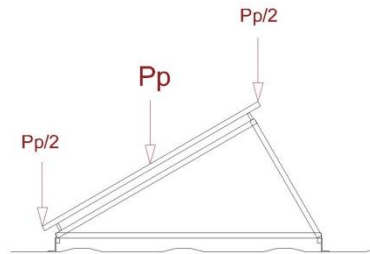
- P_{p1} : Hiruki handiaren panelen pisua. (kg)
- P_{panel} : Amerisolar 24 V 330 W moduluaren pisua. (22,5 kg)
- n_{panel} : Egituraren panel kopurua. (9)
- d_{e1} : Egituraren distantzia. (9320 mm)
- d_1 : Hiruki handiaren eragin distantzia . (2100 mm)

2 hirukiaren panelen karga:

$$P_{p2} = \frac{P_{\text{panel}} \cdot n_{\text{panel}}}{d_{e2}} \cdot d_1 = \frac{22,5 \text{ kg} \cdot 10}{10330 \text{ mm}} \cdot 1315 \text{ mm} = 28,64 \text{ kg} \quad (31)$$

- P_{p2} : Hiruki txikiaren panelen pisua. (kg)
- P_{panel} : Amerisolar 24 V 330 W moduluaren pisua. (22,5 kg)
- n_{panel} : Egituraren panel kopurua. (10)
- d_{e2} : Egituraren distantzia. (10330 mm)
- d_1 : Hiruki txikiaren eragin distantzia . (1315 mm)

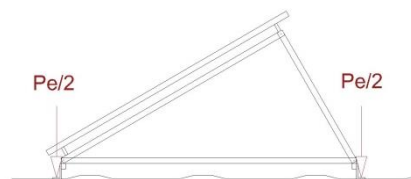
Laburbilduz, panelen pisuak $P_{p1}=0,4481$ kN/hiruki eta $P_{p2}=0,2515$ kN/hiruki dira.



Irudia 10: Panelen pisuen karga

5.2.1.2 Panelen egiturak

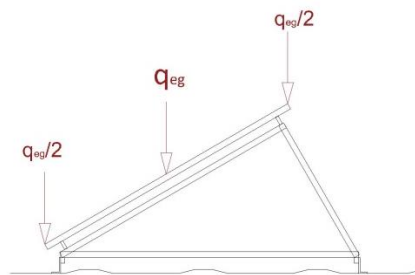
4.3.1.2 atalean azaldu bezala, CVE915XL egituren pisua 6 kg/hiruki da. KH915-ren pisua aldakorra da, honen distantziaren arabera. 2 hiruki lotzen dituztenek 5 kg-ko pisua dute, baina 3 hiruki lotzen dituztenek, hauen distantzia bikoitza izatean, 10 kg-ko pisua dute, beraz, 20 kg-ko pisua jasango dute hiru hirukik. Hiru hiruki horietatik, erdikoak kanpoko bikoitza jasaten du, eragin distantzia bikoitza baitu, beraz, kanpokoek 5kg/hiruki eta erdikoak 10 kg/hirukiko pisua dute. 1 hirukia, hau da, eragin distantzia handia duena, aipatutako KH915 egiturak, hiru hiruki lotzen dituenak, euskarrizten du, hau kanpoko hirukia izanik. Orduan, 1 eta 2 hirukien panelen egituren pisua 11 kg-koa da, hau da, $P_{e1}=P_{e2}=0,1097$ kN/hiruki.



Irudia 11: Panelen egituren karga

5.2.2 Erabilpen gainkarga

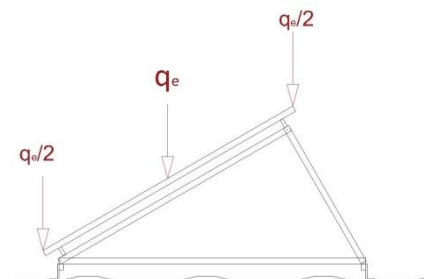
Erabilpen gainkarga definitzeko, CTE DB SE-AE arauaren 3.1 taula erabiltzen da, 4.3.2 ataleko berdina. Taulari erreparatuz, soilik kontserbaziorako kargak jasaten dituen estalkia da, 30°-ko maldarekin, beraz, 0,2 kN/m²-ko erabilpen gainkarga kontsideratu da. 1 hirukian $q_{eg1}=0,7115$ kN/hiruki da, eta 2.ean $q_{eg2}=0,4455$ kN/hiruki.



Irudia 12: Erabilpen gainkarga

5.2.3 Elurra

4.3.3 atlean erabili den metodo berdinarekin kalkulatu da elurraren karga, 0,3 kN/m²-ko balioa duena, hau da, 1 hirukian $q_{e1}=1,0672$ kN/hiruki eta 2.ean $q_{e2}=0,6683$ kN/hiruki.



Irudia 13: Elurraren karga

5.2.4 Haizea

4.3.4 atalean erabili den metodo berdinarekin kalkulatu da haizearen karga.

$$q_h = q_b \cdot c_e \cdot c_p \quad (27)$$

- q_h : Haize karga. (kN/m^2)
- q_b : Haizearen presio dinamikoa. (kN/m^2)
- c_e : Esposizio koefizientea.
- c_p : Presio koefizientea.

5.2.4.1 Haizearen presio dinamikoa

Markesina Bizkaian dago kokatua, 2. irudiko mapako C zonaldean dagoena, beraz: haizearen presio dinamikoak hurrengo balioa du:

$$q_b = 0,52 \text{ kN/m}^2$$

5.2.4.2 Esposizio koefizientea

Markesinaren kalkularako berdina da:

$$c_e = 2,4$$

5.2.4.3 Presio koefizientea

Koefiziente hau kalkulatzeko 29. taula erabili da kasu honetarako, panelak ere ur bakarreko markesinatzat hartzen direlako.

Panelen malda $\alpha=30^\circ$ da. Presio zein sukzioko koefizienteak lortu behar direnez, presiorako $0 \leq \varphi \leq 1$ eta sukziarako $\varphi=0$ -ko oztopo faktoreak erabili dira, egoera bakoitzerako kaltegarrienak direnak.

Kalkularako beharrezkoak diren parametroen eta markesinen azalera desberdinak dira, modulu kopuruaren arabera, modulu kantitate bakoitzeko egitura markesina batzat hartzen

baita. Ahala ere, frogatua geratu da zabalera eta malda bereko markesinen haize kargak berdinak direla, dena dela horien luzera. Kasu honetako hiru egiturek zabalera eta malda berdina dutenez, 10 moduluko egituraren haize karga kalkulatu da, eta hiru egituretan erabili.

Hauek dira honen parametroak:

- $b = 10254,8 \text{ m}$
- $d = 1693,94 \text{ m}$
- $A = 11,1175 \text{ m}^2$
- $B = 1,7371 \text{ m}^2$
- $C = 1,3897 \text{ m}^2$

Orduan, $0 \leq \varphi \leq 1$ oztopo faktorearekin lortzen diren azalerako presio koefizienteak hauek dira:

C_{pA}	2,2
C_{pB}	3,2
C_{pC}	2,4

Taula 85: Haize presio koefizienteak

Lortutako balioak haztatuz egitura osoak duen presio koefizientea lortzen da:

$$C_p = \frac{2,2 \cdot 11,1175 \text{ m}^2 + 2 \cdot 3,2 \cdot 1,7371 \text{ m}^2 + 2 \cdot 2,4 \cdot 1,3897 \text{ m}^2}{11,1175 \text{ m}^2 + 2 \cdot 1,7371 \text{ m}^2 + 2 \cdot 1,3897 \text{ m}^2} = 2,432 \quad (28)$$

Eta $\varphi=1$ oztopo faktorearekin lortzen diren azalerako presio koefizienteak hauek dira:

C_{sA}	-3
C_{sB}	-3,8
C_{sC}	-3,6

Taula 86: Haize sukzio koefizienteak

Lortutako balioak haztatuz markesinaren estalki osoak duen sukzio koefizientea lortzen da:

$$c_p = \frac{-3 \cdot 11,1175 \text{ m}^2 + 2 \cdot -3,8 \cdot 1,7371 \text{ m}^2 + 2 \cdot -3,6 \cdot 1,3897 \text{ m}^2}{11,1175 \text{ m}^2 + 2 \cdot 1,7371 \text{ m}^2 + 2 \cdot 1,3897 \text{ m}^2} = -3,256 \quad (29)$$

Behin presio eta sukzio koefizienteak lortuta, haizearen presio eta sukzio kargen balioak kalkula daitezke.

Haizearen presio karga:

$$q_h = q_b \cdot c_e \cdot c_p \quad (27)$$

$$q_{ph} = 0,52 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,4 \cdot 2,432 = 3,0351 \text{ kN/m}^2$$

Haizearen presio karga 1 hirukian $q_{ph1}=10,7967$ kN/hiruki da, eta 2.ean $q_{ph2}=6,7608$ kN/hiruki.

Haizearen sukzio karga:

$$q_h = q_b \cdot c_e \cdot c_p \quad (27)$$

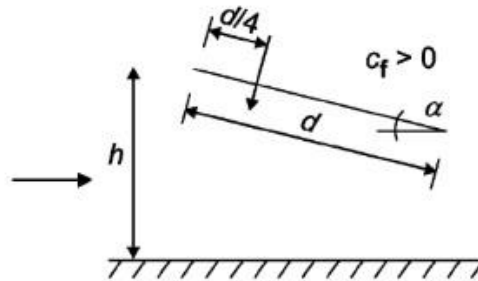
$$q_{sh} = 0,52 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,4 \cdot -3,256 = -4,0635 \text{ kN/m}^2$$

Haizearen sukzio karga 1 hirukian $q_{sh1}=-14,455$ kN/hiruki da, eta 2.ean $q_{sh2}=-9,0516$ kN/hiruki.

Haizearen kalkulurako erabilitako CTE DB SE-AE-ren D.10 taulak hurrengoa dio:

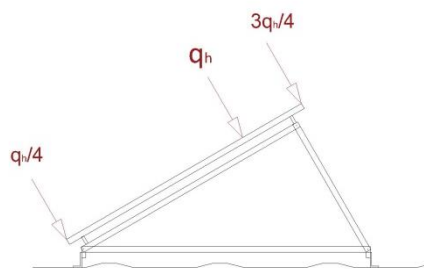
“A efectos del dimensionado de la estructura, la resultante de la acción del viento se supondrá actuando a una distancia de $d/4$, medida desde el borde de barlovento.”

Haizealdetik $d/4$ distantziara kokatuko da orduan haizearen karga, panelen planoarekiko elkarzut, CTE-ren aitzindaria den UNE EN 1991-1-4 arauaren 7.3 atalak azaltzen duen moduan, 14. irudian erakutsia.



Irudia 14: UNE EN 1991-1-4 arauaren arabera haizearen karga

Haizearen karga positiboa presiokoa da, negatiboa sukziokoa den heinean. 15. irudiko kargak duen zentzua positiboari dagokio, estalkiaren luzeraren $d/4$ distantziara kokatzen dena.

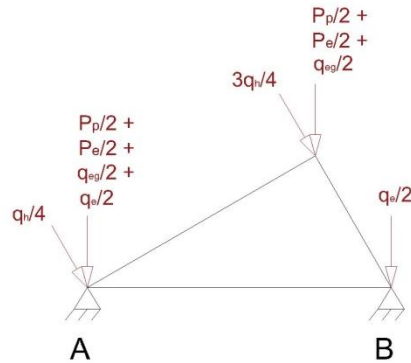


Irudia 15: Haizearen karga

5.3 Kalkuluak

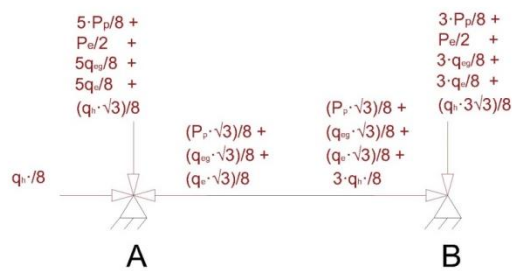
5.3.1 Egituraren erreakzioak

Aipatutako akzio guztiak, egitura sinplifikatuagoan ezarriz, honela banatzen dira:



Irudia 16: Akzio guztiak

Egitura biartikulatu hau oraindik gehiago sinplifikatu daiteke, CVE915XL egiturako barrek soilik konpresio edo trakzioan lan egiten baitute, makurdurarik jasaten ez dutelako sareta bat bailitzan.

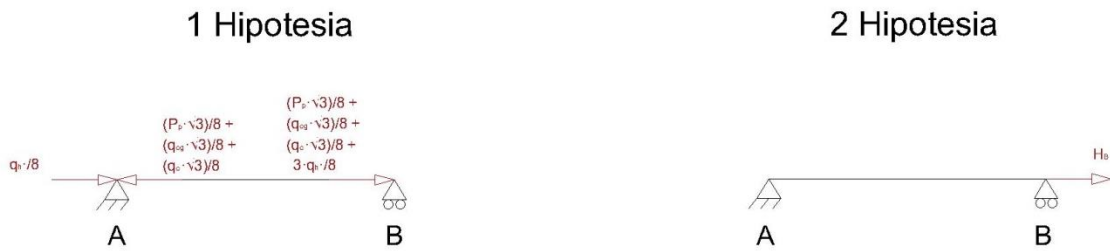


Irudia 17: Egitura sinplifikatua

Lau ezezaguneko egitura da hau, eta estatikako ekuazioak hiru direnez, 1 graduko egitura hiperestatikoa da. Baina hiperestatikotasuna soilik karga horizontalen sortzen dute, karga bertikalentzako, egiturak, isostatiko moduan lan egiten baitu. Orduan, egitura ebazteko,

edozein euskarriko (A ala B) erreakzio horizontala ezezagun hiperestatikotzat har daiteke, E-A konstanteko barra baita. Kasu honetan B euskarrikoa hartu da, hau da, H_B .

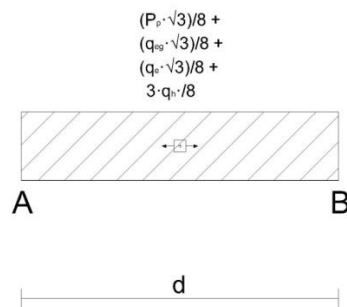
Horrela, bi hipotesi lortzen dira: bata kanpo kargak eta A euskarriko erreakzio horizontala (H_A) duena, eta bestea B euskarriko ezezagun hiperestatikoa eta H_A duena.



Irudia 18: Hiperestatikotasun gradua askatzeko bi hipotesiak

Karga axialek sortzen dituzten deformazioak mespretxatu ohi dira makurdura desplazamenduekiko, baina egitura honek makurdurarik jasaten ez duenez, karga axialen desplazamenduak kontuan hartu dira, bi hipotesiek B euskarrian sortzen dituzten desplazamenduen batura 0 izanik, euskarri finkoa baita.

Orduan, lehenengo hipotesiko esfortzu horizontalen diagrama hurrengoa da:

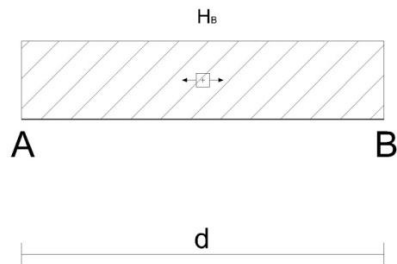


Irudia 19: Lehenengo hipotesiko esfortzu horizontalen diagrama

Lehenengo hipotesiko B euskarriko desplazamendua, beraz, (u_{B1}), hurrengoa da:

$$u_{B1} = \frac{\left(\frac{P_p\sqrt{3}}{8} + \frac{q_{eg}\sqrt{3}}{8} + \frac{q_e\sqrt{3}}{8} + \frac{3 \cdot q_h}{8}\right) \cdot d}{E \cdot A} \quad (32)$$

Halaber, bigarren hipotesiko esfortzu horizontalen diagrama hurrengoa da:



Irudia 20: Bigarren hipotesiko esfortzu horizontalen diagrama

Eta bigarren hipotesiko u_{B2} , beraz, hurrengoa da:

$$u_{B2} = \frac{H_B \cdot d}{E \cdot A} \quad (33)$$

Bi desplazamenduekin ekuazio hiperestatikoak aplikatu daitezke:

$$\sum u_B = 0 \quad (34)$$

$$u_{B1} + u_{B2} = 0$$

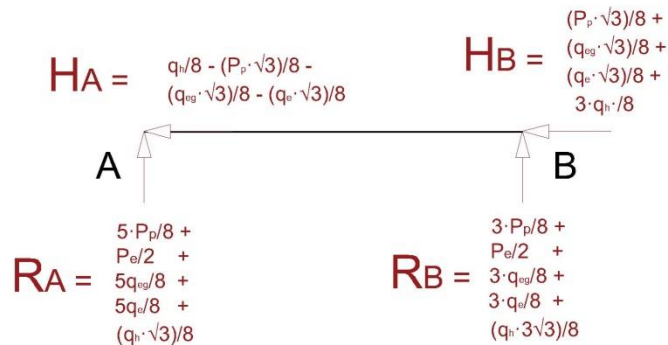
$$\frac{\left(\frac{P_p\sqrt{3}}{8} + \frac{q_{eg}\sqrt{3}}{8} + \frac{q_e\sqrt{3}}{8} + \frac{3 \cdot q_h}{8}\right) \cdot d}{E \cdot A} + \frac{H_B \cdot d}{E \cdot A} = 0$$

$$H_B = -\frac{P_p\sqrt{3}}{8} - \frac{q_{eg}\sqrt{3}}{8} - \frac{q_e\sqrt{3}}{8} - \frac{3 \cdot q_h}{8}$$

Eta, beraz:

$$H_A = \frac{P_p\sqrt{3}}{8} + \frac{q_{eg}\sqrt{3}}{8} + \frac{q_e\sqrt{3}}{8} - \frac{q_h}{8}$$

Laburtuz, hauek dira egiturako erreakzioen balioak:



$$\begin{aligned}
 H_A &= \frac{q_n}{8} - \frac{P_p \cdot \sqrt{3}}{8} - \frac{(q_{eq} \cdot \sqrt{3})}{8} - \frac{(q_e \cdot \sqrt{3})}{8} \\
 H_B &= \frac{(P_p \cdot \sqrt{3})}{8} + \frac{(q_{eq} \cdot \sqrt{3})}{8} + \frac{(q_e \cdot \sqrt{3})}{8} + 3 \cdot \frac{q_n}{8} \\
 R_A &= \frac{5 \cdot P_p}{8} + \frac{P_e}{2} + \frac{5 \cdot q_{eq}}{8} + \frac{5 \cdot q_e}{8} + \frac{(q_n \cdot \sqrt{3})}{8} \\
 R_B &= \frac{3 \cdot P_p}{8} + \frac{P_e}{2} + \frac{3 \cdot q_{eq}}{8} + \frac{3 \cdot q_e}{8} + \frac{(q_n \cdot 3 \sqrt{3})}{8}
 \end{aligned}$$

Irudia 21: Erreakzioak

Erreakzioen kalkulurako kontsideratu diren akzioak definitu dira, hurrengoak direnak:

- Pisu propioa, panelena bai hauen egiturena
- Erabilpen gainkarga
- Presio haizea
- Sukzio haizea
- Elurra

Akzio aldakorrak hiru dira, erabilpen gainkarga, haizea (presioan zein sukzioan) eta elurra. Beraz, hiru hipotesi desberdin kontsideratu dira, bakoitzean akzio aldakor bat izanik akzio nagusia. Baina haize presioa eta sukzioa izatean, presiorako hiru eta sukziorako beste hiru hipotesi ezarri dira, guztira 6 hipotesi lortuz. Gainera, panelen egituren kalkulurako, esan bezala, karga bakoitzak bi balio desberdin ditu, bata eragin distantzia handia duen egituraren hirukiarentzat (1) eta bestea eragin distantzia txikia duenarentzat (2). Guztira, beraz, hamabi hipotesi bereizten dira, eta bakoitzaren erreakzioen balioak 89. taulan aurki daitezke. Kalkuluak, Memoria deskribatzaileko 1.6.3.2.1 atalean (Proiektuaren egoerak) azaldu den

moduan, egoera iraunkorren edo iragankorren funtzionamendu egokia izateko egin dira, aipatutako atalean definitutako aldiberekotasun koefiziente eta akzioen segurtasun koefizienteen bidez.

Hirukia	1						2					
Haize mota	Presioa			Sukzioa			Presioa			Sukzioa		
Akzio nagusia	Haizea	Elurra	Erabilpen gainkarga	Haizea	Elurra	Erabilpen gainkarga	Haizea	Elurra	Erabilpen gainkarga	Haizea	Elurra	Erabilpen gainkarga
R_A [N]	4458,7	3556,4	1119,2	-4426,5	1452,6	1119,2	2765,1	2230,2	703,9	-2770	912,8	703,9
R_B [N]	11120	7212,6	701,1	-13904,9	901,2	701,1	6976,2	4529,4	452	-8699,4	577,3	452
H_A [N]	1720,1	737,1	-362	-2787,9	-477,6	-362	1085,6	470	-218,2	-1740,7	-290,5	-218,2
H_B [N]	6377,4	4121,8	362	-8053,3	477,6	362	3985	2572,3	218,2	-5048	290,5	218,2

Taula 87: Erreakzioen kalkulua hipotesika

Hipotesi txarra 1 hirukian sukzioko haizea izaten akzio nagusia da, horretan baitaude erreakzio bertikal zein horizontalaren esfortzu altuenak, -13904 N eta -8053,3 N. Lotura guztiak torloju berarekin burutzea erabaki da, proiektua sinplifikatzearen ideiarekin.

5.3.2 Torlojuak

Torlojuen konprobaketa M-10 torloju arrunta erabiltzea erabaki da, 5.6 klasekoa, hau da, limite elastikoko tentsioa $f_y=300 \text{ N/mm}^2$ eta apurketa tentsioa $f_u=500 \text{ N/mm}^2$ duena. Konprobaketa guztiak CTE-aren arabera egin dira, eta hauek dira torlojuaren eta loturen parametro garrantzitsuenak:

- $d = 10 \text{ mm}$, torlojuaren diametroa.
- $d_0 = 11 \text{ mm}$, zuloaren diametroa.
- $A_d = 78,54 \text{ mm}^2$, ziriaren azalera.
- $A_s = 58 \text{ mm}^2$, hariaren azalera erresistentea.
- $t = 5 \text{ mm}$, lotzen diren piezen lodiera txikiena, estalkiarena dena.

Lehenik eta behin, torlojuaren kokapena definitu behar da. Aipatzekoa da, lotura ziurtatzen duen L120 pieza 50 mm-ko aldea duen karratua dela, 10 mm-ko lodierarekin. Pieza bakoitzeko torloju bakarra kokatzen denez, soilik zuloaren ardatzaren eta piezaren muturraren arteko distantzia (e) definitu behar da, esfortzuarekiko zentzu berdinean (e_1) eta zentzu elkarzutean (e_2) bereiziz. L120 pieza karratua izatean eta torlojua honen erdian kokatzean, e_1 eta e_2 berdinak dira, 25 mm-ko balioarekin. Orduan, balio horrek e-ren exijitutako distantziak betetzen dituen konprobatu behar da:

- $e_1 \geq 1,2 \cdot d_0 = 13,2 \text{ mm}$ ✓
- $e_2 \geq 1,5 \cdot d_0 = 16,5 \text{ mm}$ ✓
- e_1 eta $e_2 \leq 40 \text{ mm} \cdot 4 \cdot t = 60 \text{ mm}$ ✓
- e_1 eta $e_2 \leq 60 \text{ mm}$ edo $150 \text{ mm} = 60 \text{ mm}$ ✓

Distantziak zuzenak direla baieztatzen da.

5.3.2.1 Torlojuen loturen konprobaketak

Aurretenkatu gabeko torlojuen loturek hurrengo konprobaketak bete behar dituzte:

1) Torloju bakoitzaren zeharkako sekzioaren ebakidura aurreko erresistentzia:

$$F_{v,Rd} = n \cdot \frac{0,5 \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} \geq F_{v,Ed} \quad (35)$$

- $F_{v,Rd}$: Zeharkako sekzioaren ebakidura aurreko erresistentzia. (N)
- n: Mozketa plano kopurua. (1)
- f_{ub} : Torlojuaren altzairuaren azkeneko erresistentzia. (500 N/mm²)
- A: A_d , mozketa plano ziri lauan dagoelako. (78,54 mm²)
- γ_{M2} : Loturetako segurtasun koefizientea. (1,25)
- $F_{v,Ed}$: Torlojuaren ardatzarekiko elkarzut den kalkularako esfortzua. (8.053,3 N)

$$F_{v,Rd} = 1 \cdot \frac{0,5 \cdot 500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 78,54 \text{ mm}^2}{1,25} = 15.708 \text{ N} \geq 8.053,3 \quad (35)$$

2) Torloju baten trakzio aurreko erresistentzia:

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} \geq F_{t,Ed} \quad (36)$$

- $F_{t,Rd}$: Trakzio aurreko erresistentzia. (N)
- f_{ub} : Torlojuaren altzairuaren azkeneko erresistentzia. (500 N/mm²)
- A_s : Hariaren azalera erresistentea. (58 mm²)
- γ_{M2} : Loturetako segurtasun koefizientea. (1,25)
- $F_{t,Ed}$: Kalkulurako esfortzu axiala. (13.904,9 N)

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9 \cdot 500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 58 \text{ mm}^2}{\gamma_{M2}} = 20.880 \text{ N} \geq 13.904,9 \quad (36)$$

3) Ebakidura eta trakzio indar konbinatuak jasaten dituzten aurretenkatu gabeko torlojuak hurrengo espresioa bete behar dute:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 \cdot F_{t,Rd}} \leq 1 \quad (37)$$

- $F_{v,Ed}$: Torlojuaren ardatzarekiko elkarzut den kalkulurako esfortzua. (8.053,3 N)
- $F_{t,Ed}$: Kalkulurako esfortzu axiala. (13.904,9 N)
- $F_{v,Rd}$: Zeharkako sekzioaren ebakidura aurreko erresistentzia. (15.708 N)
- $F_{t,Rd}$: Trakzio aurreko erresistentzia. (20.880 N)

$$\frac{8.053,3 \text{ N}}{15.708 \text{ N}} + \frac{13.904,9 \text{ N}}{1,4 \cdot 20.880 \text{ N}} \leq 1 \quad (37)$$

$$0,988 \leq 1$$

4) Lotura eratzen duten piezen trakzio aurreko erresistentzia, azalera totalarena:

$$N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} \geq N_{t,Ed} \quad (38)$$

- $N_{pl,Rd}$: Trakzio aurreko erresistentzia. (N)
- A: Piezaren azalera. (500 mm²)
- f_{yd} : Aluminio EN AW-6005A T6 aleazioko piezaren kalkulurako erresistentzia, f_y/γ_{M0} dena. ($\frac{215}{1,05}$ N/mm²)
- $N_{t,Ed}$: Kalkulurako esfortzu axiala. (13.904,9 N)

$$N_{pl,Rd} = 500 \text{ mm}^2 \cdot \frac{215 \text{ N/mm}^2}{1,05} = 102.381 \text{ N} \geq 13.904,9 \quad (38)$$

5) Lotura eratzen duten piezen trakzio aurreko erresistentzia, azalera netoarena:

$$N_{u,Rd} = 0,9 \cdot A_n \cdot f_{ud} \geq N_{t,Ed} \quad (39)$$

- $N_{u,Rd}$: Trakzio aurreko erresistentzia. (N)
- A: Piezaren azalera netoa. (390 mm²)
- f_{ud} : Aluminio EN AW-6005A T6 aleazioko piezaren azkeneko erresistentzia, f_u/γ_{M2} dena. ($\frac{200}{1,25}$ N/mm²)
- $N_{t,Ed}$: Kalkulurako esfortzu axiala. (13.904,9 N)

$$N_{u,Rd} = 0,9 \cdot 390 \text{ mm}^2 \cdot \frac{200 \text{ N/mm}^2}{1,25} = 56.160 \text{ N} \geq 13.904,9 \quad (39)$$

6) Lotura eratzen duten piezen zapalketa trakzio aurreko erresistentzia:

$$F_{b,Rd} = \frac{2,5 \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}} \geq F_{t,Ed} \quad (40)$$

- $F_{b,Rd}$: Zapalketa aurreko erresistentzia. (N)
- α : $e_1/3 \cdot d_0$. (0,76)

- f_u : Lotura piezaren azkeneko erresistentzia. (200 N/mm²)
- d : Torlojuaren diametroa. (10 mm)
- t : Lotzen diren piezen lodiera txikiena. (5 mm)
- γ_{M2} : Loturetako segurtasun koefizientea. (1,25)
- $F_{t,Ed}$: Kalkulurako esfortzu axiala. (13.904,9 N)

$$F_{b,Rd} = \frac{2,5 \cdot 0,76 \cdot 200 \text{ N/mm}^2 \cdot 10 \text{ mm} \cdot 5 \text{ mm}}{1,25} = 15151,5 \text{ N} \geq 8.053,3 \text{ N} \quad (40)$$

Konprobaketa guztiak betetzen direnez, M-10 x 50 - 5.6 torlojuak erabili daitezke lotura egokiak bermatzeko. Torloju guztiak M-10 x 1,5 azkoinak eta M-10x8 mm zirrindolak dituzte. Guztira, 106 lotura daudenez, 106 torloju, azkoin eta zirrindola erabili dira.

2. ERANSKINA – FITXA TEKNIKOAK

AURKIBIDEA

1.	Sorgailu fotovoltaikoa	185
1.1.	Panel fotovoltaikoak	185
1.1.1.	Bauer 12 V.....	185
1.1.2.	Amerisolar 24 V 280 W	186
1.1.3.	Amerisolar 24 V 330 W	187
1.2.	HOPPECKE Power VL 4900 Ah Bateria Egonkorra	188
1.3.	Victron SmartSolar MPPT 250 V 100 A Karga Erreguladorea	189
1.4.	VICTRON Phoenix 48 V 5000 W Karga Inbertsorea.....	190
2.	Egitura metalikoa.....	191
2.1	ISOPAN LG32 txapa grekatua	191
2.2	Panelen egiturak.....	192
2.2.1	SUNFER CVE915XL.....	192
2.2.2	SUNFER KH915	193

1. Sorgailu fotovoltaikoa

1.1. Panel fotovoltaikoak

1.1.1. Bauer 12 V



PANEL SOLAR 200W 72 CÉLULAS POLICRISTALINO

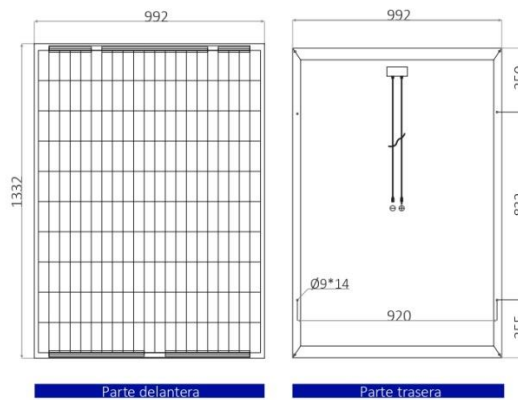
BSP200P

Características

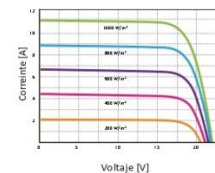
Tamaño del módulo	1332 x 992 x 35 mm
Células	72 piezas policristalinas (104 x 156 mm)
Potencia máxima (Wp)	200W
Cable	90cm, 4mm ²
Voltaje en circuito abierto (Voc)	22.7V
Intensidad en cortocircuito (Isc)	11.86A
Voltaje a máxima potencia (Vm)	18.2V
Intensidad a máxima potencia (Im)	11A
Condiciones del test	1000W/m ² , 25°C, AM 1.5
Voltaje máximo sistema	1000Vdc
Coefficiente temperatura – Isc	+0.08558%
Coefficiente temperatura – Uoc	-0.29506%
Coefficiente temperatura – Pmpp	-0.38001%
Temperatura normal trabajo célula	45°C
Eficiencia del módulo	15.1%
Certificados de producto	TUV(IEC 61215, IEC 61730), CE, ROHS
Certificados de la empresa	ISO9001, ISO14001, ISO18001
Peso	14.2Kg
Garantía del producto	10 años
Garantía de potencia	25 años



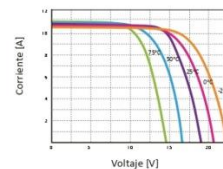
Esquemas



Curvas



Características de los módulos a temperaturas constantes de 25°C y niveles variables de irradiación



Características de los módulos a temperaturas variables e irradiación constante de 1.000W/m²

Bauer Energy
 info@bauer-energy.com
 www.bauer-energy.com



Fabricado por ERA SOLAR

1.1.2. Amerisolar 24 V 280 W

ELECTRICAL CHARACTERISTICS AT STC								
Nominal Power (P_{max})	250W	255W	260W	265W	270W	275W	280W	285W
Open Circuit Voltage (V_{oc})	38.0V	38.1V	38.2V	38.3V	38.4V	38.5V	38.6V	38.7V
Short Circuit Current (I_{sc})	8.75A	8.83A	8.90A	8.98A	9.09A	9.20A	9.31A	9.42A
Voltage at Nominal Power (V_{mp})	30.3V	30.5V	30.7V	30.9V	31.1V	31.3V	31.5V	31.7V
Current at Nominal Power (I_{mp})	8.26A	8.37A	8.47A	8.58A	8.69A	8.79A	8.89A	9.00A
Module Efficiency (%)	15.37	15.67	15.98	16.29	16.60	16.90	17.21	17.52
Operating Temperature	-40°C to +85°C							
Maximum System Voltage	1000V DC							
Fire Resistance Rating	Type 1(in accordance with UL1703)/Class C(IEC61730)							
Maximum Series Fuse Rating	15A							

STC: Irradiance 1000W/m², Cell temperature 25°C, AM1.5

ELECTRICAL CHARACTERISTICS AT NOCT								
Nominal Power (P_{max})	184W	188W	191W	195W	199W	202W	206W	210W
Open Circuit Voltage (V_{oc})	35.0V	35.1V	35.2V	35.3V	35.4V	35.5V	35.6V	35.7V
Short Circuit Current (I_{sc})	7.09A	7.15A	7.21A	7.27A	7.36A	7.45A	7.54A	7.63A
Voltage at Nominal Power (V_{mp})	27.6V	27.8V	27.9V	28.1V	28.3V	28.5V	28.7V	28.9V
Current at Nominal Power (I_{mp})	6.67A	6.77A	6.85A	6.94A	7.04A	7.09A	7.18A	7.27A

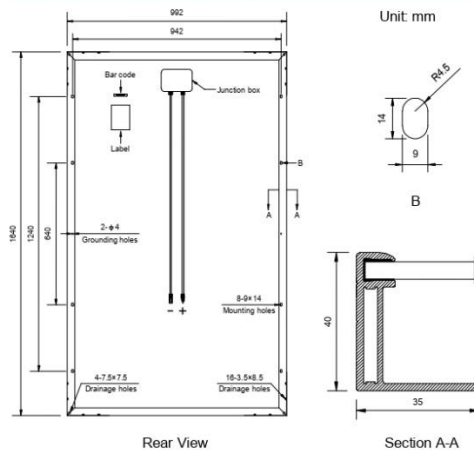
NOCT: Irradiance 800W/m², Ambient temperature 20°C, Wind Speed 1 m/s

MECHANICAL CHARACTERISTICS	
Cell type	Polycrystalline 156x156mm (6x6inches)
Number of cells	60 (6x10)
Module dimensions	1640x992x40mm (64.57x39.06x1.57inches)
Weight	18.5kg (40.8lbs)
Front cover	3.2mm (0.13inches) tempered glass with AR coating
Frame	Anodized aluminum alloy
Junction box	IP67, 3 diodes
Cable	4mm ² (0.006inches ²), 900mm (35.43inches)
Connector	MC4 or MC4 compatible

TEMPERATURE CHARACTERISTICS	
Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45°C±2°C
Temperature Coefficients of P_{max}	-0.41%/°C
Temperature Coefficients of V_{oc}	-0.31%/°C
Temperature Coefficients of I_{sc}	0.05%/°C

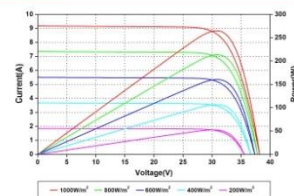
PACKAGING	
Standard packaging	26pcs/pallet
Module quantity per 20' container	312pcs
Module quantity per 40' container	728pcs(GP)/784pcs(HQ)

ENGINEERING DRAWINGS

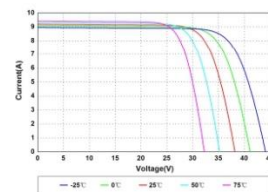


Specifications in this datasheet are subject to change without prior notice.

IV CURVES



Current-Voltage and Power-Voltage Curves at Different Irradiances



Current-Voltage Curves at Different Temperatures

Amerisolar and Amerisolar logo denoted with © are registered trademarks of Worldwide Energy and Manufacturing USA Co., Ltd.

1.1.3. Amerisolar 24 V 330 W

ELECTRICAL CHARACTERISTICS AT STC									
Nominal Power (P_{max})	300W	305W	310W	315W	320W	325W	330W	335W	340W
Open Circuit Voltage (V_{oc})	45.3V	45.4V	45.5V	45.6V	45.7V	45.8V	45.9V	46.0V	46.1V
Short Circuit Current (I_{sc})	8.68A	8.76A	8.85A	8.93A	9.04A	9.15A	9.26A	9.38A	9.50A
Voltage at Nominal Power (V_{mp})	36.7V	36.8V	36.9V	37.0V	37.1V	37.2V	37.3V	37.4V	37.5V
Current at Nominal Power (I_{mp})	8.18A	8.29A	8.41A	8.52A	8.63A	8.74A	8.85A	8.96A	9.07A
Module Efficiency (%)	15.46	15.72	15.98	16.23	16.49	16.75	17.01	17.26	17.52
Operating Temperature	-40°C to +85°C								
Maximum System Voltage	1000V DC								
Fire Resistance Rating	Type 1 (in accordance with UL1703)/Class C (IEC61730)								
Maximum Series Fuse Rating	15A								

STC: Irradiance 1000W/m², Cell temperature 25°C, AM1.5

ELECTRICAL CHARACTERISTICS AT NOCT									
Nominal Power (P_{max})	221W	224W	228W	232W	236W	239W	243W	247W	251W
Open Circuit Voltage (V_{oc})	41.7V	41.8V	41.9V	42.0V	42.1V	42.2V	42.3V	42.4V	42.5V
Short Circuit Current (I_{sc})	7.03A	7.10A	7.17A	7.23A	7.32A	7.41A	7.50A	7.60A	7.70A
Voltage at Nominal Power (V_{mp})	33.4V	33.5V	33.6V	33.7V	33.8V	33.9V	34.0V	34.1V	34.2V
Current at Nominal Power (I_{mp})	6.62A	6.69A	6.79A	6.89A	6.98A	7.05A	7.15A	7.25A	7.34A

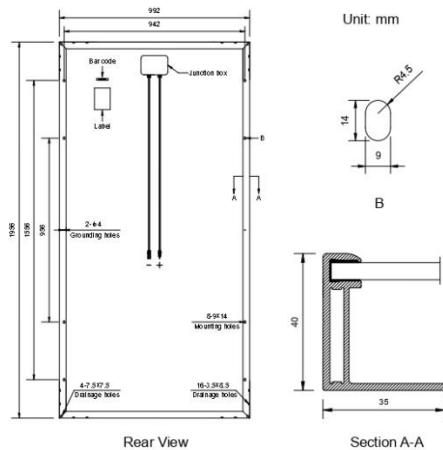
NOCT: Irradiance 800W/m², Ambient temperature 20°C, Wind Speed 1 m/s

MECHANICAL CHARACTERISTICS	
Cell type	Polycrystalline 156x156mm (6x6inches)
Number of cells	72 (6x12)
Module dimensions	1956x992x40mm (77.01x39.06x1.57inches)
Weight	22.5kg (49.6lbs)
Front cover	3.2mm (0.13inches) tempered glass with AR coating
Frame	Anodized aluminum alloy
Junction box	IP67, 3 diodes
Cable	4mm ² (0.006inches ²), 1000mm (39.37inches)
Connector	MC4 or MC4 compatible

TEMPERATURE CHARACTERISTICS	
Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45°C±2°C
Temperature Coefficients of P_{max}	-0.41%/°C
Temperature Coefficients of V_{oc}	-0.31%/°C
Temperature Coefficients of I_{sc}	0.05%/°C

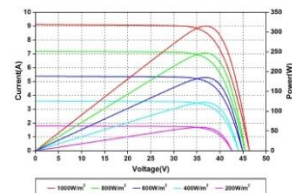
PACKAGING	
Standard packaging	26pcs/pallet
Module quantity per 20' container	260pcs
Module quantity per 40' container	572pcs(GP)/616pcs(HQ)

ENGINEERING DRAWINGS

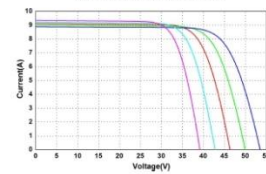


Specifications in this datasheet are subject to change without prior notice.

IV CURVES



Current-Voltage and Power-Voltage Curves at Different Irradiances



Current-Voltage Curves at Different Temperatures

Amerisolar and Amerisolar logo denoted with © are registered trademarks of Worldwide Energy and Manufacturing USA Co., Ltd.

1.2. HOPPECKE Power VL 4900 Ah Bateria Egonkorra



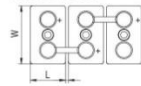
Capacities dimensions and weights

Series OPzS bloc	Nominal voltage V	C _{100h} /1.85 V Ah	C _{50h} /1.85 V Ah	C _{24h} /1.83 V Ah	C _{10h} /1.80 V Ah	C _{5h} /1.77 V Ah	ca. Weight kg	Weight electrolyte kg (1.24 kg/l)	max. Length L mm	max. Width W mm	max. Height H mm	Fig.
power vl 12-50	12	70	65	60	50	44	37.0	15.0	272	205	383	A
power vl 12-100	12	130	130	120	101	88	48.0	13.0	272	205	383	A
power vl 12-150	12	200	190	180	151	132	68.0	18.0	380	205	383	A
power vl 6-200	6	270	255	240	202	176	47.0	13.0	272	205	383	B
power vl 6-250	6	350	320	298	252	220	61.0	20.0	380	205	383	B
power vl 6-300	6	400	380	358	302	264	67.0	18.0	380	205	383	B
Series OPzS												
power vl 2-215	2	280	265	245	213	182	17.1	4.5	105	208	420	C
power vl 2-270	2	350	330	307	266	227	20.7	5.6	126	208	420	C
power vl 2-325	2	420	395	370	320	273	24.6	6.7	147	208	420	C
power vl 2-390	2	520	490	454	390	345	29.1	8.5	126	208	535	C
power vl 2-470	2	620	585	542	468	414	34.1	10.1	147	208	535	C
power vl 2-550	2	730	685	634	546	483	39.2	11.7	168	208	535	C
power vl 2-690	2	910	860	797	686	590	46.1	13.3	147	208	710	C
power vl 2-805	2	1070	1002	950	801	691	59.1	16.7	215	193	710	D
power vl 2-920	2	1220	1145	1063	915	790	63.1	17.3	215	193	710	D
power vl 2-1035	2	1370	1283	1192	1026	887	72.4	20.5	215	235	710	D
power vl 2-1150	2	1520	1425	1325	1140	985	76.4	21.1	215	235	710	D
power vl 2-1265	2	1670	1572	1459	1256	1086	86.6	25.2	215	277	710	D
power vl 2-1380	2	1820	1715	1591	1370	1185	90.6	25.8	215	277	710	D
power vl 2-1610	2	2170	2010	1843	1610	1400	110.4	32.7	215	277	855	D
power vl 2-1880	2	2540	2349	2163	1881	1652	142.3	46.2	215	400	815	E
power vl 2-2150	2	2900	2685	2472	2150	1865	150.9	45.9	215	400	815	E
power vl 2-2420	2	3250	3015	2765	2412	2097	179.1	56.4	215	490	815	F
power vl 2-2690	2	3610	3350	3072	2680	2330	187.3	55.7	215	490	815	F
power vl 2-2960	2	3980	3685	3382	2952	2562	212.5	67.0	215	580	815	F
power vl 2-3230	2	4340	4020	3696	3220	2795	221.2	66.4	215	580	815	F
power vl 2-3500	2	4700	4355	4004	3488	3028	229.6	65.4	215	580	815	F

C_{100h}, C_{50h}, C_{24h}, and C_{5h} = Capacity at 100 h, 50 h, 24 h, 10 h and 5 h discharge

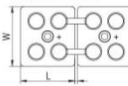
* According to DIN 40736-1 data to be understood as maximum values.

Fig. A Series OPzS



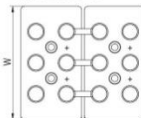
grid | power vl 2-215 - grid | power vl 2-690

Fig. B Series OPzS



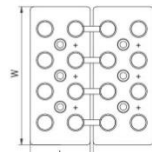
grid | power vl 2-805 - grid | power vl 2-1610

Fig. C Series OPzS



grid | power vl 2-1880 - grid | power vl 2-2150

Fig. D Series OPzS



grid | power vl 2-2420 - grid | power vl 2-3500

Fig. A Series power.bloc OPzS



grid | power vl 12-50 - grid | power vl 12-150

Fig. B Series power.bloc OPzS



grid | power vl 6-200 - grid | power vl 6-300

Design life: up to 20 years

Optimal environmental compatibility - closed loop for recovery of materials in an accredited recycling system

Design life: up to 18 years

Optimal environmental compatibility - closed loop for recovery of materials in an accredited recycling system

1.3. Victron SmartSolar MPPT 250 V 100 A Karga Erreguladorea



Controladores de carga SmartSolar 250V y 99% de eficiencia
 MPPT 250/60, 250/70, 250/85 & 250/100

Seguimiento ultrarrápido del Punto de Máxima Potencia (MPPT)
 Especialmente con cielos nubosos, cuando la intensidad de la luz cambia continuamente, un controlador MPPT ultrarrápido mejorará la recogida de energía hasta en un 30%, en comparación con los controladores de carga PWM, y hasta en un 10% en comparación con controladores MPPT más lentos.

Detección avanzada del Punto de Máxima Potencia en caso de nubosidad parcial

En casos de nubosidad parcial, pueden darse dos o más puntos de máxima potencia (MPP) en la curva de tensión de carga. Los MPPT convencionales suelen seleccionar un MPP local, que no necesariamente es el MPP óptimo.

El innovador algoritmo de SmartSolar maximizará siempre la recogida de energía seleccionando el MPP óptimo.

Excepcional eficiencia de conversión
 Sin ventilador. La eficiencia máxima excede el 98%.

Algoritmo de carga flexible

Un algoritmo de carga totalmente programable (consulte la página de software de nuestra página web) y ocho algoritmos de carga preprogramados, que se pueden elegir con un selector giratorio (consulte más información en el manual).

Amplia protección electrónica

Protección de sobretemperatura y reducción de potencia en caso de alta temperatura.

Protección de cortocircuito y polaridad inversa en los paneles FV.

Protección de corriente inversa FV.

Sensor de temperatura interna
 Compensa la tensión de carga de absorción y flotación, en función de la temperatura.



Controlador de carga SmartSolar
 MPPT 250/100-Tr
 Con dispositivo conectable



Controlador de carga SmartSolar
 MPPT 250/100-MC4
 Sin pantalla

Victron Energy B.V. | De Paal 35 | 1351 JG Almere | Países Bajos
 Centralita: +31 (0)36 535 97 00 | Fax: +31 (0)36 535 97 40
 E-mail: sales@victronenergy.com | www.victronenergy.com

Bluetooth Smart integrado: no necesita mochila

La solución inalámbrica para configurar, supervisar y actualizar el controlador con un teléfono inteligente, una tableta u otro dispositivo Apple o Android.

VE.Direct

Para una conexión de datos con cable a un Color Control, un Venus GX, un PC u otros dispositivos.

On/Off remoto

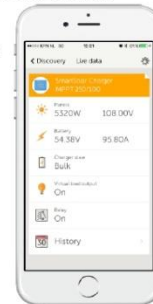
Para conectarse a un VE.BUS BMS, por ejemplo.

Relé programable

Se puede programar (entre otros, con un teléfono inteligente) para activar una alarma u otros eventos.

Opcional: pantalla LCD conectable

Simplemente retire el protector de goma del enchufe de la parte frontal del controlador y conecte la pantalla.



Controlador de carga SmartSolar	MPPT 250/60	MPPT 250/70	MPPT 250/85	MPPT 250/100
Tensión de la batería	Ajuste automático a 12, 24 o 48V (Se precisa una herramienta de software para ajustar el sistema en 36V)			
Corriente de carga nominal	60A	70A	85A	100A
Potencia FV máxima, 12 V 1a,b)	860W	1000W	1200W	1450W
Potencia FV máxima, 24 V 1a,b)	1720W	2000W	2400W	2900W
Potencia FV máxima, 48 V 1a,b)	3440W	4000W	4900W	5800W
Máxima corriente de corto circuito FV 2)	35A (máx. 30A x con. MC4)		70A (máx 30A x MC4 con.)	
Tensión máxima del circuito abierto FV	250V máximo absoluto en las condiciones más frías			
Eficacia máxima	245V en arranque y funcionando al máximo			
Autoconsumo	99%			
Tensión de carga de "absorción"	Menos de 35mA a 12V / 20mA a 48V			
Tensión de carga de "flotación"	Valores predeterminados: 14,4 / 28,8 / 43,2 / 57,6V (Regulable con: selector giratorio, pantalla, VE.Direct o Bluetooth)			
Algoritmo de carga	Valores predeterminados: 13,8 / 27,6 / 41,4 / 55,2V (Regulable con: selector giratorio, pantalla, VE.Direct o Bluetooth)			
Compensación de temperatura	adaptativo multifase			
Protección	-16 mV / -32 mV / -68 mV / °C			
Temperatura de trabajo	Polaridad inversa de la batería (fusible, no accesible por el usuario)			
Humedad	Polaridad inversa/Cortocircuito de salida/Sobretemperatura			
Puerto de comunicación de datos	-30 a +60°C (potencia nominal completa hasta los 40°C)			
Interruptor on/off remoto	95%, sin condensación			
Relé programable	VE.Direct o Bluetooth			
Funcionamiento en paralelo	Sí (conector bifásico)			
	DPST Capacidad nominal CA 240 V AC / 4 A Capacidad nominal CC 4 A hasta 35 V CC, 1 A hasta 60 V CC.			
	Sí (no sincronizado)			
CARCASA				
Color	Azul (RAL 5012)			
Terminales FV 3)	35mm ² / AWG2 (modelos Tr), Dos pares de conectores MC4 (modelos MC4 de 250/60 y 250/70) Tres pares de conectores MC4 (modelos MC4 de 250/85 y 250/100)			
Bornes de batería	35mm ² / AWG2			
Grado de protección	IP43 (componentes electrónicos), IP22 (área de conexión)			
Peso	3 kg		4,5 kg	
Dimensiones (al x an x p) en mm	Modelos Tr: 185 x 250 x 95 mm Modelos MC4: 215 x 250 x 95 mm		Modelos Tr: 216 x 295 x 103 mm Modelos MC4: 246 x 295 x 103 mm	
NORMATIVAS				
Seguridad	EN/IEC 62109			
	1a) Si se conecta más potencia FV, el controlador limitará la potencia de entrada al máximo estipulado.			
	1b) La tensión FV debe exceder en 5 V la Vbat (tensión de la batería) para que arranque el controlador.			
	Una vez arrancado, la tensión FV mínima será de Vbat + 1 V.			
	2) Unos paneles FV con una corriente de cortocircuito más alta podría dañar el controlador en caso de polaridad inversa de dichos paneles FV.			
	3) Modelos MC4: se podrían necesitar varios separadores para conectar en paralelo las cadenas de paneles solares. Corriente máxima por conector MC4: 30A (los conectores MC4 están conectados en paralelo a un rastreador MPPT)			

1.4. VICTRON Phoenix 48 V 5000 W Karga Inbertsorea

Inversor Phoenix	C12/1200 C24/1200	C12/1600 C24/1600	C12/2000 C24/2000	12/3000 24/3000 48/3000	24/5000 48/5000
Funcionamiento en paralelo y en trifásico	Sí				
INVERSOR					
Rango de tensión de entrada (V DC)	9,5 – 17V 19 – 33V 38 – 66V				
Salida	Salida: 230V ± 2% / 50/60Hz ± 0,1% (1)				
Potencia cont. de salida 25°C (VA) (2)	1200	1600	2000	3000	5000
Potencia cont. de salida 25°C (W)	1000	1300	1600	2400	4000
Potencia cont. de salida 40°C (W)	900	1200	1450	2200	3700
Potencia cont. de salida 65°C (W)	600	800	1000	1700	3000
Pico de potencia (W)	2400	3000	4000	6000	10000
Eficiencia máx. 12/ 24 /48 V (%)	92 / 94 / 94	92 / 94 / 94	92 / 92	93 / 94 / 95	94 / 95
Consumo en vacío 12 / 24 / 48 V (W)	8 / 10 / 12	8 / 10 / 12	9 / 11	20 / 20 / 25	30 / 35
Consumo en vacío en modo AES (W)	5 / 8 / 10	5 / 8 / 10	7 / 9	15 / 15 / 20	25 / 30
Consumo en vacío modo Search (W)	2 / 3 / 4	2 / 3 / 4	3 / 4	8 / 10 / 12	10 / 15
GENERAL					
Relé programable (3)	Sí				
Protección (4)	a – g				
Puerto de comunicación VE.Bus	Para funcionamiento paralelo y trifásico, supervisión remota e integración del sistema				
On/Off remoto	Sí				
Características comunes	Temperatura de funcionamiento: -40 a +65°C (refrigerado por ventilador) Humedad (sin condensación): Máx. 95%				
CARCASA					
Características comunes	Material y color: aluminio (azul RAL 5012) Tipo de protección: IP 21				
Conexiones de la batería	cables de batería de 1,5 metros se incluye		Pernos M8	2+2 Pernos M8	
Conexiones 230 V CA	Enchufe G-ST18i		Abrazadera-resorte	Bomes atornillados	
Peso (kg)	10		12	18	30
Dimensiones (al x an x p en mm.)	375x214x110		520x255x125	362x258x218	444x328x240
NORMATIVAS					
Seguridad	EN 60335-1				
Emisiones / Inmunidad	EN 55014-1 / EN 55014-2				
Directiva de automoción	2004/104/EC	2004/104/EC		2004/104/EC	
1) Puede ajustarse a 60 Hz, y a 240 V. 2) Carga no lineal, factor de cresta 3:1 3) Relé programable que puede configurarse en alarma general, subtensión de CD o como señal de arranque de un generador (es necesario el interfaz MK2 y el software VEConfigure) Capacidad nominal CA 230V / 4A Capacidad nominal CC 4 A hasta 35VDC, 1 A hasta 60VDC.	4) Protección: a) Cortocircuito de salida b) Sobrecarga c) Tensión de la batería demasiado alta d) Tensión de la batería demasiado baja e) Temperatura demasiado alta f) 230 V CA en la salida del Inversor g) Ondulación de la tensión de entrada demasiado alta				



Panel de Control para Inversor Phoenix

También puede utilizarse en un inversor/cargador MultiPlus cuando se desea disponer de un conmutador de transferencia automático, pero no de la función como cargador. La luminosidad de los LED se reduce automáticamente durante la noche.

Funcionamiento y supervisión controlados por ordenador

Hay varias interfaces disponibles:



Color Control GX

Proporciona monitorización e control, de forma local e remota, no [Portal VRM](#).



Interfaz MK3-USB VE.Bus a USB

Se conecta a un puerto USB (ver [Guía para el VEConfigure](#))



Interfaz VE.Bus a NMEA 2000

Liga o dispositivo a una red electrónica marítima NMEA2000. Consulte o [guía de integração NMEA2000 e MF2](#)



Monitor de baterías BMV-700

El monitor de baterías BMV-700 dispone de un avanzado sistema de control por microprocesador combinado con un sistema de medición de alta resolución de la tensión de la batería y de la carga/descarga de corriente. Aparte de esto, el software incluye unos complejos algoritmos de cálculo, como la fórmula Peukert, para determinar exactamente el estado de la carga de la batería. El BMV muestra de manera selectiva la tensión, corriente, Ah consumidos o tiempo restante de carga de la batería. El monitor también almacena una multitud de datos relacionados con el rendimiento y uso de la batería.

Hay varios modelos disponibles (ver la documentación del monitor de baterías).

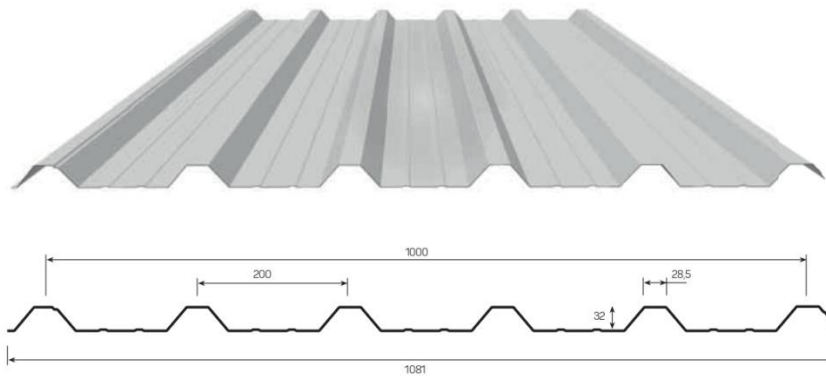
2. Egitura metalikoa

2.1 ISOPAN LG32 txapa grekatua



LG 32

Producido en: España



CARACTERÍSTICAS DE LA SECCIÓN

	ESPESOR mm				
	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0
Peso (kg/m ²)	470	5,66	6,60	7,55	9,45

TOLERANCIAS DIMENSIONALES

Largo	+10 mm hasta 3000 mm +20 mm más de 3000 mm -5 mm para todas las dimensiones
Ancho útil	± 5 mm
Fuera de escuadra	S ≤ 0,5% del Ancho útil

ESPESOR mm	CARGA MÁXIMA DISTRIBUIDA UNIFORMEMENTE kg/m ² LG 32								
	DISTANCIA ENTRE EJES m								
	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00
0,5	300	200	140	120	80	60			
0,6	380	240	180	140	105	60			
0,7	440	280	200	150	115	80			
0,8	520	320	220	160	120	90	60		
1,0	600	420	260	200	140	100	80	60	
0,5	400	260	200	140	120	80	60		
0,6	500	320	220	180	135	100	90	60	
0,7	580	380	260	200	150	120	95	65	
0,8	660	440	300	220	160	130	100	80	60
1,0	800	540	400	260	200	140	120	95	80

111

PERFILES GRECADOS

2.2 Panelen egiturak

2.2.1 SUNFER CVE915XL

Fecha: 10/12/2018

PLAZO DE ENTREGA INMEDIATO

CVE915XL

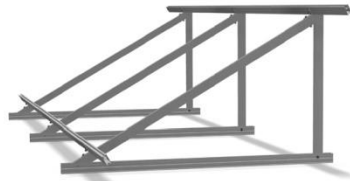
Premontado



Triángulo plegado premontado



Triángulo abierto premontado.
Fijación al suelo a 90°.



Perfiles completamente mecanizados,
embalados y listos para su montaje.

Cargas y Características técnicas:

Peso propio paneles	121 N/m ²
Sobrecarga de uso	No está prevista ni para mantenimiento
Viento	España 29 m/s Eurocódigo 1 Portugal 27 m/s Eurocódigo 1
Periodo retorno	10 años
Altura máxima del terreno	España 5 m. / Portugal 8 m.
Categoría del terreno	III. Áreas con recubrimiento regular de vegetación o edificios u obstáculos aislados con separación máxima de 20 veces la altura del obstáculo (por ejemplo, pueblos, terreno suburbano, bosques)
Carga de nieve	Válido para España y Portugal para zona III. 200 N/m ²

MATERIALES

Perfilería de aluminio	EN AW 6005A T6.
Tornillería	Tornillería acero inoxidable A2-70

Ciáusulas:


- (1) El montador de una instalación fotovoltaica debe garantizar antes del montaje que la cubierta soporta las cargas transmitidas, para su correcta instalación.
- (2) Se deberán respetar todas las recomendaciones indicadas en los planos de montaje.
- (3) Se debe comprobar que los puntos de anclaje para los módulos son compatibles con las especificaciones del fabricante.
- (4) Distribuir los módulos para que su colocación sea simétrica a lo largo del soporte y dejando los sobrantes en los extremos.
- (5) Se deberá seguir el plan de mantenimiento que proporciona Sunfer.
- (6) Documentos relacionados:
 - Plano de montaje.
 - Manual de montaje.
 - Reacciones y anclajes.
 - Certificado de garantía.
- (7) Nos reservamos el derecho a realizar modificaciones en el producto en cualquier momento sin aviso previo si desde nuestro punto de vista son necesarias para la mejora de la calidad. Las ilustraciones pueden ser sólo ejemplos y, por tanto, la imagen que aparece puede diferir del producto suministrado.

CARACTERÍSTICAS DEL PRESOR:

- Válido para módulos de 33 hasta 50 mm. de espesor.
- Fácil montaje.



Presor central



Presor lateral

Válido para:

- Cubierta plana de hormigón.
- Subestructura.
- Suelo.

Disponibilidad de tuercas antirrobo.
Opción de aluminio acabado en crudo y anodizado.
Material 100% reciclable.
Cómoda instalación.
Garantía: Hasta 25 años*

*Ver condiciones especiales de garantía.

FICHA TÉCNICA



SUNFER ENERGY STRUCTURES

TODO PREMONTADO

El presente plano es propiedad de Sunfer Estructuras S.L. queda terminantemente prohibida la copia, reproducción total o parcial del mismo sin la autorización previa.

2.2.2 SUNFER KH915

Fecha: 12/12/2018



25 AÑOS DE GARANTÍA

PLAZO DE ENTREGA INMEDIATO

KH915

Premontado



Estructura formada por perfiles RCVE 4.0 y fijación L120



Perfiles completamente mecanizados, embalados y listos para su montaje.

Cargas y Características técnicas:

Peso propio paneles	121 N/m ²
Sobrecarga de uso	No está prevista ni para mantenimiento
Viento	España 29 m/s Eurocódigo 1 Portugal 27 m/s Eurocódigo 1
Periodo retorno	10 años
Altura máxima	España 5 m. / Portugal 8 m.
Categoría del terreno	III. Áreas con recubrimiento regular de vegetación o edificios u obstáculos aislados con separación máxima de 20 veces la altura del obstáculo (por ejemplo, pueblos, terreno suburbano, bosques)
Carga de nieve	Válido para España y Portugal para zona III. 200 N/m ²
MATERIALES	
Perfilería de aluminio	EN AW 6005A T6.
Tornillería	Tornillería acero inoxidable A2-70

Cláusulas:

- (1) El montador de una instalación fotovoltaica debe garantizar antes del montaje que la cubierta soporta las cargas transmitidas, para su correcta instalación.
- (2) Se deberán respetar todas las recomendaciones indicadas en los planos de montaje.
- (3) Se debe comprobar que los puntos de anclaje para los módulos son compatibles con las especificaciones del fabricante.
- (4) Distribuir los módulos para que su colocación sea simétrica a lo largo del soporte y dejando los sobrantes en los extremos.
- (5) Se deberá seguir el plan de mantenimiento que proporciona Sunfer.
- (6) Documentos relacionados:
 - Plano de montaje.
 - Manual de montaje.
 - Reacciones y andajes.
 - Certificado de garantía.
- (7) Nos reservamos el derecho a realizar modificaciones en el producto en cualquier momento sin aviso previo si desde nuestro punto de vista son necesarias para la mejora de la calidad. Las ilustraciones pueden ser sólo ejemplos y, por tanto, la imagen que aparece puede diferir del producto suministrado.

Características del Presor:

- Válido para módulos de 33 hasta 99 mm. de espesor.
- Fácil montaje.



Presor central



Presor lateral

Válido para:

- Chapa simple.
- Chapa sandwich.
- Cubiertas de hormigón.
- Fijación sobre subestructura.

Disponibilidad de tuercas antirrobo.
Opción de aluminio acabado en crudo y anodizado.
Material 100% reciclable.
Cómoda instalación.
Garantía: Hasta 25 años*

*Ver condiciones especiales de garantía.

FICHA TÉCNICA

TODO
PREMONTADO



SUNFER ENERGY STRUCTURES

El presente plano es propiedad de Sunfer Estructuras S.L. queda terminantemente prohibida la cesión, reproducción total o parcial del mismo sin la autorización previa.