Informe de cálculo

Cálculo preliminar

Ejemplo: cubierta inclinada 9,9 kWp, Kiev

Proyecto	Ejemplo: cubierta inclinada 9,9 kWp, Kiev
Versión	1 · 02.11.2026
Ubicación	Kiev
Normas	DBN V.1.2-2:2006 (Ucrania, cargas y acciones) (UA-DBN-2006)
Versión del motor	0.15.0
Identificador del cálculo (calc_id)	1987ee96356c3428afe46a15d8140686633abc6cbd8b89895be9bf0091037063

Cálculo preliminar. Antes del montaje debe revisarlo un ingeniero cualificado.

PANELES	POTENCIA	PRODUCCIÓN
18	9,90 kWp	10 986 kWh/año PVGIS 5.3 (EU JRC)

PASAPORTE DEL CÁLCULO

Nieve y viento	Київ — de tu dirección (tabla DBN del centro regional)
Altitud	valor por defecto
Terreno	sin introducir — la capacidad de los pilotes y el terreno son supuestos; los confirma un ingeniero

1 comprobación se basa en valores por defecto o supuestos (Altitud, Altura del edificio) y requiere confirmación antes del montaje.

Emplazamiento

Paneles	18
Potencia, kWp	9,90
Producción, kWh/año	11 063
Producción según PVGIS 5.3 (EU JRC), kWh/año (año típico 2014–2023)	10 986

Sistema 1

Tejado inclinado (Teja metálica): 18 paneles, 35°

DATOS DE ENTRADA

Cubierta	Teja metálica, 35°
Faldón	12 000 × 8 000 mm
Paneles	18 = 2×9, vertical
Fijaciones	64 × Tornillo de doble rosca M10×200 + escuadra en L + EPDM
Separación de fijaciones	600 mm
Carriles	4 × 10 180
Región	Kiev: S0 1 550, W0 370 Pa
Potencia	9,90 kW
Retranqueos	400 / 300 / 400
Levantamiento por 1	0,71 kN
Altura del edificio	valor por defecto
Apoyos y tornillos	valor por defecto

COMPROBACIONES

RECOMENDACIÓN RECOMENDACIÓN (REGLA PRÁCTICA, NO UNA COMPROBACIÓN NORMATIVA)

Retranqueos: alero 400, cumbrera 300, hastial 400 mm. Zona de borde por viento e/10 ≈ 600 mm (DBN 9.16). **Pendiente ≥25° y alero ≤500 mm — instala paranieves.**

Base: criterio práctico, no una comprobación normativa

INFORMACIÓN INFORMACIÓN

Kiev: nieve S0 = 1 550 Pa, viento W0 = 370 Pa (DBN V.1.2-2:2006, anexo E). Profundidad de helada ≈ 1,10 m (como referencia). Viento a 6,0 m de altura: W_m = 754 Pa (γ_{fm}·W_0·$c_e(z)$·C_{alt}, c_e 2,04; los coeficientes de EN 1991-1-4 se definen sobre la presión pico, DBN 9.8). S_0/W_0 — para la capital de óblast; comprueba con el mapa de la fig. 8.1/9.1 o el anexo E.

Parámetro: Nieve S_0
Valor real: 1 550 Pa
Parámetro: Viento W_0
Valor real: 370 Pa
Documentos de base: DBN V.1.2-2:2006

INFORMACIÓN INFORMACIÓN

Hasta 500 m sobre el nivel del mar no hay correcciones.

Parámetro: Altitud
Valor real: 150 m · **Requerido:** ≤ 500 m
Documentos de base: DBN V.1.2-2:2006

INFORMACIÓN INFORMACIÓN

2 350×1 100×35 mm · 550 W.

RECOMENDACIÓN RECOMENDACIÓN (REGLA PRÁCTICA, NO UNA COMPROBACIÓN NORMATIVA)

Carriles a 520 mm de los extremos del panel.

Base: criterio práctico, no una comprobación normativa

RECOMENDACIÓN RECOMENDACIÓN (REGLA PRÁCTICA, NO UNA COMPROBACIÓN NORMATIVA)

Teja metálica: Tornillo de doble rosca M10×200 + escuadra en L + EPDM → cabios. Agujero — en la cresta de la onda, arandela EPDM + sellador.

Base: criterio práctico, no una comprobación normativa

RECOMENDACIÓN RECOMENDACIÓN (REGLA PRÁCTICA, NO UNA COMPROBACIÓN NORMATIVA)

Paneles paralelos a la cubierta — recomendado: menos viento y acumulaciones de nieve.

Base: criterio práctico, no una comprobación normativa

RECOMENDACIÓN

RECOMENDACIÓN (REGLA PRÁCTICA, NO UNA COMPROBACIÓN NORMATIVA)

35° Nieve sobre el panel 743 Pa.

Parámetro: Ángulo de inclinación
Valor real: 35°
Base: criterio práctico, no una comprobación normativa

INFORMACIÓN

INFORMACIÓN

Caben hasta 10 × 3 paneles. Instalados: 9 × 2 = 18 (48% del área del faldón).

Parámetro: Proporción de la superficie del faldón
Valor real: 48%

REQUIERE CONFIRMACIÓN

COMPROBACIÓN SEGÚN NORMA

Fijaciones cada 600 mm (cada 1 cabio(s)), 16 por carril, voladizo 198. Carril: resistencia 9%, flecha 4%. En total 64 fijaciones. Por fijación: levantamiento ≈ 0,71 kN (24% de ~3,0 kN), compresión ≈ 0,69 kN (27%).

Parámetro: Resistencia
Valor real: 9% · **Requerido:** ≤ 100% · **Resultado:** requiere confirmación
Parámetro: Flecha
Valor real: 4% · **Requerido:** ≤ 100% · **Resultado:** requiere confirmación
Parámetro: Arrancamiento de la fijación
Valor real: 0,71 kN · **Requerido:** ≤ 3 kN · **Resultado:** requiere confirmación
Parámetro: Aplastamiento de la fijación
Valor real: 27% · **Requerido:** ≤ 100% · **Resultado:** requiere confirmación
Documentos de base: DBN V.1.2-2:2006

RECOMENDACIÓN

RECOMENDACIÓN (REGLA PRÁCTICA, NO UNA COMPROBACIÓN NORMATIVA)

Vertical: 2 carriles horizontales por fila — estándar.

Base: criterio práctico, no una comprobación normativa

INFORMACIÓN

INFORMACIÓN

18 paneles · 9,90 kW.

Documentos de base: DBN V.1.2-2:2006

INFORMACIÓN

INFORMACIÓN

Carril 10 180 mm. Empalmes: 4.

INFORMACIÓN

INFORMACIÓN

La instalación FV en el tejado de una vivienda unifamiliar, casa de huerto o de campo o un edificio auxiliar no requiere documentos de autorización ni recepción para su puesta en servicio; inspección estructural — a criterio del propietario (Resolución del Consejo de Ministros de Ucrania n.° 77 de 28.01.2026, Lista, apdo. 32, nota 6). Se recomienda comprobar la capacidad portante de la cubierta.

INFORMACIÓN

INFORMACIÓN

No existen normas ucranianas obligatorias sobre retranqueos y pasillos contra incendios para instalaciones FV en cubierta; los retranqueos del cálculo son por viento y constructivos. DBN V.1.1-7:2016 apdos. 8.4–8.6 solo regulan las salidas a la cubierta.

RECOMENDACIÓN

RECOMENDACIÓN (REGLA PRÁCTICA, NO UNA COMPROBACIÓN NORMATIVA)

Inversor y batería: no almacenes materiales combustibles a menos de 1 m de ellos ni bajo el cuadro (NAPB A.01.001-2014, secc. IV cap. 1 apdo. 1.18).

Base: criterio práctico, no una comprobación normativa

INFORMACIÓN

INFORMACIÓN

Apagar el inversor no quita la tensión de los cables DC de los módulos durante el día: un seccionador DC por inversor está en la lista de materiales eléctricos (DSTU HD 60364-7-712, 712.537).

RECOMENDACIÓN

RECOMENDACIÓN (REGLA PRÁCTICA, NO UNA COMPROBACIÓN NORMATIVA)

Recomendado (no obligatorio en Ucrania): junto al punto de desconexión — un cartel «Instalación FV, DC en tensión durante el día» con esquema y lugar de desconexión (recomendaciones metodológicas del Servicio Estatal de Emergencias de Ucrania, 2020).

Base: criterio práctico, no una comprobación normativa

RECOMENDACIÓN RECOMENDACIÓN (REGLA PRÁCTICA, NO UNA COMPROBACIÓN NORMATIVA)

Comprueba la resistencia de aislamiento y el disparo de las protecciones al menos cada 2 años (NAPB A.01.001-2014, secc. IV cap. 1 apdo. 1.20).

Base: criterio práctico, no una comprobación normativa

RECOMENDACIÓN RECOMENDACIÓN (REGLA PRÁCTICA, NO UNA COMPROBACIÓN NORMATIVA)

La necesidad de protección contra rayos la determina una evaluación de riesgos según DSTU EN 62305-2:2022 (DBN V.2.5-23:2025 apdo. 4.5; DBN V.1.1-7:2016 apdo. 6.45; NAPB IV 1.21); no existe la regla «instalación FV ⇒ protección contra rayos obligatoria». Para la estimación: $N_G \approx 2{,}0$ 1/km²·año (Kiev, días de tormenta según UkrHMC 2015–2023 / 10).

Base: criterio práctico, no una comprobación normativa

RECOMENDACIÓN RECOMENDACIÓN (REGLA PRÁCTICA, NO UNA COMPROBACIÓN NORMATIVA)

Une los marcos y los carriles entre sí y a la barra principal de tierra del edificio (DSTU HD 60364-7-712, 712.54; PUE:2026 1.7.59).

Base: criterio práctico, no una comprobación normativa

INDICADORES

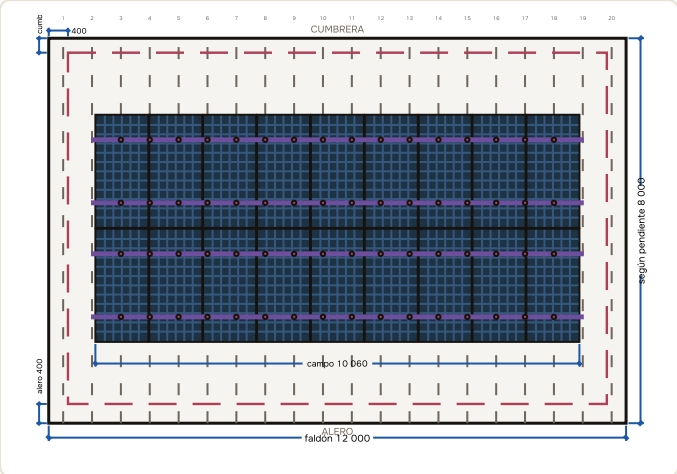
Fijaciones	64
Levantamiento/1	0,71 kN
Barras	8
Pendiente	35°
Paneles	18 = 2×9
Ocupación	48%
Fijaciones	64
Separación de fijaciones	600 mm
Levantamiento por 1	0,71 kN
Carriles	4 × 10 180
Barras	8
Potencia	9,90 kW
Nieve / viento	1 550 / 754 Pa

LISTA DE MATERIALES

PARTIDA	CANT.	
Carril de aluminio 40×40, barra 6 000 mm (precio por metro)	8	barra
Conector de carril Al 40×40	4	uds.
Tapón de extremo de carril	8	uds.
Tornillo de doble rosca M10×200 + escuadra L + EPDM (+10%)	71	uds.
Sellador MS polímero 290 ml	5	tubo
Tornillo en T M8 + tuerca (soporte → carril) (+10%)	71	uds.
Grapa final 35 mm	8	uds.
Grapa intermedia (30–40 mm)	32	uds.
Tornillo M8×50 A2 + tuerca de martillo en la ranura del carril (+10%)	44	uds.
Borne de puesta a tierra del carril M8	8	uds.

PARTIDA	CANT.	
Clip de puesta a tierra del panel (bajo la grapa)	18	uds.
Cable PV-3 6 mm² verde-amarillo	36	m
Clip de cable, inox.	54	uds.

PLANOS



TABLAS DE CÁLCULO

1. Cargas según DBN V.1.2-2:2006 con las modificaciones n.º 1 (2007) y n.º 2 (2020)

Nieve S_0 / viento W_0	anexo E, óblast (8.5, 9.6)	1 550 / 370 Pa
Período de retorno T	parámetro; γ_{fm} nieve — tabla 8.1, viento — tabla 9.1	50 años → 1,00 / 1,00
C_{alt} nieve / viento	(8.5), (9.4)	1,00 / 1,00
μ (nieve)	anexo Zh, esquema 1: 1 hasta 25°, 0 desde 60°, entre medias — lineal	0,71
Nieve S_m sobre proyección horizontal	$\gamma_{fm}{\cdot}S_0{\cdot}C_{alt}{\cdot}\mu$, C_e = 1 (8.9)	1 107 Pa
$c_e(z)$	EN 1991-1-4 4.5, tipo de terreno II como categoría EN, z = 6,0 m	2,04
Viento W_m	$\gamma_{fm}{\cdot}W_0{\cdot}c_e(z){\cdot}C_{alt}$: los coeficientes de EN 1991-1-4 se definen sobre la presión pico (9.8), W_0 tomado como q_b (9.6, EN 1991-1-4 4.5); C_{rel} = C_{dir} = 1	754 Pa
C_h	tabla 9.01, categoría de terreno II, z = 6,0 m	0,74
Viento $W_{m,h}$ para los coeficientes DBN	$\gamma_{fm}{\cdot}W_0{\cdot}C_h{\cdot}C_{alt}$ (9.1); C_{rel} = C_{dir} = C_d = 1 (9.11–9.13)	274 Pa
Coeficiente de arranque de las fijaciones	fuera de las franjas e/10 = 600 mm: paralelo al tejado, 1,3 — valor de referencia (EN 1991-1-4, DBN 9.8)	1,30
γ_n	DBN V.1.2-14, clase de consecuencias — se define en los parámetros	1,00

Combinación — según 4.18 (modificación n.º 2). Arranque de las fijaciones — según 9.16: en la franja e/10 a lo largo del contorno exterior del tejado C_aer = -2, en las esquinas del tejado (zonas A) -3,5; e — la menor dimensión exterior del edificio (el faldón se toma como uno de los dos de un edificio a dos aguas, la altura hasta la cumbrera). El anexo I no da coeficiente de levantamiento para paneles paralelos al tejado: 1,3 según datos de referencia (EN 1991-1-4), como permite 9.8; en un bastidor de elevación — c_f de marquesina × 1,2. Los coeficientes DBN (9.16, anexo I) multiplican a W_m,h = γfm·W0·Ch·Calt, los coeficientes de EN 1991-1-4 se definen sobre la presión pico y multiplican a W_m = γfm·W0·c_e(z)·Calt; en las franjas rige el mayor levantamiento. Presión: viento hacia abajo solo cuando c_e1 del faldón a barlovento según el anexo I, esquema 2, es positivo; si no, peso propio y nieve.

2. Fijaciones al tejado

Superficie de paneles	18 paneles	46,53 m²
Escuadras	4 carriles × 16	64 uds.
Levantamiento por escuadra	$\gamma_n \cdot c_p \cdot W_m \cdot A / n$	712 N
c_{e1} del faldón a barlovento	anexo I, esquema 2: α = 35°, h_1/l = 0,11	+0,30
Presión sobre la escuadra	$\gamma_n \cdot (1{,}05 \cdot 120 + \max(S + 0{,}9 \cdot W\downarrow, W\downarrow + 0{,}9 \cdot S)) \cdot A / n$, $S = S_m \cdot \cos^2\alpha$, $W\downarrow = c_{e1} \cdot W_{m,h}$ = 83 Pa (4.18)	686 N

La escuadra solo se coloca sobre los cabios, por eso su distribución depende de la separación de cabios, no de dividir el carril en partes iguales.

3. Carril

Carril: carril de aluminio 40×40, luz 600 mm	franja 1 175 mm	
Viento W↓ sobre el riel	$c_{e1} \cdot W_{m,h}$, c_{e1} = +0,30 (anexo I, esquema 2)	83 Pa
Carga de cálculo q_d	1,05·G + S + 0,9·W↓ (DBN 4.18)	1,108 N/mm
Momento M	$q \cdot L^2/8$	0,05 kN·m
Resistencia σ/f_y	M / W (3 500 mm³) / 160 MPa	9%
Flecha / (L/200)	$5 \cdot q \cdot L^4/(384 \cdot E \cdot I)$; $G + \gamma_{fe} \cdot S + 0{,}9 \cdot \gamma_{fe} \cdot W\downarrow$, γ_{fe} = 0,49 / 0,21 (tablas 8.3, 9.3, η = 0,02)	4%

M = $q \cdot L^2/8$ también para una viga continua: la nieve puede cubrir la mitad del vano (DBN 8.7).

4. Seguridad contra incendios y protección contra rayos

Fundamentos	Resolución del Consejo de Ministros de Ucrania n.º 77 de 28.01.2026 (Lista, apdo. 32); NAPB A.01.001-2014 (secc. IV cap. 1, apdos. 1.18, 1.20, 1.21); DBN V.1.1-7:2016 (apdos. 6.20, 6.45, 8.4–8.6, anexo A); DBN V.2.5-23:2025 (apdos. 4.5, 7.53, 7.54, 7.62, 8.6); DSTU EN 62305-1:2012, -2:2022, -3:2021, -4:2012; DSTU HD 60364-7-712:2022	
Tipo de edificio	parámetro «Tipo de edificio»	vivienda unifamiliar, casa de jardín o de campo; edificio auxiliar
Protección contra rayos en el edificio	parámetro de electricidad	no / desconocido

Las normas ucranianas no establecen retranqueos contra incendios, rapid shutdown ni señalización para instalaciones FV en cubierta; las recomendaciones citadas del Servicio Estatal de Emergencias de Ucrania son solo de referencia. La necesidad de protección contra rayos la determina una evaluación de riesgos según DSTU EN 62305-2; este cálculo es preliminar.

- Cubierta: Teja metálica → Tornillo de doble rosca M10×200 + escuadra L + EPDM, se fija a: cabios. Agujero — en la cresta de la onda, arandela EPDM + sellador.
- Retranqueos — recomendaciones de la práctica de la UE (Ucrania no tiene normas específicas para instalaciones FV): ≥ 300 mm, en las zonas de viento de borde (e/10 ≈ 600 mm) fijaciones más juntas.
- Cargas: DBN V.1.2-2:2006 con las modificaciones n.º 1 (2007) y n.º 2 (2020); c_p de las fijaciones — valores de referencia (EN 1991-1-4, DBN 9.8). Capacidad de las fijaciones supuesta típica (3,0 kN frente a levantamiento) — compruébala con la ficha técnica.
- Carril 10 180 mm — junta de dilatación cada 12–15 m. Voladizo del carril ≤ 1/3 del vano.

- No se prevé elevar la inclinación con marco en cubierta inclinada: viento, acumulación de nieve, ganancia de solo 2–3%.

LO QUE ESTE CÁLCULO NO CUBRE

- Es un cálculo preliminar, no una revisión independiente: las fórmulas y los coeficientes proceden de las normas citadas arriba.
- La nieve y el viento son los de la ciudad más cercana o tus propios valores. Un emplazamiento en otra zona de nieve o de viento, o a otra altitud, necesita sus propios valores.
- Un ingeniero cualificado revisa el proyecto para el emplazamiento real, la cubierta o el terreno y las normas de construcción locales antes del montaje.

REVISADO POR EL INGENIERO

Nombre y apellidos _____

N.º de colegiado _____

Fecha _____

Firma _____