

TRABAJO FIN DE GRADO

Grado en Ingeniería Eléctrica

UNIVERSIDAD DE ALMERIA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA

“Auditoría energética aplicada a empresa
del sector agroalimentario”

Curso 2018/2019

Alumno/a:

Antonio Verdegay Expósito

Director/es:

Raúl Baños Navarro

Francisco Manuel Arrabal Campos



ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS.....	3
ÍNDICE DE FIGURAS	5
1 Memoria descriptiva	9
1.1 Introducción.....	9
1.2 Objetivos	12
1.3 Fases de desarrollo	12
1.4 Metas.....	14
2 Auditoría energética: CAMPOJOYMA S.L.U.	19
2.1 Objetivos	19
2.2 Ámbito y alcance técnico de la auditoría	19
2.3 Generalidades	21
2.3.1 Descripción de la empresa	21
2.4 Estado de las instalaciones	26
2.4.1 Análisis de los suministros energéticos	26
2.4.2 Estructura del proceso	32
2.4.3 Análisis de las tecnologías horizontales y servicios.....	36
2.4.4 Medición y recogida de datos	46
2.5 Análisis de la curva de carga. Análisis operacional.....	52
2.5.1 Consumo global	52
2.5.2 Consumo mensual	53
2.5.3 Máximo mensual	56
2.5.4 Consumo diario.....	58
2.6 Análisis de calidad eléctrica	59
2.6.1 Fundamentos de la calidad eléctrica.....	59
2.6.2 Normativa aplicable a la calidad eléctrica	62
2.6.3 Análisis de calidad eléctrica CAMPOJOYMA	64
2.7 Contabilidad energética.....	78
2.7.1 Evolución anual del consumo eléctrico	78
2.7.2 Balance energético	79
2.7.3 Ratios de consumo	81
2.8 Análisis de propuestas de mejora.....	82

2.8.1	Desarrollo y concatenación de las mejoras	82
2.8.2	Recomendaciones y buenas prácticas	92
2.8.3	Estudio económico.....	93
2.8.4	Impacto ambiental.....	95
3	Conclusiones.....	99
Anexos		102
Anexo 1. Planos.....		102
Anexo 2. Analizador de redes MYeBOX 1500		107
Anexo 3. Instalación solar fotovoltaica.....		111
Datos.....		111
Cálculos.....		122
Planos		137
Presupuesto detallado de la instalación solar fotovoltaica		139
Resumen de presupuesto		140
Anexo 4. Líneas de promoción y financiación.....		141
Anexo 5. Legislación básica de aplicación.....		142
Bibliografía.....		145

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Consumos anuales de la sede CAMPOJOYMA	20
Tabla 2. Factores de conversión de energía final a primaria	20
Tabla 3. Desagregación de superficies en CAMPOJOYMA	24
Tabla 4. Desagregación de nave	25
Tabla 5. Flota de automóviles de CAMPOJOYMA	26
Tabla 6. Condiciones de contratación eléctrica de CAMPOJOYMA	26
Tabla 7. Potencia contratada en CAMPOJOYMA	27
Tabla 8. Optimización de potencia contratada	30
Tabla 9. Cálculo de consumos anuales por iluminación en la planta	36
Tabla 10. Cálculo de consumos anuales por climatización de oficinas	38
Tabla 11. Consumo anual asociado a equipos de producción de frío de las cámaras frigoríficas	39
Tabla 12. Consumo anual asociado a la maquinaria de producción	41
Tabla 13. Inventario y consumo anual de equipos de oficina y usos varios	41
Tabla 14. Consumos anuales por producción de aire comprimido en CAMPOJOYMA	43
Tabla 15. Análisis mensual de la energía consumida	55
Tabla 16. Valores máximos de potencia registrada en cada mes	57
Tabla 17. Tabla resumida norma UNE-EN 50160	62
Tabla 18. Tabla de clases norma UNE-EN 61000-4-30	63
Tabla 19. Tabla resumen de resultados de calidad eléctrica	64
Tabla 20. Amplitud de la tensión semana 1: L1, L2, L3	66
Tabla 21. Amplitud de la tensión semana 2: L1, L2, L3	66
Tabla 22. Tabla de resultados de flicker: L1, L2, L3	68
Tabla 23. Valores máximos y medios de distorsión armónica	72
Tabla 24. Tabla de armónicos de tensión	73
Tabla 25. Tabla de límites de tolerancia de armónicos. Norma UNE-EN 50160	73
Tabla 26. Balance energético por instalaciones consumidoras de electricidad	79
Tabla 27. Porcentajes de consumo de energía en las centrales hortofrutícolas españolas	81
Tabla 28. Ratios de consumo	82
Tabla 29. Optimización de la potencia contratada	83
Tabla 30. Ahorro anual por optimización de potencia contratada	83
Tabla 31. Cálculo del ahorro anual por introducción de sondas CoolSaver	85
Tabla 32. Cálculo del ahorro anual por cambio a lámparas tipo LED	87
Tabla 33. Cálculo del ahorro anual por introducción de un compresor con regulación de velocidad	89
Tabla 34. Instalación fotovoltaica: Flujos de caja netos	91
Tabla 35. Instalación fotovoltaica: Ahorros	92
Tabla 36. Estudio económico de las mejoras propuestas	94
Tabla 37. Ciclos de vida equivalente a CO ₂ de tecnologías de suministro de electricidad (CO ₂ eq/kWh)	96
Tabla 38. PVGIS: Datos de radiación	111

Tabla 39. Datos climatológicos: Aeropuerto de Almería	113
Tabla 40. Instalación fotovoltaica: Datos del inversor.....	116
Tabla 41. Instalación fotovoltaica: Datos del generador	121
Tabla 42. Instalación fotovoltaica: Datos de la instalación	122
Tabla 43. Instalación fotovoltaica: Diseño de la instalación.....	122
Tabla 44. Instalación fotovoltaica: Enero	123
Tabla 45. Instalación fotovoltaica: Febrero	124
Tabla 46. Instalación fotovoltaica: Marzo	125
Tabla 47. Instalación fotovoltaica: Abril	126
Tabla 48. Instalación fotovoltaica: Mayo.....	127
Tabla 49. Instalación fotovoltaica: Junio	128
Tabla 50. Instalación fotovoltaica: Julio	129
Tabla 51. Instalación fotovoltaica: Agosto	130
Tabla 52. Instalación fotovoltaica: Septiembre	131
Tabla 53. Instalación fotovoltaica: Octubre.....	132
Tabla 54. Instalación fotovoltaica: Noviembre	133
Tabla 55. Instalación fotovoltaica: Diciembre	134
Tabla 56. Instalación fotovoltaica: Año1. Ahorros y producción	135
Tabla 57. Instalación fotovoltaica: Flujos netos de caja.....	135
Tabla 58. Instalación fotovoltaica: Costes y pérdidas de potencia	136
Tabla 59. Instalación fotovoltaica: VAN-TIR	136
Tabla 60. Instalación fotovoltaica: Precios.....	136
Tabla 61. Instalación fotovoltaica: Presupuesto	140

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución del precio sin impuestos de la electricidad para consumidores industriales. Fuente: Eurostat.....	9
Figura 2. Evolución de la dependencia energética en España. Fuente: Eurostat	10
Figura 3. ¿Qué es una auditoría energética? Fuente: Blacktogleen consulting	13
Figura 4. Pasos de una Auditoría Energética. Fuente: Agencia Extremeña de la Energía.....	14
Figura 5. Sede principal de CAMPOJOYMA	20
Figura 6. Productos comercializados por CAMPOJOYMA	23
Figura 7. Planta de CAMPOJOYMA.....	24
Figura 8. Tarifa 3.0A. Distribución horaria	27
Figura 9. Evolución de costes facturados en CAMPOJOYMA.....	29
Figura 10. Importancia de la potencia contratada.....	30
Figura 11. Sistemas de alimentación ininterrumpida (SAIs)	31
Figura 12. Proceso productivo.....	32
Figura 13. Diagrama de flujo de cítricos, frutas y hortalizas. Fuente: FECOAM.....	34
Figura 14. Proceso productivo.....	35
Figura 15. Proceso productivo.....	35
Figura 16. Unidad split.....	37
Figura 17. Unidad exterior del equipo de aire acondicionado.....	37
Figura 18. Compresores de cámara frigorífica	38
Figura 19. Unidades interiores de las cámaras frigoríficas	39
Figura 20. Condensadores de las cámaras frigoríficas	39
Figura 21. Maquinaria de producción	40
Figura 22. Maquinaria de producción	40
Figura 23. Equipo de producción de aire comprimido	42
Figura 24. Calderín del compresor	42
Figura 25. Semillero	43
Figura 26. Servidores informáticos	44
Figura 27. Termo eléctrico.....	45
Figura 28. Analizador de redes Circutor MYeBOX 1500	46
Figura 29. Curva de consumo semana 1: Potencia activa trifásica	48
Figura 30. Curva de consumo semana 1: Potencia inductiva trifásica	49
Figura 31. Curva de consumo semana 1: Potencia capacitiva trifásica.....	49
Figura 32. Curva de consumo semana 2: Potencia activa trifásica	50
Figura 33. Curva de consumo semana 2: Potencia inductiva trifásica	50
Figura 34. Curva de consumo semana 2: Potencia capacitiva trifásica.....	51
Figura 35. Consumo medio horario días laborables	51
Figura 36. Consumo medio horario días no laborables	52
Figura 37. Consumo de energía acumulado a lo largo del año de estudio.....	53
Figura 38. Consumo de energía en los distintos meses del periodo de estudio.....	54
Figura 39. Porcentajes de consumo mensual.....	56
Figura 40. Valores máximos de potencia registrada en cada mes	57
Figura 41. Consumo medio por día de la semana.....	58

Figura 42. Consumo medio por día de la semana (energía media).....	59
Figura 43. Amplitud de la tensión: L1	65
Figura 44. Amplitud de la tensión: L2	65
Figura 45. Amplitud de la tensión: L3	65
Figura 46. Eventos: Curva CBEMA / ITIC	67
Figura 47. Flicker (Pst): L1, L2, L3	68
Figura 48. Flicker (Plt): L1, L2, L3	69
Figura 49. Frecuencia.....	70
Figura 50. Forma de onda	71
Figura 51. Tasa de distorsión armónica (THD).....	71
Figura 52. Armónicos	72
Figura 53. Armónico de tensión de orden 15.....	74
Figura 54. Armónicos de corriente.....	75
Figura 55. Intensidad de corriente por el neutro	76
Figura 56. Desequilibrio: Tensiones L1, L2 y L3.....	77
Figura 57. Factor de potencia.....	78
Figura 58. Evolución del consumo eléctrico a lo largo de un año.....	79
Figura 59. Desagregación de consumo por instalaciones consumidoras de electricidad	80
Figura 60. Gráfica de potencia activa sin sonda CoolSaver en cámara frigorífica....	85
Figura 61. Gráfica de potencia activa con sonda CoolSaver en cámara frigorífica ..	86
Figura 62. Imagen y características principales del compresor de tornillo PUSKA RTB 25/10 G2 VF	88
Figura 63. Instalación fotovoltaica: Plazo de recuperación.....	91
Figura 64. Plano de situación	102
Figura 65. Plano de emplazamiento	103
Figura 66. Plano de la nave.....	104
Figura 67. Plano de Alzados.....	105
Figura 68. Plano de instalación eléctrica	106
Figura 69. PVGIS: Gráficas de radiación.....	112
Figura 70. Instalación fotovoltaica: Curvas de eficiencia del inversor.....	117
Figura 71. Instalación fotovoltaica: Enero.....	124
Figura 72. Instalación fotovoltaica: Febrero.....	124
Figura 73. Instalación fotovoltaica: Marzo	125
Figura 74. Instalación fotovoltaica: Abril	126
Figura 75. Instalación fotovoltaica: Mayo	127
Figura 76. Instalación fotovoltaica: Junio.....	128
Figura 77. Instalación fotovoltaica: Julio	129
Figura 78. Instalación fotovoltaica: Agosto	130
Figura 79. Instalación fotovoltaica: Septiembre	131
Figura 80. Instalación fotovoltaica: Octubre.....	132
Figura 81. Instalación fotovoltaica: Noviembre	133
Figura 82. Instalación fotovoltaica: Diciembre	134
Figura 83. Instalación fotovoltaica: Configuración de rama	137
Figura 84. Instalación fotovoltaica: Esquema unifilar.....	138



Memoria descriptiva

1 MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 INTRODUCCIÓN

Actualmente, tanto las instalaciones residenciales como industriales y de servicios cuentan con un elevado número de dispositivos eléctricos. Esto, unido al incremento del coste de la energía, que en el caso particular de España ha sido muy significativo en los últimos años, provoca que la factura eléctrica suponga en muchas ocasiones, un porcentaje muy elevado de los costes de operación de empresas industriales. Es por ello que resulta necesario poner en marcha mecanismos orientados a mejorar los niveles de **eficiencia energética**.

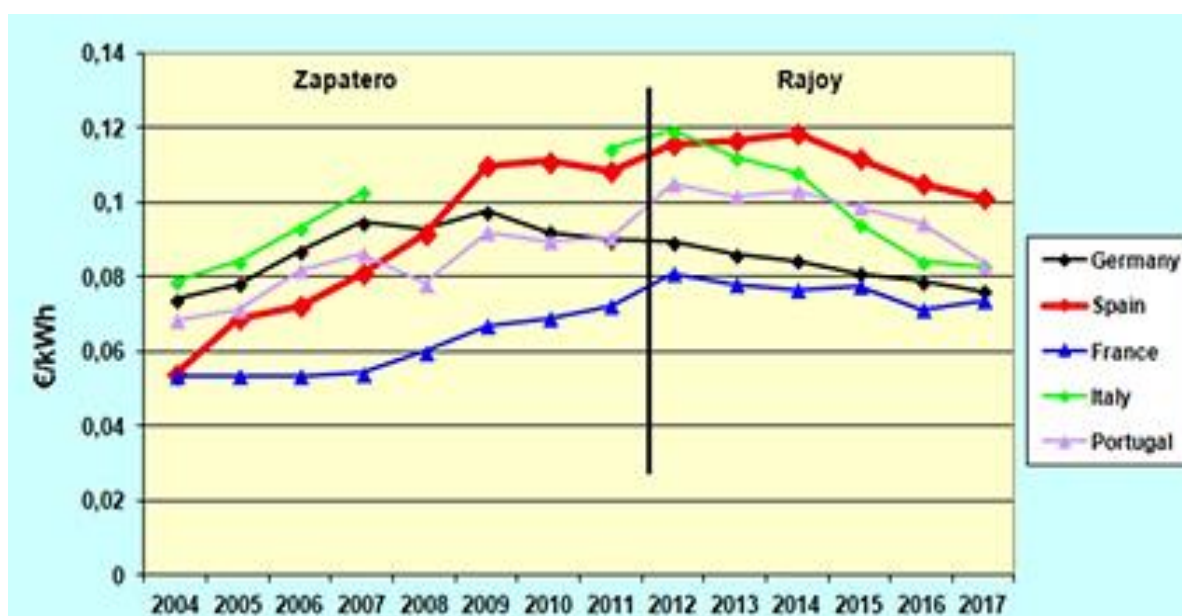


Figura 1. Evolución del precio sin impuestos de la electricidad para consumidores industriales. Fuente: Eurostat

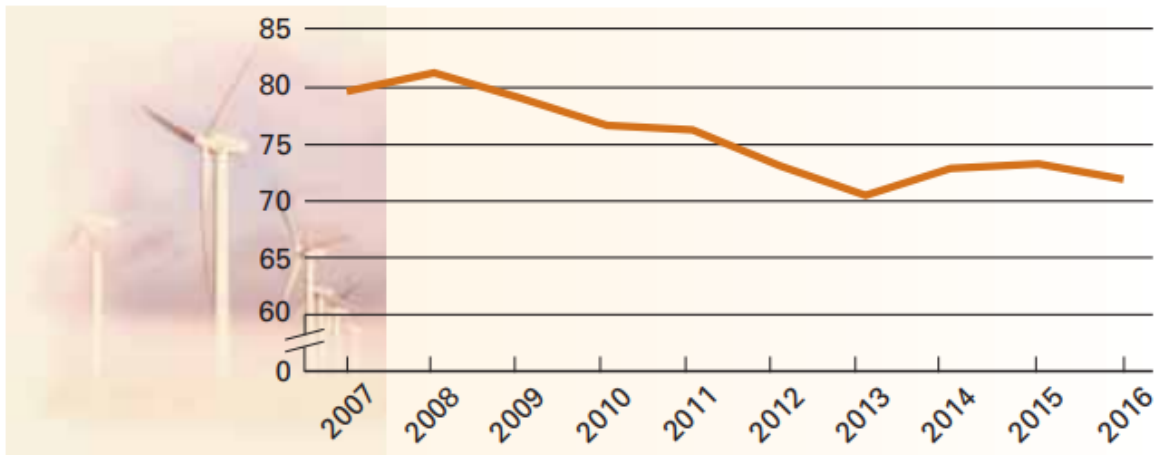
A nivel institucional se vienen promoviendo medidas para fomentar este tipo de acciones. Sin ir más lejos, la reciente estrategia presentada por la Comisión Europea en el *Energy Winter Package* de noviembre de 2016 tiene como lema **“la energía más limpia y más barata es la que no se consume”**. Esta frase viene a ratificar como la Unión Europea sigue considerando la **eficiencia energética** como una prioridad estratégica fundamental. Esta prioridad se debe a la importancia que la Unión Europea le otorga a la eficiencia energética como medio para alcanzar unos objetivos considerados actualmente como primordiales, entre los que destacan:

- Conseguir un abastecimiento de energía sostenible.
- Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Mejorar la seguridad del suministro.
- Mejorar los gastos de importación.

- Fomentar la competitividad de la Unión.

En España es destacable la dependencia energética del exterior. En el año 2017 España gastó alrededor de 40.000 millones de euros en petróleo, carbón y gas, combustibles fósiles que se encarecen cada vez más y cuya quema tiene efectos devastadores que se manifiestan a través del cambio climático.

Dependencia energética* (%)



* El indicador muestra la proporción de las necesidades energéticas interiores totales que son satisfechas por las importaciones procedentes de otros países Fuente: Eurostat

Figura 2. Evolución de la dependencia energética en España. Fuente: Eurostat

La apuesta decidida por políticas orientadas tanto al apoyo del uso de energías renovables, favorecida por una localización geográfica envidiable para el aprovechamiento de este recurso, así como tratar de conseguir reducir el consumo energético a través de fomentar el aumento de la eficiencia energética, tanto en los hogares como en la industria, conseguirían rebajar este grado de dependencia, al tiempo que se conseguiría una mejora en todos los propósitos indicados como primordiales para el conjunto de la Unión.

La apuesta por parte de la Unión Europea para conseguir una mayor eficiencia en el consumo de energía se inicia en el año 2006 con el primer “Plan de acción para la eficiencia energética: realizar el potencial” con el que se trataba de poner a disposición de los ciudadanos de la Unión los sistemas de energía más eficientes del mundo. El objetivo era conseguir que el consumo de energía anual se redujera un 20% para el año 2020. Algunos de los cálculos realizados indicaban que con esta medida los objetivos alcanzados serían la mitad de lo pretendido, con lo que la Comisión Europea respondió dándole a las cuestiones relacionadas con la eficiencia energética la categoría de objetivos principales de la “Estrategia Europea 2020” elaborando un nuevo y exhaustivo “Plan de Eficiencia Energética” (PEE) 2011.

La **Directiva 2012/27/EU de 25 de octubre de 2012 relativa a la eficiencia energética** exige a los Estados miembros la fijación de objetivos nacionales orientativos de eficiencia energética para hacer factible la consecución del objetivo marcado de reducir el consumo de energía anual al 20% en el año 2020. Se introducen un conjunto de normas jurídicamente vinculantes para los usuarios finales y los proveedores de energía.

Esta directiva fue transpuesta a la **normativa española** con la aprobación del R.D. 56/2016 de 2 de Febrero, en el que las principales medidas adoptadas se centran en fomentar la **eficiencia energética** considerando a las **auditorías energéticas** como el punto de partida para poder alcanzar dicha eficiencia. En ella se obliga a las empresas con 250 trabajadores o más, o que sin llegar a 250 trabajadores, tuvieran un volumen de negocio superior a los 50 millones de euros a la par que un balance superior a los 43 millones de euros, a realizar una auditoría energética en los plazos establecidos. Más concretamente, el Capítulo II, Art. 3, apartado 1 del R.D. 56/2016 establece que grandes empresas o grupos de sociedades deberán someterse a una auditoría energética cada cuatro años a partir de la fecha de la auditoría energética anterior, que cubra, al menos, el 85 por ciento del consumo total de energía final del conjunto de las instalaciones ubicadas en el territorio nacional que formen parte de las actividades industriales, comerciales y de servicios que dichas empresas y grupos gestionan en el desarrollo de su actividad económica.

La **auditoría energética** es una herramienta imprescindible para diagnosticar y mejorar el rendimiento energético de las empresas y de esta manera conseguir ser más competitivos. Realizar auditorías energéticas permite a las empresas ser más eficientes desde un punto de vista energético. Les permite detectar aquellos factores que afectan al consumo de energía e identificar cuáles son los ahorros potenciales que pueden obtenerse adoptando las medidas oportunas, algunas de ellas de muy fácil implantación y con las que se pueden obtener ahorros considerables. La aplicación de las medidas de ahorro y eficiencia aportadas en el informe de auditoría supone una oportunidad de mejora de la empresa a corto y largo plazo y hay que ver a la auditoría como una inversión y no como un coste derivado del cumplimiento caprichoso de una ley. Aprovechar toda la información que la auditoría nos proporciona es la diferencia entre que esta suponga un coste periódico o una magnífica oportunidad de inversión.

La obligatoriedad y sobre todo la conveniencia por parte de las empresas de llevar a cabo auditorías energéticas, así como la conveniencia de implantar sistemas de gestión de la energía, cuyo punto de partida siempre será una auditoría energética es lo que me lleva a plantear este **trabajo fin de grado**. Adquirir la experiencia necesaria para poder acometer con solvencia las distintas tareas que se requieren para finalizar con éxito una auditoría energética y solventar de forma satisfactoria las distintas fases que de forma metódica se tienen que acometer en el proceso de auditoría, es la motivación fundamental para la realización del mismo.

1.2 OBJETIVOS

Objetivo general

- Realizar un trabajo de auditoría energética a una empresa hortofrutícola perteneciente al sector agroalimentario almeriense.

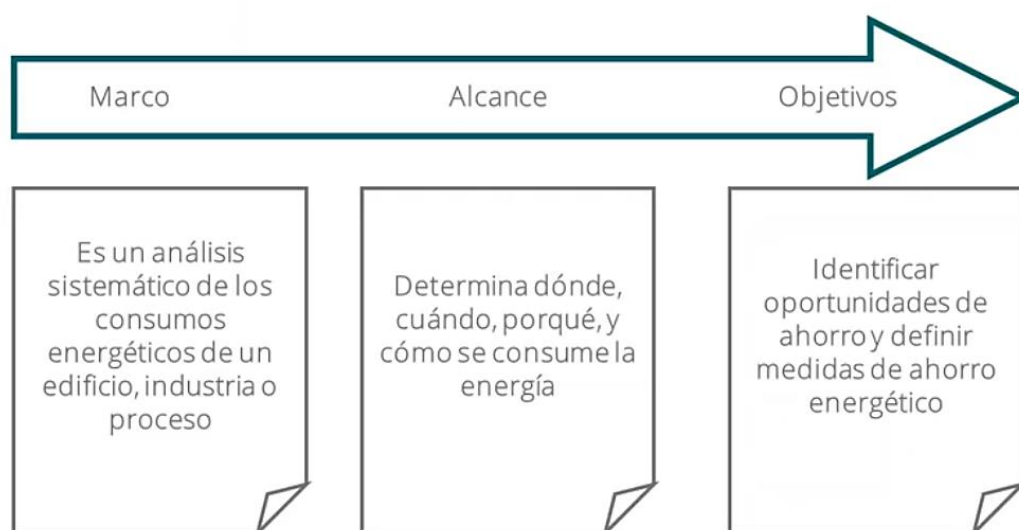
Objetivos específicos

- Analizar las instalaciones eléctricas de la empresa a auditar.
- Analizar los consumos energéticos históricos de las instalaciones (facturas).
- Llevar a cabo el proceso de instalación y adquisición de datos sobre variables eléctricas en dicha instalación haciendo uso del analizador comercial de alta precisión como es MYeBOX 1500.
- Realizar un análisis exhaustivo de los datos registrados por dicho analizador, de cara a modelar y caracterizar aspectos relacionados con el consumo y la calidad eléctrica.
- Proponer acciones de mejora con el objeto de mejorar la eficiencia energética de las instalaciones, incluyendo mejoras en la calidad eléctrica existente en dicha instalación.
- Realizar el diseño de una instalación fotovoltaica para autoconsumo.

1.3 FASES DE DESARROLLO

Hay muchas definiciones para el término auditoría energética, una de ellas la define como proceso sistemático que debe abarcar todos los aspectos, tanto técnicos como económicos, y que tiene que servir para detectar mejoras en una organización de cara a la reducción de los consumos.

¿Qué es una auditoría energética?



Una auditoría energética es rentable y el Real Decreto debe verse más allá de la regulación

Figura 3. ¿Qué es una auditoría energética? Fuente: Blacktogreen consulting

Para sistematizar el trabajo de auditoría se recurre a la estandarización del mismo a través de distintas normas, ya sean de ámbito nacional, europeo o internacional.

La norma UNE 16247 es la que está más implantada en España y en ella se establecen siete fases para el desarrollo del trabajo de auditoría:

1. **Contacto preliminar.** Se trata de fijar el alcance de la auditoría, teniendo en cuenta los aspectos que son importantes para el cliente, sus necesidades y expectativas.
2. **Reunión inicial.** Una vez establecidos el alcance y requisitos, el auditor debe reunirse con todos los responsables de la organización, que de alguna manera van a tener una vinculación con el trabajo de auditoría, así como con el equipo de auditoría para explicar ese alcance, que es lo que se va a hacer, cuáles van a ser las necesidades del auditor y cualquier otro aspecto que se considere importante para el desarrollo del trabajo de auditoría.
3. **Recopilación de datos.** Un auditor necesita muchos datos: histórico de consumos, planos del edificio, tipos de maquinaria, iluminación, procesos productivos, instalación eléctrica, etc.
4. **Trabajo de campo.** Se realizan visitas de inspección, reconocimiento “in situ” de alguno de los datos recopilados, instalación de los equipos de medida necesarios para recopilar datos sobre variables significativas de consumo y calidad eléctrica durante la operación normal de la instalación. Se trata de contractar los datos recogidos en fases anteriores para comprobar su

veracidad. También se pueden detectar las primeras medidas, preliminares, de eficiencia energética.

5. **Análisis.** Se trata de analizar toda la información recogida en campo y recopilada y es en esta fase cuando el auditor debe definir cuáles son los proyectos de mejora que se van a proponer al cliente.
6. **Informe de auditoría.** El informe debe plasmar todo lo visto en la auditoría más una serie de propuestas de mejora con sus valoraciones a nivel económico, que al final es lo importante.
7. **Reunión final.** Es el momento de presentar el informe al cliente, explicarle cuál ha sido el resultado de la auditoría y proponerle unos tiempos de implantación de las mejoras.



Figura 4. Pasos de una Auditoría Energética. Fuente: Agencia Extremeña de la Energía


1.4 METAS

El fin último es conseguir detectar cuáles son las medidas de mejora energética más adecuadas, proporcionando al cliente una valoración económica y financiera, referida esta al retorno de la inversión para que el cliente pueda decidir sobre las medidas que se van a poder, o no, implantar en un determinado momento. Es

fundamental darle al cliente una priorización de esas medidas y un programa de implantación.

También se trata de fomentar la idea de que realizar una auditoría energética, aun cuando no sea una exigencia legal, es importante para cualquier empresa, independientemente del sector al que esta pertenezca. Para ello es necesario resaltar que tipo de mejoras se pueden obtener con la realización de una auditoría. Sin pretender ser exhaustivos:

- Mejora de la competitividad. La reducción de cualquier insumo supone una reducción de costes y cuando hablamos de energía esta suele suponer uno de los más importantes.
- Mejora de la imagen corporativa. Ser eficiente energéticamente supone reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, lo que socialmente, hoy en día, es valorado muy positivamente.
- Mejoras en el funcionamiento de la organización, mejoras de operación, aumento de los niveles de confort de la plantilla, estas junto con otras son mejoras que no suponen una repercusión económica directa pero si lo van a ser de forma indirecta a través de mejoras en el rendimiento y en la eficiencia de los trabajadores lo que a la postre tendrá reflejo en la cuenta de resultados.



Auditoría energética: CAMPOJOYMA S.L.U.

2 AUDITORÍA ENERGÉTICA: CAMPOJOYMA S.L.U.

2.1 OBJETIVOS

Este trabajo fin de grado se encarga de realizar la auditoría energética y el análisis de las instalaciones de la empresa CAMPOJOYMA S.L.U.

En el desarrollo del trabajo de auditoría energética se analizan los equipos consumidores de energía y los hábitos de consumo. De los resultados obtenidos, se recomiendan las acciones idóneas para optimizar el consumo en función de su potencial ahorro, la facilidad de implementación y el coste de ejecución.

El principal objetivo de este estudio, es promover la optimización del uso de la energía en las instalaciones de la empresa CAMPOJOYMA. Esta auditoría será el punto de partida, a partir del cual, el equipo de gestión de CAMPOJOYMA tendrá toda la información disponible sobre las propuestas de ahorro energético y las inversiones necesarias, para poder actuar en el caso de que así lo considere.

2.2 ÁMBITO Y ALCANCE TÉCNICO DE LA AUDITORÍA

La metodología seguida responde a los requisitos establecidos en la **UNE-EN 16247 Auditorías energéticas**, cuyos requisitos pueden ser reconocidos en certificados emitidos por terceras partes.

Se engloban dentro del ámbito físico de la auditoría todas las instalaciones consumidoras de energía eléctrica en la planta principal de Campojoyma S.L.U., situada en avenida Negras, 200, 04110 Campohermoso, Almería. Dicho alcance se ha determinado a partir de la información de los consumos anuales facilitados por la organización auditada para su sede.

Emplazamiento:

- Coordenadas UTM (HUSO 30): X = 576398.154 m / Y = 408873.845 m
- Coordenada Geográficas: Latitud: 36.942° / Longitud: -2.141°



Figura 5. Sede principal de CAMPOJOYMA

Sede	Consumo energía eléctrica (KWh)	Consumo total de energía primaria (KWh)
CAMPOJOYMA	383.659,71	908.506,19

Tabla 1. Consumos anuales de la sede CAMPOJOYMA

Factores de conversión de energía final a primaria					
	Fuente	Valores aprobados			Valores previos (****)
		kWh E.primaria renovable /kWh E. final	kWh E.primaria no renovable /kWh E. final	kWh E.primaria total /kWh E. final	kWh E.primaria /kWh E. final
Electricidad convencional Nacional	(*)	0,396	2,007	2,403	
Electricidad convencional peninsular	(**)	0,414	1,954	2,368	2,61
Electricidad convencional extrapeninsular	(**)	0,075	2,937	3,011	3,35
Electricidad convencional Baleares	(**)	0,082	2,968	3,049	
Electricidad convencional Canarias	(**)	0,070	2,924	2,994	
Electricidad convencional Ceuta y Melilla	(**)	0,072	2,718	2,790	
Gasóleo calefacción	(***)	0,003	1,179	1,182	1,08
GLP	(***)	0,003	1,201	1,204	1,08
Gas natural	(***)	0,005	1,190	1,195	1,01
Carbón	(***)	0,002	1,082	1,084	1,00
Biomasa no densificada	(***)	1,003	0,034	1,037	
Biomasa densificada (pelets)	(***)	1,028	0,085	1,113	

Tabla 2. Factores de conversión de energía final a primaria

En cuanto al alcance técnico, se realizará un análisis de tipo cuantitativo, basado en el despliegue de equipos de medición, recogida de información, evaluación y análisis de datos para posteriormente establecer propuestas de mejora bajo un enfoque de viabilidad técnico-económica para las distintas instalaciones energéticas. Los procedimientos de cálculo están basados en normas oficiales y protocolos industriales ampliamente aceptados.

2.3 GENERALIDADES

2.3.1 Descripción de la empresa

La empresa ha tenido un volumen de negocio en el último año de 35.376.349 € y una plantilla media de 220 trabajadores.

El R.D. 56/2016 de 2 de Febrero, establece la obligatoriedad de realizar auditorías energéticas a grandes sociedades o grandes empresas. Se consideran como tales las empresas con 250 trabajadores o más, o que sin llegar a 250 trabajadores, tengan un volumen de negocio que exceda de los 50 millones de euros a la par que un balance que exceda de 43 millones de euros.

Se puede observar a la luz de los datos suministrados, como la empresa Campojoyma S.L.U. no se encuentra obligada a realizar dicha auditoría. Las cifras aportadas, número de trabajadores y volumen de negocio, no están muy alejadas de los valores mínimos requeridos para que dicha auditoría tuviera carácter obligatorio. No obstante, la decisión por parte de la dirección de la empresa para llevar a cabo una auditoría energética, se fundamenta en su capacidad de ver a esta como una herramienta que les va a permitir optimizar uno de los insumos más importantes en la mayoría de las industrias, como es la energía. Se trata de ser más competitivos, reducir costes, en definitiva maximizar los beneficios contribuyendo paralelamente a preservar el medio ambiente al conseguir reducir las emisiones de GEI y partículas nocivas que se derivan del consumo de energía ya sea directa o indirectamente.

Las instalaciones de CAMPOJOYMA dedicadas a la recepción, almacenamiento, manipulado, envasado, carga y distribución de los productos hortofrutícolas ocupan una superficie aproximada de 5.447 m². Estas instalaciones se pueden dividir en las siguientes zonas:

- Zona de entrada y recepción de productos (1 muelle de descarga).
- Zona de almacenaje de material envasado y montaje de envases.
- Zona de manipulado: es la zona donde el producto es seleccionado, clasificado, calibrado y envasado. CAMPOJOYMA dispone de 4 líneas de trabajo donde se manipula el producto.
- Cámaras frigoríficas: La empresa tiene 2 cámaras frigoríficas situadas en la zona de carga.
- Zona de carga (1 muelle de carga).
- Oficinas.
- Zonas destinadas al personal: aseos, vestuarios y comedor.

Los productos comercializados son los siguientes:



Tomate Rama
Vine Tomatoe
Tomate Grappe
Strauchtomaten



Tomate Cherry
Cherry Tomatoe
Tomate Cherry
Cherytomaten



Cherry Pera Rama
Cherry Plum Vine Tomatoe
Cherry Roma Grappe
Roma Cherystrauchtomaten



Cherry Rama
Cherry Vine Tomatoe
Cherry Grappe
Chery Strauchtomaten



Cherry Pera
Cherry Plum Tomatoe
Cherry Roma
Roma Cherry Geschmackstomaten



Tomate Cocktail
Cocktail Tomatoe
Tomate Cocktail
Cocktail Strauchtomaten



Tomate Rebelión
Rebellion Tomatoe
Tomate Rebellion
Tomate Rebellion



Tomate Mini Rama
Mini Vine Tomatoe
Tomate mini Grappe
Mini Strauchtomaten



Tomate Pera
Plum Tomatoe
Tomate Roma
Romatomaten



Tomate Pera Negro
Black Plum Tomatoe
Tomate Roma noire
Romatomate schwarz



Calabacín
Courgettes
Courgette
Zucchini



Calabacín Redondo
Round Courgettes
Courgette Ronde
Zucchini Rund



Berenjena
Egg Plants
Aubergine
Auberginen



Berenjena Rayada
Egg Plants
Aubergine Rayée
Auberginen *gestreift*



Pepino Holandés
Cucumbers
Concombre Hollandais
Gurken



Pepino Mini
Mini Cucumbers
Concombre mini
Mini Gurken



Pepino Francés
French Cucumber
Concombre Français
Landgurken



Pimiento Picante
Hot Peppers
Piment fort
Chilli



Pimiento "Sweet Bites"
Sweet Bito Peppers
Poivron « Sweet Bite »
Paprika "sweet bites"



Pimiento Picante
Sweet Pointed Peppers
Poivron Ramiro rouge
Spitzpaprika



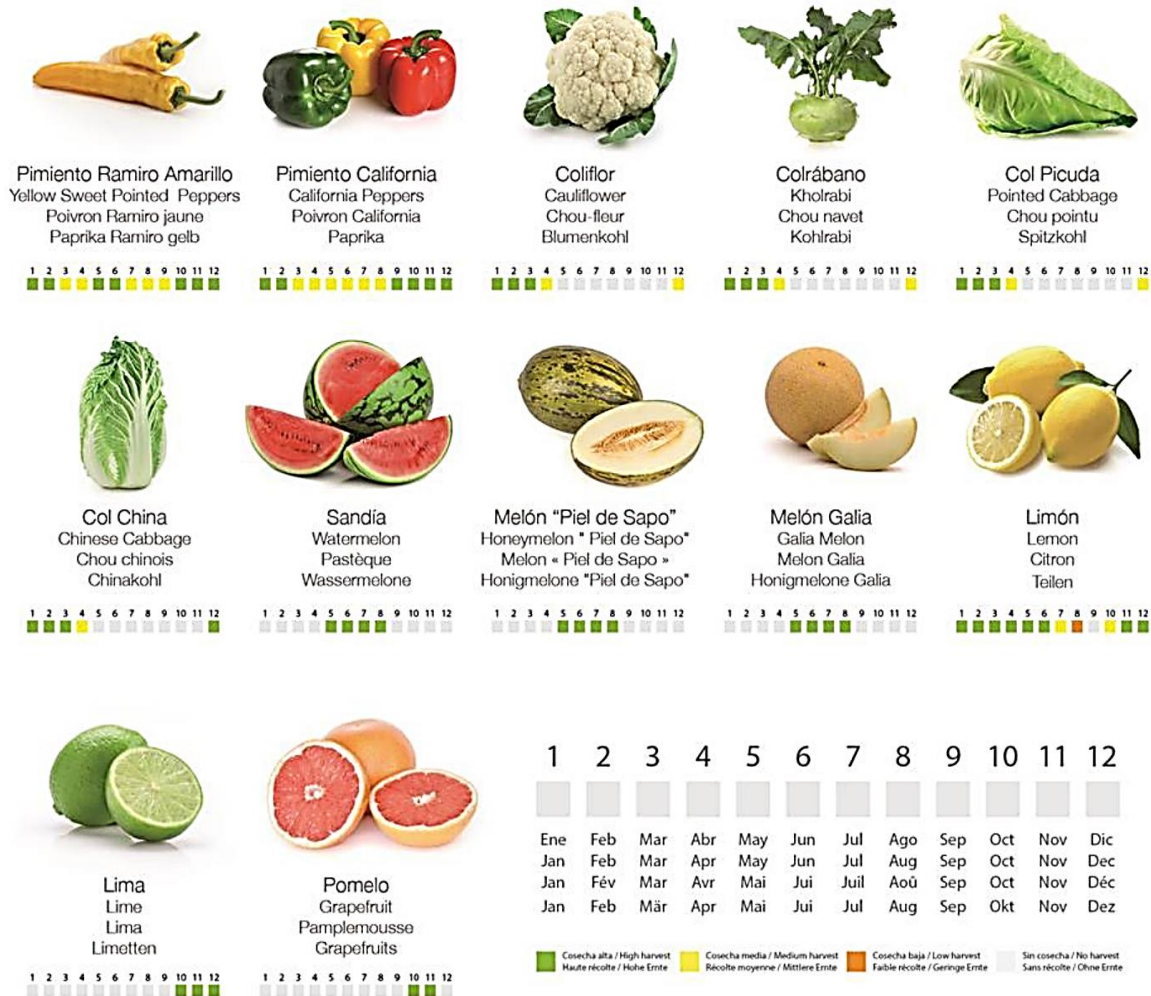


Figura 6. Productos comercializados por CAMPOJOYMA

El complejo cuenta con un edificio con varias zonas adosadas:



Figura 7. Planta de CAMPOJOYMA

Una finca agrupada en:

- **Una nave** donde se encuentran:
 - Zona de entrada y recepción de productos.
 - Zona de almacenaje de material envasado y montaje de envases.
 - Zona de manipulado:
 - Cámaras frigoríficas:
 - Zona de carga
 - Oficinas.
 - Zonas destinadas al personal: aseos, vestuarios y comedor.
- **Semillero.**
- **Zonas de aparcamiento, maniobras y ensanche.**

ESTANCIA	SUPERFICIE (m ²)
Nave	5447
Semillero	1427
Aparcamientos, zonas de maniobra y ensanche	13411
TOTAL	20285

Tabla 3. Desagregación de superficies en CAMPOJOYMA

NAVE	SUPERFICIE ÚTIL (m²)
Zona de manipulación 1	2.497
Zona de manipulación 2	1.354
Zona de manipulación 3	315
Cámara 1	291
Cámara 2	300
Almacén envases de confección	295
Almacén material de control	10
Oficina de control	17
Pasillos	26
Control de pesaje	6
Comedor	60
Vestuarios	53
Despachos	46
Estancias	20
Habitáculo	4
TOTAL	5.293

Tabla 4. Desagregación de nave

En el ANEXO I se incluyen planos de las distintas zonas mencionadas.

Flota de vehículos

El parque móvil de CAMPOJOYMA está formado por 12 furgonetas, empleadas para el transporte de mercancía. Las furgonetas no llevan GPS, pero sus itinerarios corresponden al Levante Almeriense.

MATRÍCULA
5XXX JFC
0XXX JNF
2XXX JZP
6XXX HFF
5XXX JZG
6XXX JZF
8XXX JHF
5XXX JVK
5XXX JVK
8XXX KCZ
6XXX HTC
4XXX HNR

Tabla 5. Flota de automóviles de CAMPOJOYMA

2.4 ESTADO DE LAS INSTALACIONES

2.4.1 Análisis de los suministros energéticos

Como se ha comentado anteriormente, la energía consumida en las instalaciones de CAMPOJOYMA procede de diversas fuentes: electricidad de la red de distribución, gasóleo para maquinaria y gasóleo para la movilidad de la flota de vehículos.

Esta auditoría va a centrar sus actuaciones en el consumo de energía eléctrica.

Los consumos eléctricos específicos de las distintas instalaciones se han estimado a partir de datos técnicos, del patrón de funcionamiento de las instalaciones y de medidas a través del analizador de red instalado en el cuadro eléctrico principal.

Los resultados de las mediciones se muestran en el apartado 2.4.4.2 “Curvas de carga”.

La sede de estudio no dispone de fuentes de energía renovable para autoabastecimiento, por lo que algunas de ellas serán objeto de estudio para su propuesta.

2.4.1.1 Condiciones de contratación eléctrica

Las condiciones de contratación eléctrica se muestran en la siguiente tabla:

Comercializadora	Distribuidora	Tipo de contrato
Fenie Energia SA	Endesa Distribución Eléctrica SA	Tarifa 3.0 A (tres periodos (DH3))

Tabla 6. Condiciones de contratación eléctrica de CAMPOJOYMA

En cuanto a potencia contratada e instalada en la sede, los datos se han tomado de las facturas de consumo eléctrico.

Potencia instalada en BT: 273.93 KW

Periodo	Potencia contratada (KW)
P1	98
P2	98
P3	98

Tabla 7. Potencia contratada en CAMPOJOYMA

La tarifa de acceso 3.0A se aplica a cualquier punto de suministro en baja tensión que tenga una potencia contratada superior a 15 kW. Una característica de esta tarifa es la ausencia de tablas de potencias normalizadas, con lo que la empresa puede fijar la potencia a contratar. Tiene 3 periodos: punta (P1); llano (P2) y valle (P3); tanto para el termino de energía como para el de potencia, pudiéndose elegir que potencia contratar en cada uno de los periodos.

El horario de los periodos en potencia y energía para la península es el siguiente:



Distribución de Períodos aplicable en el sistema Peninsular

Figura 8. Tarifa 3.0A. Distribución horaria

La lectura del consumo eléctrico es mensual y los excesos de potencia no se controlan con un ICP (Interruptor Controlador de Potencia), sino que se leen con aparatos de medida denominados maxímetros. Estos aparatos de medida registran las potencia cuartohoraria máxima, siendo esta el valor promediado y no el de pico como podría pensarse.

En esta tarifa de acceso lo que se conoce como termino fijo de potencia, ya nos es tan fijo, la potencia a facturar depende de la medición.

- Si la potencia demandada en un periodo es inferior al 85% de la potencia contratada en dicho periodo, la potencia a facturar sería el 85% de la potencia contratada.
- Si se supera el 105% de la potencia contratada la potencia a facturar sería el doble del exceso.
- Entre el 85% y el 105% la facturación se correspondería con la potencia contratada.

Esto demuestra la importancia de tener correctamente optimizados los valores de potencia contratada.

Según se recoge en la Orden ITC 1723/2009 esta tarifa incluye penalizaciones por consumo de energía reactiva lo que hace que sea necesaria una buena gestión de esta energía. Las penalizaciones se aplican a los periodos tarifarios punta (P1) y llano (P2) quedando exento el periodo valle (P3).

2.4.1.2 Estudio de costes

Los costes eléctricos facturados son:

- Coste por potencia (coste fijo).
- Coste por energía consumida.
- Coste por exceso de reactiva.
- Impuesto eléctrico (depende del coste de potencia y energía).
- Coste del alquiler de equipos (contador de compañía).
- IVA (21%).

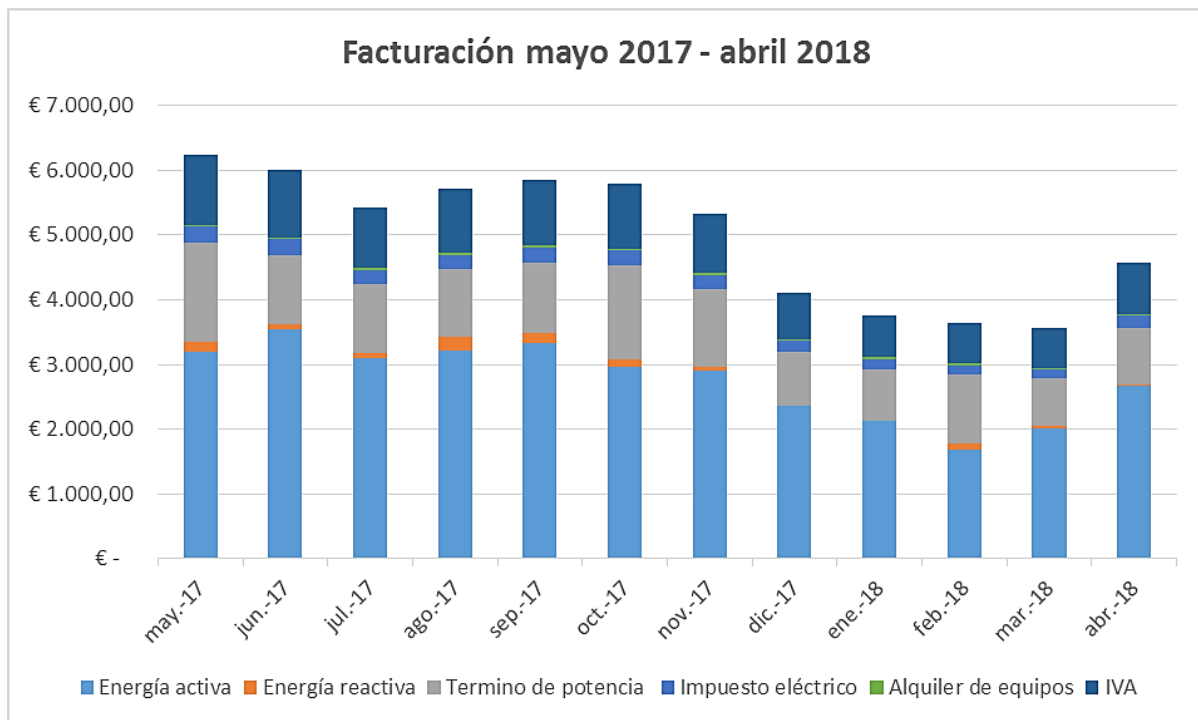


Figura 9. Evolución de costes facturados en CAMPOJOYMA

El gráfico anterior muestra la evolución de estos costes durante doce meses, comprendidos entre los meses de Mayo de 2017 y Abril de 2018.

El coste eléctrico total anual asciende a **60.037,11 €**. Los costes por potencia (12.788,43 €), el alquiler de equipos (359,25 €) son fijos. Los costes variables son el coste de energía consumida (33.065,22 €), el exceso de reactiva (1.008,62 €), el impuesto eléctrico (que depende de la energía consumida y de la potencia) (2.395,93 €) y el IVA (10.419,66 €). Sin IVA, el coste total es de **49.617,45 €**.

Los meses de mayor facturación corresponden al periodo comprendido entre los meses de mayo y septiembre. El consumo en estos meses es mucho más alto porque se corresponde con los meses de mayor producción. El mes de febrero es el de menor facturación eléctrica.

2.4.1.3 Optimización de la potencia contratada



Figura 10. Importancia de la potencia contratada

El hecho de penalizar por rebasamientos en la potencia contratada no supone un problema, como podría pensarse. Al contrario, será necesaria la existencia de dichas penalizaciones para obtener el balance global que minimiza los costes.

Tras la optimización numérica (Solver, paquete agregado a Excel) de la potencia contratada en la sede de CAMPOJOYMA, a partir de los datos aportados por las facturas de la compañía eléctrica en las que se especifica la potencia máxima alcanzada durante el periodo de facturación, se concluye que existe un ahorro anual asociado a dicha optimización de potencia en cada periodo, siempre y cuando los precios por termino de potencia se mantengan constantes (definidos por BOE) y que los patrones de actividad en la planta sean similares a los que se han llevado a cabo durante el periodo anual analizado (mayo 2017-abril 2018).

TARIFA 3.0 A

Periodo	Potencia contratada actual (KW)	Potencia contratada óptima (KW)
P1	98	136,1
P2	98	138,1
P3	98	109,5

Tabla 8. Optimización de potencia contratada

2.4.1.4 Esquemas unifilares

CAMPOJOYMA presenta una acometida eléctrica en baja tensión, desde donde parten las distribuciones eléctricas interiores.

Los esquemas unifilares de CAMPOJOYMA están actualizados a fecha de 2016, con motivo de la ampliación que tuvo lugar.

2.4.1.5 Uso de generadores de emergencia

Los **Sistemas de Alimentación Ininterrumpida** (SAIs) son dispositivos que, gracias a sus baterías, pueden proporcionar energía eléctrica por un tiempo limitado y durante un apagón eléctrico a todos los dispositivos que tenga conectados.

Además, son equipos que permiten mejorar la calidad de la energía eléctrica que llega a las cargas, filtrando subidas y bajadas de tensión y eliminando armónicos de la red.

Cuando las baterías no están aportando energía de forma autónoma (funcionamiento habitual), el módulo de carga de baterías se encarga de recargarlas de forma constante a partir de la red eléctrica para que estén activas en cualquier momento. En caso de fallo eléctrico, se produce una conmutación instantánea en la que las baterías empiezan a suministrar energía a los dispositivos, normalmente de pequeña potencia, conectados



Figura 11. Sistemas de alimentación ininterrumpida (SAIs)

La organización CAMPOJOYMA no dispone de **grupo electrógeno** que asegure el suministro eléctrico de los sistemas productivos de gran potencia considerados críticos en caso de falta de suministro eléctrico.

2.4.2 Estructura del proceso

El sector hortofrutícola andaluz en invernadero ocupa una posición de liderazgo incuestionable en Europa. Estas son las cifras: 43.400 hectáreas de superficie que se dedican al cultivo de pimiento, tomate, calabacín, berenjena, pepino, melón, sandía y judías verdes, más de 2.500 millones de euros de facturación y 2,5 millones de toneladas de productos que abastecen a más del 60% del consumo nacional y a más del 30% de los mercados europeos, alcanzando cotas superiores al 80% durante los meses de invierno.

Se trata de un auténtico pulmón de empleo en la provincia de Almería. No obstante, los escasos márgenes recibidos por los agricultores, unido a la incipiente amenaza de la llegada de productos de calidad inferior procedentes de otros países con menores costes de mano de obra, propiciados en parte por las grandes superficies comerciales, ha llevado a la unificación de agricultores y al desarrollo de cooperativas donde se comercializa conjuntamente el producto y se aúnan esfuerzos para cubrir la mayor cota de mercado posible.

La creciente competencia en el sector, junto con la cada vez más estrictos controles de calidad y apariencia que los consumidores requieren de los productos agroalimentarios hacen que las empresa comercializadoras de productos hortofrutícolas tengan que mantenerse en continuo proceso de modernización y optimización del proceso productivo, incluyendo líneas de producción cada vez más automatizadas y sofisticadas, que permitan reducir tiempos y costes y ser así más competitivas que el resto.



Figura 12. Proceso productivo

Las líneas de confección son cuatro.

El proceso de producción de CAMOJOYMA sigue las siguientes etapas:

- Los productos hortofrutícolas llegan a la empresa y se descargan en sus envases de campo.
- Posteriormente son conducidas a una zona reservada para su almacenamiento, a la espera de ser incorporadas a las líneas de procesado.

Los diferentes productos se seleccionan y envasan del siguiente modo:

- **TOMATE EN RAMA:** Entran en el almacén ya confeccionados de campo en cajas de cartón. En el momento de la recepción la responsable de calidad hace una inspección visual en la entrada para comprobar si cumplen con las especificaciones y estándares de calidad establecidos para poder ser comercializados. En caso de no cumplir alguno de ellos serán confeccionados de nuevo en el almacén por personal manipulador o serán rechazados. Dependiendo del grado de suciedad del producto, el producto pasa por la lavadora, compuesta por varias fases. El lavado se realiza a través de un mecanismo de chorros aspersores incidiendo en el producto de una forma lo menos agresiva posible. A continuación, el secado del mismo se consigue con aire a presión, evitando así cualquier tipo de contaminación por traspaso de residuos. En ningún caso se utilizará ningún producto diferente de agua potable. Una vez lavado, se selecciona, clasifica y se pesa. Puede ser envasado de distintas maneras.
- **TOMATE CHERRY:** Entran en una línea de manipulación, donde pasa por las operaciones de selección/calibrado, dividiéndose en categorías. Posteriormente se envasa.
- **PEPINO:** El producto pasa por un proceso de cepillado. El pepino es retractilado o envasado en desnudo. Posteriormente, se selecciona, clasifica, calibra y pesa.
- **BERENJENA:** El producto pasa por un proceso de limpieza manual. Posteriormente, se selecciona, clasifica calibra y pesa.
- **MELÓN:** El producto pasa por un proceso de cepillado. Posteriormente, se selecciona, clasifica, calibra y pesa.
- **SANDÍA:** El producto pasa por un proceso de cepillado. Posteriormente, se selecciona, clasifica, calibra y pesa.
- **PIMIENTO GRANEL:** Dependiendo del grado de suciedad del producto, este pasa por la Lavadora/Calibradora, compuesta por varias fases. El lavado se realiza a través de un mecanismo de chorros aspersores incidiendo en el producto de una forma lo menos agresiva posible. A continuación, el secado del mismo se consigue con aire a presión, evitando así cualquier tipo de contaminación por traspaso de residuos. En ningún caso se utilizará ningún producto diferente de agua potable. Una vez lavado,

se selecciona, clasifica y se pesa. Puede ser envasado de distintas maneras.

- **CALABACÍN:** Se trata de un producto muy sensible lo que exige una rápida manipulación. Se selecciona, clasifica, calibra y se pesa para ser envasado de distintas maneras.
- **CÍTRICOS:** La fruta pasa por un proceso de lavado y cepillado, se desinfecta, se encera, se selecciona, clasifica y envasa. También cuando es necesario se desverdece para darle una mejor presentación.

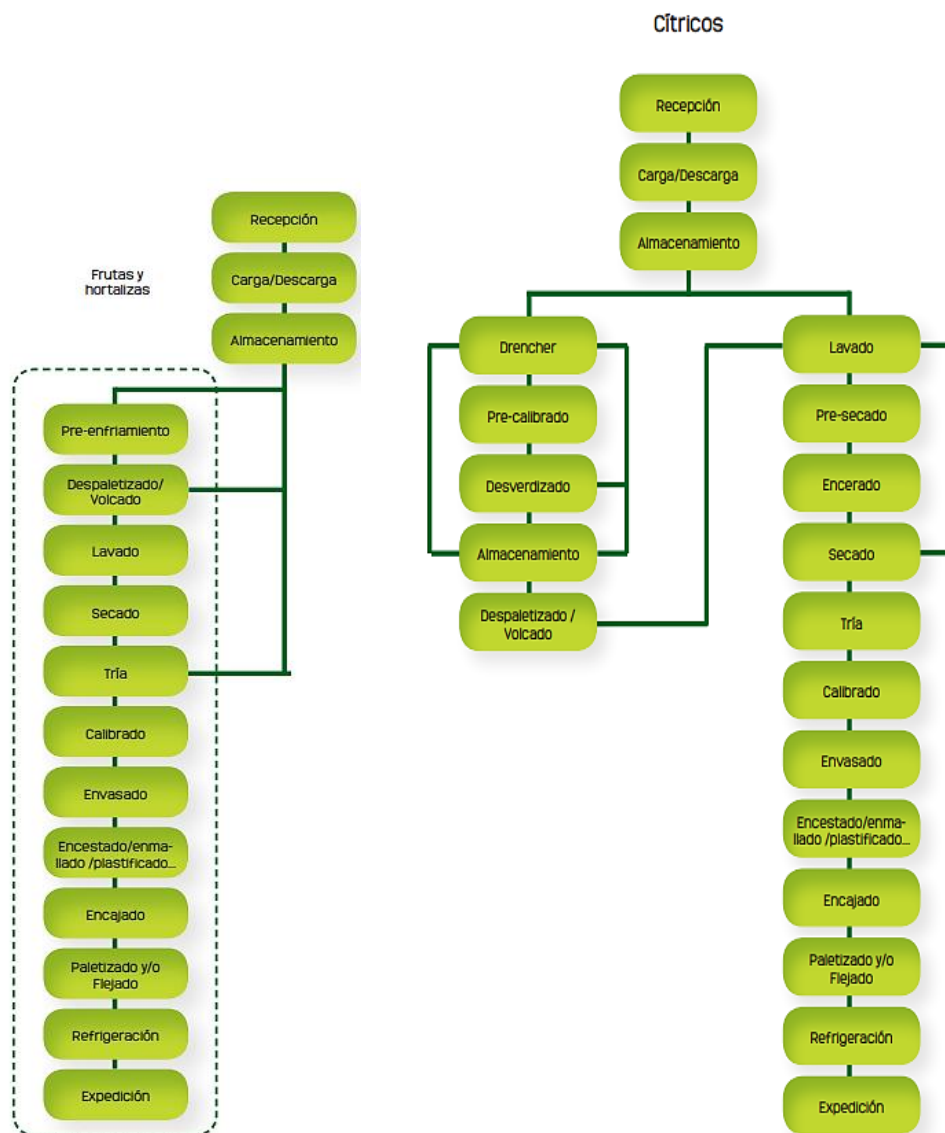


Figura 13. Diagrama de flujo de cítricos, frutas y hortalizas. Fuente: FECOAM



Figura 14. Proceso productivo

Después de su envasado y puesta en palés, las hortalizas y frutas se almacenan en cámaras de refrigeración, cuyas temperaturas se encuentran entre 6°C y 12°C. Tras la recepción de un pedido por parte de un cliente se extrae la mercancía solicitada de las cámaras de almacenamiento y se traslada hasta los muelles de carga, donde se introduce en camiones frigoríficos para el transporte hasta el lugar de destino.

Los restos de plásticos o papeles y los restos vegetales (producto hortícola defectuoso, destrío, etc.) se depositan en contenedores específicos situados junto a las líneas. Cada vez que es necesario y al menos diariamente, esta basura es retirada de la zona de manipulado, fuera de los momentos de carga y descarga de materia prima, a los contenedores específicos situados en el exterior.



Figura 15. Proceso productivo

2.4.3 Análisis de las tecnologías horizontales y servicios

2.4.3.1 Sistema eléctrico

El suministro a CAMPOJOYMA es en baja tensión, a una tensión de 400 V entre fases y 230 V entre fase y neutro.

2.4.3.2 Iluminación

DESCRIPCIÓN	NÚMERO	POTENCIA TOTAL [W]	HORAS TOTALES	CONSUMO TOTAL [KWh]
PUNTOS DE LUZ-FLUOR.PEQUEÑOS	32	160	2080	332,8
BALASTO ELECTRÓNICO	32	16	2080	33,3
PUNTOS DE LUZ	6	30	2080	62,4
PUNTOS DE LUZ	7	35	2080	72,8
PUNTOS DE LUZ	2	10	2080	20,8
PUNTOS DE LUZ	2	10	2080	20,8
PUNTOS DE LUZ	2	10	2080	20,8
LUCES EMERGENCIA	42	126	8760	1103,8
PANTALLAS LED NAVE	22	220	2080	457,6
FLUORESCENTES NAVE	85	4930	2080	10254,4
BALASTO ELECTRÓNICO	85	493	2080	1025,4
BOMBILLONES	22	396	2080	823,7
LUCES EXTERIOR	32	576	2555	1471,7
PANTALLAS LED	15	150	2080	312,0
PUNTOS LUZ	42	84	1248	104,8
PUNTOS DE LUZ	17	34	936	31,8
PUNTOS DE LUZ	10	180	936	168,5
PUNTOS DE LUZ GRANDES	2	40	936	37,4
PUNTOS DE LUZ	9	18	624	11,2
BARRAS	4	8	624	5,0
VESTUARIOS-PUNTOS DE LUZ	6	30	624	18,7
PUNTOS DE LUZ COMEDOR-2	12	60	312	18,7
TOTAL				16408,48
Porcentaje sobre el total de electricidad				4,28%

Tabla 9. Cálculo de consumos anuales por iluminación en la planta

2.4.3.3 Climatización

Las distintas salas y oficinas cuentan con equipos individuales tipo Split.



Figura 16. Unidad split



Figura 17. Unidad exterior del equipo de aire acondicionado

Teniendo en cuenta los horarios de funcionamiento de las distintas estancias de la planta de CAMPOJOYMA y que muchas de estas máquinas sólo se encienden durante los meses más fríos de invierno y los meses de verano, se han calculado los consumos anuales asociados a cada uno de los sistemas descritos. Se ha considerado una corrección del 80% debido a los tiempos de paro de compresores y ventiladores cuando las temperaturas alcanzan la consigna y por funcionamiento en puntos inferiores a la potencia nominal y una corrección del 65% de factor de uso para aquellos equipos que funcionan según la estacionalidad.

DESCRIPCIÓN	NÚMERO	POTENCIA TOTAL [W]	HORAS TOTALES	FACTOR CORRECCIÓN	CONSUMO TOTAL [KWh]
A/C	1	1,3	800	0,48	499,2
A/C	1	1,3	800	0,48	499,2
A/C RRHH	1	1,8	800	0,48	691,2
A/C	1	1,3	800	0,48	499,2
A/C	2	2,0	800	0,48	1536,0
A/C	2	1,3	800	0,48	998,4
TOTAL					4723,20
Porcentaje sobre el total de electricidad					1,23%

Tabla 10. Cálculo de consumos anuales por climatización de oficinas

2.4.3.4 Cámaras frigoríficas

En el edificio CAMPOJOYMA existen dos cámaras frigoríficas para la conservación de productos hortofrutícolas. Estas cámaras emplean la electricidad para producir frío.

Para mantener las temperaturas, dichas cámaras cuentan con equipos de compresión mecánica.



Figura 18. Compresores de cámara frigorífica

Unidades interiores de las cámaras frigoríficas.



Figura 19. Unidades interiores de las cámaras frigoríficas

Unidades condensadoras situadas en la cubierta.



Figura 20. Condensadores de las cámaras frigoríficas

DESCRIPCIÓN	NÚMERO	POTENCIA TOTAL [W]	HORAS TOTALES	FACTOR CORRECCIÓN	CONSUMO TOTAL [KWh]
COMPRESORES COPELAND	3	23,56	7300	0,30	154789,20
CONDENSADORA GUNTNER PROFILE	1	1,80	7300	0,30	3942,00
EVAPORADORES	2	1,04	7300	0,30	4555,20
PUERTAS DE LAS CAMARAS	4	0,50	2520	0,30	1512,00
TOTAL					164798,40
Porcentaje sobre el total de electricidad					42,95%

Tabla 11. Consumo anual asociado a equipos de producción de frío de las cámaras frigoríficas

Los equipos de producción de frío funcionan 24 horas al día durante todos los días del año. Se ha considerado una corrección del 30% para los equipos.

2.4.3.5 Instalaciones de proceso en planta de producción

La nave de producción de CAMPOJOYMA cuenta con un sofisticado equipamiento para el procesado y envasado de productos hortofrutícolas.

A partir del inventario de los equipos de producción y teniendo en cuenta los tiempos de funcionamiento de cada línea, se ha determinado el consumo anual asociado a la máquina de producción. Se ha considerado un factor de uso del 20% para los equipos.

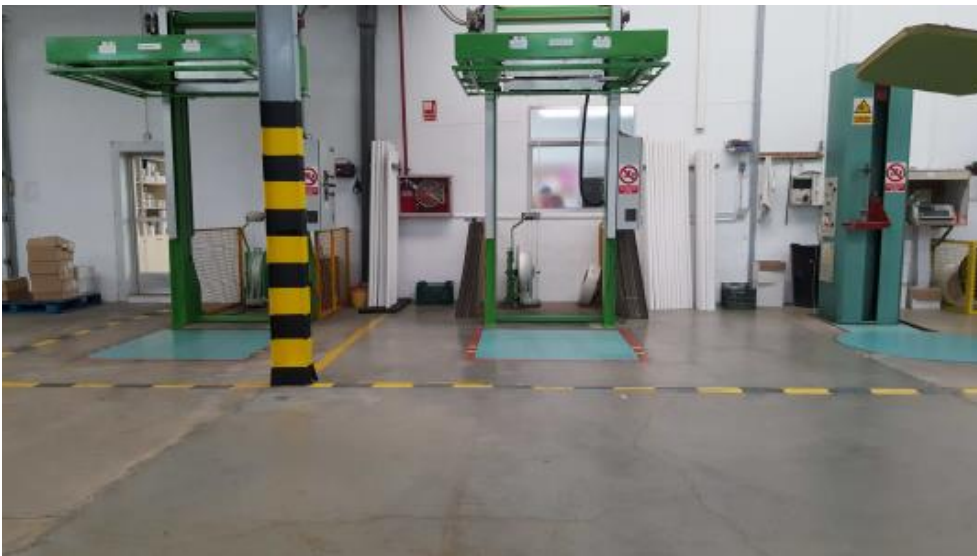


Figura 21. Maquinaria de producción



Figura 22. Maquinaria de producción

DESCRIPCIÓN	NÚMERO	POTENCIA TOTAL [W]	HORAS TOTALES	FACTOR CORRECCIÓN	CONSUMO TOTAL [KWh]
FLOWPACK	3	3,40	2520	0,20	5140,80
HORNOS	2	30,00	2520	0,20	30240,00
MOTORES LINEAS	15	1,00	2520	0,20	7560,00
CALIBRADORA PEPINO NUEVA	1	3,00	2520	0,20	1512,00
FLEJADORA AUTOMATICA Maturi	1	3,50	2520	0,20	1764,00
FLEJADORA SEMIAUTOMATICA	1	0,75	2520	0,20	378,00
PUERTAS SEMIAUTOMATICAS GENERO	2	0,50	2520	0,20	504,00
PUERTAS AUTOMATICAS GENERO	2	1,00	2520	0,20	1008,00
PUERTAS MUELLE CARGA	3	1,00	2520	0,20	1512,00
PUERTAS MUELLE DESCARGA	2	1,00	2520	0,20	1008,00
COMPACTADORA	1	5,50	60	1,00	330,00
TOTAL					50956,80
Porcentaje sobre el total de electricidad					13,28%

Tabla 12. Consumo anual asociado a la maquinaria de producción

2.4.3.6 Fuerza. Usos varios y equipos de oficina

Tras un inventariado de los equipos principales y de mayor uso, una extrapolación por puestos de trabajo de oficina y la utilización de la potencia habitual, se ha confeccionado la siguiente tabla de consumos.

DESCRIPCIÓN	NÚMERO	POTENCIA TOTAL [W]	HORAS TOTALES	FACTOR CORRECCIÓN	CONSUMO TOTAL [KWh]
MOTOR DE RIEGO	1	2,000	800	0,70	1120,00
MOTOR PARA GASOIL	1	0,250	400	0,70	70,00
CAMARAS SEGURIDAD	23	0,003	8760	0,30	181,33
CARGADORAS DE BATERIA	13	1,200	2400	0,40	14976,00
MAQUINAS A/C POR AGUA	4	2,000	8760	0,30	21024,00
LAVAVAJILLAS	1	0,800	130	1,00	104,00
FRIGORIFICOS	4	0,500	8760	0,30	5256,00
HORNO	1	1,500	130	1,00	195,00
VITROCERAMICA	1	1,500	260	1,00	390,00
MICROONDAS	2	1,000	260	1,00	520,00
CAFETERA	1	0,700	260	1,00	182,00
MAQUINA CAFÉ	2	1,500	8760	0,20	5256,00
MAQUINA AGUA	2	1,500	8760	0,20	5256,00
MAQUINA VENDING	1	1,500	8760	0,20	2628,00
MICROONDAS	5	1,000	260	1,00	1300,00
TELEVISION	1	3,000	260	1,00	780,00
CPU+PANTALLA	28	0,098	1600	0,60	2634,24
IMPRESORA	11	0,003	6240	1,00	205,92
IMPRESORA MULTIFUNCION	1	0,300	2140	1,00	642,00
DESTRUCTORA	2	0,003	2500	1,00	15,00
TOTAL					62735,49
Porcentaje sobre el total de electricidad					16,35%

Tabla 13. Inventario y consumo anual de equipos de oficina y usos varios

2.4.3.7 Aire comprimido

El aire comprimido que resulta necesario producir en la sede de CAMPOJOYMA se consigue principalmente a través de un compresor de la marca Atlas Copco, modelo GA-11FF.



Figura 23. Equipo de producción de aire comprimido

El aire comprimido se va almacenando en un calderín de aire a presión cuya finalidad es regular la salida del aire comprimido, condensar el agua y regular el rendimiento compensando las variaciones en la toma de aire.



Figura 24. Calderín del compresor

De aquí, el aire pasa filtrado, a un secador de aire, para reducir el elevado grado de humedad tras la compresión. Posteriormente, se pasa por filtros, que lo limpian de partículas indeseables y aumentan su calidad y, finalmente, el aire se distribuye hacia los distintos receptores, cada uno de los cuales requiere una presión mínima para funcionar.

A continuación se realiza un cálculo anual del consumo energético asociado a la producción de aire comprimido. El funcionamiento es ininterrumpido siempre que haya producción.

DESCRIPCIÓN	NÚMERO	POTENCIA TOTAL [W]	HORAS TOTALES	FACTOR CORRECCIÓN	CONSUMO TOTAL [KWh]
COMPRESOR AIRE ATLAS COPCO	1	18,50	3264	0,80	48307,20
TOTAL					48307,20
Porcentaje sobre el total de electricidad					12,59%

Tabla 14. Consumos anuales por producción de aire comprimido en CAMPOJOYMA

2.4.3.8 Semillero

El consumo del semillero está calculado a partir del inventario de maquinaria, el consumo de años anteriores, y la producción de este año y de años anteriores, siendo este de 30.155,65 kWh representando un 7.86% del consumo global.



Figura 25. Semillero

2.4.3.9 Otros consumos eléctricos

Hasta ahora se ha justificado el 98.55% de la energía eléctrica anual consumida en las instalaciones CAMPOJOYMA. El 1.45% restante (5.563,07 kWh anuales) se corresponde con un serie de equipos cuyo consumo es más difícil de determinar por separado, bien por su delicadeza o bien por la variabilidad de uso que implica el factor humano. También se corresponde con equipos de escaso uso energético que no se han tenido en cuenta con anterioridad.

Entre estos equipos se encuentran varios sistemas de producción de Agua Caliente Sanitaria (ACS), y servidores informáticos, los cuales se encuentran conectados durante las 8.760 horas de año y, por tanto, supondrán un consumo importante dentro de este apartado.



Figura 26. Servidores informáticos

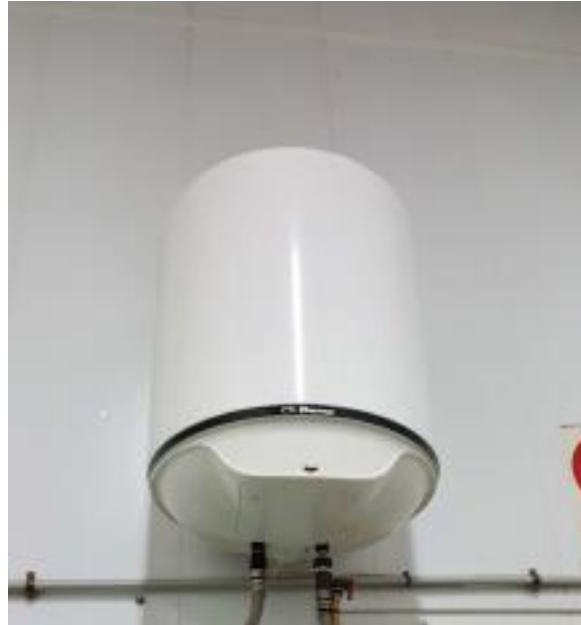


Figura 27. Termo eléctrico

2.4.4 Medición y recogida de datos

2.4.4.1 Descripción de los equipos

Analizador de redes Circutor MYeBOX-1500



Figura 28. Analizador de redes Circutor MYeBOX 1500

MYeBOX® es una gama de analizadores portátiles configurables desde una app que realiza el análisis de los parámetros eléctricos accesibles de forma remota. MyeBox® realiza la medida y registro de parámetros eléctricos en instalaciones monofásicas, bifásicas o trifásicas (con y sin neutro).

La app se conecta al dispositivo para visualizar los datos medidos en tiempo real, configurar completamente el equipo, iniciar o detener el registro de datos, enviar los datos registrados a MYeBOX Cloud e incluso acceder a los datos de la memoria para visualizarlos de forma gráfica o en las tablas. La conectividad remota permite hacer análisis de los datos medidos sin necesidad de desplazamientos. También es posible enviarse los datos registrados a un repositorio de datos para analizarlos posteriormente en PowerVision Plus. El equipo se puede configurar localmente mediante teclado capacitivo y opciones de menú por pantalla.

El modelo más avanzado, MYeBOX 1500, realiza la medida de corrientes de fugas de forma simultánea, medida de parámetros de calidad de red según la norma EN 50160 y registro de transitorios.

MYeBOX 1500 dispone de las siguientes características y funciones:

- 4 entradas de medida de tensión (U_1, U_2, U_3, U_n).
- 4 entradas de medida de corriente (I_1, I_2, I_3, I_n).
- Medida de los principales parámetros eléctricos.
- Energía consumida y generada.
- Medida de parámetros de calidad de red.
- Medida en verdadero valor eficaz (TRMS).
- Medida en consumo y generación (4Q).
- Registro de eventos de calidad en tensión según EN 61000-4-30.
- Registro de transitorios.
- Registro de forma de onda asociada a los eventos de calidad y transitorios.
- Medida según EN 61000-4-30.
- Alimentación independiente a la medida.
- Registro de forma de onda cada periodo de registro.
- Pantalla LCD.
- Teclado capacitivo.
- Puerto microUSB para descarga de datos.
- Detección automática de pinzas.
- Identificación de fases con colores.
- Compatible con pinzas con EEPROM.
- Registro de eventos del sistema (EVA).
- Sincronización NTP.
- Envío de alarmas por e-mail.
- Comunicación Wi-Fi (punto de acceso/terminal).

Además de estas características y funciones MYeBOX 1500 dispone también de:

- 1 entrada de medida de tensión U_{ref} .
- 1 entrada de medida de corriente de fugas.
- 2 entradas transistor para centralizar impulsos.
- 2 salidas transistor para alarmas.
- Comunicación 3G.

Para mayor información sobre el analizador MYeBOX 1500 consultar ANEXO 2.

Este analizador se ha empleado en el cuadro principal para obtener toda la información que este instrumento permite recopilar. Se han tomado medidas en el periodo comprendido entre 17/05/2018 y 08/06/2018.

El análisis de los datos se centra en el periodo comprendido entre el 21/05/2018 y 04/06/2018, dos semanas completas en las que la empresa se encuentra en plena actividad. Esto nos va a permitir obtener los datos de una semana tipo y poder extrapolarlos al periodo anual que abarca la auditoría, teniendo en cuenta la estacionalidad de los consumos eléctricos que están estrechamente vinculados a la

estacionalidad de los cultivos que son a la postre los que marcan la mayor o menor carga de trabajo en la empresa.

2.4.4.2 Curvas de carga

El software facilitado con la adquisición del analizador de redes permite el estudio estadístico de los datos recogidos, así como la representación gráfica de los mismos.

A continuación se representan, en primer lugar, dos curvas de consumo correspondientes a dos semanas completas de recogida de datos.

Primera semana

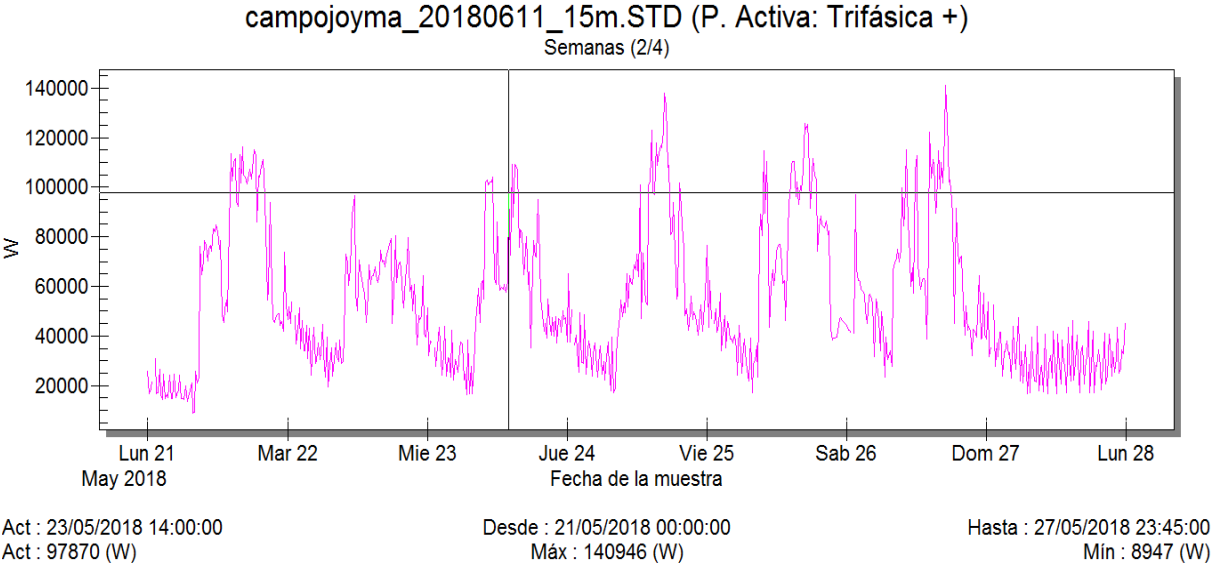
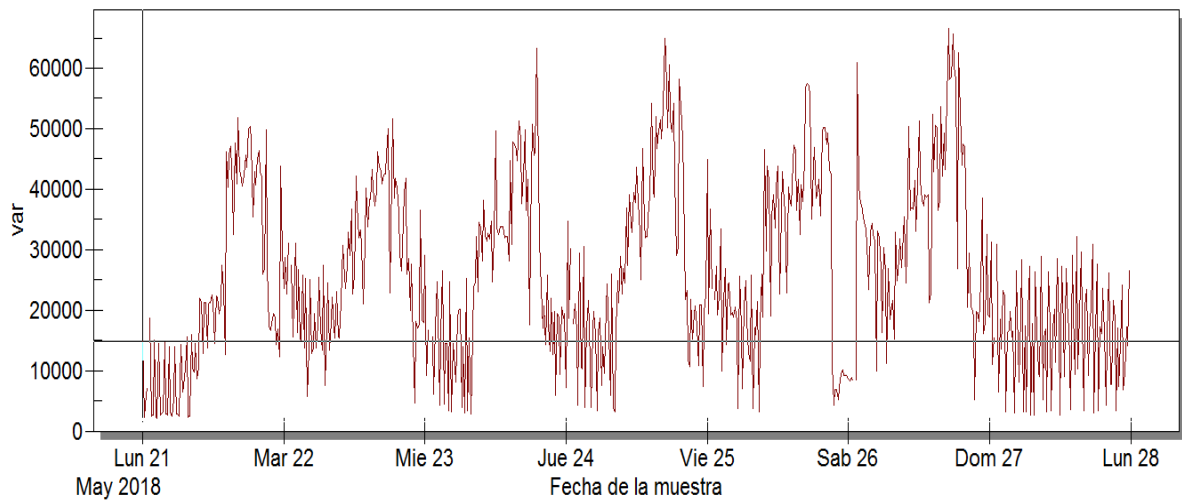


Figura 29. Curva de consumo semana 1: Potencia activa trifásica

campojyma_20180611_15m.STD (P. Inductiva: Trifásica +)
 Semanas (2/4)



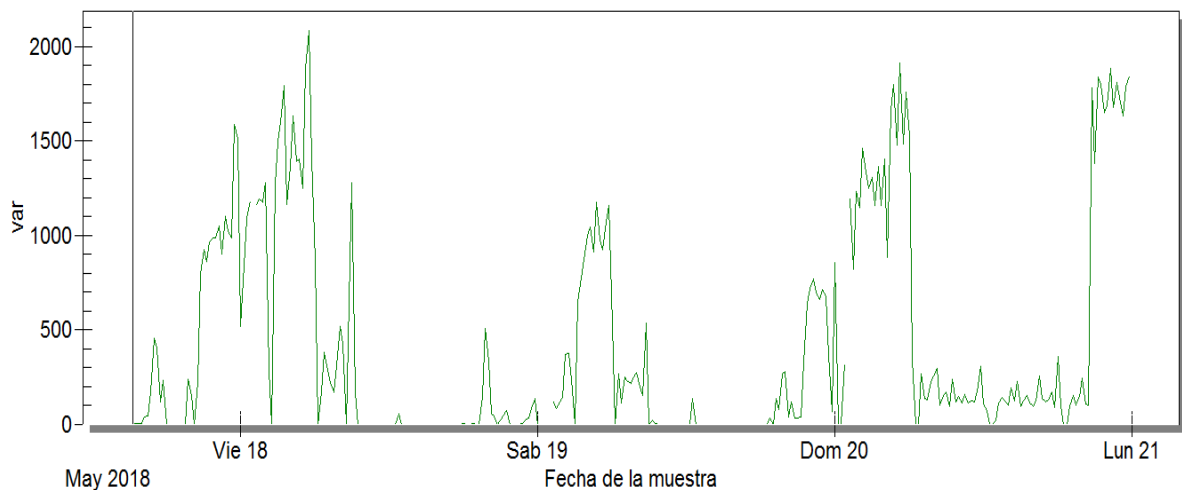
Act : 21/05/2018 00:00:00
 Act : 14912 (var)

Desde : 21/05/2018 00:00:00
 Máx : 66523 (var)

Hasta : 27/05/2018 23:45:00
 Mín : 2152 (var)

Figura 30. Curva de consumo semana 1: Potencia inductiva trifásica

campojyma_20180611_15m.STD (P. Capacitiva: Trifásica +)
 Semanas (1/4)



Act : 17/05/2018 15:15:00
 Act : 0 (var)

Desde : 17/05/2018 15:15:00
 Máx : 2086 (var)

Hasta : 20/05/2018 23:45:00
 Mín : 0 (var)

Figura 31. Curva de consumo semana 1: Potencia capacitiva trifásica

Segunda semana

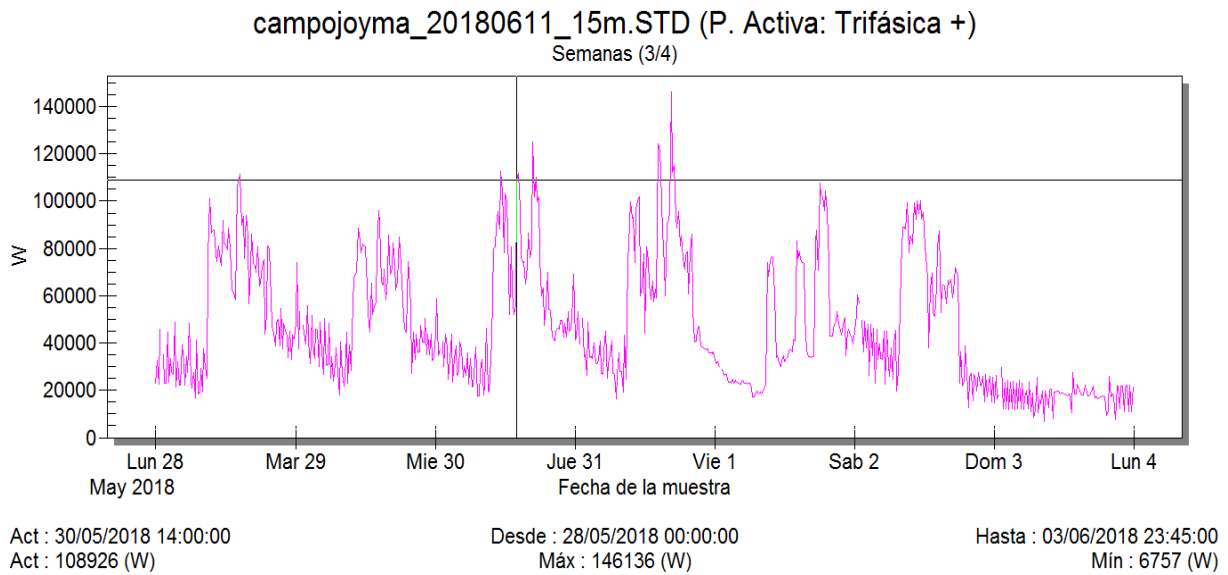


Figura 32. Curva de consumo semana 2: Potencia activa trifásica

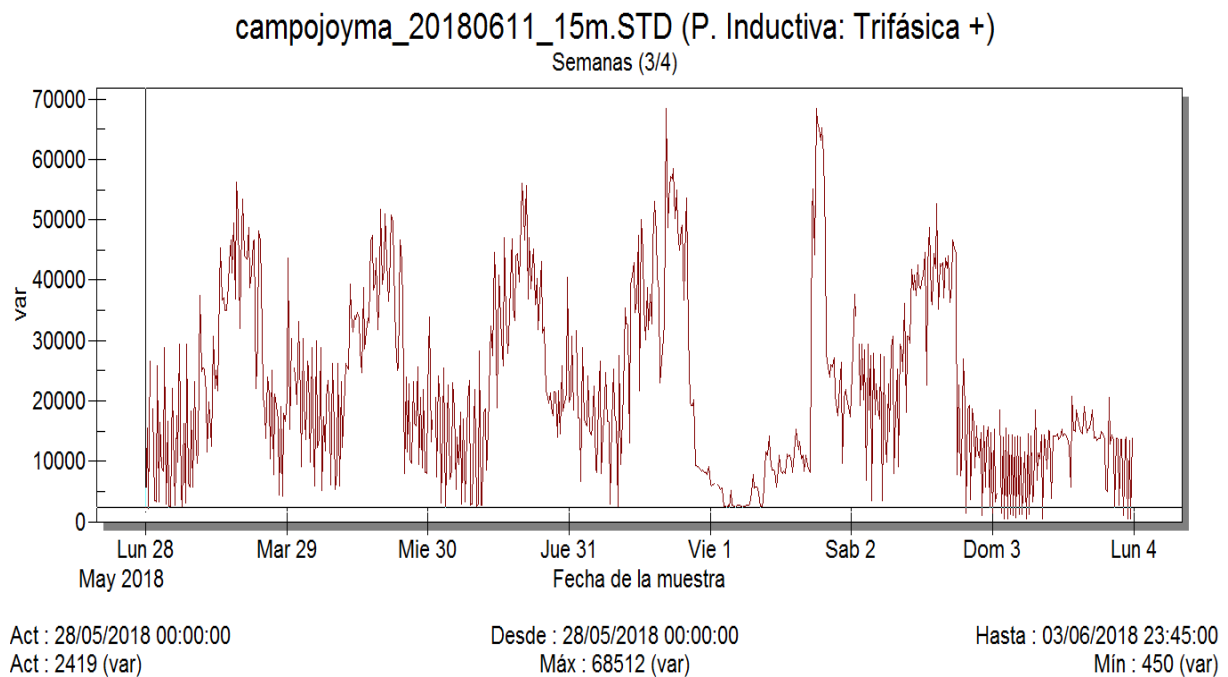
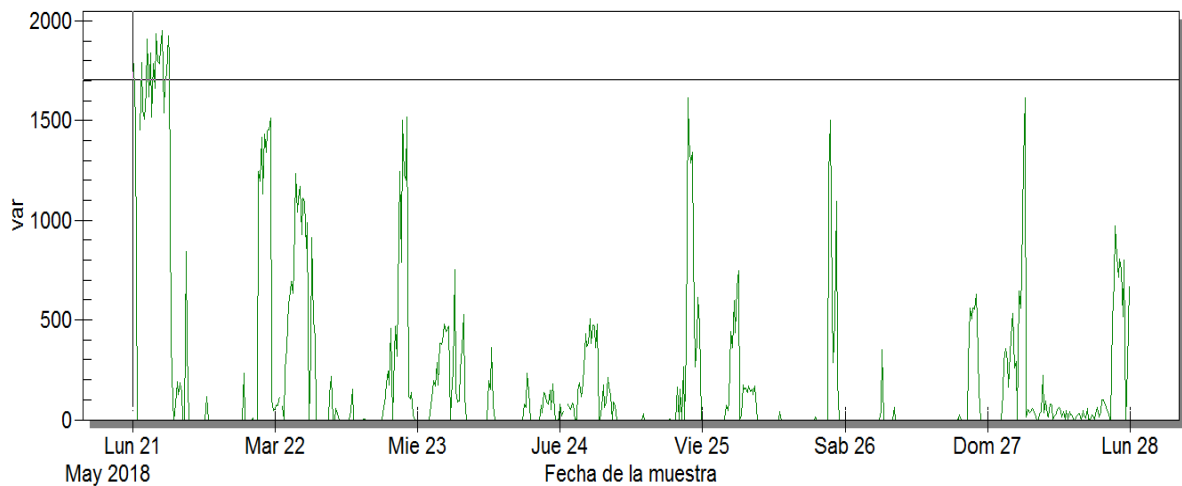


Figura 33. Curva de consumo semana 2: Potencia inductiva trifásica

campojoyma_20180611_15m.STD (P. Capacitiva: Trifásica +)
Semanas (2/4)



Act : 21/05/2018 00:00:00
Act : 1704 (var)

Desde : 21/05/2018 00:00:00
Máx : 1954 (var)

Hasta : 27/05/2018 23:45:00
Mín : 0 (var)

Figura 34. Curva de consumo semana 2: Potencia capacitiva trifásica

En estas curvas semanales se vislumbran con claridad los días de una semana tipo con actividad (seis días comprendidos de lunes a sábado) y sin ella (domingo).

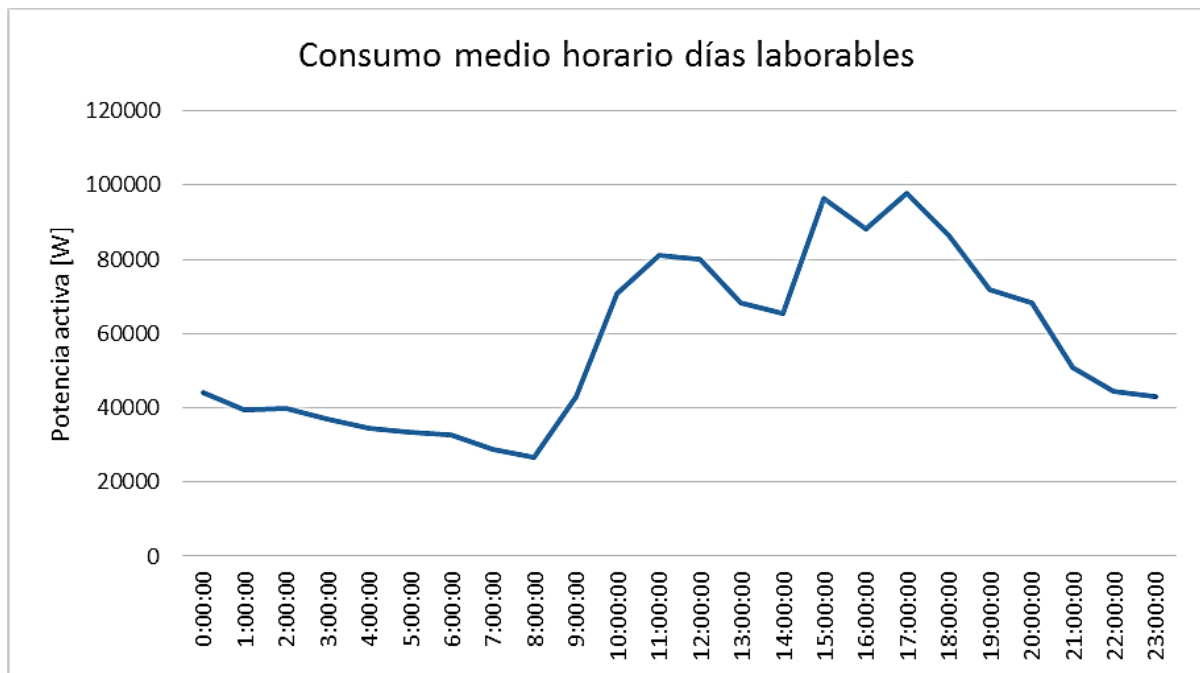


Figura 35. Consumo medio horario días laborables

Se puede deducir cómo evoluciona la jornada de trabajo en la organización a partir de la curva de consumo diario medio. Se observa como el inicio de la jornada es a las ocho de la mañana con una incorporación progresiva del personal de manipulado en

el periodo comprendido entre las ocho y las once de la mañana. Seguidamente el valle que se produce en la curva es un indicativo del tiempo de descanso que tiene el personal para almorzar, periodo comprendido entre las doce y las tres de la tarde. A partir de las tres de la tarde se produce un repunte de la actividad vinculado con una mayor cantidad de producto a manipular. De seis de la tarde a nueve de la noche se produce la salida escalonada del personal atendiendo a la duración de la jornada laboral.

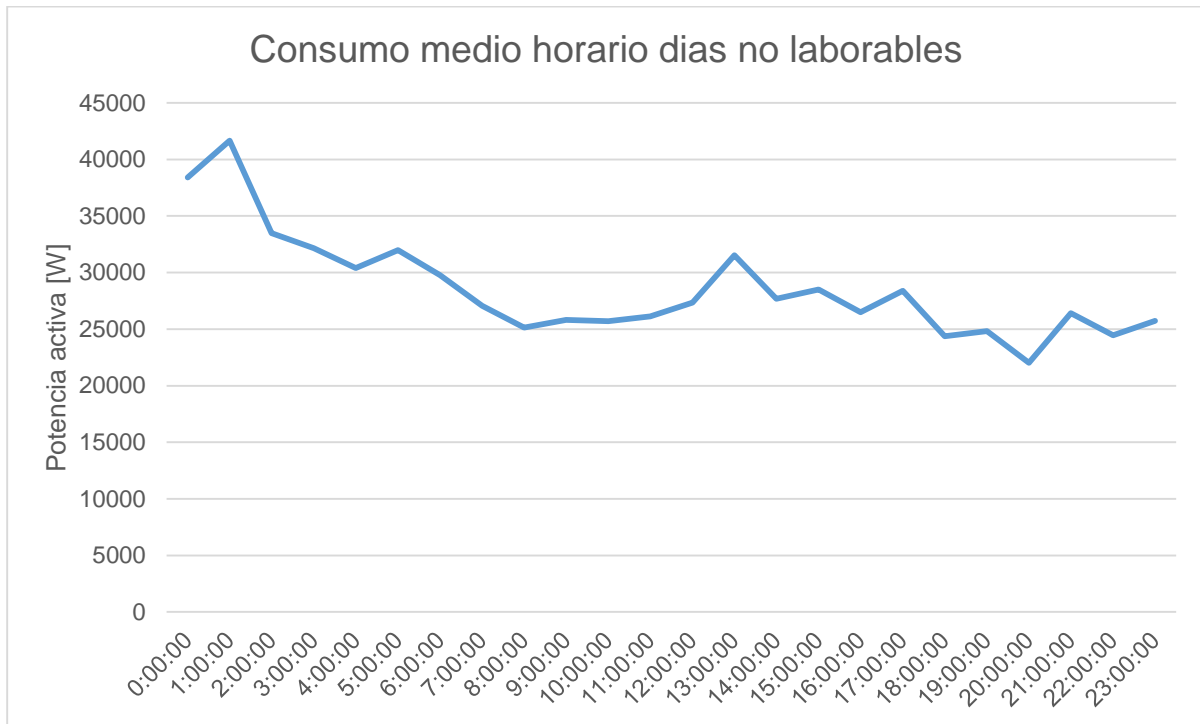


Figura 36. Consumo medio horario días no laborables

El consumo durante el domingo y festivos (días no laborables) es debido básicamente al consumo residual de las instalaciones. El principal consumo es el demandado por las cámaras frigoríficas que deben mantener el producto contenido en ellas en unas condiciones óptimas de temperatura y humedad.

2.5 ANÁLISIS DE LA CURVA DE CARGA. ANÁLISIS OPERACIONAL

A partir de la curva de carga de una organización se puede extraer mucha información acerca de los patrones de consumo y de actividad de ésta. Estos patrones son la base para la propuesta de recomendaciones de mejora, tanto en modalidad de inversión como de operación.

2.5.1 Consumo global

La siguiente gráfica muestra el consumo de energía acumulado durante el periodo de estudio, donde la pendiente de la misma deja ver la tasa de consumo de energía a lo largo del año.

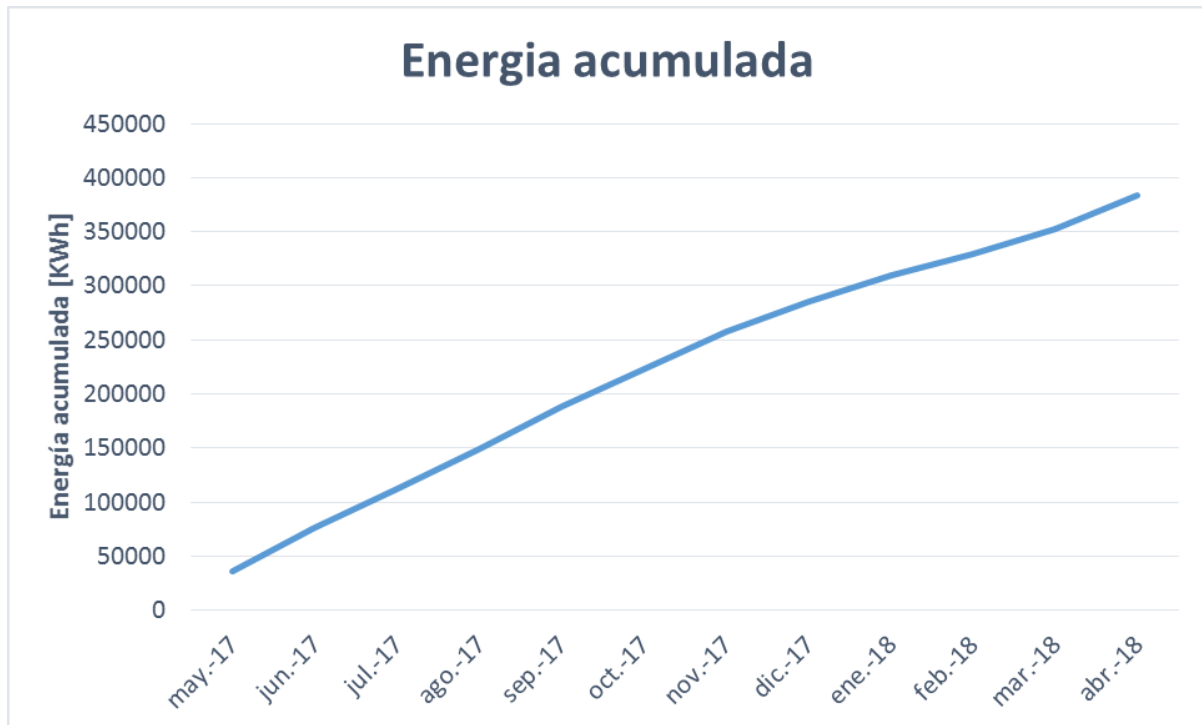


Figura 37. Consumo de energía acumulado a lo largo del año de estudio

Se observa que el ratio de consumo presenta variaciones estacionales a lo largo del año 2017-2018, que están relacionadas con la estacionalidad de los productos que se comercializan en la planta. A partir de mayo, la pendiente es elevada y se puede observar como a partir de noviembre esta se reduce. El tipo de producto manipulado y la fuerte demanda de refrigeración en la época estival, hacen que el consumo en el periodo mayo-octubre sea más elevado, decayendo a partir de noviembre hasta el mes de abril, momento en el que se reinicia el ciclo analizado.

En resumen, la tasa de consumo de energía es alta desde el mes de mayo hasta el mes de octubre, momento a partir del cual el consumo disminuye alcanzando un valor mínimo en el mes de marzo.

2.5.2 Consumo mensual

El consumo residual o carga base de consumo se corresponde con aquella cantidad de energía que es consumida por una organización estando esta a su nivel mínimo de actividad.

El siguiente gráfico muestra el consumo energético de CAMPOJOYMA desglosado por meses. Cada barra representa un mes y esta, a su vez, está compuesta por la energía residual más el resto de energía variable.

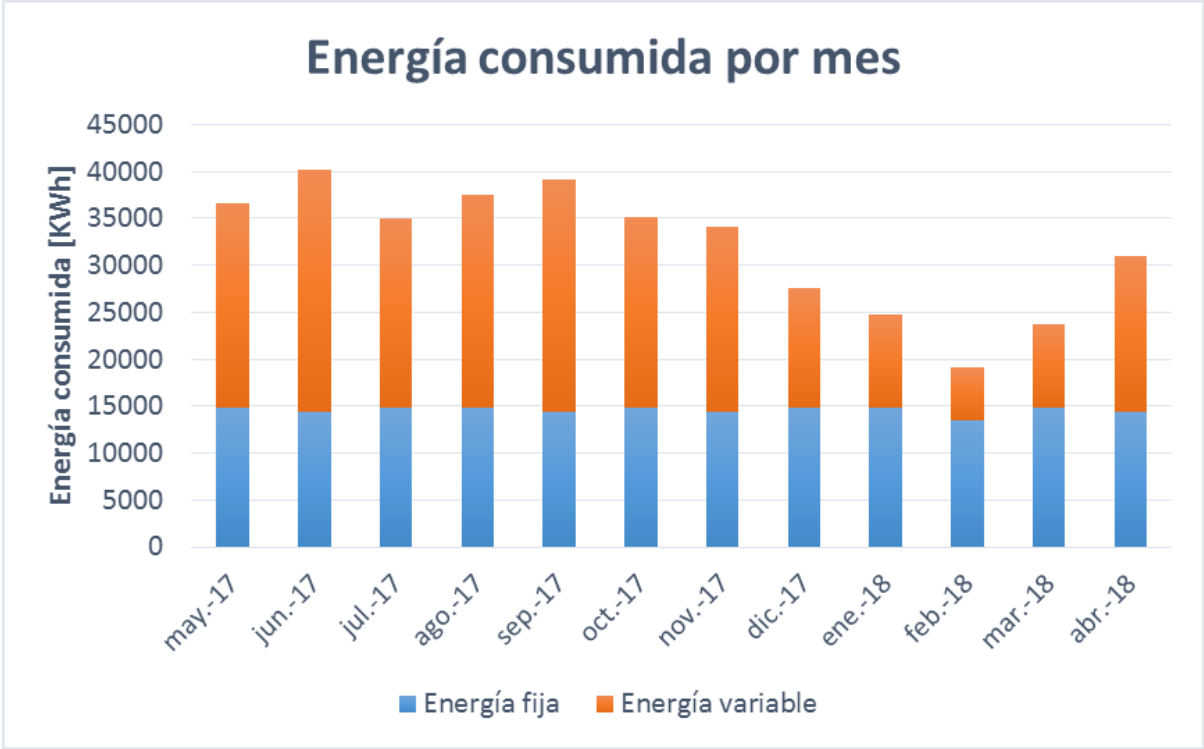


Figura 38. Consumo de energía en los distintos meses del periodo de estudio

	Energía residual [kWh]	Energía variable [kWh]	Energía total [kWh]	Coste Energía residual [€]
may-17	14880,00	21765,00	36645,00	1790,92
jun-17	14400,00	25730,48	40130,48	1697,30
jul-17	14880,00	20086,75	34966,75	1782,85
ago-17	14880,00	22610,00	37490,00	1747,80
sep-17	14400,00	24786,00	39186,00	1679,27
oct-17	14880,00	20222,00	35102,00	1642,45
nov-17	14400,00	19659,00	34059,00	1641,62
dic-17	14880,00	12695,00	27575,00	1866,91
ene-18	14880,00	9914,00	24794,00	1835,47
feb-18	13440,00	5669,48	19109,48	1909,16
mar-18	14880,00	8765,00	23645,00	1800,09
abr-18	14400,00	16557,00	30957,00	1759,49
TOTAL	175200,00	208459,71	383659,71	21153,33
Promedio	14600,00	17371,64	31971,64	1762,78

Tabla 15. Análisis mensual de la energía consumida

El consumo residual de la planta es, de media, 14.600 kWh por mes, lo que supone un coste medio de unos 1.762,78 € mensuales.

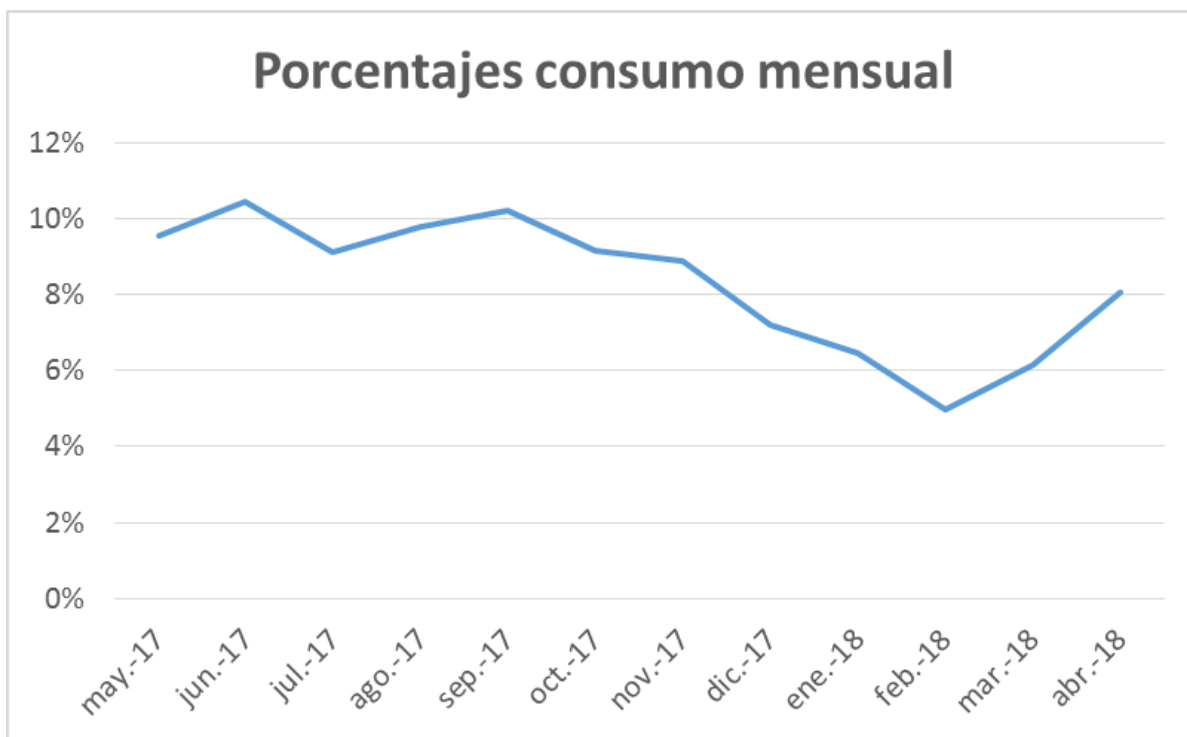


Figura 39. Porcentajes de consumo mensual

La curva mostrada en esta gráfica refleja un consumo con altibajos estacionales motivados principalmente por la producción. El consumo entre los meses de mayo a noviembre es elevado y el consumo mensual varía aproximadamente entre el 9 y el 11 por ciento del consumo anual (383.660 kWh). El tipo de producto manipulado así como el aumento de las cargas climáticas a combatir por las cámaras frigoríficas, provocan el repunte del consumo en este periodo.

2.5.3 Máxímetro mensual

El siguiente gráfico representa la potencia máxima registrada por el máxímetro a lo largo de los meses del año de estudio. La unión de los puntos resultantes de máxímetros sucesivos conforma una línea de tendencia que evidencia unos valores máximos de dicha potencia durante los meses de verano y otoño.

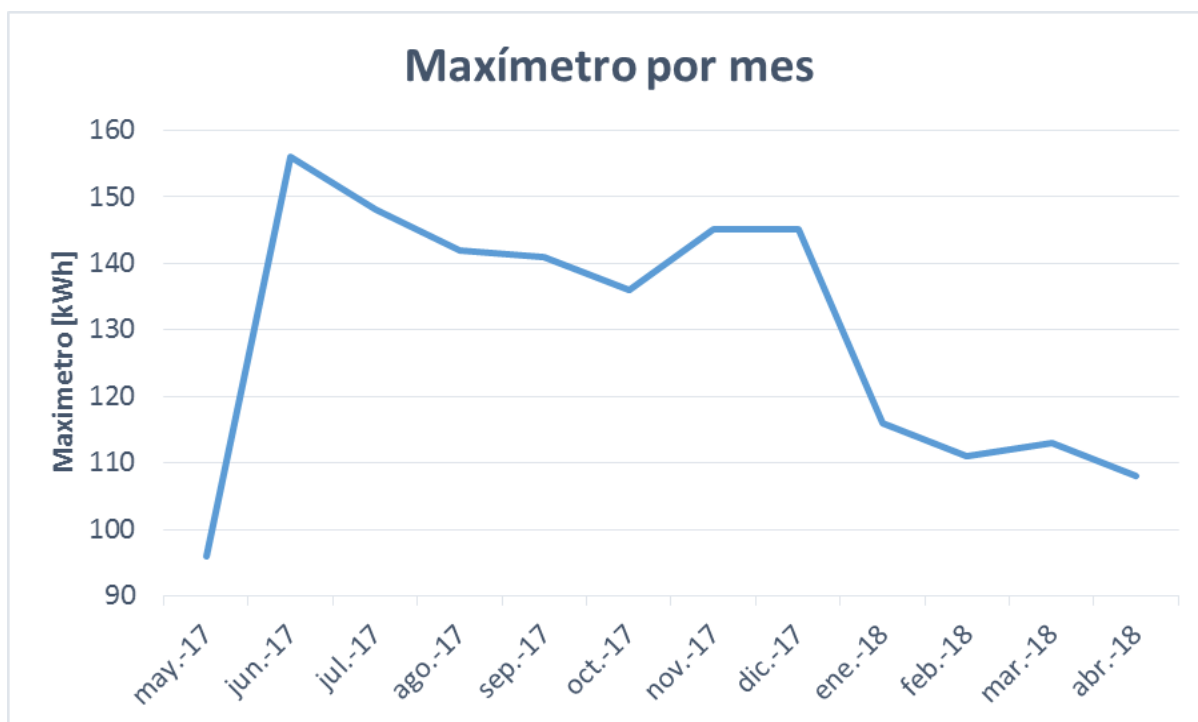


Figura 40. Valores máximos de potencia registrada en cada mes

Mes	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17
Maxímetro [kW]	96	156	148	142	141	136
Mes	nov-17	dic-17	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18
Maxímetro [kW]	145	145	116	111	113	108

Tabla 16. Valores máximos de potencia registrada en cada mes

Como era de prever, la potencia contratada óptima está por debajo de la potencia máxima registrada (156 kW en el mes de Junio). Las penalizaciones producidas se ven compensadas por el ahorro derivado de contratar una potencia inferior.

2.5.4 Consumo diario

A continuación se muestran los datos de la media de energía consumida por día de la semana en la instalación analizada.

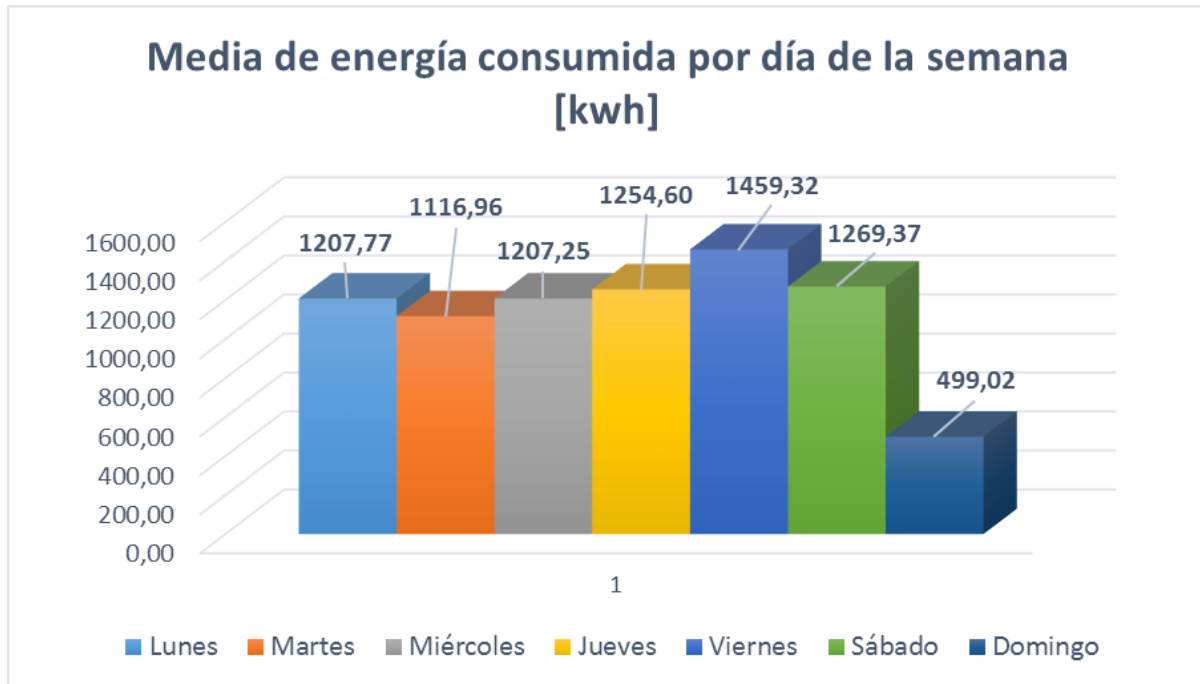


Figura 41. Consumo medio por día de la semana

Se percibe claramente que en la planta se trabaja normalmente de lunes a sábado, permaneciendo la planta cerrada los domingos.

El día promedio que más se consume es el viernes, con un consumo medio de 1.459,32 kWh. El domingo representa el día de menor consumo, con 499,02 kWh.

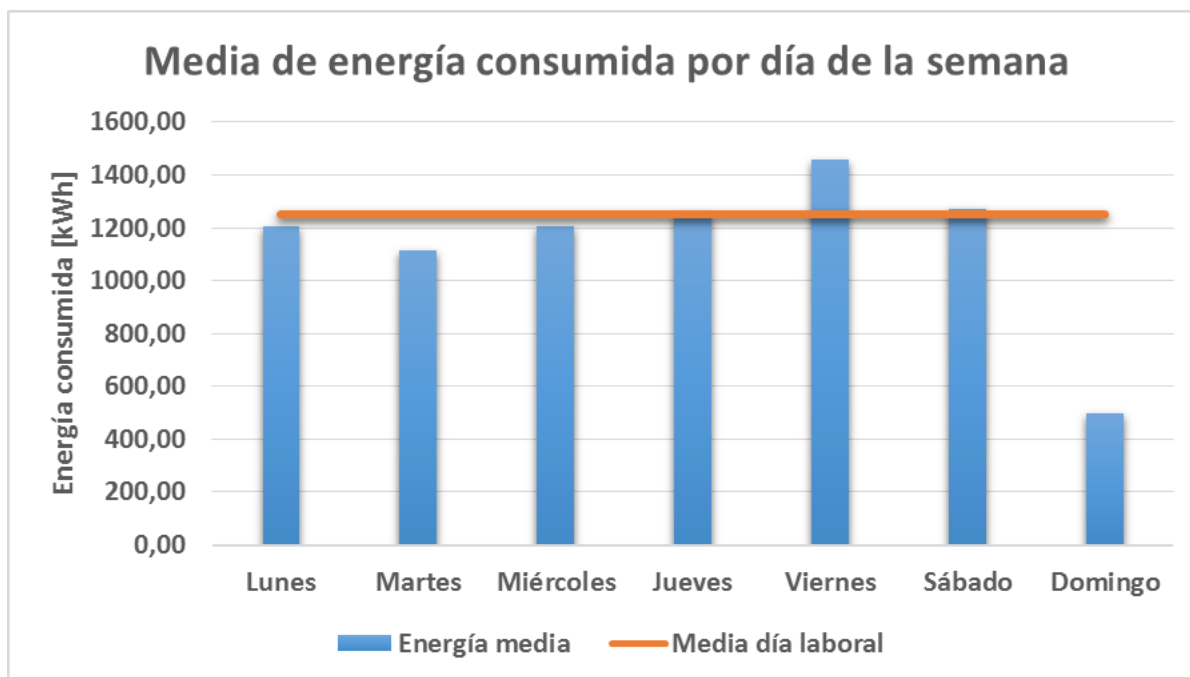


Figura 42. Consumo medio por día de la semana (energía media)

Analizando los datos, se deduce que si fuera posible reducir el pico del viernes adaptando el consumo a la media semanal del resto de días laborales, mediante el empleo de patrones de comportamiento similares, el ahorro anual podría ser considerable.

2.6 ANÁLISIS DE CALIDAD ELÉCTRICA

2.6.1 Fundamentos de la calidad eléctrica

Las empresas necesitan un suministro eléctrico fiable y de buena calidad. Hoy día prácticamente todas las operaciones comerciales y todos los procesos industriales se controlan con equipos electrónicos e informáticos. Estas y otras cargas eléctricas importantes están expuestas a las perturbaciones presentes en la red que afectan a la calidad y fiabilidad del sistema eléctrico.

La productividad y eficiencia de las empresas depende totalmente de un suministro eléctrico de calidad. La calidad eléctrica nos indica el grado con el que una instalación eléctrica soporta la operación eficiente y fiable de todas sus cargas. La mayoría de las empresas infravaloran el impacto de una mala calidad eléctrica en su organización. Cuando se produce algún problema en el suministro eléctrico se suele culpar a la compañía eléctrica, sin embargo, aproximadamente un 80% de los incidentes se originan en las propias instalaciones. Esto se debe a un uso cada vez mayor de componentes como: equipos electrónicos e informáticos, variadores de velocidad en motores eléctricos, balastos electrónicos en la iluminación y cables largos o de reducida sección.

Durante su funcionamiento normal estos equipos pueden generar perturbaciones que se transmiten por toda la instalación eléctrica. Anomalías en la iluminación, pérdida de datos en sistemas informáticos y de telecomunicaciones, protecciones que saltan intempestivamente, equipos que trabajan de forma ruidosa y se sobrecalientan, fallos prematuros de los equipos, cortes de suministro, incremento de la factura eléctrica son algunos de los efectos típicos de una falta de calidad del suministro eléctrico.

La mala calidad eléctrica es un problema que no debe ser ignorado por ninguna organización. Si estos problemas se ignoran podrían conllevar importantes riesgos de seguridad además de que puedan suponer unos costes muy elevados. La inspección periódica de la calidad eléctrica va a garantizar la productividad de la instalación y un recorte notable de los gastos.

Las perturbaciones eléctricas vienen caracterizadas por su magnitud y duración (transitorios de microsegundos, falta de suministro de horas, etc.). En cuanto al origen de las perturbaciones, se puede distinguir entre causas internas y causas externas. Como ya se ha comentado, la propia instalación del usuario es el origen, aproximadamente, del 80% de las perturbaciones eléctricas. Entre las causas potenciales se incluyen el arranque y parada de grandes cargas, cableado deficiente, sobrecargas, cortocircuitos y armónicos. Aproximadamente, el 20% restante son originados por los sistemas de producción y distribución eléctrica. Por orden de importancia como causas principales se pueden citar: rayos, fallos en los propios sistemas, otros fenómenos atmosféricos y sistema de transferencia.

Las perturbaciones típicas que afectan a la calidad del suministro son: interrupciones, huecos, sobretensiones, distorsión armónica, desequilibrios, flicker y transitorios.

- **Interrupción:** Es una caída de tensión en la que el valor de la tensión cae por debajo del 5% (EN 50160). Se pueden clasificar como interrupciones de corta duración (menos de 3 minutos) y de larga duración (más de 3 minutos).
- **Hueco:** Es una reducción brusca de la tensión por debajo del 90% y por encima del 5% de su valor nominal y puede durar de 10 milisegundos a 1 minuto. Los huecos son las perturbaciones eléctricas más frecuentes y originan fluctuaciones en la iluminación, re-inicialización de ordenadores, paradas intempestivas de variadores de velocidad, etc. Su origen suele estar en la conexión o desconexión de una gran carga.
- **Sobretensión:** Es un incremento súbito de la tensión por encima del 10% de su valor nominal. Se pueden clasificar, atendiendo a su duración, como temporales y transitorias (menos de 10 milisegundos). Las sobretensiones provocan el disparo de las protecciones automáticas, dañan a los motores y reducen la vida de las luminarias. Suelen originarse por un descenso de la carga aguas arriba.

- **Transitorios:** Son bruscos aumentos de la tensión con duración de milésimas de segundo. Pueden destruir los componentes electrónicos de los equipos, bloquear los ordenadores, generar errores en la transmisión de datos digitales o dañar el aislamiento de motores y otros equipos. Se producen en la conexión y desconexión de grandes equipos o incluso por los rayos.
- **Flicker:** Es el parpadeo apreciable en la iluminación incandescente por efecto de la fluctuación periódica de la tensión a frecuencia de hasta 30 Hz. Se origina generalmente en las cargas que funcionan en un régimen cíclico de arranque y parada. Aunque el flicker no afecta a los equipos puede ser molesto para las personas.
- **Distorsión armónica:** Es la alteración de la forma de onda sinusoidal de la tensión y tiene su origen en las cargas de la instalación que consumen corrientes a frecuencias distintas de 50 Hz. Los armónicos provocan sobrecalentamientos en cables, motores y transformadores, así como el disparo intempestivo de interruptores, relés o fusibles. Para su cuantificación se desarrolla un nuevo parámetro, la THD (distorsión armónica total).

$$THD = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{40} U_h^2}}{U_1}$$

- **Desequilibrio de tensión:** Hace referencia a la diferencia entre las tres tensiones de un sistema trifásico (distinta amplitud y/o desfase distinto a 120° eléctricos). Para mantener el equilibrio en tensión es necesario hacer un reparto simétrico de las cargas en las tres fases. Un desequilibrio en tensión de más del 2% ocasiona el fallo prematuro de los motores y otras cargas trifásicas. Las cargas más alejadas del cuadro principal sufren mayores desequilibrios por lo que se deben comprobar con mayor frecuencia. Para su medida se utilizan dos parámetros (Kd, grado de desequilibrio y Ka, grado de asimetría) definidos como:

$$Kd = \frac{U_{negativo}}{U_{positivo}} ; \quad Ka = \frac{U_{cero}}{U_{positivo}}$$

Básicamente, lo que se trata de medir son:

- Variaciones asociadas a la amplitud de la tensión.
- Variaciones de la frecuencia.
- Variaciones de la forma de onda.
- Diferencias de amplitud y fase entre las ramas de un sistema trifásico.

2.6.2 Normativa aplicable a la calidad eléctrica

UNE-EN 50160: Define los límites para la frecuencia, simetría, amplitud y forma de onda.

Tabla resumida

Perturbación	Medida	Límites	Intervalos de evaluación	Porcentaje de medidas dentro de límites durante el intervalo
Frecuencia	Promedio de la frecuencia de cada ciclo durante 10 s	$\pm 1\%$	al año	99,5%
		+4%/-6%		100,0%
Variaciones de la tensión	Promedio de la VAC de cada ciclo durante 10 min	$\pm 10\%$	cada semana	99,5%
		+10%/-15%		100,0%
Variaciones rápidas de tensión	Número de eventos tipo escalón de tensión de hasta el 10% de U_N	Indicación 1		
Severidad del parpadeo	P_{it} (2 horas)	<1	cada semana	95%
Huecos de tensión	Número de eventos (con $U < 0,9U_N$)	Indicación 2	al año	
Interrupciones breves de la tensión	Número de eventos (con $U < 0,01U_N$ y $t < 3$ min)	Indicación 3	al año	
Interrupciones largas de la tensión	Número de eventos (con $U < 0,01U_N$ y $t > 3$ min)	Indicación 4	al año	
Sobretensiones (50 Hz)	Número de eventos (con $U > 1,1U_N$ y $t > 10$ ms)	Indicación 5		
Sobretensiones transitorias	Número de eventos (con $U > 1,1U_N$ y $t < 10$ ms)	Indicación 6		
Desequilibrio de la tensión	Promedio de la U_{inv}/U_{dir} de cada ciclo durante 10 min	<2%	cada semana	95%
Tensiones armónicas	Para cada armónico i, promedio de la U_i/U_N en cada ciclo durante 10 min	Ver tabla	cada semana	95%
	Promedio del THD de la tensión referido a U_N en cada ciclo durante 10 min	<8%	cada semana	95%
Tensiones interarmónicas	Por estudiar			
Transmisión de señales	Tensión eficaz de la señal transmitida promediado en 3 s	Ver tabla	cada día	99%

Nº	Indicación
1	Escalones del 5% de U_N son normales. Escalones del 10% de U_N pueden producirse varias veces al día
2	De 10 a 1.000. La mayoría duran menos de 1 s y tienen una profundidad inferior al 60% de U_N
3	De 10 a 1.000. El 70% de las interrupciones duran menos de 1 s
4	De 10 a 50
5	Generalmente no sobrepasan los 1,5 kV AC
6	Generalmente no sobrepasan los 6 kV de cresta

Tabla 17. Tabla resumida norma UNE-EN 50160

UNE-EN 61000-4-30: Técnicas de ensayo y de medida. Métodos de medida de la calidad de suministro.

Para cada parámetro medido, en esta norma se definen tres Clases (A, S y B). Para cada clase, se incluyen métodos de medición y requisitos apropiados de características.

- **Clase A:** Esta clase se utiliza cuando son necesarias medidas más precisas, como por ejemplo, para aplicaciones contractuales que pueden requerir la resolución de litigios, la verificación de la conformidad con las normas, etc. Las mediciones de un parámetro efectuadas con dos instrumentos diferentes de acuerdo con las prescripciones de medida de Clase A, cuando se mide una misma señal, deben producir resultados concordantes dentro del margen de incertidumbre especificado.
- **Clase S:** Esta clase se utiliza para aplicaciones estadísticas tales como para la evaluación de campañas de medida de la calidad de suministro. Aunque se utilizan intervalos equivalentes de medición que en la Clase A, los requisitos de procesamiento de la Clase S son menores. Algunos estudios pueden evaluar los parámetros de calidad de suministro de varios sitios de una red; otros estudios evalúan los parámetros de calidad de suministro de un solo lugar sobre un determinado periodo de tiempo o en sitios en el interior de un edificio, incluso dentro de una sola parte grande del equipo.
- **Clase B:** El nivel de exigencia en la medida es menor. Los métodos de Clase B no deben emplearse para nuevos instrumentos. Cualquier diseño de nuevos instrumentos debe cumplir con la Clase A o con la Clase S.

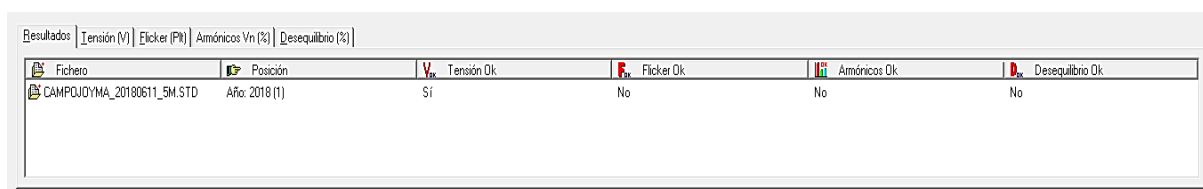
Parámetro	Medida	Clase A		Clase B
		Intervalo	Exactitud	Procedimiento (y exactitudes)
Frecuencia	Hz	10 s	± 10mHz	A especificar por el fabricante
Tensión de alimentación	Vrms	10 ciclos	± 0.1%	A especificar por el fabricante
Flicker	Plt	CEI 61000-4-15		A especificar por el fabricante
Huecos, sobretensiones, interrupciones	Vrms, t, T	Vrms ½ ciclo (10 ms)	± 0.2%	Vrms ½ ciclo
Desequilibrio	%desequilibrio	Método de las componentes simétricas		A especificar por el fabricante
Armónicos e Interarmónicos	THD, Armónicos, Interarmónicos	CEI 61000-4-7		A especificar por el fabricante
Transmisión de señales	Vrms	Medida de interarmónicos (para f>3kHz ver CEI 61000-3-8)		A especificar por el fabricante
Flagging (advertencia de posible medida incorrecta por efecto de un hueco, sobretensión, o interrupción)	Aviso en pantalla	Requerido en las medidas de frecuencia, tensión, flicker, desequilibrio, armónicos e interarmónicos		No requerido
Sincronización horaria		A través de reloj externo, por GPS, etc.		A especificar por el fabricante

Tabla 18. Tabla de clases norma UNE-EN 61000-4-30

2.6.3 Análisis de calidad eléctrica CAMPOJOYMA

Todas las tablas y gráficos mostrados a continuación son obtenidos del software de análisis de redes eléctricas que acompaña al analizador de redes MYeBOX 1500.

A continuación se muestra una tabla resumen de los resultados de calidad eléctrica obtenidos en las instalaciones de la empresa.



Fichero	Posición	Tensión Ok	Flicker Ok	Armónicos Ok	Desequilibrio Ok
CAMPOJOYMA_20180611_9M.STD	Año: 2018 (1)	Sí	No	No	No

Tabla 19. Tabla resumen de resultados de calidad eléctrica

Esta tabla resumen muestra si se cumplen o no los requisitos exigidos por la norma UNE-EN 50160 en lo referente a calidad eléctrica para los parámetros tensión, flicker, armónicos y desequilibrio.

En este caso solamente la tensión cumple con los límites fijados por la norma. El resto de parámetros deberán someterse a un análisis más profundo para poder determinar las causas del incumplimiento.

2.6.3.1 Amplitud de la tensión

La norma UNE-EN 50160 establece como valores de variación aceptables que el valor de la tensión se encuentre en el intervalo $\pm 10\%$ aplicado sobre el valor de tensión nominal.

A continuación se muestran las distintas gráficas de variación de tensión para cada una de las fases.

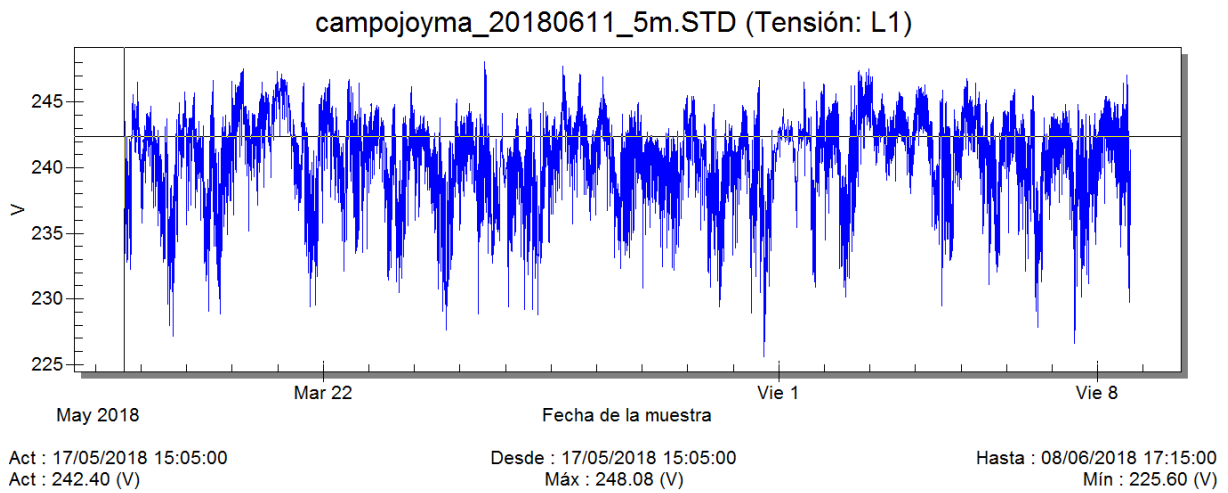


Figura 43. Amplitud de la tensión: L1

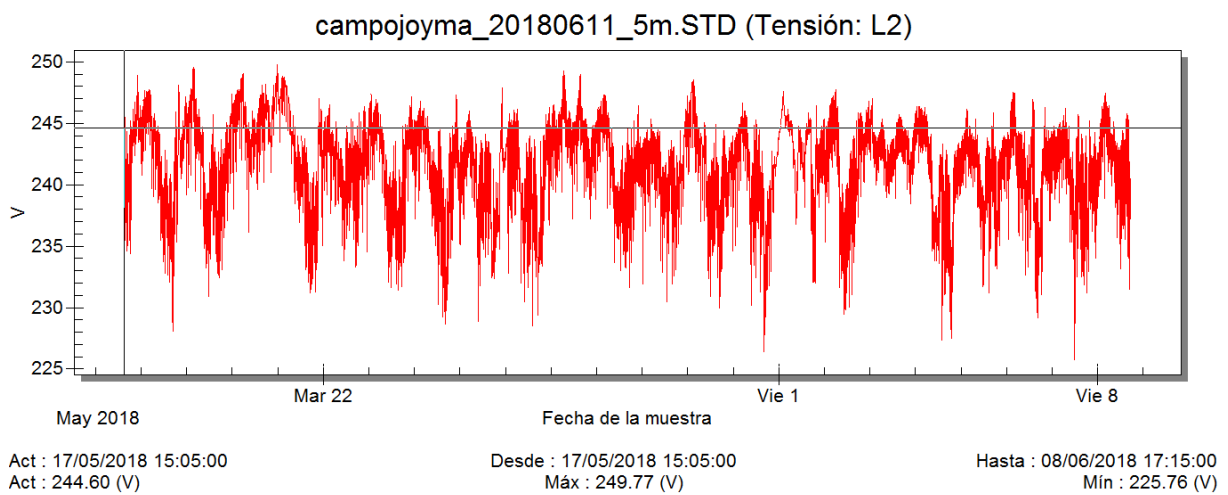


Figura 44. Amplitud de la tensión: L2

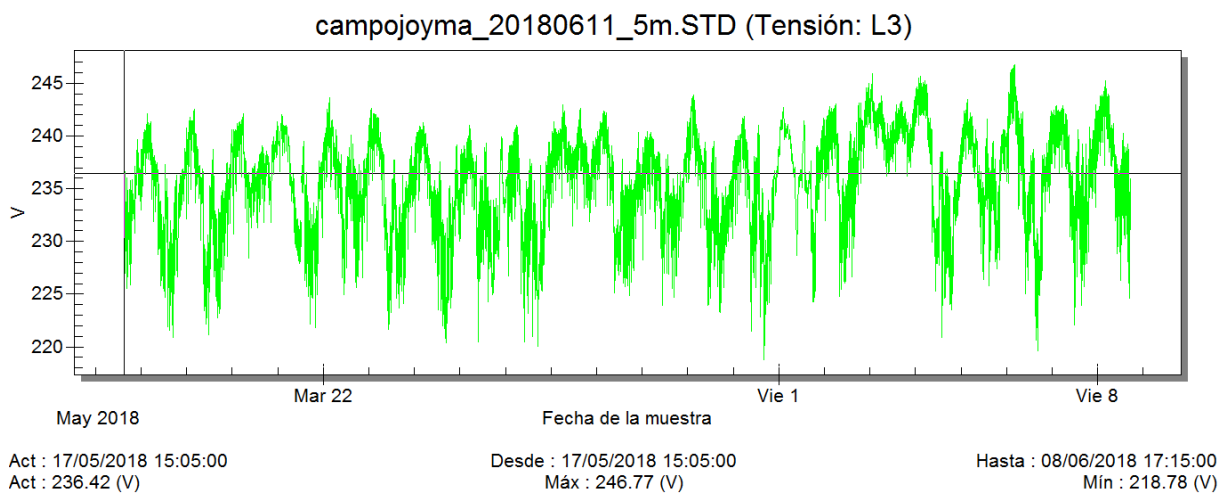


Figura 45. Amplitud de la tensión: L3

Se puede concluir en base a la información aportada por las gráficas que en ninguna de las tres fases se incumple lo establecido por la norma EN 50160. El mismo resultado se obtiene de la lectura de las tablas de datos semanales que nos proporciona el software del analizador y que se muestran a continuación.

Variable	Tensión máxima	Tensión mínima	Tensión media	% de tensión Ok	Valor del 95%
✓ campojoyma_20180611_15m.STD (Tensión: L1)	247.43	230.61	241.06	100.00	245.34
✓ campojoyma_20180611_15m.STD (Tensión: L2)	249.38	232.95	242.96	100.00	247.44
✓ campojoyma_20180611_15m.STD (Tensión: L3)	241.67	223.35	234.82	100.00	240.44

Semana 20, 2018 [1/4]: Desde 14. Mayo Hasta 20. Mayo

Tabla 20. Amplitud de la tensión semana 1: L1, L2, L3

Variable	Tensión máxima	Tensión mínima	Tensión media	% de tensión Ok	Valor del 95%
✓ campojoyma_20180611_15m.STD (Tensión: L1)	247.34	229.35	240.59	100.00	245.31
✓ campojoyma_20180611_15m.STD (Tensión: L2)	248.69	230.66	241.53	100.00	246.58
✓ campojoyma_20180611_15m.STD (Tensión: L3)	242.66	221.91	234.78	100.00	240.65

Semana 21, 2018 [2/4]: Desde 21. Mayo Hasta 27. Mayo

Tabla 21. Amplitud de la tensión semana 2: L1, L2, L3

2.6.3.2 Interrupciones, huecos y sobretensiones. Curva de tolerancia CBEMA / ITIC

Las caídas de tensión, las sobretensiones temporales o las interrupciones de la tensión de suministro tienen efectos sobre los equipos como pueden ser la desconexión de los mismos o un mal funcionamiento.

Con la ayuda de las curvas de tolerancia se pueden identificar tanto la medida como la periodicidad con la que se producen estos eventos y determinar si los mismos pueden ser considerados peligrosos para la integridad de los equipos. Estas curvas determinan cuánto tiempo puede estar funcionando un equipo sometido a una determinada tensión sin que se produzca un mal funcionamiento del mismo.

La curva conocida como CBEMA fue introducida por la Asociación de Manufactureros de Equipos de Computación de Negocios (Computer Business Equipment Manufacturers Association) y su posterior versión revisada fue adoptada por el Consejo de Información Tecnológica de la Industria (ITIC). Esta curva puede ser utilizada para evaluar la calidad eléctrica en relación con las variaciones de tensión.

A continuación se muestra la gráfica de la curva de tolerancia obtenida para la empresa CAMPOJOYMA durante el periodo analizado.

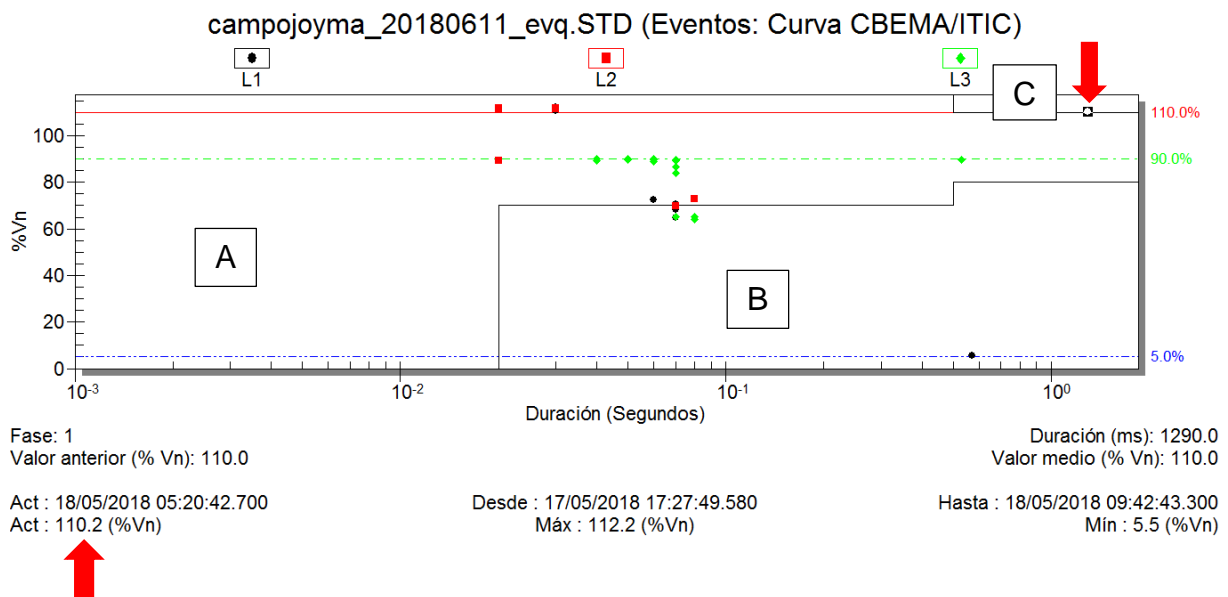


Figura 46. Eventos: Curva CBEMA / ITIC

En las curvas CBEMA / ITIC es posible distinguir tres regiones o zonas.

- **Zona de tolerancia** marcada en la figura como **A**. donde se espera que los equipos tengan un funcionamiento considerado como “normal”.
- **Zona de funcionamiento** sin deterioro (caídas de tensión e interrupciones), marcada en la figura como **B**. En esta región no se espera que los equipos funcionen correctamente, pero, tampoco que sufran algún daño.
- **Zona prohibida** (sobretensiones) marcada en la figura como **C**. Esta es una región a evitar donde los equipos pueden sufrir daños de consideración.

Los datos aportados por el analizador, localizan algunos de los eventos registrados en las zonas marcadas como B y C. Como se ha comentado el mayor riesgo se produce en los eventos localizados en la zona C. La sobretensión que se localiza en esta zona no es la mayor registrada durante el periodo de análisis, sin embargo su duración es la que hace que esta sea considerada como peligrosa para los equipos conectados a la fase en la que tiene lugar (fase 1).

2.6.3.3 Variaciones rápidas de tensión

Severidad de flicker

Estas fluctuaciones rápidas de tensión no afectan a las máquinas, siempre que estas variaciones sean inferiores a los valores establecidos como límites, afectan a las personas a través de los sistemas de iluminación (parpadeo o flicker).

El flicker es una perturbación que se manifiesta a través de los sistemas de iluminación causando dolor de cabeza en los usuarios. Se trata de una oscilación de la tensión a una cierta frecuencia.

Se han desarrollado algoritmos y parámetros, que permiten la evaluación de la intensidad de la molestia provocada por el flicker según las magnitudes siguientes:

- Pst: severidad de corta duración medida en un periodo de 10 minutos.
- Plt: severidad de larga duración calculada a partir de una secuencia de 12 valores de Pst en un intervalo de 2 horas, según la fórmula siguiente:

$$Plt = \sqrt[3]{\sum_{i=1}^{12} \frac{Psti^3}{12}}$$

La norma UNE-EN 50160 establece lo siguiente respecto a la severidad de flicker:

“En condiciones normales de explotación, para cada periodo de una semana, el nivel de severidad de flicker de larga duración Plt debido a las fluctuaciones de la tensión debería ser menor o igual a 1 durante el 95% del tiempo”.

Variable	Flicker máximo	Flicker mínimo	% de flicker Ok.	Flicker del 95%
campojoyma_20180611_5m.STD (Flicker: L1)	2.73	0.24	3.8	1.97
campojoyma_20180611_5m.STD (Flicker: L2)	2.50	0.29	3.8	1.95
campojoyma_20180611_5m.STD (Flicker: L3)	2.56	0.26	3.8	2.01

Tabla 22. Tabla de resultados de flicker: L1, L2, L3

Según la tabla de resultados de calidad eléctrica de CAMPOJOYMA no se cumple con los límites establecidos en la norma EN 50160 en lo referente al valor de Plt. Es necesario un estudio más detallado para poder identificar el problema y proponer soluciones.

MULTIGRÁFICA

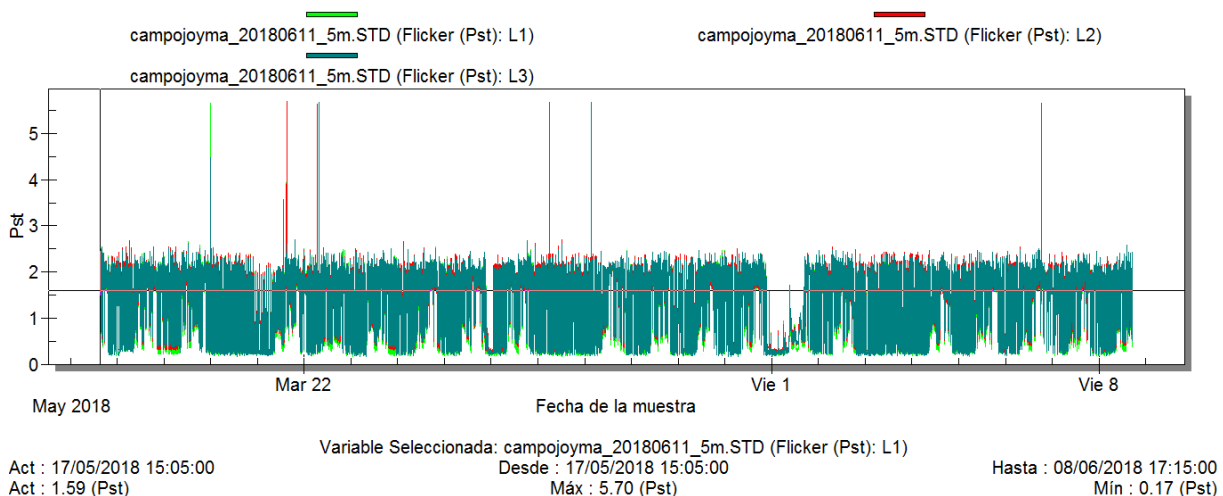


Figura 47. Flicker (Pst): L1, L2, L3

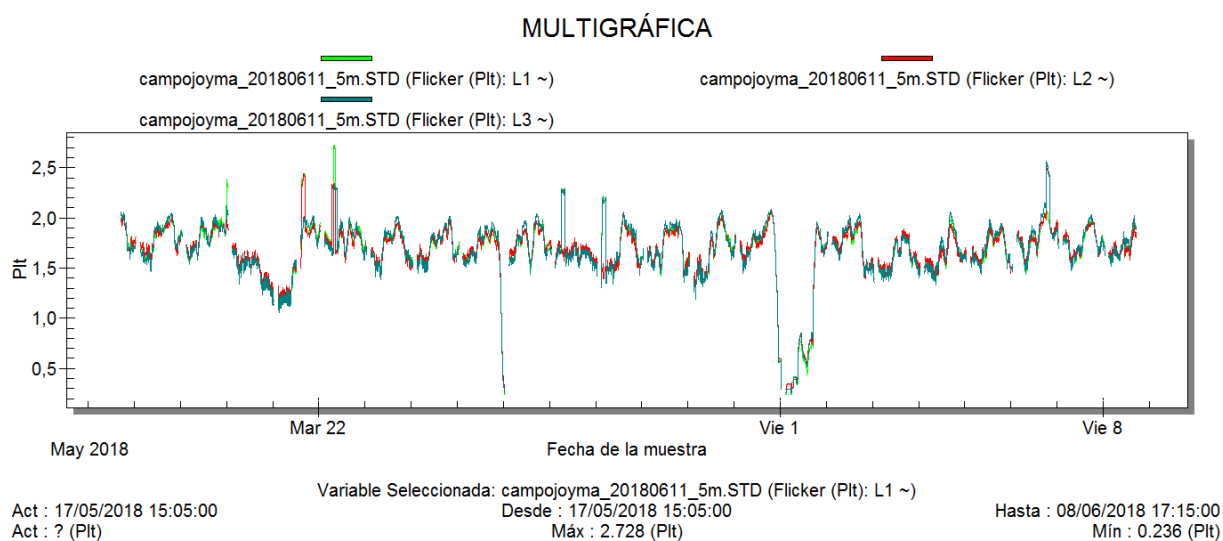


Figura 48. Flicker (Plt): L1, L2, L3

Como se puede observar en la gráfica en casi todo momento se está por encima del valor límite fijado para Plt. No obstante, la reacción del flicker es subjetiva y puede variar según las causa de la percepción y según su duración. En ciertos casos Plt=1 puede dar lugar a molestias, mientras que, en otros casos, niveles más elevados de Plt no las provocan.

Los motores que accionan cargas con par resistente alterno, tal es el caso de los compresores, son susceptibles de producir flicker.

Un mal funcionamiento del sistema de iluminación es la primera causa que hay que descartar cuando se tiene un problema potencial de flicker.

2.6.3.4 Frecuencia

A continuación se muestra la gráfica de como varía la frecuencia durante el periodo de estudio en las instalaciones de CAMPOJOYMA analizadas.

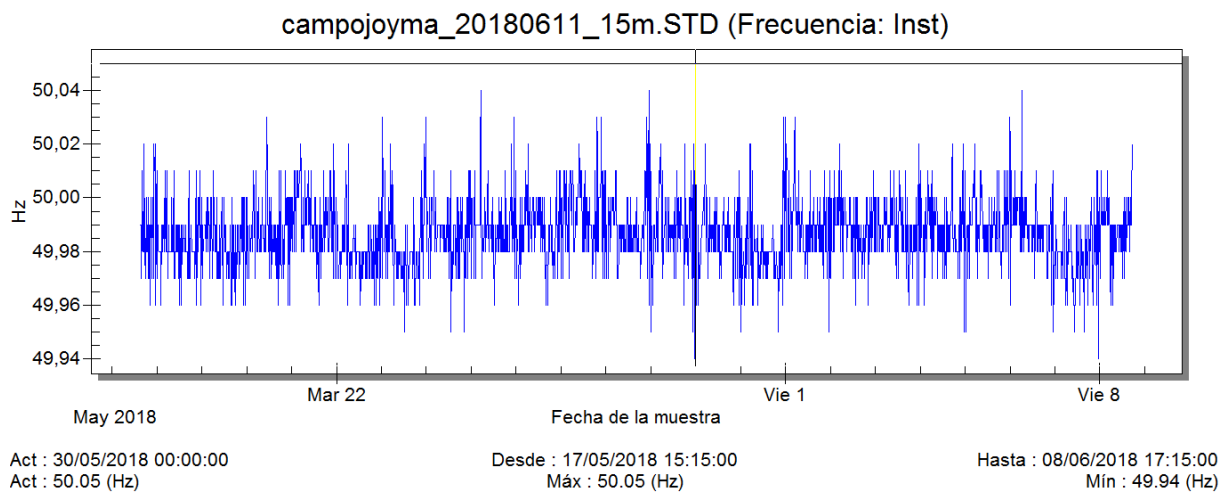


Figura 49. Frecuencia

Los valores máximo (50.05 Hz) y mínimo (49.94 Hz) no superan los límites fijados en la norma EN 50160 del 1% (máximo 50.5 Hz y mínimo 49.5 Hz). No obstante, hay que tener en cuenta que para asegurar que se cumple con lo establecido en la norma EN 50160 habría que recopilar datos durante un año.

2.6.3.5 Armónicos

A continuación se muestra la gráfica donde se representan las formas de onda de la corriente y de la tensión y en la que se puede observar como la presencia de armónicos hace que la onda que debería ser sinusoidal pura provoca que esta aparezca distorsionada.

FORMA DE ONDA (campojoyma_20180611_5m.STD)

17/05/2018 15:20:00

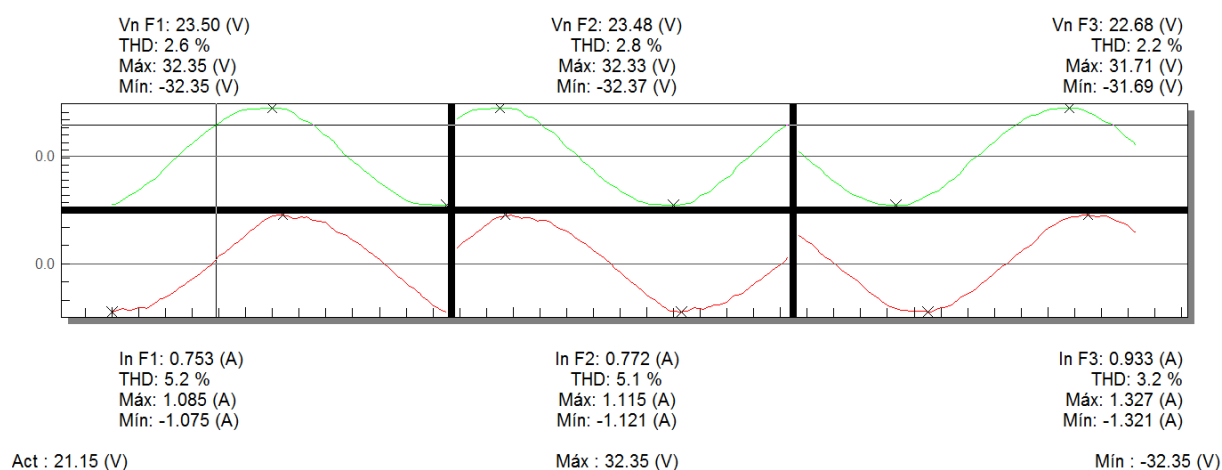


Figura 50. Forma de onda

En la gráfica siguiente se representa la tasa de distorsión armónica durante las dos semanas de estudio para la corriente y la tensión.

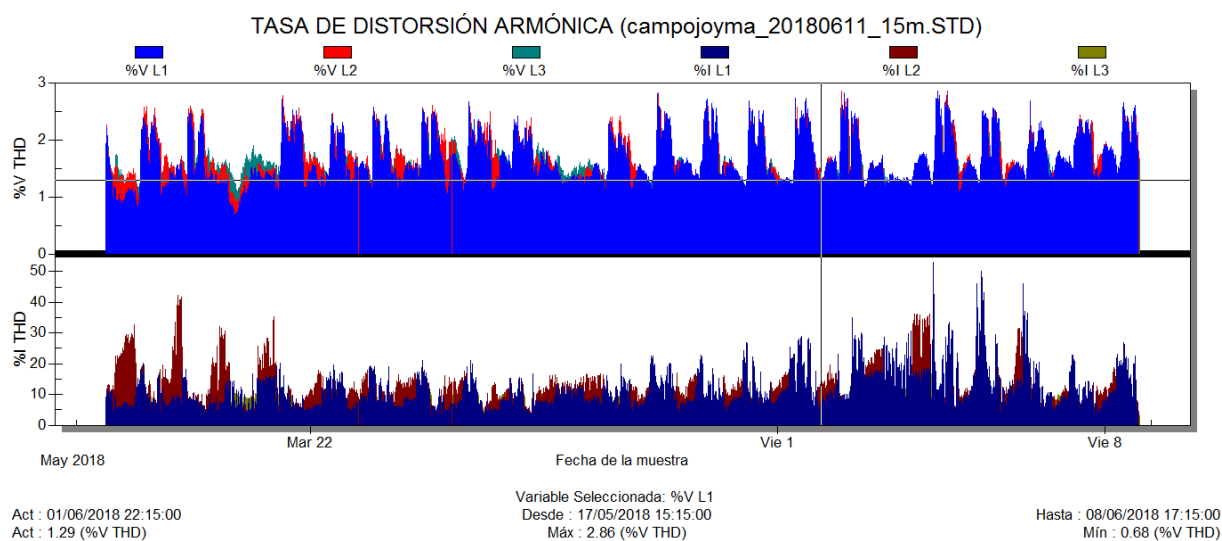


Figura 51. Tasa de distorsión armónica (THD)

Los valores máximos y medios de distorsión armónica de tensión (THD_v) y de corriente (THD_i) son mostrados en la tabla siguiente.

	Valores máximos		Valores medios	
	THD _V [%]	THD _I [%]	THD _V [%]	THD _I [%]
L1	2,86	53,10	1,65	11,22
L2	2,86	42,33	1,65	11,50
L3	2,56	16,68	1,58	7,41

Tabla 23. Valores máximos y medios de distorsión armónica

Se recomienda un valor de **THD lo más bajo posible**. Una práctica habitual es conseguir que el valor de **THD_I** se encuentre entre el intervalo **10-15%**. En este caso todas las fases se encuentran dentro de este intervalo recomendado.

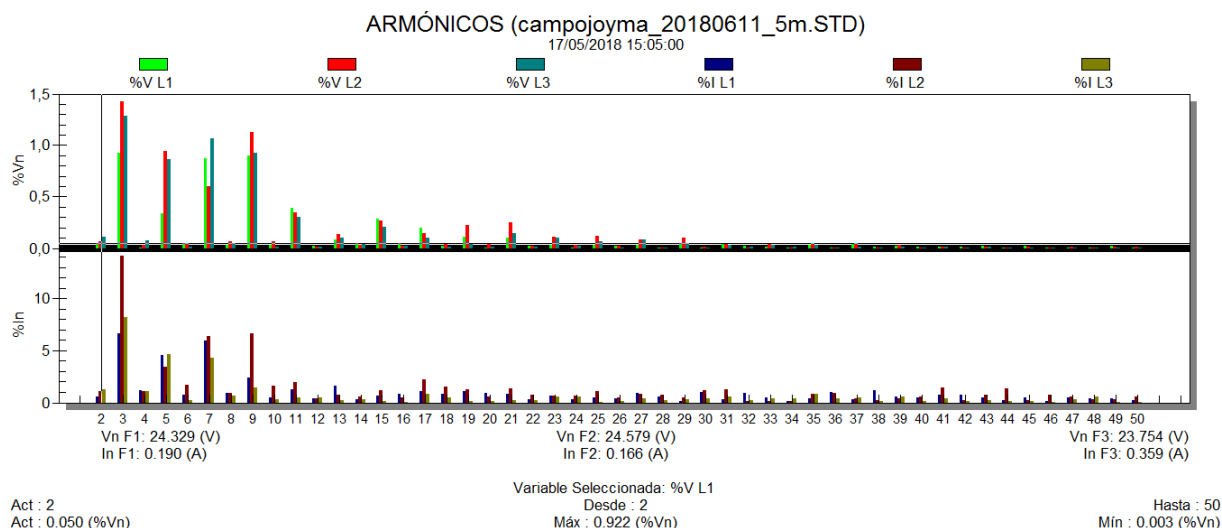


Figura 52. Armónicos

En cuanto a los armónicos se observa una fuerte incidencia de los armónicos impares, en particular el tercero, el quinto, el séptimo y el noveno. Estos armónicos pueden aparecer incluso cuando los equipos generadores de armónicos cumplen con las limitaciones impuestas por normas. Estos armónicos provocan una serie de problemas entre los que destacan las pérdidas en las instalaciones por aumento de la resistencia de los conductores por efecto “piel” y por efecto “proximidad”.

El incremento de la resistencia que ofrece un conductor al paso de una corriente alterna es proporcional al cuadrado de la frecuencia de dicha corriente.

La presencia de armónicos puede producir:

- Disparos intempestivos de las protecciones por calentamiento excesivo de los magnetotérmicos como consecuencia del incremento del valor de su resistencia.

- Daños en los condensadores debido a la presencia de resonancias.
- Interferencias, vibraciones, ruidos...
- Calentamiento excesivo de motores, transformadores, etc.

2.6.3.5.1 Armónicos de tensión

Según la tabla de resultados de calidad eléctrica no se cumple con los límites establecidos en la norma UNE-EN 50160 en lo referente a los armónicos de tensión. Es necesario un estudio más detallado de dicho parámetro de calidad para poder identificar el problema.

Variable	Máximo	Mínimo	% Ok	Valor del 95%
campojyma_20180611_5m.STD (Armónico 14 Vn Fase 3)	0.07	0.00	100.0	0.02
campojyma_20180611_5m.STD (Armónico 15 Vn Fase 1)	0.71	0.01	94.3	0.51
campojyma_20180611_5m.STD (Armónico 15 Vn Fase 2)	0.53	0.01	99.9	0.39
campojyma_20180611_5m.STD (Armónico 15 Vn Fase 3)	0.48	0.00	100.0	0.33
campojyma_20180611_5m.STD (Armónico 16 Vn Fase 1)	0.08	0.00	100.0	0.04

Tabla 24. Tabla de armónicos de tensión

Se puede observar que la desviación se produce en un solo armónico, el 15 de la fase 1, que debería ser inferior al 0.5% de la tensión fundamental. En general se puede considerar que no existe un problema grave de armónicos.

Tabla 1 – Valores de las tensiones de armónicos individuales en los puntos de suministro, hasta el armónico de orden 25, expresados en porcentaje de la tensión fundamental u_1

Armónicos impares				Armónicos pares	
No múltiplos de 3		Múltiplos de 3			
Orden h	Amplitud relativa u_h	Orden h	Amplitud relativa u_h	Orden h	Amplitud relativa u_h
5	6,0%	3	5,0%	2	2,0%
7	5,0%	9	1,5%	4	1,0%
11	3,5%	15	0,5%	6 ... 24	0,5%
13	3,0%	21	0,5%		
17	2,0%				
19	1,5%				
23	1,5%				
25	1,5%				

NOTA Los valores que corresponden a los armónicos de orden superior a 25, que son generalmente débiles y muy imprevisibles debido a los efectos de resonancia, no están indicados en esta tabla.

Tabla 25. Tabla de límites de tolerancia de armónicos. Norma UNE-EN 50160

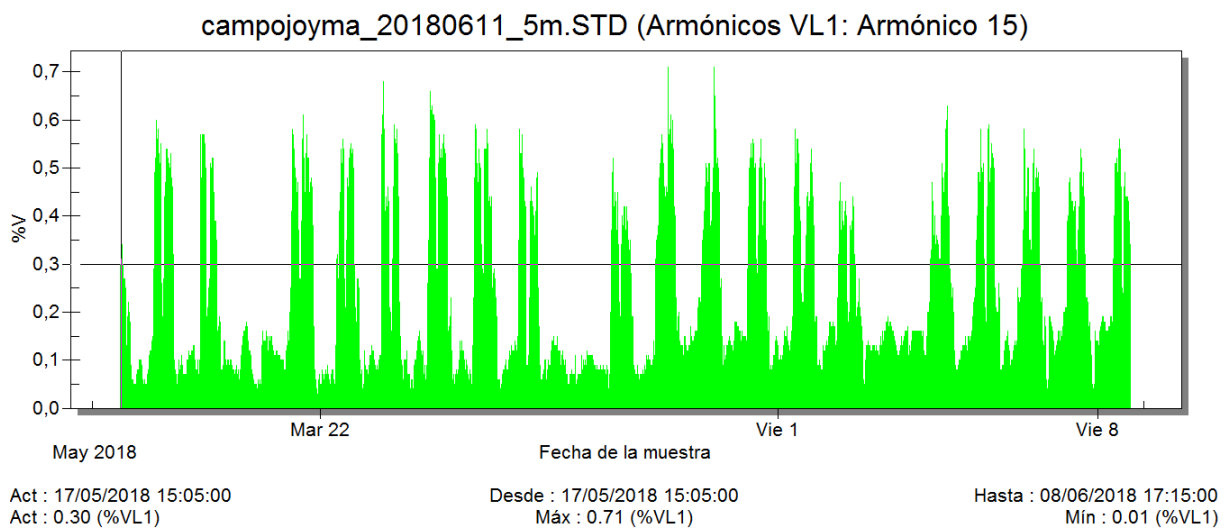


Figura 53. Armónico de tensión de orden 15

Los datos recogidos por el analizador de redes revelan que en cada medida tomada se supera este valor límite del 0.5%. El valor máximo medido es del 0.6%, el mínimo es del 0.52% y el valor promedio se sitúa en el 0.53%. Se confirma que aunque existe una pequeña desviación con respecto a lo establecido en la norma esta desviación puede considerarse de escasa importancia.

2.6.3.5.2 Armónicos de corriente

A continuación se muestra una gráfica con los valores de distorsión armónica de corriente para los armónicos de orden 2 a 50 en cada una de las fases y el neutro.

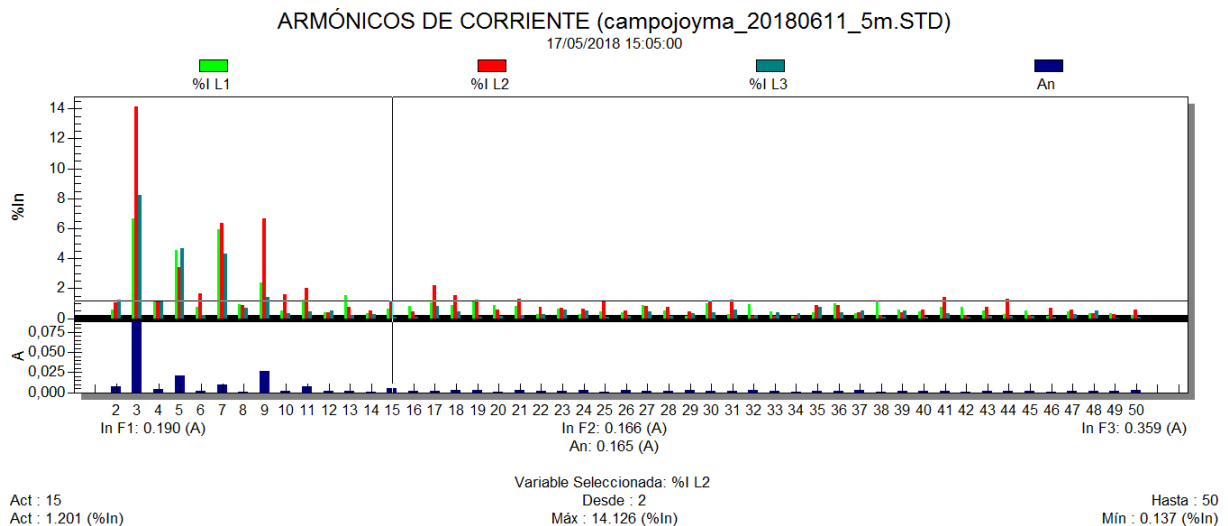


Figura 54. Armónicos de corriente

Los armónicos de corriente se encuentran dentro del margen recomendado del 10%-15%. No hay por lo tanto, nada relevante a considerar en el estudio de calidad eléctrica.

2.6.3.6 Desequilibrio entre fases

Los desequilibrios entre fases son inevitables ya que son producto de las cargas conectadas y que por su propia naturaleza suelen ser desequilibradas y dar lugar a desequilibrios de corriente y de tensión en los receptores.

2.6.3.6.1 Desequilibrio de corriente

Los desequilibrios de corriente no se incluyen como uno de los parámetros a considerar en el estudio de calidad de red. No obstante, es importante su análisis desde el punto de vista de la eficiencia energética, ya que dicho desequilibrio implica pérdidas de eficiencia manifestadas como pérdidas adicionales de potencia y energía y una menor eficiencia de las máquinas (calentamiento adicional que limita la capacidad de carga nominal).

El desequilibrio en corriente no debe superar el 10% y según los datos obtenidos de las mediciones realizadas por el analizador de redes este valor es superado con creces, obteniéndose un valor medio de desequilibrio del 23.4%.

La expresión matemática utilizada para el cálculo del desequilibrio de corriente (sistemas trifásicos) es la siguiente:

$$Desequilibrio (\%) = \frac{|I_{\max(R,S,T)} - I_{media}|}{I_{media}} \times 100\% < 10\%$$

La circulación de corriente por el neutro de una instalación es la evidencia de un desequilibrio de cargas en las fases y/o una curva de corriente no sinusoidal, es decir, con presencia de armónicos. En el caso de no existir desequilibrios la corriente que circula por el neutro es debida a los armónicos de orden tres o múltiplos de este que no se compensan al tratarse de armónicos de secuencia cero u homopolar. Esta situación puede provocar un excesivo calentamiento del cable de conducción del neutro e incluso si estas corrientes fueran demasiado elevadas su destrucción y lo más grave, la posibilidad de provocar un incendio. Como mal menor el calentamiento es sinónimo de pérdidas de energía y un mayor riesgo de averías lo que se traduce en mayores costes.

A continuación se muestra una gráfica con los valores de corriente que circulan por el neutro obtenida durante el periodo analizado en la empresa CAMPOJOYMA.

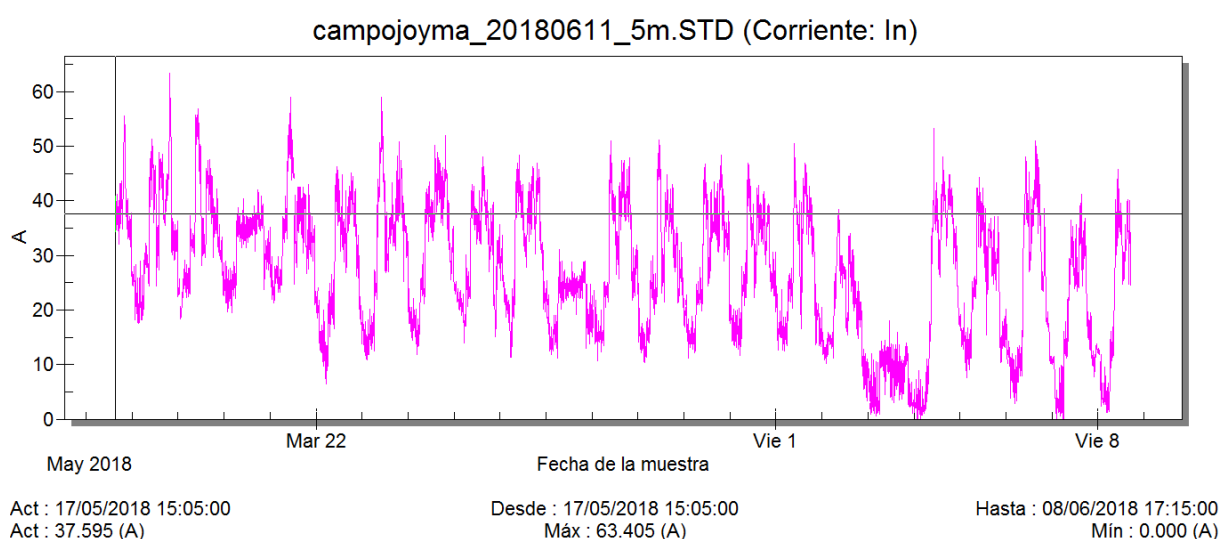


Figura 55. Intensidad de corriente por el neutro

La corriente que circula por el neutro debería ser cero (caso ideal) o muy próxima a cero. Se observa en la gráfica que esta no es la situación de la empresa analizada y esto es indicativo de que la distribución de cargas entre las fases provoca un desequilibrio que habría que intentar corregir con una mejor distribución.

El valor medio de la intensidad de corriente que circula por el neutro es, aproximadamente, de 28 A. Esta corriente representa, aproximadamente, el 34% del valor de la corriente media que circula por las fases. En principio, solamente supone un problema de ineficiencia, ya que la sección del cable del neutro debe ser como mínimo igual a la sección del cable de fase, según se establece en el REBT (Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión) en su ITC-BT 19 “Instalaciones

interiores o receptoras”, con lo que se deduce que el conductor de neutro es capaz de soportar la corriente que circula por él sin ninguna alteración de sus características de operación normal.

2.6.3.6.2 Desequilibrio de tensión

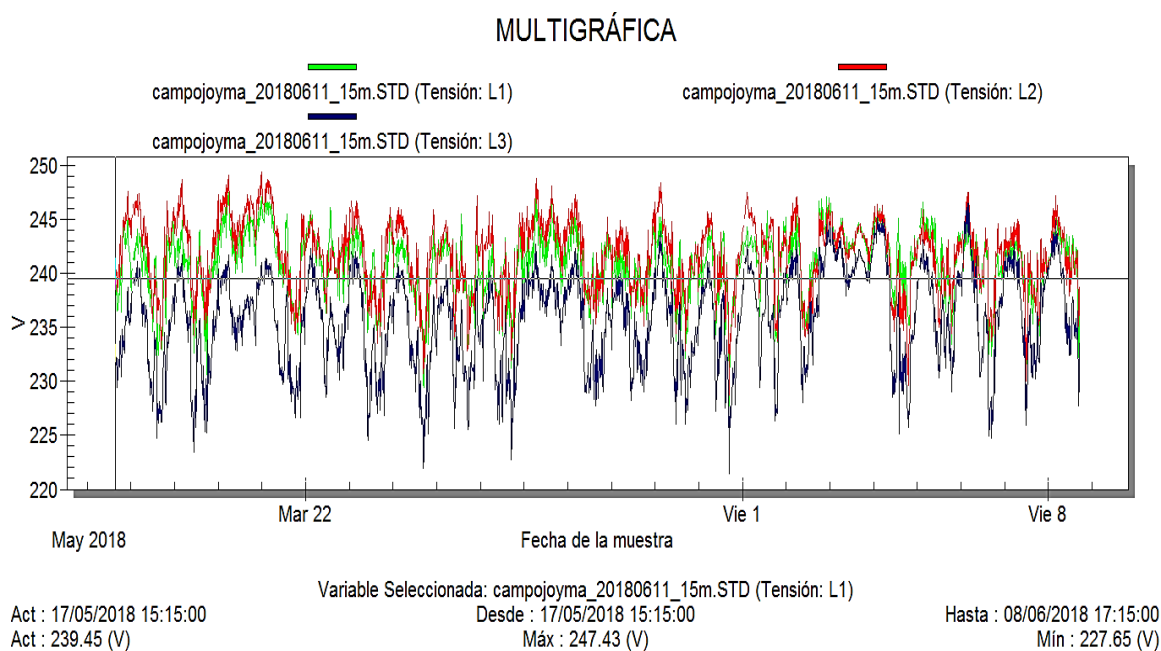


Figura 56. Desequilibrio: Tensiones L1, L2 y L3

El desequilibrio en tensión no debe superar el 3% y según los datos obtenidos de las mediciones realizadas por el analizador de redes este valor no es superado, obteniéndose un valor medio de desequilibrio del 1.07%.

Para el cálculo de los desequilibrios de tensión se ha utilizado la misma expresión matemática que la utilizada para los desequilibrios de corriente.

$$Desequilibrio (\%) = \frac{|V_{\max(R,S,T)} - V_{media}|}{V_{media}} \times 100\% < 3\%$$

2.6.3.7 Factor de potencia

Según se ha podido observar en las facturas de suministro eléctrico la empresa está siendo penalizada por tener un factor de potencia bajo (inferior a 0.95).

En noviembre del año 2017 la empresa instaló un banco de capacitores para regular el factor de potencia. Se observa a partir de ese momento una mejora en la

facturación por exceso de reactiva. No obstante, se siguen observando ciertos desequilibrios que sugieren un mejor ajuste.

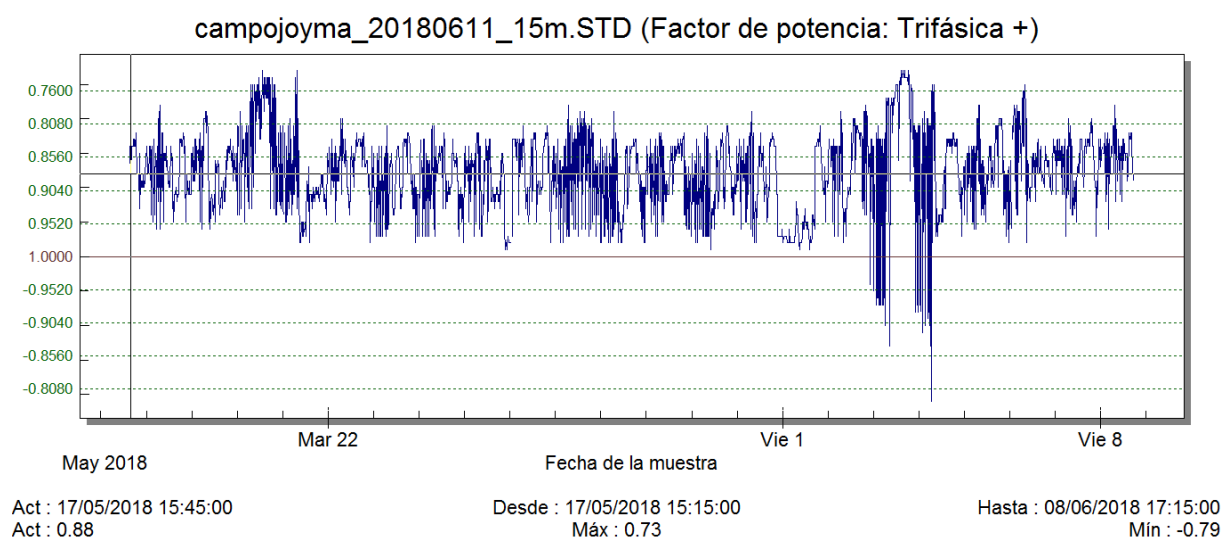


Figura 57. Factor de potencia

2.7 CONTABILIDAD ENERGÉTICA

2.7.1 Evolución anual del consumo eléctrico

A continuación se presenta un gráfico del consumo eléctrico de CAMPOJOYMA desagregado por meses y por periodos eléctricos.

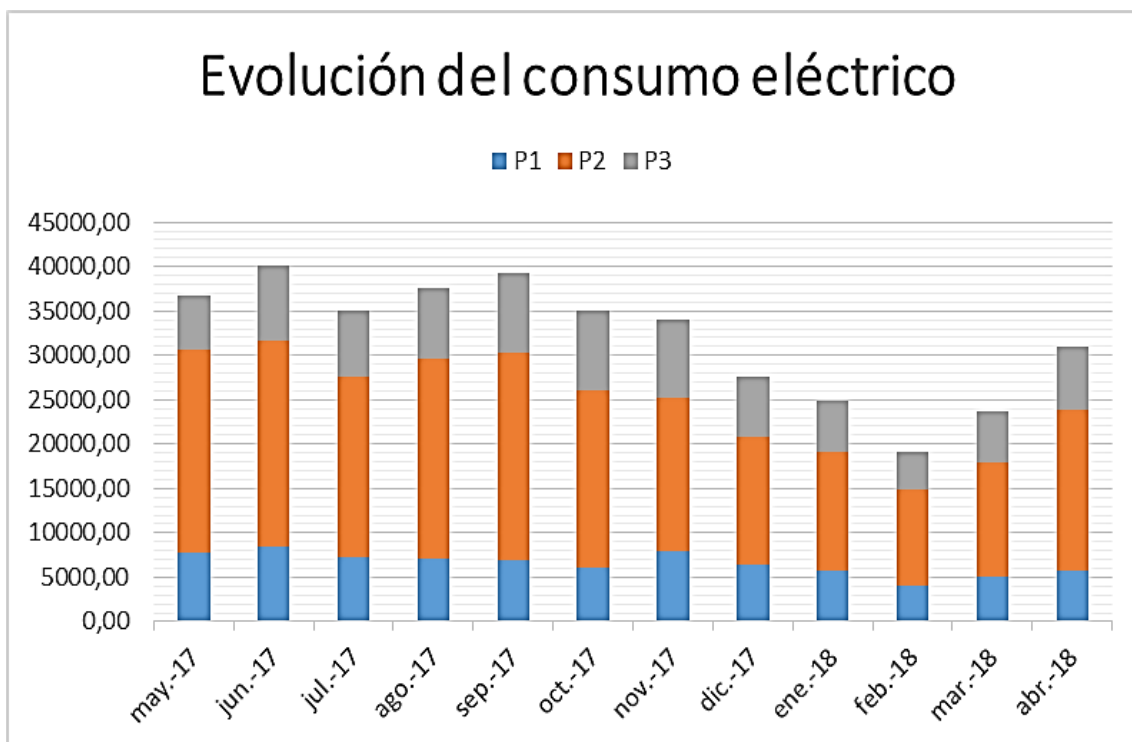


Figura 58. Evolución del consumo eléctrico a lo largo de un año

El consumo total anual asciende a 383.660 kWh. Se observa un fuerte aumento del consumo en los meses de verano-otoño. Como se ha comentado previamente, estos meses de mayor consumo se corresponden con los meses de mayor producción.

2.7.2 Balance energético

En la tabla siguiente se muestra el balance energético por instalaciones consumidoras de electricidad.

Instalación consumidora	Energía anual [kWh]	Porcentaje anual [%]
Procesos	50956,80	13,28%
Fuerza varios	62735,49	16,35%
Climatización	4723,20	1,23%
Equipos frio	164798,40	42,95%
Aire comprimido	48307,20	12,59%
Iluminación	16408,48	4,28%
Semillero	30167,07	7,86%
Otros consumos	5563,07	1,45%
TOTAL	383659,71	100,00%

Tabla 26. Balance energético por instalaciones consumidoras de electricidad

Desagregación de consumo energético por instalaciones eléctricas.

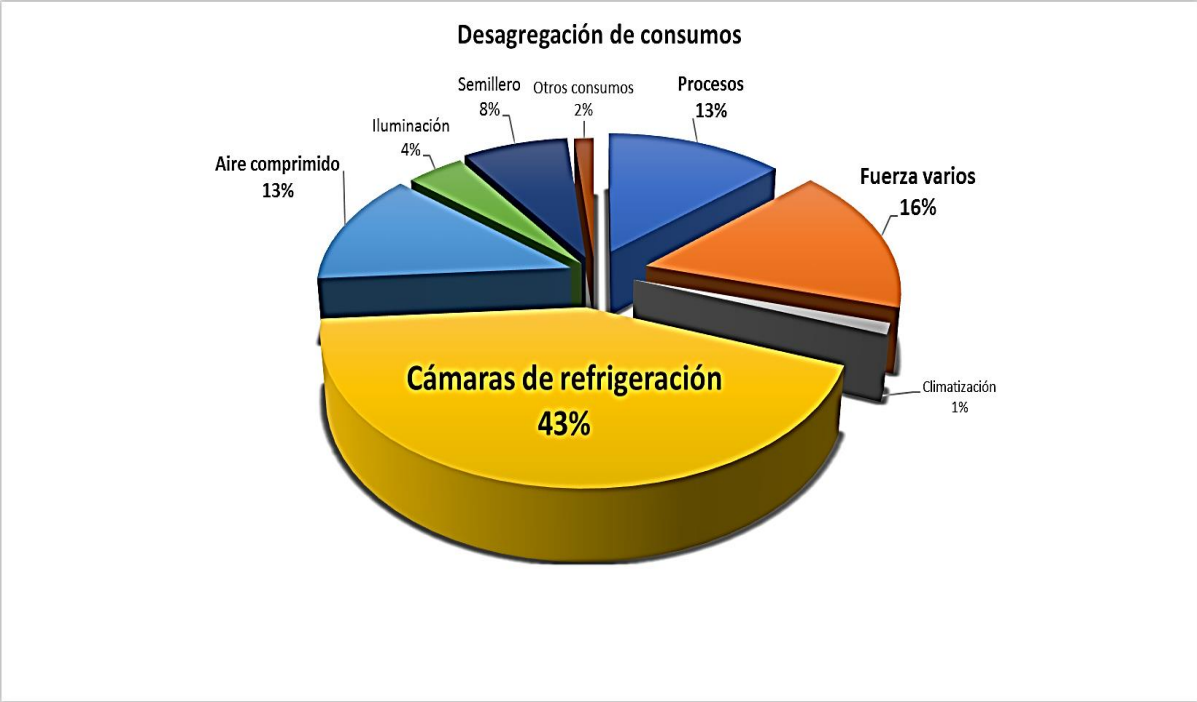


Figura 59. Desagregación de consumo por instalaciones consumidoras de electricidad

Es de destacar que el 43% del consumo eléctrico total se destina a refrigeración. Este porcentaje puede en principio parecer elevado pero es un valor que se encuentra por debajo de la media del sector según se desprende de la siguiente tabla.

TABLA 2. PORCENTAJES DE CONSUMO DE ENERGÍA EN LAS CENTRALES HORTOFRUTÍCOLAS ESPAÑOLAS BASADAS EN PROCESOS DE REFRIGERACIÓN.	
FASE DE PROCESADO	%
Recepción de la materia prima, lavado, selección y calibrado	19,5
Procesado: cortado, molienda, calibrado, pelado, etc. Operaciones post-tratamiento, control de calidad y envasado	12,2
Refrigeración/almacenamiento en frío	46,4
Transporte	2,0
Aire acondicionado	2,5
Iluminación	7,8
Procesos auxiliares	9,6
ENERGÍA TOTAL	100,0

Fuente: Datos procedentes del análisis de diez centrales hortofrutícolas españolas, Cooperativas Agro-alimentarias, 2010.

Tabla 27. Porcentajes de consumo de energía en las centrales hortofrutícolas españolas

2.7.3 Ratios de consumo

Los ratios de consumo son indicadores que permiten la comparación de situaciones desplazadas en el tiempo, la comparación de desempeño energético entre organizaciones similares, así como la toma de conciencia de aquellos puntos de la organización donde resultaría más beneficiosa una actuación energética.

En el presente informe, se han obtenido una serie de ratios, tanto generales como específicos.

Indicador de desempeño	Numerador	Denominador	Ratio
Energía eléctrica consumida por número de trabajadores de la empresa	Energía total anual [kWh]	Número de trabajadores	kWh/trabajador
	383.659,71	220	1743,91
Energía eléctrica consumida por superficie construida útil	Energía total anual [kWh]	Superficie construida [m ²]	kWh/m ²
	383.659,71	5.293	72,48
Energía eléctrica consumida por € facturado	Facturación [€]	Energía total anual [kWh]	€ facturado/kWh
	35.376.349	383.659,71	92,21

Tabla 28. Ratios de consumo

Estos ratios se podrán usar como referencia en caso de realización de futuras auditorías, de forma que será posible determinar indicios de un aumento en la eficiencia energética. Por ejemplo, si la empresa factura más dinero por cada kWh consumido podría ser un indicativo de una mejora de la gestión energética.

2.8 ANÁLISIS DE PROPUESTAS DE MEJORA

2.8.1 Desarrollo y concatenación de las mejoras

Tras el proceso de auditoría energética y el riguroso análisis de los datos obtenidos, se han detectado varias medidas de ahorro y eficiencia energética (MAEE) con las que se hará una propuestas de aquellas consideradas más interesantes desde el punto de vista de la rentabilidad de la organización.

Entre las medidas seleccionadas, se incluyen mejoras ligadas a la reducción del consumo energético o aumento de la eficiencia energética de elementos concretos de la organización, ya sean operacionales o de inversión. Por otra parte, se proponen otras medidas de mejora, cuyos ahorros no se pueden calcular directamente, ya que requieren de métodos especiales e instrumentos de medida permanentes, y que se detallan en el apartado “2.8.2 Recomendaciones y buenas prácticas”.

Es importante señalar que las medidas que se describen en este informe no sólo están centradas en la reducción de costes económicos, sino también en contribuir a mejoras medioambientales fruto del ahorro energético, mejoras en el funcionamiento

de la organización y de las operaciones de mantenimiento, y mejoras en los niveles de confort de la plantilla.

2.8.1.1 Optimización de potencia contratada

El hecho de penalizar por rebasamientos en la potencia contratada no supone un problema, como podría pensarse. Al contrario, será necesaria la existencia de dichas penalizaciones para obtener el balance global que minimiza los costes.

Tras la optimización de la potencia contratada en la sede de CAMPOJOYMA, a partir de los datos obtenidos de las facturas y de las condiciones de contratación actuales, se concluye que existe un ahorro anual asociado a dicha optimización de potencia en cada periodo, siempre y cuando los precios por término de potencia se mantengan constantes (definidos por BOE) y que los patrones de actividad en las plantas sean similares a los que se han llevado a cabo durante el periodo analizado (abril/2017-mayo/2018).

TARIFA 3,0 A

Periodo	Potencia contratada actual (KW)	Potencia contratada óptima (KW)
P1	98	136,1
P2	98	138,1
P3	98	109,5

Tabla 29. Optimización de la potencia contratada

Concepto	Ahorro anual (€)
Potencia	2.127,80 €
Impuesto eléctrico (5,11269632 %)	108,79 €
TOTAL	2.236,59 €

Tabla 30. Ahorro anual por optimización de potencia contratada

Esta optimización de potencia no se encuentra sujeta a restricción alguna como si ocurre con otras tarifas que están sujetas a una serie de restricciones impuestas por Real Decreto para la potencia contratada por periodo.

Se observa que la potencia contratada óptima difiere bastante de la actual, de ahí que el ahorro que se obtiene se puede considerar importante.

Esta medida es recomendable siempre que no suponga la exigencia, por parte de la compañía eléctrica, de la instalación de un centro de transformación propio para realizar el suministro en alta tensión. Parece práctica habitual exigir dicha condición para potencias contratadas superiores a 100 kW, que sería nuestro caso. El REBT (reglamento electrotécnico para baja tensión) obliga a suministrar en baja tensión aquellas instalaciones de potencia contratada no superior a 50 kW. En caso de superarse dicha potencia se deja libertad de acuerdo entre las partes. Por otra parte el Real Decreto 1164/2001, de 26 de octubre, por el que se establecen tarifas de acceso a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica, en su artículo 7, establece un límite inferior de 15 kW para acogerse a la tarifa 3.0A de baja tensión, pero no se especifica un límite superior. La tarifa 3.1A de alta tensión establece un límite superior de 450 kW, pero no establece límite inferior por el que exista obligación de acogerse a la misma. Según lo aducido parece que existe la posibilidad de alcanzar un acuerdo con la compañía eléctrica para la contratación de las potencias óptimas sin necesidad de que el suministro tenga que realizarse en alta tensión y por lo tanto no sea necesario instalar un centro de transformación propio lo que supondría una elevada inversión de difícil retorno con los precios actuales máximos de potencia y consumo fijados por el gobierno.

En el caso de decantarse la directiva de la empresa CAMPOJOYMA por adoptar la propuesta de “instalación fotovoltaica para autoconsumo instantáneo”, la propuesta de “optimización de potencia” quedaría sin efecto, pendiente de un nuevo estudio de optimización.

2.8.1.2 Instalación de sondas CoolSaver en cámaras frigoríficas

Para el control de temperatura en las cámaras frigoríficas se utilizan sondas de temperatura en contacto con el aire, instaladas en la parte superior de la cámara. Esta ubicación se justifica teniendo en cuenta que el aire frío tiende a desplazarse hacia la zona inferior de la cámara (suelo), mientras que el aire caliente tiende hacia la zona superior. Al estar instalada la sonda en la parte superior, se está del lado de la seguridad desde el punto de vista del mantenimiento de la temperatura.

Si a lo anterior se le añade la rapidez con la que el aire cambia su temperatura, el resultado, incluso con las puertas de la cámara cerradas, es una situación continua de arranque-parada de los motores de los compresores para poder mantener la temperatura en el rango establecido (en este caso los productos se almacenan bajo una consigan que oscila entre 7°C y 11°C).

Ya que lo que se desea es que sean los productos almacenados los que se mantengan dentro de ese rango de temperatura y no el aire de la parte superior de la cámara, se propone la utilización de sondas de temperatura *CoolSaver*. Se trata de sondas que imitan el comportamiento de un cuerpo orgánico sólido, por lo que gracias a su inercia térmica, por un lado disminuirá significativamente el número de arranques y paradas de los motores (7 veces menos por hora, aproximadamente) lo que conlleva un menor número de operaciones de mantenimiento y reparación y una mayor vida

útil (ahorros indirectos), y por otro lado se conseguirán los pretendidos ahorros energéticos que se sitúan alrededor del 15%.(ahorros directos).

Para la estimación del ahorro conseguido mediante la implantación de esta mejora, se aplica el porcentaje de ahorro del 15% al valor de la energía anual debido a cámaras de refrigeración, calculado en el apartado anterior. Se obtiene la siguiente tabla de resultados.

Energía anual situación actual [kWh]	49.617,45
Porcentaje de ahorro con sondas CoolSaver [%]	15
Ahorro energético anual [kWh]	27.746,72
Precio medio de la electricidad [€/KWh]	0,129326
Ahorro anual [€]	3.200,41

Tabla 31. Cálculo del ahorro anual por introducción de sondas CoolSaver

A continuación se muestran unas gráficas donde puede observarse el comportamiento a nivel de potencia activa durante un día completo de una cámara frigorífica real sin la sonda CoolSaver y con la sonda instalada. Como puede apreciarse, el número de arranques y paros de los compresores se reduce significativamente.

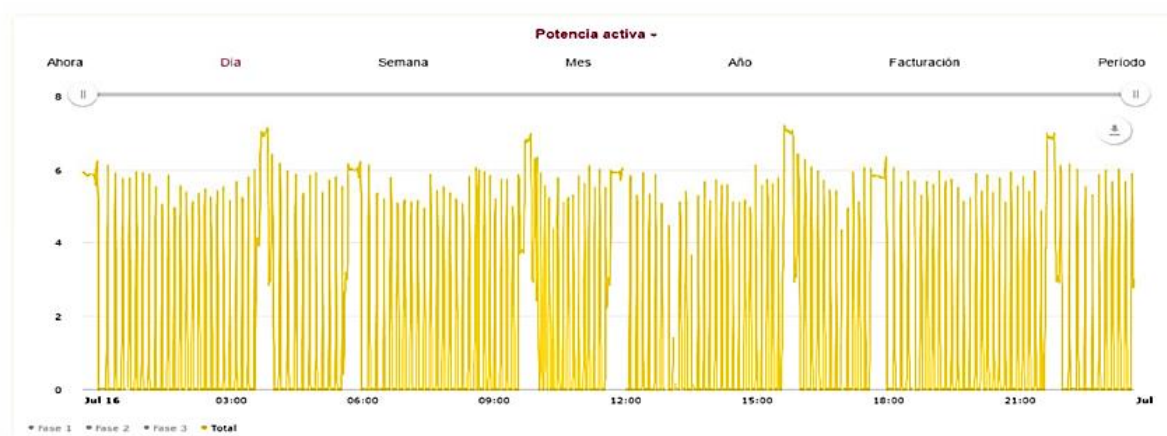


Figura 60. Gráfica de potencia activa sin sonda CoolSaver en cámara frigorífica

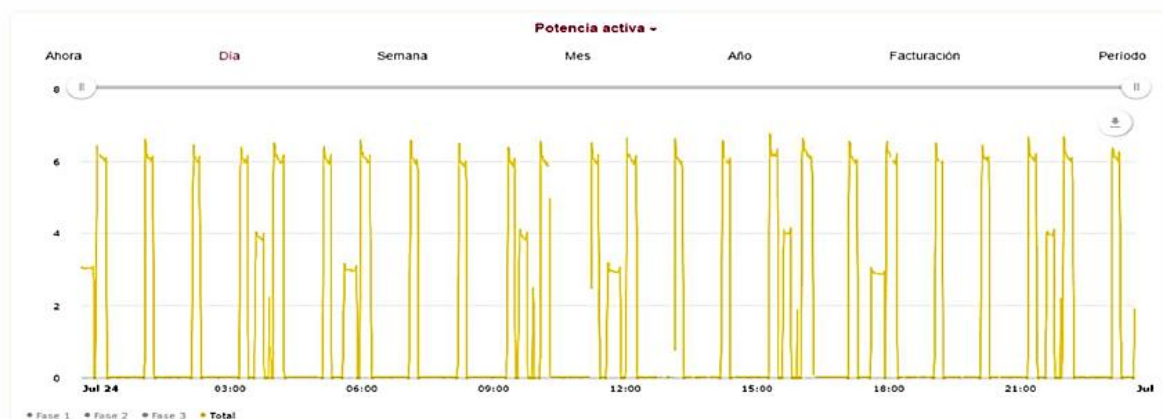


Figura 61. Gráfica de potencia activa con sonda CoolSaver en cámara frigorífica

En las instalaciones de CAMPOJOYMA existen 2 sondas en las distintas cámaras frigoríficas.

Este producto se puede encontrar por un precio aproximado de 600 €/ud. incluyendo un servicio de prueba preliminar que incluye la colocación de la sonda en una cámara durante un mes y la monitorización de consumos y de temperaturas antes y después de la instalación, de forma que se pueda verificar el ahorro planteado. El precio para dos sondas es, por tanto, 1.200 €, que se amortizan en aproximadamente 4 meses y medio.

2.8.1.3 Cambio a LED

Un diseño energéticamente eficiente de las instalaciones de alumbrado interior y exterior de CAMPOJOYMA, ha de comenzar por determinar los niveles de iluminación necesarios para el desarrollo de las tareas que tienen lugar en la planta.

Alcanzados los niveles de iluminación requeridos para cada aplicación, se han de seleccionar los elementos que forman parte de la instalación de alumbrado, de forma que se consiga el máximo ahorro energético-económico.

Los equipos e instalaciones de tubos fluorescentes, halogenuros metálicos, vapor de sodio de alta presión y de mercurio, producen pérdidas energéticas importantes, tanto en el orden técnico como económico, y su control contribuye de forma directa al sostenimiento medioambiental.

El cambio de lámparas convencionales que todavía están instaladas en CAMPOJOYMA a lámparas con tecnología LED supone una clara mejora de cara a la reducción del consumo energético asociado a las instalaciones de iluminación.

Las ventajas de las lámparas LED propuestas en este apartado son:

- Más puntos instalados con un mayor ahorro.

- Posibilidad de tele-gestión.
- Posibilidad de detectores de presencia, luz del día, etc.
- Posibilidad de aprovechamiento de los báculos/soportes actuales, suponiendo una menor inversión y un gran ahorro desde el primer momento.
- Aumento de la eficiencia lumínica, mayor ahorro energético, mayor vida, ausencia de mantenimiento, etc.

Para proceder a la cuantificación de esta mejora, se describen las características de las lámparas actuales y de las lámparas por las que van a ser sustituidas, y mediante la comparación de la situación actual con la situación mejorada (LED), se puede realizar el cálculo del ahorro anual que conlleva la medida en cuestión.

Tipo	Unidades	Coste unitario [€]	Vida media [horas]	Número de renovaciones (50000 horas)	Coste inversión [€]	Consumo anual [kWh]
Lámparas existentes						
Fluorescente electrónico 18W	64	2,55	20000	1,5	244,80 €	2464
Fluorescente electrónico 58W	85	3,18	20000	1,5	405,45 €	10254
Lámparas LED						
Tubo LED Philips 8W	64	8	50000	1	512,00 €	1095
Tubo LED Philips 24W	85	11	50000	1	935,00 €	4243
Ahorro anual [€]	954,44 €					
Amortización [años]	0,83					

Tabla 32. Cálculo del ahorro anual por cambio a lámparas tipo LED

Se obtiene un ahorro anual que permite la amortización de las lámparas LED en un plazo de **10 meses**, se ha tenido en cuenta para ello el número de renovaciones necesarias durante la mayor vida útil de las lámparas en cuestión (50.000 horas).

Los productos propuestos están garantizados por parte del proveedor por un periodo de 2 años, durante los cuales serán repuestos en caso de que no funcionen por motivos técnicos.

Todos los productos propuestos están garantizados y certificados por las principales empresas de homologación europeas, cumpliendo con los requisitos CE y RoHS.

2.8.1.4 Sustitución del compresor todo-nada por un compresor con regulación de velocidad

Como se comentó en apartados anteriores, en las instalaciones de CAMPOJOYMA existe un compresor funcionando de forma continua. Este compresor

trabaja bajo el principio de regulación todo-nada. Los compresores de velocidad variable permiten ahorrar de un 10% a un 40% de energía respecto a los compresores convencionales cuando estos no funcionan a plena capacidad, ya que se adaptan a la demanda de aire comprimido en cada momento y se evita consumo de energía debido al funcionamiento en descarga de los compresores.

Se propone sustituir el compresor actual de velocidad fija por un compresor de tornillo PUSKA RTB 25/10 G2 VF con regulación de frecuencia.

Compresores de Tornillo

>>> GAMA RTB-VF

>>> COMPRESOR DE VELOCIDAD VARIABLE

- > De 20 a 40 CV (15 a 30 kw)
- > Las máximas prestaciones y eficiencia energética. Elemento C77
- > **Velocidad Variable**, ahorre hasta un 30%





Variador de Frecuencia
RTB 30 VF

Componentes

- 1 Espuma de filtración
- 2 Tornillos asimétricos lubricados con aceite
- 3 Refrigerador combinado de aluminio aire/aire y aire/aceite
- 4 Turbina de refrigeración
- 5 Conjunto de polea-correa
- 6 Motor eléctrico

Código	Modelo	Elemento	L	bar	HP	KW	l/min	dB	Volt.	ancho	largo	alto	Kg	€
4152 0116 96	RTB 20/8 G3 VF	C77	-	4-9,5	20	15	660-2517	63	400/3/50	670	995	1100	319	15.900
4152 0116 97	RTB 20/10 G3 VF	C77	-	4-12,5	20	15	470-2200	63	400/3/50	670	995	1100	319	15.900
6250 3913 35	RTB 25/8 G2 VF	C77	-	4-9,5	25	18,5	880-3167	67	400/3/50	780	1330	1220	452	17.750
6250 3914 35	RTB 25/10 G2 VF	C77	-	4-12,5	25	18,5	670-2733	67	400/3/50	780	1330	1220	452	17.750
6250 3918 35	RTB 30/8 G2 VF	C77	-	4-9,5	30	22	1020-3700	69	400/3/50	780	1330	1220	458	18.750
6250 3919 35	RTB 30/10 G2 VF	C77	-	4-12,5	30	22	850-3233	69	400/3/50	780	1330	1220	458	18.750
6250 3923 35	RTB 40/8 G2 VF	C77	-	4-9,5	40	30	1240-4167	70	400/3/50	780	1330	1220	504	19.750
6250 3924 35	RTB 40/10 G2 VF	C77	-	4-12,5	40	30	980-3633	70	400/3/50	780	1330	1220	504	19.750

Figura 62. Imagen y características principales del compresor de tornillo PUSKA RTB 25/10 G2 VF

La gran mayoría de los fabricantes coinciden en asegurar entre un 25 y un 35% de ahorro de energía respecto a los compresores de velocidad fija.

Energía anual consumida por compresor actual [kW]	48307,2
Porcentaje de ahorro con el nuevo compresor [%]	30
Ahorro energético anual [kWh]	14492,16
Precio medio de la electricidad [€/kWh]	0,129327
Ahorro anual [€]	1.874,23 €

Tabla 33. Cálculo del ahorro anual por introducción de un compresor con regulación de velocidad

Se obtiene un ahorro anual que permite la amortización del compresor en un plazo de **9 años y medio**.

2.8.1.5 Instalación fotovoltaica para autoconsumo instantáneo

Se propone la instalación de paneles fotovoltaicos en la cubierta de la nave de forma que la electricidad generada contribuya a cubrir parte del consumo de energía eléctrica demandada por las instalaciones de CAMPOJOYMA.

La reciente publicación del Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores, favorece este tipo de instalaciones, sobre todo aquellas que no superan los 100 kWp de potencia instalada, que es la que se propone en este caso. Esta nueva normativa reduce los trámites necesarios para legalizar las instalaciones, facilita la conexión en paralelo con la red eléctrica eliminando la necesidad de instalar un segundo equipo de medida reduciendo así los costes de instalación, elimina el famoso “impuesto al sol” para aquellas instalaciones que no superen los 100 kWp de potencia instalados, con lo que se consigue mejorar la rentabilidad obtenida por la venta de excedentes vertidos a la red.

En el caso particular de CAMPOJOYMA el llevar a cabo la instalación fotovoltaica supondría, además de los beneficios derivados del ahorro en la facturación eléctrica, la no necesidad de solicitar un aumento de potencia contratada, para conseguir su optimización, a la compañía eléctrica que podría exigir la necesidad de instalar un centro de transformación propio para realizar el suministro de energía eléctrica en alta tensión, lo que requeriría una inversión elevada de difícil retorno, ya que obligaría a cambiar a una de tarifa de suministro en alta tensión en la que los precios por potencia son superiores y los precios por consumo de energía eléctrica dependerán muy mucho de la capacidad de negociación de la empresa.

La instalación que se propone es de 100 kWp, no es la potencia máxima que se puede instalar en la cubierta de la nave, pero si consideramos que es la óptima a instalar teniendo en cuenta el autoconsumo de energía y los vertidos de excedentes, así como los beneficios ya comentados de la nueva regulación del autoconsumo.

La superficie de la cubierta ocupada por la instalación fotovoltaica es aproximadamente de 1.000 m², siendo la superficie total de la cubierta de 5.447,5 m², por lo que el porcentaje de ocupación es aproximadamente del 18.4%.

La instalación consta de 342 placas solares poli-cristalinas de 285 Wp, dispuestas de forma coplanaria con la cubierta de la nave lo que condiciona tanto la inclinación (15°) como la orientación (15° sureste). La instalación tendría una producción media anual de 149.270 kWh que cubrirían un 38.9% de la demanda eléctrica total (383.660 kWh) si toda la energía generada se consumiera en las instalaciones, caso ideal.

La inversión asciende a 121.587 €, incluye adquisición y montaje de la instalación fotovoltaica en la cubierta de la nave. El periodo de retorno de la inversión se produce a lo largo del noveno año.

Los datos y cálculos relativos a la instalación están recogidos en el anexo 5.

Año	Flujos de caja netos	Acumulado
0	-121.586,56 €	
1	14.977,63 €	-106.608,93 €
2	14.901,98 €	-91.706,94 €
3	14.826,10 €	-76.880,84 €
4	14.749,53 €	-62.131,31 €
5	14.672,96 €	-47.458,34 €
6	14.596,40 €	-32.861,95 €
7	14.519,83 €	-18.342,12 €
8	14.443,26 €	-3.898,86 €
9	14.366,41 €	10.467,55 €
10	14.289,51 €	24.757,06 €
11	14.212,61 €	38.969,67 €
12	14.135,72 €	53.105,39 €
13	14.058,82 €	67.164,21 €
14	13.981,92 €	81.146,13 €
15	13.905,02 €	95.051,15 €
16	13.827,43 €	108.878,58 €
17	13.749,77 €	122.628,35 €
18	13.672,11 €	136.300,46 €
19	13.594,45 €	149.894,91 €
20	13.516,34 €	163.411,25 €
21	13.438,05 €	176.849,30 €
22	13.359,49 €	190.208,79 €
23	13.280,43 €	203.489,22 €
24	13.201,38 €	216.690,59 €
25	13.122,32 €	229.812,91 €

Tabla 34. Instalación fotovoltaica: Flujos de caja netos



Figura 63. Instalación fotovoltaica: Plazo de recuperación

	Ahorro energético promedio [kWh]	Ahorro energético promedio [%]	Ahorro económico promedio [€]	Inversión [€]	Plazo recuperación [años]
Instalación solar fotovoltaica	149.270	38,9%	14.056	121.587	9

Tabla 35. Instalación fotovoltaica: Ahorros

2.8.2 Recomendaciones y buenas prácticas

Sería recomendable llevar a cabo un plan de acción y mantenimiento en el que se tuvieran en cuenta una serie de recomendaciones para la conservación o mejora del estado y la eficiencia energética de las instalaciones.

- Sustitución de los termos eléctricos por uno o varios **colectores solares** para la producción de **ACS** (Agua Caliente Sanitaria). Dado que el consumo en CAMPOJOYMA de ACS es escaso (básicamente en los vestuarios durante un tiempo reducido), el beneficio no será muy relevante y la amortización se alargará. No obstante, se trata de una medida de inversión media con retorno asegurado.
- Sustitución de las ventanas actuales por **ventanas con doble acristalamiento y carpintería de madera o PVC**, para conseguir un aislamiento térmico y acústico mucho mejor. El espesor más óptimo de la cámara de aire en las ventanas es de 16 milímetros.
- Empleo de **sensores de presencia** que permitan el apagado automático de luces en **recintos de ocupación transitoria**.
- **Optimización** del número de lámparas y la tecnología usada en el **alumbrado mínimo de vigilancia**.
- Utilización de **eliminadores de stand-by** y regletas inteligentes.
- Realizar **formación** sobre eficiencia energética y **concienciación** de la empresa. Utilizar mensajes de concienciación y sugerencias del buen uso de la energía.
- **Ajuste óptimo del grado de refrigeración** requerido y optimización del aislamiento de los cerramientos de las salas en cuestión.

- Realización periódica de **termografías en los cuadros eléctricos** para la detección de posibles desequilibrios entre fases y asegurar el buen funcionamiento eléctrico.
- **Revisión periódica de filtros** en sistemas de climatización. Un filtro sucio produce importantes pérdidas de carga del fluido que lo atraviesa, lo que se traduce en un **aumento del consumo** para una misma demanda, con la consecuente **disminución de la eficiencia energética**.
- La organización CAMPOJOYMA no dispone de **grupo electrógeno** que asegure el suministro eléctrico de los sistemas considerados críticos en caso de falta de suministro eléctrico. Se recomienda la adquisición por parte de la empresa de dicho equipo para garantizar la continuidad en el funcionamiento de los procesos críticos en el caso de que se produjera dicha falta.
- Analizar la posibilidad de **adaptar los turnos de trabajo**, para que se “aplane” el consumo, de manera que aquellas tareas realizadas en periodos en los que el consumo eléctrico sea más elevado pasen a ser realizados en otros rangos horarios de menor actividad considerando tanto el coste de la energía como las penalizaciones por exceso de potencia.
- En términos de calidad eléctrica aunque no hay unos problemas de armónicos excesivamente elevados, si podría ser recomendable el uso de **filtros de armónicos** que también pueden contribuir a mejorar el **factor de potencia** si la potencia de los filtros lo permite.

2.8.3 Estudio económico

A continuación se presenta una tabla resumen donde se muestra la inversión necesaria, el ahorro anual y el periodo de amortización de las mejoras propuestas a lo largo del informe para conseguir un ahorro de energía para la organización y/o disminuir el coste asociado a la factura eléctrica. Se han ordenado atendiendo al criterio de plazo de recuperación creciente.

Mejora	Inversión [€]	Ahorro anual [€/año]	Ahorro anual [%]	Periodo de amortización [años]
Optimización de la potencia contratada	0,00 €	2.236,59 €	10,0%	0
Adquisición de sondas CoolSaver para las cámaras frigoríficas	1.200,00 €	3.200,41 €	14,3%	0,37
Cambio a LED	796,75 €	954,44 €	4,3%	0,83
Instalación solar fotovoltaica	121.586,56 €	14.055,98 €	63,0%	9
Cambio del compresor de la instalación de aire comprimido	17.750,00 €	1.874,23 €	8,4%	9,47
TOTAL	141.333,31 €	22.321,65 €	-	6,33

Tabla 36. Estudio económico de las mejoras propuestas

Los cálculos se han realizado considerando constante el índice de Precios de Consumo (IPC).

En el caso de decantarse la directiva de la empresa CAMPOJOYMA por adoptar la propuesta de “**instalación fotovoltaica para autoconsumo instantáneo**”, la propuesta de “**optimización de potencia**” quedaría sin efecto, pendiente de un nuevo estudio de optimización.

En el anexo 4 se recogen posibles fuentes de financiación, donde se ofrecen condiciones ventajosas para proyectos relacionados con mejoras de ahorro y eficiencia energética.

En el caso de que se quieran implementar las MAEE propuestas por este informe, sería recomendable definir cómo se van a medir y verificar dichos ahorros. Para ello, las partes implicadas podrían seguir cualquiera de los prestigiosos protocolos de ahorro energético y verificación como por ejemplo, el *International Performance Measurement and Verification Protocol* (IPMVP) o *Protocolo Internacional de Medida y Verificación del Ahorro Energético*, desarrollado por la *Efficiency Valuation Organization* (EVO). Es un documento que pretende establecer las bases y procedimientos para la medida y verificación de ahorros energéticos conseguidos como consecuencia de la implantación de las MAEE.

La utilización de un procedimiento de este tipo, suficientemente contrastado y documentado bibliográficamente, sirve como garantía tanto para el cliente como para el proveedor de las MAEE, así como para instituciones financieras que estuvieran implicadas, evitando posibles conflictos derivados de la medida o justificación de los

ahorros. En relación con las Empresas de Servicios Energéticos (ESE), esto tiene una importancia manifiesta, ya que en contratos basados en ahorros demostrados de energía es crucial disponer de un método de medida y verificación de estos ahorros, que además será aceptado por todas las partes.

También presenta otras ventajas como la reducción de costes asociados a la elaboración del contrato de rendimiento energético, confiere mayor credibilidad incluso a nivel internacional de los informes de ahorro de energía, facilita la interlocución con Administraciones Públicas y con empresas privadas, etc.

Aunque el IPMVP no es una norma, es análogo a estas en cuanto a su modo de aplicación. Para poder acogerse a este protocolo, deben seguirse una serie de pasos e indicaciones y utilizar una determinada terminología que permita lograr una homogeneidad entre los diferentes proyectos elaborados con arreglo a este protocolo.

2.8.4 Impacto ambiental

El impacto ambiental de la energía eléctrica consumida depende de las fuentes de energía utilizadas para su generación. En este caso la energía eléctrica es suministrada por Fenie Energía, una empresa comercializadora que garantiza que esta energía es de origen 100% renovable, por lo que las emisiones de CO₂ son consideradas nulas.

Los factores de emisión se han obtenido de las facturas de electricidad proporcionadas por la organización auditada, del documento “Factores de conversión Energía Final – Energía Primaria y factores de emisión de CO₂ – 2011”, publicado por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, y el documento “Factores de Emisión de CO₂ y Coeficientes de paso de Energía Primaria de diferentes fuentes de Energía Final consumidas en el sector de edificios en España”, publicado conjuntamente por los Ministerios de Industria, Energía y Turismo, y el Ministerio de Fomento, de aplicación a partir del 14 de enero del 2016.

Reducir la energía consumida no solamente se traduce en un ahorro económico sino también en una disminución de las perjudiciales emisiones de dióxido de carbono y otras partículas nocivas al medioambiente, lo cual contribuye sustancialmente a la conservación del mismo y a mejorar la imagen social y corporativa de la organización.

Hay que destacar que, en lo que respecta a las emisiones de CO₂, el hecho de contratar comercializadoras con electricidad de origen 100% renovable, como en el caso de Fenie Energía, permite reducir la huella de carbono empresarial.

El consumo de kWh generados por fuentes renovables suponen emisiones cero de GEI en el momento de la generación, pero el hecho de la construcción e instalación de dichas fuentes renovables implican el uso de energía generadora de emisiones y que se tienen que computar como tales a dichas fuentes en función de su vida útil y capacidad de generación.

Tecnología	Min.	Mediana	Max.
Tecnologías actualmente disponibles comercialmente.			
Carbón - PC	740	820	910
Biomasa - Cableado Con Carbón	620	740	890
Gas - ciclo combinado	410	490	650
Biomasa - Dedicada	130	230	420
Energía solar fotovoltaica a escala de utilidad.	18	48	180
Solar fotovoltaica - azotea	26	41	60
Geotermia	6.0	38	79
Energía solar concentrada	8.8	27	63
Hidroelectricidad	1.0	24	2200 ¹
Viento costa afuera	8.0	12	35
Nuclear	3.7	12	110
Viento en tierra	7.0	11	56

Tabla 37. Ciclos de vida equivalente a CO₂ de tecnologías de suministro de electricidad (CO₂ eq/kWh)

La dificultad para determinar que fuente renovable es la responsable del suministro eléctrico de la empresa en cada momento imposibilita atribuir la cantidad de emisiones de la que esta es responsable.



Conclusiones

3 CONCLUSIONES

El TFG ha culminado, con éxito, el proceso de auditoría energética planteada dentro del ámbito de aplicación fijado al inicio del mismo. Para ello se ha realizado un análisis exhaustivo del consumo y uso de la energía eléctrica prestando especial atención al análisis de calidad eléctrica que no suele ser un aspecto considerado habitualmente en las auditorías energéticas realizadas a nivel profesional y que considero especialmente relevante para poder alcanzar una eficiencia energética plena. Se han propuesto una serie de medidas, algunas de ellas de muy fácil implantación, debido sobre todo a su reducida inversión y corto plazo de recuperación (inferior al año) con las que se podrían obtener importantes ahorros para la empresa. Este es el caso de las sondas CoolSaver o el cambio a led de determinadas luminarias y especialmente la optimización de potencia contratada que no requiere inversión alguna siendo solamente necesario hacer las gestiones pertinentes. El resto de medidas propuestas como son la instalación fotovoltaica para autoconsumo y el cambio del compresor requieren de una inversión más elevada y el plazo de retorno de la inversión es más largo por lo que la dirección deberá hacer un estudio acerca de la capacidad financiera de la empresa (recursos propios y/o ajenos) para poder acometerlas.

El ámbito de aplicación que se planteó al inicio del trabajo con la dirección vinculaba el desarrollo de la auditoría con el hecho de no perturbar el ritmo y el desarrollo normal de los trabajos de la empresa. Por lo tanto, es comprensible que la dedicación no haya podido ser total, no obstante, es de agradecer el esfuerzo realizado por la empresa al permitirme desarrollar este trabajo.

Evidentemente quedan temas pendientes que tratar en mayor profundidad y que pueden ser objeto de futuros trabajos. Entre estos se pueden destacar por ejemplo, el análisis del consumo y uso de la energía a niveles más específicos como puede ser un proceso, una máquina o un sistema, atendiendo al uso significativo de la energía; optimizar el consumo y uso de la energía de los distintos procesos de manipulación, elaboración, etc., analizando los posibles ajustes de horarios tanto del personal como de cualquier evento que tenga lugar dentro de la organización, como por ejemplo la recepción de mercancía, en la que sería necesaria la participación activa de los agricultores, ajustando la recogida y entrega de los productos en los momentos requeridos, siendo necesario para ello que estos obtengan algún tipo de beneficio derivado del esfuerzo de colaboración; otro trabajo futuro podría ser llevar a cabo la implantación de un sistema de gestión de la energía (SGEn) siguiendo las especificaciones de la norma UNE-EN ISO 50001 recientemente actualizada y cuyo punto de partida siempre es una auditoría energética.



ANEXOS

ANEXOS

ANEXO 1. PLANOS

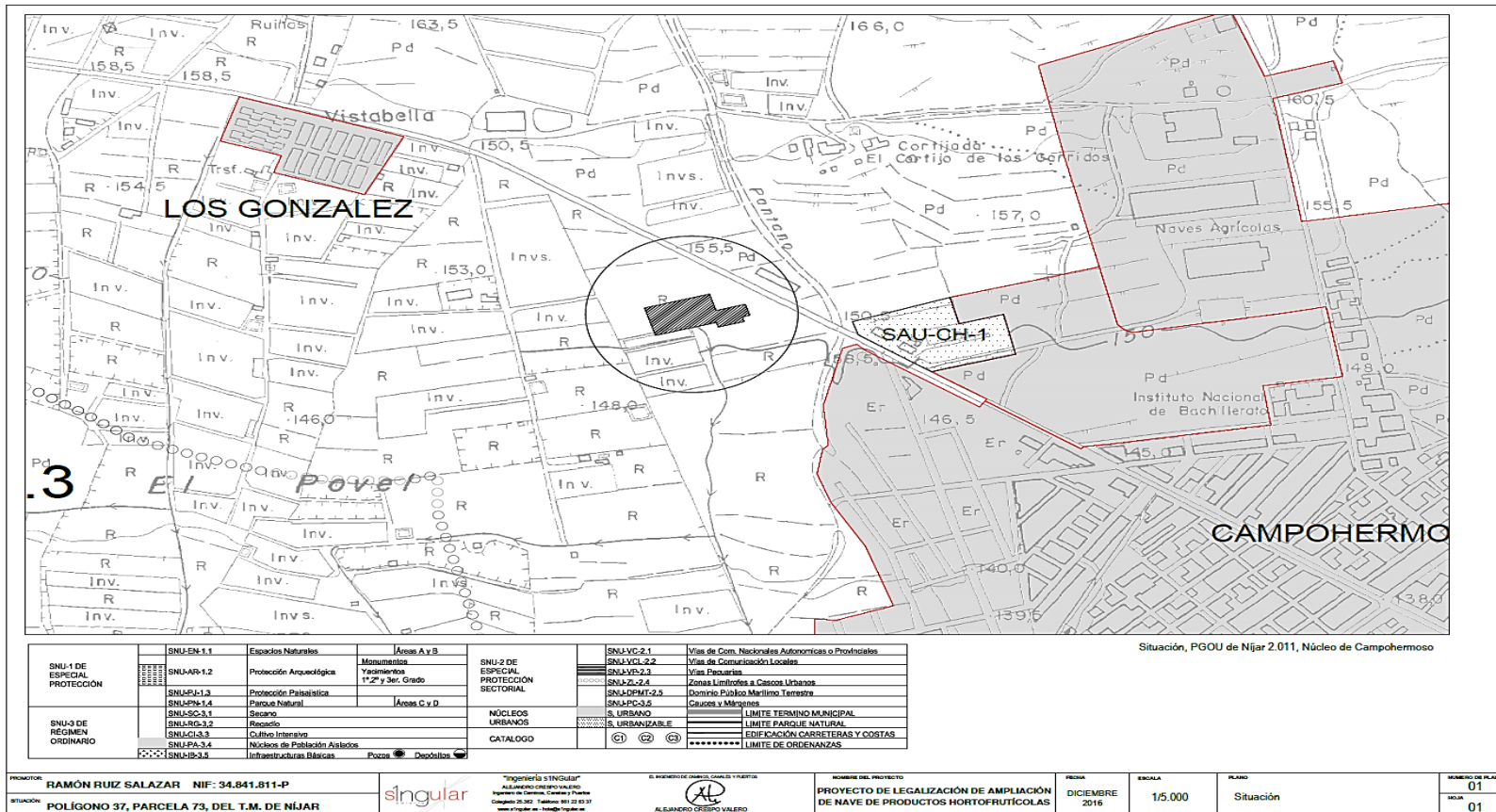


Figura 64. Plano de situación

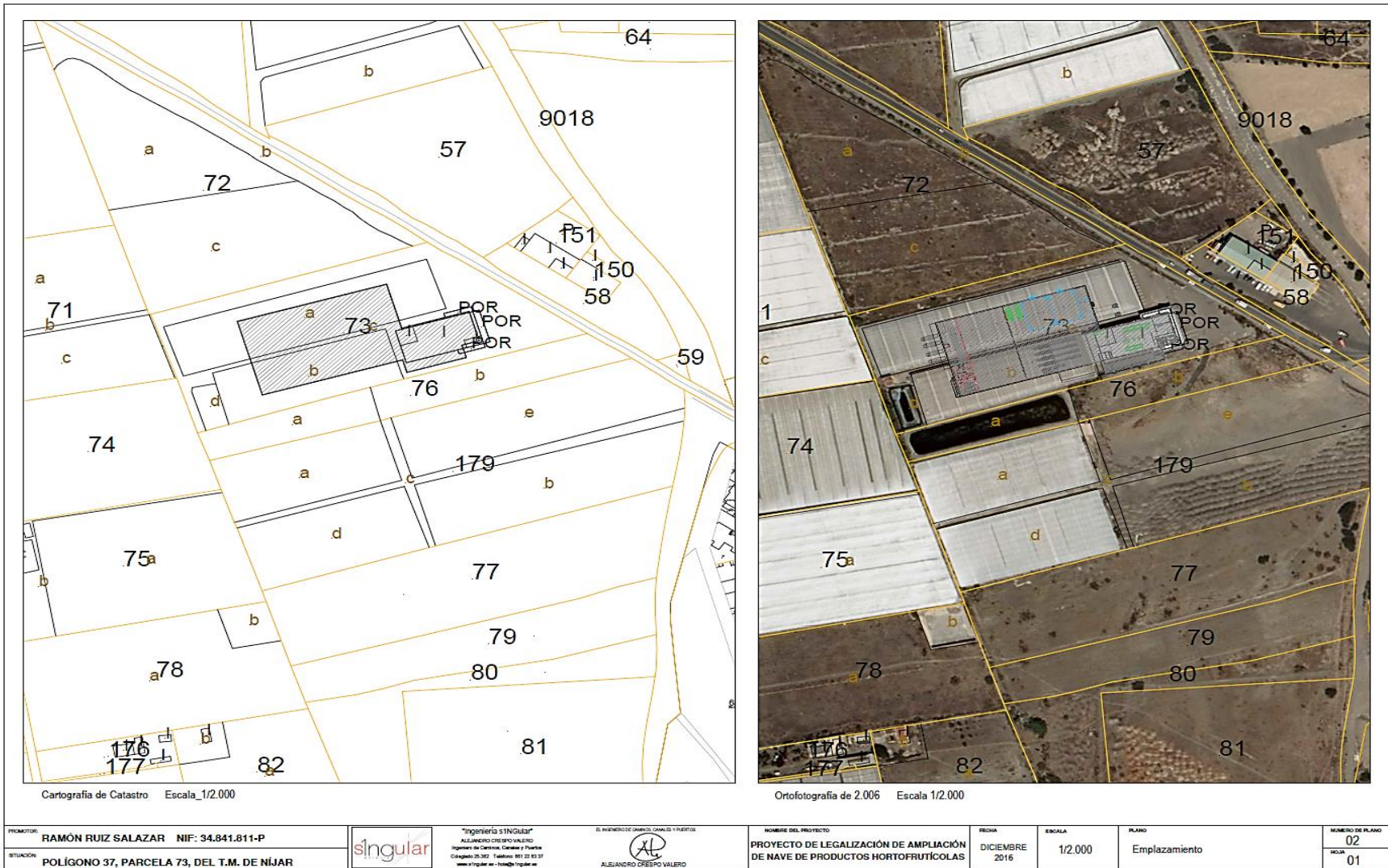


Figura 65. Plano de emplazamiento

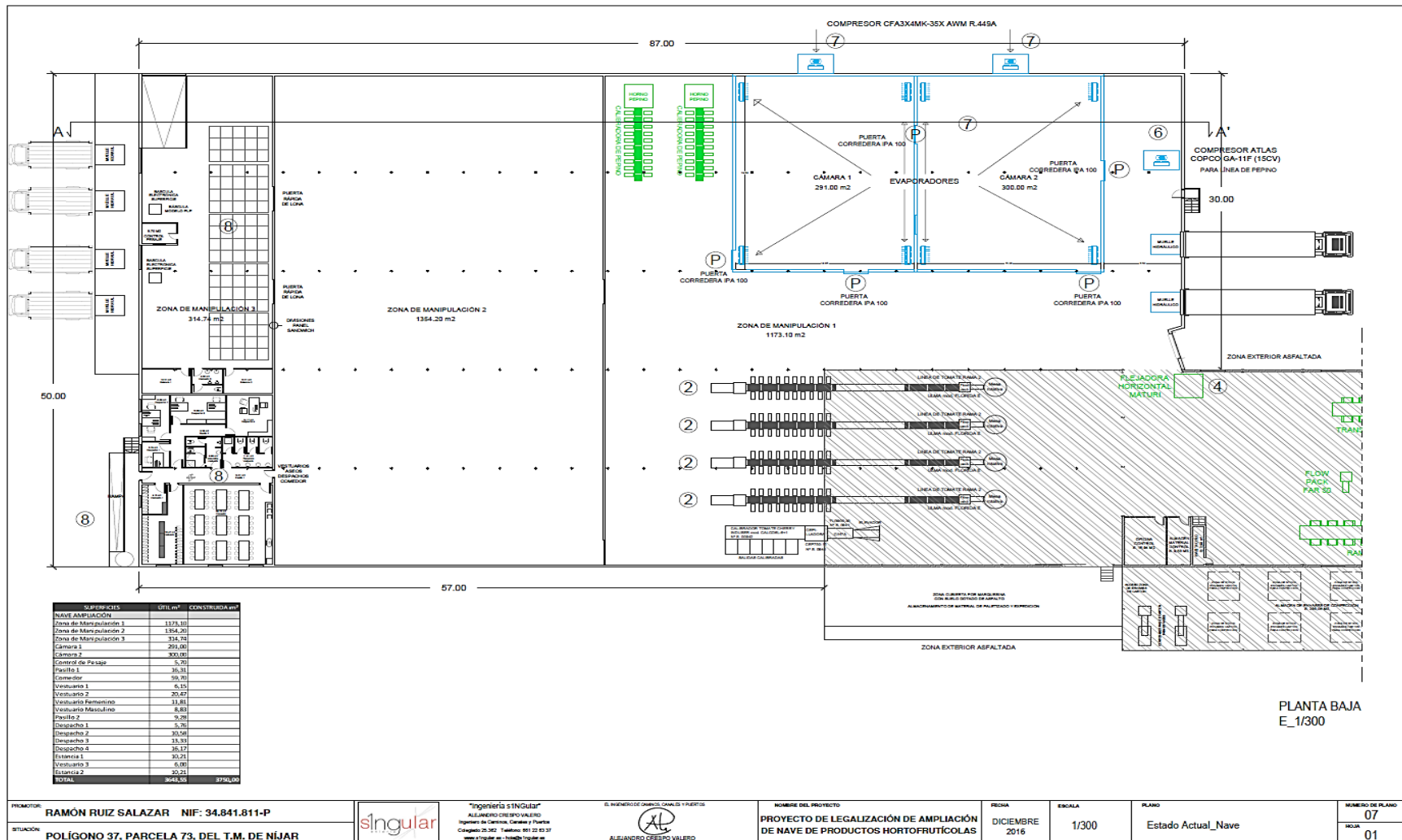


Figura 66. Plano de la nave

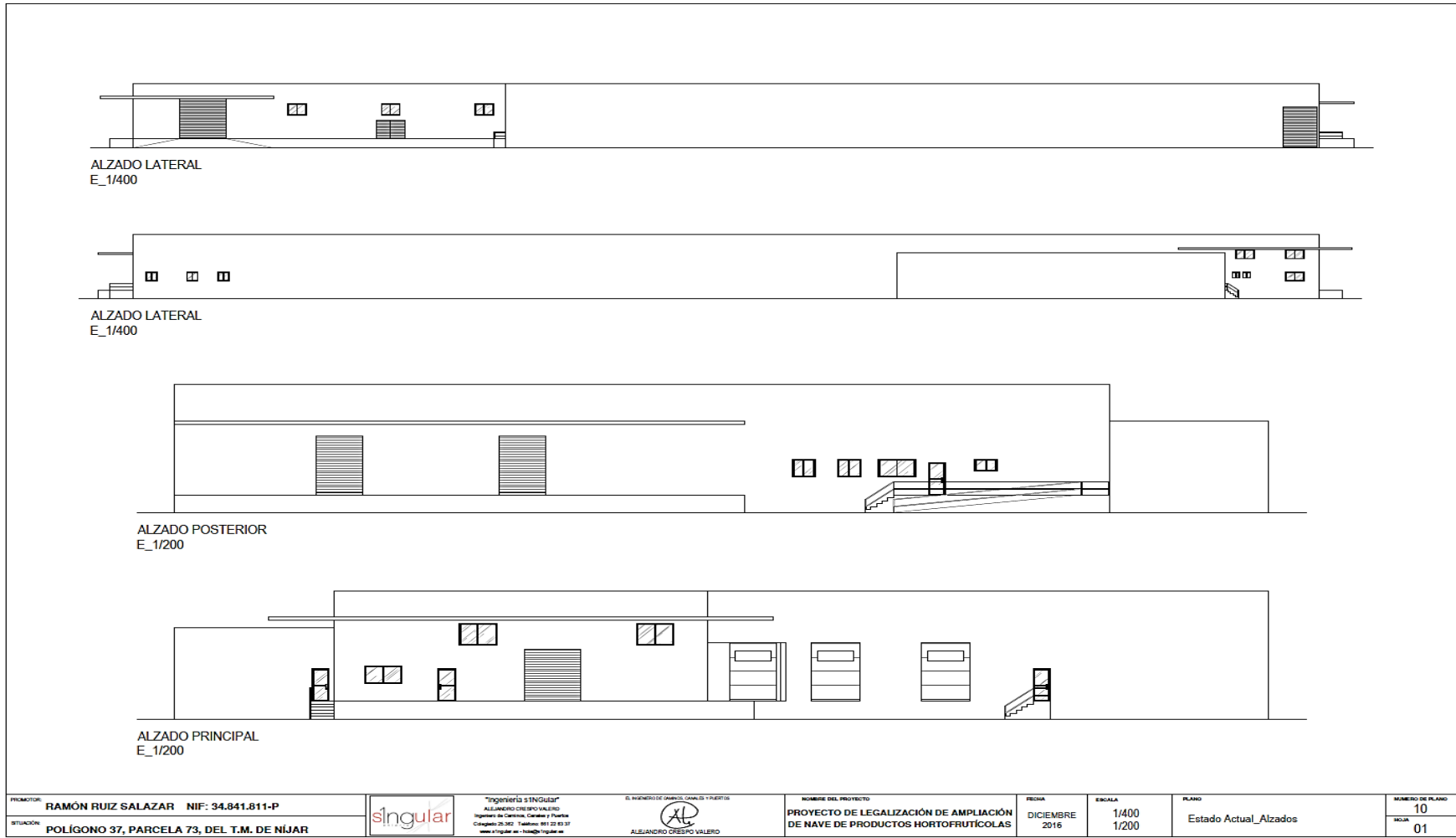


Figura 67. Plano de Alzados

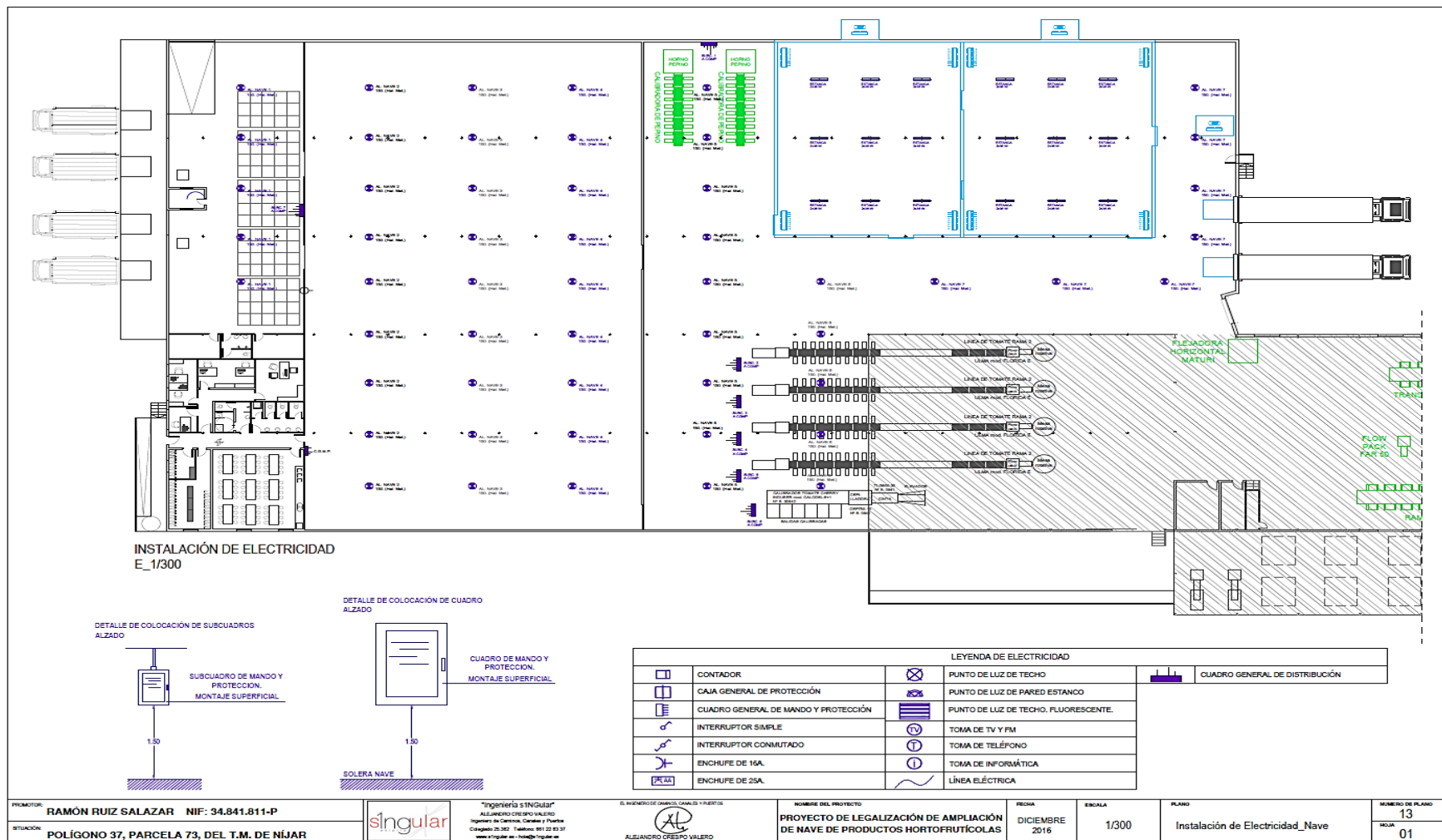


Figura 68. Plano de instalación eléctrica

ANEXO 2. ANALIZADOR DE REDES MYeBOX 1500

Analizadores de redes portátiles



MYeBOX

Analizador portátil de redes eléctricas



Descripción

MYeBOX es una gama de analizadores portátiles configurables desde una app que realiza el análisis de los parámetros eléctricos accesibles de forma remota. MYeBOX realiza la medida y registro de parámetros eléctricos en instalaciones monofásicas, bifásicas o trifásicas (con y sin neutro).

La app se conecta al dispositivo para visualizar los datos medidos en tiempo real, configurar completamente el equipo, iniciar o detener el registro de datos, enviar los datos registrados a MYeBOX Cloud e incluso acceder a los datos de la memoria para visualizarlos de forma gráfica o en tablas. La conectividad remota permite hacer un análisis de los datos medidos sin necesidad de desplazamientos. También es posible enviarse los datos registrados a un repositorio de datos para analizarlos posteriormente en PowerVision Plus. El equipo se puede configurar localmente mediante teclado capacitivo y opciones de menú por pantalla.

El modelo más avanzado, MYeBOX 1500, realiza la medida de corriente de fugas de forma simultánea, medida de parámetros de calidad de red según la norma **EN 50160** y registro de transitorios.

MYeBOX 150 dispone de las siguientes características y funciones:

- 4 entradas de medida de tensión (U_1, U_2, U_3, U_N)
- 4 entradas de medida de corriente (I_1, I_2, I_3, I_N)
- Medida de los principales parámetros eléctricos.
- Energía consumida y generada.
- Medida de parámetros de calidad de red.
- Medida en verdadero valor eficaz (TRMS)
- Medida en consumo y generación (4Q)
- Registro de eventos de calidad en tensión según **EN 61000-4-30**
- Registro de transitorios
- Registro de forma de onda asociada a los eventos de calidad y transitorios
- Medida según **EN 61000-4-30**
- Alimentación independiente a la medida
- Registro de forma de onda cada periodo de registro
- Pantalla LCD
- Teclado capacitivo
- Puerto microUSB para descarga de datos
- Detección automática de pinzas.
- Identificación de fases con colores
- Compatible con pinzas con EEPROM
- Registro de eventos del sistema (EVA)
- Sincronización NTP
- Envío de alarmas por e-mail
- Comunicación Wi-Fi (punto de acceso/terminal)

Además de estas características y funciones **MYeBOX 1500** dispone también de:

- 1 entrada de medida de tensión U_{int}
- 1 entradas de medida de corriente de fugas
- 2 entradas transistor para centralizar impulsos
- 2 salidas transistor para alarmas
- Comunicación 3G

Aplicaciones

MYeBOX se puede usar para:

- Realizar estudios completos de una instalación eléctrica.
- Realizar un análisis de consumos, de curvas de carga, de perturbaciones de tensión de la instalación, visualización de las formas de onda, estudio de armónicos o medida de flicker entre otras opciones.
- Realizar auditorías y análisis remotos.

MYeBOX

Analizador portátil de redes eléctricas

Características técnicas

		MYeBOX 150	MYeBOX 1500
Fuente alimentación (adaptador de alimentación CA)	Entrada		
	Tensión nominal	100...250 Vc.a.*	100...250 Vc.a.*
	Frecuencia	47...63 Hz	47...63 Hz
	Consumo	22...28 VA	25...31 VA
	Categoría instalación	CAT II 300 V	CAT II 300 V
Salida	Salida		
	Tensión nominal	9 Vc.c.	9 Vc.c.
	Consumo	18 W	20 W
	Circuito de medida de tensión		
	Margen de medida de tensión	10...600 Vc.a.	
Margen de medida de frecuencia	40...65 Hz		
Impedancia de entrada	2,4 MΩ		
Tensión mínima de medida V_{min}	10 Vc.a.		
Consumo máximo entrada de tensión	0,15 VA		
Categoría de la instalación	CAT III 600 V		
Circuito medida de corriente	Medida de corriente de Fase y Neutro		
	Pinzas	CPG-5, CPG-100, CPRG-500, CPRG-1000, CPG-200/2000, Pinzas con salida mV/kA, Transformadores con salida 250 mA o 333 mV	
	Medida de la corriente de fugas (Modelo MYeBOX-1500)		
	CPG-5, CPG-10, transformadores WGC		
	Corriente nominal I_n	Según pinza	
	Margen de medida de corriente	1...200 I _n , %	
	Corriente máxima, impulso < 1 s	3 x I _n , A	
	Corriente mínima de medida I_{min}	Según pinza	
	Consumo máximo entrada de corriente	0,0004 VA	
	Categoría de la instalación	CAT III 600 V	
	Precisión (según IEC 61557-12 para PMD SD/SS)		
	Medida tensión de fase	Clase 0,2 (10...600 Vc.a.)	
	Medida corriente de fase	Clase 0,2 - 1%...200% I _n	
	Medida potencia activa y aparente (V, 230/110 Vc.a.)	Clase 0,5 ±1 dígito	
	Medida de potencia reactiva (V, 230/110 Vc.a.)	Clase 1 ±1 dígito	
Medida energía activa (IEC 62053-22)	Clase 0,5S		
Medida energía reactiva (IEC 62053-23)	Clase 1		
Medida de frecuencia	Clase 0,1 (40...65 Hz)		
Medida de factor de potencia	Clase 0,5		
Medida del THD de tensión	Clase 1 (IEC 61000-4-7)		
Armónicos de tensión (hasta 50 ^o)	Clase 1 (IEC 61000-4-7)		
Medida del THD de corriente	Clase 1 (IEC 61000-4-7)		
Armónicos de corriente (hasta 50 ^o)	Clase 1 (IEC 61000-4-7)		
Salidas digitales de transistor (MYeBOX 1500)			
Número salidas	2		
Tipo	Transistor		
Tensión máxima	48 V		
Corriente máxima	90 mA		
Frecuencia máxima	1 kHz		
Anchura de impulso	1 ms		
Duración de impulso (T _{on} / T _{off})	0,3 ms / 0,7 ms		
Entradas digitales (MYeBOX 1500)			
Número entradas	2		
Tipo	Contacto libre potencial		
Aislamiento	5 kV		
Corriente máxima en cortocircuito	5 mA		
Tensión máxima en circuito abierto	4...9 Vc.c.		
Comunicaciones Wi-Fi			
Banda	2,4 GHz		
Estándares	IEEE 802.11 b / g / n		
Comunicaciones 3G (MYeBOX 1500)			
Redes	UMTS/HSPA: 850/900/1900/2100 MHz GSM/GPRS/EDGE: 850/900/1800/1900 MHz		
Máxima potencia de salida	UMTS/3G (Potencia Clase 3): 24 dBm GSM/GPRS (Potencia Clase 4): 33 dBm GSM/EDGE (Potencia Clase 1): 30 dBm		
Interfaz usuario			
Display	Alfanumérico de 20 caracteres x 2 líneas		
Teclado	5 teclas, 2 botones		
LED	MYeBOX 150: 14 LED MYeBOX 1500: 21 LED		
Conectividad	microUSB		
Pila interna			
Tipo	Li-Io		
Tensión	3 V		
Capacidad	220 mAh		
Vida	10 años		

* Posibilidad de alimentación a 480 Vc.a.

MYeBOX

Analizador portátil de redes eléctricas

Características técnicas

Batería	Tipo	Litio
	Tensión	3,7 V
	Capacidad	3700 mAh
	Tiempo de carga	6 horas
	Temperatura de carga	0...45 °C
	Autonomía	2 horas
Memoria microSD	Formato	FAT 32
	Capacidad	16 GB
	Período de registro	1 s, 1 min, 5 min, 15 min, 1 h, 1 día
Características ambientales	Temperatura de trabajo	-10...+50 °C
	Temperatura almacenamiento	-20 °C...+60 °C
	Humedad relativa (sin condensación)	5...95%
	Altitud máxima	2000 m
Características constructivas	Dimensiones	155,96 x 255,68 x 40 mm
	Peso	MYeBOX 150: 950 gr MYeBOX 1500: 975 gr
	Grado protección	IP 30
	Envoltorio	Plástico VO autoextinguible
Normas	IEC 61010:2010, EN 61326-1:2013, UL/IEC 61010-1 3ª Edición	

Referencias

Tipo	Código	Entradas tensión / corriente	Comunicación	Entradas / Salidas transistor
kit MYeBOX-150	M84023	4 / 4	WiFi	- / -
kit MYeBOX-1500	M84033	5 / 5	WiFi + 3G	2 / 2

Analizador con almacenamiento en memoria SD y Cloud
Incluye cables de tensión, pinzas cocodrilos, cable USB, correa sujeción, soporte magnético, batería, alimentador y bolsa transporte

Tipo	Código	Descripción
MYeBOX-150-3FLEX45	M8404B	Incluye kit MYeBOX-150 (M84023) + 3 FLEX-R45
MYeBOX 1500-3FLEX45	M8405B	Incluye kit MYeBOX-1500 (M84033) + 3 FLEX-R45
MYeBOX-150-4FLEXR45	M8404C	Incluye kit MYeBOX-150 (M84023) + 4 FLEX-R45
MYeBOX-1500-4FLEXR45	M8405C	Incluye kit MYeBOX-1500 (M84033) + 4 FLEX-R45
MYeBOX-150-3FLEXR80	M8404D	Incluye kit MYeBOX-150 (M84023) + 3 FLEX-R80
MYeBOX-1500-3FLEXR80	M8405D	Incluye kit MYeBOX-1500 (M84033) + 3 FLEX-R80
MYeBOX-150-4FLEXR80	M8404E	Incluye kit MYeBOX-150 (M84023) + 4 FLEX-R80
MYeBOX-1500-4FLEXR80	M8405E	Incluye kit MYeBOX-1500 (M84033) + 4 FLEX-R80
MYeBOX 150-3CPG100	M84043	Incluye kit MYeBOX-150 (M84023) + 3 CPG 100
MYeBOX 1500-3CPG100	M84053	Incluye kit MYeBOX-1500 (M84033) + 3 CPG 100
MYeBOX 150-3CPRG500	M84045	Incluye kit MYeBOX-150 (M84023) + 3 CPG 500
MYeBOX 1500-3CPRG500	M84055	Incluye kit MYeBOX-1500 (M84033) + 3 CPG 500

* Disponibles otras longitudes y kits. Disponibles kits con pinzas CPG-1000, CPG-200/2000.

Referencias CLASE A

Tipo	Código	Entradas tensión / corriente	Comunicación	Entradas / Salidas transistor
kit MYeBOX-150	M840230000A00	4 / 4	WiFi	- / -
kit MYeBOX-1500	M840330000A00	5 / 5	WiFi + 3G	2 / 2

Analizador con certificado de calibración Clase A (IEC 61000-4-30 Ed. 2) con almacenamiento en memoria SD y Cloud. Incluye cables de tensión, pinzas cocodrilos, cable USB, correa sujeción, soporte magnético, batería, alimentador y bolsa transporte

Tipo	Código	Descripción
MYeBOX-150-3FLEX45	M8404B0000A00	Incluye kit MYeBOX-150 (M84023) + 3 FLEX-R45
MYeBOX 1500-3FLEX45	M8405B0000A00	Incluye kit MYeBOX-1500 (M84033) + 3 FLEX-R45
MYeBOX-150-4FLEXR45	M8404C0000A00	Incluye kit MYeBOX-150 (M84023) + 4 FLEX-R45
MYeBOX-1500-4FLEXR45	M8405C0000A00	Incluye kit MYeBOX-1500 (M84033) + 4 FLEX-R45
MYeBOX-150-3FLEXR80	M8404D0000A00	Incluye kit MYeBOX-150 (M84023) + 3 FLEX-R80
MYeBOX-1500-3FLEXR80	M8405D0000A00	Incluye kit MYeBOX-1500 (M84033) + 3 FLEX-R80
MYeBOX-150-4FLEXR80	M8404E0000A00	Incluye kit MYeBOX-150 (M84023) + 4 FLEX-R80
MYeBOX-1500-4FLEXR80	M8405E0000A00	Incluye kit MYeBOX-1500 (M84033) + 4 FLEX-R80
MYeBOX 150-3CPG100	M840430000A00	Incluye kit MYeBOX-150 (M84023) + 3 CPG 100
MYeBOX 1500-3CPG100	M840530000A00	Incluye kit MYeBOX-1500 (M84033) + 3 CPG 100
MYeBOX 150-3CPRG500	M840450000A00	Incluye kit MYeBOX-150 (M84023) + 3 CPG 500
MYeBOX 1500-3CPRG500	M840550000A00	Incluye kit MYeBOX-1500 (M84033) + 3 CPG 500

* Disponibles otras longitudes y kits. Disponibles kits con pinzas CPG-1000, CPG-200/2000.

MYeBOX

Analizador portátil de redes eléctricas

Referencias CPG, Sensores de corriente rígidos

Tipo	I_{max} - Rango medida	N° sensores	Código	N° sensores	Código	N° sensores	Código
CPG-5	0,05 / 0,5...5 A	1	M810B1	3	M810C1	4	M810D1
CPG-100	1 / 10...100 A	1	M810B2	3	M810C2	4	M810D2
CPRG-500	1 / 50...500 A	1	M810B3	3	M810C3	4	M810D3
CPRG-1000	1 / 20...1000 A	1	M810B4	3	M810C4	4	M810D4
CPG-2000/200	1 / 10...200 A - 10 / 150...2000 A	1	M810B5	3	M810C5	4	M810D5
CPG							

Referencias FLEX-R, Sensores de corriente flexible

Tipo	I_{max} - Rango medida	Longitud	N° sensores	Código	N° sensores	Código	N° sensores	Código
FLEX-R45	1 / 10 / 50 - 10...100 /	45 cm	1	M81611	3	M81631	4	M81641
FLEX-R80	100...1000 / 1000...10000 A	80 cm	1	M81612	3	M81632	4	M81642
FLEX-R120		120 cm	1	M81613	3	M81633	4	M81643

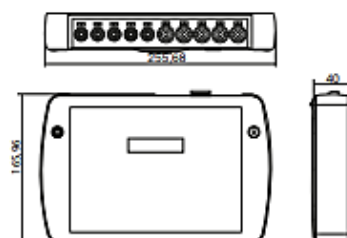
Referencias FLEX-RMG, Sensores de corriente flexibles

Tipo	I_{max} - Rango medida	Longitud	N° sensores	Código	N° sensores	Código	N° sensores	Código
FLEX-RMG70	1 / 10 / 50 - 10...100 /	22 cm	1	M81911	3	M81931	4	M81941
FLEX-RMG120	100...1000 / 1000...10000 A	38 cm	1	M81912	3	M81932	4	M81942

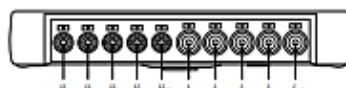
Accesorios

Tipo	Código	Descripción
MYeBOX	M84011	Batería para MYeBOX
POWER SUPPLY MYeBOX	M84012	Alimentador para MYeBOX
480V PSU ADAPTER MYeBOX	M8401A	Alimentador para MYeBOX a 480 Vca
MARKER MYeBOX 9 COLOURS	M84014	Marcadores
MYeBOX-CARRYING BAG	M84015	Bolsa de transporte
MYeBOX Belt	M84016	Correa para MYeBOX
MYeBOX Mag. Support	M84017	Soporte magnético para MYeBOX
MAV-7x4	M8990E	4 x Adaptador magnético de tensión

Dimensiones



Conexiones



ANEXO 3. INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

Datos

Datos de radiación global y temperatura ambiente máxima y mínima utilizados

Los datos de radiación Global Diaria Mensual (Wh/m².día) son los obtenidos de la base de datos PVGIS.

Irradiación solar mensual

PVGIS estimaciones de las medias mensuales a largo plazo

Lugar: 36°56'31" Norte, 2°8'27" Oeste, Elevación: 149 m.s.n.m.,

Base de datos de radiación solar empleada: PVGIS-CMSAF

El ángulo de inclinación óptimo es: 34 grados
Irradiación anual perdida a causa de las sombras (horizontal): 0.0 %

Mes	H_h	$H(15)$	I_{opt}	T_{24h}
Ene	2730	3690	62	11.9
Feb	3710	4670	54	11.8
Mar	5300	6060	41	14.1
Abr	6300	6700	25	17.1
Mayo	7230	7290	10	20.1
Jun	8120	7990	3	23.7
Jul	8030	8000	7	26.5
Ago	7070	7380	19	27.1
Sep	5520	6160	35	24.1
Oct	4240	5130	50	20.6
Nov	2980	3940	60	15.5
Dic	2500	3470	64	12.8
Año	5320	5880	34	18.8

H_h : Irradiación sobre plano horizontal (Wh/m²/día)
 $H(15)$: Irradiación sobre plano inclinado: 15 grados (Wh/m²/día)
 I_{opt} : Inclinación óptima (grados)
 T_{24h} : Temperatura media diaria (24h) (°C)

Tabla 38. PVGIS: Datos de radiación

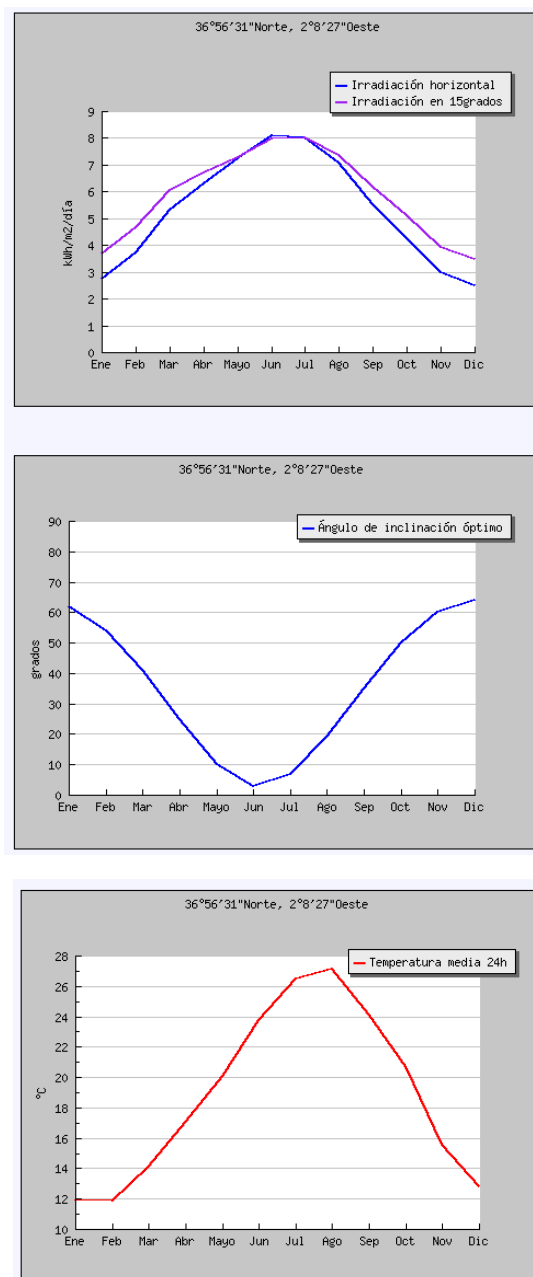


Figura 69. PVGIS: Gráficas de radiación

Los datos de temperatura máxima y mínima utilizados se han obtenido de los datos históricos de la estación meteorológica más cercana, en nuestro caso la situada en el aeropuerto de Almería.

Almería Aeropuerto

Latitud: 36° 50' 47" N - Longitud: 2° 21' 25" O

Altitud: 21 m - Posición: Ver localización

Intervalos de validez por variables:

Precipitación: 1968-2018 Temperatura: 1968-2018 Viento: 1973-2018

Variable	Anual
Máx. núm. de días de lluvia en el mes	20 (dic 1996)
Máx. núm. de días de tormenta en el...	5 (oct 1986)
Prec. máx. en un día (l/m2)	98.0 (20 jun 1972)
Prec. mensual más alta (l/m2)	154.5 (dic 2016)
Prec. mensual más baja (l/m2)	0.0 (dic 2015)
Racha máx. viento: velocidad y direc...	Vel 137, Dir 270 (16 oct 1980 12:15)
Tem. máx. absoluta (°C)	41.2 (30 jul 1981)
Tem. media de las máx. más alta (°C)	33.1 (ago 2018)
Tem. media de las mín. más baja (°C)	5.9 (ene 1981)
Tem. media más alta (°C)	28.7 (jul 2015)
Tem. media más baja (°C)	10.8 (feb 2012)
Tem. mín. absoluta (°C)	0.1 (27 ene 2005)

Tabla 39. Datos climatológicos: Aeropuerto de Almería.

Datos de la instalación

Módulo fotovoltaico

El módulo a instalar es el BFR-G4.1 de la marca Q.ANTUM o similar, que en condiciones estándar tiene las siguientes características:

- Potencia pico: 285 Wp
- Tensión de circuito abierto (Voc): 39,22 V
- Intensidad de cortocircuito (Isc): 9,46 A
- Tensión en el punto de máxima potencia (Vmpp): 31,99 V
- Intensidad en el punto de máxima potencia (Impp): 8,91 A
- Coeficiente de temperatura (Voc): -0,29 %/°K
- Coeficiente de temperatura (Isc): 0.04 %/°K
- Coeficiente de temperatura (Pmpp): -0,40 %/°K
- Tensión máxima del sistema: 1.000 V
- TONC: 45 °C

El módulo fotovoltaico está compuesto por 60 células solares en serie de silicio policristalino de 156×156 mm, empaquetados en etileno de vinil-acetato, cristal solar de seguridad y lámina resistente a la intemperie en la parte posterior con armazón de aluminio anodizado en el borde completo.

Este módulo cumple con las normas IEC 61215 y IEC 61730. Clase de protección II.



MÓDULO SOLAR Q.ANTUM

El nuevo módulo de alta potencia **Q.PLUS BFR-G4.1** es la solución ideal para todas las aplicaciones gracias a su innovadora tecnología de células Q.ANTUM. El concepto celular, récord mundial, ha sido desarrollado para lograr el máximo rendimiento en condiciones reales de operación, incluso con baja irradiancia y en días de verano cálidos y claros.



TECNOLOGÍA DE CÉLULAS Q.ANTUM: BAJOS COSTES DE PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD

Mayor rendimiento por superficie y costes BOS más bajos gracias a clases de potencia elevadas y eficiencias de hasta el 17,4%.



TECNOLOGÍA INNOVADORA PARA TODOS LOS CLIMAS

Aprovechamiento óptimo en todo tipo de situaciones atmosféricas, gracias a un excelente comportamiento con la temperatura y con poca luz.



RENDIMIENTO DURADERO

Aseguramiento de rendimientos a largo plazo asegurado con la Anti PID Technology¹, Hot-Spot Protect y Traceable Quality Tra.Q™.



MARCO DE CALIDAD MÁS LIGERO

Marco de aleación de aluminio de alta tecnología, certificado para elevadas cargas de nieve (5400 Pa) y viento (4000 Pa).



REDUCCIÓN MÁXIMA DE COSTES

Costes logísticos hasta un 10% menores gracias a una mayor capacidad de módulos por caja.



SEGURIDAD EN LA INVERSIÓN

Incluidos 12 años de garantía de producto y 25 años de garantía lineal de potencia².



LA SOLUCIÓN IDEAL PARA:



Tejados de casas particulares



Sector comercial e industrial, instalaciones comerciales



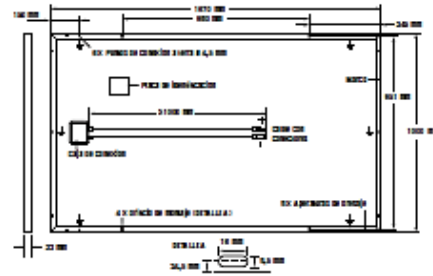
Centrales energéticas solares en zonas abiertas

¹ Condiciones de prueba: Células a -1500V respecto al marco del módulo (tierra), superficie frontal cubierta con lámina metálica, 25 °C, 168 h

² Para más información ver reverso de esta hoja de datos.

ESPECIFICACIONES MECÁNICAS

Formato	1670 mm x 1000 mm x 32 mm (marco incluido)
Peso	18,8 kg
Cubierta frontal	3,2 mm de vidrio templado con tecnología anti-reflexión
Cubierta posterior	Película compuesta
Marco	Aluminio anodizado negro
Tipo de célula	6 x 10 células Q.ANTUM
Caja de conexiones	66-77 mm x 115-90 mm x 15-19 mm Clase de protección IP67, con diodos bypass
Cable	Cable solar de 4 mm ² ; (+) 1000 mm, (-) 1000 mm
Conector	Multi-Contact, MC4, IP65 y IP68



PARÁMETROS ELÉCTRICOS

CLASES DE POTENCIA		275	280	285	
POTENCIA MÍNIMA EN CONDICIONES ESTÁNDAR DE PRUEBA, STC¹ (TOLERANCIA DE POTENCIA +5W/ -0W)					
Mínimo	Potencia en MPP ²	P_{MPP} [W]	275	280	285
	Corriente de cortocircuito*	I_{SC} [A]	9,35	9,41	9,46
	Tensión a circuito abierto*	V_{OC} [V]	38,72	38,97	39,22
	Corriente en MPP*	I_{MPP} [A]	8,77	8,84	8,91
	Tensión en MPP*	V_{MPP} [V]	31,36	31,67	31,99
	Eficiencia ²	η [%]	≥ 16,5	≥ 16,8	≥ 17,1
POTENCIA MÍNIMA EN CONDICIONES NORMALES DE FUNCIONAMIENTO, NOC³					
Mínimo	Potencia en MPP ²	P_{MPP} [W]	203,3	207,0	210,7
	Corriente de cortocircuito*	I_{SC} [A]	7,54	7,58	7,63
	Tensión a circuito abierto*	V_{OC} [V]	36,13	36,37	36,61
	Corriente en MPP*	I_{MPP} [A]	6,87	6,93	6,99
	Tensión en MPP*	V_{MPP} [V]	29,59	29,87	30,15

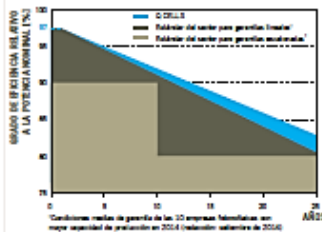
¹1000W/m², 25°C, espectro AM 1.5 G

²Tolerancia de medición STC ± 3%; NOC ± 5%

³800W/m², NOCT, espectro AM 1.5 G

*Valores típicos, los valores reales pueden diferir

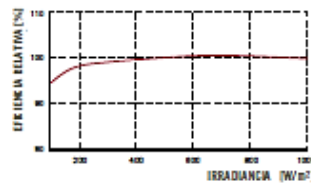
GARANTÍA DE POTENCIA Q CELLS



Un mínimo del 97% de la potencia nominal en el primer año. Después, un máximo del 0,6% de degradación anual.
Un mínimo del 92% de la potencia nominal tras 10 años. Un mínimo del 83% de la potencia nominal tras 25 años.

Todos los datos se encuentran dentro de las tolerancias de medición. Garantías de acuerdo con los términos de garantía de la organización de ventas de Q CELLS del respectivo país.

COMPORTAMIENTO A BAJA IRRADIANCIA



Típica potencia del módulo en condiciones de irradiancia bajas en comparación con las condiciones STC (25°C, 1000W/m²).

COEFICIENTES DE TEMPERATURA

Coeficiente de temperatura de I_{SC}	α [%/K]	+0,04	Coeficiente de temperatura de V_{OC}	β [%/K]	-0,29
Coeficiente de temperatura de P_{MPP}	γ [%/K]	-0,40	Temp. Normal de Funcionamiento	NOCT [°C]	45

PARÁMETROS DE CONEXIÓN A LA RED

Tensión máxima del sistema	V_{SYS} [V]	1000	Clase de protección	II
Máxima corriente inversa	I_R [A]	20	Clase de resistencia al fuego	C
Carga de viento/nieve (Prueba de carga conforme a IEC 61215)	[Pa]	4000/5400	Temperatura de módulo admisible en funcionamiento continuo	-40°C – +85°C

QUALIFICACIONES Y CERTIFICADOS

VDE Quality Tested; IEC 61215 (Ed.2); IEC 61730 (Ed.1), Aplicación clase A
Esta hoja de datos es conforme a la norma DIN EN 50380.



SOCIO

NOTA: Es imprescindible cumplir con las indicaciones del manual de instalación. Para más información sobre el uso autorizado de nuestros productos consulte el manual de instalación y funcionamiento o contacte con nuestro servicio técnico.

Hamwa Q CELLS GmbH

Sonnenallee 17-21, 06766 Bitterfeld-Wolfen, Germany | TEL +49 (0)3494 66 99-23444 | FAX +49 (0)3494 66 99-23000 | EMAIL sales@q-cells.com | WEB www.q-cells.com

Especificaciones sujetas a cambios técnicos © Hamwa Q CELLS Q PLUS 275-280-285_2017-05_16w02_ES

Engineered in Germany



Inversor

Se instalará un inversor del tipo TRIO-50.0-TL de la marca ABB o similar. Sus características son las siguientes:

Inversor (modelo)	TRIO-50.0-TL
Potencia máxima	52.000 VA
Potencia nominal	50.000 VA
Rango de tensión	480-800 Vdc
Máxima tensión	1.000 Vdc
Intensidad máxima (DC)	108 A

Tabla 40. Instalación fotovoltaica: Datos del inversor

Estos equipos se ajustan a las condiciones de generación en cuanto a potencia máxima, tensión máxima e intensidad.

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:

- Fuente de corriente.
- Auto-conmutados.
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- No funciona en isla o modo aislado.
- Permitirá el vertido a la red de energía eléctrica.

El inversor controla permanentemente el aislamiento de la instalación fotovoltaica, incorpora un mecanismo que vigila el aislamiento diferenciando dos niveles, siendo el primer nivel de alarma y el segundo de desconexión del ramal en cuestión cumpliendo con las funciones de un diferencial de corriente continua.

El inversor cumplirá con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y compatibilidad Electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante), incorporando protecciones reglamentarias.

La conexión entre los paneles se realizará mediante los cables (1 m) y conectores Tyco o Multilink que se incluye en el suministro de los mismos.

Todos los circuitos en corriente continua, pertenecientes a los conjuntos fotovoltaicos, se protegerán con fusibles de corriente continua.

Configuración consecuenta a 800 V: Todos los componentes están concebidos para altas tensiones en corriente continua. Esto garantiza una prolongada vida útil y un máximo grado de disponibilidad.

Completa protección: Fusibles de rango y descargadores de sobretensión protegen durante la operación bajo condiciones extraordinarias. El interruptor de gran capacidad integrado permite la desactivación veloz y segura de la instalación en cualquier momento, también bajo carga.

Cómodo mantenimiento: Para los trabajos de mantenimiento y control, cada una de las ramas (string) puede ser desconectada e identificada mediante los cortacircuitos fusibles, facilitando así la detección del fallo.

Efficiency curves of TRIO-50.0-TL-OUTD

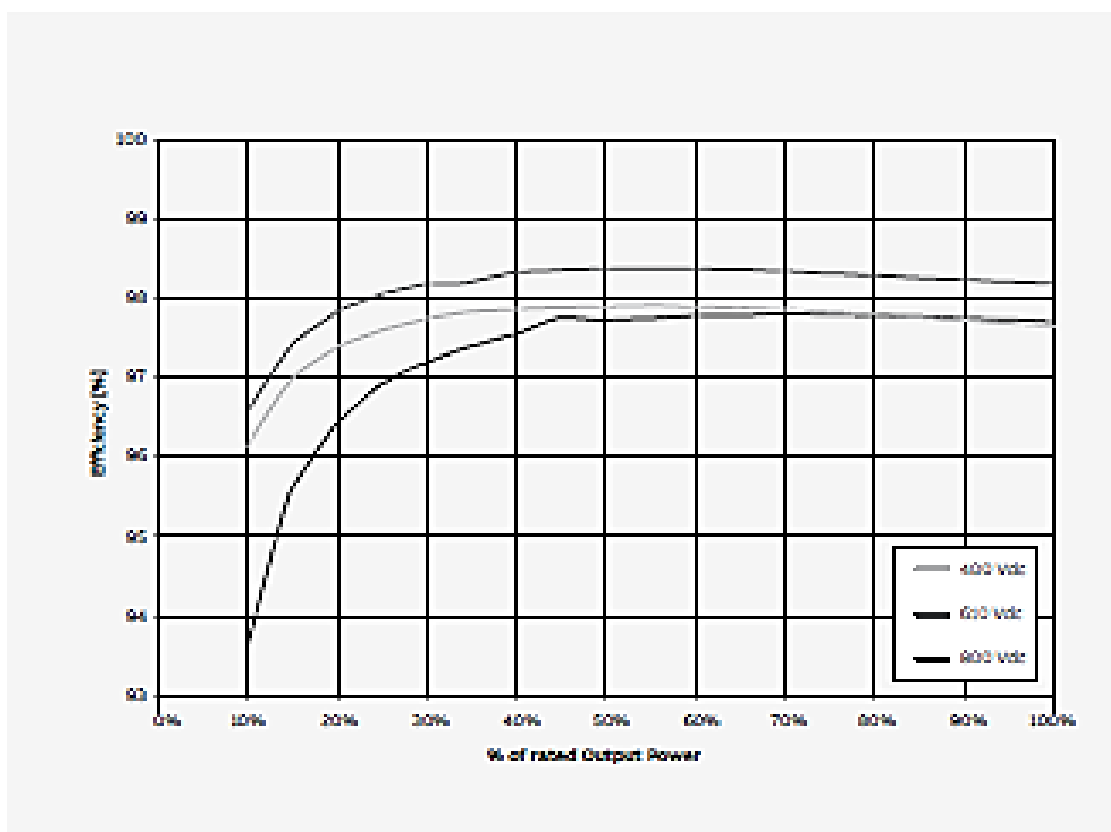


Figura 70. Instalación fotovoltaica: Curvas de eficiencia del inversor

ABB string inverters

TRIO-50.0-TL-OUTD / TRIO-60.0-TL-OUTD-480

50 to 60 kW



The TRIO-50.0/60.0 inverter is ABB's three-phase string solution for cost efficient large decentralized photovoltaic systems for both commercial and utility applications.

01

01 TRIO-50.0/60.0 outdoor string inverter

The TRIO-50.0/60.0 inverter has been designed with the objective to maximize the ROI in large systems with all the advantages of a decentralized configuration for both rooftop and ground-mounted installations.

Modular design

TRIO-50.0/60.0 has a landscape modular design to guarantee maximum flexibility.

The separate and configurable AC and DC compartments increase the ease of installation and maintenance with their ability to remain separately wired from the inverter module inside the system.

The TRIO-50.0/60.0 comes with the most complete wiring box configurations available including up to 16 DC inputs with fast connectors, monitored fuses, AC and DC switches and monitored type II AC and DC surge arresters.

Flexibility of installation

The forced air cooling system, designed for a simple and fast maintenance allows for the maximum flexibility of installation. The inverter comes with mounting supports for both horizontal and vertical positions which allow for the best use of space available beneath the solar panels.

Design flexibility

The double stage conversion topology offers the advantage of a wide input voltage range for maximum flexibility of the system design.

Highlights

- Transformerless topology
- Each inverter is set on specific grid codes which can be selected directly in the field
- Separate AC and DC compartments are available in different configurations
- Wide input range
- Both vertical and horizontal installation
- New 60 kW version available (480 Vac)

ABB string inverters

TRIO-50.0-TL-OUTD

TRIO-60.0-TL-OUTD-480

50 to 60 kW

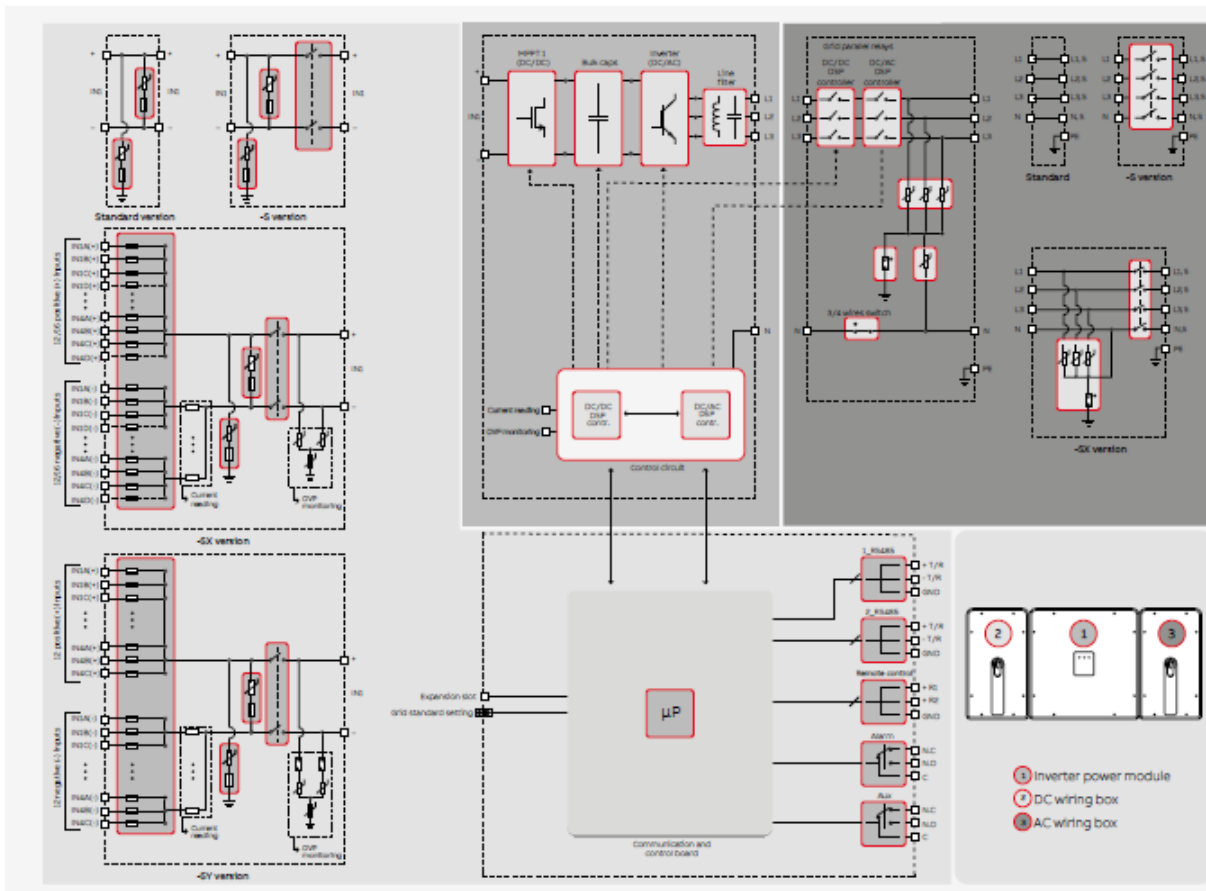


Technical data and types

Type code	TRIO-50.0-TL-OUTD	TRIO-60.0-TL-OUTD-480
Input side		
Absolute maximum DC input voltage ($V_{max,abs}$)	1000 V	
Start-up DC input voltage (V_{start})	420...700 V (Default 420 V)	420...700 V (Default 500 V)
Operating DC input voltage range ($V_{min}...V_{max}$)	0,7x V_{start} ...950 V (min 300 V)	0,7x V_{start} ...950 V (min 360 V)
Rated DC input voltage (V_{dc})	610 Vdc	720 Vdc
Rated DC input power (P_{dc})	52000 W	61800 W
Number of independent MPPT	1	
MPPT input DC voltage range ($V_{MPPTmin}...V_{MPPTmax}$) at P_{dc}	480-800 Vdc	570-800 Vdc
Maximum DC input current ($I_{dc,max}$)	108 A	
Maximum input short circuit current	160 A	
Number of DC input pairs	12 (-SX/-SY), 16 (-SX)	16 (-SX)
DC connection type	PV quick fit connector ¹⁾ on -SX and -SY version / Screw terminal block on Standard and -S version	
Input protection		
Reverse polarity protection	Yes, from limited current source	
Input over voltage protection for each MPPT - varistor	Yes, 2	
Input over voltage protection for each MPPT - plug in modular surge arrester	Type 2 (-SX version) / Type 1+2 (-SY version)	
Photovoltaic array isolation control	According to local standard	
DC switch rating for each MPPT (version with DC switch)	200 A / 1000 V	
Fuse rating (version with fuses)	15 A / 1000 V	
Output side		
AC grid connection type	Three-phase (3W+PE or 4W+PE)	
Rated AC power (P_{ac} @ $\cos\phi=1$)	50000 W	60000 W
Maximum AC output power ($P_{ac,max}$ @ $\cos\phi=1$)	50000 W	60000 W
Maximum apparent power (S_{max})	50000 VA	60000 VA
Rated AC grid voltage ($V_{ac,r}$)	400 V	480 V
AC voltage range	320...480 V ¹⁾	384...571 V ¹⁾
Maximum AC output current ($I_{ac,max}$)	77 A	
Contributory fault current	92 A	
Rated output frequency (f_r)	50 Hz / 60 Hz	
Output frequency range ($f_{min}...f_{max}$)	47...53 Hz / 57...63 Hz ²⁾	
Nominal power factor and adjustable range	> 0.995; 0...1 inductive/capacitive with maximum S_{max}	
Total current harmonic distortion	<3%	
Maximum AC cable section allowed	95 mm ² copper (with TRIO-ALUMINUM-KIT 150 mm ² aluminum)	
AC connection type	Screw terminal block, cable gland PG42	
Output protection		
Anti-islanding protection	According to local standard	
Maximum external AC overcurrent protection	100 A	
Output overvoltage protection - varistor	Yes, 4	
Output overvoltage protection - plug in modular surge arrester (-SX version)	4, Type 2	
Operating performance		
Maximum efficiency (η_{max})	98.3%	98.5%
Weighted efficiency (EURO/CEC)	98.0% / -	98.0% / -
Communication		
Remote monitoring	VSN300 Wifi Logger Card (opt.), VSN700 Data Logger (opt.)	
Wireless local monitoring	VSN300 Wifi Logger Card (opt.)	
User interface	LEDs, Display (option)	
Communication interface	2 (RS485)	
Environmental		
Ambient temperature range	-25...+60°C / -13...14°F with derating above 50°C / 140°F	-25...+60°C / -13...140°F with derating above 45°C / 113°F
Relative humidity	4%... 100% condensing	
Sound pressure level, typical	75 dB(A) @ 1 m	
Maximum operating altitude without derating	2000 m / 6560 ft	
Physical		
Environmental protection rating	IP65 (IP54 for cooling section)	
Cooling	Forced air	
Dimension (H x W x D)	725 mm x 1491 mm x 315 mm / 28.5" x 58.7" x 12.4"	
Weight	95 kg / 209 lbs overall, 66 kg / 145 lbs electronic compartment, 15 kg / 33 lbs AC wiring box (full optional), 14kg / 31 lbs DC wiring box (full optional)	
Mounting system	Wall bracket, horizontal support	

Page 5

ABB TRIO-50.0-TL-OUTD/TRIO-60.0-TL-OUTD-480 string inverter block diagram



Technical data and types

Type code	TRIO-50.0-TL-OUTD	TRIO-60.0-TL-OUTD-480
Safety	Transformerless	
Isolation level	CE	
Marking	IEC/EN 62109-1, IEC/EN 62109-2, EN 61000-6-2, EN 61000-6-3, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12	
Safety and EMC standard	CEI 0-21 ¹⁾ , CEI 0-16, DIN V VDE V 0126-1-1, VDE-AR-N 4105 ²⁾ , G59/3, EN 50438 (not for all national appendices) ³⁾ , RD 1699 ⁴⁾ , RD 413 ⁴⁾ , RD 661 ⁴⁾ , P.O. 12.3 ⁴⁾ , AS 4777 ⁴⁾ , BDEW, NRS-097-2-1 ⁴⁾ , MEA ⁴⁾ , PEA ⁴⁾ , IEC 61727, IEC 60068, IEC 61683, VFR-2014, IEC 62116	
Grid standard (check your sales channel for availability)		
Available product variants		
Inverter power module	TRIO-50.0-TL-OUTD-POWER MODULE	TRIO-60.0-TL-OUTD-POWER MODULE
DC wiring box options		
Input connections with terminal blocks	DCWB-TRIO-50.0-TL-OUTD ⁵⁾	DCWB-TRIO-60.0-TL-OUTD
Input connections with terminal blocks + DC switch	DCWB-S-TRIO-50.0-TL-OUTD ⁵⁾	DCWB-S-TRIO-60.0-TL-OUTD
12 quick input connections + fuses + DC switch + surge arresters Type 2	DCWB-SX-TRIO-50.0-TL-OUTD/12 INPUTS ⁵⁾	-
16 quick input connections + fuses + DC switch + surge arresters Type 2	DCWB-SX-TRIO-50.0-TL-OUTD/16 INPUTS ⁵⁾	DCWB-SX-TRIO-60.0-TL-OUTD/16 INPUTS
12 quick input connections + fuses + DC switch + surge arresters Type 1+2	DCWB-SY-TRIO-50.0-TL-OUTD ⁵⁾	-
AC wiring box options		
AC output connections with terminal blocks	ACWB-TRIO-50.0-TL-OUTD	ACWB-TRIO-60.0-TL-OUTD
AC output connections with terminal blocks + AC switch	ACWB-S-TRIO-50.0-TL-OUTD	ACWB-S-TRIO-60.0-TL-OUTD
AC output connections with terminal blocks + AC switch + surge arrester Type 2	ACWB-SX-TRIO-50.0-TL-OUTD	ACWB-SX-TRIO-60.0-TL-OUTD

¹⁾ The AC voltage range may vary depending on specific country grid standard

²⁾ The Frequency range may vary depending on specific country grid standard

³⁾ Please refer to the document "String Inverters – Product manual appendix" available at www.abb.com/solarinverters for information on the quick-fit connector brand and model used in the inverter

⁴⁾ Valid only for model TRIO-50-TL-OUTD

⁵⁾ DCWB with display is available on request

Remark: Features not specifically listed in the present data sheet are not included in

Generador fotovoltaico

La planta tendrá una potencia nominal de 100 kW, compuesta por dos inversores de 50 kW, los paneles se instalarán sobre la cubierta de la nave de forma coplanaria, con orientación sureste (15°) y con una inclinación de 15°, siendo el número de 342 módulos en total que ocuparan una superficie aproximada de 1.000 m².

En las condiciones estándar de funcionamiento, es decir, irradiancia solar de 1.000 W/m², distribución espectral AM 1,5 y temperatura de célula de 25 °C, el generador fotovoltaico tiene las siguientes características:

	Por placa	Paneles en serie	String por inversor
		19	9
Potencia máxima (Wp)	285	5.415	48.735
Tensión a potencia máxima (V)	31,99	607,81	607,81
Intensidad a potencia máxima (A)	8,91	8,91	80,19
Tensión a circuito abierto (V)	39,22	745,18	745,18
Intensidad cortocircuito (A)	9,46	9,46	85,14
Intensidad I_{cc} (70°C)	9,63	9,63	86,67
Tensión V_{mpp} (70°C, 1000 W/m²)	26,87	510,56	510,56
Tensión V_{mpp} (-10°C, 1000 W/m²)	35,97	683,45	683,45
Tensión Voc ((-10°C, 1000 W/m²)	43,2	820,82	820,82

Tabla 41. Instalación fotovoltaica: Datos del generador

La potencia pico a instalar total es de 97.470 Wp (2 inversores × 48.735 Wp/inversor).

No existen en la instalación partes con sombras parciales ni totales.

Cálculos

Composición del generador solar

DATOS INSTALACIÓN	
Potencia nominal [kW]	100
Superficie [m ²]	1000
Inclinación de la superficie [°]	15
Colector solar (modelo)	BFRT-G4.1 285
Potencia pico [Wp]	285
Dimensión Longitud [m]	1,67
Dimensión Anchura [m]	1
Tensión Umpp [V]	31,99
Intensidad Imp [A]	8,91
Tensión CC Voc [V]	39,22
Intensidad CC Isc [A]	9,46
Coeficiente Tensión Tk (Voc) [mV/K]	-113,37
Coeficiente Intensidad Tk (Isc) [mA/K]	3,76
Inversor (modelo)	TRIO-50.0-TL
Potencia máxima Pfvmax [kW]	52
Potencia nominal Pccnom [kW]	50
Tensión mínima Ufv inferior [V]	480
Tensión máxima Ufv superior [V]	800
Tensión máxima admisible Uccmax [V]	1000
Intensidad nominal Iccnom [A]	108
Intensidad máxima Iccmax [A]	160

Tabla 42. Instalación fotovoltaica: Datos de la instalación

DISEÑO INSTALACIÓN	
Potencia inversor [kWp]	50
Umpp (70°) [V]	26,87
Umpp (-10°) [V]	35,97
Voc (-10°) [V]	43,2
Icc (70°) [A]	86,67
Módulos serie máximo	22,24
Módulos serie mínimo	15,63
Número cadenas serie	19
Número ramas paralelo	9
Número módulos	171
Potencia paneles [Wp]	48735
Comprobación rango de tensiones cadenas serie	
Umpp (70°) [V]	510,56
Umpp (-10°) [V]	683,45
Umpp (25°) [V]	607,81
Icc (70°) [A]	86,67

Tabla 43. Instalación fotovoltaica: Diseño de la instalación

Generación y ahorro mensual durante el primer año

ENERO			kWpico instalados		AHORRO		DÍAS		Precio excedentes [€/kWh]
			97,47		817,44 €		24	7	0,04
Hora	CONSUMO [wh]		PRODUCCIÓN diaria por kWpico [kWh]	PRODUCCIÓN [kWh] Diaria	CONSUMO [kWh]		AHORRO [€]		PRECIOS TARIFA 3.0 [€/kWh]
	Laborables	NO Laborables			Laborables	NO Laborables	Laborables	NO Laborables	
0:30:00	31014	28384	0	0,00	31,01	28,38	0,00 €	0,00 €	0,06652
1:30:00	28885	29867	0	0,00	28,89	29,87	0,00 €	0,00 €	0,06652
2:30:00	28976	26141	0	0,00	28,98	26,14	0,00 €	0,00 €	0,06652
3:30:00	27776	25539	0	0,00	27,78	25,54	0,00 €	0,00 €	0,06652
4:30:00	26536	24739	0	0,00	26,54	24,74	0,00 €	0,00 €	0,06652
5:30:00	26159	25454	0	0,00	26,16	25,45	0,00 €	0,00 €	0,06652
6:30:00	25815	24453	0	0,00	25,81	24,45	0,00 €	0,00 €	0,06652
7:30:00	23980	23220	0	0,00	23,98	23,22	0,00 €	0,00 €	0,06652
8:30:00	23073	22338	0,08	8,27	23,07	22,34	0,76 €	1,50 €	0,092118
9:30:00	30469	22651	0,20	19,37	30,47	22,65	1,78 €	1,96 €	0,092118
10:30:00	43128	22594	0,32	31,19	43,13	22,59	2,87 €	2,43 €	0,092118
11:30:00	47849	22788	0,41	39,48	47,85	22,79	3,64 €	2,77 €	0,092118
12:30:00	47386	23344	0,45	43,75	47,39	23,34	4,03 €	2,97 €	0,092118
13:30:00	42041	25258	0,45	43,93	42,04	25,26	3,95 €	3,07 €	0,092118
14:30:00	40701	23498	0,41	40,05	40,70	23,50	3,69 €	2,83 €	0,092118
15:30:00	54868	23877	0,33	32,40	54,87	23,88	2,98 €	2,54 €	0,092118
16:30:00	51124	22953	0,22	21,59	51,12	22,95	1,99 €	2,06 €	0,092118
17:30:00	55515	23827	0,09	8,88	55,52	23,83	0,82 €	1,60 €	0,092118
18:30:00	50219	21986	0,02	1,56	50,22	21,99	0,17 €	1,58 €	0,109049
19:30:00	43700	22199	0	0,00	43,70	22,20	0,00 €	0,00 €	0,109049
20:30:00	42045	20928	0	0,00	42,05	20,93	0,00 €	0,00 €	0,109049
21:30:00	34119	22915	0	0,00	34,12	22,91	0,00 €	0,00 €	0,109049
22:30:00	31159	22027	0	0,00	31,16	22,03	0,00 €	0,00 €	0,092118
23:30:00	30481	22612	0	0,00	30,48	22,61	0,00 €	0,00 €	0,092118
			2,98	290,46			26,68 €	25,29 €	
							640,43 €	177,01 €	

Tabla 44. Instalación fotovoltaica: Enero

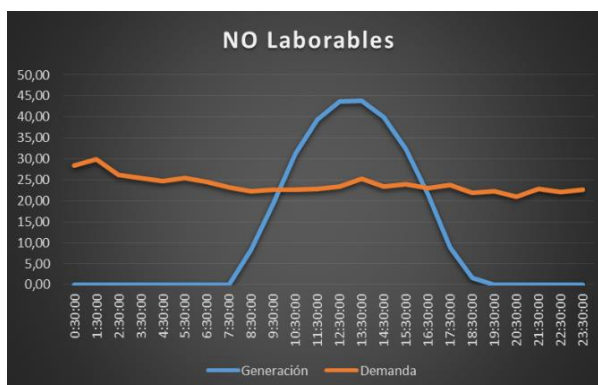
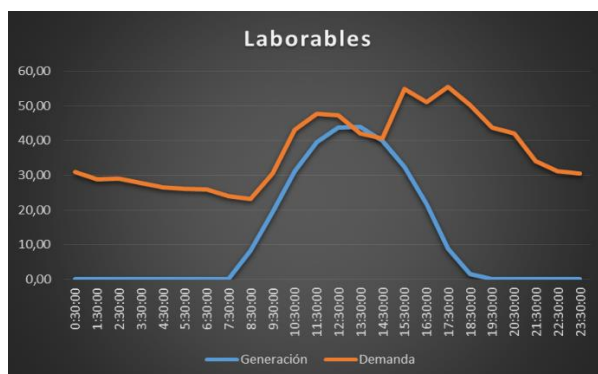


Figura 71. Instalación fotovoltaica: Enero

FEBRERO				kWpico instalados	AHORRO		DÍAS		Precio excedentes [€/kWh]
				97,47	828,45 €		23	5	0,04
Hora	CONSUMO [wh]		PRODUCCIÓN diaria por kWpico [kWh]	PRODUCCIÓN [kWh] Diaria	CONSUMO [kWh]		AHORRO [€]		PRECIOS TARIFA 3.0 [€/kWh]
	Laborables	NO Laborables			Laborables	NO Laborables	Laborables	NO Laborables	
0:30:00	26299	24795	0	0,00	26,30	24,79	0,00 €	0,00 €	0,06652
1:30:00	25081	25643	0	0,00	25,08	25,64	0,00 €	0,00 €	0,06652
2:30:00	25133	23512	0	0,00	25,13	23,51	0,00 €	0,00 €	0,06652
3:30:00	24447	23168	0	0,00	24,45	23,17	0,00 €	0,00 €	0,06652
4:30:00	23738	22710	0	0,00	23,74	22,71	0,00 €	0,00 €	0,06652
5:30:00	23522	23119	0	0,00	23,52	23,12	0,00 €	0,00 €	0,06652
6:30:00	23325	22546	0	0,00	23,33	22,55	0,00 €	0,00 €	0,06652
7:30:00	22276	21841	0	0,00	22,28	21,84	0,00 €	0,00 €	0,06652
8:30:00	21757	21337	0,13	12,89	21,76	21,34	1,19 €	1,63 €	0,092118
9:30:00	25987	21516	0,27	26,25	25,99	21,52	2,40 €	2,17 €	0,092118
10:30:00	33226	21483	0,40	38,90	33,23	21,48	3,29 €	2,68 €	0,092118
11:30:00	35926	21594	0,49	47,81	35,93	21,59	3,78 €	3,04 €	0,092118
12:30:00	35661	21912	0,54	52,41	35,66	21,91	3,95 €	3,24 €	0,092118
13:30:00	32605	23007	0,54	52,52	32,60	23,01	3,80 €	3,30 €	0,092118
14:30:00	31838	22000	0,50	48,28	31,84	22,00	3,59 €	3,08 €	0,092118
15:30:00	39940	22217	0,41	39,93	39,94	22,22	3,68 €	2,76 €	0,092118
16:30:00	37799	21689	0,29	28,14	37,80	21,69	2,59 €	2,26 €	0,092118
17:30:00	40310	22189	0,15	14,29	40,31	22,19	1,32 €	1,73 €	0,092118
18:30:00	37281	21136	0,04	4,09	37,28	21,14	0,45 €	1,62 €	0,109049
19:30:00	33553	21257	0	0,00	33,55	21,26	0,00 €	0,00 €	0,109049
20:30:00	32607	20530	0	0,00	32,61	20,53	0,00 €	0,00 €	0,109049
21:30:00	28074	21667	0	0,00	28,07	21,67	0,00 €	0,00 €	0,109049
22:30:00	26381	21159	0	0,00	26,38	21,16	0,00 €	0,00 €	0,092118
23:30:00	25993	21494	0	0,00	25,99	21,49	0,00 €	0,00 €	0,092118
				3,75	365,51		30,04 €	27,49 €	
							690,99 €	137,45 €	

Tabla 45. Instalación fotovoltaica: Febrero

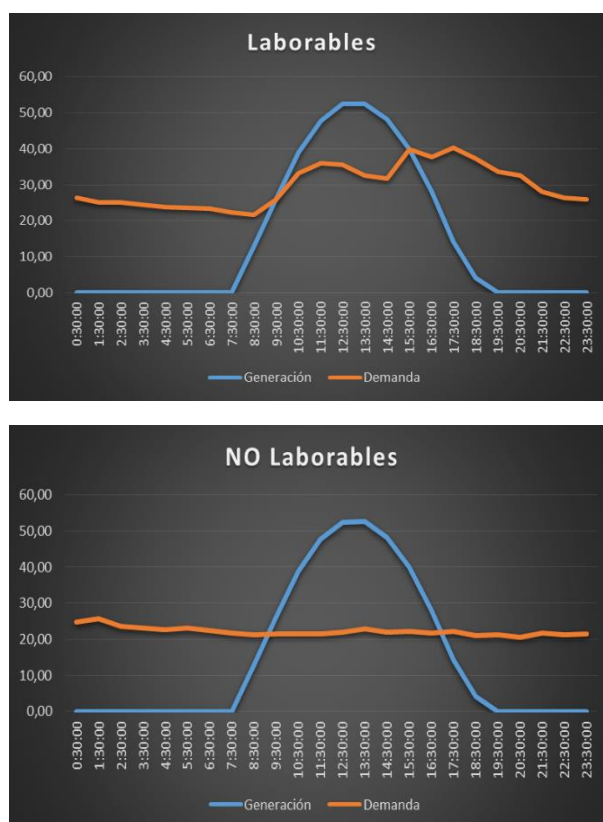


Figura 72. Instalación fotovoltaica: Febrero

MARZO				kWpico instalados		AHORRO		DÍAS		Precio excedentes [€/kWh]
				97,47		1.171,28 €		26	5	0,04
Hora	CONSUMO [wh]		PRODUCCIÓN diaria por kWpico [kWh]	PRODUCCIÓN [kWh] Diaria	CONSUMO [kWh]		AHORRO [€]		PRECIOS TARIFA 3.0 [€/kWh]	
	Laborables	NO Laborables			Laborables	NO Laborables	Laborables	NO Laborables		
0:30:00	29738	27412	0,00	0,00	29,74	27,41	0,00 €	0,00 €	0,06652	
1:30:00	27856	28723	0,00	0,00	27,86	28,72	0,00 €	0,00 €	0,06652	
2:30:00	27935	25429	0,00	0,00	27,94	25,43	0,00 €	0,00 €	0,06652	
3:30:00	26875	24897	0,00	0,00	26,88	24,90	0,00 €	0,00 €	0,06652	
4:30:00	25778	24190	0,00	0,00	25,78	24,19	0,00 €	0,00 €	0,06652	
5:30:00	25445	24822	0,00	0,00	25,45	24,82	0,00 €	0,00 €	0,06652	
6:30:00	25141	23936	0,00	0,00	25,14	23,94	0,00 €	0,00 €	0,06652	
7:30:00	23518	22847	0,08	8,05	23,52	22,85	0,54 €	0,93 €	0,06652	
8:30:00	22717	22067	0,21	20,46	22,72	22,07	1,88 €	1,97 €	0,092118	
9:30:00	29256	22343	0,37	35,68	29,26	22,34	2,95 €	2,59 €	0,092118	
10:30:00	40448	22293	0,49	47,94	40,45	22,29	4,03 €	3,08 €	0,092118	
11:30:00	44621	22465	0,58	56,28	44,62	22,46	4,58 €	3,42 €	0,092118	
12:30:00	44212	22957	0,62	60,47	44,21	22,96	4,72 €	3,62 €	0,092118	
13:30:00	39487	24648	0,62	60,47	39,49	24,65	4,48 €	3,70 €	0,092118	
14:30:00	38302	23092	0,58	56,43	38,30	23,09	4,25 €	3,46 €	0,092118	
15:30:00	50827	23427	0,50	48,46	50,83	23,43	4,46 €	3,16 €	0,092118	
16:30:00	47517	22611	0,38	36,92	47,52	22,61	3,40 €	2,66 €	0,092118	
17:30:00	51399	23384	0,23	22,69	51,40	23,38	2,09 €	2,13 €	0,092118	
18:30:00	46717	21756	0,08	8,05	46,72	21,76	0,88 €	1,82 €	0,109049	
19:30:00	40953	21944	0,02	2,06	40,95	21,94	0,22 €	1,60 €	0,109049	
20:30:00	39490	20820	0,00	0,00	39,49	20,82	0,00 €	0,00 €	0,109049	
21:30:00	32482	22577	0,00	0,00	32,48	22,58	0,00 €	0,00 €	0,109049	
22:30:00	29866	21792	0,00	0,00	29,87	21,79	0,00 €	0,00 €	0,092118	
23:30:00	29266	22310	0,00	0,00	29,27	22,31	0,00 €	0,00 €	0,092118	
			4,76	463,96			38,49 €	34,13 €		
							1.000,62 €	170,66 €		

Tabla 46. Instalación fotovoltaica: Marzo

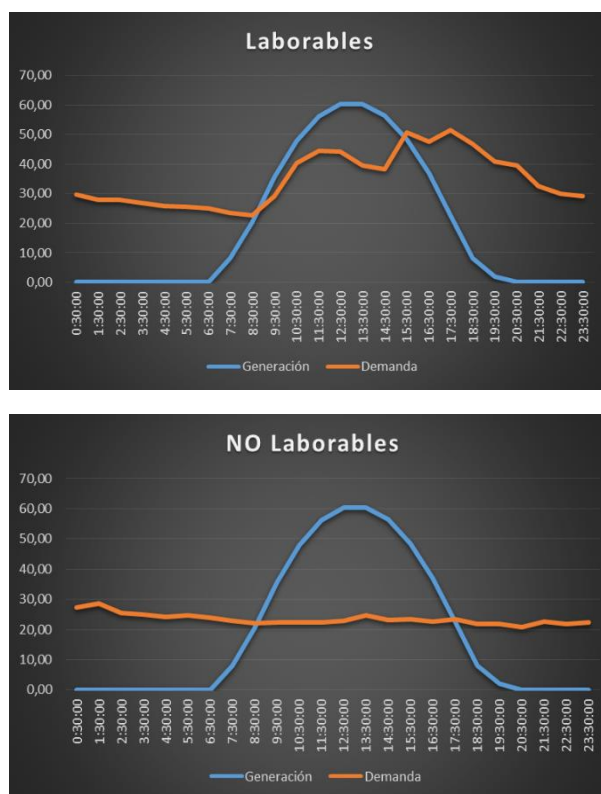


Figura 73. Instalación fotovoltaica: Marzo

ABRIL				kWpico instalados		AHORRO		DÍAS		Precio excedentes [€/kWh]
				97,47		1.421,71 €		24	6	0,04
Hora	CONSUMO [wh]		PRODUCCIÓN diaria por kWpico [kWh]	PRODUCCIÓN [kWh] Diaria	CONSUMO [kWh]		AHORRO [€]		PRECIOS TARIFA 3.0 [€/kWh]	
	Laborables	NO Laborables			Laborables	NO Laborables	Laborables	NO Laborables		
0:30:00	38394	34002	0,00	0,00	38,39	34,00	0,00 €	0,00 €	0,06652	
1:30:00	34839	36478	0,00	0,00	34,84	36,48	0,00 €	0,00 €	0,06652	
2:30:00	34990	30255	0,00	0,00	34,99	30,26	0,00 €	0,00 €	0,06652	
3:30:00	32987	29250	0,00	0,00	32,99	29,25	0,00 €	0,00 €	0,06652	
4:30:00	30915	27914	0,00	0,00	30,92	27,91	0,00 €	0,00 €	0,06652	
5:30:00	30286	29109	0,00	0,00	30,29	29,11	0,00 €	0,00 €	0,06652	
6:30:00	29711	27436	0,00	0,00	29,71	27,44	0,00 €	0,00 €	0,06652	
7:30:00	26646	25377	0,00	0,00	26,65	25,38	0,00 €	0,00 €	0,06652	
8:30:00	25132	23904	0,10	9,67	25,13	23,90	0,89 €	1,63 €	0,092118	
9:30:00	37484	24427	0,25	24,79	37,48	24,43	2,28 €	2,26 €	0,092118	
10:30:00	58625	24332	0,40	39,39	58,63	24,33	3,63 €	2,84 €	0,092118	
11:30:00	66510	24656	0,53	51,31	66,51	24,66	5,60 €	3,75 €	0,109049	
12:30:00	65736	25585	0,61	59,60	65,74	25,59	6,50 €	4,15 €	0,109049	
13:30:00	56810	28781	0,65	63,82	56,81	28,78	6,48 €	4,54 €	0,109049	
14:30:00	54572	25842	0,65	63,83	54,57	25,84	6,32 €	4,34 €	0,109049	
15:30:00	78232	26474	0,61	59,73	78,23	26,47	5,50 €	3,77 €	0,092118	
16:30:00	71979	24932	0,53	51,74	71,98	24,93	4,77 €	3,37 €	0,092118	
17:30:00	79313	26392	0,41	40,33	79,31	26,39	3,72 €	2,99 €	0,092118	
18:30:00	70468	23317	0,27	26,45	70,47	23,32	2,44 €	2,27 €	0,092118	
19:30:00	59581	23672	0,12	12,05	59,58	23,67	1,11 €	1,72 €	0,092118	
20:30:00	56817	21549	0,03	3,15	56,82	21,55	0,29 €	1,25 €	0,092118	
21:30:00	43579	24868	0,00	0,00	43,58	24,87	0,00 €	0,00 €	0,092118	
22:30:00	38636	23385	0,00	0,00	38,64	23,38	0,00 €	0,00 €	0,092118	
23:30:00	37503	24363	0,00	0,00	37,50	24,36	0,00 €	0,00 €	0,092118	
			5,19	505,87			49,52 €	38,89 €		
							1.188,37 €	233,34 €		

Tabla 47. Instalación fotovoltaica: Abril

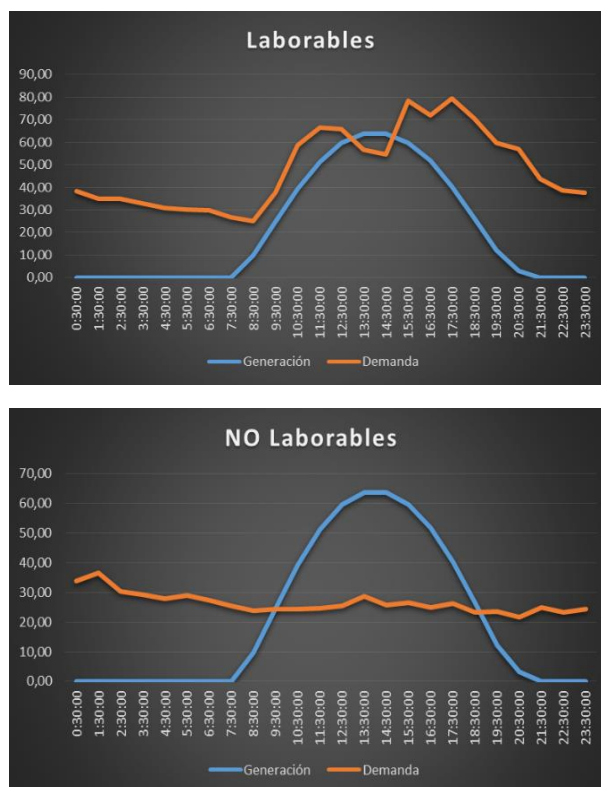


Figura 74. Instalación fotovoltaica: Abril

MAYO				kWpico instalados	AHORRO		DÍAS		Precio excedentes [€/kWh]
				97,47	1.593,69 €		24	7	0,04
Hora	CONSUMO [wh]		PRODUCCIÓN diaria por kWpico [kWh]	PRODUCCIÓN [kWh] Diaria	CONSUMO [kWh]		AHORRO [€]		PRECIOS TARIFA 3.0 [€/kWh]
	Laborables	NO Laborables			Laborables	NO Laborables	Laborables	NO Laborables	
0:30:00	44180	38407	0,00	0,00	44,18	38,41	0,00 €	0,00 €	0,06652
1:30:00	39507	41662	0,00	0,00	39,51	41,66	0,00 €	0,00 €	0,06652
2:30:00	39705	33481	0,00	0,00	39,71	33,48	0,00 €	0,00 €	0,06652
3:30:00	37072	32160	0,00	0,00	37,07	32,16	0,00 €	0,00 €	0,06652
4:30:00	34349	30404	0,00	0,00	34,35	30,40	0,00 €	0,00 €	0,06652
5:30:00	33522	31974	0,00	0,00	33,52	31,97	0,00 €	0,00 €	0,06652
6:30:00	32766	29775	0,00	0,00	32,77	29,78	0,00 €	0,00 €	0,06652
7:30:00	28737	27069	0,06	5,92	28,74	27,07	0,39 €	0,95 €	0,06652
8:30:00	26747	25133	0,18	17,48	26,75	25,13	1,61 €	2,01 €	0,092118
9:30:00	42984	25819	0,33	32,08	42,98	25,82	2,96 €	2,63 €	0,092118
10:30:00	70775	25695	0,47	45,34	70,77	25,69	4,18 €	3,15 €	0,092118
11:30:00	81139	26121	0,57	55,84	81,14	26,12	6,09 €	4,04 €	0,109049
12:30:00	80123	27342	0,64	62,71	80,12	27,34	6,84 €	4,40 €	0,109049
13:30:00	68389	31543	0,67	65,72	68,39	31,54	7,17 €	4,81 €	0,109049
14:30:00	65446	27679	0,66	64,72	65,45	27,68	7,06 €	4,50 €	0,109049
15:30:00	96549	28511	0,61	59,87	96,55	28,51	5,51 €	3,88 €	0,092118
16:30:00	88329	26483	0,53	51,38	88,33	26,48	4,73 €	3,44 €	0,092118
17:30:00	97969	28403	0,41	39,84	97,97	28,40	3,67 €	3,07 €	0,092118
18:30:00	86343	24361	0,27	26,21	86,34	24,36	2,41 €	2,32 €	0,092118
19:30:00	72031	24827	0,13	12,41	72,03	24,83	1,14 €	1,79 €	0,092118
20:30:00	68398	22037	0,03	3,40	68,40	22,04	0,31 €	1,28 €	0,092118
21:30:00	50996	26400	0,00	0,00	51,00	26,40	0,00 €	0,00 €	0,092118
22:30:00	44498	24450	0,00	0,00	44,50	24,45	0,00 €	0,00 €	0,092118
23:30:00	43009	25735	0,00	0,00	43,01	25,74	0,00 €	0,00 €	0,092118
			5,57	542,91			54,08 €	42,27 €	
							1.297,81 €	295,88 €	

Tabla 48. Instalación fotovoltaica: Mayo

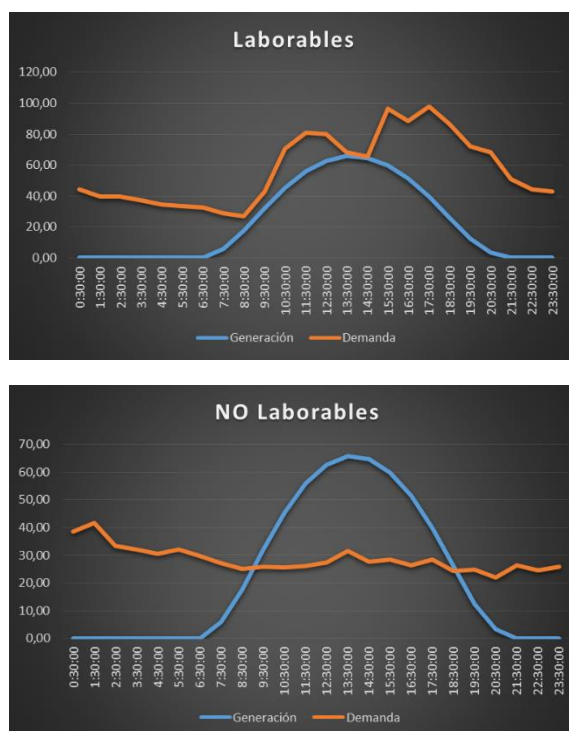


Figura 75. Instalación fotovoltaica: Mayo

JUNIO			kWpico instalados		AHORRO		DÍAS		Precio excedentes [€/kWh]
			97,47		1.692,49 €		25	5	0,04
Hora	CONSUMO [wh]		PRODUCCIÓN diaria por kWpico [kWh]	PRODUCCIÓN [kWh] Diaria	CONSUMO [kWh]		AHORRO [€]		PRECIOS TARIFA 3.0 [€/kWh]
	Laborables	NO Laborables			Laborables	NO Laborables	Laborables	NO Laborables	
0:30:00	48586	41760	0,00	0,00	48,59	41,76	0,00 €	0,00 €	0,06652
1:30:00	43061	45608	0,00	0,00	43,06	45,61	0,00 €	0,00 €	0,06652
2:30:00	43295	35937	0,00	0,00	43,30	35,94	0,00 €	0,00 €	0,06652
3:30:00	40182	34375	0,00	0,00	40,18	34,38	0,00 €	0,00 €	0,06652
4:30:00	36963	32300	0,00	0,00	36,96	32,30	0,00 €	0,00 €	0,06652
5:30:00	35986	34156	0,00	0,00	35,99	34,16	0,00 €	0,00 €	0,06652
6:30:00	35092	31556	0,00	0,00	35,09	31,56	0,00 €	0,00 €	0,06652
7:30:00	30329	28356	0,05	4,50	30,33	28,36	0,30 €	0,93 €	0,06652
8:30:00	27976	26068	0,16	15,44	27,98	26,07	1,42 €	1,98 €	0,092118
9:30:00	47172	26879	0,31	30,56	47,17	26,88	2,82 €	2,62 €	0,092118
10:30:00	80026	26732	0,46	45,24	80,03	26,73	4,17 €	3,20 €	0,092118
11:30:00	92279	27236	0,59	57,49	92,28	27,24	6,27 €	4,18 €	0,109049
12:30:00	91077	28680	0,68	66,14	91,08	28,68	7,21 €	4,63 €	0,109049
13:30:00	77205	33646	0,72	70,60	77,20	33,65	7,70 €	5,15 €	0,109049
14:30:00	73726	29078	0,72	70,63	73,73	29,08	7,70 €	4,83 €	0,109049
15:30:00	110496	30061	0,68	66,31	110,50	30,06	6,11 €	4,22 €	0,092118
16:30:00	100778	27664	0,59	57,89	100,78	27,66	5,33 €	3,76 €	0,092118
17:30:00	112175	29933	0,47	46,04	112,18	29,93	4,24 €	3,40 €	0,092118
18:30:00	98430	25156	0,33	31,82	98,43	25,16	2,93 €	2,58 €	0,092118
19:30:00	81510	25706	0,17	17,03	81,51	25,71	1,57 €	2,02 €	0,092118
20:30:00	77216	22408	0,05	5,20	77,22	22,41	0,48 €	1,38 €	0,092118
21:30:00	56644	27565	0,02	1,86	56,64	27,57	0,17 €	1,51 €	0,092118
22:30:00	48961	25260	0,00	0,00	48,96	25,26	0,00 €	0,00 €	0,092118
23:30:00	47201	26780	0,00	0,00	47,20	26,78	0,00 €	0,00 €	0,092118
			6,02	586,77			58,42 €	46,39 €	
							1.460,53 €	231,96 €	

Tabla 49. Instalación fotovoltaica: Junio

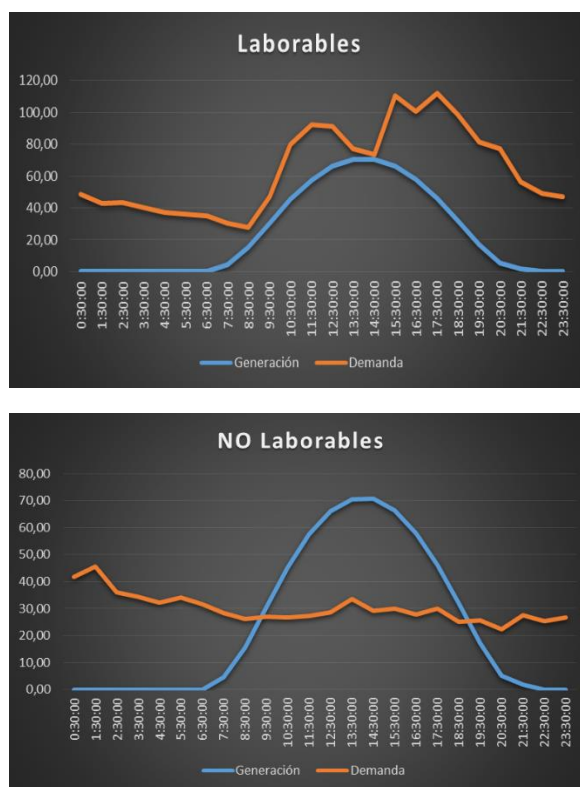


Figura 76. Instalación fotovoltaica: Junio

JULIO			kWpico instalados		AHORRO		DÍAS		Precio excedentes [€/kWh]
			97,47		1.697,64 €		26	5	0,04
Hora	CONSUMO [wh]		PRODUCCIÓN diaria por kWpico [kWh]	PRODUCCIÓN [kWh] Diaria	CONSUMO [kWh]		AHORRO [€]		PRECIOS TARIFA 3.0 [€/kWh]
	Laborables	NO Laborables			Laborables	NO Laborables	Laborables	NO Laborables	
0:30:00	42316	36987	0,00	0,00	42,32	36,99	0,00 €	0,00 €	0,06652
1:30:00	38003	39991	0,00	0,00	38,00	39,99	0,00 €	0,00 €	0,06652
2:30:00	38186	32442	0,00	0,00	38,19	32,44	0,00 €	0,00 €	0,06652
3:30:00	35756	31222	0,00	0,00	35,76	31,22	0,00 €	0,00 €	0,06652
4:30:00	33242	29602	0,00	0,00	33,24	29,60	0,00 €	0,00 €	0,06652
5:30:00	32479	31051	0,00	0,00	32,48	31,05	0,00 €	0,00 €	0,06652
6:30:00	31781	29021	0,00	0,00	31,78	29,02	0,00 €	0,00 €	0,06652
7:30:00	28063	26523	0,04	3,58	28,06	26,52	0,24 €	0,85 €	0,06652
8:30:00	26226	24737	0,15	14,32	26,23	24,74	1,32 €	1,86 €	0,092118
9:30:00	41212	25370	0,30	29,60	41,21	25,37	2,73 €	2,51 €	0,092118
10:30:00	66860	25255	0,46	44,63	66,86	25,26	4,11 €	3,10 €	0,092118
11:30:00	76425	25649	0,59	57,17	76,42	25,65	6,23 €	4,06 €	0,109049
12:30:00	75487	26776	0,68	66,05	75,49	26,78	7,20 €	4,49 €	0,109049
13:30:00	64658	30653	0,72	70,63	64,66	30,65	7,29 €	4,94 €	0,109049
14:30:00	61942	27087	0,73	70,70	61,94	27,09	7,10 €	4,70 €	0,109049
15:30:00	90646	27854	0,68	66,23	90,65	27,85	6,10 €	4,10 €	0,092118
16:30:00	83060	25983	0,59	57,62	83,06	25,98	5,31 €	3,66 €	0,092118
17:30:00	91957	27755	0,47	45,48	91,96	27,75	4,19 €	3,27 €	0,092118
18:30:00	81227	24025	0,32	30,94	81,23	24,02	2,85 €	2,49 €	0,092118
19:30:00	68019	24455	0,16	16,02	68,02	24,45	1,48 €	1,92 €	0,092118
20:30:00	64666	21879	0,05	4,68	64,67	21,88	0,43 €	1,33 €	0,092118
21:30:00	48606	25906	0,01	1,33	48,61	25,91	0,12 €	1,40 €	0,092118
22:30:00	42609	24106	0,00	0,00	42,61	24,11	0,00 €	0,00 €	0,092118
23:30:00	41235	25293	0,00	0,00	41,23	25,29	0,00 €	0,00 €	0,092118
			5,94	578,97			56,70 €	44,67 €	
							1.474,31 €	223,33 €	

Tabla 50. Instalación fotovoltaica: Julio

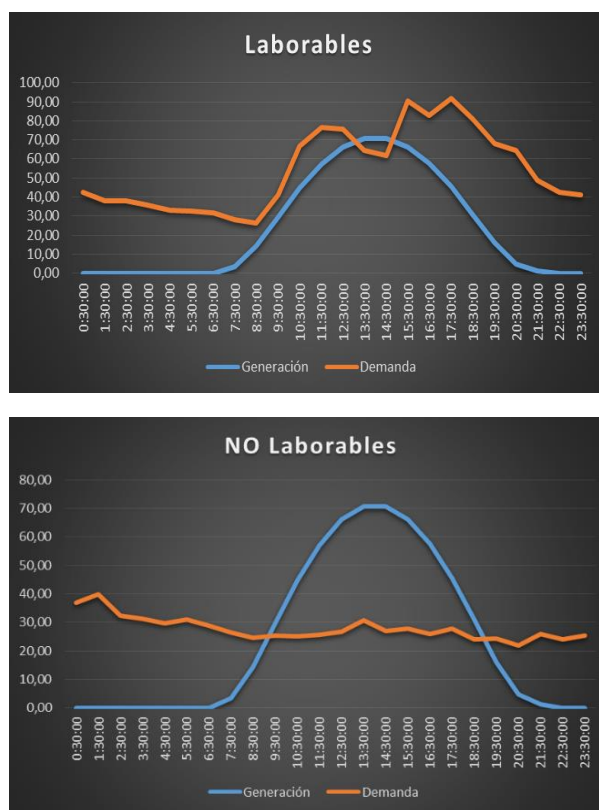


Figura 77. Instalación fotovoltaica: Julio

AGOSTO				kWpico instalados	AHORRO		DÍAS		Precio excedentes [€/kWh]
				97,47	1.597,92 €		26	5	0,04
Hora	CONSUMO [wh]		PRODUCCIÓN diaria por kWpico [kWh]	PRODUCCIÓN [kWh] Diaria	CONSUMO [kWh]		AHORRO [€]		PRECIOS TARIFA 3.0 [€/kWh]
	Laborables	NO Laborables			Laborables	NO Laborables	Laborables	NO Laborables	
0:30:00	45119	39121	0,00	0,00	45,12	39,12	0,00 €	0,00 €	0,06652
1:30:00	40264	42503	0,00	0,00	40,26	42,50	0,00 €	0,00 €	0,06652
2:30:00	40470	34004	0,00	0,00	40,47	34,00	0,00 €	0,00 €	0,06652
3:30:00	37735	32632	0,00	0,00	37,73	32,63	0,00 €	0,00 €	0,06652
4:30:00	34906	30808	0,00	0,00	34,91	30,81	0,00 €	0,00 €	0,06652
5:30:00	34047	32439	0,00	0,00	34,05	32,44	0,00 €	0,00 €	0,06652
6:30:00	33261	30155	0,00	0,00	33,26	30,15	0,00 €	0,00 €	0,06652
7:30:00	29076	27343	0,03	2,74	29,08	27,34	0,18 €	0,83 €	0,06652
8:30:00	27009	25332	0,11	10,26	27,01	25,33	0,95 €	1,73 €	0,092118
9:30:00	43876	26045	0,26	25,36	43,88	26,04	2,34 €	2,37 €	0,092118
10:30:00	72746	25916	0,42	40,74	72,75	25,92	3,75 €	2,98 €	0,092118
11:30:00	83513	26358	0,55	53,76	83,51	26,36	5,86 €	3,97 €	0,109049
12:30:00	82457	27627	0,65	63,01	82,46	27,63	6,87 €	4,43 €	0,109049
13:30:00	70267	31991	0,70	67,82	70,27	31,99	7,40 €	4,92 €	0,109049
14:30:00	67211	27977	0,70	67,93	67,21	27,98	7,36 €	4,65 €	0,109049
15:30:00	99521	28841	0,65	63,34	99,52	28,84	5,83 €	4,04 €	0,092118
16:30:00	90982	26735	0,56	54,48	90,98	26,73	5,02 €	3,57 €	0,092118
17:30:00	100996	28729	0,43	42,00	101,00	28,73	3,87 €	3,18 €	0,092118
18:30:00	88919	24530	0,28	27,27	88,92	24,53	2,51 €	2,37 €	0,092118
19:30:00	74051	25014	0,13	12,55	74,05	25,01	1,16 €	1,81 €	0,092118
20:30:00	70277	22116	0,03	2,90	70,28	22,12	0,27 €	1,27 €	0,092118
21:30:00	52200	26648	0,00	0,00	52,20	26,65	0,00 €	0,00 €	0,092118
22:30:00	45449	24622	0,00	0,00	45,45	24,62	0,00 €	0,00 €	0,092118
23:30:00	43902	25958	0,00	0,00	43,90	25,96	0,00 €	0,00 €	0,092118
			5,48	534,14			53,36 €	42,12 €	
							1.387,34 €	210,58 €	

Tabla 51. Instalación fotovoltaica: Agosto

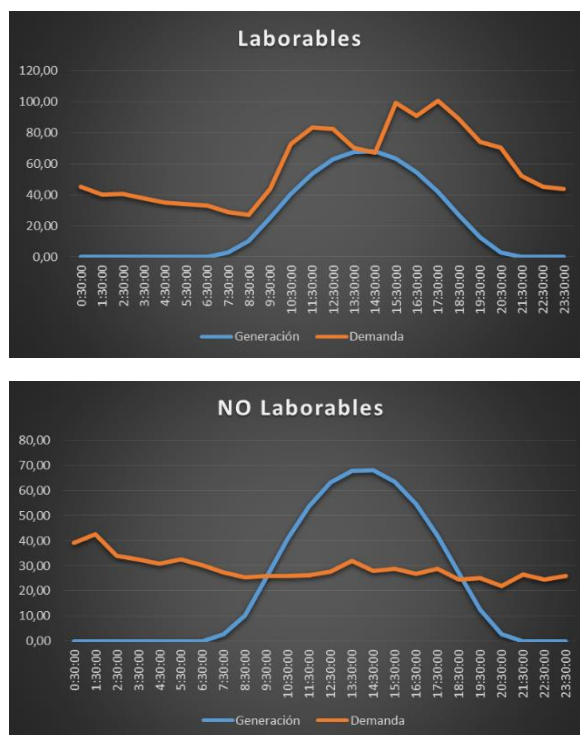


Figura 78. Instalación fotovoltaica: Agosto

SEPTIEMBRE				kWpico instalados		AHORRO		DÍAS		Precio excedentes [€/kWh]
				97,47		1.336,61 €		25	5	0,04
Hora	CONSUMO [wh]		PRODUCCIÓN diaria por kWpico [kWh]	PRODUCCIÓN [kWh] Diaria	CONSUMO [kWh]		AHORRO [€]		PRECIOS TARIFA 3.0 [€/kWh]	
	Laborables	NO Laborables			Laborables	NO Laborables	Laborables	NO Laborables		
0:30:00	47536	40961	0,00	0,00	47,54	40,96	0,00 €	0,00 €	0,06652	
1:30:00	42214	44668	0,00	0,00	42,21	44,67	0,00 €	0,00 €	0,06652	
2:30:00	42440	35352	0,00	0,00	42,44	35,35	0,00 €	0,00 €	0,06652	
3:30:00	39442	33848	0,00	0,00	39,44	33,85	0,00 €	0,00 €	0,06652	
4:30:00	36340	31848	0,00	0,00	36,34	31,85	0,00 €	0,00 €	0,06652	
5:30:00	35399	33636	0,00	0,00	35,40	33,64	0,00 €	0,00 €	0,06652	
6:30:00	34538	31132	0,00	0,00	34,54	31,13	0,00 €	0,00 €	0,06652	
7:30:00	29949	28050	0,00	0,00	29,95	28,05	0,00 €	0,00 €	0,06652	
8:30:00	27683	25845	0,08	7,96	27,68	25,84	0,73 €	1,67 €	0,092118	
9:30:00	46174	26627	0,23	22,80	46,17	26,63	2,10 €	2,30 €	0,092118	
10:30:00	77822	26485	0,39	37,62	77,82	26,48	3,47 €	2,89 €	0,092118	
11:30:00	89625	26970	0,51	49,71	89,63	26,97	5,42 €	3,85 €	0,109049	
12:30:00	88468	28361	0,59	57,87	88,47	28,36	6,31 €	4,27 €	0,109049	
13:30:00	75105	33145	0,63	61,49	75,11	33,15	6,70 €	4,75 €	0,109049	
14:30:00	71754	28745	0,62	60,45	71,75	28,74	6,59 €	4,40 €	0,109049	
15:30:00	107174	29692	0,56	54,87	107,17	29,69	5,05 €	3,74 €	0,092118	
16:30:00	97813	27383	0,46	45,19	97,81	27,38	4,16 €	3,23 €	0,092118	
17:30:00	108792	29569	0,33	32,29	108,79	29,57	2,97 €	2,83 €	0,092118	
18:30:00	95551	24966	0,18	17,77	95,55	24,97	1,64 €	2,01 €	0,092118	
19:30:00	79252	25497	0,05	5,23	79,25	25,50	0,48 €	1,54 €	0,092118	
20:30:00	75116	22319	0,01	0,96	75,12	22,32	0,09 €	1,20 €	0,092118	
21:30:00	55298	27288	0,00	0,00	55,30	27,29	0,00 €	0,00 €	0,092118	
22:30:00	47898	25067	0,00	0,00	47,90	25,07	0,00 €	0,00 €	0,092118	
23:30:00	46202	26531	0,00	0,00	46,20	26,53	0,00 €	0,00 €	0,092118	
			4,66	454,21			45,73 €	38,69 €		
							1.143,17 €	193,43 €		

Tabla 52. Instalación fotovoltaica: Septiembre

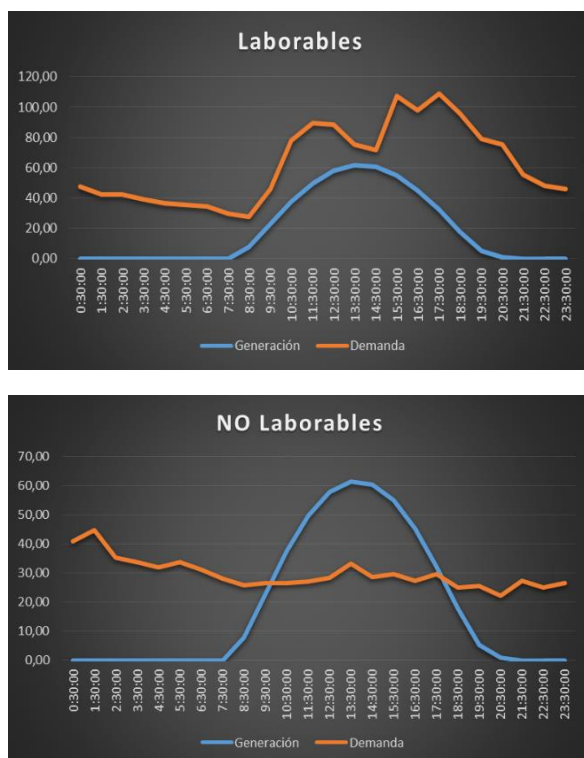


Figura 79. Instalación fotovoltaica: Septiembre

OCTUBRE				kWpico instalados		AHORRO		DÍAS		Precio excedentes [€/kWh]
				97,47		1.177,29 €		26	5	0,04
Hora	CONSUMO [wh]		PRODUCCIÓN diaria por kWpico [kWh]	PRODUCCIÓN [kWh] Diaria	CONSUMO [kWh]		AHORRO [€]		PRECIOS TARIFA 3.0 [€/kWh]	
	Laborables	NO Laborables			Laborables	NO Laborables	Laborables	NO Laborables		
0:30:00	42466	37102	0,00	0,00	42,47	37,10	0,00 €	0,00 €	0,06652	
1:30:00	38124	40126	0,00	0,00	38,12	40,13	0,00 €	0,00 €	0,06652	
2:30:00	38308	32525	0,00	0,00	38,31	32,53	0,00 €	0,00 €	0,06652	
3:30:00	35862	31298	0,00	0,00	35,86	31,30	0,00 €	0,00 €	0,06652	
4:30:00	33332	29666	0,00	0,00	33,33	29,67	0,00 €	0,00 €	0,06652	
5:30:00	32563	31125	0,00	0,00	32,56	31,13	0,00 €	0,00 €	0,06652	
6:30:00	31861	29082	0,00	0,00	31,86	29,08	0,00 €	0,00 €	0,06652	
7:30:00	28117	26567	0,00	0,00	28,12	26,57	0,00 €	0,00 €	0,06652	
8:30:00	26268	24769	0,10	9,47	26,27	24,77	0,87 €	1,67 €	0,092118	
9:30:00	41355	25406	0,22	21,05	41,35	25,41	1,94 €	2,17 €	0,092118	
10:30:00	67175	25291	0,36	34,68	67,18	25,29	3,19 €	2,71 €	0,092118	
11:30:00	76805	25687	0,46	45,06	76,80	25,69	4,91 €	3,58 €	0,109049	
12:30:00	75860	26821	0,53	51,54	75,86	26,82	5,62 €	3,91 €	0,109049	
13:30:00	64958	30725	0,55	53,78	64,96	30,72	5,86 €	4,27 €	0,109049	
14:30:00	62224	27135	0,53	51,78	62,22	27,13	5,65 €	3,94 €	0,109049	
15:30:00	91122	27907	0,47	45,69	91,12	27,91	4,21 €	3,28 €	0,092118	
16:30:00	83485	26023	0,37	35,92	83,48	26,02	3,31 €	2,79 €	0,092118	
17:30:00	92442	27807	0,24	23,28	92,44	27,81	2,14 €	2,38 €	0,092118	
18:30:00	81640	24052	0,10	9,49	81,64	24,05	0,87 €	1,63 €	0,092118	
19:30:00	68342	24485	0,02	2,30	68,34	24,48	0,21 €	1,37 €	0,092118	
20:30:00	64967	21892	0,00	0,00	64,97	21,89	0,00 €	0,00 €	0,092118	
21:30:00	48799	25946	0,00	0,00	48,80	25,95	0,00 €	0,00 €	0,092118	
22:30:00	42761	24134	0,00	0,00	42,76	24,13	0,00 €	0,00 €	0,092118	
23:30:00	41378	25328	0,00	0,00	41,38	25,33	0,00 €	0,00 €	0,092118	
			3,94	384,03			38,80 €	33,70 €		
							1.008,77 €	168,52 €		

Tabla 53. Instalación fotovoltaica: Octubre

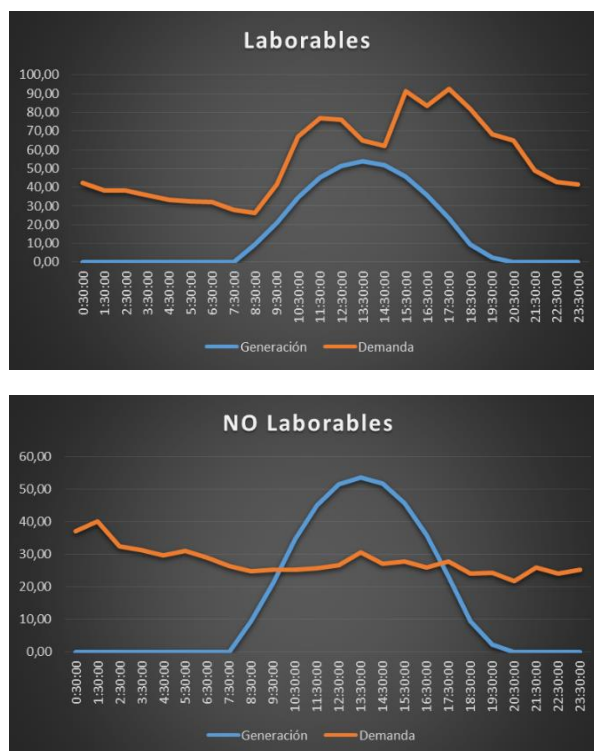


Figura 80. Instalación fotovoltaica: Octubre

NOVIEMBRE				kWpico instalados		AHORRO		DÍAS		Precio excedentes [€/kWh]
				97,47		832,84 €		25	5	0,04
Hora	CONSUMO [wh]		PRODUCCIÓN diaria por kWpico [kWh]	PRODUCCIÓN [kWh] Diaria	CONSUMO [kWh]		AHORRO [€]		PRECIOS TARIFA 3.0 [€/kWh]	
	Laborables	NO Laborables			Laborables	NO Laborables	Laborables	NO Laborables		
0:30:00	41840	36625	0,00	0,00	41,84	36,63	0,00 €	0,00 €	0,06652	
1:30:00	37619	39566	0,00	0,00	37,62	39,57	0,00 €	0,00 €	0,06652	
2:30:00	37798	32177	0,00	0,00	37,80	32,18	0,00 €	0,00 €	0,06652	
3:30:00	35420	30983	0,00	0,00	35,42	30,98	0,00 €	0,00 €	0,06652	
4:30:00	32960	29397	0,00	0,00	32,96	29,40	0,00 €	0,00 €	0,06652	
5:30:00	32214	30815	0,00	0,00	32,21	30,82	0,00 €	0,00 €	0,06652	
6:30:00	31531	28829	0,00	0,00	31,53	28,83	0,00 €	0,00 €	0,06652	
7:30:00	27891	26385	0,00	0,00	27,89	26,38	0,00 €	0,00 €	0,06652	
8:30:00	26094	24636	0,12	11,80	26,09	24,64	1,09 €	1,76 €	0,092118	
9:30:00	40760	25256	0,25	24,13	40,76	25,26	2,22 €	2,28 €	0,092118	
10:30:00	65862	25143	0,36	35,39	65,86	25,14	3,26 €	2,73 €	0,092118	
11:30:00	75223	25528	0,44	42,95	75,22	25,53	3,96 €	3,05 €	0,092118	
12:30:00	74305	26632	0,48	46,33	74,31	26,63	4,27 €	3,24 €	0,092118	
13:30:00	63707	30426	0,47	45,46	63,71	30,43	4,19 €	3,40 €	0,092118	
14:30:00	61049	26936	0,41	40,41	61,05	26,94	3,72 €	3,02 €	0,092118	
15:30:00	89142	27687	0,32	31,64	89,14	27,69	2,91 €	2,71 €	0,092118	
16:30:00	81717	25856	0,20	19,90	81,72	25,86	1,83 €	2,14 €	0,092118	
17:30:00	90425	27589	0,07	7,07	90,43	27,59	0,65 €	1,72 €	0,092118	
18:30:00	79924	23939	0,00	0,00	79,92	23,94	0,00 €	0,00 €	0,109049	
19:30:00	66996	24360	0,00	0,00	67,00	24,36	0,00 €	0,00 €	0,109049	
20:30:00	63715	21839	0,00	0,00	63,72	21,84	0,00 €	0,00 €	0,109049	
21:30:00	47997	25780	0,00	0,00	48,00	25,78	0,00 €	0,00 €	0,109049	
22:30:00	42127	24019	0,00	0,00	42,13	24,02	0,00 €	0,00 €	0,092118	
23:30:00	40782	25180	0,00	0,00	40,78	25,18	0,00 €	0,00 €	0,092118	
			3,13	305,08			28,10 €	26,05 €		
							702,59 €	130,25 €		

Tabla 54. Instalación fotovoltaica: Noviembre

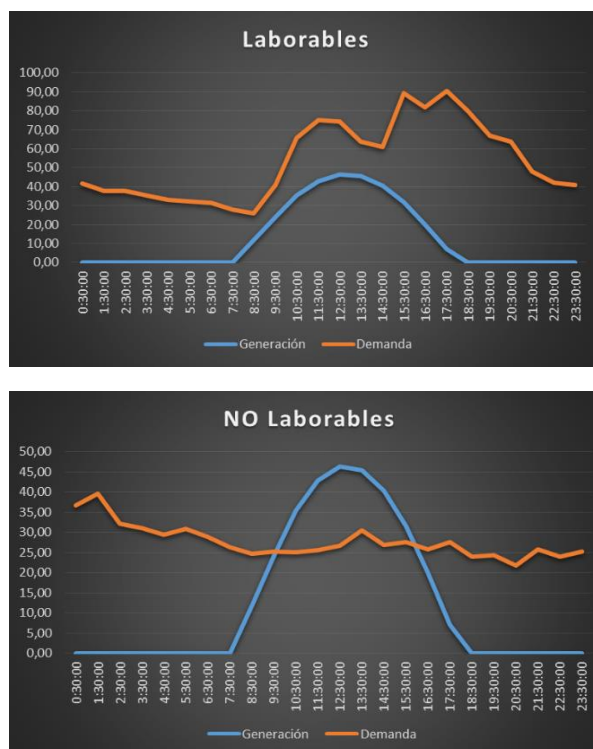


Figura 81. Instalación fotovoltaica: Noviembre

DICIEMBRE			kWpico instalados		AHORRO		DÍAS		Precio excedentes [€/kWh]
			97,47		764,26 €		23	8	0,04
Hora	CONSUMO [wh]		PRODUCCIÓN diaria por kWpico [kWh]	PRODUCCIÓN [kWh] Diaria	CONSUMO [kWh]		AHORRO [€]		PRECIOS TARIFA 3.0 [€/kWh]
	Laborables	NO Laborables			Laborables	NO Laborables	Laborables	NO Laborables	
0:30:00	34104	30736	0,00	0,00	34,10	30,74	0,00 €	0,00 €	0,06652
1:30:00	31378	32635	0,00	0,00	31,38	32,63	0,00 €	0,00 €	0,06652
2:30:00	31494	27863	0,00	0,00	31,49	27,86	0,00 €	0,00 €	0,06652
3:30:00	29958	27093	0,00	0,00	29,96	27,09	0,00 €	0,00 €	0,06652
4:30:00	28369	26068	0,00	0,00	28,37	26,07	0,00 €	0,00 €	0,06652
5:30:00	27887	26984	0,00	0,00	27,89	26,98	0,00 €	0,00 €	0,06652
6:30:00	27446	25702	0,00	0,00	27,45	25,70	0,00 €	0,00 €	0,06652
7:30:00	25096	24123	0,00	0,00	25,10	24,12	0,00 €	0,00 €	0,06652
8:30:00	23935	22994	0,11	10,54	23,94	22,99	0,97 €	1,62 €	0,092118
9:30:00	33406	23394	0,21	20,86	33,41	23,39	1,92 €	2,05 €	0,092118
10:30:00	49616	23321	0,32	31,55	49,62	23,32	2,91 €	2,48 €	0,092118
11:30:00	55661	23570	0,40	38,67	55,66	23,57	3,56 €	2,78 €	0,092118
12:30:00	55068	24282	0,43	41,87	55,07	24,28	3,86 €	2,94 €	0,092118
13:30:00	48224	26733	0,42	41,01	48,22	26,73	3,78 €	3,03 €	0,092118
14:30:00	46508	24479	0,37	36,32	46,51	24,48	3,35 €	2,73 €	0,092118
15:30:00	64649	24964	0,29	28,07	64,65	24,96	2,59 €	2,42 €	0,092118
16:30:00	59855	23781	0,17	16,98	59,85	23,78	1,56 €	1,92 €	0,092118
17:30:00	65478	24901	0,06	6,07	65,48	24,90	0,56 €	1,54 €	0,092118
18:30:00	58696	22544	0,00	0,00	58,70	22,54	0,00 €	0,00 €	0,109049
19:30:00	50348	22815	0,00	0,00	50,35	22,82	0,00 €	0,00 €	0,109049
20:30:00	48230	21188	0,00	0,00	48,23	21,19	0,00 €	0,00 €	0,109049
21:30:00	38079	23733	0,00	0,00	38,08	23,73	0,00 €	0,00 €	0,109049
22:30:00	34289	22595	0,00	0,00	34,29	22,60	0,00 €	0,00 €	0,092118
23:30:00	33420	23345	0,00	0,00	33,42	23,35	0,00 €	0,00 €	0,092118
			2,79	271,94			25,05 €	23,51 €	
							576,17 €	188,10 €	

Tabla 55. Instalación fotovoltaica: Diciembre

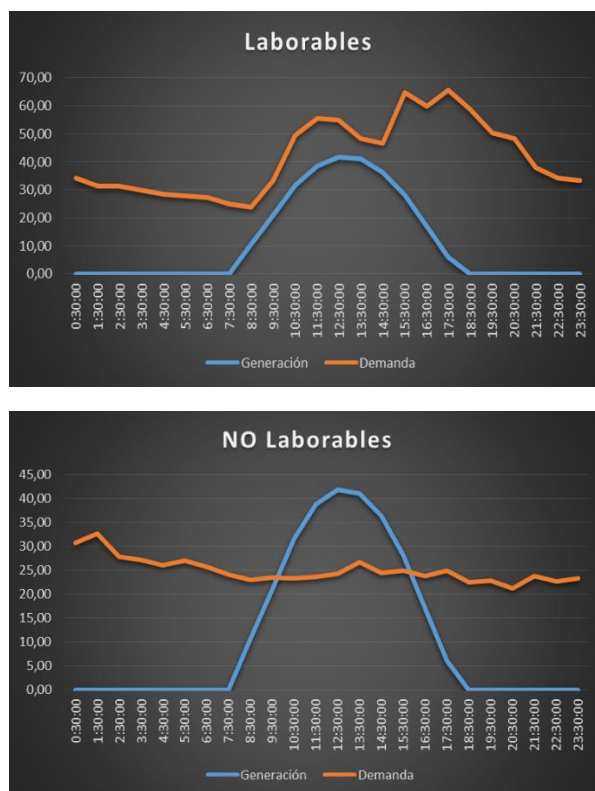


Figura 82. Instalación fotovoltaica: Diciembre

Resumen resultados

Año 1	Ahorro	Producción [kWh]
Enero	817,44 €	9004,28
Febrero	828,45 €	10234,35
Marzo	1.171,28 €	14382,67
Abril	1.421,71 €	15176,08
Mayo	1.593,69 €	16830,14
Junio	1.692,49 €	17603,08
Julio	1.697,64 €	17948,13
Agosto	1.597,92 €	16558,20
Septiembre	1.336,61 €	13626,31
Octubre	1.177,29 €	11904,99
Noviembre	832,84 €	9152,43
Diciembre	764,26 €	8430,18
Totales	14.931,61 €	160851

Tabla 56. Instalación fotovoltaica: Año1. Ahorros y producción

Año	Flujos de caja netos	Acumulado
0	-121.586,56 €	
1	14.977,63 €	-106.608,93 €
2	14.901,98 €	-91.706,94 €
3	14.826,10 €	-76.880,84 €
4	14.749,53 €	-62.131,31 €
5	14.672,96 €	-47.458,34 €
6	14.596,40 €	-32.861,95 €
7	14.519,83 €	-18.342,12 €
8	14.443,26 €	-3.898,86 €
9	14.366,41 €	10.467,55 €
10	14.289,51 €	24.757,06 €
11	14.212,61 €	38.969,67 €
12	14.135,72 €	53.105,39 €
13	14.058,82 €	67.164,21 €
14	13.981,92 €	81.146,13 €
15	13.905,02 €	95.051,15 €
16	13.827,43 €	108.878,58 €
17	13.749,77 €	122.628,35 €
18	13.672,11 €	136.300,46 €
19	13.594,45 €	149.894,91 €
20	13.516,34 €	163.411,25 €
21	13.438,05 €	176.849,30 €
22	13.359,49 €	190.208,79 €
23	13.280,43 €	203.489,22 €
24	13.201,38 €	216.690,59 €
25	13.122,32 €	229.812,91 €

Tabla 57. Instalación fotovoltaica: Flujos netos de caja

Perdida de potencia anual	0,6%		
Coste de mantenimiento	974,70 €	10	€/kWp
Coste del seguro	1.215,87 €	1,0%	sobre el coste de instalación
Ahorros excesos potencia	2.236,59 €		

Tabla 58. Instalación fotovoltaica: Costes y pérdidas de potencia

VAN	100.417,76 €	Tasa 4%
TIR	11,00%	

Tabla 59. Instalación fotovoltaica: VAN-TIR

Precios		
	Excedentes	0,04
	Tarifa 3.0	
Punta	P1	0,109049
Llano	P2	0,092118
Valle	P3	0,06652

Tabla 60. Instalación fotovoltaica: Precios

Los precios de tarifa incluyen el impuesto de electricidad 5,11269632%.

Planos

Configuración de rama

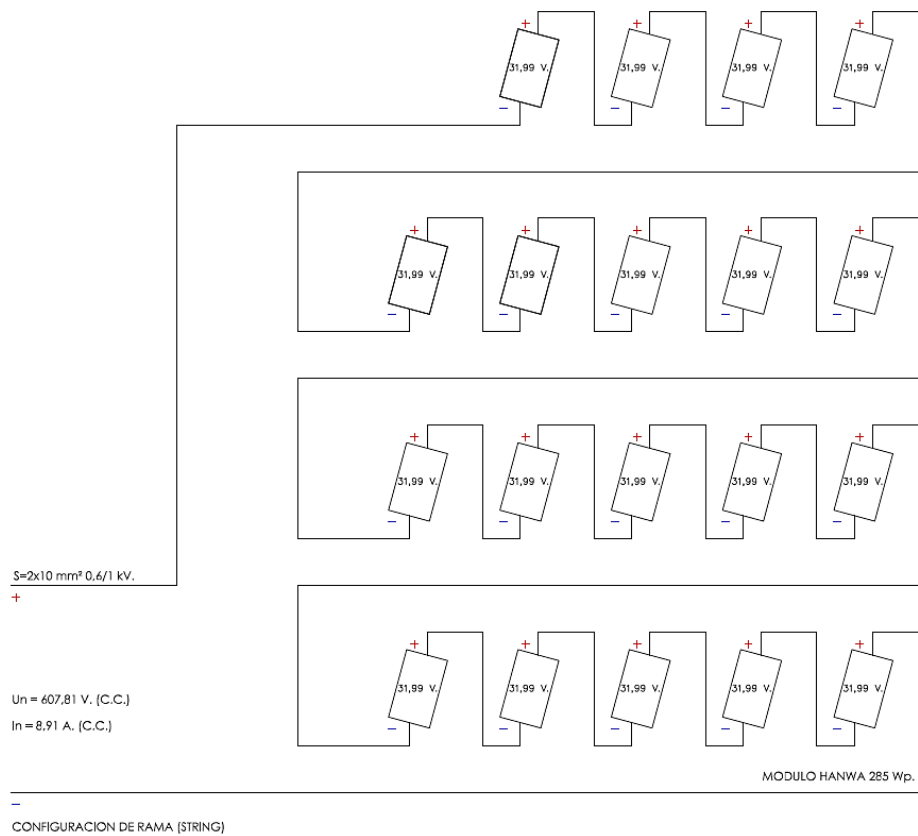


Figura 83. Instalación fotovoltaica: Configuración de rama

Esquema unifilar

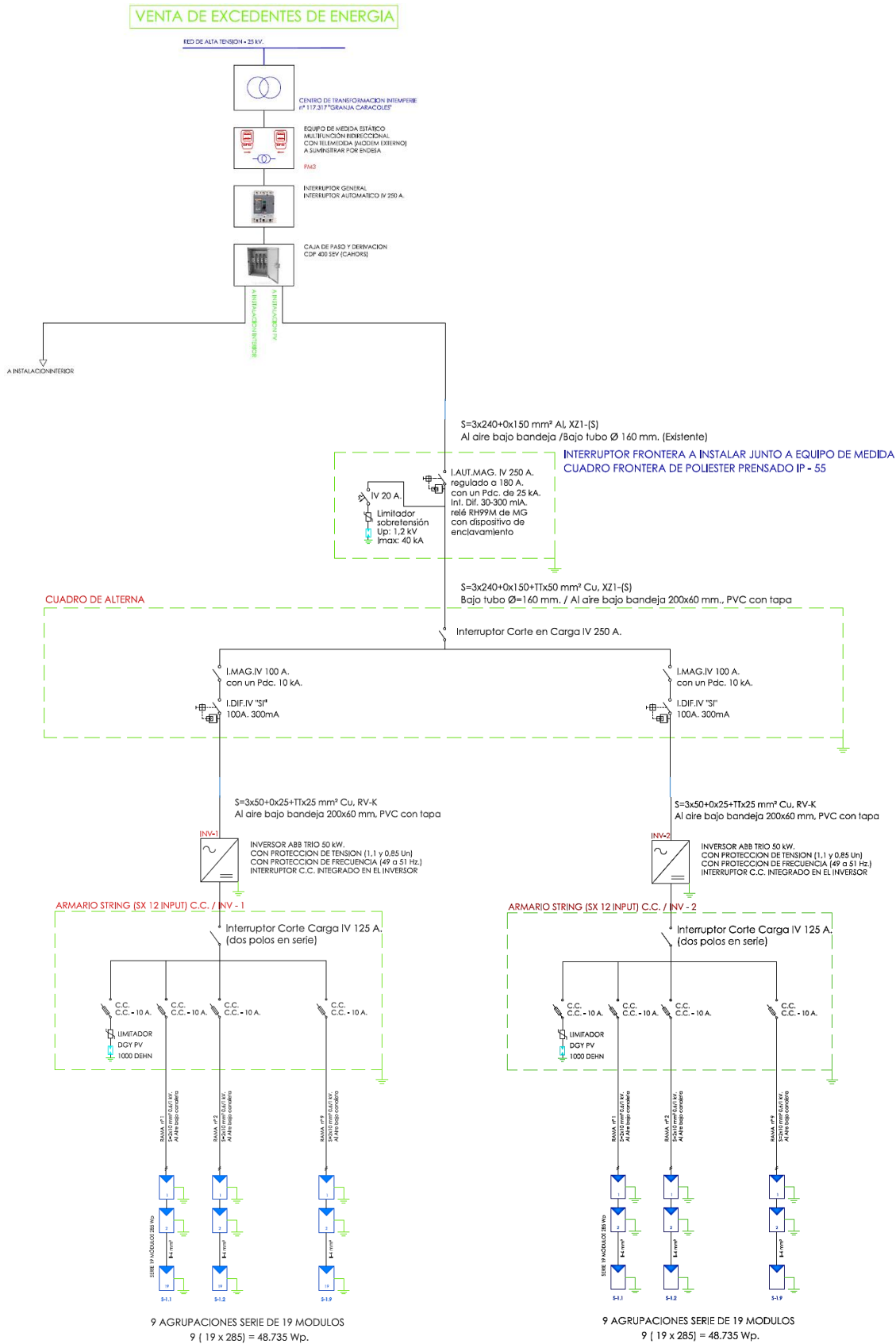


Figura 84. Instalación fotovoltaica: Esquema unifilar

Presupuesto detallado de la instalación solar fotovoltaica

PARTIDA		UD	CONCEPTO	DETALLE DEL CONCEPTO				PRECIO	TOTAL
			CANT.	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL		
CAP. 11			ESTRUCTURA						
4.1	UD		ESTRUCTURA FIJA COPLANAR ALU. Estructura fija del tipo coplanar de la marca INSO o similar, deberá estar diseñada para soportar velocidades de viento de hasta 120 Km/h cumplir, según CTE y Eurodiseño 9, compuesta por perfiles de aluminio y tornillería en acero inoxidable AISI 304. Totalmente instalado según proyecto.	18	19	285	97470	0,19	18.519,30
4.2	UD		MONTAJE DE MÓDULOS. Montaje de módulos, incluso p.p. de sistema de elevación y piezas especiales de sujeción. Totalmente instalado según proyecto.	18	19	285	97470	0,05	4.873,50
							SUBTOTAL		23.392,80
CAP. 17			INSTALACION DE ELECTRICIDAD						
10.1	UD		SUBCUADRO DE PROTECCIÓN DE INVERSORES C.A. Subcuadro de mando y protección de los Inversores compuesto por: 1 Ud. Envolvente Cotret G de 12 módulos, de la marca Schneider Electric o similar. 1 Ud. Puerta transparente Cotret G de 12 módulos, de la marca Schenider Electric o similar. 1 Ud. Emabarrado de 250 A. 1 Ud. Interruptor de corte en carga de IV 250 A., del tipo INS de la marca Schneider Electric o similar. 2 Ud. Interruptores magnetotérmicos de IV 100 A., del tipo N G 125N, de la marca Schneider Electric o similar. 2 Ud. Interruptores diferenciales de IV 100 A., sensibilidad 300 mA, clase A (super inmunizado), del tipo N G 125N, de la marca Schneider Electric o similar. Totalmente instalado según proyecto.	1			1	4.217,51	4.217,51
10.2	ML		SUBCUADROS BANDEJA PVC 100x60 mm. CON TAPA Bandeja PVC perforada no propagadora de la llama, de dimensiones 100x60 mm., con tapa del tipo U41X de la marca UNEX o similar, incluso p.p. de elementos de sujeción en L, piezas especiales, tabique separador para la instalación de datos. Totalmente instalada medida la unidad ejecutada.	1			1	4.217,51	4.217,51
10.3	ML		EXTERIOR NAVE BANDEJA PVC 200x60 mm. CON TAPA Bandeja PVC perforada no propagadora de la llama, de dimensiones 200x60 mm., con tapa del tipo U41X de la marca UNEX o similar, incluso p.p. de elementos de sujeción en L, piezas especiales, tabique separador para la instalación de datos. Totalmente instalada medida la unidad ejecutada.	91,5			91,5	37,64	3.444,06
10.4	UD		INTERIOR NAVE CAJA STRING ABB 12 STRING (-SY) Caja String de 12 entradas (String), del tipo -SY de la marca ABB o similar. Montado según REBT, normas particulares de la compañía suministradora.	42			42	66,14	2.777,88
10.5	UD		CAJAS CONECTOR MACHO-HEMBRA MC-4 Conjunto de conector macho-hembra del tipo MC-4 de la marca Schüco o similar, totalmente instalado medida la unidad ejecutada.	2			2	2.699,96	5.399,92
10.6	ML		CONECTORES LÍNEA S=2x6 mm² RV-K 0,6/1 KV. Cu. Línea de baja tensión compuesta por cable unipolar de cobre RV-K, de sección S=2x6 mm² XLPE 0,6/1 KV., cables negro y rojo, totalmente instalado según REBT.	40			40	9,43	377,20
10.7	ML		ML CABLE TUBO PVC D=25 mm. Tubo de PVC de diámetro 25 mm. Curvable en caliente, instalado en montaje superficial (mínimo 3 grapas por metro lineal), medida la longitud ejecutada y totalmente instalado según proyecto y REBT.	826			826	8,59	7.095,34
			ML TUBO	90			90	3,93	314,40
							SUBTOTAL		23.626,31

CAMPOJOYMA S.L.U.: MEDICIONES Y PRESUPUESTO

PARTIDA	UD	CONCEPTO	DETALLE DEL CONCEPTO				PRECIO	TOTAL
			CANT.	LARGO	ANCHO	ALTO		
CAP. 19		MAQUINARIA						
12.1	UD	INVERSOR ABB TRIO 50 KW.						
		Inversor trifásico del tipo TRIO 50, de la marca ABB o similar de 50 KW., sin transformador, protector de tensión (1,1 y 0,85 Un) y protección de frecuencia (49 a 51 Hz), Incluso equipo de monitorización para conexión de avisos vía GPRS, adquisición de datos y gestión. Montado según REBT, normas particulares de la compañía suministradora.						
12.2	UD	INVERSORES MÓDULO FOTOVOLTAICO POLI-285 Wp Q.PLUS	2			2 4.265,23	8.530,46	
		Módulo Fotovoltaico de silicio policristalino de 285 Wp, del tipo BFR-G4,1 - 285 Wp, de la marca Q.PLUS o similar, medida la unidad totalmente instalada sobre estructura, conectado y comprobado.						
12.3	UD	MÓDULOS MONITORIZACIÓN	18	19		342 189,98	64.973,16	
		Integración de los sistemas de monitorización, mediante comunicación del tipo COMMUNICATION ANDA CONTROL BOARD de la marca ABB o similar, con controles de alarma, control remoto y comunicación RS485. Totalmente instalada y en funcionamiento.						
			1			1 1.063,83	1.063,83	
						SUBTOTAL	74.567,45	
		TOTAL PRESUPUESTO EJECUCION MATERIAL					121.586,56	

Resumen de presupuesto

RESUMEN DE PRESUPUESTO		
Capítulo 1	Estructura	23.392,80 €
Capítulo 2	Instalación eléctrica	23.626,31 €
Capítulo 3	Maquinaria	74.567,45 €
TOTAL		121.586,56 €

Tabla 61. Instalación fotovoltaica: Presupuesto

ANEXO 4. LÍNEAS DE PROMOCIÓN Y FINANCIACIÓN

- **IDAE.** Programa de ayudas para actuaciones de eficiencia energética en PYME y Gran Empresa del sector industrial (FNEE).
- **Junta de Andalucía.** Programa de incentivos para el desarrollo energético sostenible de Andalucía 2020 “Andalucía es más”.

ANEXO 5. LEGISLACIÓN BÁSICA DE APLICACIÓN

Normativa nacional:

- Real Decreto 56/2016, de 12 de febrero, por el que se traspone la Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética, en lo referente a auditorías energéticas, acreditación de proveedores de servicios y auditores energéticos y promoción de la eficiencia del suministro de energía.
- Real Decreto 1164/2001, de 26 de octubre, por el que se establecen tarifas de acceso a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- 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.
- Orden ETU/1282/2017, de 22 de diciembre, por la que se establecen los peajes de acceso de energía eléctrica para 2018.
- Código Técnico de la Edificación (CTE).
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT), sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITCs) y sus Guías Técnicas de aplicación.

Normativa autonómica (Andalucía):

- Orden de 26 de marzo de 2007, por la que se aprueban las especificaciones técnicas de las instalaciones fotovoltaicas andaluzas.



Bibliografía

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Andaluza de la Energía. (2011). *Metodología para la elaboración de auditorías energéticas en la industria*. Recuperado de https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/sites/default/files/documentos/metodologia_xwebx1.pdf
- Fundación de la energía de la Comunidad de Madrid. *Procedimiento de auditorías energéticas en el sector industrial de la Comunidad de Madrid*. Recuperado de <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/guia-de-auditorias-energeticas-en-el-sector-industrial.pdf>
- Transferring Energy Save Laid on Agroindustry (TESLA). (2014). *Manual de Eficiencia Energética en Centrales Hortofrutícolas*. Recuperado de <http://teslaproject.chil.me/download-doc/63912>
- Prensa Press (Diario Digital). *Informe económico del sector de frutas y hortalizas en España*. Recuperado de http://www.ifema.es/PresentacionInet/groups/public/documents/binario/if_135317.pdf
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (Gobierno de España). *Avances de superficies y producciones de cultivos*. Recuperado de <https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/avances-superficies-producciones-agricolas/>
- Federación de Cooperativas Agrarias de Murcia (FECOAM). *Manual de ahorro y eficiencia energética del sector. Centrales hortofrutícolas*. Recuperado de <http://www.agro-alimentarias.coop/ficheros/doc/03201.pdf>
- Agencia Extremeña de la Energía. (2014). *Eficiencia Energética en el Sector Agroalimentario*. Recuperado de http://www.agenex.net/guias-altercexa/2_EF_ENERG_EN_EMPRESAS_DEL_SECTOR_AGROALIMENTARIO.pdf
- Eficiencia y Servicios Energéticos (ESEn). *Metodología IPMVP (EVO World)*. Recuperado de <http://www.esengrupo.com/uploads/descargas/archivo/Metodolog%C3%ADa%20y%20An%C3%A1lisis%20del%20Protocolo%20IPMVP%20de%20EVO.pdf>
- Efficiency Valuation Organization (EVO). *International Performance Measurement and Verification Protocol (IPMVP)*. Recuperado de <https://evo-world.org/en/products-services-mainmenu-en/protocols/ipmvp>
- A. A. Pérez Miguel, N. Bravo de Medina y M. Llorente Antón. (2007). *La amenaza de los armónicos y sus soluciones*. Madrid, España. International Thomson Editores Spain Paraninfo, S.A.
- Circutor, S.A. *Calidad de suministro y calidad de onda*. Recuperado de <http://circutor.es/es/formacion/eficiencia-energetica-electrica/calidad-de-suministro-y-calidad-de-onda>
- Circutor, S.A. *Introducción a la compensación y el filtrado de perturbaciones en instalaciones eléctricas*. Recuperado de <http://circutor.es/es/formacion/armonicos-electricos/introduccion-a-la-compensacion-y-el-filtrado-de-perturbaciones>

- Circutor, S.A. *Armónicos: Efectos, diagnóstico y soluciones*. Recuperado de http://www.crit.upc.edu/JCEE2009/pdf_ponencias/PDFs/Fornieles_17_11_09_M.pdf
- Circutor S.A. *Procedimientos para el estudio y el análisis de perturbaciones armónicas*. Recuperado de http://circutor.com/docs/procedimientos_sp.pdf
- Schneider Electric. *Detección y filtrado de armónicos*. Recuperado de http://automata.cps.unizar.es/bibliotecaschneider/BT/Guia/5_Armonicos
- Gesternova energía. *Todo sobre la tarifa de luz para empresas 3.0A*. Recuperado de <https://gesternova.com/todo-sobre-la-tarifa-de-luz-para-empresas-3-0a/>
- Universidad Nacional del Callao (Perú). *Desequilibrio de tensiones*. Recuperado de https://unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes_Finales_Investigacion/Agosto_2011/MURILLO%20MANRIQUE_FIEE/Desequilibrios%20de%20tensiones.pdf
- E. Lorenzo. (2006). *Electricidad Solar Fotovoltaica. Volumen II: Radiación Solar y Dispositivos Fotovoltaicos*. Sevilla, España. Promotora General de Estudios, S.A.
- E. Lorenzo. (2014). *Electricidad Solar Fotovoltaica. Volumen III: Ingeniería Fotovoltaica*. Sevilla, España. Promotora General de Estudios, S.A.
- A.S. Suárez Suarez. (1988). *Decisiones óptimas de inversión y financiación en la empresa*. Madrid, España. Ediciones Pirámide, S.A.
- F. Gil Montoya, F. Manzano-Augliario, J. Gómez López y P. Sánchez Alguacil, "Técnicas de investigación en calidad eléctrica: ventajas e inconvenientes," *Dyna*, vol. 79, no. 173, pp. 66-74, Marzo 2012.
- J. Arrillaga, M.H.J. Bollen and N.R. Watson, "Power quality following deregulation," *Proc. IEEE*, vol. 88, no. 2, pp. 246–261, Feb. 2000.
- J. F. Fuller, E.F. Fuchs and K. J. Roesler, "Influence of harmonics on power distribution system protection," *IEEE Trans. Power Del.* vol. 3, no. 3, pp. 549-557, Apr. 1988.
- D. Sharon, J-C. Montano, A. López, M. Castilla, D. Borrás and J. Gutierrez, "Power quality factor for networks supplying unbalanced nonlinear loads," *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, vol. 57, no. 6, pp. 1268-1274, Jun. 2008.
- B. Morris, F. Roberto and T. Enrico, "A new proposal for power quality and custom power improvement: OPEN UPQC," *IEEE Trans. Power Del.*, vol. 24, no. 4, pp. 2107–2116, Oct. 2009.
- Y.H. Gu and M.H.J. Bollen, "Time-frequency and time scale domain analysis of voltage disturbance," *IEEE Trans. Power Del.*, vol. 15, no. 4, pp. 1279–1284, Oct. 2000.
- D. Hart, D. Uy, D. Novosel, S. Kunsman, C. LaPlace and M. Tellarini, "Improving Power Quality", *ABB Review*, 4/2000.
- A. Girgis, B. Chang and E. Makram, "A Digital Recursive Measurement for On Line Tracking of Power Systems Harmonics", *IEEE Trans. Power Del.*, vol. 6, no. 3, pp. 1153-1160, Jul. 1991.
- IEEE Recommended Practices for Monitoring Electric Power Quality; IEEE Std 1159-1995; IEEE-SASB Coordinating Committees: New York, NY, USA, 1995.

Actualmente uno de los grandes retos de la humanidad es tratar de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), causantes del calentamiento global que está directamente relacionado con el cambio climático y del que se derivan fenómenos climatológicos devastadores.

Consecuentemente y concienciada con la existencia de esta problemática, la Unión Europea (UE) ha elaborado y sigue elaborando, con mayor intensidad desde principios de este siglo, planes y políticas energéticas encaminadas a reducir estas emisiones, estableciendo para ello unos objetivos de reducción. Uno de los pilares de estas políticas es la eficiencia energética (EE), considerada como fundamental y prioritaria para la consecución de estos objetivos. Para ser eficiente energéticamente es necesario conocer el uso y el consumo que se hace de la energía y de eso precisamente se encarga la auditoría energética (AE). Es por ello que se considera a la AE como una herramienta fundamental, como un primer paso necesario para alcanzar los objetivos de reducción fijados.

Este trabajo de fin de grado (TFG) se centra en llevar a cabo una AE a una empresa del sector agroalimentario almeriense. Este sector es especialmente relevante en la provincia de Almería, con importantes repercusiones a nivel económico, de creación de empleo, de integración de la inmigración (otro gran problema global y muy presente en la actualidad), etc. Uno de los propósitos fundamentales de este trabajo es conseguir divulgar lo importante que es la realización de una AE en cualquier sector y en concreto en el que nos ocupa. Con ella se consiguen mejoras particulares que incentivan su realización (hace que la organización pueda ser más competitiva en unos mercados muy globalizados, va a permitir reducir costes lo que supone un aumento de los beneficios económicos, etc.) y mejoras sociales (reducción de emisiones que es el propósito fundamental de la aplicación de la AE desde el punto de vista de la consecución de los objetivos fijados por la UE).

El TFG se inicia con un primer apartado introductorio en el que se destaca la importancia que tiene y que le otorga la UE a la EE. También se establecen las fases de desarrollo, objetivos y metas del trabajo. Continúa con un segundo apartado en el que se desarrolla el trabajo de auditoría atendiendo al consumo y uso de la energía, centrándose en la energía eléctrica, y en el que destaca un subapartado donde se analizan una serie de parámetros indicativos de la calidad eléctrica. Se concluye el trabajo con la presentación de las medidas de ahorro energético, principal objetivo de la realización de la auditoría desde el punto de vista de la organización, y las conclusiones del mismo.

