

---

## REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DEL GRUPO RESIDENCIAL ZABÁLBURU BILBAO

---



Bilbao, JUNIO 2012

## **1. ANTECEDENTES**

En los últimos años, se ha visto cómo el sector de la Energía crecía en base al aumento de la demanda por parte de la humanidad, tanto para sus usos industriales, como en los propios de los ciudadanos, siendo base fundamental del desarrollo del bienestar del mundo moderno.

Este aumento ha propiciado que, paralelamente, se den problemas que anteriormente no se tenían en cuenta, fundamentalmente medioambientales, por parte del uso masivo de energías convencionales derivadas de los combustibles fósiles, tales como el calentamiento global y el aumento de contaminación residual del CO<sub>2</sub>, añadiéndose a su vez los problemas económicos de aumento del costo de la energía que año a año agravan la situación mundial, en una carrera que aparentemente no tiene final.

A principio de los 80, ciertos sectores de la sociedad empezaron a ver la problemática derivada de este aumento en el uso de la energía y se definieron conceptos tales como sostenibilidad, energía renovable, eficiencia energética y fuentes de energía no convencionales.

Finalmente con el cambio del milenio, a principios del año 2000, los gobiernos de los países más avanzados introdujeron leyes administrativas que propiciaron el desarrollo del sector de las Energías Renovables mediante apoyos económicos (primas) directos a los productores de este tipo de energías, con el fin de potenciarlas e implementarlas de una forma generalizada, frente al sector de generación de energía tradicional.

En el último año se ha podido comprobar que los Gobiernos han tomado una posición en este sector, recortando por un lado las primas que, a futuro, hacen insostenible económicamente el uso de las energías renovables y, por otro,

creando nuevas leyes que se ajustan más objetivamente al uso de la tecnología actual.

Se está a la espera del Real Decreto por el que se establece la regulación de las condiciones administrativas, técnicas y económicas de la modalidad de suministro de energía eléctrica con balance neto (Autoconsumo), por el cual se podría tanto verter a la red como consumir de ella electricidad realizando un balance neto o casi neto.

## **2. OBJETO DEL PROYECTO**

Se pretende estudiar las posibilidades de reducción, hasta el mínimo posible, del consumo energético de red (gas y electricidad) del grupo residencial mediante el modelo de autoconsumo. El proyecto abordará dos líneas de actuación, por un lado el ajuste de los consumos mediante la utilización de tecnologías más eficaces y por otro la generación, mediante diferentes sistemas, de la energía que necesita el grupo residencial de tal forma que en un futuro cercano se genere un excedente de energía que se pueda verter a la red y conseguir una comunidad de edificios de balance casi cero.

### 3. LOCALIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN

El presente Proyecto está situado en la Plaza de Zabálburu en Bilbao.



Emplazamiento

<b>COORDENADAS (Bilbao-Vizcaya)</b>	
<b>UTM ED-50:</b>	<b>GEOGRAFICAS:</b>
<b>X: 505.542.62</b>	<b>LATITUD: 43° 15' 24.04" N</b>
<b>Y: 4.789.321.39</b>	<b>LONGITUD: -2° 55' 54.17" W</b>
<b>HUSO: 30</b>	

## **4. MARCO LEGAL**

Las instalaciones están sujetas a la siguiente normativa:

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. Exigencia básica HE 4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria del CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN,
- Real Decreto 1751/1998, de 31 de julio. BOE 5/8/1998. Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE).
- Orden del 09/12/75 del Ministerio de Industria. boe 13/01/76 “NORMAS BÁSICAS PARA LAS INSTALACIONES INTERIORES DE SUMINISTRO DE AGUA.”
- Decreto 1244/79 del 04/04 del Ministerio de Industria y Energía. boe 29/05/79
- “REGLAMENTO DE APARATOS A PRESIÓN.” ASÍ COMO SUS RESPECTIVAS MODIFICACIONES
- BOE 15/10/1991 y Corrección de errores BOE 25/11/1991. “Disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 87/404/CEE, sobre recipientes a presión simples”
- BOE 18/7/2006 REAL DECRETO 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
- BOE 21/6/1985 y Corrección de errores BOE 13/8/1985. “ITC MIE-AP-11 del Reglamento de Aparatos a Presión, referente a aparatos destinados a calentar o acumular agua caliente fabricados en serie”.
- Real Decreto 2643/1985 de 18 de diciembre, del Mº de Industria y Energía

- Declaración de obligado cumplimiento de las especificaciones técnicas de equipos frigoríficos y bombas de calor y su homologación por el M° de Industria y Energía.
- “Modificación de las Directivas 87/494/CEE (recipientes a presión simples), 89/106/CEE (productos de construcción), 92/42/CEE (aparatos de gas)”. BOE 30/8/1993
- ORDEN de 17 de marzo de 1981. Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIE-AP-1, referente a Calderas, Economizadores, Precalentadores, Sobrecalentadores y Recalentadores
- ORDEN de 6 de octubre de 1980 Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIE-AP-2, referente a tuberías para fluidos relativos a calderas
- ORDEN de 10 de diciembre de 1975 del M° de Industria. Reglamento de Homologación de Quemadores para Combustibles Líquidos en Instalaciones Fijas
- Real Decreto 2532/1985, de 18 de diciembre. Declaración de obligado cumplimiento de las especificaciones técnicas de Chimeneas Modulares

**UNE-EN 12975-1:2001** “Sistemas solares térmicos y componentes— Captadores Solares — Parte 1: Requisitos Generales”

**UNE-EN 12975-2:2002** “Sistemas solares térmicos y componentes— Captadores Solares — Parte 2: Métodos de Ensayo”.

**UNE-EN 12976-1:2001** “Sistemas solares térmicos y componentes—Sistemas solares prefabricados— Parte 1: Requisitos Generales”

**UNE-EN 12976-2:2001** “Sistemas solares térmicos y componentes— Sistemas solares prefabricados — Parte 2: Métodos de Ensayo”.

**UNE-EN 12977-1:2002** “Sistemas solares térmicos y componentes—Sistemas solares a medida— Parte 1: Requisitos Generales”

**UNE-EN 12977-2:2002** “Sistemas solares térmicos y componentes— Sistemas solares a medida — Parte 2: Métodos de Ensayo”

**UNE EN 806-1:2001** “Especificaciones para instalaciones de conducción de agua destinada al consumo humano en el interior de edificios. Parte 1: Generalidades”

**UNE EN 1717:2001** “Protección contra la contaminación del agua potable en las instalaciones de aguas y requisitos generales de los dispositivos para evitar la contaminación por reflujo”.

**UNE EN 60335-1:1997** “Seguridad de los aparatos electrodomésticos y análogos. Parte 1: Requisitos generales”

**UNE EN 60335-2-21:2001** “Seguridad de los aparatos electrodomésticos y análogos. Parte 2: Requisitos particulares para los termos eléctricos”

**UNE EN-ISO 9488:2001** “Energía solar. Vocabulario”

**UNE-EN 94002: 2004** “Instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente sanitaria: Cálculo de la demanda de energía térmica”.

- Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la Red de Baja Tensión.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. En especial lo especificado en la instrucción técnica complementaria ITC BT 40, sobre instalaciones generadoras de baja tensión.
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 1578/2008 de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.
- Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE para instalaciones conectadas a la red (PCTC -Rev.- Octubre 2002).

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica.
- Resolución del Ministerio de Economía de 31 de mayo de 2001 por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- RD 1802/2003, de 26 de diciembre (Artículo 9). Precio máximo de la primera verificación.
- Real Decreto 1433/2002, de 27 de diciembre, por el que se establecen los requisitos de medida en baja tensión de consumidores y centrales de producción en Régimen Especial.

<b>UNE-EN ISO 9488:2000</b>	Energía solar. Vocabulario (ISO 9488-1999)
<b>UNE 206001 EX:1997</b>	Módulos fotovoltaicos. Criterios ecológicos
<b>UNE-EN 60904-2:1994</b>	Dispositivos fotovoltaicos. Parte 2: Requisitos de células solares de referencia.
<b>UNE-EN 60904-2/A1:98</b>	Dispositivos fotovoltaicos. Parte 2: Requisitos de células solares de referencia.
<b>UNE-EN 60904-3:1994</b>	Dispositivos fotovoltaicos. Parte 3: Fundamentos de medida de dispositivos solares fotovoltaicos (FV) de uso terrestre con datos de irradiancia espectral de referencia.
<b>UNE-EN 60904-5:1996</b>	Dispositivos fotovoltaicos. Parte 5: Determinación de la temperatura de la célula equivalente (TCE) de dispositivos fotovoltaicos (FV) por el método de la tensión de circuito abierto.
<b>UNE-EN 60904-6/A1 :1998</b>	Dispositivos fotovoltaicos. Parte 6: Requisitos para los módulos solares de referencia.
<b>UNE-EN 60904-6:1997</b>	Dispositivos fotovoltaicos. Parte 6: Requisitos para los módulos solares de referencia.
<b>UNE-EN 60904-7:1997</b>	Dispositivos fotovoltaicos. Parte 7: Cálculo del error introducido por desacople espectral en las medidas de un dispositivo fotovoltaico.
<b>UNE-EN 60904-8:1999</b>	Dispositivos fotovoltaicos. Parte 8: Medida de la

<b>UNE-EN 61173:1998</b>	respuesta espectral de un dispositivo fotovoltaico. Protección contra las sobretensiones de los sistemas fotovoltaicos (FV) productores de energía. Guía.
<b>UNE-EN 61194':1997</b>	Parámetros característicos de los sistemas fotovoltaicos (FV) autónomos.
<b>UNE-EN 61215:1997</b>	Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para aplicación terrestre. Cualificación del diseño y aprobación de tipo
<b>UNE-EN 61277:2000</b>	Sistemas fotovoltaicos (FV) terrestres generadores de potencia. Generalidades y guía.
<b>UNE-EN 61345:1999</b>	Ensayo ultravioleta para módulos fotovoltaicos (FV).
<b>UNE-EN 61427:2002</b>	Acumuladores para sistemas de conversión fotovoltaicos de energía solar. Requisitos generales y métodos de ensayo
<b>UNE-EN 61646:1997</b>	Módulos fotovoltaicos (FY) de lámina delgada para aplicaciones terrestres. Cualificación del diseño y aprobación de tipo.
<b>UNE-EN 61683:2001</b>	Acondicionadores de potencia. Procedimientos para la medida del rendimiento.
<b>UNE-EN 61701 :2000</b>	Ensayos de corrosión por niebla salina de módulos fotovoltaicos.
<b>UNE-EN 61721 :2000</b>	Susceptibilidad de un módulo fotovoltaico al daño por impacto accidental.
<b>UNE-EN 61725:1998</b>	Expresión analítica para los perfiles solares diarios.
<b>UNE-EN 61727:1996</b>	Sistemas fotovoltaicos (FY). Características de la interfaz de conexión a la red eléctrica.
<b>UNE-EN 61829:2000</b>	Campos fotovoltaicos (FY) de silicio cristalino. Medida en el sitio de características I-Y.

- Ley 7/1998, de 13 de marzo, de modificación de la Ley 9/1982, de 24 de Noviembre, por el que se crea el Ente Vasco de la Energía.
- Ley 9/1982, de 24 de noviembre, por el que se crea el Ente Vasco de la Energía.
- Decreto 115/2002, de 28 de mayo, por el que se regula el procedimiento para la autorización de las instalaciones de producción de energía

eléctrica a partir de la energía eólica, a través de Parques Eólicos, en el ámbito de la Comunidad Autónoma del País Vasco.

# **PARTE I**

## **DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DEL GRUPO RESIDENCIAL**

---

## **1. CONSUMO ELÉCTRICO**

Previo a la instalación de las distintas energías renovables, se realiza un estudio del consumo energético de las luminarias para una posible reducción de éste mediante el cambio de las lámparas a otras más eficientes.

Debido a que no existe un contador separado del consumo de los ascensores y otro para la iluminación se ha realizado una estimación en función de las lámparas que hay y de las horas de funcionamiento de éstas.

Para ello se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- Las horas de funcionamiento de la fluorescente de la portería es de 8h de L-V y 2h el S, por lo que sale a una media de 7h/día
- Las 32 bombillas de las escaleras de los pisos se encienden con detectores de presencia. Para hacer la estimación del tiempo que están encendidas sabiendo que una vez detectada una persona el tiempo de alumbrado es de 1 min. 52 seg. he considerado que una persona entra y sale un total de 4 veces al día, que por cada vivienda hay 4 personas y que hay dos viviendas por cada bombilla con detector.

A continuación se muestran los datos recopilados mediante las facturas de la electricidad para cada edificio sobre el consumo del 2011.

Conviene señalar que los contratos de cada edificio son diferentes, tanto en la modalidad de contrato como en la potencia contratada, produciendo esto diferencias en el coste del kW/h, que van desde 0,15 € el más barato hasta

0,21 € el más caro. Si se lograra obtener un coste de 0,15 € kW/h para todos los edificios se obtendría un ahorro del 12% en la factura eléctrica.

Por otro lado, hoy es factible cambiar de comercializadora sin ninguna dificultad por lo que no sería difícil obtener mejores precios negociado el conjunto de los contratos.

Suministrador	IBERDROLA GENERACION, S.A.U.
---------------	------------------------------

Período Facturado			Potencia Contratada		Energía Consumida		Impuestos IVA y s/ la electricidad y otros conceptos					Total Factura	Coste Medio kWh
Del	Al	nº de días	kW	€	kWh	€	Impto. s/ electricidad	€ Impto.	Total Energía	Alquiler Equipos y asistencia	IVA		
<b>JUAN DE GARAY, 2</b>													
25/11/2010	27/01/2011	63	13,2	72,02	7.900	924,85	4,864%	50,97	1.047,84	6,26	189,74	1.243,83	
27/01/2011	25/03/2011	57	13,2	66,01	7.386	876,04	4,864%	48,16	990,21	6,26	179,37	1.175,84	
25/03/2011	26/05/2011	62	13,2	76,01	7.892	941,88	4,864%	52,04	1.069,93	6,26	193,71	1.269,91	
26/05/2011	27/07/2011	62	13,2	76,46	7.866	655,70	4,864%	37,43	769,59	6,26	139,65	915,51	
27/07/2011	27/09/2011	62	13,2	76,46	7.326	502,96	4,864%	29,62	609,04	6,26	110,75	726,06	
27/09/2011	25/11/2011	59	13,2	71,53	7.228	1.106,23	4,864%	60,22	1.237,98	6,26	223,96	1.468,20	
					45.598				5.724,60			6.799,34	0,15 €
<b>NICOLAS ALCORTA, 1</b>													
25/11/2010	27/01/2011	63	13,2	72,02	7.608	884,13	4,864%	48,89	1.005,04	6,26	182,03	1.193,33	
27/01/2011	25/03/2011	57	13,2	66,01	6.826	811,35	4,864%	44,86	922,22	6,26	167,13	1.095,60	
25/03/2011	26/05/2011	62	13,2	76,01	6.885	818,86	4,864%	45,75	940,62	6,26	170,44	1.117,32	
26/05/2011	27/07/2011	62	13,2	76,46	6.854	820,26	4,864%	45,85	942,57	6,26	170,79	1.119,62	
27/07/2011	27/09/2011	62	13,2	76,46	6.209	736,25	4,864%	41,55	854,26	6,26	154,89	1.015,42	
27/09/2011	25/11/2011	59	13,2	71,53	6.509	784,89	4,864%	43,79	900,21	6,26	163,16	1.069,63	
					40.891				5.564,91			6.610,91	0,16 €
<b>NICOLAS ALCORTA, 3</b>													
25/11/2010	27/01/2011	63	13,2	72,02	10.115	1.190,16	4,864%	64,53	1.326,71	6,44	239,97	1.573,12	
27/01/2011	25/03/2011	57	13,2	66,01	9.039	1.089,04	4,864%	59,05	1.214,10	6,44	219,70	1.440,24	
25/03/2011	26/05/2011	62	13,2	76,01	9.491	1.147,74	4,864%	62,57	1.286,32	6,44	232,70	1.525,45	
26/05/2011	28/07/2011	63	13,2	77,45	9.319	1.128,59	4,864%	61,66	1.267,70	6,44	229,35	1.503,49	
28/07/2011	27/09/2011	61	13,2	72,17	8.426	1.080,76	4,864%	58,95	1.211,88	6,44	219,30	1.437,62	
27/09/2011	25/11/2011	59	13,2	68,62	8.980	1.169,78	4,864%	63,32	1.301,72	6,44	235,47	1.543,62	
					55.370				7.608,43			9.023,54	0,16 €
<b>NICOLAS ALCORTA, 5</b>													
25/11/2010	27/01/2011	63	13,2	72,02	9.091	1.082,03	4,864%	59,00	1.213,05	6,26	219,48	1.438,79	
27/01/2011	25/03/2011	57	13,2	66,01	8.268	1.007,55	4,864%	54,89	1.128,45	6,26	204,25	1.338,96	
25/03/2011	26/05/2011	62	13,2	76,01	8.379	1.017,23	4,864%	55,89	1.149,13	6,26	207,97	1.363,36	
26/05/2011	27/07/2011	62	13,2	77,69	8.098	981,63	4,864%	54,16	1.113,48	6,26	201,55	1.321,29	
27/07/2011	27/09/2011	62	13,2	75,23	7.184	867,45	4,864%	48,20	990,88	6,26	179,48	1.176,62	
27/09/2011	25/11/2011	59	13,2	71,53	7.873	971,66	4,864%	53,34	1.096,53	6,26	198,50	1.301,29	
					48.893				6.691,52			7.940,31	0,16 €

NICOLAS ALCORTA, 7												
25/11/2010	27/01/2011	63	13,2	72,02	8.127	933,08	4,864%	51,39	1.056,49	6,26	191,29	1.254,04
27/01/2011	25/03/2011	57	13,2	66,00	6.643	804,51	4,864%	44,51	915,02	6,26	165,83	1.087,11
25/03/2011	26/05/2011	62	13,2	76,01	7.130	869,23	4,864%	48,33	993,57	6,26	179,97	1.179,80
26/05/2011	27/07/2011	62	13,2	76,46	6.818	827,78	4,864%	46,23	950,47	6,26	172,21	1.128,94
27/07/2011	27/09/2011	62	13,2	76,46	6.310	760,99	4,864%	42,82	880,27	6,26	159,57	1.046,10
27/09/2011	25/11/2011	59	13,2	71,53	6.670	821,37	4,864%	45,65	938,55	6,26	170,07	1.114,88
					41.698		5.734,36					6.810,87 0,16 €
NICOLAS ALCORTA, 2												
25/11/2010	27/01/2011	63	15	80,89	7.615	1.062,03	4,864%	58,43	1.201,35	18,86	219,64	1.439,85
27/01/2011	25/03/2011	57	15	71,77	6.660	1.002,57	4,864%	54,93	1.129,27	24,50	207,68	1.361,45
25/03/2011	26/05/2011	62	15	82,84	6.972	1.072,76	4,864%	59,08	1.214,68	24,50	223,05	1.462,24
26/05/2011	27/07/2011	62	15	83,36	6.605	1.020,78	4,864%	56,45	1.160,59	24,50	213,32	1.398,41
27/07/2011	27/09/2011	62	15	83,36	5.999	955,34	4,864%	53,11	1.091,81	24,50	200,94	1.317,24
27/09/2011	25/11/2011	59	15	77,98	6.683	1.064,28	4,864%	58,40	1.200,66	24,50	220,53	1.445,69
					40.534		6.998,36					8.424,87 0,21 €
NICOLAS ALCORTA, 4												
25/11/2010	27/01/2011	63	13,2	69,54	8.568	1.154,77	4,864%	62,60	1.286,91	15,14	234,37	1.536,41
27/01/2011	25/03/2011	57	13,2	70,45	7.348	1.022,67	4,864%	55,89	1.149,01	15,50	209,61	1.374,12
25/03/2011	26/05/2011	62	13,2	74,58	7.456	1.062,52	4,864%	58,14	1.195,24	15,50	217,93	1.428,67
26/05/2011	27/07/2011	62	13,2	75,02	7.429	1.061,33	4,864%	58,10	1.194,45	15,50	217,79	1.427,74
27/07/2011	27/09/2011	62	13,2	75,02	6.781	968,75	4,864%	53,36	1.097,13	15,50	200,27	1.312,91
27/09/2011	25/11/2011	59	13,2	75,02	7.149	1.021,33	4,864%	56,05	1.152,40	15,50	210,22	1.378,13
					44.731							8.457,98 0,19 €
TOTALES					317.715							54.067,82 0,17 €

## 2. ELECCIÓN ELEGIDA PARA LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO

Las tablas siguientes muestran los cambios propuestos en las luminarias para reducir el consumo eléctrico de cada edificio.

	Iniciales			
	Tipo de lámpara	Potencia (W)	Vida útil (horas)	Precio mercado (€)
<b>Portal</b>	Incandescentes	60	1000	1,1
	Bajo Consumo	11	12.000	12,00
	Fluorescentes	40	7.500	10,00
<b>Portería</b>	Fluorescentes	40	7.500	10,00
<b>Entreplanta</b>	Fluorescentes	40	7.500	10,00
	Bajo Consumo	11	12.000	12,00
<b>Escaleras Garajes</b>	Fluorescentes	40	7.500	10,00
<b>Escaleras pisos</b>	Fluorescentes	40	7.500	10,00
	Normales	60	1.000	1,10
<b>Contadores</b>	Fluorescentes	40	7.500	10,00

	Sustitución por:			
	Tipo de lámpara	Potencia (W)	Vida útil (horas)	Precio mercado (€)
<b>Portal</b>	Bajo Consumo	11	12000	12
	NO CAMBIO	11	12000	12
	Fluorescente T5 16mm	28	20000	10
<b>Portería</b>	Fluorescente T5 16mm	28	20000	10
<b>Entreplanta</b>	Fluorescente T5 16mm	28	20000	10
	NO CAMBIO	11	12000	12
<b>Escaleras Garajes</b>	Fluorescente T5 16mm	28	20000	10
<b>Escaleras pisos</b>	Fluorescente T5 16mm	28	20000	10
	Bajo Consumo	11	12.000	12
<b>Contadores</b>	Fluorescente T5 16mm	28	20000	10

### 3. CÁLCULOS

Para poder analizar el porcentaje de reducción del consumo que supone el cambio de las lámparas en cada edificio, inicialmente se obtiene lo que consumen los edificios debido a las luminarias, para así calcular el consumo de electricidad debido a los ascensores, ya que éste último permanecerá constante.

Una vez obtenido el consumo de los ascensores, se procede a la sustitución de las lámparas y se vuelve hacer el mismo cálculo para obtener la nueva situación de consumo eléctrico mediante las luminarias, de tal manera que sumándole ese resultado al de los ascensores hallados anteriormente, obtendremos el nuevo consumo eléctrico, el cual será el que se utilizará para el resto de cálculos en la instalación de las distintas tecnologías renovables.

Para la reducción del consumo, además del cambio de luminarias, se proponen los siguientes cambios:

Escaleras Pisos (Lámparas de bajo consumo): reducimos el tiempo de encendido a 30 seg.

Escaleras Pisos (Fluorescentes): En vez de tener las fluorescentes encendidas 24 horas en las escaleras, se propone instalar detectores de presencia de duración 1 min. De tal forma que en cuanto se abran las puertas del ascensor, alguien salga de casa o baje por las escaleras, se enciendan.

Contadores: Las luces que hay en unos contadores no necesitan estar encendidas 24 h al día todos los días del año, por lo que se propone detectores de presencia, de tal forma que cuando haya que mirarlos se encienda.

Se supone que se miran los contadores cada 2 meses, durante 5 minutos.

A continuación se muestran las tablas de cálculos con la situación inicial y final (después de los cambios considerados) de cada edificio.

Las celdas con color verde significan que no han sufrido ningún cambio.

**NICOLAS ALCORTA 1**

**INICIAL**

	Nº	Tipo	Potencia (W)	Horas encendidas/día	Consumo al día (Wh)
Portal	4	Incandescentes	60	15,5	3720
	5	Bajo Consumo	11	15,5	852,50
	4	Fluorescentes	40	24	3.840,00
Portería	1	Fluorescentes	40	7	280,00
Entreplanta	3	Fluorescentes	40	24	2.880,00
	2	Bajo Consumo	11	24	528,00
Escaleras Garajes	9	Fluorescentes	40	24	8.640,00
Escaleras pisos	17	Fluorescentes	40	24	16.320,00
	34	Incandescentes	60	0,99555	2.030,92
Contadores	4	Fluorescentes	40	24	3.840,00

Período Facturado			Energía Consumida KWh Ascensores + iluminación	Energía Consumida KWh Iluminación	Energía Consulida KWh Ascensores
Del	Al	nº de días			
25/11/2010	27/01/2011	63	7.608	2.704,68	4.903,32
27/01/2011	25/03/2011	57	6.826	2.447,09	4.378,91
25/03/2011	26/05/2011	62	6.885	2.661,75	4.223,25
26/05/2011	27/07/2011	62	6.854	2.661,75	4.192,25
27/07/2011	27/09/2011	62	6.209	2.661,75	3.547,25
27/09/2011	25/11/2011	59	6.509	2.532,95	3.976,05
Total Anual		365	<b>40.891,00</b>	<b>15.669,97</b>	<b>25.221,03</b>

**FINAL DESPUÉS DE LA SUSTITUCIÓN DE LÁMPARAS**

	Nº	Tipo	Potencia (W)	Horas encendidas/día	Consumo al día (Wh)
Portal	4	Bajo Consumo	11	15,5	682
	5	Bajo Consumo	11	15,5	852,50
	4	Fluorescente T5 16mm	28	24	2.688,00
Portería	1	Fluorescente T5 16mm	28	7	196,00
Entreplanta	3	Fluorescente T5 16mm	28	24	2.016,00
	2	Bajo Consumo	11	24	528,00
Escaleras Garajes	9	Fluorescente T5 16mm	28	24	6.048,00
Escaleras pisos	17	Fluorescente T5 16mm	28	1,0666	507,70
	34	Bajo Consumo	11	0,266	99,48
Contadores	4	Fluorescente T5 16mm	28	0,00137	0,15

Período Facturado			Energía Consumida KWh Ascensores +	Energía Consumida KWh Iluminación	Energía Consulida KWh Ascensores
Del	Al	nº de días			
25/11/2010	27/01/2011	63	5.761,24	857,92	4.903,32
27/01/2011	25/03/2011	57	5.155,13	776,22	4.378,91
25/03/2011	26/05/2011	62	5.067,56	844,31	4.223,25
26/05/2011	27/07/2011	62	5.036,56	844,31	4.192,25
27/07/2011	27/09/2011	62	4.391,56	844,31	3.547,25
27/09/2011	25/11/2011	59	4.779,50	803,45	3.976,05
Total Anual		365	<b>30.191,54</b>	<b>4.970,51</b>	<b>25.221,03</b>

## NICOLAS ALCORTA 2

### INICIAL

	Nº	Tipo	Potencia (W)	Horas encendidas/día	Consumo al día (Wh)
Portal	4	Incandescentes	60	15,5	3720
	5	Bajo Consumo	11	15,5	852,50
	4	Fluorescentes	40	24	3.840,00
Portería	1	Fluorescentes	40	7	280,00
Entreplanta	3	Fluorescentes	40	24	2.880,00
	2	Bajo Consumo	11	24	528,00
Escaleras Garajes	9	Fluorescentes	40	24	8.640,00
Escaleras pisos	16	Fluorescentes	40	24	15.360,00
	32	Incandescentes	60	0,99555	1.911,46
Contadores	4	Fluorescentes	40	24	3.840,00

Período Facturado			Energía Consumida KWh Ascensores + iluminación	Energía Consumida KWh Iluminación	Energía Consumida KWh Ascensores
Del	Al	nº de días			
25/11/2010	27/01/2011	63	7.615	2.636,67	4.978,33
27/01/2011	25/03/2011	57	6.660	2.385,56	4.274,44
25/03/2011	26/05/2011	62	6.972	2.594,82	4.377,18
26/05/2011	27/07/2011	62	6.605	2.594,82	4.010,18
27/07/2011	27/09/2011	62	5.999	2.594,82	3.404,18
27/09/2011	25/11/2011	59	6.683	2.469,27	4.213,73
Total Anual		365	40.534,00	15.275,96	25.258,04

### FINAL DESPUÉS DE LA SUSTITUCIÓN LÁMPARAS

	Nº	Tipo	Potencia (W)	Horas encendidas/día	Consumo al día (Wh)
Portal	4	Bajo Consumo	11	15,5	682
	5	Bajo Consumo	11	15,5	852,50
	4	Fluorescente T5 16mm	28	24	2.688,00
Portería	1	Fluorescente T5 16mm	28	7	196,00
Entreplanta	3	Fluorescente T5 16mm	28	24	2.016,00
	2	Bajo Consumo	11	24	528,00
Escaleras Garajes	9	Fluorescente T5 16mm	28	24	6.048,00
Escaleras pisos	16	Fluorescente T5 16mm	28	1,0666	477,84
	32	Bajo Consumo	11	0,266	93,63
Contadores	4	Fluorescente T5 16mm	28	0,00137	0,15

Período Facturado			Energía Consumida KWh Ascensores +	Energía Consumida KWh Iluminación	Energía Consumida KWh Ascensores
Del	Al	nº de días			
25/11/2010	27/01/2011	63	5.836,25	857,92	4.978,33
27/01/2011	25/03/2011	57	5.050,66	776,22	4.274,44
25/03/2011	26/05/2011	62	5.221,48	844,31	4.377,18
26/05/2011	27/07/2011	62	4.854,48	844,31	4.010,18
27/07/2011	27/09/2011	62	4.248,48	844,31	3.404,18
27/09/2011	25/11/2011	59	5.017,19	803,45	4.213,73
Total Anual		365	30.228,55	4.970,51	25.258,04

### NICOLAS ALCORTA 3

#### INICIAL

	Nº	Tipo	Potencia (W)	Horas encendidas/día	Consumo al día (Wh)
Portal	4	Incandescentes	60	15,5	3720
	5	Bajo Consumo	11	15,5	852,50
	4	Fluorescentes	40	24	3.840,00
Portería	1	Fluorescentes	40	7	280,00
Entreplanta	3	Fluorescentes	40	24	2.880,00
	2	Bajo Consumo	11	24	528,00
Escaleras Garajes	9	Fluorescentes	40	24	8.640,00
Escaleras pisos	17	Fluorescentes	40	24	16.320,00
	34	Incandescentes	60	0,99555	2.030,92
Contadores	4	Fluorescentes	40	24	3.840,00

Período Facturado			Energía Consumida KWh Ascensores + iluminación	Energía Consumida KWh Iluminación	Energía Consumida KWh Ascensores
Del	Al	nº de días			
25/11/2010	27/01/2011	63	10.115	2.704,68	7.410,32
27/01/2011	25/03/2011	57	9.039	2.447,09	6.591,91
25/03/2011	26/05/2011	62	9.491	2.661,75	6.829,25
26/05/2011	27/07/2011	62	9.319	2.661,75	6.657,25
27/07/2011	27/09/2011	62	8.426	2.661,75	5.764,25
27/09/2011	25/11/2011	59	8.980	2.532,95	6.447,05
Total Anual		365	55.370,00	15.669,97	39.700,03

#### FINAL DESPUÉS DE LA SUSTITUCIÓN DE LAS LÁMPARAS

	Nº	Tipo	Potencia (W)	Horas encendidas/día	Consumo al día (Wh)
Portal	4	Bajo Consumo	11	15,5	682
	5	Bajo Consumo	11	15,5	852,50
	4	Fluorescente T5 16mm	28	24	2.688,00
Portería	1	Fluorescente T5 16mm	28	7	196,00
Entreplanta	3	Fluorescente T5 16mm	28	24	2.016,00
	2	Bajo Consumo	11	24	528,00
Escaleras Garajes	9	Fluorescente T5 16mm	28	24	6.048,00
Escaleras pisos	17	Fluorescente T5 16mm	28	1,0666	507,70
	34	Bajo Consumo	11	0,266	99,48
Contadores	4	Fluorescente T5 16mm	28	0,00137	0,15

Período Facturado			Energía Consumida KWh Ascensores + iluminación	Energía Consumida KWh Iluminación	Energía Consumida KWh Ascensores
Del	Al	nº de días			
25/11/2010	27/01/2011	63	8.268,24	857,92	7.410,32
27/01/2011	25/03/2011	57	7.368,13	776,22	6.591,91
25/03/2011	26/05/2011	62	7.673,56	844,31	6.829,25
26/05/2011	27/07/2011	62	7.501,56	844,31	6.657,25
27/07/2011	27/09/2011	62	6.608,56	844,31	5.764,25
27/09/2011	25/11/2011	59	7.250,50	803,45	6.447,05
Total Anual		365	44.670,54	4.970,51	39.700,03

### NICOLAS ALCORTA 4

#### INICIAL

	Nº	Tipo	Potencia (W)	Horas encendidas/día	Consumo al día (Wh)
Portal	4	Incandescentes	60	15,5	3720
	5	Bajo Consumo	11	15,5	852,50
	4	Fluorescentes	40	24	3.840,00
Portería	1	Fluorescentes	40	7	280,00
Entreplanta	3	Fluorescentes	40	24	2.880,00
	2	Bajo Consumo	11	24	528,00
Escaleras Garajes	9	Fluorescentes	40	24	8.640,00
Escaleras pisos	16	Fluorescentes	40	24	15.360,00
	32	Incandescentes	60	0,99555	1.911,46
Contadores	4	Fluorescentes	40	24	3.840,00

Período Facturado			Energía Consumida KWh Ascensores + iluminación	Energía Consumida KWh Iluminación	Energía Consumida KWh Ascensores
Del	Al	nº de días			
25/11/2010	27/01/2011	63	8.568,00	2.636,67	5.931,33
27/01/2011	25/03/2011	57	7.348,00	2.385,56	4.962,44
25/03/2011	26/05/2011	62	7.456,00	2.594,82	4.861,18
26/05/2011	27/07/2011	62	7.429,00	2.594,82	4.834,18
27/07/2011	27/09/2011	62	6.781,00	2.594,82	4.186,18
27/09/2011	25/11/2011	59	7.149,00	2.469,27	4.679,73
Total Anual		365	44.731,00	15.275,96	29.455,04

#### FINAL DESPUÉS DE LA SUSTITUCIÓN LÁMPARAS

	Nº	Tipo	Potencia (W)	Horas encendidas/día	Consumo al día (Wh)
Portal	4	Bajo Consumo	11	15,5	682
	5	Bajo Consumo	11	15,5	852,50
	4	Fluorescente T5 16mm	28	24	2.688,00
Portería	1	Fluorescente T5 16mm	28	7	196,00
Entreplanta	3	Fluorescente T5 16mm	28	24	2.016,00
	2	Bajo Consumo	11	24	528,00
Escaleras Garajes	9	Fluorescente T5 16mm	28	24	6.048,00
Escaleras pisos	16	Fluorescente T5 16mm	28	1,0666	477,84
	32	Bajo Consumo	11	0,266	93,63
Contadores	4	Fluorescente T5 16mm	28	0,00137	0,15

Período Facturado			Energía Consumida KWh Ascensores + iluminación	Energía Consumida KWh Iluminación	Energía Consumida KWh Ascensores
Del	Al	nº de días			
25/11/2010	27/01/2011	63	6.787,00	855,67	5.931,33
27/01/2011	25/03/2011	57	5.736,62	774,18	4.962,44
25/03/2011	26/05/2011	62	5.703,27	842,09	4.861,18
26/05/2011	27/07/2011	62	5.676,27	842,09	4.834,18
27/07/2011	27/09/2011	62	5.028,27	842,09	4.186,18
27/09/2011	25/11/2011	59	5.481,08	801,35	4.679,73
Total Anual		365	34.412,51	4.957,47	29.455,04

## NICOLAS ALCORTA 5

### INICIAL

	Nº	Tipo	Potencia (W)	Horas encendidas/día	Consumo al día (Wh)
Portal	4	Incandescentes	60	15,5	3720
	5	Bajo Consumo	11	15,5	852,50
	4	Fluorescentes	40	24	3.840,00
Portería	1	Fluorescentes	40	7	280,00
Entreplanta	3	Fluorescentes	40	24	2.880,00
	2	Bajo Consumo	11	24	528,00
Escaleras Garajes	9	Fluorescentes	40	24	8.640,00
Escaleras pisos	17	Fluorescentes	40	24	16.320,00
	34	Incandescentes	60	0,99555	2.030,92
Contadores	4	Fluorescentes	40	24	3.840,00

Período Facturado			Energía Consumida KWh Ascensores + iluminación	Energía Consumida KWh Iluminación	Energía Consulida KWh Ascensores
Del	Al	nº de días			
25/11/2010	27/01/2011	63	9.091	2.704,68	6.386,32
27/01/2011	25/03/2011	57	8.268	2.447,09	5.820,91
25/03/2011	26/05/2011	62	8.379	2.661,75	5.717,25
26/05/2011	27/07/2011	62	8.098	2.661,75	5.436,25
27/07/2011	27/09/2011	62	7.184	2.661,75	4.522,25
27/09/2011	25/11/2011	59	7.873	2.532,95	5.340,05
Total Anual		365	48.893,00	15.669,97	33.223,03

### FINAL DESPUÉS DE LA SUSTITUCIÓN LÁMPARAS

	Nº	Tipo	Potencia (W)	Horas encendidas/día	Consumo al día (Wh)
Portal	4	Bajo Consumo	11	15,5	682
	5	Bajo Consumo	11	15,5	852,50
	4	Fluorescente T5 16mm	28	24	2.688,00
Portería	1	Fluorescente T5 16mm	28	7	196,00
Entreplanta	3	Fluorescente T5 16mm	28	24	2.016,00
	2	Bajo Consumo	11	24	528,00
Escaleras Garajes	9	Fluorescente T5 16mm	28	24	6.048,00
Escaleras pisos	17	Fluorescente T5 16mm	28	1,0666	507,70
	34	Bajo Consumo	11	0,266	99,48
Contadores	4	Fluorescente T5 16mm	28	0,00137	0,15

Período Facturado			Energía Consumida KWh Ascensores +	Energía Consumida KWh Iluminación	Energía Consulida KWh Ascensores
Del	Al	nº de días			
25/11/2010	27/01/2011	63	7.244,24	857,92	6.386,32
27/01/2011	25/03/2011	57	6.597,13	776,22	5.820,91
25/03/2011	26/05/2011	62	6.561,56	844,31	5.717,25
26/05/2011	27/07/2011	62	6.280,56	844,31	5.436,25
27/07/2011	27/09/2011	62	5.366,56	844,31	4.522,25
27/09/2011	25/11/2011	59	6.143,50	803,45	5.340,05
Total Anual		365	38.193,54	4.970,51	33.223,03

NICOLAS ALCORTA 7

INICIAL

	Nº	Tipo	Potencia (W)	Horas encendidas /día	Consumo al día (Wh)
Portal	4	Incandescentes	60	15,5	3720
	5	Bajo Consumo	11	15,5	852,50
	4	Fluorescentes	40	24	3.840,00
Portería	1	Fluorescentes	40	7	280,00
Entreplanta	3	Fluorescentes	40	24	2.880,00
	2	Bajo Consumo	11	24	528,00
Escaleras Garajes	9	Fluorescentes	40	24	8.640,00
Escaleras pisos	18	Fluorescentes	40	24	17.280,00
	36	Incandescentes	60	0,99555	2.150,39
Contadores	4	Fluorescentes	40	24	3.840,00

Período Facturado			Energía Consumida KWh Ascensores + iluminación	Energía Consumida KWh Iluminación	Energía Consumida KWh Ascensores
Del	Al	nº de días			
25/11/2010	27/01/2011	63	8.127,00	2.772,69	5.354,31
27/01/2011	25/03/2011	57	6.643,00	2.508,62	4.134,38
25/03/2011	26/05/2011	62	7.130,00	2.728,68	4.401,32
26/05/2011	27/07/2011	62	6.818,00	2.728,68	4.089,32
27/07/2011	27/09/2011	62	6.310,00	2.728,68	3.581,32
27/09/2011	25/11/2011	59	6.670,00	2.596,64	4.073,36
Total Anual		365	41.698,00	16.063,97	25.634,03

FINAL DESPUÉS DE LA SUSTITUCIÓN LÁMPARAS

	Nº	Tipo	Potencia (W)	Horas encendidas /día	Consumo al día (Wh)
Portal	4	Bajo Consumo	11	15,5	682
	5	Bajo Consumo	11	15,5	852,50
	4	Fluorescente T5 16mm	28	24	2.688,00
Portería	1	Fluorescente T5 16mm	28	7	196,00
Entreplanta	3	Fluorescente T5 16mm	28	24	2.016,00
	2	Bajo Consumo	11	24	528,00
Escaleras Garajes	9	Fluorescente T5 16mm	28	24	6.048,00
Escaleras pisos	18	Fluorescente T5 16mm	28	1,0666	537,57
	36	Bajo Consumo	11	0,266	105,34
Contadores	4	Fluorescente T5 16mm	28	0,00137	0,15

Período Facturado			Energía Consumida KWh Ascensores +	Energía Consumida KWh Iluminación	Energía Consumida KWh Ascensores
Del	Al	nº de días			
25/11/2010	27/01/2011	63	6.214,49	860,17	5.354,31
27/01/2011	25/03/2011	57	4.912,63	778,25	4.134,38
25/03/2011	26/05/2011	62	5.247,85	846,52	4.401,32
26/05/2011	27/07/2011	62	4.935,85	846,52	4.089,32
27/07/2011	27/09/2011	62	4.427,85	846,52	3.581,32
27/09/2011	25/11/2011	59	4.878,92	805,56	4.073,36
Total Anual		365	30.617,57	4.983,55	25.634,03

## JUAN DE GARAY 2

### INICIAL

	Nº	Tipo	Potencia (W)	Horas encendidas/día	Consumo al día (Wh)
Portal	4	Incandescentes	60	15,5	3720
	5	Bajo Consumo	11	15,5	852,50
	4	Fluorescentes	40	24	3.840,00
Portería	1	Fluorescentes	40	7	280,00
Entreplanta	3	Fluorescentes	40	24	2.880,00
	2	Bajo Consumo	11	24	528,00
Escaleras Garajes	9	Fluorescentes	40	24	8.640,00
Escaleras pisos	17	Fluorescentes	40	24	16.320,00
	34	Incandescentes	60	0,99555	2.030,92
Contadores	4	Fluorescentes	40	24	3.840,00

Período Facturado			Energía Consumida KWh Ascensores + iluminación	Energía Consumida KWh Iluminación	Energía Consumida KWh Ascensores
Del	Al	nº de días			
25/11/2010	27/01/2011	63	7.900	2.704,68	5.195,32
27/01/2011	25/03/2011	57	7.386	2.447,09	4.938,91
25/03/2011	26/05/2011	62	7.892	2.661,75	5.230,25
26/05/2011	27/07/2011	62	7.866	2.661,75	5.204,25
27/07/2011	27/09/2011	62	7.326	2.661,75	4.664,25
27/09/2011	25/11/2011	59	7.228	2.532,95	4.695,05
Total Anual		365	45.598,00	15.669,97	29.928,03

### FINAL DESPUÉS DE LA SUSTITUCIÓN LÁMPARAS

	Nº	Tipo	Potencia (W)	Horas encendidas/día	Consumo al día (Wh)
Portal	4	Bajo Consumo	11	15,5	682
	5	Bajo Consumo	11	15,5	852,50
	4	luorescente T5 16mr	28	24	2.688,00
Portería	1	luorescente T5 16mr	28	7	196,00
Entreplanta	3	luorescente T5 16mr	28	24	2.016,00
	2	Bajo Consumo	11	24	528,00
Escaleras Garajes	9	luorescente T5 16mr	28	24	6.048,00
Escaleras pisos	17	luorescente T5 16mr	28	1,0666	507,70
	34	Bajo Consumo	11	0,266	99,48
Contadores	4	luorescente T5 16mr	28	0,00137	0,15

Período Facturado			Energía Consumida KWh Ascensores + iluminación	Energía Consumida KWh Iluminación	Energía Consumida KWh Ascensores
Del	Al	nº de días			
25/11/2010	27/01/2011	63	6.053,24	857,92	5.195,32
27/01/2011	25/03/2011	57	5.715,13	776,22	4.938,91
25/03/2011	26/05/2011	62	6.074,56	844,31	5.230,25
26/05/2011	27/07/2011	62	6.048,56	844,31	5.204,25
27/07/2011	27/09/2011	62	5.508,56	844,31	4.664,25
27/09/2011	25/11/2011	59	5.498,50	803,45	4.695,05
Total Anual		365	34.898,54	4.970,51	29.928,03

Como se observa en las tablas, cambiando las luminarias por otras más eficientes, reduciendo el tiempo de los detectores de presencia y poniendo detectores en algunas zonas, se consigue una disminución de la energía consumida en torno al 23%.

#### 4. EMISIONES DE CO<sub>2</sub>

Para calcular las emisiones anuales de Kg. de CO<sub>2</sub>, se tiene en cuenta las “Emisiones evitadas calculadas con el factor de emisión eléctrico 2010: 0,231 Kg. CO<sub>2</sub>/kWh (fuente: UNESA)”, multiplicando el consumo por ese valor.

En la siguiente tabla se muestra el porcentaje la energía final y los Kg. CO<sub>2</sub>.

	Ahorro consumo eléctrico anual KWh				Emisiones anuales kg CO <sub>2</sub>	
	Antes	Después	Ahorro en Kwh	%	Antes	Después
<b>Nicolás Alcorta 1</b>	40.891,00	30.191,54	10.699,46	26,17	9.445,82	6.974,25
<b>Nicolás Alcorta 2</b>	40.534,00	30.228,55	10.305,45	25,42	9.363,35	6.982,79
<b>Nicolás Alcorta 3</b>	55.370,00	44.670,54	10.699,46	19,32	12.790,47	10.318,90
<b>Nicolás Alcorta 4</b>	44.731,00	34.412,51	10.318,49	23,07	10.332,86	7.949,29
<b>Nicolás Alcorta 5</b>	48.893,00	38.193,54	10.699,46	21,88	11.294,28	8.822,71
<b>Nicolás Alcorta 7</b>	41.698,00	30.617,57	11.080,43	26,57	9.632,24	7.072,66
<b>Juan de Garay 2</b>	45.598,00	30.228,55	15.369,45	33,71	10.533,14	6.982,79

# **PARTE II**

## **INSTALACIÓN SOLAR PARA EL SUMINISTRO DE AGUA CALIENTE SANITARIA**

---

## 1. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instalación solar térmica estará constituida por un conjunto de componentes encargados de realizar las funciones de captar la radiación solar, transformarla directamente en energía térmica cediéndola a un fluido de trabajo y, por último almacenar dicha energía térmica de forma eficiente, bien en el mismo fluido de trabajo de los captadores, o bien transferirla a otro, para poder utilizarla después en los puntos de consumo. Dicho sistema se complementa con una producción de energía térmica por sistema convencional auxiliar que puede o no estar integrada dentro de la misma instalación. Los sistemas que conformarán la instalación solar térmica para agua caliente son los siguientes:

- a. Un sistema de captación formado por los captadores solares, encargado de transformar la radiación solar incidente en energía térmica de forma que se calienta el fluido de trabajo que circula por ellos.
- b. Un sistema de acumulación constituido por uno o varios depósitos que almacenan el agua caliente hasta que se precisa su uso.
- c. Un circuito hidráulico constituido por tuberías, bombas, válvulas, etc., que se encarga de establecer el movimiento del fluido caliente hasta el sistema de acumulación.
- d. Un sistema de intercambio que realiza la transferencia de energía térmica captada desde el circuito de captadores, o circuito primario, al agua caliente que se consume.
- e. Un sistema de regulación y control que se encarga por un lado de asegurar el correcto funcionamiento del equipo para proporcionar la máxima energía solar térmica posible y, por otro, actúa como protección frente a la acción de múltiples factores como sobrecalentamientos del sistema, riesgos de congelaciones, etc.

- f. Adicionalmente, se dispone de una caldera de gas natural que se utiliza para complementar la contribución solar suministrando la energía necesaria para cubrir la demanda prevista, garantizando la continuidad del suministro de agua caliente en los casos de escasa radiación solar o demanda superior al previsto.

La instalación solar objeto del presente proyecto está compuesta por los captadores térmicos de alto rendimiento de 2,35 m<sup>2</sup> de superficie útil, un volumen de acumulación de 2.500 litros para cada edificio y el resto de componentes hidráulicos, mecánicos y eléctricos, necesarios para la ejecución de la misma y para su correcto funcionamiento.

El sistema solar se colocará sobre la cubierta transitable. La orientación de los captadores será de 4 grados desfasados respecto del SUR geográfico, siendo mínimas las pérdidas de aprovechamiento de la intensidad de radiación. La inclinación será de 30° para evitar el efecto vela en la estructura siendo casi inapreciable la producción con respecto al ángulo óptimo.

La agrupación de los captadores será mediante baterías de un número variable de paneles conectados en paralelo, en función del edificio. La configuración del trazado de tuberías será en paralelo y retorno invertido, para garantizar el equilibrado hidráulico de la instalación.

Dado que se trata de una vivienda de uso permanente se ha considerado un porcentaje de ocupación del 100% durante todos los meses del año excepto julio y Agosto que se ha considerado una ocupación del 95%.

La Instalación solar térmica se va a realizar para el suministro de agua caliente sanitaria a los siete edificios de viviendas multifamiliares. De acuerdo al CTE en su Documento Básico HE Ahorro de Energía, Sección HE 4 “Contribución solar

mínima de agua caliente sanitaria”, en su apartado 3.1, para valorar las demandas se tomará como valor unitario de consumo 22 l/día por persona por tratarse de un edificio de viviendas multifamiliares. Con el consumo anual de agua caliente obtenido mediante las facturas y el programa F-Chart, para cada edificio se ha obtenido el número de paneles necesarios para cubrir al menos el 30% de de contribución solar mínima de agua caliente, de acuerdo al CTE en su Documento Básico HE Ahorro de Energía, Sección HE 4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria en su apartado 2.1.

La solución adoptada es la de un sistema solar tipo forzado conectado a la dos caldera de gas central situada en uno de los edificios. Los depósitos de acumulación solar en cada uno de los edificios son de 2500 litros. En cada edificio hay 4 acumuladores de 500 litros cada uno, dos para los pisos del 1 al 8 y otros dos para los pisos del 8 al 16 o 17 en su caso.

El apoyo se realizará mediante una caldera de gas centralizada situada en el edificio N°1 de Nicolás Alcorta que proporcione la energía necesaria al agua cuando el aporte solar no sea suficiente. En este tipo de instalación donde el agua de consumo y el apoyo no es individual, es de aplicación la normativa de Legionela y la temperatura de preparación del ACS no puede estar por debajo de 60°C.

## 1.2 RELACIÓN DE EQUIPOS GENERADORES DE ENERGÍA TÉRMICA

Las características del captador solar son las siguientes:

<b>Características del captador solar empleado</b>	
<b>Fabricante:</b>	GRUPO UNISOLAR S.A.
<b>Modelo:</b>	UNISOL PLUS EVO
<b>Superficie del captador (m<sup>2</sup>):</b>	2,60
<b>Largo (m):</b>	2,05
<b>Ancho(m):</b>	1,27
<b>Superficie útil (m<sup>2</sup>)</b>	2,37
<b>Capacidad (litros):</b>	1,25
<b>Caudal de diseño (litros/h):</b>	50,00
<b>Pérdida de carga a Qdis (mm c.a.):</b>	30,00
<b>Factor de eficiencia</b>	0,81
<b>Coef. global de pérdida (W/m<sup>2</sup>°C)</b>	3,50

### 1.2.1 Sistemas de control y su funcionamiento

El sistema de control asegurará el correcto funcionamiento de las instalaciones, procurando obtener un buen aprovechamiento de la energía solar captada y asegurando un uso adecuado de la energía auxiliar. El sistema de regulación y control comprenderá el control de funcionamiento de los circuitos y los sistemas de protección y seguridad contra sobrecalentamientos.

### 1.2.2 Red de distribución de agua

El transporte de energía se realizará por una bomba circuladora de 350W, mediante una red de tuberías de cobre 22 x 20 mm de diámetro exterior x interior. Esta red contará con: *vaso de expansión, filtro, válvulas de corte, vaciado y puntos de toma de datos.*

Las tuberías de la instalación se aislarán térmicamente con coquilla de Armaflex, de espesor nominal de 30 mm, recubierta de pintura protectora exterior del aislante..

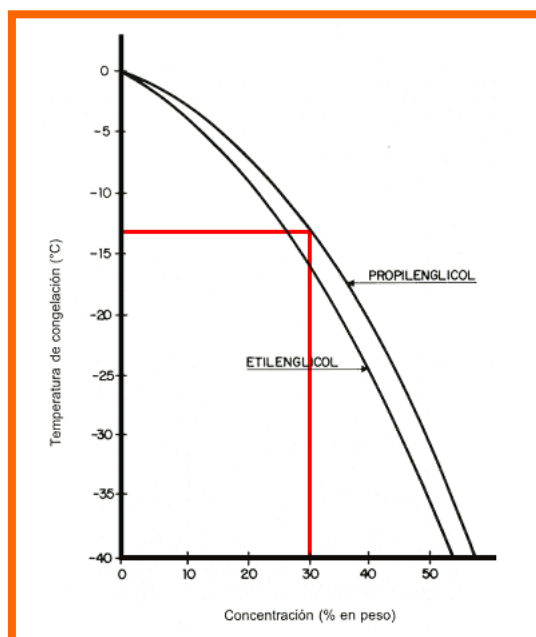
### 1.2.3 Fluido de trabajo.

El fluido caloportador absorbe y transporta por el interior del circuito de tubos del colector, el calor captado por la placa absorbente, que procede del sol. Para posteriormente cederlo al agua de consumo en el intercambiador.

Se debe equipar a la instalación con un sistema que evite la congelación del fluido de trabajo. La solución adoptada es la utilización de mezclas anticongelantes es el propilenglicol.

Se debe escoger la proporción de la mezcla en función de la temperatura mínima histórica de la región, tomando como referencia una temperatura de congelación 5º C menor.

- ✓ Temperatura mínima histórica en Vizcaya: -8ºC



Según el RITE 2007, en las zonas con riesgo de heladas se utilizará agua desmineralizada con anticongelantes e inhibidores de la corrosión no tóxicos. En principio y aunque no se conocen los datos del agua de red del municipio, se considerará que este agua es válida para utilizarla con propilenglicol como fluido de trabajo.

La concentración seleccionada para el proyecto, 35% de propilenglicol, tiene las siguientes características físicas a la temperatura de uso de 45°C:

<b>FLUIDO DEL CIRCUITO PRIMARIO</b>		<b>DENSIDAD (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1013,7
35% Glicol + 65% Agua		<b>VISCOSIDAD DIN. (cP)</b>	1,7
		<b>CAL.ESPECIF. (kJ/kg°C)</b>	3,9
<b>TEMP (°C):</b>	45	<b>Tª CONGELACIÓN (°C)</b>	-16,4
		<b>Tª MÍN. HISTÓRICA (°C)</b>	-8,0

#### **1.2.4 Sistema de acumulación**

El sistema de acumulación estará constituido por un depósito de 2500 litros para el consumo de la vivienda en cada edificio. El depósito estará convenientemente aislado con un aislamiento de 40 mm de poliuretano rígido de 0,023 W/m·K de conductividad térmica, o similar.

#### **1.2.5 Sistema de intercambio**

Según el CTE DB HE 4, la potencia de los intercambiadores será como mínimo de 500 W por m<sup>2</sup> de superficie colectora.

#### **1.2.6 Sistema de apoyo**

El apoyo será individual y se realizará mediante una caldera de gas natural que proporcione la energía necesaria al agua cuando el aporte solar no sea suficiente. De ser necesario, se instalará una válvula de mezcla antes del calentador que lo proteja contra temperaturas de entrada de 60 a 80 °C. A temperaturas entre 45 y 60 °C las calderas no actuarán mientras que a temperaturas inferiores a 45 °C el calentador actuará para que la temperatura de producción de A.C.S. no sea inferior a 45 °C.

#### **1.2.7 Sistema de protección contra sobrecalentamientos**

Para la disipación del calor en los momentos en que supera el calor establecido, se instalará un unitermo.

### **1.2.8 Sistema de protección contra congelaciones**

La protección de la instalación solar, concretamente del captador solar, contra congelaciones se realizará mediante el empleo de un fluido en el circuito primario cuyo punto de congelación sea de 5 °C inferior a la temperatura mínima histórica de la zona.

La instalación tendrá un sistema de llenado para que las posibles pérdidas o fugas accidentales se repongan con el mismo fluido. Los desagües de las válvulas limitadoras de presión evacuarán al depósito del sistema de llenado, evitándose al máximo las pérdidas de fluido primario.

### **1.2.9 Prevención de ruidos y vibraciones**

Para evitar ruidos en tuberías, se efectúa el cálculo de forma que no se sobrepase la velocidad de 2 m/s en ningún tramo. No se prevé ningún tipo de transmisión de ruidos o vibraciones a las viviendas colindantes.

### **1.2.10 Protección del medio ambiente**

La instalación no requiere de medidas especiales para la protección del medio ambiente siempre que el mantenimiento de la misma se realice de forma adecuada. El fluido del circuito primario será una mezcla no tóxica formada por agua y propilenglicol.

### **1.2.11 Medidas de seguridad**

Se aplicarán a la estructura soporte las exigencias del Código Técnico de la Edificación en cuanto a seguridad. El sistema de fijación de captadores

permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transferir cargas que puedan afectar a la integridad de los captadores o al circuito hidráulico.

Los puntos de sujeción del captador serán suficientes en número, teniendo el área de apoyo y posición relativa adecuada, de forma que no se produzcan flexiones en el captador, superiores a las permitidas por el fabricante. Los topes de sujeción de captadores y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los captadores. Se prestará especial atención en la ejecución del montaje de la estructura para evitar la ruptura de la capa impermeabilizante.

#### **1.2.12 Afección de las instalaciones sobre la estructura del edificio**

Para el anclaje sobre cubierta se opta por la solución propuesta por el fabricante de los captadores basada en un kit de bastidor de aluminio con un juego de fijaciones para cubierta mediante lastres de hormigón.

Para que los paneles queden colocados en la cubierta y superen la fuerza del viento, se colocará un lastre necesario para que aguante la estructura.

## **2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**

En este Proyecto se utiliza el programa F-chart, método que permite obtener el aporte solar o contribución solar mínima logrado por una instalación determinada a partir de los datos climatológicos mensuales medios (radiación solar, temperatura de agua fría de red y temperatura ambiente diaria) de la zona en la que se ubica la instalación, de la superficie útil de absorción solar instalada y de la curva de rendimiento del captador solar escogido.

Para emplear el método F-chart se utilizan datos mensuales medios meteorológicos, y es perfectamente válido para determinar el rendimiento o factor de cobertura solar en instalaciones de calentamiento, en todo tipo de edificios, mediante captadores solares planos.

Su aplicación sistemática consiste en identificar las variables adimensionales del sistema de calentamiento solar y utilizar la simulación de funcionamiento mediante ordenador, para dimensionar las correlaciones entre estas variables y el rendimiento medio del sistema para un dilatado período de tiempo.

Mediante la factura anual del agua caliente de todos los edificios, he estimado el consumo al día de agua caliente, dato que he introducido en el f-chart.

Del 15/10/2010 al 15/10/2011	Nº Pisos	Nº Viviendas	Consumo de Agua (m <sup>3</sup> )			
			Fria	Caliente	Total	Consumo medio vivienda
Juan de Garay, 2	16	66	5.473	2.622	8.095	122,65
Nicolás Alcorta, 1	17	70	4.827	2.142	6.969	99,56
Nicolás Alcorta, 3	17	70	5.405	2.083	7.488	106,97
Nicolás Alcorta, 5	17	70	4.992	2.540	7.532	107,60
Nicolás Alcorta, 7	17	70	5.385	2.291	7.676	109,66
Nicolás Alcorta, 2	15	62	4.206	1.618	5.824	93,94
Nicolás Alcorta, 4	15	62	4.897	2.519	7.416	119,61
<b>Totales</b>		<b>470</b>	<b>35.185</b>	<b>15.815</b>	<b>51.000</b>	<b>108,51</b>
<b>Factura Consorcio de Aguas</b>						
75.441,66 €						
Precio medio m3	<b>1,47925</b>					

Según el CTE para Bilbao por estar en zona I el aporte mínimo de agua caliente mediante energía solar es de 30%. En todos los casos se cumple ese

porcentaje a pesar de que no sería necesario debido a que no es un edificio de nueva construcción.

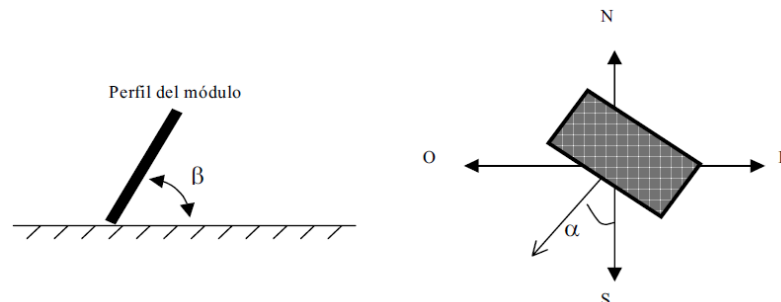
Para los datos de la temperatura de agua de red y temperatura ambiente se consideran los datos del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Energía Solar de baja Temperatura del IDAE. La localidad es Bilbao de la que se disponen datos de altitud 32 m, Latitud 43.3°, Longitud 3°W.

## 2.1 CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN

El objeto de este apartado es determinar los límites en la orientación e inclinación de los módulos de acuerdo a las pérdidas máximas permisibles. Las pérdidas por este concepto se calcularán en función de:

- a) Ángulo de inclinación,  $\beta$  definido como el ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal.
- b) Ángulo de azimut,  $\alpha$  definido como el ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del módulo y el meridiano del lugar.

Para el caso general, las pérdidas máximas por este concepto son del 10%, para superposición del 20% y para integración arquitectónica del 40%.



Se considerará como la orientación óptima el sur y la inclinación óptima, dependiendo del periodo de utilización, uno de los valores siguientes:

- a) demanda constante anual: la latitud geográfica;
- b) demanda preferente en invierno: la latitud geográfica + 10°;
- c) demanda preferente en verano: la latitud geográfica – 10°.

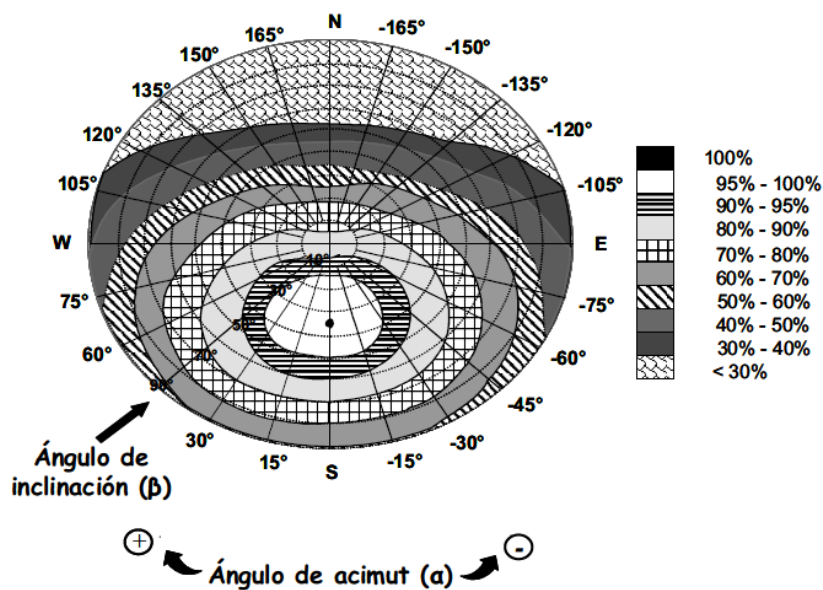


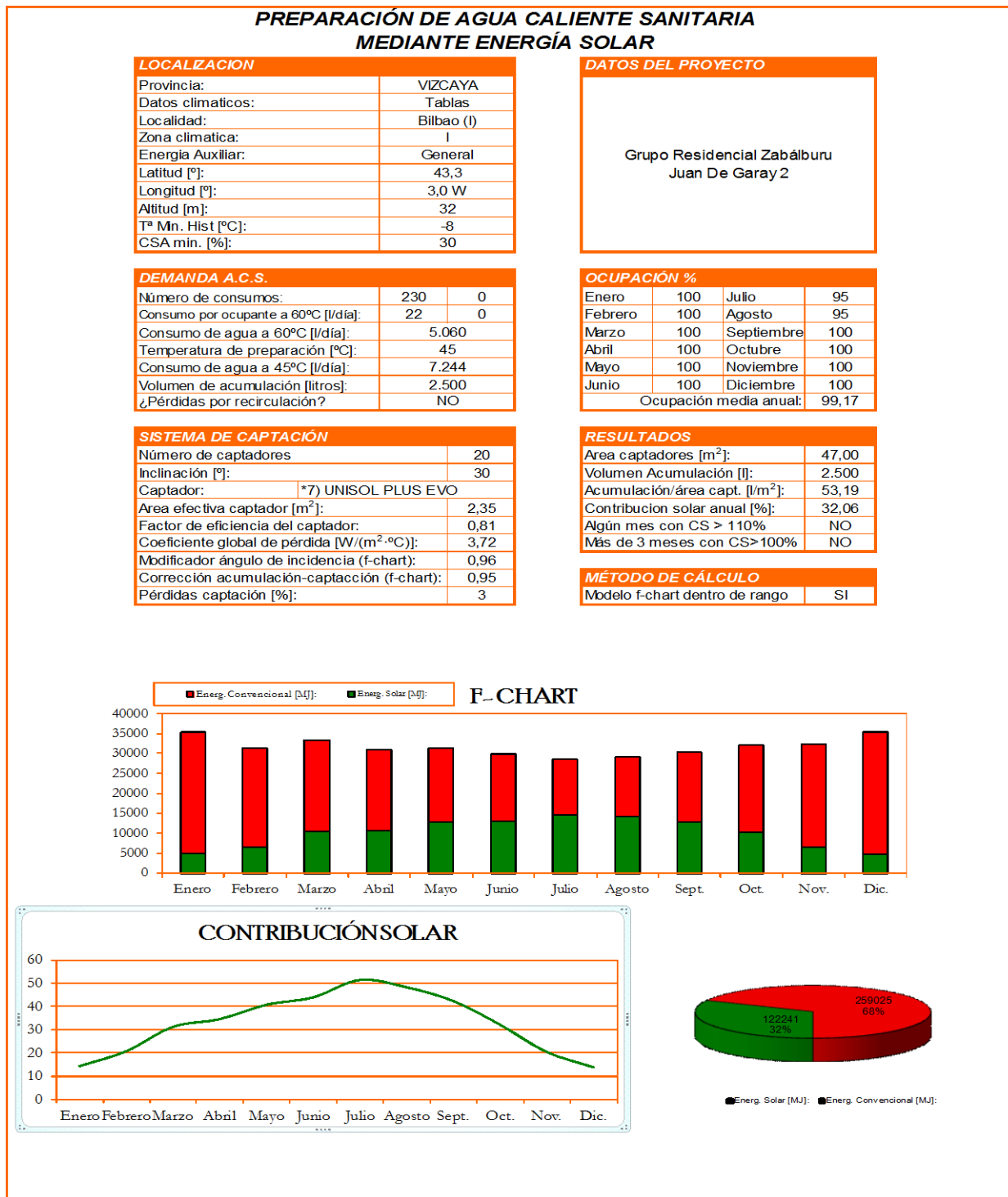
Figura 3.3  
Porcentaje de energía respecto al máximo como consecuencia de las pérdidas por orientación e inclinación.

La inclinación de los paneles es de 30° y el azimut de 4°, con lo q las pérdidas son menores al 5%.

En cuanto a pérdidas por sombras no las tendremos en cuenta ya que las viviendas de estudio, en su orientación favorable no se ven interrumpidas por ninguna edificación.

## 2.2 CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN

A continuación se muestran los cálculos con el programa *F-chart* para cada edificio:



### PREPARACIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA MEDIANTE ENERGÍA SOLAR

LOCALIZACIÓN	
Provincia:	VIZCAYA
Datos climáticos:	Tablas
Localidad:	Bilbao (I)
Zona climática:	I
Energía Auxiliar:	General
Latitud [°]:	43,3
Longitud [°]:	3,0 W
Altitud [m]:	32
Tª Min. Hist [°C]:	-8
CSA min. [%]:	30

DEMANDA A.C.S.	
Número de consumos:	185 0
Consumo por ocupante a 60°C [l/día]:	22 0
Consumo de agua a 60°C [l/día]:	4.070
Temperatura de preparación [°C]:	45
Consumo de agua a 45°C [l/día]:	5.827
Volumen de acumulación [litros]:	2.500
¿Pérdidas por recirculación?	NO

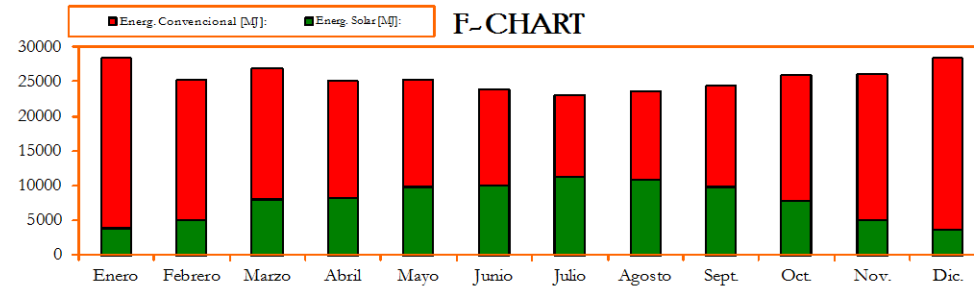
SISTEMA DE CAPTACIÓN	
Número de captadores	15
Inclinación [°]:	30
Captador:	*7) UNISOL PLUS EVO
Area efectiva captador [m²]:	2,35
Factor de eficiencia del captador:	0,81
Coefficiente global de pérdida [W/(m²·°C)]:	3,72
Modificador ángulo de incidencia (f-chart):	0,96
Corrección acumulación-captación (f-chart):	0,95
Pérdidas captación [%]:	3

DATOS DEL PROYECTO	
Grupo Residencial Zabáburu. Nicolás Alcorta 1	

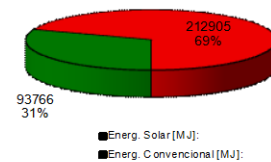
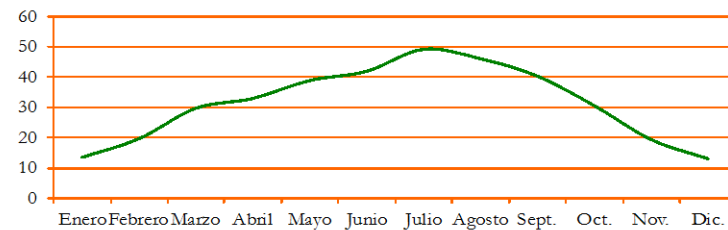
OCUPACIÓN %			
Enero	100	Julio	95
Febrero	100	Agosto	95
Marzo	100	Septiembre	100
Abril	100	Octubre	100
Mayo	100	Noviembre	100
Junio	100	Diciembre	100
Ocupación media anual: 99,17			

RESULTADOS	
Area captadores [m²]:	35,25
Volumen Acumulación [l]:	2.500
Acumulación/area capt. [l/m²]:	70,92
Contribución solar anual [%]:	30,58
Algún mes con CS > 110%:	NO
Más de 3 meses con CS > 100%:	NO

MÉTODO DE CÁLCULO	
Modelo f-chart dentro de rango	SI



#### CONTRIBUCIÓN SOLAR



### PREPARACIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA MEDIANTE ENERGÍA SOLAR

LOCALIZACIÓN	
Provincia:	VIZCAYA
Datos climáticos:	Tablas
Localidad:	Bilbao (I)
Zona climática:	I
Energía Auxiliar:	General
Latitud [°]:	43,3
Longitud [°]:	3,0 W
Altitud [m]:	32
Tª Min. Hist [°C]:	-8
CSA min. [%]:	30

DEMANDA A.C.S.	
Número de consumos:	220 0
Consumo por ocupante a 60°C [l/día]:	22 0
Consumo de agua a 60°C [l/día]:	4.840
Temperatura de preparación [°C]:	45
Consumo de agua a 45°C [l/día]:	6.929
Volumen de acumulación [litros]:	2.500
¿Pérdidas por recirculación?	NO

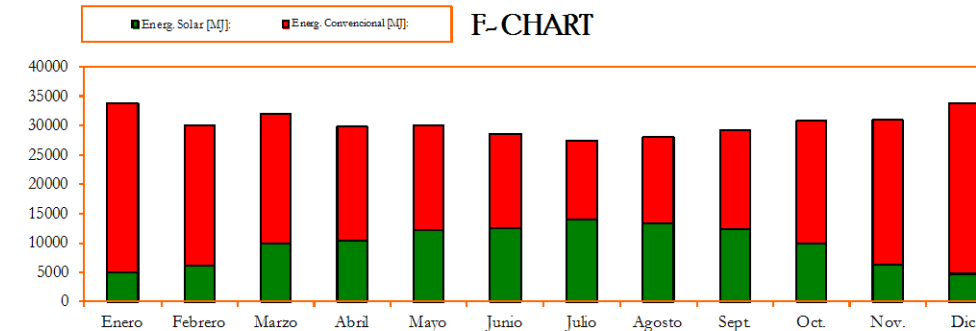
SISTEMA DE CAPTACIÓN	
Número de captadores	18
Inclinación [°]:	30
Captador:	UNISOL PLUS EVO
Area efectiva captador [m²]:	2,37
Factor de eficiencia del captador:	0,81
Coefficiente global de pérdida [W/(m²·°C)]:	3,50
Modificador ángulo de incidencia (f-chart):	0,96
Corrección acumulación-captación (f-chart):	0,95
Pérdidas captación [%]:	0,1

DATOS DEL PROYECTO	
Grupo Residencial Zabáburu Nicolás Alcorta 2	

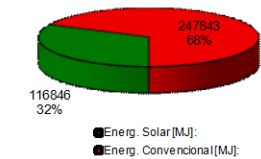
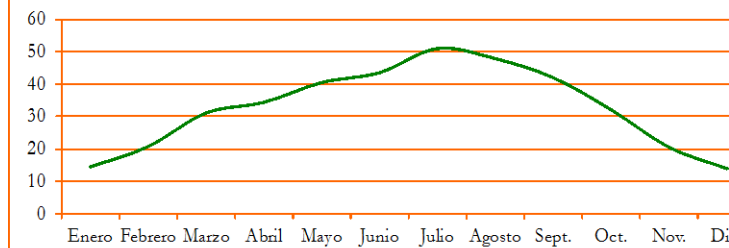
OCUPACIÓN %			
Enero	100	Julio	95
Febrero	100	Agosto	95
Marzo	100	Septiembre	100
Abril	100	Octubre	100
Mayo	100	Noviembre	100
Junio	100	Diciembre	100
Ocupación media anual: 99,17			

RESULTADOS	
Area captadores [m²]:	42,66
Volumen Acumulación [l]:	2.500
Acumulación/area capt. [l/m²]:	58,60
Contribución solar anual [%]:	32,04
Algún mes con CS > 110%:	NO
Más de 3 meses con CS > 100%:	NO

MÉTODO DE CÁLCULO	
Modelo f-chart dentro de rango	SI



#### CONTRIBUCIÓN SOLAR



**PREPARACIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA  
MEDIANTE ENERGÍA SOLAR**

LOCALIZACIÓN	
Provincia:	VIZCAYA
Datos climáticos:	Tablas
Localidad:	Bilbao (I)
Zona climática:	I
Energía Auxiliar:	General
Latitud [°]:	43,3
Longitud [°]:	3,0 W
Altitud [m]:	32
Tª Min. Hist [°C]:	-8
CSA min. [%]:	30

DATOS DEL PROYECTO	
Grupo Residencial Zabálburu Nicolás Alcorta 3	

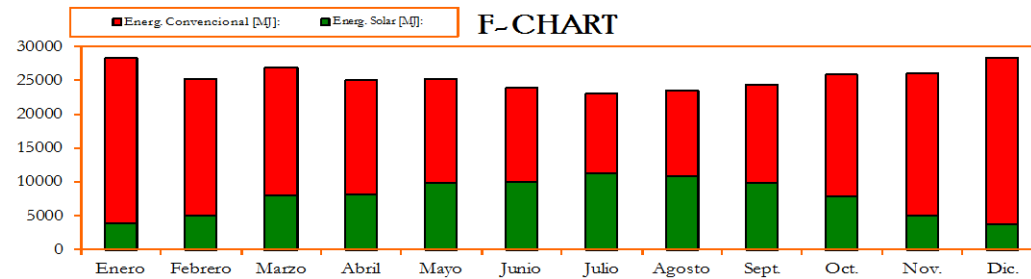
DEMANDA A.C.S.		
Número de consumos:	185	0
Consumo por ocupante a 60°C [l/día]:	22	0
Consumo de agua a 60°C [l/día]:	4.070	
Temperatura de preparación [°C]:	45	
Consumo de agua a 45°C [l/día]:	5.827	
Volumen de acumulación [litros]:	2.500	
¿Pérdidas por recirculación?:	NO	

OCUPACIÓN %			
Enero	100	Julio	95
Febrero	100	Agosto	95
Marzo	100	Septiembre	100
Abril	100	Octubre	100
Mayo	100	Noviembre	100
Junio	100	Diciembre	100
Ocupación media anual: 99,17			

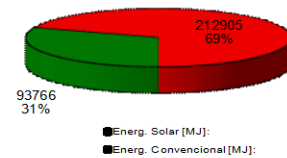
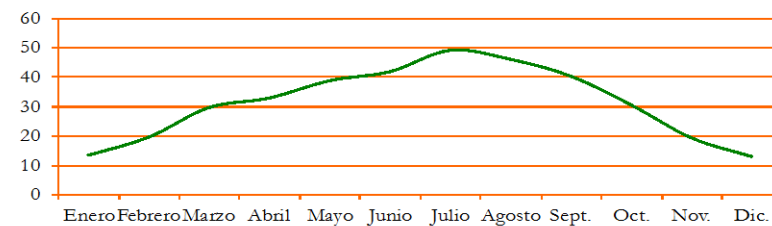
SISTEMA DE CAPTACIÓN	
Número de captadores	15
Inclinación [°]:	30
Captador:	*7) UNISOL PLUS EVO
Area efectiva captador [m²]:	2,35
Factor de eficiencia del captador:	0,81
Coefficiente global de pérdida [W/(m²·°C)]:	3,72
Modificador ángulo de incidencia (f-chart):	0,96
Corrección acumulación-captación (f-chart):	0,95
Pérdidas captación [%]:	3

RESULTADOS	
Area captadores [m²]:	35,25
Volumen Acumulación [l]:	2.500
Acumulación/área capt. [l/m²]:	70,92
Contribución solar anual [%]:	30,58
Algún mes con CS > 110%:	NO
Más de 3 meses con CS>100%:	NO

MÉTODO DE CÁLCULO	
Modelo f-chart dentro de rango	SI



**CONTRIBUCIÓN SOLAR**



**PREPARACIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA  
MEDIANTE ENERGÍA SOLAR**

LOCALIZACIÓN	
Provincia:	VIZCAYA
Datos climáticos:	Tablas
Localidad:	Bilbao (I)
Zona climática:	I
Energía Auxiliar:	General
Latitud [°]:	43,3
Longitud [°]:	3,0 W
Altitud [m]:	32
Tª Min. Hist [°C]:	-8
CSA min. [%]:	30

DATOS DEL PROYECTO	
Grupo Residencial Zabálburu Nicolás Alcorta 4	

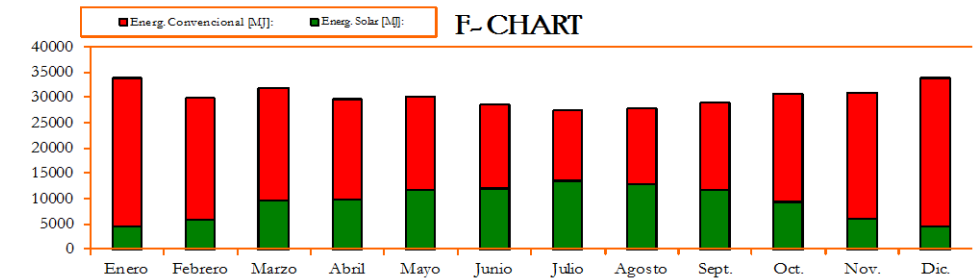
DEMANDA A.C.S.		
Número de consumos:	220	0
Consumo por ocupante a 60°C [l/día]:	22	0
Consumo de agua a 60°C [l/día]:	4.840	
Temperatura de preparación [°C]:	45	
Consumo de agua a 45°C [l/día]:	6.929	
Volumen de acumulación [litros]:	2.500	
¿Pérdidas por recirculación?:	NO	

OCUPACIÓN %			
Enero	100	Julio	95
Febrero	100	Agosto	95
Marzo	100	Septiembre	100
Abril	100	Octubre	100
Mayo	100	Noviembre	100
Junio	100	Diciembre	100
Ocupación media anual: 99,17			

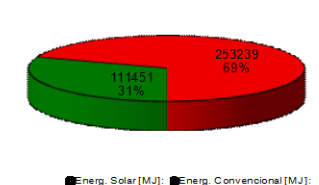
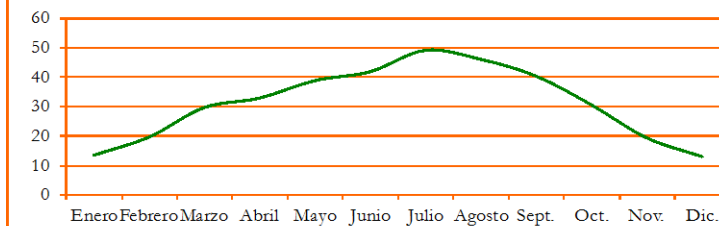
SISTEMA DE CAPTACIÓN	
Número de captadores	18
Inclinación [°]:	30
Captador:	*7) UNISOL PLUS EVO
Area efectiva captador [m²]:	2,35
Factor de eficiencia del captador:	0,81
Coefficiente global de pérdida [W/(m²·°C)]:	3,72
Modificador ángulo de incidencia (f-chart):	0,96
Corrección acumulación-captación (f-chart):	0,95
Pérdidas captación [%]:	3

RESULTADOS	
Area captadores [m²]:	42,30
Volumen Acumulación [l]:	2.500
Acumulación/área capt. [l/m²]:	59,10
Contribución solar anual [%]:	30,56
Algún mes con CS > 110%:	NO
Más de 3 meses con CS>100%:	NO

MÉTODO DE CÁLCULO	
Modelo f-chart dentro de rango	SI



**CONTRIBUCIÓN SOLAR**



### PREPARACIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA MEDIANTE ENERGÍA SOLAR

LOCALIZACIÓN	
Provincia:	VIZCAYA
Datos climáticos:	Tablas
Localidad:	Bilbao (I)
Zona climática:	I
Energía Auxiliar:	General
Latitud [°]:	43,3
Longitud [°]:	3,0 W
Altitud [m]:	32
Tª Min. Hist [°C]:	-8
CSA min. [%]:	30

DEMANDA A.C.S.		
Número de consumos:	225	0
Consumo por ocupante a 60°C [l/día]:	22	0
Consumo de agua a 60°C [l/día]:	4.950	
Temperatura de preparación [°C]:	45	
Consumo de agua a 45°C [l/día]:	7.087	
Volumen de acumulación [litros]:	2.500	
¿Pérdidas por recirculación?	NO	

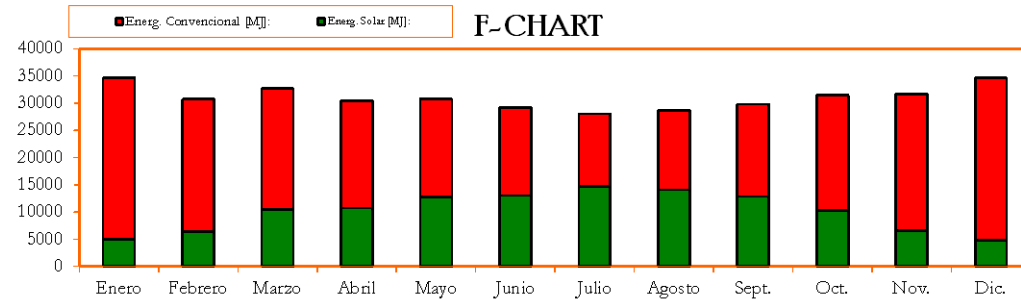
SISTEMA DE CAPTACIÓN	
Número de captadores	20
Inclinación [°]:	30
Captador:	*7) UNISOL PLUS EVO
Area efectiva captador [m²]:	2,35
Factor de eficiencia del captador:	0,81
Coefficiente global de pérdida [W/(m²·°C)]:	3,72
Modificador ángulo de incidencia (f-chart):	0,96
Corrección acumulación-captación (f-chart):	0,95
Pérdidas captación [%]:	3

DATOS DEL PROYECTO	
Grupo Residencial Zabálburu Nicolás Alcorta 5	

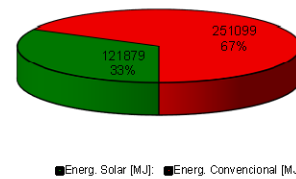
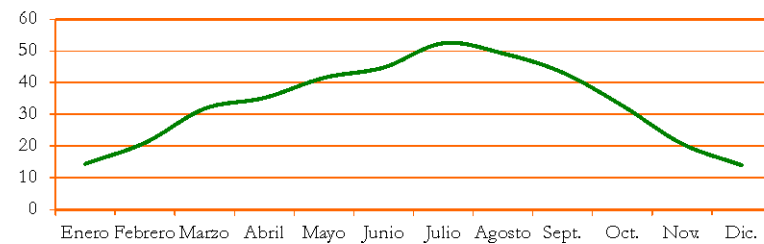
OCUPACIÓN %			
Enero	100	Julio	95
Febrero	100	Agosto	95
Marzo	100	Septiembre	100
Abril	100	Octubre	100
Mayo	100	Noviembre	100
Junio	100	Diciembre	100
Ocupación media anual: 99,17			

RESULTADOS	
Area captadores [m²]:	47,00
Volumen Acumulación [l]:	2.500
Acumulación/área capt. [l/m²]:	53,19
Contribución solar anual [%]:	32,68
Algún mes con CS > 110%:	NO
Más de 3 meses con CS>100%:	NO

MÉTODO DE CÁLCULO	
Modelo f-chart dentro de rango	SI



#### CONTRIBUCIÓN SOLAR



### PREPARACION DE AGUA CALIENTE SANITARIA MEDIANTE ENERGÍA SOLAR

LOCALIZACIÓN	
Provincia:	VIZCAYA
Datos climáticos:	Tablas
Localidad:	Bilbao (I)
Zona climática:	I
Energía Auxiliar:	General
Latitud [°]:	43,3
Longitud [°]:	3,0 W
Altitud [m]:	32
Tª Min. Hist [°C]:	-8
CSA min. [%]:	30

DEMANDA A.C.S.		
Número de consumos:	205	0
Consumo por ocupante a 60°C [l/día]:	22	0
Consumo de agua a 60°C [l/día]:	4.510	
Temperatura de preparación [°C]:	45	
Consumo de agua a 45°C [l/día]:	6.457	
Volumen de acumulación [litros]:	2.500	
¿Pérdidas por recirculación?	NO	

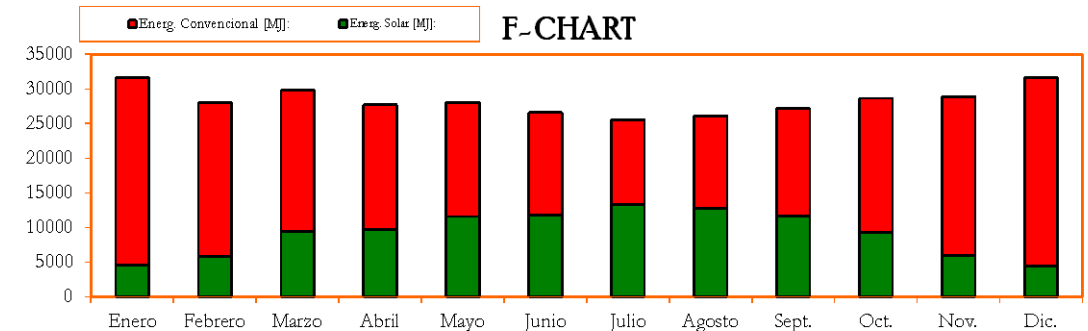
SISTEMA DE CAPTACIÓN	
Número de captadores	18
Inclinación [°]:	30
Captador:	*7) UNISOL PLUS EVO
Area efectiva captador [m²]:	2,35
Factor de eficiencia del captador:	0,81
Coefficiente global de pérdida [W/(m²·°C)]:	3,72
Modificador ángulo de incidencia (f-chart):	0,96
Corrección acumulación-captación (f-chart):	0,95
Pérdidas captación [%]:	3

DATOS DEL PROYECTO	
Grupo Residencial Zabálburu Nicolás Alcorta 7	

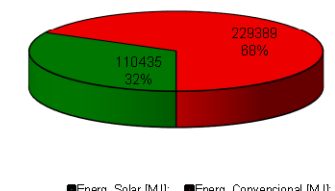
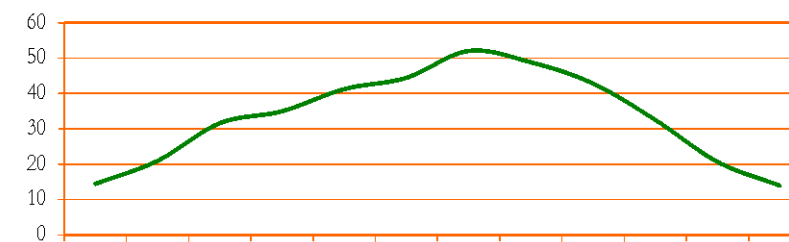
OCUPACIÓN %			
Enero	100	Julio	95
Febrero	100	Agosto	95
Marzo	100	Septiembre	100
Abril	100	Octubre	100
Mayo	100	Noviembre	100
Junio	100	Diciembre	100
Ocupación media anual: 99,17			

RESULTADOS	
Area captadores [m²]:	42,30
Volumen Acumulación [l]:	2.500
Acumulación/área capt. [l/m²]:	59,10
Contribución solar anual [%]:	32,50
Algún mes con CS > 110%:	NO
Más de 3 meses con CS>100%:	NO

MÉTODO DE CÁLCULO	
Modelo f-chart dentro de rango	SI



#### CONTRIBUCIÓN SOLAR



### 2.2.1 Dimensionado del intercambiador de calor.

El diseño de la instalación es con un intercambiador de placas en el circuito primario. Donde se produce el intercambio de calor del primario al secundario, según la H4, se ha de cumplir que

$$P \geq 500 \times A$$

Siendo:

- P potencia mínima del intercambiador (W)
- A área de captadores (m<sup>2</sup>)

$$P \geq 500 * (15 * 2.6) = 19,5 \text{ Kw (edificios con 15 paneles)}$$

$$P \geq 500 * (18 * 2.6) = 23,4 \text{ Kw (edificios con 18 paneles)}$$

$$P \geq 500 * (20 * 2.6) = 26 \text{ Kw (edificios con 20 paneles)}$$

El intercambiador elegido es el S1-12TLA (Anexo de equipos) como se puede observar en la tabla de la hoja siguiente, ya que la potencia es de 26 KW/h (35000 Kcal/h) para el de mayor captación solar, superior a la potencia mínima requerida por el CTE.

### Tabla de Selección

La siguiente tabla representa una rápida guía de selección del intercambiador adecuado para servicio de producción de A.C.S. y está basada en los parámetros siguientes:

- Primario (I) Caldera: Temperatura 85°C/69°C
- Secundario (II) A.C.S.: Temperatura 15°C/50°C

Tipo	Potencia (Kcal/h)	Caudal-I (m3/h)	$\Delta P-I$ (bar)	Caudal-II (m3/h)	$\Delta P-II$ (bar)	S (m2)
S1-9TLA	23.000	1,56	0,16	0,66	0,041	0,12
S1-12TLA	35.000	2,38	0,17	1	0,057	0,16
S1-15TLA	46.000	3,13	0,22	1,32	0,053	0,22
S1-17TLA	57.023	3,88	0,246	1,64	0,062	0,25
S1-21TLA	68.000	4,64	0,242	1,95	0,06	0,30
S1-24TLA	79.000	5,39	0,245	2,27	0,06	0,35
S1-28TLA	90.054	6,14	0,25	2,59	0,07	0,45
S1-33TLA	101.000	6,89	0,26	2,9	0,061	0,50
S1-36TLA	112.000	7,64	0,275	3,22	0,067	0,55

#### CARACTERÍSTICAS:

- Presiones de servicio hasta 16 bar.
- Temperatura de diseño 130°C
- $\Delta P-I$  : Pérdida de carga Lado Caldera
- $\Delta P-II$  : Pérdida de carga Lado A.C.S.
- S = Superficie en m2

### 2.2.2 Cálculo de las redes de tuberías.

El dimensionado de la red de tuberías se realiza de forma que la velocidad máxima del agua en todos los tramos a 2 m/s. La pérdida de carga en todos los tramos se procurará que sea inferior a 40 mm c.a. por metro lineal de conducción.

Obtenemos una tubería de **22 mm de diámetro de cobre** con una velocidad muy inferior a los 2 m/s de límite máximo.

### 2.2.3 Cálculo del vaso de expansión

El dispositivo de expansión cerrado del circuito de captadores deberá estar dimensionado de tal forma que, incluso después de una interrupción del suministro de potencia a la bomba de circulación del circuito de captadores, justo cuando la radiación solar sea máxima, se pueda restablecer la operación automáticamente cuando la potencia esté disponible de nuevo.

Cuando el medio de transferencia de calor pueda evaporarse bajo condiciones de estancamiento, hay que realizar un dimensionado especial del volumen de expansión: Además de dimensionarlo como es usual en sistemas de calefacción cerrados (la expansión del medio de transferencia de calor completo), el depósito de expansión deberá ser capaz de compensar el volumen del medio de transferencia de calor en todo el grupo de captadores completo incluyendo todas las tuberías de conexión entre captadores más un 10 %.

Cálculos del vaso:

Tubería del circuito primaria= 60L (estimación)

Captadores =  $20 \times 1.27 = 25.4$  L

Intercambiador  $\rightarrow$  1 L

TOTAL = 86.4 L

Como el vaso de expansión tiene que estar un 10% por encima del total de litros del circuito primario, elegimos el SOLAR PLUS 105 DE 100L como aparece en la siguiente tabla. Las características del vaso se pueden ver en el Anexo de Equipos.

Modelo Volumen/Litros	D Diámetro mm.	H Altura mm.	h Distancia mm.	Conexión	Nº Artículo
SOLAR PLUS 12	270	270		G ¾"	1010806003
SOLAR PLUS 18	270	350		G ¾"	1010806004
SOLAR PLUS 25	300	392		G ¾"	1010806005
SOLAR PLUS 35	380	400	135	G ¾"	1010806006
SOLAR PLUS 50	380	537	150	G ¾"	1010806007
SOLAR PLUS 80	450	600	140	G 1"	1010806008
SOLAR PLUS 105	500	710	165	G 1"	1010806009

Vasos de expansión con membrana según normativa 97/23/EG y pr EN 13831.  
Para circuitos solares cerrados según normativa DIN 4757.

1

Para el circuito secundario en lugar de poner otro vaso de expansión, se pone una válvula de tal forma que cuando aumente el volumen, desaloje el volumen sobrante.

### 3. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

El presente documento del Proyecto tiene por objeto definir los diferentes procesos que han de regir la ejecución de la parte de producción de A.C.S. mediante sistemas de energías renovables. Para realizar el presente documento se utilizará como documento de referencia el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura del IDAE.

#### 3.1 PRUEBAS Y DOCUMENTACIÓN

##### 3.1.1 Pruebas

El suministrador entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar.

Las pruebas a realizar por el instalador serán, como mínimo, las siguientes:

- Llenado, funcionamiento y puesta en marcha del sistema.
- Se probarán hidrostáticamente los equipos y el circuito de energía auxiliar.
- Se comprobará que las válvulas de seguridad funcionan y que las tuberías de descarga de las mismas no están obturadas y están en conexión con la atmósfera. La prueba se realizará incrementando hasta un valor de 1,1 veces el de tarado y comprobando que se produce la apertura de la válvula.
- Se comprobará la correcta actuación de las válvulas de corte, llenado, vaciado y purga de la instalación.
- Se comprobará que alimentando (eléctricamente) las bombas del circuito, éstas entran en funcionamiento y el incremento de presión indicado por los manómetros se corresponde en la curva con el caudal del diseño del circuito.
- Se comprobará la actuación del sistema de control y el comportamiento global de la instalación realizando una prueba de funcionamiento diario, consistente en verificar, que, en un día claro, las bombas arrancan por la mañana, en un tiempo prudencial, y paran al atardecer, detectándose en el depósito saltos de temperatura significativos.

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la instalación, no obstante el Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y

elementos han funcionado correctamente durante un mínimo de un mes, sin interrupciones o paradas.

### **3.1.2 Documentación**

#### **Documentación para sistemas solares prefabricados**

##### Generalidades

Con cada sistema solar prefabricado, el fabricante o distribuidor oficial deberá suministrar instrucciones para el montaje e instalación (para el instalador) e instrucciones de operación (para el usuario). Estos documentos deberán estar escritos en el idioma(s) oficial(es) del lugar en que se encuentre ubicada la instalación y deberán incluir todas las instrucciones necesarias para el montaje y operación, incluyendo mantenimiento, y prestando atención a los requisitos importantes y reglas técnicas de interés.

##### Documentos para el instalador

Las instrucciones de montaje deberán ser apropiadas al sistema e incluir información concerniente a:

a) Datos técnicos que se refieran a:

- 1) Diagramas del sistema.
- 2) Localización y diámetros nominales de todas las conexiones externas.
- 3) Un resumen con todos los componentes que se suministran (como captador solar, depósito de acumulación, estructura soporte, circuito hidráulico, provisiones de energía auxiliar, sistema de control/regulación y accesorios), con información de cada componente del modelo, potencia eléctrica, dimensiones, peso, marca y montaje.

- 4) Máxima presión de operación de todos los circuitos de fluido del sistema, tales como el circuito de captadores, el circuito de consumo y el circuito de calentamiento auxiliar.
- 5) Límites de trabajo: temperaturas y presiones admisibles, etc. a través del sistema.
- 6) Tipo de protección contra la corrosión.
- 7) Tipo de fluido de transferencia de calor.
  - b) Embalaje y transporte de todo el sistema y/o componentes y modo de almacenaje (exterior, interior, embalado, no embalado).
  - c) Guías de instalación con recomendaciones sobre:
    - 1) Superficies de montaje.
    - 2) Distancias a paredes y seguridad en relación con el hielo.
    - 3) Forma en la que las tuberías de entrada al edificio han de estar terminadas (resistencia a lluvia y humedad).
    - 4) Procedimiento a seguir para el aislamiento térmico de las tuberías.
    - 5) Integración en el tejado del captador (si es apropiado).
  - d) Si una estructura soporte que, normalmente montada al exterior, es parte del sistema, los valores máximos de  $s_k$  (carga de nieve) y  $v_m$  (velocidad principal de viento) de acuerdo con ENV 1991-2-3 y ENV 1991-2-4 y una declaración de que el sistema sólo puede ser instalado en sitios con valores menores de  $s_k$  y  $v_m$ .
  - e) Método de conexión de tuberías.
  - f) Tipos y tamaños de los dispositivos de seguridad y su drenaje. Las instrucciones de montaje deberán indicar que cualquier válvula de tarado de presión que se instale por la cual pueda salir

vapor en condiciones de operación normal o estancamiento, habrá de ser montada de tal forma que no se produzcan lesiones, agravios o daños causados por el escape de vapor. Cuando el sistema esté equipado para drenar una cantidad de agua como protección contra sobrecalentamiento, el drenaje de agua caliente debe estar construido de tal forma que el agua drenada no cause ningún daño al sistema ni a otros materiales del edificio.

- g) Los dispositivos necesarios de control y seguridad con esquema unifilar, incluyendo la necesidad de una válvula termostática de mezcla que limite la temperatura de extracción a 60 °C.
- h) Revisión, llenado y arranque del sistema.
- i) Montaje del sistema.
- j) Una lista de comprobación para el instalador para verificar el correcto funcionamiento del sistema.
- k) La mínima temperatura hasta la cual el sistema puede soportar heladas.

### Documentos para el usuario

Las instrucciones de operación deberán incluir información concerniente a:

- a) Componentes de seguridad existentes y ajustes de termostato cuando sea aplicable.
- b) Implementación del sistema poniendo especial atención en el hecho de que:
  - 1) Antes de poner el sistema en operación se debe comprobar que todas las válvulas trabajan correctamente y que el sistema está llenado completamente con agua y/o fluido anticongelante de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

- 2) En caso de cualquier avería, deberá llamarse a un especialista.
- c) Operación normal de las válvulas de seguridad.
  - d) Precauciones en relación con riesgo de daños por congelación o sobrecalentamientos.
  - e) La manera de evitar averías cuando se arranque el sistema bajo condiciones de congelación o posible congelación.
- f) Desmontaje del sistema.
- g) Mantenimiento del sistema por un especialista, incluyendo frecuencia de inspecciones y mantenimiento y una lista de partes que tienen que ser repuestas durante el mantenimiento normal.
- h) Datos de rendimiento del sistema:
- 1) Rango de cargas recomendado para el sistema (en l/día) a la temperatura especificada.
  - 2) Consumo de electricidad anual de bombas, sistemas de control y válvulas eléctricas del sistema para las mismas condiciones que las especificadas para el rendimiento térmico, asumiendo un tiempo de operación de la bomba de captadores de 2000 h.
  - 3) Si el sistema contiene dispositivos de protección contra heladas que causen consumo eléctrico, se hará constar la potencia eléctrica de estos dispositivos (en W) y sus características (temperatura de arranque).
- i) Cuando el sistema de protección contra heladas dependa de la electricidad y/o suministro de agua fría y/o el sistema haya sido llenado con agua de consumo, el requisito de no cortar nunca el

suministro eléctrico y/o el suministro de agua fría, o que el sistema no sea drenado cuando haya alta radiación solar.

j) El hecho de que durante situaciones de alta radiación, agua de consumo puede ser drenada, si éste es el método usado para prevenir sobrecalentamientos.

k) Mínima temperatura hasta la cual el sistema puede soportar heladas.

l) Tipo de fluido de transferencia de calor.

m) En caso de sistemas con calentadores de emergencia, habrá de indicarse que dicho calentador deberá ser usado para propósitos de emergencia.

### **Documentación para sistemas pequeños**

Todos los componentes de cada sistema pequeño a medida deberán ir provistos con un conjunto de instrucciones de montaje y funcionamiento entendibles, así como recomendaciones de servicio. Esta documentación deberá incluir todas las instrucciones necesarias para el montaje, instalación, operación y mantenimiento.

Los documentos deberán ser guardados en un lugar visible (preferentemente cerca del acumulador), protegidos del calor, agua y polvo.

### **Documentos con referencia a la puesta en servicio**

La documentación debería incluir:

a) Todos los supuestos hechos en la carga (ofreciendo conjunto de valores en el intervalo  $\pm 30\%$  sobre la carga media seleccionada).

- b) Referencia completa de los datos climáticos usados.
- c) Registro completo del método usado para el dimensionado del área de captadores, sistema(s) de almacenamiento e intercambiador de calor, incluyendo todas los supuestos (fracción solar deseada) y referencia completa a cualquier programa de simulación usado.
- d) Registro completo de los procedimientos usados para el dimensionado hidráulico del circuito de captadores y sus componentes.
- e) Registro completo de procedimientos usados para la predicción del rendimiento térmico del sistema, incluyendo referencia completa al programa de simulación usado.

### **Documentos de montaje e instalación**

La descripción del montaje e instalación del sistema deberá dar lugar a una instalación correcta de acuerdo con los dibujos del sistema.

Los documentos deberán incluir también:

- a) Esquemas hidráulicos y eléctricos del sistema.
- b) Descripción del sistema de seguridad con referencia a la localización y ajustes de los componentes de seguridad.

NOTA: Se debería dar una guía para la comprobación del sistema antes de ponerlo en funcionamiento de nuevo después de haber descargado una o más válvulas de seguridad.

- c) Acción a tomar en caso de fallo del sistema o peligro, como está especificado según normativa de seguridad.

- d) Descripción del concepto y sistema de control incluyendo la localización de los componentes del control (sensores). Éstos deberían estar incluidos en el esquema hidráulico del sistema.
- e) Instrucciones de mantenimiento, incluyendo arranque y parada del sistema.
- f) Comprobación de función y rendimiento.

### **3.1.3 Componentes**

#### **Generalidades**

Los materiales de la instalación deben soportar las máximas temperaturas y presiones que puedan alcanzarse.

Todos los componentes y materiales cumplirán lo dispuesto en el Reglamento de Aparatos a Presión, que les sea de aplicación.

Cuando sea imprescindible utilizar en el mismo circuito materiales diferentes, especialmente cobre y acero, en ningún caso estarán en contacto, debiendo situar entre ambos juntas o manguitos dieléctricos.

En todos los casos es aconsejable prever la protección catódica del acero.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Para procesos industriales, el diseño, cálculo, montaje y características de los materiales deberán cumplir los requisitos establecidos por el proceso industrial.

Se debe tener particular precaución en la protección de equipos y materiales que pueden estar expuestos a agentes exteriores especialmente agresivos producidos por procesos industriales cercanos.

## **Captadores solares**

Si se utilizan captadores convencionales de absorbedor metálico, ha de tenerse en cuenta que el cobre solamente es admisible si el pH del fluido en contacto con él está comprendido entre 7,2 y 7,6. Absorbedores de hierro no son aptos en absoluto.

La pérdida de carga del captador para un caudal de 1 l/min por m<sup>2</sup> será inferior a 1 m.c.a.

El captador llevará, preferentemente, un orificio de ventilación, de diámetro no inferior a 4 mm, situado en la parte inferior de forma que puedan eliminarse acumulaciones de agua en el captador. El orificio se realizará de manera que el agua pueda drenarse en su totalidad sin afectar al aislamiento.

Cuando se utilicen captadores con absorbedores de aluminio, obligatoriamente se utilizarán fluidos de trabajo con un tratamiento inhibidor de los iones de cobre y hierro.

## **Acumuladores**

Cuando el acumulador lleve incorporada una superficie de intercambio térmico entre el fluido primario y el agua sanitaria, en forma de serpentín o camisa de doble envolvente, se denominará interacumulador.

Cuando el intercambiador esté incorporado al acumulador, la placa de identificación indicará además, los siguientes datos:

- Superficie de intercambio térmico en  $m^2$ .
- Presión máxima de trabajo del circuito primario.

Cada acumulador vendrá equipado de fábrica de los necesarios manguitos de acoplamiento, soldados antes del tratamiento de protección, para las siguientes funciones:

- Manguitos roscados para la entrada de agua fría y la salida de agua caliente.
- Registro embridado para inspección del interior del acumulador y eventual acoplamiento del serpentín.
- Manguitos roscados para la entrada y salida del fluido primario.
- Manguitos roscados para accesorios como termómetro y termostato.
- Manguito para el vaciado.

Los acumuladores vendrán equipados de fábrica con las bocas necesarias soldadas antes de efectuar el tratamiento de protección interior.

El acumulador estará enteramente recubierto con material aislante, y es recomendable disponer una protección mecánica en chapa pintada al horno, PRFV, o lámina de material plástico.

Todos los acumuladores irán equipados con la protección catódica o anticorrosiva establecida por el fabricante para garantizar su durabilidad.

Todos los acumuladores se protegerán, como mínimo, con los dispositivos indicados en el punto 5 de la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AP-11 del Reglamento de Aparatos a Presión (Orden 11764 de 31 de mayo de 1985 - BOE número 148 de 21 de junio de 1985).

La utilización de acumuladores de hormigón requerirá la presentación de un proyecto firmado por un técnico competente.

Al objeto de estas especificaciones, podrán utilizarse acumuladores de las características y tratamiento descritos a continuación:

- Acumuladores de acero vitrificado.
- Acumuladores de acero con tratamiento epoxídico.
- Acumuladores de acero inoxidable, adecuados al tipo de agua y temperatura de trabajo.
- Acumuladores de cobre.
- Acumuladores no metálicos que soporten la temperatura máxima del circuito, cumplan las normas UNE que le sean de aplicación y esté autorizada su utilización por las Compañías de suministro de agua potable.
- Acumuladores de acero negro (sólo en circuitos cerrados, sin agua de consumo).

### **Intercambiadores de calor**

Se indicará el fabricante y modelo del intercambiador de calor, así como datos de sus características de actuación medidos por el propio fabricante o por un laboratorio acreditado.

El intercambiador seleccionado resistirá la presión máxima de trabajo de la instalación. En particular se prestará especial atención a los intercambiadores que, como en el caso de los depósitos de doble pared, presentan grandes superficies expuestas por un lado a la presión y por otro, a la atmósfera, o bien, a fluidos a mayor presión.

En ningún caso se utilizarán interacumuladores con envoltente que dificulten la convección natural en el interior del acumulador.

Los materiales del intercambiador de calor resistirán la temperatura máxima de trabajo del circuito primario y serán compatibles con el fluido de trabajo.

Los intercambiadores de calor utilizados en circuitos de agua sanitaria serán de acero inoxidable o cobre.

El diseño del intercambiador de calor permitirá su limpieza utilizando productos líquidos.

El fabricante del intercambiador de calor garantizará un factor de ensuciamiento menor al permitido en los Criterios de Dimensionado y Cálculo de Instalaciones de Energía Solar Térmica.

Los tubos de los intercambiadores de calor tipo serpentín sumergido en el depósito tendrán diámetros interiores inferiores o iguales a una pulgada, para instalaciones por circulación forzada. En instalaciones por termosifón, tendrán un diámetro mínimo de una pulgada.

Cualquier intercambiador de calor existente entre el circuito de captadores y el sistema de suministro al consumo no debería reducir la eficiencia del captador debido a un incremento en la temperatura de funcionamiento de captadores en más de lo que los siguientes criterios especifican:

- Cuando la ganancia solar del captador haya llegado al valor máximo posible, la reducción de la eficiencia del captador debido al intercambiador de calor no debería exceder el 10 % (en valor absoluto).
- Si en una instalación a medida sólo se usa un intercambiador entre el circuito de captadores y el acumulador, la transferencia de calor del intercambiador de calor por unidad de área de captador no debería ser menor de  $40 \text{ W} / (\text{K} \cdot \text{m}^2)$ .

### **Bombas de circulación**

Las bombas podrán ser del tipo en línea, de rotor seco o húmedo, o de bancada. Siempre que sea posible se utilizarán bombas tipo circuladores en línea. En circuitos de agua caliente para usos sanitarios, los materiales de la bomba serán resistentes a la corrosión.

Los materiales de la bomba del circuito primario serán compatibles con las mezclas anticongelantes y en general con el fluido de trabajo utilizado. Las bombas serán resistentes a las averías producidas por efecto de las incrustaciones calizas.

Las bombas serán resistentes a la presión máxima del circuito. La bomba se seleccionará de forma que el caudal y la pérdida de carga de diseño se encuentren dentro de la zona de rendimiento óptimo especificado por el fabricante.

Cuando todas las conexiones son en paralelo, el caudal nominal será el igual al caudal unitario de diseño multiplicado por la superficie total de captadores conectados en paralelo. La presión de la bomba deberá compensar todas las pérdidas de carga del circuito correspondiente.

## **Tuberías**

En las tuberías del circuito primario podrán utilizarse como materiales el cobre y el acero inoxidable, con uniones roscadas, soldadas o embridadas.

En el circuito secundario o de servicio de A.C.S. podrá utilizarse cobre y acero inoxidable. Además, podrán utilizarse materiales plásticos que soporten la temperatura máxima del circuito, cumplan las normas UNE que le sean de aplicación y esté autorizada su utilización por las Compañías de suministro de agua potable.

Las tuberías de cobre serán tubos estirados en frío y uniones por capilaridad (UNE 37153).

No se utilizarán tuberías de acero negro para circuitos de agua sanitaria.

Cuando se utilice aluminio en tuberías o accesorios, la velocidad del fluido será inferior a 1,5 m/s y su pH estará comprendido entre 5 y 7. No se permitirá el uso de aluminio en sistemas abiertos o sistemas sin protección catódica.

Cuando se utilice acero en tuberías o accesorios, la velocidad del fluido será inferior a 3 m/s en sistemas cerrados y el pH del fluido de trabajo estará comprendido entre 5 y 9.

El diámetro de las tuberías se seleccionará de forma que la velocidad de circulación del fluido sea inferior a 2 m/s cuando la tubería discurra por locales habitados y a 3 m/s cuando el trazado sea al exterior o por locales no habitados.

El dimensionado de las tuberías se realizará de forma que la pérdida de carga unitaria en tuberías nunca sea superior a 40 mm de columna de agua por metro lineal

Las pérdidas térmicas globales del conjunto de conducciones no superarán el 4% de la potencia máxima que transporten.

## **Válvulas**

La elección de las válvulas se realizará de acuerdo con la función que desempeñan y las condiciones extremas de funcionamiento (presión y temperatura), siguiendo preferentemente los criterios que a continuación se citan:

- Para aislamiento: válvulas de esfera.
- Para equilibrado de circuitos: válvulas de asiento.
- Para vaciado: válvulas de esfera o de macho.
- Para llenado: válvulas de esfera.
- Para purga de aire: válvulas de esfera o de macho.
- Para seguridad: válvulas de resorte.
- Para retención: válvulas de disco de doble compuerta, o de clapeta o especiales para sistemas por termosifón.
-

El acabado de las superficies de asiento y obturador debe asegurar la estanqueidad al cierre de las válvulas, para las condiciones de servicio especificadas.

El volante y la palanca deben ser de dimensiones suficientes para asegurar el cierre y la apertura de forma manual con la aplicación de una fuerza razonable, sin la ayuda de medios auxiliares. El órgano de mando no deberá interferir con el aislamiento térmico de la tubería y del cuerpo de válvula.

Las superficies del asiento y del obturador deben ser recambiables. La empaquetadura debe ser recambiable en servicio, con válvula abierta a tope, sin necesidad de desmontarla.

Las válvulas roscadas y las de mariposa serán de diseño tal que, cuando estén correctamente acopladas a las tuberías, no tengan lugar interferencias entre la tubería y el obturador.

En el cuerpo de la válvula irán troquelados la presión nominal PN, expresada en bar o  $\text{kp/cm}^2$ , y el diámetro nominal DN, expresado en mm o pulgadas, al menos cuando el diámetro sea igual o superior a 25 mm.

La presión nominal mínima de todo tipo de válvulas y accesorios deberá ser igual o superior a  $4 \text{ kp/cm}^2$ .

Los diámetros libres en los asientos de las válvulas tienen que ser correspondientes con los diámetros nominales de las mismas, y en ningún caso inferior a 12 mm.

Las válvulas de seguridad, por su importante función, deben ser capaces de derivar la potencia máxima del captador o grupo de captadores, incluso en forma de vapor, de manera que en ningún caso se sobrepase la máxima presión de trabajo del captador o del sistema.

Las válvulas de retención se situarán en la tubería de impulsión de la bomba, entre la boca y el manguito antivibratorio, y en cualquier caso, aguas arriba de la válvula de interceptación.

Los purgadores automáticos de aire se construirán con los siguientes materiales:

- Cuerpo y tapa de fundición de hierro o latón.
- Mecanismo de acero inoxidable.
- Flotador y asiento de acero inoxidable.
- Obturador de goma sintética.

### **Vaso de expansión**

La tubería de conexión del vaso de expansión no se aislará térmicamente y tendrá volumen suficiente para enfriar el fluido antes de alcanzar el vaso.

Los datos que sirven de base para la selección del vaso son los siguientes:

- Volumen total de agua en la instalación, en litros.
- Temperatura mínima de funcionamiento, para la cual se asumirá el valor de 4°C, a la que corresponde la máxima densidad.
- Temperatura máxima que pueda alcanzar el agua durante el funcionamiento de la instalación.
- Presiones mínima y máxima de servicio, en bar, cuando se trate de vasos cerrados.
- Volumen de expansión calculado, en litros.

Los cálculos darán como resultado final el volumen total del vaso y la presión nominal PN, que son los datos que definen sus características de funcionamiento. Los vasos de expansión cerrados cumplirán con el Reglamento de Recipientes a Presión y estarán debidamente timbrados.

La temperatura extrema del circuito primario será, como mínimo, la temperatura de estancamiento del captador.

El volumen de dilatación será, como mínimo, igual al 4,3 % del volumen total de fluido en el circuito primario.

Los vasos de expansión cerrados se dimensionarán de forma que la presión mínima en frío en el punto más alto del circuito no sea inferior a  $1,5 \text{ kp/cm}^2$  y la presión máxima en caliente en cualquier punto del circuito no supere la presión máxima de trabajo de los componentes.

El dispositivo de expansión cerrado del circuito de captadores deberá estar dimensionado de tal forma que, incluso después de una interrupción del suministro de potencia a la bomba de circulación del circuito de captadores justo cuando la radiación solar sea máxima, se pueda restablecer la operación automáticamente cuando la potencia esté disponible de nuevo.

Cuando el medio de transferencia de calor pueda evaporarse bajo condiciones de estancamiento, hay que realizar un dimensionado especial del volumen de expansión: Además de dimensionarlo como es usual en sistemas de calefacción cerrados (la expansión del medio de transferencia de calor completo), el depósito de expansión deberá ser capaz de compensar el volumen del medio de transferencia de calor en todo el grupo de captadores completo, incluyendo todas las tuberías de conexión entre captadores, más un 10 %.

### **Sistema eléctrico y de control**

El sistema eléctrico y de control cumplirá con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) en todos aquellos puntos que sean de aplicación. Los cuadros serán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

El usuario estará protegido contra posibles contactos directos e indirectos.

El sistema de control incluirá señalizaciones luminosas de la alimentación del sistema del funcionamiento de bombas.

El rango de temperatura ambiente de funcionamiento del sistema de control estará, como mínimo, entre  $-10^{\circ}\text{C}$  y  $50^{\circ}\text{C}$ .

El tiempo mínimo entre fallos especificados por el fabricante del sistema de control diferencial no será inferior a 7000 horas.

Los sensores de temperaturas soportarán las máximas temperaturas previstas en el lugar en que se ubiquen. Deberán soportar sin alteraciones de más de  $1^{\circ}\text{C}$ , las siguientes temperaturas en función de la aplicación:

- A.C.S. y calefacción por suelo radiante y “fan-coil”:  $100^{\circ}\text{C}$
- Refrigeración/calefacción:  $140^{\circ}\text{C}$
- Usos industriales: en función de la temperatura de uso

La localización e instalación de los sensores de temperatura deberá asegurar un buen contacto térmico con la parte en la cual hay que medir la misma. Para conseguirlo en el caso de las de inmersión, se instalarán en contracorriente con el fluido. Los sensores de temperatura deberán estar aislados contra la influencia de las condiciones ambientales que le rodean.

La ubicación de las sondas ha de realizarse de forma que éstas midan exactamente las temperaturas que se desean controlar, instalándose los sensores en el interior de vainas y evitándose las tuberías separadas de la salida de los captadores y las zonas de estancamiento en los depósitos. No se permite el uso permanente de termómetros o sondas de contacto.

Preferentemente, las sondas serán de inmersión. Se tendrá especial cuidado en asegurar una adecuada unión entre las sondas de contactos y la superficie metálica.

## **Equipos de medida**

---

REHABILITACIÓN ENERGÉTICA DEL GRUPO RESIDENCIAL ZABÁLBURU

*Marta Guerreiro Martín nº colegiado: 6346*

### Medida de temperatura

Las medidas de temperatura se realizarán mediante sensores de temperatura.

La medida de la diferencia de temperatura entre dos puntos del fluido de trabajo se realizará mediante los citados sensores de temperatura, debidamente conectados, para obtener de forma directa la lectura diferencial.

En lo referente a la colocación de las sondas, han de ser de inmersión y estar situadas a una distancia máxima de 5 cm del fluido cuya temperatura se pretende medir. Las vainas destinadas a alojar las sondas de temperatura, deben introducirse en las tuberías siempre en contracorriente y en un lugar donde se creen turbulencias.

Como mínimo, han de instalarse termómetros en las conducciones de impulsión y retorno, así como a la entrada y a la salida de los intercambiadores de calor.

### Medida de caudal

La medida de caudales de líquidos se realizará mediante turbinas, medidores de flujo magnéticos, medidores de flujo de desplazamiento positivo, o procedimientos gravimétricos o de cualquier otro tipo, de forma que la precisión sea igual o superior a  $\pm 3\%$  en todos los casos.

Cuando exista un sistema de regulación exterior, éste estará precintado y protegido contra intervenciones fraudulentas.

Se suministrarán los siguientes datos dentro de la Memoria de Diseño o Proyecto, que deberán ser facilitados por el fabricante:

– Calibre del contador

- Temperatura máxima del fluido
- Caudales:
  - en servicio continuo
  - máximo (durante algunos minutos)
  - mínimo (con precisión mínima del 5 %)
  - de arranque
- Indicación mínima de la esfera
- Capacidad máxima de totalización
- Presión máxima de trabajo
- Dimensiones
- Diámetro y tipo de las conexiones
- Pérdida de carga en función del caudal

### Medida de energía

Los contadores de energía térmica estarán constituidos por los siguientes elementos:

- Contador de caudal de agua, descrito anteriormente.
- Dos sondas de temperatura.
- Microprocesador electrónico, montado en la parte superior del contador o separado.

En función de la ubicación de las dos sondas de temperatura, se medirá la energía aportada por la instalación solar o por el sistema auxiliar. En el primer caso, una sonda de temperatura se situará en la entrada del agua fría del acumulador solar y otra en la salida del agua caliente del mismo.

Para medir el aporte de energía auxiliar, las sondas de temperatura se situarán en la entrada y salida del sistema auxiliar.

El microprocesador podrá estar alimentado por la red eléctrica o mediante pilas, con una duración de servicio mínima de 3 años.

El microprocesador multiplicará la diferencia de ambas temperaturas por el caudal instantáneo de agua y su peso específico. La integración en el tiempo de estas cantidades proporcionará la cantidad de energía aportada.

### Medida de presión

Las medidas de presión en circuitos de líquidos se harán con manómetros equipados con dispositivos de amortiguación de las oscilaciones de la aguja indicadora.

El equipamiento mínimo de aparatos de medición será el siguiente:

- Vasos de expansión: un manómetro.
- Bombas: un manómetro para la lectura de la diferencia de presión entre aspiración y descarga de cada bomba.
- Intercambiadores de calor: manómetros a la entrada y a la salida.

### **3.1.4 Condiciones de montaje**

#### **Generalidades**

La instalación se construirá en su totalidad utilizando materiales y procedimientos de ejecución que garanticen las exigencias del servicio, durabilidad, salubridad y mantenimiento.

Se tendrán en cuenta las especificaciones dadas por los fabricantes de cada uno de los componentes.

A efectos de las especificaciones de montaje de la instalación, éstas se complementarán con la aplicación de las reglamentaciones vigentes que tengan competencia en cada caso.

Es responsabilidad del suministrador comprobar que el edificio reúne las condiciones necesarias para soportar la instalación, indicándolo expresamente en la documentación.

Es responsabilidad del suministrador el comprobar la calidad de los materiales y agua utilizados, cuidando que se ajusten a lo especificado en estas normas, y el evitar el uso de materiales incompatibles entre sí.

El suministrador será responsable de la vigilancia de sus materiales durante el almacenaje y el montaje, hasta la recepción provisional.

Las aperturas de conexión de todos los aparatos y máquinas deberán estar convenientemente protegidas durante el transporte, el almacenamiento y el montaje, hasta tanto no se proceda a su unión, por medio de elementos de taponamiento de forma y resistencia adecuada para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades dentro del aparato.

Especial cuidado se tendrá con materiales frágiles y delicados, como luminarias, mecanismos, equipos de medida, etc., que deberán quedar debidamente protegidos.

Durante el montaje, el suministrador deberá evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, en particular de retales de conducciones y cables.

Asimismo, al final de la obra, deberá limpiar perfectamente todos los equipos (captadores, acumuladores, etc.), cuadros eléctricos, instrumentos de medida, etc. de cualquier tipo de suciedad, dejándolos en perfecto estado.

Antes de su colocación, todas las canalizaciones deberán reconocerse y limpiarse de cualquier cuerpo extraño, como rebabas, óxidos, suciedades, etc.

La alineación de las canalizaciones en uniones y cambios de dirección se realizará con los correspondientes accesorios y/o cajas, centrando los ejes de las canalizaciones con los de las piezas especiales, sin tener que recurrir a forzar la canalización.

En las partes dañadas por roces en los equipos, producidos durante el traslado o el montaje, el suministrador aplicará pintura rica en zinc u otro material equivalente.

La instalación de los equipos, válvulas y purgadores permitirá su posterior acceso a las mismas a efectos de su mantenimiento, reparación o desmontaje. Una vez instalados los equipos, se procurará que las placas de características de estos sean visibles.

Todos los elementos metálicos que no estén debidamente protegidos contra la oxidación por el fabricante, serán recubiertos con dos manos de pintura antioxidante.

Los circuitos de distribución de A.C.S. se protegerán contra la corrosión por medio de ánodos de sacrificio.

Todos los equipos y circuitos podrán vaciarse total o parcialmente, realizándose esto desde los puntos más bajos de la instalación.

Las conexiones entre los puntos de vaciado y desagües se realizarán de forma que el paso del agua quede perfectamente visible.

Los botellines de purga estarán siempre en lugares accesibles y, siempre que sea posible, visibles.

### **Montaje de estructura soporte y captadores**

Si los captadores son instalados en los tejados de edificios, deberá asegurarse la estanqueidad en los puntos de anclaje.

La instalación permitirá el acceso a los captadores de forma que su desmontaje sea posible en caso de rotura, pudiendo desmontar cada captador con el mínimo de actuaciones sobre los demás.

Las tuberías flexibles se conectarán a los captadores utilizando, preferentemente, accesorios para mangueras flexibles.

Cuando se monten tuberías flexibles se evitará que queden retorcidas y que se produzcan radios de curvatura superiores a los especificados por el fabricante.

El suministrador evitará que los captadores queden expuestos al sol por períodos prolongados durante el montaje. En este período las conexiones del captador deben estar abiertas a la atmósfera, pero impidiendo la entrada de suciedad.

Terminado el montaje, durante el tiempo previo al arranque de la instalación, si se prevé que éste pueda prolongarse, el suministrador procederá a tapar los captadores.

### **Montaje de acumulador**

La estructura soporte para depósitos y su fijación se realizará según la normativa vigente.

La estructura soporte y su fijación para depósitos de más de 1000 l situados en cubiertas o pisos deberá ser diseñada por un profesional competente. La ubicación de los acumuladores y sus estructuras de sujeción cuando se sitúen en cubiertas de piso tendrá en cuenta las características de la edificación, y requerirá para depósitos de más de 300 l el diseño de un profesional competente.

### **Montaje de intercambiador**

Se tendrá en cuenta la accesibilidad del intercambiador, para operaciones de sustitución o reparación.

### **Montaje de bomba**

Las bombas en línea se instalarán con el eje de rotación horizontal y con espacio suficiente para que el conjunto motor-rodete pueda ser fácilmente desmontado. El acoplamiento de una bomba en línea con la tubería podrá ser de tipo roscado hasta el diámetro DN 32.

El diámetro de las tuberías de acoplamiento no podrá ser nunca inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba.

Las tuberías conectadas a las bombas en línea se soportarán en las inmediaciones de las bombas de forma que no provoquen esfuerzos recíprocos.

La conexión de las tuberías a las bombas no podrá provocar esfuerzos recíprocos (se utilizarán manguitos antivibratorios cuando la potencia de accionamiento sea superior a 700 W).

Todas las bombas estarán dotadas de tomas para la medición de presiones en aspiración e impulsión.

Todas las bombas deberán protegerse, aguas arriba, por medio de la instalación de un filtro de malla o tela metálica.

Cuando se monten bombas con prensa-estopas, se instalarán sistemas de llenado automáticos.

### **Montaje de tuberías y accesorios**

Antes del montaje deberá comprobarse que las tuberías no estén rotas, fisuradas, dobladas, aplastadas, oxidadas o de cualquier manera dañadas.

Se almacenarán en lugares donde estén protegidas contra los agentes atmosféricos. En su manipulación se evitarán roces, rodaduras y arrastres, que podrían dañar la resistencia mecánica, las superficies calibradas de las extremidades o las protecciones anti-corrosión.

Las piezas especiales, manguitos, gomas de estanqueidad, etc. se guardarán en locales cerrados.

Las tuberías serán instaladas de forma ordenada, utilizando fundamentalmente tres ejes perpendiculares entre sí y paralelos a elementos estructurales del edificio, salvo las pendientes que deban darse.

Las tuberías se instalarán lo más próximas posible a paramentos, dejando el espacio suficiente para manipular el aislamiento y los accesorios. En cualquier caso, la distancia mínima de las tuberías o sus accesorios a elementos estructurales será de 5 cm.

Las tuberías discurrirán siempre por debajo de canalizaciones eléctricas que crucen o corran paralelamente.

La distancia en línea recta entre la superficie exterior de la tubería, con su eventual aislamiento, y la del cable o tubo protector no debe ser inferior a:

- 5 cm para cables bajo tubo con tensión inferior a 1000 V.
- 30 cm para cables sin protección con tensión inferior a 1000 V.
- 50 cm para cables con tensión superior a 1000 V.

Las tuberías no se instalarán nunca encima de equipos eléctricos, como cuadros o motores. No se permitirá la instalación de tuberías en huecos y salas de máquinas de ascensores, centros de transformación, chimeneas y conductos de climatización o ventilación.

Las conexiones de las tuberías a los componentes se realizarán de forma que no se transmitan esfuerzos mecánicos. Las conexiones de componentes al circuito deben ser fácilmente desmontables mediante bridas o racores, con el fin de facilitar su sustitución o reparación.

Los cambios de sección en tuberías horizontales se realizarán de forma que se evite la formación de bolsas de aire, mediante manguitos de reducción excéntricos o enrasado de generatrices superiores para uniones soldadas.

Para evitar la formación de bolsas de aire, los tramos horizontales de tubería se montarán siempre con una pendiente ascendente, en el sentido de circulación, del 1%.

Se facilitarán las dilataciones de tuberías utilizando los cambios de dirección o dilatadores axiales.

Las uniones de tuberías de acero podrán ser por soldadura o roscadas. Las uniones con valvulería y equipos podrán ser roscadas hasta 2"; para diámetros superiores se realizarán las uniones por bridas.

En ningún caso se permitirán ningún tipo de soldadura en tuberías galvanizadas.

Las uniones de tuberías de cobre se realizarán mediante manguitos soldados por capilaridad.

En circuitos abiertos el sentido de flujo del agua deberá ser siempre del acero al cobre.

El dimensionado, distancias y disposición de los soportes de tubería se realizará de acuerdo con las prescripciones de UNE 100.152.

Durante el montaje de las tuberías se evitarán en los cortes para la unión de tuberías, las rebabas y escorias.

En las ramificaciones soldadas el final del tubo ramificado no debe proyectarse en el interior del tubo principal.

Los sistemas de seguridad y expansión se conectarán de forma que se evite cualquier acumulación de suciedad o impurezas.

Las dilataciones que sufren las tuberías al variar la temperatura del fluido, deben compensarse a fin de evitar roturas en los puntos más débiles, que

suelen ser las uniones entre tuberías y aparatos, donde suelen concentrarse los esfuerzos de dilatación y contracción.

En las salas de máquinas se aprovecharán los frecuentes cambios de dirección, para que la red de tuberías tenga la suficiente flexibilidad y pueda soportar las variaciones de longitud.

En los trazados de tuberías de gran longitud, horizontales o verticales, se compensarán los movimientos de tuberías mediante dilatadores axiales.

### **Montaje de aislamiento**

El aislamiento no podrá quedar interrumpido al atravesar elementos estructurales del edificio.

El manguito pasamuros deberá tener las dimensiones suficientes para que pase la conducción con su aislamiento, con una holgura máxima de 3 cm.

Tampoco se permitirá la interrupción del aislamiento térmico en los soportes de las conducciones, que podrán estar o no completamente envueltos por el material aislante.

El puente térmico constituido por el mismo soporte deberá quedar interrumpido por la interposición de un material elástico (goma, fieltro, etc.) entre el mismo y la conducción.

Después de la instalación del aislamiento térmico, los instrumentos de medida y de control, así como válvulas de desagües, volante, etc., deberán quedar visibles y accesibles.

Las franjas y flechas que distinguen el tipo de fluido transportado en el interior de las conducciones se pintarán o se pegarán sobre la superficie exterior del aislamiento o de su protección.

### **Montaje de contadores**

Se instalarán siempre entre dos válvulas de corte para facilitar su desmontaje. El suministrador deberá prever algún sistema (baipás o carrete de tubería) que permita el funcionamiento de la instalación aunque el contador sea desmontado para calibración o mantenimiento.

En cualquier caso, no habrá ningún obstáculo hidráulico a una distancia igual, al menos, a diez veces el diámetro de la tubería antes del contador, y a cinco veces después del mismo.

Cuando el agua pueda arrastrar partículas sólidas en suspensión, se instalará un filtro de malla fina antes del contador, del tamiz adecuado.

### **Pruebas de estanqueidad del circuito primario**

El procedimiento para efectuar las pruebas de estanqueidad comprenderá las siguientes fases:

1. Preparación y limpieza de redes de tuberías. Antes de efectuar la prueba de estanqueidad las tuberías deben ser limpiadas internamente, con el fin de eliminar los residuos procedentes del montaje, llenándolas y vaciándolas con agua el número de veces que sea necesario. Deberá comprobarse que los elementos y accesorios del circuito pueden soportar la presión a la que se les va a someter. De no ser así, tales elementos y accesorios deberán ser excluidos.
2. Prueba preliminar de estanqueidad. Esta prueba se efectuará a baja presión, para detectar fallos en la red y evitar los daños que podría provocar la prueba de resistencia mecánica.
3. Prueba de resistencia mecánica La presión de prueba será de una vez y media la presión máxima de trabajo del circuito primario, con un mínimo de 3 bar, comprobándose el funcionamiento de las válvulas de seguridad. Los equipos, aparatos y accesorios que no soporten dichas presiones quedarán excluidos de la prueba. La prueba hidráulica de resistencia

mecánica tendrá la duración suficiente para poder verificar de forma visual la resistencia estructural de los equipos y tuberías sometidos a la misma.

#### 4. Reparación de fugas

La reparación de las fugas detectadas se realizará sustituyendo la parte defectuosa o averiada con material nuevo. Una vez reparadas las anomalías, se volverá a comenzar desde la prueba preliminar. El proceso se repetirá tantas veces como sea necesario.

### 3.1.5 Requisitos técnicos del contrato de mantenimiento

#### Generalidades

Se realizará un contrato de mantenimiento (preventivo y correctivo) por un período de tiempo al menos igual que el de la garantía.

El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión anual de la instalación para instalaciones con superficie útil homologada inferior o igual a 20 m<sup>2</sup>, y una revisión cada seis meses para instalaciones con superficies superiores a 20 m<sup>2</sup>.

Las medidas a tomar en el caso de que en algún mes del año el aporte solar sobrepase el 110% de la demanda energética o en más de tres meses seguidos el 100 % son las siguientes:

- Vaciado parcial del campo de captadores. Esta solución permite evitar el sobrecalentamiento, pero dada la pérdida de parte del fluido del circuito primario, habrá de ser repuesto por un fluido de características similares, debiendo incluirse este trabajo en su caso entre las labores del contrato de mantenimiento.

- Tapado parcial del campo de captadores. En este caso el captador está aislado del calentamiento producido por la radiación solar y a su vez evacua los posibles excedentes térmicos residuales a través del fluido del circuito primario (que sigue atravesando el captador).
- Desvío de los excedentes energéticos a otras aplicaciones existentes o redimensionar la instalación con una disminución del número de captadores.

En el caso de optarse por las soluciones expuestas en los puntos anteriores, deberán programarse y detallarse dentro del contrato de mantenimiento las visitas a realizar para el vaciado parcial / tapado parcial del campo de captadores y reposición de las condiciones iniciales. Estas visitas se programarán de forma que se realicen una antes y otra después de cada período de sobreproducción energética. También se incluirá dentro del contrato de mantenimiento un programa de seguimiento de la instalación que prevendrá los posibles daños ocasionados por los posibles sobrecalentamientos producidos en los citados períodos y en cualquier otro período del año.

### **Programa de mantenimiento**

*Objeto.* El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de energía solar térmica para producción de agua caliente.

*Criterios generales.* Se definen tres escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la fiabilidad y prolongar la duración de la misma:

- a) Vigilancia
- b) Mantenimiento preventivo
- c) Mantenimiento correctivo

#### a) Plan de vigilancia

El plan de vigilancia se refiere básicamente a las operaciones que permiten asegurar que los valores operacionales de la instalación sean correctos. Es un plan de observación simple de los parámetros funcionales principales, para verificar el correcto funcionamiento de la instalación. Será llevado a cabo, normalmente, por el usuario, que asesorado por el instalador, observará el correcto comportamiento y estado de los elementos, y tendrá un alcance similar al descrito en la tabla 12.

*Tabla 12.*

<i>Elemento de la instalación</i>	<i>Operación</i>	<i>Frecuencia (meses)</i>	<i>Descripción</i>
Captadores	Limpieza de cristales	A determinar	Con agua y productos adecuados.
	Cristales	3	IV - Condensaciones en las horas centrales del día.
	Juntas	3	IV - Agrietamientos y deformaciones.
	Absorbedor	3	IV - Corrosión, deformación, fugas, etc.
	Conexiones	3	IV - Fugas.
	Estructura	3	IV - Degradación, indicios de corrosión.
Circuito primario	Tubería, aislamiento y sistema de llenado	6	IV - Ausencia de humedad y fugas.
	Purgador manual	3	Vaciar el aire del botellín.
Circuito secundario	Termómetro	Diaria	IV - Temperatura.
	Tubería y aislamiento	6	IV - Ausencia de humedad y fugas.
	Acumulador solar	3	Purgado de la acumulación de lodos de la parte superior del depósito.

IV: Inspección visual.

#### b) Plan de mantenimiento preventivo

Son operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma.

El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión anual de la instalación para aquellas instalaciones con una superficie de captación inferior a 20 m<sup>2</sup> y una revisión cada seis meses para instalaciones con superficie de captación superior a 20 m<sup>2</sup>.

El plan de mantenimiento debe realizarse por personal técnico especializado que conozca la tecnología solar térmica y las instalaciones mecánicas en general. La instalación tendrá un libro de mantenimiento en el que se reflejen todas las operaciones realizadas, así como el mantenimiento correctivo.

El mantenimiento preventivo ha de incluir todas las operaciones de mantenimiento y sustitución de elementos fungibles o desgastados por el uso, necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil.

En las tablas 13-A, 13-B, 13-C, 13-D y 13-E se definen las operaciones de mantenimiento preventivo que deben realizarse en las instalaciones de energía solar térmica para producción de agua caliente, la periodicidad mínima establecida (en meses) y descripciones en relación con las prevenciones a observar.

*Tabla 13-A. Sistema de captación.*

<i>Equipo</i>	<i>Frecuencia (meses)</i>	<i>Descripción</i>
Captadores	6	IV- Diferencias sobre original.
		IV- Diferencias entre captadores.
Cristales	6	IV- Condensaciones y suciedad.
Juntas	6	IV- Agrietamientos, deformaciones.
Absorbedor	6	IV- Corrosión, deformaciones.
Carcasa	6	IV- Deformación, oscilaciones, ventanas de respiración.
Conexiones	6	IV- Aparición de fugas.
Estructura	6	IV- Degradación, indicios de corrosión y apriete de tornillos.
Captadores (*)	12	Tapado parcial del campo de captadores
Captadores (*)	12	Destapado parcial del campo de captadores
Captadores (*)	12	Vaciado parcial del campo de captadores
Captadores (*)	12	Llenado parcial del campo de captadores

IV: Inspección visual

(\*) Estas operaciones se realizarán, según proceda, en el caso de que se haya optado por el tapado o vaciado parcial de los captadores para prevenir el sobrecalentamiento.

*Tabla 13-B. Sistema de acumulación.*

<i>Equipo</i>	<i>Frecuencia (meses)</i>	<i>Descripción</i>
Depósito	12	Presencia de lodos en fondo.
Ánodos de sacrificio	12	Comprobación del desgaste.
Ánodos de corriente impresa	12	Comprobación del buen funcionamiento.
Aislamiento	12	Comprobar que no hay humedad.

*Tabla 13-C. Sistema de intercambio.*

<i>Equipo</i>	<i>Frecuencia (meses)</i>	<i>Descripción</i>
Intercambiador de placas	12	CF - Eficiencia y prestaciones.
	12	Limpieza.
Intercambiador de serpentín	12	CF - Eficiencia y prestaciones.
	12	Limpieza.

CF: Control de funcionamiento.

*Tabla 13-D. Circuito hidráulico.*

<i>Equipo</i>	<i>Frecuencia (meses)</i>	<i>Descripción</i>
Fluido refrigerante	12	Comprobar su densidad y pH.
Estanqueidad	24	Efectuar prueba de presión.
Aislamiento al exterior	6	IV - Degradación protección uniones y ausencia de humedad.
Aislamiento al interior	12	IV - Uniones y ausencia de humedad.
Purgador automático	12	CF y limpieza.
Purgador manual	6	Vaciar el aire del botellín.
Bomba	12	Estanqueidad.
Vaso de expansión cerrado	6	Comprobación de la presión.
Vaso de expansión abierto	6	Comprobación del nivel.
Sistema de llenado	6	CF - Actuación.
Válvula de corte	12	CF - Actuaciones (abrir y cerrar) para evitar agarrotamiento.
Válvula de seguridad	12	CF - Actuación.

CF: Control de funcionamiento.

IV: Inspección visual.

*Tabla 13-E. Sistema eléctrico y de control.*

<i>Equipo</i>	<i>Frecuencia (meses)</i>	<i>Descripción</i>
Cuadro eléctrico	12	Comprobar que está bien cerrado para que no entre polvo.
Control diferencial	12	CF - Actuación.
Termostato	12	CF - Actuación.
Verificación del sistema de medida	12	CF - Actuación.

CF: Control de funcionamiento.

Dado que el sistema de energía auxiliar no forma parte del sistema de energía solar propiamente dicho, sólo será necesario realizar actuaciones sobre las conexiones del primero a este último, así como la verificación del funcionamiento combinado de ambos sistemas. Se deja un mantenimiento más exhaustivo para la empresa instaladora del sistema auxiliar.

### c) Mantenimiento correctivo

Son operaciones realizadas como consecuencia de la detección de cualquier anomalía en el funcionamiento de la instalación, en el plan de vigilancia o en el de mantenimiento preventivo.

Incluye la visita a la instalación, en los mismos plazos máximos indicados en el apartado de Garantías, cada vez que el usuario así lo requiera por avería grave de la instalación, así como el análisis y elaboración del presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la misma.

Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra, ni las reposiciones de equipos necesarias.

## **Garantías**

El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje.

Sin perjuicio de cualquier posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.

La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la certificación de la instalación.

Si hubiera de interrumpirse la explotación del suministro debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que el suministrador haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

La garantía comprende la reparación o reposición, en su caso, de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, así como la mano de obra empleada en la reparación o reposición durante el plazo de vigencia de la garantía.

Quedan expresamente incluidos todos los demás gastos, tales como tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.

Asimismo se deben incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

Si en un plazo razonable, el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con las mismas. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo o contratar a un tercero para realizar las oportunas reparaciones, sin perjuicio de la ejecución del aval prestado y de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.

La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador.

Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación, lo comunicará fehacientemente al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente lo comunicará fehacientemente al fabricante.

El suministrador atenderá el aviso en un plazo de:

- 24 horas, si se interrumpe el suministro de agua caliente, procurando establecer un servicio mínimo hasta el correcto funcionamiento de ambos sistemas (solar y de apoyo).
- 8 horas, si la instalación solar no funciona.
- Una semana, si el fallo no afecta al funcionamiento.

Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.

El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas a la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que dicha demora sea inferior a 15 días naturales.

# **PARTE III**

## **INSTALACIÓN SOLAR**

### **FOTOVOLTAICA PARA EL**

### **SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD**

---

## **1. DESCRIPCIÓN BÁSICA DE LA INSTALACIÓN.**

La Instalación Solar Fotovoltaica tiene como función la generación de electricidad para cubrir la demanda de las zonas comunes de cada edificio. Tiene conexión a red y una potencia nominal y de pico diferente para cada edificio. La instalación está constituida por el mismo modelo de paneles de silicio policristalino. En total 280 módulos de 250 vatios pico y 12 inversores de potencia nominal en corriente alterna diferente y de marcas diferentes en función de las necesidades de cada instalación.

El sistema solar se colocará sobre la cubierta transitable. La orientación de los captadores será de 4 grados desfasados respecto del SUR geográfico, siendo mínimas las pérdidas de aprovechamiento de la intensidad de radiación. La inclinación será de entre 15° y 25° (en función del edificio) para evitar el efecto vela en la estructura siendo casi inapreciable la diferencia con la producción respecto al ángulo óptimo.

El apoyo auxiliar se realizará mediante la red eléctrica.

El punto de conexión a la red eléctrica de baja tensión ha sido concedido por la Compañía Distribuidora de la zona (IBERDROLA, S.A.).

A continuación se muestra en tablas el resumen El resumen general de la Instalación Solar Fotovoltaica para cada edificio:

NICOLAS ALCORTA 1:

<b>Potencia Nominal de la instalación</b>	<b>7.5</b>
<b>Potencia Pico instalada</b>	
<b>Orientación de módulos fotovoltaicos</b>	-4º SUR
<b>Numero de inversores de 4.5 kW</b>	1
<b>Numero de inversores de 3 kW</b>	1
<b>Superficie ocupada en planta (módulos)</b>	49.10 m2
<b>Producción anual estimada</b>	7473.9 KWh/año

NICOLAS ALCORTA 2:

<b>Potencia Nominal de la instalación</b>	<b>20KW</b>
<b>Potencia Pico instalada</b>	
<b>Orientación de módulos fotovoltaicos</b>	-4º SUR
<b>Numero de inversores de 10 kW</b>	1
<b>Numero de inversores de 5 kW</b>	2
<b>Superficie ocupada en planta (módulos)</b>	130.94 m2
<b>Producción anual estimada</b>	19.703,8 KWh/año

NICOLAS ALCORTA 3:

<b>Potencia Nominal de la instalación</b>	<b>5</b>
<b>Potencia Pico instalada</b>	
<b>Orientación de módulos fotovoltaicos</b>	-4º SUR
<b>Numero de inversores de 5 kW</b>	1
<b>Superficie ocupada en planta (módulos)</b>	32.73 m2
<b>Producción anual estimada</b>	5.086,5 KWh/año

NICOLAS ALCORTA 4:

<b>Potencia Nominal de la instalación</b>	<b>20</b>
<b>Potencia Pico instalada</b>	
<b>Orientación de módulos fotovoltaicos</b>	-4º SUR
<b>Numero de inversores de 10 kW</b>	1
<b>Numero de inversores de 5 kW</b>	2
<b>Superficie ocupada en planta (módulos)</b>	130.94 m2
<b>Producción anual estimada</b>	19.703,8 KWh/año

NICOLAS ALCORTA 5:

<b>Potencia Nominal de la instalación</b>	<b>4</b>
<b>Potencia Pico instalada</b>	
<b>Orientación de módulos fotovoltaicos</b>	-4º SUR
<b>Numero de inversores de 3.8 kW</b>	1
<b>Superficie ocupada en planta (módulos)</b>	26.19 m2
<b>Producción anual estimada</b>	3.936,7 KWh/año

NICOLAS ALCORTA 7:

<b>Potencia Nominal de la instalación</b>	<b>4.5</b>
<b>Potencia Pico instalada</b>	
<b>Orientación de módulos fotovoltaicos</b>	-4º SUR
<b>Numero de inversores de 5 kW</b>	1
<b>Superficie ocupada en planta (módulos)</b>	49.10 m2
<b>Producción anual estimada</b>	4.525,8 KWh/año

JUAN DE GARAY 2:

<b>Potencia Nominal de la instalación</b>	<b>9</b>
<b>Potencia Pico instalada</b>	
<b>Orientación de módulos fotovoltaicos</b>	<b>-4º SUR</b>
<b>Numero de inversores de 4 kW</b>	<b>1</b>
<b>Numero de inversores de 3 kW</b>	<b>1</b>
<b>Superficie ocupada en planta (módulos)</b>	<b>49.10 m2</b>
<b>Producción anual estimada</b>	<b>3.950,1 KWh/año</b>

## 1.1 RELACIÓN DE EQUIPOS GENERADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA

### 1.1.1 Módulos Fотовoltaicos.

Se instalarán módulos fotovoltaicos modelo *stp 250-24/Vb* de la empresa *Suntech* ó similares, fabricados mediante células en tándem a partir de silicio policristalino.

La tecnología seleccionada para la ejecución del presente proyecto, cumpliendo con lo dispuesto en el Listado Vasco de Tecnologías Limpías (LVTL), es la variante tecnológica denominada silicio policristalino.

A continuación se muestran las características del modelo de módulo fotovoltaico seleccionado.

### Características del Modulo Fotovoltaico Suntech STP 250-24/Vb .

Potencia máxima (W)	250
Tecnología	Silicio policristalino
Potencia nominal	250 W
Tolerancia en potencia	0.06 +/- 0.01
Voltaje de circuito abierto (Voc)	43.2 V
Corriente de cortocircuito (Isc)	7.82 A
Máxima potencia de voltaje (Vmpp)	34.4 V
Máxima potencia de corriente (Impp)	7,27 A
Altura x Anchura x Profundidad	1956 x 0.992 x 50 mm
Peso Neto	23 kg.

### Especificaciones Técnicas De Los Módulos Fotovoltaicos.

Se adjunta ficha técnica de los módulos en el Anexo Equipos principales.

#### 1.1.2 Inversores

Se instalarán inversores de diferentes modelos y potencia en cada edificio, para conexión a red de entre potencias de entre 3 y 10 KW en función del número de paneles instalados en cada edificio. Su localización será en la terraza protegidos por un armario.

Como el rendimiento del inversor es mayor cuanto más próximos se está a su potencia nominal y con el fin de optimizar el balance energético, es primordial hacer coincidir la potencia pico del campo fotovoltaico y la potencia nominal del inversor. Para evitar en la medida de lo posible la operación del inversor a media carga, la potencia pico del campo fotovoltaico nunca debe ser menor que la potencia nominal del inversor.

Los inversores, que pueden operar en un amplio rango de tensiones de entrada que varían desde los 80 a los 600 Voltios en corriente continua, son capaces de transformar en corriente alterna y entregar a la red toda la potencia que el generador fotovoltaico genera en cada instante, funcionando a partir de un umbral mínimo de radiación solar. Se adjunta ficha técnica de los inversores en el Anexo de equipos.

Los inversores son de fácil instalación y no necesitan elementos adicionales a los proporcionados por la propia marca, únicamente la caja para resguardarlos de las condiciones climatológicas adversas. Están conectados por su lado DC al campo generador fotovoltaico, y por su lado AC a un transformador elevador que adapta la tensión de salida del inversor a la red. El transformador de AC se encuentra integrado en el interior del propio inversor.

Por otro lado el inversor, debe proporcionar la frecuencia y la tensión de la red a la que se encuentra conectado. La forma de onda de la corriente de salida del inversor deberá ser lo más senoidal posible para minimizar el contenido en armónicos inyectados en la red. Además debe operar con factor de potencia lo más próximo a la unidad, para evitar que el inversor demande de la red energía reactiva, en cuyo caso la compañía cobraría al propietario de la instalación el consumo de energía reactiva.

Como la potencia disponible del generador fotovoltaico varía con la irradiancia y temperatura de trabajo de las células que lo componen, el inversor incorpora un *seguidor del punto de máxima potencia (mppt)*, dispositivo electrónico que varía cada determinado tiempo la tensión de entrada del inversor (o tensión de salida del generador fotovoltaico) hasta que el producto de salida (potencia de salida) del generador fotovoltaico se hace máximo.

Los fabricantes aseguran una vida útil del inversor mayor de 10 años, contando el mismo con dos años de garantía. Además, los equipos llevan el marcado CE y están en conformidad con la directiva EMC y la de Baja Tensión, cumpliendo respectivamente las normas EN 50081-1 Y EN 50082-2.

### **1.1.3 Protecciones**

#### **Protecciones en la parte de CC.**

Como protecciones de la parte de CC de la instalación, se instalarán que protegen toda la instalación, aguas arriba de inversor.

Como medida adicional se instalarán interruptores de seccionamiento de CC y descargadores de sobretensión por cada grupo de strings del generador.

#### *Cortocircuitos:*

El cortocircuito es un punto de trabajo no peligroso para el generador fotovoltaico, ya que la corriente está limitada a un valor muy cercano a la máxima de operación normal del mismo.

Para las personas es peligrosa la realización / eliminación de un cortocircuito franco en el campo generador, por pasar rápidamente del circuito abierto al cortocircuito, lo que produce un elevado arco eléctrico, por la variación brusca en la corriente. Como medida de protección a las personas frente a este caso es, sin embargo recomendable, la conducción separada del positivo y del negativo. Así se evita la realización / eliminación accidental de un cortocircuito producido por daños en el aislamiento del cable.

#### *Contactos directos e indirectos:*

El generador fotovoltaico se conectará en modo flotante, proporcionando niveles de protección adecuados frente a contacto directo e indirecto, siempre y cuando la resistencia de aislamiento de la parte de continua se mantenga por encima de unos niveles de seguridad y no ocurra un primer defecto a masas o a tierra.

El inversor detendrá su funcionamiento y se activará una alarma visual en el equipo en el momento que detecte algún fallo.

#### *Sobretensiones:*

Sobre el generador fotovoltaico, se pueden generar sobretensiones de origen atmosférico de cierta importancia. Por ello, se protegerá la entrada CC del inversor, mediante dispositivos bipolares de protección clase II, válidos para la mayoría de equipos conectados a la red.

## **Protecciones en la parte CA.**

Es la parte correspondiente a la salida del inversor hasta el punto de conexión.

### **En caja de protección y medida CPM**

#### *Cortocircuitos y sobrecargas:*

Según RD 1663-2000 es necesario incluir un interruptor general manual omnipolar con poder de corte superior a la corriente de cortocircuito indicada por la empresa distribuidora en el punto de conexión. Este interruptor, que se ubica en el cuadro de contadores de la instalación fotovoltaica, será accesible a la empresa distribuidora, con objeto de poder realizar la desconexión manual, que permita la realización, de forma segura, de labores de mantenimiento en la red de la compañía eléctrica.

#### *Fallos a tierra:*

La instalación contará con diferencial, con el fin de proteger a las personas en el caso de derivación de algún elemento de la parte continua de la instalación, en la parte CA, para proteger de derivaciones en este circuito.

### **En caja de protecciones de corriente alterna, en la salida del inversor**

El inversor dispone de protecciones internas propias. Pese a ello, se colocará un cuadro eléctrico con un interruptor automático para cada inversor, otro interruptor automático de mayor calibre para unificar ambos equipos y un diferencial general que proteja frente a contactos indirectos.

## **Protección contra sobretensiones**

Para proteger de acoplamientos capacitivos o inductivos y de sobrecargas de la red a la instalación fotovoltaica y a los dispositivos electrónicos conectados a ella, se emplean varisistores.

Lo habitual es colocar varisistores en la caja de conexiones del generador fotovoltaico y antes y después del inversor.

### **1.1.4 Cableado**

Todo el cableado se realizará con material homologado, de cobre y de características tipo RV-K 0,6/1kV.

## **Parte de CC**

### **Conexión de paneles en serie**

El cableado de la parte de continua contará con aislamiento clase II, utilizándose los que trae incorporado el panel fotovoltaico, y realizándose siempre las conexiones usando material con ese mismo tipo de aislamiento, como contactores tipo Multicontact, o caja con aislamiento clase II. La sección mínima de los mismos será de 4 mm<sup>2</sup>.

### **Conexión de cada ramal a la caja de conexiones de su fila**

Se emplearán conductores unipolares de 4 mm<sup>2</sup> de sección cada uno.

### **Conexión de cada fila al inversor**

Se emplearán conductores unipolares de 10 mm<sup>2</sup> de sección cada uno, desde ese punto, una vez que se unen las filas. Al bornero de cada inversor se llegará con un par de conductores unipolares de 10 mm<sup>2</sup>. Para la futura ampliación de la instalación, la sección de los conductores será de 4 mm<sup>2</sup>.

Para hacer esta distribución, se pondrá una caja de distribución entre las strings y los inversores (antes de la caja de protección de corriente continua ).

### **Parte de CA.**

Según condiciones de suministro de la empresa suministradora de energía eléctrica, desde el punto de conexión hasta el punto de suministro, se unirán las salidas de los inversores, formando una red trifásica de 400V entre fases.

Se realizará con conductor de cobre, tipo RV de sección 4x(1x10) mm<sup>2</sup>, debido a la distancia entre el punto de conexión y el de suministro. De la caja de protección de corriente alterna a la CGPM se utilizará cable de sección 4x(1x25) mm<sup>2</sup>.

### **1.1.5 Medida y Facturación**

La medida y facturación de esta instalación cumplirán con lo dispuesto el RD 1663/2000, (artículo 10).

En concreto:

Los consumos eléctricos, en el mismo emplazamiento que la instalación fotovoltaica, se situarán en circuitos independientes de los circuitos eléctricos de dicha instalación fotovoltaica y de sus equipos de medida. La medida de tales consumos se realizará con equipos propios e independientes, que servirán de base para su facturación.

La instalación fotovoltaica dispondrá de un contador bidireccional en régimen de alquiler propuesto e instalado por IBERDROLA.

Todos los elementos integrantes del equipo de medida, tanto los de entrada como los de salida de energía, serán precintados por la empresa distribuidora.

El instalador autorizado sólo podrá abrir los precintos con el consentimiento escrito de la empresa distribuidora. No obstante, en caso de peligro pueden retirarse los precintos sin consentimiento de la empresa eléctrica, siendo en este caso obligatorio informar a la empresa distribuidora con carácter inmediato.

EL contador estará señalizado de forma indeleble, de manera que la asignación al titular de la instalación quede patente sin lugar a confusión. Además estará indicado si se trata de un contador de entrada de energía procedente de la empresa distribuidora o de un contador de salida de energía de la instalación fotovoltaica. EL contador estará ajustado a la normativa meteorológica vigente

y su precisión deberá ser como mínimo la correspondiente a la de clase de precisión 2, regulada por el Real Decreto 875/1984, de 28 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento para la aprobación de modelo y verificación primitiva de contadores de uso corriente: (clase 2) en conexión directa, nueva, a tarifa simple o a tarifas múltiples, destinadas a la medida de la energía en corriente monofásica o polifásica de frecuencia 50 Hz.

Las características del equipo de medida de salida serán tales que la intensidad correspondiente a la potencia nominal de la instalación fotovoltaica se encuentre entre el 50 por 100 de la intensidad nominal y la intensidad máxima de precisión de dicho equipo.

#### **1.1.6 Puesta a tierra**

Según RD 1663/2000 (artículo 12) donde se fijan las condiciones técnicas para la conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de BT, la puesta a tierra se realizará de forma que no altere la de la compañía eléctrica distribuidora, con el fin de no transmitir defectos a la misma. Es por tanto que la salida del trafo de aislamiento, en estrella, no tendrá el neutro conectado a tierra.

Las masas de la instalación fotovoltaica se conectarán a la tierra existente en el edificio.

#### **1.1.7 Armónicos y compatibilidad electromagnética**

La generación de armónicos y la compatibilidad electromagnética de esta instalación cumplen con lo dispuesto en el RD 1663/2000 (artículo 13).

### **1.1.8 Monitorización**

La instalación fotovoltaica podrá ser configurada, así como la posibilidad de vigilar y registrar estadísticamente su funcionamiento mediante un módem GSM, un software para monitorización sobre PC de Plantas Fotovoltáicas y la tarjeta para la comunicación vía GSM permiten controlar desde un PC remoto todas las diferentes variables de la instalación solar: parámetros de funcionamiento del inversor, histórico de datos, etc, integrada en la placa base del inversor.

## **2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**

Para el desarrollo de esta parte del proyecto, se ha utilizado el programa PVSYST y el PVGIS.

PVsyst es una herramienta que sirve para desarrollar instalaciones fotovoltaicas que permite el estudio, la simulación y análisis de datos completa de los sistemas fotovoltaicos. Este software permite dimensionar el tamaño de las instalaciones teniendo en cuenta la radiación solar que recibiría en función de su ubicación gracias a su base de datos meteorológica, que permite su diseño en 3D y que tiene en cuenta la proyección de sombras gracias a la simulación del movimiento del sol durante el día.

El PVGIS es un sistema de información geográfica sobre energía fotovoltaica, desarrollado por el servicio científico interno de la Comisión, el Centro Común

de Investigación. Este sistema permite a los usuarios calcular el rendimiento de los sistemas de energía solar en un punto dado de Europa.

## **2.1 CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN**

Para Calcular las pérdidas por inclinación de los paneles fotovoltaicos, se utilizan los datos de radiación para el lugar concreto de la instalación que da el PVGIS, se obtiene la irradiación solar para el ángulo óptimo y para el ángulo que se quiera poner en la instalación, viendo las pérdidas que se producen.

A continuación se muestran los valores de irradiación que reporta el PVGIS:



**Optimal inclination angle is: 34 degrees**

**Annual irradiation deficit due to shadowing (horizontal): 0,1 %**

Month	Hh	Hopt	H(15)	lopt	TD	NDD
Jan	1430	2250	1850	62	10,5	238
Feb	2120	2980	2580	54	10,4	220
Mar	3500	4380	4010	44	13,1	174
Apr	4300	4650	4590	28	13,7	127
May	5300	5230	5420	15	16,7	38
Jun	5860	5550	5890	9	19,5	2
Jul	5840	5640	5920	13	21,1	0
Aug	5140	5390	5410	24	21,9	0
Sep	4160	5020	4690	39	20,2	21
Oct	2720	3740	3280	51	18,2	84
Nov	1640	2510	2090	60	13,1	210
Dec	1230	2000	1620	64	10,7	236
Year	3610	4120	3950	34	15,8	1350

Hh: Irradiation on horizontal plane (Wh/m2/day)

Hopt: Irradiation on optimally inclined plane (Wh/m2/day)

H(15): Irradiation on plane at angle: 15deg. (Wh/m2/day)

lopt: Optimal inclination (deg.)

TD: Average daytime temperature (°C)



**Optimal inclination angle is: 34 degrees**

**Annual irradiation deficit due to shadowing (horizontal): 0.1 %**

Month	Hh	Hopt	H(25)	lopt	T24h	NDD
Jan	1430	2250	2080	62	9.7	238
Feb	2120	2980	2820	54	9.6	220
Mar	3500	4380	4250	44	12.0	174
Apr	4300	4650	4660	28	12.8	127
May	5300	5230	5370	15	15.9	38
Jun	5860	5550	5760	9	18.8	2
Jul	5840	5640	5820	13	20.5	0
Aug	5140	5390	5450	24	21.2	0
Sep	4160	5020	4920	39	19.1	21
Oct	2720	3740	3560	51	17.1	84
Nov	1640	2510	2340	60	12.1	210
Dec	1230	2000	1840	64	9.9	236
Year	3610	4120	4080	34	14.9	1350

Hh: Irradiation on horizontal plane (Wh/m<sup>2</sup>/day)

Hopt: Irradiation on optimally inclined plane (Wh/m<sup>2</sup>/day)

H(25): Irradiation on plane at angle: 25deg. (Wh/m<sup>2</sup>/day)

lopt: Optimal inclination (deg.)

T24h: 24 hour average of temperature (°C)

NDD: Number of heating degree-days (-)

El ángulo óptimo para la localización del proyecto es de 34°.

Las pérdidas debido a un ángulo de inclinación diferente al óptimo son las siguientes:

#### **Ángulo de 15°:**

Irradiación anual para el ángulo óptimo: 4120 Wh/m<sup>2</sup>

Irradiación anual para el ángulo elegido: 3950 Wh/m<sup>2</sup>

$$\textbf{Pérdidas} = [1 - (3950 / 4120)] * 100 = \textbf{4,12 \%}$$

#### **Ángulo de 25°:**

Irradiación anual para el ángulo óptimo: 4120 Wh/m<sup>2</sup>

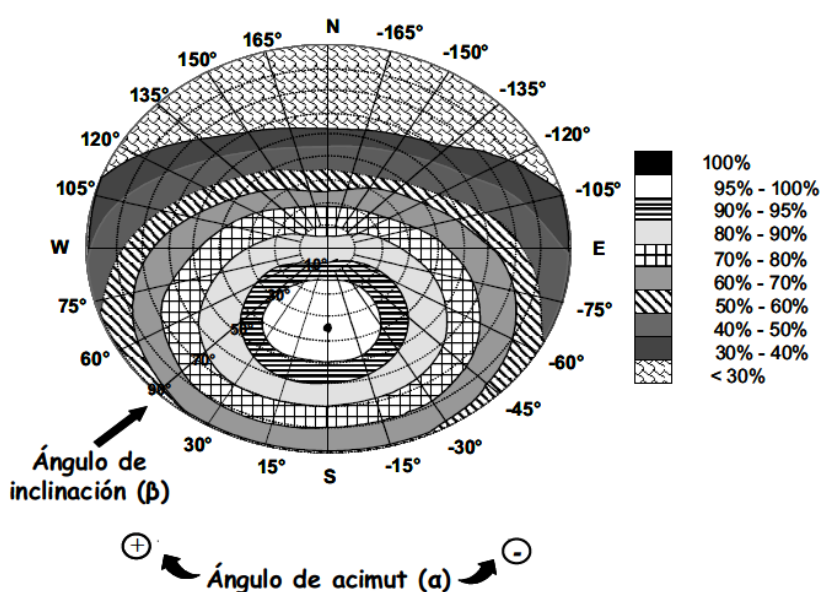
Irradiación anual para el ángulo elegido: 4060 Wh/m<sup>2</sup>

$$\textbf{Pérdidas} = [1 - (4060 / 4120)] * 100 = \textbf{1.45 \%}$$

Las pérdidas son prácticamente inapreciables, por lo que se considerarán los ángulos elegidos para el proyecto para evitar el efecto vela en la estructura y para poder instalar un mayor número de paneles fotovoltaicos.

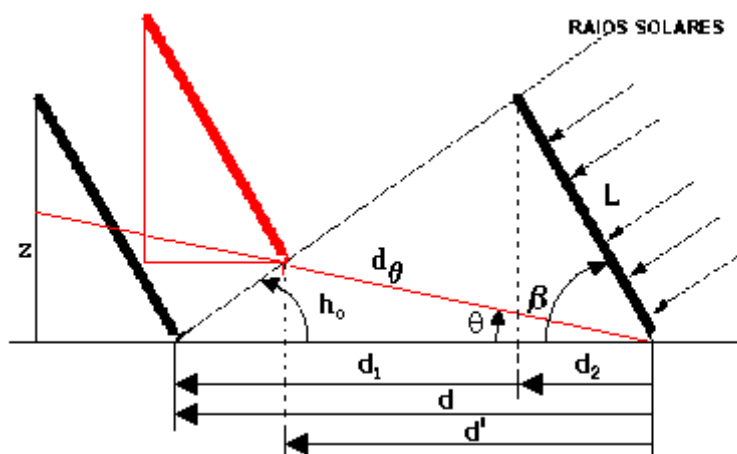
Para Calcular las pérdidas por orientación de los paneles fotovoltaicos, se utiliza el siguiente diagrama, En él se introduce el ángulo de inclinación y el acimut, 4° S-W.

La inclinación de los paneles es de  $25^\circ$  o  $15^\circ$  y el azimut como ya se ha dicho es de  $4^\circ$ , con lo q las pérdidas según el diagrama son aproximadamente del 5% en los dos casos.



## 2.2 CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS POR SOMBREADO

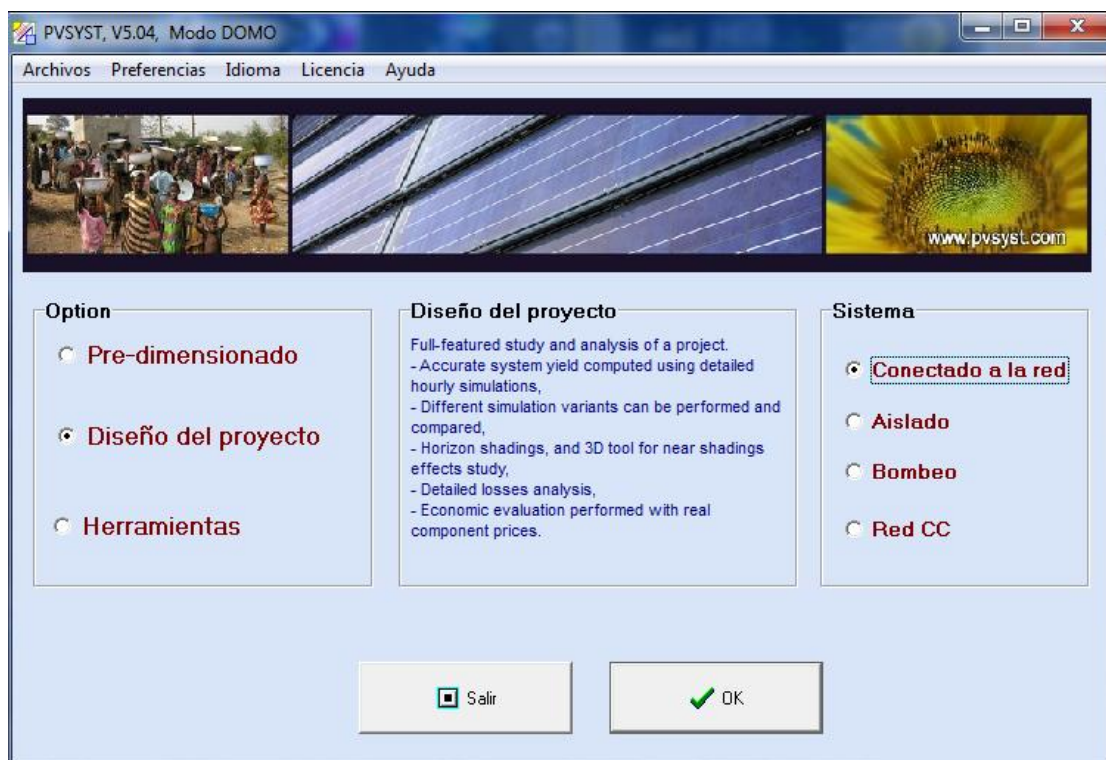
Para saber exactamente la distancia entre las filas de los paneles para que no se hagan sombras entre ellos, se ha considerado el caso más desfavorable que es el mediodía solar del (21 de diciembre. La distancia se ha llevado a cabo gráficamente en los planos (Ver Planos de las Azoteas) según el modelo siguiente, dónde el ángulo  $h_o = 61 - \text{latitud del lugar} = 61 - 43 = 18^\circ$



## 2.3 CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN

Para cada edificio se ha realizado las siguientes simulaciones con el programa PVSYST, en el que introduciendo todos los datos de diseño (ángulos de inclinación y orientación, potencia, número de paneles, etc) da diferentes opciones de inversores y paneles que la instalación perfite. Una vez realizado el último paso el cual es elegir el inversor y panel de entre las opciones que muestra, se realiza la simulación, obteniendo la producción, las pérdidas, etc.

A continuación se muestra el programa:



Definición de un sistema red, Variante "Nueva variante de simulación"

**Configuración global sistema**

1 N° de tipos de sub-campos

Esquema Simplificado

**Resumen sistema global**

N° de módulos	306	Potencia nominal FV	18.4 kWp
Superficie módulos	170 m²	Potencia máxima FV	17.2 kWdc
Cant. de inversores	6	Potencia nominal CA	18.0 kWac

Sistema Homogéneo

**Ayuda al Dimensionado**

Entrar potencia deseada 20.0 kWp, ... o superficie disponible 185 m²

**Selección del módulo FV**

Clasificación módulo Potencia Tecnología Fabricante Disponible actualmer

60 Wp 14V	Si-poly	Polv 60 Wp 1x36 cells	Generic	Manufacturer	Abrir
250 Wp 27V	Si-poly	Multisol P6/66 250	Scheuten	Photon Maq. 2009	
250 Wp 30V	Si-poly	ZYPV-5660 250P	Shenzhen ZY PV	Photon Maq. 2009	
250 Wp 25V	Si-poly	ZYPV-5660 250P	Shenzhen ZY PV	Photon Maq. 2009	
250 Wp 30V	Si-poly	SF 260-36-P250	Solarfun	Photon Maq. 2009	
250 Wp 28V	Si-poly	Blue 270/09(250)	Solon AG	Photon Maq. 2009	
250 Wp 29V	Si-poly	STP 250-24/V6	Suntech	Photon Maq. 2009	
250 Wp 29V	Si-poly	UP M250P	UpSolar	Manufacturer 2009	
250 Wp 27V	Si-poly	YL250P-32b	Yingli Solar	Manufacturer 2009	
3.0 kW	125 - 440 V	50/60 Hz	3 kWac inverter	Generic	

Cant. de inversores 6 Tensión de Funcionamiento: 125-440 V Pglobal inversor 18.0 kWac  
Tensión máx de entrada: 550 V

**Diseño del generador FV**

**N° de módulos y filas**

Mód. en serie 17 debe ser entre 9 y 23  
N° de filas 18 entre 18 y 20

Perdida sobrecarga: 0.0 %  
Relación Prom 1.02

Mostrar condicio

**Condiciones de funcionamien**

Vmpp (60°C)	246 V
Vmpp (20°C)	298 V
Voc (-10°C)	403 V

Irradiancia plano 1000 W/m² Máx. en bases STC

Imp (STC)	63.2 A	Pmáx en funcionamiento	16.3 kW
Isc (STC)	69.7 A	en 1000 W/m² y 50°C)	

N° módulos 306 Superficie 170 m² Isc (en STC) 68.4 A Potencia nom del generado 18.4 kWp

Necesidades usuarios Pérdidas detalladas Anular OK

Una vez hecho la simulación para cada edificio, los resultados obtenidos se encuentran en el Anexo de resultados de la simulación de Fotovoltaica.

A continuación se muestra un resumen con los datos más relevantes obtenidos en la simulación con el PVSYST

## RESUMEN DE RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN DEL PVSYST:

	Nº Simulaciones	Nº módulos	Nº filas	Potencia Pico (kWp)	Potencia Pico en cada edificio (kWp)	Energía Anual Producida (KWh/año)	Energía Anual Producida por edificio (KWh/año)	Nº inversores	Modelo Inversor	Marca Inversor	Potencia Inversor KW AC
NICOLÁS ALCORTA 1	2	6	3	4,5	7,5	4.505,00	<b>7.474,00</b>	2	IG 4500 LV	Fronius	4,5
		6	2	3		2.969,00			JHS 6A2	Sharp	3
NICOLÁS ALCORTA 2	3	5	4	5	20	4.884,00	<b>19.704,00</b>	3	Ingecom Sun 5	Ingeteam	5
		10	4	10		9.936,00			IG Plus 120	Fronius	10
		5	4	5		4.884,00			Ingecom Sun 5	Ingeteam	5
NICOLÁS ALCORTA 3	1	10	2	5	5	5.086,00	<b>5.086,00</b>	1	AT 5000	Sunways	5
NICOLÁS ALCORTA 4	3	5	4	5	20	4.884,00	<b>19.704,00</b>	3	Ingecom Sun 5	Ingeteam	5
		10	4	10		9.936,00			IG Plus 120	Fronius	10
		5	4	5		4.884,00			Ingecom Sun 5	Ingeteam	5
NICOLÁS ALCORTA 5	1	8	2	4	4	3.937,00	<b>3.937,00</b>	1	Sunny Boy SB 3800	SMA	3,8
NICOLÁS ALCORTA 7	1	9	2	4,5	4,5	4.526,00	<b>4.526,00</b>	1	Ingecom Sun 5	Ingeteam	5
JUAN DE GARAY 2	1	8	2	4	4	3.950,00	<b>3.950,00</b>	1	IG Plus 50	Fronius	4

### **3 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS**

El presente documento del Proyecto tiene por objeto definir los diferentes procesos que han de regir la ejecución de la parte de generación de electricidad mediante sistemas de energías renovables. Para realizar el presente documento se utilizará como documento de referencia el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones conectadas a red del IDAE.

#### **3.2 COMPONENTES Y MATERIALES**

##### **3.2.1 Generalidades**

Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento de clase 2 y un grado de protección mínimo de IP65.

La instalación incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico. El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable. Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución. Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la

humedad. Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente. En la Memoria de Diseño o Proyecto se incluirán las fotocopias de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes. Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en castellano y además, si procede, en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar de la instalación.

### **3.2.2 Sistemas Generales Fotovoltáicos**

Los módulos fotovoltaicos deberán incorporar el marcado CE, según la Directiva 2006/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.

Además, deberán cumplir la norma UNE-EN 61730, armonizada para la Directiva 2006/95/CE, sobre cualificación de la seguridad de módulos fotovoltaicos, y la norma UNE-EN 50380, sobre informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos. Adicionalmente, en función de la tecnología del módulo, éste deberá satisfacer las siguientes normas:

- UNE-EN 61215: Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.

- UNE-EN 61646: Módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada para aplicaciones terrestres. Cualificación del diseño y aprobación de tipo.
- UNE-EN 62108. Módulos y sistemas fotovoltaicos de concentración (CPV). Cualificación del diseño y homologación.

Los módulos que se encuentren integrados en la edificación, aparte de que deben cumplir la normativa indicada anteriormente, además deberán cumplir con lo previsto en la Directiva 89/106/CEE del Consejo de 21 de diciembre de 1988 relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros sobre los productos de construcción.

Aquellos módulos que no puedan ser ensayados según estas normas citadas, deberán acreditar el cumplimiento de los requisitos mínimos establecidos en las mismas por otros medios, y con carácter previo a su inscripción definitiva en el registro de régimen especial dependiente del órgano competente.

Será necesario justificar la imposibilidad de ser ensayados, así como la acreditación del cumplimiento de dichos requisitos, lo que deberá ser comunicado por escrito a la Dirección General de Política Energética y Minas, quien resolverá sobre la conformidad o no de la justificación y acreditación presentadas.

El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación. Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación. Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65. Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable. Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y

corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del  $\pm 3 \%$  de los correspondientes valores nominales de catálogo. Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante. Será deseable una alta eficiencia de las células. La estructura del generador se conectará a tierra.

Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador. Los módulos fotovoltaicos estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 10 años y contarán con una garantía de rendimiento durante 25 años.

### **3.2.3 Estructura Soporte**

Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones de este apartado. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado en el Código Técnico de la Edificación respecto a seguridad. La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la edificación y demás normativa de aplicación. El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante. Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los

módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo. El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos. La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura. La tornillería será realizada en acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable. Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos. En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, el diseño de la estructura y la estanquidad entre módulos se ajustarán a las exigencias vigentes en materia de edificación. Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos, tanto sobre superficie plana (terraza) como integrados sobre tejado, cumpliendo lo especificado sobre sombras. Se incluirán todos los accesorios y bancadas y/o anclajes. La estructura soporte será calculada según la normativa vigente para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc. Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirán las normas UNE-EN 10219-1 y UNE-EN 10219-2 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química. Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las normas UNE-EN ISO 14713 (partes 1, 2 y 3) y UNE-EN ISO 10684 y los espesores cumplirán con los mínimos exigibles en la norma UNE-EN ISO 1461.

### 3.2.4 Inversores

Serán del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día. Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- Autoconmutados.
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- No funcionarán en isla o modo aislado.

La caracterización de los inversores deberá hacerse según las normas siguientes:

- UNE-EN 62093: Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales.
- UNE-EN 61683: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- IEC 62116. Testing procedure of islanding prevention measures for utility interactive photovoltaic inverters.

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante), incorporando protecciones frente a:

- Cortocircuitos en alterna.
- Tensión de red fuera de rango.

- Frecuencia de red fuera de rango.
- Sobretensiones, mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.

Adicionalmente, han de cumplir con la Directiva 2004/108/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de diciembre de 2004, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética.

Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo. Incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:

- Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA.

Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:

- El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar un 10% superiores a las CEM. Además soportará picos de un 30% superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.
- El rendimiento de potencia del inversor (cociente entre la potencia activa de salida y la potencia activa de entrada), para una potencia de salida en corriente alterna igual al 50 % y al 100% de la potencia nominal, será como mínimo del 92% y del 94% respectivamente. El cálculo del rendimiento se realizará de acuerdo con la norma UNE-EN 6168:

Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.

-El autoconsumo de los equipos (pérdidas en “vacío”) en “stand-by” o modo nocturno deberá ser inferior al 2 % de su potencia nominal de salida.

-El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25 % y el 100 % de la potencia nominal.

-A partir de potencias mayores del 10 % de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar en red.

Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente. Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0 °C y 40 °C de temperatura y entre 0 % y 85 % de humedad relativa. Los inversores para instalaciones fotovoltaicas estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 3 años.

### **3.2.5 Cableado**

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente. Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión

sea inferior del 1,5 %. El cable deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas. Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

### **3.2.6 Medidas**

Todas las instalaciones cumplirán con el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

### **3.2.7 Protecciones**

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 11) sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión. En conexiones a la red trifásicas las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 Hz y 49 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 Um y 0,85 Um respectivamente) serán para cada fase.

### **3.2.8 Puesta a tierra de las Instalaciones fotovoltaicas**

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 12) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión. Cuando el aislamiento galvánico entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico no se realice mediante un transformador de aislamiento, se explicarán en la Memoria de Diseño o Proyecto los elementos utilizados para garantizar esta condición. Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectadas a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

### **3.2.9 Armónicos y compatibilidad electromagnética**

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 13) sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

### **3.2.10 Medidas de Seguridad**

Las centrales fotovoltaicas, independientemente de la tensión a la que estén conectadas a la red, estarán equipadas con un sistema de protecciones que garantice su desconexión en caso de un fallo en la red o fallos internos en la instalación de la propia central, de manera que no perturben el correcto

funcionamiento de las redes a las que estén conectadas, tanto en la explotación normal como durante el incidente. La central fotovoltaica debe evitar el funcionamiento no intencionado en isla con parte de la red de distribución, en el caso de desconexión de la red general. La protección anti-isla deberá detectar la desconexión de red en un tiempo acorde con los criterios de protección de la red de distribución a la que se conecta, o en el tiempo máximo fijado por la normativa o especificaciones técnicas correspondientes. El sistema utilizado debe funcionar correctamente en paralelo con otras centrales eléctricas con la misma o distinta tecnología, y alimentando las cargas habituales en la red, tales como motores. Todas las centrales fotovoltaicas con una potencia mayor de 1 MW estarán dotadas de un sistema de teledesconexión y un sistema de telemedida. La función del sistema de teledesconexión es actuar sobre el elemento de conexión de la central eléctrica con la red de distribución para permitir la desconexión remota de la planta en los casos en que los requisitos de seguridad así lo recomienden. Los sistemas de teledesconexión y telemedida serán compatibles con la red de distribución a la que se conecta la central fotovoltaica, pudiendo utilizarse en baja tensión los sistemas de telegestión incluidos en los equipos de medida previstos por la legislación vigente. Las centrales fotovoltaicas deberán estar dotadas de los medios necesarios para admitir un reenganche de la red de distribución sin que se produzcan daños. Asimismo, no producirán sobretensiones que puedan causar daños en otros equipos, incluso en el transitorio de paso a isla, con cargas bajas o sin carga. Igualmente, los equipos instalados deberán cumplir los límites de emisión de perturbaciones indicados en las normas nacionales e internacionales de compatibilidad electromagnética.

### **3.2.11 Recepción de Pruebas**

El instalador entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en alguna de las lenguas oficiales españolas para facilitar su correcta interpretación. Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversores, contadores) éstos deberán haber superado las pruebas de funcionamiento en fábrica, de las que se levantará oportuna acta que se adjuntará con los certificados de calidad. Las pruebas a realizar por el instalador, con independencia de lo indicado con anterioridad en este PCT, serán como mínimo las siguientes:

- Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.
- Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.
- Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación, con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de la desconexión.
- Determinación de la potencia instalada

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. No obstante, el Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro han funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos o errores del sistema suministrado, y además se hayan cumplido los siguientes requisitos:

- Entrega de toda la documentación requerida en este PCT, y como mínimo la recogida en la norma UNE-EN 62466: Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.
- Retirada de obra de todo el material sobrante.
- Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.

Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados, si bien deberá adiestrar al personal de operación. Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o diseño por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía mínima será de 10 años contados a partir de la fecha de la firma del acta de recepción provisional. No obstante, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se apreciase que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

### **3.3 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL CONTRATO DE MANTENIMIENTO**

#### **3.3.1 Generalidades**

Se realizará un contrato de mantenimiento preventivo y correctivo de al menos tres años. El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá todos los

elementos de la misma, con las labores de mantenimiento preventivo aconsejados por los diferentes fabricantes.

### **3.3.2 Programa de Mantenimiento**

El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a red.

Se definen dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:

–Mantenimiento preventivo.

–Mantenimiento correctivo.

*Plan de mantenimiento preventivo:* operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma.

*Plan de mantenimiento correctivo:* todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:

- La visita a la instalación en los plazos indicados y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la misma.
- El análisis y elaboración del presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación.

- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora. El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá, al menos, una visita (anual para el caso de instalaciones de potencia de hasta 100 kWp y semestral para el resto) en la que se realizarán las siguientes actividades:

- Comprobación de las protecciones eléctricas.
- Comprobación del estado de los módulos: comprobación de la situación respecto al proyecto original y verificación del estado de las conexiones.
- Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas, etc.
- Comprobación del estado mecánico de cables y terminales (incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de bornas), pletinas, transformadores, ventiladores/extractores, uniones, reaprietes, limpieza.

Realización de un informe técnico de cada una de las visitas, en el que se refleje el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas. Registro de las operaciones de mantenimiento realizadas en un libro de mantenimiento, en el que constará la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa).

### **3.3.3 Garantías**

#### ***Ámbito general de la garantía***

Sin perjuicio de cualquier posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones. La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la certificación de la instalación.

#### ***Plazos***

El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje. Para los módulos fotovoltaicos, la garantía mínima será de 10 años. Si hubiera de interrumpirse la explotación del suministro debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que el suministrador haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

### ***Condiciones económicas***

La garantía comprende la reparación o reposición, en su caso, de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, así como la mano de obra empleada en la reparación o reposición durante el plazo de vigencia de la garantía. Quedan expresamente incluidos todos los demás gastos, tales como tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante. Asimismo, se deben incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación. Si en un plazo razonable el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con sus obligaciones. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo las oportunas reparaciones, o contratar para ello a un tercero, sin perjuicio de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador

### ***Anulación de la garantía***

La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador.

### ***Lugar y tiempo de la prestación***

Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación lo comunicará fehacientemente al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente, lo comunicará fehacientemente al fabricante. El suministrador atenderá cualquier incidencia en el plazo máximo de una semana y la resolución de la avería se realizará en un tiempo máximo de 10 días, salvo causas de fuerza mayor debidamente justificadas. Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador. El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas a la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 10 días naturales.



# **PARTE IV**

## **INSTALACIÓN MINI EÓLICA PARA EL SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD**

---

## **1 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN MINI EÓLICA**

La instalación mini eólica conectada a red estará constituida por un conjunto de componentes encargados de realizar las funciones de aprovechar el viento, generando energía eléctrica en forma de corriente continua y adaptarla a las características que la hagan utilizable por los consumidores conectados a la red de distribución de corriente alterna. Este tipo de instalación mini eólica trabaja en paralelo con el sistema fotovoltaico.

En los edificios 2 y 4 de Nicolás Alcorta irá ubicada una única turbina sobre la terraza de cada edificio. Ésta estará localizada inmediatamente debajo de la cubierta plana o azotea, para que el impacto visual desde la calle sea menor. El resto de edificios albergarán dos mini-turbinas situadas igualmente sobre las terrazas.

El plan general de ordenación urbana de Bilbao no hace ninguna referencia a la implantación de mini-turbinas en azoteas y cita: “Cuando alguna instalación no se halle regulada de manera explícita se aplicarán criterios analógicos, a juicio municipal razonado”, por lo que habría que solicitar la instalación en el ayuntamiento.

## **1.1 RELACIÓN DE EQUIPOS GENERADORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

### **1.1.1 Mini aerogeneradores**

Las turbinas eólicas de baja potencia (llamadas mini aerogeneradores) utilizan la energía cinética producida por un flujo de aire con densidad  $\rho$ , que atraviesa el rotor (formado por las palas y el buje) del aerogenerador, reduciendo su velocidad desde el valor  $v$  no perturbado frente al rotor, a un valor inferior tras pasar por las palas. La diferencia de velocidad de la masa de aire en la entrada y en la salida del rotor se refleja, siendo constante el caudal del fluido a través de las palas en una diferencia en el área ocupada por la masa de aire, y mide justo la cantidad de energía cinética que mueve el rotor y el correspondiente generador eléctrico.

El mini aerogenerador tendrá un grado de protección mínimo IP65. Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios para la desconexión.

La sustentación del molino se realizará empleando una zapata de hormigón armado acorde con las dimensiones del molino.

El aerogenerador de pequeño tamaño que se utilizará tendrá que estar homologado por algún laboratorio acreditado por las entidades nacionales de acreditación reconocidas demostrado mediante la presentación del certificado correspondiente.

El mini molino llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre ó logotipo del fabricante, potencia máxima, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.

El aerogenerador que se propone en este caso es de eje horizontal de la marca Bornay, tiene un sistema de orientación a favor del viento y está diseñado para una potencia máxima de salida de 6 kW.

Una característica importante de los aerogeneradores es su potencia máxima que pueden entregar al sistema en condiciones de viento favorables. Para este molino la potencia de salida será de 6.300W con vientos de 14m/s (curva de potencia del mini aerogenerador). Para vientos más veloces el aparato cuenta con una autorregulación del sistema que actuara como protección.

### **1.1.2 Alternador**

Corresponde a un generador síncrono trifásico de imanes permanentes de eje prolongado, tipo intemperie, ya que su configuración es la más apropiada para el sistema. Los imanes son de Neodimio

### **1.1.3 Rectificador**

Formado por el habitual puente de Graetz, es trifásico, con lo cual consta de 6 diodos. Su utilización es debida a que el voltaje producido por el alternador será variable y hay que hacer que se ajuste al funcionamiento del

transformador. Este objetivo se complementa con la utilización del inversor trifásico que ahora se especifica.

#### **1.1.4 Inversor**

A continuación interviene un inversor trifásico de 6 kW, que junto a su etapa final de filtrado, vierten a la red la energía generada, pasando antes por el transformador trifásico, del cual se hará mención a continuación. El inversor viene dentro del kit del aerogenerador para conexión a red.

#### **1.1.5 Transformador**

Será el encargado de adaptar el voltaje proporcionado por el inversor, en este caso 220 V, al voltaje de la Red de Distribución Pública, 380 V. Por tanto, su relación de transformación es  $220 / 380$  V. Es trifásico. El aerogenerador es auto orientable, y ello unido al peso de sus palas inferior al peso de las palas convencionales, de igual envergadura, hace que el rendimiento energético sea notablemente mayor en iguales condiciones eólicas. La pala con contrapeso en el centro de percusión, adapta su perfil y plano a la presión instantánea del viento. Como ya se ha indicado, se utiliza una turbina de potencia regulable por cambio de paso centrífugo; este tipo de turbina supone una concepción totalmente distinta de las hasta ahora existentes para las turbinas eólicas debido a su modernidad y a su mejor rendimiento

### **1.1.6 Protecciones y elementos de seguridad**

La instalación incorporará todos los elementos y características necesarias para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico, de modo que cumplan las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica en Baja Tensión y Compatibilidad Electromagnética. Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente. En particular, se usará en la parte de corriente continua de la instalación protección Clase II o aislamiento equivalente cuando se trate de un emplazamiento accesible.

Los materiales situados a la intemperie tendrán al menos un grado de protección IP65. La instalación debe permitir la desconexión y seccionamiento del inversor, tanto en la parte de corriente continua como en la de corriente alterna, para facilitar las tareas de mantenimiento

## **2 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**

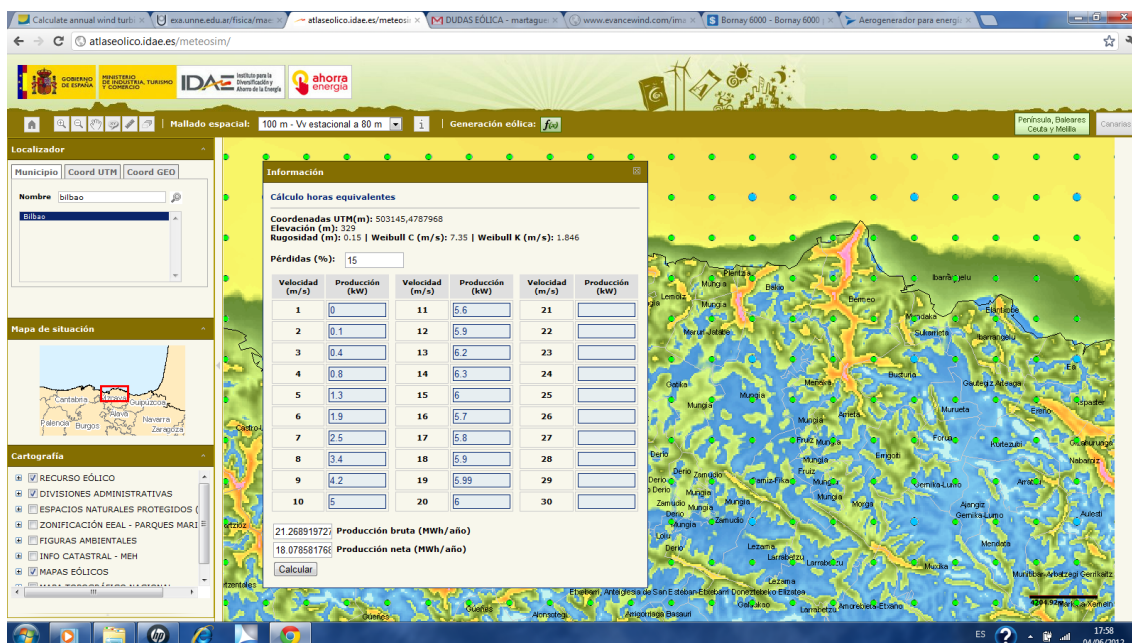
En esta instalación sólo es necesario el cálculo de la producción del aerogenerador, debido a que los demás elementos que forman el sistema, vienen ya dentro del KIT del mini-aerogenerador y por tanto están ya calculados y dimensionados para la instalación con conexión a red.

Para la obtención de la producción, se ha utilizado el Atlas Eólico del IDEA junto con la curva de potencia de la turbina (dada por el fabricante).

A continuación se muestra la curva de potencia de la turbina:



Una vez que se tiene la potencia para las distintas velocidades (mirando la curva de potencia), se introduce en el Atlas Eólico obteniendo así la producción anual que genera el mini aerogenerador Bornay 6000 de 6KW.



Se consideran unas pérdidas del 15%. Dentro de esas pérdidas están las debidas al cableado, variaciones, dirección del viento, etc. Por lo que considerándolas, la producción anual es de 18.078,6 KWh/año.

No todos los edificios albergan el mismo número de aerogeneradores, por lo que a continuación se muestra una tabla resumen con el número de aerogeneradores en cada edificio y la producción total anual en cada uno de ellos.



	Nº mini aerogeneradores	Producción de la mini turbina (KWh/año)	Producción total por edificio (Kwh/año)
NICOLÁS ALCORTA 1	2	18078,6	36157,2
NICOLÁS ALCORTA 2	1	18078,6	18078,6
NICOLÁS ALCORTA 3	2	18078,6	36157,2
NICOLÁS ALCORTA 4	1	18078,6	18078,6
NICOLÁS ALCORTA 5	2	18078,6	36157,2
NICOLÁS ALCORTA 7	2	18078,6	36157,2
JUAN DE GARAY 2	2	18078,6	36157,2

Para determinar la sección del cable de bajada que se debe utilizar, en función de las características del aerogenerador y la distancia que le separa de su cuadro de control, véase la siguiente tabla para cable conductor de cobre:

Modelo	Iac x fase (A)	0-20 mts	20-40 mts	40-60 mts	60-80 mts	80-100 mts
Bornay 600 / 12v	17	10 mm <sup>2</sup>	16 mm <sup>2</sup>	25 mm <sup>2</sup>	35 mm <sup>2</sup>	50 mm <sup>2</sup>
Bornay 600 / 24v	8.8	6 mm <sup>2</sup>	10 mm <sup>2</sup>	16 mm <sup>2</sup>	25 mm <sup>2</sup>	35 mm <sup>2</sup>
Bornay 600 / 48v	4.5	4 mm <sup>2</sup>	6 mm <sup>2</sup>	10 mm <sup>2</sup>	16 mm <sup>2</sup>	25 mm <sup>2</sup>
Bornay 1500 / 24v	22	10 mm <sup>2</sup>	16 mm <sup>2</sup>	25 mm <sup>2</sup>	25 mm <sup>2</sup>	35 mm <sup>2</sup>
Bornay 1500 / 48v	11	6 mm <sup>2</sup>	10 mm <sup>2</sup>	16 mm <sup>2</sup>	25 mm <sup>2</sup>	35 mm <sup>2</sup>
Bornay 3000 / 24v	42	10 mm <sup>2</sup>	16 mm <sup>2</sup>	25 mm <sup>2</sup>	35 mm <sup>2</sup>	50 mm <sup>2</sup>
Bornay 3000 / 48v	21	4 mm <sup>2</sup>	6 mm <sup>2</sup>	10 mm <sup>2</sup>	16 mm <sup>2</sup>	25 mm <sup>2</sup>
Bornay 6000 / 48v	42	6 mm <sup>2</sup>	10 mm <sup>2</sup>	16 mm <sup>2</sup>	25 mm <sup>2</sup>	35 mm <sup>2</sup>

Por lo que para el caso del presente proyecto, considerando que el inversor, cuadros, etc, se sitúan en la terraza de debajo de la azotea, es decir, menor de metros, para el caso de Bornay 6000 la sección de los cables a utilizar serán de 6 mm<sup>2</sup>.

### **3 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS**

#### **3.1 Condiciones Generales**

##### **3.1.1 Objeto del Pliego Técnico**

El presente apartado hace referencia a las condiciones que han de cumplir las unidades de obra y sus materiales integrantes en la ejecución de las obras tanto de los aerogeneradores, como del sistema de distribución de energía a la red eléctrica.

Las condiciones aquí establecidas se exigen para proporcionar las garantías suficientes de buen funcionamiento de todos los elementos integrantes en las instalaciones, asignando asimismo las normas de seguridad y duración, tanto de los componentes del proyecto como de las redes de alimentación de energía eléctrica correspondientes a los mismos admitiendo para los mencionados elementos el uso considerado normal en este tipo de instalaciones.

Todos los elementos, aparatos, componentes, etc., deberán ser acompañados, en caso de que la dirección facultativa así lo exija, de los correspondientes certificados redactados por el fabricante, suministrador o contratista de los mismos, y en los cuales se indicará la marca del fabricante, las características

técnicas, las dimensiones geométricas y pruebas a las que se han sometido quedando estos certificados como representativos de los mismos.

### **3.1.2 Descripción de las Obras que Comprende**

Las obras objeto del presente pliego de condiciones técnicas son las anteriormente mencionadas y que se describen a continuación de manera general con expresión de sus características especiales.

- *Instalación y montaje de los aerogeneradores:* Comprende la instalación de los aerogeneradores, comenzado por la zapata, siguiendo por los sucesivos empalmes de torre, la góndola con todos sus componentes y por último lugar los álabes.
- *Red de distribución:* Se incluye el tendido y tumbado de los cables desde la salida del generador hasta la red de distribución aérea de la compañía eléctrica asignada incluyéndose todos los dispositivos y accesorios necesarios para garantizar un perfecto aislamiento, así como las conexiones y soportes correspondientes.
- *Acometidas y cuadros de control:* Comprenden todas las cajas o armarios que se prevean para garantizar una fácil maniobra de encendido y apagado, así como la necesaria protección de los elementos eléctricos de la red y seguridad en caso de averías y contactos a elementos conductores.
- *Prueba de puesta a punto de la instalación:* Comprenden el conjunto de pruebas que se juzguen necesarias para la comprobación de las instalaciones en su aspecto eléctrico, mecánico, etc., para asegurar la puesta a punto del sistema.

### **3.1.3 Programa de Trabajo**

En las obras que a criterio de la inspección facultativa lo requiera y antes del comienzo de éstas, el contratista someterá a la aprobación de la misma un programa de trabajo con especificación de los plazos parciales y fechas de terminación de las distintas unidades de obra. Este plan una vez aprobado se incorporará al pliego de condiciones y adquirirá carácter contractual.

### **3.1.4 Planteamiento de las Obras**

Antes de iniciar la ejecución de las obras se procederá al replanteo de la misma sobre el terreno extendiéndose acta firmada por ambas partes. Durante la ejecución de la misma se realizarán replanteos parciales que interesen al contratista, o a la inspección facultativa, cada uno con su propia responsabilidad técnica y económica a su cargo.

### **3.1.5 Iniciación y Prosecución de las Obras**

Después de firmado por ambas partes el contrato, el contratista deberá comenzar las obras dentro del plazo señalado. Siendo el tiempo uno de los elementos del contrato, el contratista proseguirá la obra, por tanto, con la mayor diligencia posible empleando aquél medio o métodos de realización que aseguren su terminación no más tarde de la fecha establecida al efecto o a la fecha a que se haya ampliado el tiempo estipulado para la terminación de la obra.

### **3.1.6 Planos Detalle de las Obras**

El contratista estará obligado a presentar todos los planos o esquemas detalle que estime necesario para la correcta ejecución de las obras contratadas.

### **3.1.7 Variaciones**

Se entenderá comprendidas en el objeto del contrato las modificaciones parciales o totales, así como los complementos de obra o suministros que la dirección facultativa determine o que a juicio de la misma resulten necesarias por causas no previstas dentro de los límites autorizados mediante las rectificaciones adecuadas o reformas del proyecto.

### **3.1.8 Conservación del Entorno Urbano**

El contratista prestará especial atención al efecto que puedan tener las distintas operaciones e instalaciones que necesite realizar para la ejecución del contrato, sobre la estética y el entorno de las zonas en que se hallen las obras. En tal sentido se cuidará de los árboles, mobiliario urbano, vallas, fauna y demás elementos que puedan ser dañados durante las obras, para que sean debidamente protegidas en evitación de posibles destrozos que, de producirse, serán restaurados a su costa e inmediatamente.

## **3.2 Condiciones de los Materiales**

### **3.2.1 Obra Civil**

#### *A) Morteros de Cemento*

Será una masa construida mediante cemento, árido fino, y agua, pudiendo contener eventualmente algún producto de adición que mejore sus propiedades.

Para los encofrados y enlucidos las dosificaciones correspondientes por m<sup>3</sup> serán:

- 0,883 de árido fino
- 0,265 de agua
- 600 Kg de cemento

Para fabricación de ladrillos y mampostería las dosificaciones correspondientes por m<sup>3</sup> serán de:

- 1,100 de árido fino
- 0,255 de agua
- 250 Kg de cemento

El cemento y la arena se mezclarán en seco hasta conseguir un producto homogéneo y de color uniforme. A continuación se añadirá el agua paulatinamente hasta conseguir la consistencia adecuada.

### *B) Arena*

Se utilizará únicamente arena fina de río, permaneciendo su humedad superficial constante durante cada jornada de trabajo, tomando las medidas adecuadas para ello.

Tendrá una superficie granular compuesta por partículas duras y resistentes pasando por tamiz H4ASTM, el 90%. La arena tendrá menos del 5% del tamaño inferior a 0,15 mm para los hormigones impermeables.

### *C) Encofrado*

Se utilizarán elementos de madera, metálicos o cualquier otro material análogo que permita servir de molde para la ejecución de obras de hormigón, mortero o similar.

Serán suficientemente extensos para impedir pérdidas apreciables y tendrán la resistencia y rigidez adecuadas para que durante el endurecimiento del hormigón no se produzcan esfuerzos anormales.

La superficie interior de los encofrados y los productos aplicados a ella, no podrán contener sustancias nocivas para el hormigón. En el caso de utilizar encofrados de madera, se humedecerán previamente para evitar la absorción de agua del amasado de hormigón.

No serán autorizados aquellos encofrados que presenten restos de amasadas antiguas en sus caras interiores, rechazándose toda pieza de hormigón que no presente el aspecto requerido.

### *E) Cimentación de Aerogeneradores*

Las dimensiones de la cimentación para cada aerogenerador serán de 12x12x2 m<sup>3</sup> con una malla superior e inferior y 4 vigas de refuerzo cerrando el recinto rectangular.

Se procederá a un fundido mediante hormigonado y en su cara superior se anclarán los pernos de sujeción para la torre. Por tanto, la base será de hormigón armado con una malla equipotencial, teniendo todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón una unión mediante soldadura eléctrica, no pudiendo ser accesible desde el exterior del edificio. En el caso de existir partes metálicas expuestas al aire y las inclemencias meteorológicas, se les aplicará un tratamiento anticorrosivo adecuado.

## **3.2.2 Montaje de Aerogeneradores**

### *A) Izado de la Torre*

Se procederá a un izado por tramos del aerogenerador, siendo en este caso marcada de 3 partes. Todos ellos se resolverán mediante grúa de altura acorde a la altitud de izado prevista.

La unión entre tramos será realiza mediante ajuste perfecto de pernos endurecidos y sellados mediante bridas a presión mecánica.

### *B) Izado de góndola y rotor*

Para el izado de la góndola se procederá de igual manera que con la torre, incluyéndose en el transporte el rotor ya instalado y 2 de los álabes.

### *C) Izado de la tercera pala*

El último trabajo de grúa para el montaje completo del aerogenerador será el izado de la última pala para su conexión al rotor ya subido. Para su estabilización en el transporte podrá hacerse uso de una grúa de menos tamaño que sujete la punta del álabe en su proceso de levantamiento a posición vertical para evitar posibles movimientos bruscos debido al viento o manejo erróneo de la grúa principal.

## **3.2.3 Materiales Eléctricos**

### *A) Transformador Interno*

Cada uno de los transformadores internos de los aerogeneradores serán izados mediante grúa para su ubicación y ensamblaje en el interior del primer tramo de la torre, descansando sobre la plataforma.

### *B) Tendido de Cables Internos*

Una vez izado el aerogenerador por completo, se procederá al tendido eléctrico de los cables desde la góndola hacia la base siempre por el interior de la torre, para finalizar con su conexión a la unidad de control.

### *C) Unidad de Control*

Irán dispuestas sobre los apoyos en la cimentación de cada aerogenerador y conectarán los cables de potencia y de control de los componentes de la góndola, quedando así el aerogenerador dispuesto para su conexión a la red eléctrica de Media Tensión.

#### *D) Cuadros de Distribución*

La aplicación deberá realizarse para ambientes con temperaturas no superiores a 25° pero que eventualmente pueden llegar a alcanzar 35°. La tensión no debe superar los 440 v. La intensidad de cortocircuito presunta en la instalación no debe ser superior a 10 KA o bien los cuadros deben estar protegidos por dispositivos limitadores con un límite de intensidad no mayor de 15 KA.

El cuadro de distribución será de superficie y material plástico con grado de protección IP65 y deberá estar dotado de carril DIN EN 50022 de 35 mmx7,5 mm para la instalación de aparatos modulares de cualquier tipo y marca.

#### *E) Interruptores Magnetotérmicos y Diferenciales*

Los interruptores magnetotérmicos deberán cumplir con la UNE EN 60898.

Los interruptores diferencias deberán cumplir con la UNE EN 61008-1

Ambos tendrán una serie de características comunes como resistencia del frontal al impacto con grado IK06 resistiendo temperaturas de instalación desde -5° a 60°C.

#### *F) Armarios*

Los armarios deberán ser estancos con grado de protección IP559 y también de plástico autoextinguible a 960°C en 30 s y tendrán puertas transparentes.

#### *G) Bornes de Potencia*

Deberán permitir la conexión hasta un máximo de 70 mm<sup>2</sup> de doble tornillo.

# **ANÁLISIS ECONÓMICO DEL CONJUNTO**

---

Mediante la sustitución de las luminarias en cada edificio, se obtiene un ahorro anual considerable. A continuación se muestra en una tabla la inversión y el ahorro anual debido a dicho cambio.

	Coste Bombillas (€)	Ahorro Kwh anuales	Coste Medio Kwh (€/ Kwh)	Ahorro anual (€)
<b>Nicolás Alcorta 1</b>	836,00	10.699,46	0,16	1.711,91
<b>Nicolás Alcorta 2</b>	802,00	10.305,45	0,21	2.164,15
<b>Nicolás Alcorta 3</b>	836,00	10.699,46	0,16	1.711,91
<b>Nicolás Alcorta 4</b>	802,00	10.318,49	0,19	1.960,51
<b>Nicolás Alcorta 5</b>	836,00	10.699,46	0,16	1.711,91
<b>Nicolás Alcorta 7</b>	870,00	11.080,43	0,16	1.772,87
<b>Juan de Garay 2</b>	836,00	15.369,45	0,15	2.305,42

Mediante la simulación con el f-chart para la instalación solar térmica, se obtiene el ahorro y recuperación de la inversión para cada edificio.

NICOLAS ALCORTA 1

### **AHORRO Y RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN**

Combustible fósil convencional: Gas Natural (coste de referencia 1,00 €/litro o 0,08 €/kWh)		
Demanda a 60°C (185 personas x 22 l/persona)	4.070	l/día
Demanda a 45°C	5.827	l/día
Necesidades energéticas anuales	306.671	MJ
Necesidades energéticas anuales	85.186	kWh
Aporte solar	26.046	kWh
Ahorro anual	1.823,22	€
Coste kWh	0,07	€/kWh

## NICOLÁS ALCORTA 2

### **AHORRO Y RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN**

Combustible fósil convencional: Gas Natural (coste de referencia 1,00 €/litro o 0,08 €/kWh)	
Demanda a 60°C (220 personas x 22 l/persona)	4.840 l/día
Demanda a 45°C	6.929 l/día
Necesidades energéticas anuales	364.689 MJ
Necesidades energéticas anuales	101.303 kWh
Aporte solar	32.457 kWh
<b>Ahorro anual</b>	<b>2.271,99 €</b>

Coste kWh	0,07	€/kWh
-----------	------	-------

## NICOLÁS ALCORTA 3

### **AHORRO Y RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN**

Combustible fósil convencional: Gas Natural (coste de referencia 1,00 €/litro o 0,08 €/kWh)	
Demanda a 60°C (185 personas x 22 l/persona)	4.070 l/día
Demanda a 45°C	5.827 l/día
Necesidades energéticas anuales	306.671 MJ
Necesidades energéticas anuales	85.186 kWh
Aporte solar	26.046 kWh
<b>Ahorro anual</b>	<b>1.823,22 €</b>

Coste kWh	0,07	€/kWh
-----------	------	-------

#### NICOLÁS ALCORTA 4

### **AHORRO Y RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN**

Combustible fósil convencional: Gas Natural (coste de referencia 1,00 €/litro o 0,08 €/kWh)	
Demanda a 60°C (220 personas x 22 l/persona)	4.840 l/día
Demanda a 45°C	6.929 l/día
Necesidades energéticas anuales	364.689 MJ
Necesidades energéticas anuales	101.303 kWh
Aporte solar	30.959 kWh
<b>Ahorro anual</b>	<b>2.167,13 €</b>

Coste kWh	0,07	€/kWh
-----------	------	-------

#### NICOLÁS ALCORTA 5

### **AHORRO Y RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN**

Combustible fósil convencional: Gas Natural (coste de referencia 1,00 €/litro o 0,08 €/kWh)	
Demanda a 60°C (225 personas x 22 l/persona)	4.950 l/día
Demanda a 45°C	7.087 l/día
Necesidades energéticas anuales	372.978 MJ
Necesidades energéticas anuales	103.605 kWh
Aporte solar	33.855 kWh
<b>Ahorro anual</b>	<b>2.369,85 €</b>

Coste kWh	0,07	€/kWh
-----------	------	-------

NICOLAS ALCORTA 7

### **AHORRO Y RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN**

Combustible fósil convencional: Gas Natural (coste de referencia 1,00 €/litro o 0,08 €/kWh)	
Demanda a 60°C (205 personas x 22 l/persona)	4.510 l/día
Demanda a 45°C	6.457 l/día
Necesidades energéticas anuales	339.824 MJ
Necesidades energéticas anuales	94.396 kWh
Aporte solar	30.676 kWh
<b>Ahorro anual</b>	<b>2.147,32 €</b>

Coste kWh	0,07	€/kWh
-----------	------	-------

JUAN DE GARAY 2

### **AHORRO Y RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN**

Combustible fósil convencional: Gas Natural (coste de referencia 1,00 €/litro o 0,08 €/kWh)	
Demanda a 60°C (230 personas x 22 l/persona)	5.060 l/día
Demanda a 45°C	7.244 l/día
Necesidades energéticas anuales	378.249 MJ
Necesidades energéticas anuales	105.069 kWh
Aporte solar	33.898 kWh
<b>Ahorro anual</b>	<b>2.372,86 €</b>

Coste kWh	0,07	€/kWh
-----------	------	-------

El ahorro de todos los edificios del grupo residencial Zabálburu por la instalación termica es de **14.975,59 €/año** una vez amortizada la instalación.

La amortización, se calcula bajo los siguientes supuestos:

IPC= 2.1%, Deterioro de la instalación=10%, Mantenimiento = 2%, Seguro=1.5%. Coste de la instalación solar Térmica = 234.673,43€ (Ver en el presupuesto)

Producción total= 213.937 KWh/año (suma de la producción de cada edificio), Coste Gas Natural= 0.08 €/kWh

AÑO	Inversión	Δ precio del Gas	Precio Gas	Producción	Deterioro	Ahorros	Ingresos Extra	Ingresos	Seguro	Mant.	Ingresos Netos	Flujo de Caja	Flujo Acumulado	Payback
0	234673,4		0,08									-234673,43	-234673,43	
1	0	5%	0,084	213937	0,15%	17970,71	0	17970,71	45	65	17860,71	17860,71	-216812,72	17860,71
2	0	5%	0,088	213616,09	0,15%	18840,94	0	18840,94	45,95	66,37	18728,63	18728,63	-198084,09	36589,34
3	0	5%	0,093	213295,67	0,15%	19753,31	0	19753,31	46,91	67,76	19638,64	19638,64	-178445,45	56227,98
4	0	5%	0,097	212975,73	0,15%	20709,87	0	20709,87	47,89	69,18	20592,79	20592,79	-157852,66	76820,77
5	0	5%	0,102	212656,26	0,15%	21712,74	0	21712,74	48,90	70,63	21593,21	21593,21	-136259,45	98413,98
6	0	5%	0,107	212337,28	0,15%	22764,18	0	22764,18	49,93	72,12	22642,14	22642,14	-113617,32	121056,11
7	0	5%	0,113	212018,77	0,15%	23866,54	0	23866,54	50,98	73,63	23741,93	23741,93	-89875,39	144798,04
8	0	5%	0,118	211700,74	0,15%	25022,27	0	25022,27	52,05	75,18	24895,05	24895,05	-64980,34	169693,09
9	0	5%	0,124	211383,19	0,15%	26233,98	0	26233,98	53,14	76,76	26104,08	26104,08	-38876,26	195797,17
10	0	5%	0,130	211066,12	0,15%	27504,36	0	27504,36	54,26	78,37	27371,73	27371,73	-11504,53	223168,90
11	0	5%	0,137	210749,52	0,30%	28836,26	0	28836,26	55,39	80,01	28700,85	28700,85	17196,32	251869,75
12	0	5%	0,144	210117,27	0,30%	30187,23	0	30187,23	56,56	81,70	30048,98	30048,98	47245,30	281918,73

La amortización de la instalación sería en **10 años**, sin préstamos ni subvenciones.

Existe una subvención del Gobierno Vasco, que probablemente saldrá a finales de este mes, para “Instalaciones solares térmicas de baja temperatura (más de 150 m<sup>2</sup> útiles)”, en la que los beneficiarios entre otros son las comunidades de propietarios. La cuantía máxima de la ayuda será del 40% del coste elegible. Aplicando la subvención, el ahorro sería de 93.869,372€ sobre el coste de la instalación, reduciéndose los años de amortización a **6 años**.

El sistema de generación de electricidad mediante la instalación solar fotovoltaica y la mini-eólica produce al año 281.324,20 KWh/año (88,54% de electricidad se genera por energías limpias). El coste de la instalación es de 450.462,64€, con lo que suponiendo que el precio de la electricidad está a 0,17€/KWh, y que va a tener un incremento al año del 5% , además de las consideraciones hechas para el caso de solar térmica, obtenemos que en **7 años** ya hemos amortizado la instalación como se observa en la siguiente tabla.

AÑO	Inversión	Δ Precio de la Electricidad	Precio de la Electricidad	Producción	Deterioro	Ahorros	Ingresos Extra	Ingresos	Seguro	Mant.	Ingresos Netos	Flujo Caja	Flujo Acumulado	Payback
0	450462,6		0,17									-450462,64	-450462,64	
1	0	5%	0,179	281324,2	0,15%	50216,37	0	50216,37	45	65	50106,37	50106,37	-400356,27	50106,37
2	0	5%	0,187	280902,21	0,15%	52648,10	0	52648,10	45,95	66,37	52535,79	52535,79	-347820,48	102642,16
3	0	5%	0,197	280480,86	0,15%	55197,58	0	55197,58	46,91	67,76	55082,91	55082,91	-292737,57	157725,07
4	0	5%	0,207	280060,14	0,15%	57870,52	0	57870,52	47,89	69,18	57753,45	57753,45	-234984,12	215478,52
5	0	5%	0,217	279640,05	0,15%	60672,90	0	60672,90	48,90	70,63	60553,37	60553,37	-174430,75	276031,89
6	0	5%	0,228	279220,59	0,15%	63610,99	0	63610,99	49,93	72,12	63488,94	63488,94	-110941,81	339520,83
7	0	5%	0,239	278801,76	0,15%	66691,35	0	66691,35	50,98	73,63	66566,74	66566,74	-44375,06	406087,58
8	0	5%	0,251	278383,56	0,15%	69920,88	0	69920,88	52,05	75,18	69793,66	69793,66	25418,59	475881,23
9	0	5%	0,264	277965,98	0,15%	73306,80	0	73306,80	53,14	76,76	73176,90	73176,90	98595,49	549058,13
10	0	5%	0,277	277549,03	0,15%	76856,68	0	76856,68	54,26	78,37	76724,06	76724,06	175319,55	625782,19

Igualmente si le aplicamos la subvención del Gobierno Vasco para “Instalaciones Solares fotovoltaicas conectadas a red (más de 20KWn)” .cuya cuantía máxima será del 40% del coste elegible, se obtendría un ahorro en el coste de la instalación fotovoltaica de 85.008,688€, reduciéndose a **1 año** el periodo de amortización.

## 1. PROPUESTA DE ACTUACIÓN

Dada la envergadura de la inversión a realizar se recomienda la instalación, en una de las azoteas del grupo, de una Estación Meteorológica que recoja información por lo menos durante un año. Esto permitiría obtener con más exactitud datos sobre el viento, la irradiación solar y la temperatura ambiental.

Esta Estación Meteorológica deberá contener por lo menos los siguientes instrumentos:

- Anemógrafo

Registra continuamente la dirección (grados) de la velocidad instantánea del viento (m/s), la distancia total (en km) recorrida por el viento en relación con el instrumento y las ráfagas (en m/s).

- Anemómetro

Mide la velocidad del viento (m/s) y también la dirección (en grados).

- Heliógrafo

Instrumento que registra la duración de la insolación o brillo solar, en horas y décimos.

- Solarímetro

Mide la radiación solar global o difusa (cal/(min) (cm<sup>2</sup>).

- Termómetros de Máxima y Mínima

Indican las temperaturas máxima y mínima del aire (°C) ocurridas en el día.

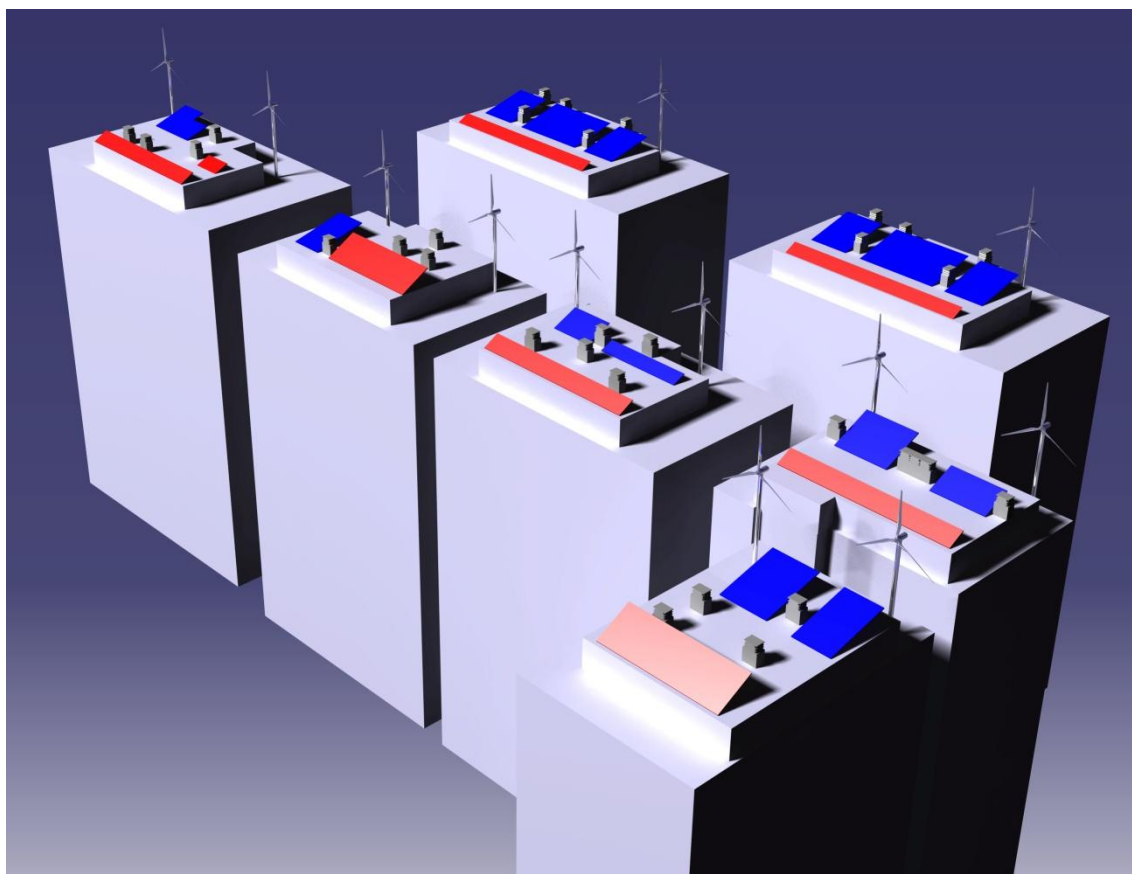
## 2. PROTOTIPO VIRTUAL

A Continuación se muestra el prototipo virtual de la instalación.

**Azul:** Paneles fotovoltaicos

**Rojo:** Paneles Térmicos

### Vista de Conjunto





### Detalle de un edificio

