



UNIVERSITAT JAUME I

ESCUELA SUPERIOR DE TECNOLOGÍA Y CIENCIAS EXPERIMENTALES
**MÁSTER EN EFICIENCIA ENERGÉTICA Y SOSTENIBILIDAD
EN INSTALACIONES INDUSTRIALES Y EDIFICACIÓN**

INTENSIFICACIÓN EN INSTALACIONES INDUSTRIALES

***Diagnóstico Económico Energético y Propuesta de
Instalación Fotovoltaica de Autoconsumo en
Agrupación de Regantes de Pinella.***

PROYECTO FINAL DE MÁSTER

AUTOR

Franklin Manuel Cabrera Mira

DIRECTOR

Leonor Hernández López

Castellón, Septiembre de 2013

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la profesora Leonor Hernández López por aceptarme para realizar este trabajo fin de máster bajo su dirección.

Agradeciendo también a la Agrupación de Regantes de Pinella por dejarme participar en el análisis económico energético de sus instalaciones y por facilitarme información de las instalaciones.

Agradezco a Dios por brindarme esta oportunidad en realizar el presente máster en España como también a mi esposa e hija y demás familia que son motivo para salir adelante en mi vida.

Para acabar, me gustaría agradecer a las personas que he conocido en el máster, su simpatía, su respeto, su aprecio y por encima de todo, su amistad.

Gracias a todos,

Franklin Cabrera

RESUMEN

En el presente trabajo desarrollado en la Agrupación de Regantes de Pinella ubicado en Villa Real, que tiene una superficie 538 hectáreas de riego, y que se encuentra dividida en dos sectores de suministro de agua, con sus correspondientes grupos de bombeo. El estudio realizado en a lo largo de proyecto del fin de máster se centró en el consumo energético de ambos grupos de bombeo.

Inicialmente se realizará un análisis de los consumos eléctricos que han supuesto ambas instalaciones a lo largo de todos los meses del año 2012, incluyendo también el coste de cada uno de los términos de la factura de la compañía de suministro: potencia contratada, energía consumida y energía reactiva. En el caso de los contratos eléctricos de las comunidades de regantes la factura se complica puesto que presenta además desglose horario de punta, llano y valle. Tras la parte del análisis se realizará la optimización de la factura eléctrica tanto modelando la factura eléctrica con el que se podrá diagnosticar y plantear un ahorro económico de la gestión de la instalación de bombeo.

El análisis previo de la energía reactiva de las instalaciones permitirá plantear el diseño de medidas correctoras en los sistemas de bombeo, ya sea modificando los condensadores de las instalaciones actuales o presupuestando unos nuevos.

Además el análisis de la energía consumida por las instalaciones para el bombeo del agua de riego durante todo un año será empleado para planificar la energía demandada por la instalación. Uniendo esta información con la energía solar disponible, se planteará el diseño de la instalación de autoconsumo fotovoltaico que permita, una vez estimada su eficiencia, suministrar la energía eléctrica necesaria en los equipos de bombeo de la agrupación de regantes. Se realizará también el presupuesto de la instalación diseñada.

ÍNDICE

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | OBJETO DEL PROYECTO FINAL DE MÁSTER..... | 1 |
| 1.1 | ANTECEDENTES | 1 |
| 1.2 | JUSTIFICACIÓN..... | 3 |
| 1.3 | OBJETIVOS | 5 |
| 2 | TARIFA DE ACCESO | 9 |
| 2.1 | ESTRUCTURA DE LAS TARIFAS DE ACCESO..... | 10 |
| 2.2 | TARIFA DE ACCESO EN BAJA TENSIÓN..... | 10 |
| 2.3 | TARIFA DE ACCESO EN ALTA TENSIÓN | 11 |
| 2.4 | ESTRUCTURA DE LAS TARIFAS DE SUMINISTRO | 14 |
| 2.5 | TÉRMINO POTENCIA..... | 16 |
| 2.6 | TÉRMINO DE ENERGÍA CONSUMIDA | 17 |
| 2.7 | TÉRMINO ENERGÍA REACTIVA | 18 |
| 2.8 | EJEMPLO DE CÁLCULO DE UNA FACTURA DE ELÉCTRICA..... | 20 |
| 2.8.1 | CÁLCULO DE POTENCIA CONTRATADA | 22 |
| 2.8.2 | CÁLCULO DE ENERGÍA CONSUMIDA | 23 |
| 2.8.3 | CÁLCULO DE ENERGÍA REACTIVA | 24 |
| 2.8.4 | COSTES DE ALQUILER DE EQUIPO DE MEDICIÓN | 26 |
| 2.8.5 | COSTES DE IMPUESTO SOBRE LA ELECTRICIDAD E IVA | 26 |
| 3 | DIAGNÓSTICO ECONÓMICO ENERGÉTICO | 29 |
| 3.1 | ANÁLISIS DE CONSUMO ENERGÉTICO DE AGRUPACIÓN DE REGANTES DE PINELLA 2012 29 | |
| 3.2 | FACTURACIÓN POTENCIA CONTRATADA..... | 34 |
| 3.2.1 | CONTRATO A1 | 34 |
| 3.2.2 | CONTRATO A2 | 37 |
| 3.3 | ANÁLISIS DE ENERGÍA CONSUMIDA | 40 |
| 3.3.1 | CONTRATO A1 | 40 |
| 3.3.2 | CONTRATO A2 | 42 |
| 3.4 | ANÁLISIS DE ENERGÍA REACTIVA | 44 |
| 3.4.1 | CONTRATO A1 | 45 |
| 3.4.2 | CONTRATO A2 | 46 |
| 3.5 | ANÁLISIS DE POTENCIA CONTRATADA ANUAL (A1 Y A2)..... | 48 |
| 3.6 | ANÁLISIS DE ENERGÍA CONSUMIDA ANUAL (A1 Y A2)..... | 49 |
| 3.7 | ANÁLISIS DE ENERGÍA REACTIVA ANUAL (A1 Y A2) | 51 |
| 4 | POSIBLES MEJORAS EN LAS FACTURAS ELÉCTRICAS | 55 |
| 4.1 | OPTIMIZACIÓN DE POTENCIA CONTRATADA | 56 |
| 4.1.1 | CONTRATO A1 | 56 |
| 4.1.2 | CONTRATO A2 | 61 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 4.2 | ANÁLISIS TERMOGRÁFICO DE BATERÍA DE CONDENSADORES | 65 |
| 4.2.1 | CONTRATO A1 | 65 |
| 4.2.2 | CONTRATO A2 | 67 |
| 4.3 | COMPENSACIÓN DE FACTOR DE POTENCIA | 69 |
| 4.3.1 | ANÁLISIS DE COSTE DEL CONDENSADOR FIJO..... | 70 |
| 4.4 | ANÁLISIS FOTOVOLTAICO DE AUTOCONSUMO | 71 |
| 4.4.1 | AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO DIRECTO | 71 |
| 4.4.2 | AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO PARCIAL..... | 71 |
| 4.4.3 | AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO DIFERIDO | 72 |
| 4.5 | DIMENSIONADO Y DISEÑO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO PARA LA AGRUPACIÓN DE REGANTES DE PINELLA. | 74 |
| 4.5.1 | CRITERIO TÉCNICO DE ELECCIÓN DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO | 75 |
| 4.5.2 | ELECCIÓN DEL INVERSOR | 76 |
| 4.5.3 | CÁLCULO DEL NÚMERO DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS | 77 |
| 4.5.4 | DISPOSICIÓN DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS | 81 |
| 4.5.5 | CÁLCULO ENERGÉTICO..... | 84 |
| 4.5.6 | PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA | 87 |
| 4.6 | ANÁLISIS DE VIABILIDAD ECONÓMICA | 89 |
| 5 | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 95 |
| 6 | ANEXOS | 98 |
| 6.1 | POTENCIA CONTRATADA (A1) | 98 |
| 6.2 | ENERGÍA CONSUMIDA (A1) | 100 |
| 6.3 | ENERGÍA REACTIVA (A1) | 101 |
| 6.4 | POTENCIA CONTRATADA (A2) | 102 |
| 6.5 | ENERGÍA CONSUMIDA (A2) | 104 |
| 6.6 | ENERGÍA REACTIVA (A2) | 105 |
| 6.7 | IMPORTE FACTURADO CONTRATO A1 Y A2..... | 107 |
| 6.8 | CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL CONDENSADOR FIJO..... | 108 |
| 6.9 | CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO | 110 |
| 6.10 | CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL INVERSOR | 111 |
| 7 | ACRÓNIMOS | 113 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| FIGURA 1. EMPLAZAMIENTO Y DIVISIÓN DE LA AGRUPACIÓN DE REGANTES DE PINELLA | 2 |
| FIGURA 2. TARIFA GENERAL DE BAJA TENSIÓN, 2.0 DHA Y 2.1DHA | 11 |
| FIGURA 3. TARIFA DE BAJA TENSIÓN 3.0A | 11 |
| FIGURA 4. TARIFA DE ALTA TENSIÓN 3.1A LABORALES, FINES DE SEMANA Y FESTIVOS..... | 13 |
| FIGURA 5. ESTRUCTURA BÁSICA DE FACTURA DE ELECTRICIDAD | 15 |
| FIGURA 6. TRIANGULO DE POTENCIA | 18 |
| FIGURA 7. FACTURA DE ELECTRICIDAD DE AGRUPACIÓN DE REGANTES | 20 |
| FIGURA 8. FACTURA DE ELECTRICIDAD REGISTRO DE CONSUMO DE AGRUPACIÓN DE REGANTES..... | 21 |
| FIGURA 9. SISTEMA DE BOMBEO DE LA AGRUPACIÓN A1 | 29 |
| FIGURA 10. BATERÍA DE CONDENSADORES DE A1 | 30 |
| FIGURA 11. SISTEMA DE BOMBEO DE LA AGRUPACIÓN A2 | 31 |
| FIGURA 12. BATERÍA DE CONDENSADORES A2 | 32 |
| FIGURA 13. DIAGRAMA DE CONDENSADORES INDIVIDUALES..... | 32 |
| FIGURA 14. COSTES DE POTENCIA CONTRATADA A1 | 35 |
| FIGURA 15. POTENCIA FACTURADA A1 | 36 |
| FIGURA 16. TARIFA DE COSTES DE POTENCIA CONTRATADA A1 | 36 |
| FIGURA 17. COSTE DE POTENCIA CONTRATADA A2..... | 38 |
| FIGURA 18. POTENCIA FACTURADA A2 | 39 |
| FIGURA 19. TARIFAS DE POTENCIA CONTRATADA A2 | 39 |
| FIGURA 20. COSTE DE ENERGÍA CONSUMIDA A1 | 41 |
| FIGURA 21. ENERGÍA CONSUMIDA A1 | 41 |
| FIGURA 22. TARIFA DE ENERGÍA CONSUMIDA A1 | 42 |
| FIGURA 23. COSTE DE ENERGÍA CONSUMIDA A2..... | 43 |
| FIGURA 24. ENERGÍA CONSUMIDA A2 | 43 |
| FIGURA 25. TARIFA DE ENERGÍA CONSUMIDA A2..... | 44 |
| FIGURA 26. COSTE DE ENERGÍA REACTIVA A1 | 45 |
| FIGURA 27. ENERGÍA REACTIVA A1 | 46 |
| FIGURA 28. COSTE DE ENERGÍA REACTIVA A2 | 47 |
| FIGURA 29. ENERGÍA REACTIVA A2 | 47 |
| FIGURA 30. BATERÍA DE CONDENSADORES, ANÁLISIS TERMOGRÁFICO A1 | 66 |
| FIGURA 31. ANÁLISIS TERMOGRÁFICO Y TEMPERATURAS DE CAPACITORES A1 | 66 |
| FIGURA 32. BATERÍA DE CONDENSADORES, ANÁLISIS TERMOGRÁFICO A2 | 67 |
| FIGURA 33. ANÁLISIS TERMOGRÁFICO Y TEMPERATURAS DE CAPACITORES A2 | 68 |
| FIGURA 34. AUTOCONSUMO DIRECTO | 71 |
| FIGURA 35. AUTOCONSUMO PARCIAL..... | 72 |
| FIGURA 36. AUTOCONSUMO PARCIAL..... | 73 |
| FIGURA 37. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS ORIENTADOS HACIA EL SUR..... | 81 |
| FIGURA 38. CÁLCULO DE SOMBRAS ENTRE FILAS..... | 82 |
| FIGURA 39. TIPO DE ESTRUCTURA PARA EL MONTAJE DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS | 82 |
| FIGURA 40. CROQUIS DE SEPARACIÓN ENTRE FILAS..... | 83 |
| FIGURA 41. GRÁFICA DE HORAS SOLAR PICO | 85 |

| | |
|---|-----|
| <i>FIGURA 42. GRÁFICO DE FLUJO DE CAJA ACUMULADO A1</i> | 91 |
| <i>FIGURA 43. GRÁFICO DE FLUJO DE CAJA ACUMULADO A2</i> | 93 |
| <i>FIGURA 44. ANEXO 6.9 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL CONDENSADOR</i> | 109 |
| <i>FIGURA 45. ANEXO 6.10 CARACTERÍSTICA TÉCNICA DE LOS MÓDULOS FV</i> | 111 |
| <i>FIGURA 46. ANEXO 6.11 CARACTERÍSTICA TÉCNICA DEL INVERSOR</i> | 112 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| TABLA 1. TARIFAS DE ACCESO, PC: POTENCIA CONTRATADA; U: TENSIÓN DE SUMINISTRO..... | 10 |
| TABLA 2. TIPOS DE TARIFAS EN SEIS PERÍODOS..... | 12 |
| TABLA 3. DEFINICIÓN Y DURACIÓN DE LOS PERIODOS HORARIOS EN LA TARIFA DE 3.1A..... | 12 |
| TABLA 4. FÓRMULA DE CÁLCULO DE POTENCIA A FACTURAR..... | 17 |
| TABLA 5. CÁLCULO DE ENERGÍA CONSUMIDA EN PUNTA, LLANO Y VALLE (TARIFA 3.1A)..... | 17 |
| TABLA 6 TÉRMINO DE FACTURACIÓN DE ENERGÍA REACTIVA..... | 19 |
| TABLA 7. POTENCIA REGISTRADA EN MAXÍMETRO (EJEMPLO)..... | 22 |
| TABLA 8. POTENCIA DEL MAXÍMETRO P1 (PUNTA), P2 (LLANO) Y P3 (VALLE)(EJEMPLO)..... | 22 |
| TABLA 9. POTENCIA CONTRATADA Y LÍMITES DE POTENCIA A FACTURAR (EJEMPLO)..... | 22 |
| TABLA 10. COSTE DE POTENCIA FACTURADA (EJEMPLO)..... | 23 |
| TABLA 11. ENERGÍA CONSUMIDA REGISTRADA EN EL CONTADOR EN 6 PERÍODOS [KWh] (EJEMPLO)..... | 24 |
| TABLA 12. COSTE DE ENERGÍA CONSUMIDA (EJEMPLO)..... | 24 |
| TABLA 13. ENERGÍA REACTIVA REGISTRADA POR EL CONTADOR (EJEMPLO)..... | 25 |
| TABLA 14. COSTE DE ENERGÍA REACTIVA (EJEMPLO)..... | 25 |
| TABLA 15. COSTE TOTAL DE FACTURA DE ELECTRICIDAD (EJEMPLO)..... | 26 |
| TABLA 16. POTENCIA CONTRATADA EN CONTRATO A1 Y TARIFA ANUAL..... | 29 |
| TABLA 17. POTENCIA INSTALADA EN EL SISTEMA DE BOMBEO A1..... | 30 |
| TABLA 18 POTENCIA CONTRATADA EN CONTRATO A2 Y TARIFA ANUAL..... | 31 |
| TABLA 19. POTENCIA INSTALADA EN EL SISTEMA DE BOMBEO A2..... | 33 |
| TABLA 20. PERÍODO DE FACTURACIÓN DE LOS DOS CONTRATOS A1 Y A2..... | 33 |
| TABLA 21. ANÁLISIS DE COSTE DE POTENCIA CONTRATADA (A1)..... | 35 |
| TABLA 22. ANÁLISIS DE COSTE DE POTENCIA CONTRATADA (A2)..... | 38 |
| TABLA 23. ANÁLISIS DE COSTE Y DE ENERGÍA CONSUMIDA (A2)..... | 42 |
| TABLA 24. ANÁLISIS DE COSTE Y DE ENERGÍA REACTIVA (A1)..... | 45 |
| TABLA 25. ANÁLISIS DE COSTE Y DE ENERGÍA REACTIVA (A2)..... | 46 |
| TABLA 26. POTENCIA CONTRATADA (MÁXIMO, MEDIO, MÍNIMO) DE CONTRATO (A1 Y A2)..... | 48 |
| TABLA 27 RESUMEN DE COSTES DE POTENCIA CONTRATADA DE CONTRATO (A1 Y A2) ANUAL..... | 49 |
| TABLA 28. ENERGÍA CONSUMIDA (MÁXIMA, MEDIA, MÍNIMA) DE CONTRATO (A1 Y A2)..... | 49 |
| TABLA 29. ANÁLISIS DE COSTE DE ENERGÍA CONSUMIDA DE LOS CONTRATOS A1 Y A2..... | 50 |
| TABLA 30. ENERGÍA REACTIVA (MÁXIMA, MEDIO, MÍNIMO) (A1 Y A2)..... | 51 |
| TABLA 31. ANÁLISIS DE COSTE DE ENERGÍA REACTIVA ANUAL (A1 Y A2)..... | 51 |
| TABLA 32. POTENCIA CONTRATADA Y TARIFA ANUAL PC (A1)..... | 56 |
| TABLA 33. POTENCIA REGISTRADA POR EL MAXÍMETRO..... | 57 |
| TABLA 34. POTENCIA DEL MAXÍMETRO EN LOS PERÍODOS..... | 57 |
| TABLA 35. POTENCIA FACTURADA (PC) Y POTENCIA REGISTRADA EN MAXÍMETRO (A1)..... | 58 |
| TABLA 36. POTENCIA OPTIMIZADA..... | 58 |
| TABLA 37. POTENCIA OPTIMIZADA DE LA POTENCIA CONTRATADA (A1)..... | 59 |
| TABLA 38. POTENCIA OPTIMIZADA Y NUEVA POTENCIA A FACTURAR (A1)..... | 59 |
| TABLA 39. COSTES DE POTENCIA ÓPTIMA (A1)..... | 60 |

| | |
|---|-----|
| TABLA 40. COSTE POTENCIA ACTUAL Y COSTE DE POTENCIA OPTIMA, POSIBLES AHORROS (A1) | 60 |
| TABLA 41. POTENCIA CONTRATADA (PC) Y TARIFA ANUAL (A2) | 61 |
| TABLA 42. POTENCIA REGISTRADA POR EL MAXÍMETRO | 61 |
| TABLA 43. POTENCIA FACTURADA (PC) Y POTENCIA REGISTRADA EN EL MAXÍMETRO (A2) | 62 |
| TABLA 44. POTENCIA OPTIMIZADA | 62 |
| TABLA 45. POTENCIA ÓPTIMA (A2) | 63 |
| TABLA 46. POTENCIA A FACTURAR OPTIMIZADA (A2) | 63 |
| TABLA 47. COSTES DE POTENCIA OPTIMIZADA (A2) | 64 |
| TABLA 48. COSTE ACTUAL DE POTENCIA Y COSTES OPTIMIZADO, POSIBLES AHORROS (A2) | 64 |
| TABLA 49. ANÁLISIS DE TEMPERATURA DE BATERÍA DE CONDENSADORES (A1) | 66 |
| TABLA 50. ANÁLISIS DE TEMPERATURA DE BATERÍA DE CONDENSADORES (A2) | 68 |
| TABLA 51. POTENCIA DE TRANSFORMADOR Y COMPENSACIÓN FIJA | 70 |
| TABLA 52. CARACTERÍSTICA DE CONDENSADOR FIJO | 70 |
| TABLA 53. COSTE DE CONDENSADOR FIJO | 70 |
| TABLA 54. RETORNO DE CONDENSADOR FIJO PARA (A1 Y A2) | 70 |
| TABLA 55. POTENCIA INSTALADA Y ENERGÍA CONSUMIDA (A1 Y A2) | 75 |
| TABLA 56. POTENCIA DE GENERACIÓN DE AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO | 75 |
| TABLA 57. CARACTERÍSTICAS DE MÓDULO FOTOVOLTAICO | 76 |
| TABLA 58. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS INVERSORES | 77 |
| TABLA 59. MÓDULOS EN SERIE Y PARALELO POR CADA INVERSOR | 80 |
| TABLA 60. DATOS DE RADIACIÓN FUENTE AVEN | 86 |
| TABLA 61. ENERGÍA GENERADA KW/M ² *DÍA | 86 |
| TABLA 63. PRESUPUESTO DE HUERTO SOLAR FOTOVOLTAICO PARA AUTOCONSUMO | 88 |
| TABLA 64. CONDICIONES DE PRODUCCIÓN PARA AUTOCONSUMO A1 | 89 |
| TABLA 65. VAN Y TIR, AÑOS DE AMORTIZACIÓN A1 | 90 |
| TABLA 66. CONDICIONES DE PRODUCCIÓN PARA AUTOCONSUMO A2 | 91 |
| TABLA 67. VAN Y TIR, AÑOS DE AMORTIZACIÓN | 92 |
| TABLA 68. ANEXO 6.1 PERÍODOS DE FACTURACIÓN DEL CONTRATO A1 | 98 |
| TABLA 69. ANEXO 6.1 POTENCIA REGISTRADA POR EL MAXÍMETRO | 99 |
| TABLA 70. ANEXO 6.1 POTENCIA CONTRATADA A1 | 99 |
| TABLA 71. ANEXO 6.2 ENERGÍA CONSUMIDA REGISTRADA POR EL CONTADOR A1 | 100 |
| TABLA 72. ANEXO 6.2 ENERGÍA CONSUMIDA A1 | 101 |
| TABLA 73. ANEXO 6.3 ENERGÍA REACTIVA A1 | 101 |
| TABLA 74. ANEXO 6.3 ENERGÍA REACTIVA A1 | 102 |
| TABLA 75. ANEXO 6.4 POTENCIA REGISTRADA POR EL MAXÍMETRO A2 | 103 |
| TABLA 76. ANEXO 6.4 POTENCIA CONTRATADA A2 | 103 |
| TABLA 77. ANEXO 6.5 ENERGÍA CONSUMIDA REGISTRADA POR EL CONTADOR A2 | 104 |
| TABLA 78. ANEXO 6.5 ENERGÍA CONSUMIDA A2 | 105 |
| TABLA 79. ANEXO 6.6 ENERGÍA REACTIVA REGISTRADA POR EL CONTADOR A2 | 105 |
| TABLA 80. ANEXO 6.6 COSTE DE ENERGÍA REACTIVA | 106 |
| TABLA 81. ANEXO 6.7 IMPORTES FACTURADOS EN CONTRATOS A1 Y A2 | 107 |

OBJETO DEL PROYECTO FINAL DE MÁSTER

1 OBJETO DEL PROYECTO FINAL DE MÁSTER

1.1 ANTECEDENTES

Las Comunidades de Regantes son Corporaciones de Derecho Público adscritas al organismo de cuenca correspondiente, reguladas por la Ley de Aguas y que se conforman como organismos comunitarios para el aprovechamiento conjunto de los derechos de uso de una concesión de agua sobre una zona del territorio.

Estas instituciones son de capital importancia en la gestión de la política hídrica nacional ya que son las encargadas de gestionar alrededor del 70% de los recursos hídricos consuntivos y cuentan con un enorme arraigo social dentro del sector productivo de la agricultura de regadío.

La legislación existente fija que las Comunidades de Regantes se gestionen de forma interna [1], acordando unos estatutos y ordenanzas que deben ser aprobados por el Organismo de Cuenca. Los órganos de gestión interna de la Comunidad de Regantes son: la Asamblea General, formada por todos los comuneros para las funciones legislativas de la misma; la Junta de Gobierno para la función ejecutiva en la gestión diaria de la Comunidad de Regantes y el Jurado de Riegos para la resolución de conflictos entre los usuarios.

El órgano más importante en la gestión operativa de la Comunidad de Regantes es la Junta de Gobierno, cuyas líneas de gestión se dividen fundamentalmente en una parte administrativa para la distribución y facturación del agua servida a sus comuneros y en otra para la ejecución y manejo de las infraestructuras colectivas necesarias para el buen funcionamiento de la entidad en su misión de distribución de agua.

La Agrupación de Regantes de Pinella, donde se efectuará este estudio está ubicada en el término municipal de Villa Real, provincia de Castellón, Orden de la Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación de 4 de julio de 1997.

La superficie de riego se encuentra dividida en dos zonas claramente diferenciadas por el accidente geográfico del Barranco de Ratils. Estas dos zonas se denominan Agrupación número 1 (A1) y Agrupación número 2 (A2), y corresponde a las zonas de dominio de cada una de las agrupaciones de pozos. La superficie total regable es de 538 Hectáreas, distribuidas del siguiente modo:

- Agrupación A1: 312 hectáreas.
- Agrupación A2: 226 hectáreas.

Según datos obtenidos del proyecto de interés general [2], la topografía de Pinella es bastante uniforme, estando constituida por un plano inclinado orientado al Este, con cota máxima al Oeste y mínimas aguas debajo de la autopista A-7 como se muestra en la siguiente figura:



Figura 1. Emplazamiento y división de la Agrupación de Regantes de Pinella

Linda al Sur con el cauce del Rio seco y cuenta con un único accidente topográfico constituido por el Barranco de Ratils antes mencionado.

Aunque las Comunidades de Regantes sean entidades de derecho público y sin ánimo de lucro, su funcionamiento y gestión debe ser realizado bajo una serie de premisas y condicionantes iguales a los estándares de gestión y calidad que cualquier otra entidad pública o privada. Estos principios se basan en la transparencia de sus decisiones, la necesidad de participación de sus asociados por el mejor uso en común de los recursos y de la infraestructura, la trazabilidad en el uso del agua y la estandarización de sus procesos; pero fundamentalmente y cada vez de forma más importante en la eficiencia de sus procesos y en la gestión de sus recursos principales, el agua y la energía.

Esta afirmación se basa en la evolución sufrida por el sector del regadío durante los últimos años que se ha caracterizado por:

- Un proceso de modernización de las infraestructuras de regadío logrando importantes ahorros de agua pero con necesidades de inversión elevadas, pasando de conducciones y riego por gravedad en canales a conducciones presurizadas para riego localizado o por aspersión de mayor eficiencia.
- Descensos en la disponibilidad de recursos, fundamentalmente en zonas áridas y semiáridas abastecidas por aguas subterráneas de acuíferos sobreexplotados que han disminuido notablemente sus niveles.
- Ambos hechos, han condicionado un aumento notable del consumo energético asociado al sector del regadío, del orden del 70% para el periodo 2001-2012 según la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España.
- La liberalización del sector eléctrico y la desaparición de las tarifas de riego que ha elevado el coste de la energía y de manera muy importante el término de potencia contratada comprometiendo la viabilidad de algunos procesos de modernización por el aumento de los costes que supone a los regantes.
- Junto a lo anterior, se viene produciendo un descenso generalizado de los márgenes económicos para los productores agrarios al aumentar los costes de producción sin poder repercutirlo en el precio de venta de sus productos.
- La aparición de una mayor conciencia social por el respeto al medio ambiente, la necesidad de mantener los procesos productivos de forma sostenible y el uso eficiente de los recursos, todos ellos puesto de manifiesto en las diferentes legislaciones a nivel nacional y europeo.

Estos acontecimientos refuerzan la necesidad de llevar a cabo una gestión responsable y adecuada en el uso de los recursos hídricos y energéticos por parte de los gestores de las Comunidades de Regantes que a pesar de ser entidades sin ánimo de lucro, deben buscar su máximo beneficio económico, entendido no como la maximización de sus ventas de agua, sino en la optimización de sus costes manteniendo la calidad en el servicio de riego proporcionado a sus regantes.

1.2 JUSTIFICACIÓN

La Ley 54/1997 [3] del sector eléctrico en su artículo 9 define los sujetos que desarrollan las actividades destinadas al suministro de energía eléctrica. Entre estos sujetos se encuentran los consumidores, que son las personas físicas o

jurídicas que compran la energía para su propio consumo. Aquellos consumidores que adquieran energía directamente en el mercado de producción se denominarán Consumidores Directos en Mercado.

Con el anterior sistema de tarifas, los contratos de suministros y facturación estaban regulados por el Gobierno y los consumidores estaban obligados a contratar con la Compañía Eléctrica propietaria de la red de distribución. Tras la liberalización del mercado eléctrico, los consumidores podían elegir entre continuar con tarifas reguladas o formalizar un contrato con una empresa comercializadora, o comprar la energía directamente en el mercado. Las tarifas reguladas de alta tensión han desaparecido recientemente, tras lo cual todos los consumidores en alta tensión (A.T.) deben estar en el mercado libre, pagando unos peajes de acceso por el uso de las redes. Transitoriamente algunos usuarios que todavía no han formalizado contratos con comercializadoras mantienen sus contratos a tarifa, con unos recargos importantes en la facturación.

La mayor parte de las comunidades de Regantes hasta el 2008 eran consumidoras en el mercado regulado.

El Real decreto 809/2006 [4], de 30 de junio, por el que se revisa la tarifa eléctrica a partir de julio de 2006, establecía la supresión de las tarifas especiales para riego de baja y alta tensión a partir de enero de 2007. Este Real Decreto fue modificado posteriormente por el Real Decreto Ley 9/2006 [5], de 15 de septiembre, por la que se adoptan medidas urgentes para paliar los efectos producidos por la sequía, que pospuso para el 1 de julio de 2007 la supresión de las tarifas de riegos, y por el Real Decreto 871/2007 de 29 de junio [6], por el que se ajustan las tarifas eléctricas a partir del 1 de julio de 2008. En virtud de este Real Decreto también se suprimían las tarifas generales de alta tensión y la tarifa horaria de potencia.

Tras la separación de las tarifas reguladas la Agrupación de Regantes de Pinella tiene dos contratos de tarifa 3.1A en los cuales se analizarán los consumos y costes para optimizar la facturación de electricidad de dicha comunidad, proponiendo así un huerto solar fotovoltaico para autoconsumo con el cual se desconectarían de la red.

1.3 OBJETIVOS

La Agrupación de Regantes de Pinella, cuenta con redes colectivas de distribución de agua de riego, centralizando así el consumo energético derivado de los sistemas de bombeo; teniendo presente tanto las necesidades de riego como el coste energético derivado, el presente proyecto plantea en los siguientes objetivos:

- Análisis de consumo eléctrico actual de la Agrupación de Regantes de Pinella.
- Planteamiento de posibles optimizaciones de facturación eléctrica.
- Evaluación técnica y económica de instalación de condensadores y de instalación fotovoltaica de autoconsumo.

FACTURACIÓN ELÉCTRICA

2 TARIFA DE ACCESO

Los consumidores que adquieren la energía para su suministro en el mercado libre deben satisfacer las llamadas tarifas de acceso a las redes.

El acceso puede contratarse con la empresa comercializadora, con la que el usuario suscribe un contrato bilateral, o acudiendo directamente al mercado de producción. El peaje que se paga por usar estas redes es el precio de la tarifa de acceso.

Según lo recogido en el artículo 17 de la ley 54/1997 [3], del sector eléctrico, los peajes de acceso a las redes serán únicos en todo el territorio nacional y no incluirán ningún tipo de impuesto. Además, tendrán en cuenta las especialidades por niveles de tensión y las características de los consumos por horario y potencia.

La estructura de peajes de acceso a las redes actualmente en vigor se encuentra recogida en el Real Decreto 1164/2001 [7], de 26 de octubre, por el que establecen se tarifas de acceso a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica (BOE 8 de noviembre de 2001) y la posterior corrección de errores del Real Decreto 1164/2001 (BOE 18 enero de 2002). Las condiciones de aplicación se completan con lo establecido tanto en el Real Decreto 195/2000 [8], de 1 de diciembre, como en el Real Decreto 1435/2002 [9], de 27 diciembre, por el que se regulan las condiciones básicas de los contratos de adquisición de energía y de acceso a las redes en baja tensión.

La Orden ITC/3519/2009 [10], de 28 de diciembre, por la que se revisan los peajes de acceso a partir de 1 de enero de 2010 y las tarifas y primas de las instalaciones del régimen especial [11], prorroga el plazo para ser suministrado por un comercializador de último recurso hasta 31 de diciembre de 2010.

2.1 ESTRUCTURA DE LAS TARIFAS DE ACCESO

Las tarifas de acceso existentes en la actualidad son:

| TARIFAS DE BAJA TENSIÓN ($U \leq 1$ kV) | | | |
|---|-----------------------------|---|-----------------------------------|
| Tarifa | Tipo | Características | Condiciones |
| 2.0 A | simple | 1 ó 2 períodos horarios | $PC \leq 10$ kW |
| 2.1 A | simple | 1 ó 2 períodos horarios | 10 kW < $PC \leq 15$ kW |
| 3.0 A | general | 3 períodos horarios | $PC > 15$ Kw |
| TARIFAS DE ALTA TENSIÓN ($U > 1$ kV) | | | |
| Tarifa | Tipo | Características | Condiciones |
| 3.1 A | específica | 3 períodos horarios | $U \leq 36$ kV y $PC \leq 450$ kW |
| 6 | generales para alta tensión | 6 períodos horarios 5 escalones de tensión | $PC > 450$ kW ó $U > 36$ kV |

Tabla 1. Tarifas de acceso, PC: potencia contratada; U: tensión de suministro

La estructura actual de tarifas de acceso tiene una fórmula binomia compuesta por un término de potencia, un término de energía activa y, en su caso, término de energía reactiva. Está regulada por el Real Decreto 1164/2001.

Una parte de la facturación se encuentra regulada y la otra es libre. La parte regulada corresponde a los peajes que hay que pagar por utilizar las redes de distribución, que se publican en el Boletín Oficial del Estado.

2.2 TARIFA DE ACCESO EN BAJA TENSIÓN.

A las tarifas 2.0A y 2.1A es de aplicación la modalidad de discriminación de horario (DHA) dos períodos, denominándose en caso de contratar esa modalidad de consumo, 2.0 DHA y 2.1.DHA, [7] respectivamente.

Esta Tarifa permite Discriminación Horaria, es decir, divide las horas del día en dos periodos, en P1 (Punta) y P2 (Valle), con un término de energía distinto en cada uno de ellos, como refleja la siguiente gráfica:

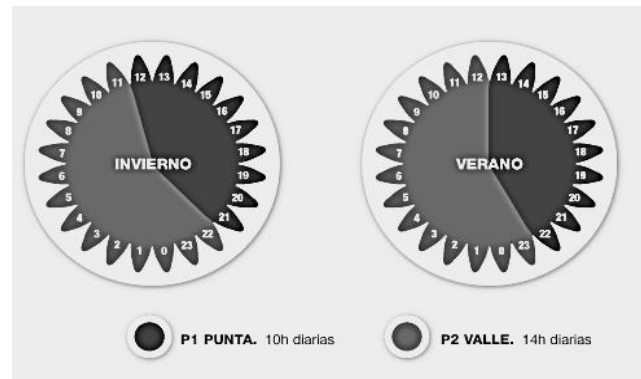


Figura 2. Tarifa general de baja tensión, 2.0 DHA y 2.1DHA

La tarifa general de baja tensión, 3.0A, es una tarifa de tres períodos horarios

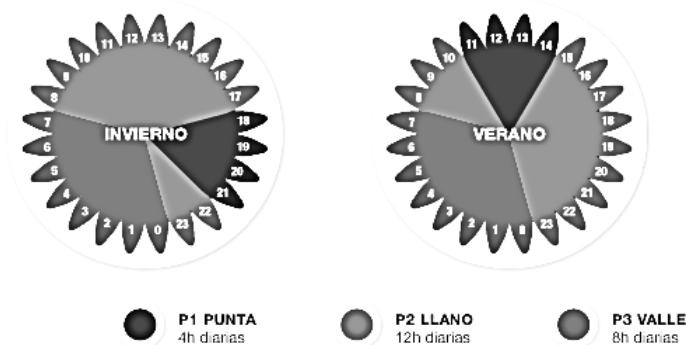


Figura 3. Tarifa de baja tensión 3.0A

2.3 TARIFA DE ACCESO EN ALTA TENSIÓN

Para alta tensión se establecen 2 tarifas:

- Tarifa 3.1A de tres períodos P1 (punta), P2 (llano) y P3 (valle).
- Tarifas 6.x generales de seis períodos, (P1, P2, P3, P4, P5, P6).

La tarifa 3.1A puede aplicarse a los suministros en tensiones comprendidas entre 1 y 36kV, siempre que la potencia contratada en todos los períodos tarifarios sea igual o inferior a 450kW.

Las Tarifas 6.x (tarifas generales para alta tensión) son de aplicación a cualquier suministro en tensiones comprendidas entre 1 y 36kV con potencias contratada en alguno de los períodos superior a 450kW y a cualquier suministro en tensiones superiores a 36kV, excepto la tarifa de conexiones internacionales. Estas tarifas se diferencian por niveles de tensión, de acuerdo con la tabla siguiente

y están basadas en seis periodos tarifarios en que se dividen la totalidad de las horas anuales.

| NIVEL DE TENSIÓN | TARIFA |
|----------------------------|--------|
| $1kV \leq V < 36kV$ | 6.1 |
| $36kV \leq V < 72.5kV$ | 6.2 |
| $72.5kV \leq V < 145kV$ | 6.3 |
| $V \geq 145kV$ | 6.4 |
| CONEXIONES INTERNACIONALES | 6.5 |

Tabla 2. Tipos de tarifas en seis periodos

La Orden ITC/3801/2008 [12], de 26 de diciembre, por la que se revisan las tarifas eléctricas a partir de 1 de enero de 2009, en su Disposición adicional tercera, revisión de los periodos horarios a aplicar a la tarifa de acceso 3.1A, establece los periodos horarios a aplicar en la tarifas de acceso 3.1A a partir del 1 de enero 2009, según la siguiente tabla:

| Períodos horarios | Duración |
|-------------------|--|
| P1 (Punta) | 6 Horas de lunes a viernes |
| P2 (Llano) | 10 Horas de lunes a viernes(laboral) 6 Horas de sábados, domingos y festivos de ámbito nacional. |
| P3 (Valle) | 8 Horas de lunes a viernes (laboral) 18 Horas de sábados, domingos y festivos de ámbito nacional. |

Tabla 3. Definición y duración de los periodos horarios en la tarifa de 3.1A

La distribución de horas punta, llano y valle, en invierno y verano, en las distintas zonas 1 (península) que se muestra a continuación.

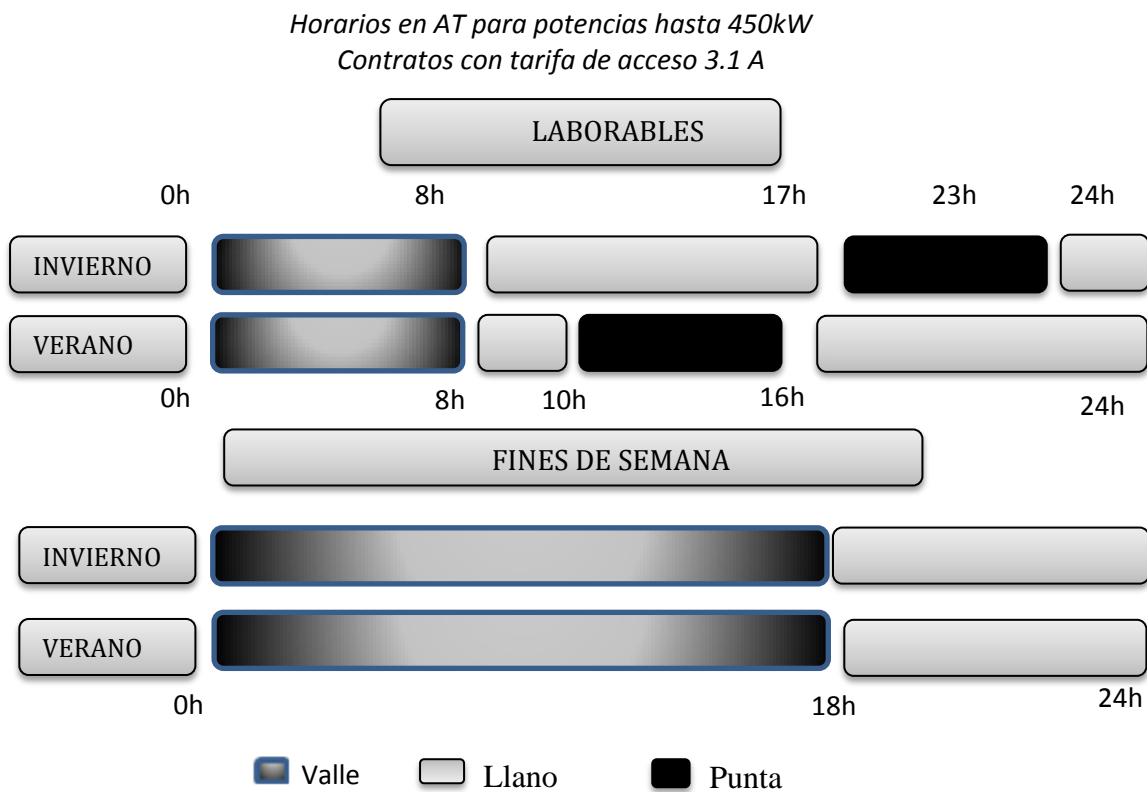


Figura 4. Tarifa de alta tensión 3.1A laborales, fines de semana y festivos

En cuanto a las tarifas de 6 períodos, éstos quedan establecidos en la Orden ITC/2794/2007 [13], en la que se definen las temporadas eléctricas y los tipos de días a efectos de la aplicación de tarifas. Se definen 5 temporadas:

- Alta con punta de mañana y tarde.
- Alta con punta de mañana.
- Media con punta de mañana.
- Media con punta de tarde.
- Baja.

Asimismo se definen 6 tipos de días:

- A: de lunes a viernes no festivos de temporada alta con punta de mañana y tarde.
- A1: de lunes a viernes no festivos de temporada alta con punta de mañana.
- B: de lunes a viernes no festivos de temporada media con punta de mañana.
- B1: de lunes a viernes no festivos de temporada media con punta de tarde.

-
- C: de lunes a viernes no festivos de temporada baja, excepto agosto en la zona 1, abril en la zona 2 y mayo en las zonas 3 y 4.
 - D: sábados, domingos, festivos de ámbito nacional, más agosto (zona1), abril (zona 2) o mayo (zona 3 y 4).

2.4 ESTRUCTURA DE LAS TARIFAS DE SUMINISTRO

La formación del precio final de la energía eléctrica consumida, de acuerdo con la anterior estructura de tarifas, partía de la facturación básica y de una serie de complementos (recargos o descuentos).

La facturación básica tenía una fórmula binomia (Real Decreto 2820/1998) [14] formadas por un término fijo y otro variable en cada uno de los seis períodos tarifarios en que se dividen las 8.760 horas del año, que incluyen para cada uno de ellos todos los componentes de precio. Era la suma del término de facturación de potencia, que dependía de la potencia contratada por el usuario, más el término de facturación de energía, que aplicaba un precio a la energía consumida por el usuario durante el período de facturación.

A la facturación básica se le sumaban algebraicamente los complementos por energía reactiva, discriminación horaria, estacionalidad e interrumpibilidad.

El impuesto sobre la electricidad se aplicaba a la facturación básica más los complementos. Se completaba la factura con el importe, si procedía, del alquiler de equipos de medida. A la suma total se aplicaba el IVA.

La estructura básica es la estructura actual de tarifas de acceso tiene una fórmula compuesta por un término de potencia, un término de energía consumida y en su caso, término de energía reactiva como se muestra en la Figura 5. Está regulada por el Real Decreto 1164/2001 [7]. Una parte de la facturación se encuentra regulada: los peajes que hay que pagar por utilizar las redes de distribución, que se publica en el Boletín Oficial del Estado. Se trata de término de potencia. La parte libre se negocia entre el consumidor y el comercializador, y corresponde término de energía.

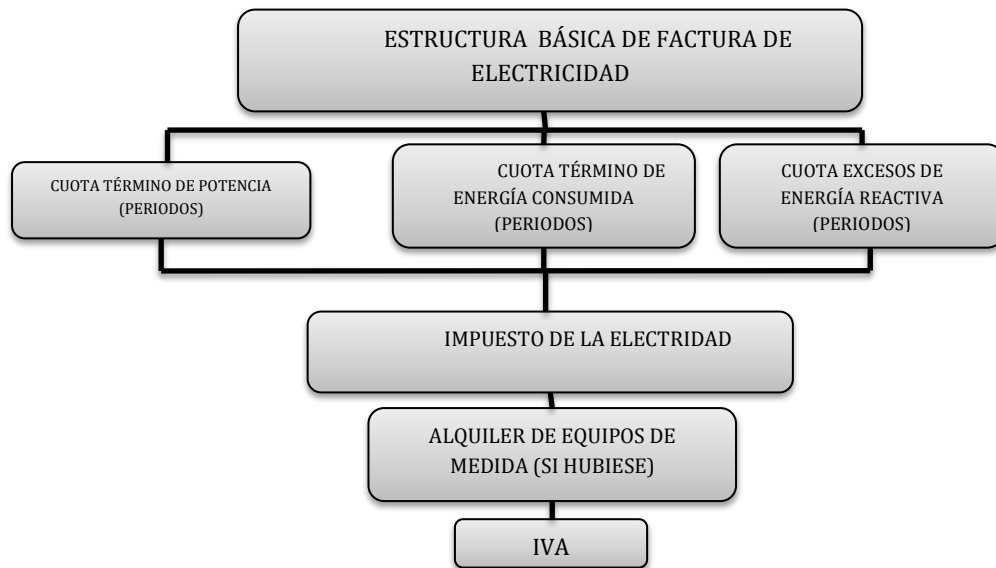


Figura 5. Estructura básica de factura de electricidad

Como se muestra la Figura 5 la estructura básica de la factura de electricidad tiene el término de potencia que es el peaje que se paga a la red eléctrica española por tener disponible cierta cantidad de kW para consumir.

Establecida la potencia contratada, se tiene la energía consumida que es la cantidad de kWh que se consumen en un período determinado.

Discriminación de horaria (DH): las tarifas con discriminación horaria son aquellas que subdividen el día en varios períodos horarios, pagando a diferentes precios la energía consumida según el período.

Después, de establecer el término potencia contratada y energía consumida se les añaden los diversos complementos que pueden o no aparecer:

Excesos de energía reactiva: aparecen cuando se consumió demasiada energía reactiva y no existe una compensación.

Excesos de potencia: se facturan los excesos de potencia que sobrepasen la contratada.

Impuesto de la electricidad: es un impuesto especial de fabricación, recogido en el título I, art.64, de la Ley 38/1992 [15], de 28 de diciembre, de impuestos especiales.

La base imponible es la suma del coste facturado por potencia, por energía, y por energía reactiva, antes del IVA.

El tipo es del 4,864%, si bien se convierte en 5,11270% en aplicación de la ley del IVA (impuesto sobre el valor añadido; $100/(100-4,864) = 1,05113$; $1,05113 \times 4,864\% = 5,11270\%$).

El alquiler de equipos tiene un precio, también regulado, que valora el alquiler de contadores, transformadores de medida, equipo auxiliar e interruptores limitadores, entre otros, que forman parte del equipo para medir la potencia, la energía activa y la energía reactiva proporcionadas por la red.

Los horarios de aplicación de estas tarifas se recogen en la Orden ITC/2794/2007 [16], de septiembre, que adapta los horarios a las curvas de demanda registradas en los últimos años.

2.5 TÉRMINO POTENCIA

Para cada uno de los períodos tarifarios aplicables a las tarifas, se contrata una potencia, aplicable durante todo el año. El término de facturación de potencia es el sumatorio resultante de multiplicar la potencia a facturar en cada período por el coste de término de potencia correspondiente.

La potencia a facturar se determina en función de las potencias contratadas en cada período tarifario y, en su caso, dependiendo de cada tarifa, las potencias realmente demandadas en el mismo durante el periodo de facturación considerado. En el caso de los peajes de acceso 2.0 DHA y 2.1 DHA correspondientes a dos periodos, existe un único término de potencia.

En las tarifas de alta tensión, tanto en la de 3.0A y 3.1A [7] como en las de 6 periodos las potencias contratadas en los diferentes períodos han de ser tales que la potencia contratada en un periodo tarifario (P_{n+1}) sea siempre mayor o igual que la potencia contratada en el periodo tarifario anterior (P_n). Los excesos de potencia que sobrepasen la contratada se cargan a la factura eléctrica.

Para el cálculo de la potencia a facturar se contempla, por la medida de un máxímetro que es un aparato interno del contador eléctrico que registra las máximas potencias cuartohorarias (15 minutos) demandadas durante el período de facturación para cada uno de los periodos, como se muestra a continuación y que se representa en la Tabla 4:

- Si la potencia medida por el máxímetro (PM) es menor del 85% de la potencia contratada (PC), la potencia a facturar (PF) será el 85% de dicha potencia contratada (PC).

- Si la potencia medida por el máxímetro (PM) es mayor del 85% y menor del 105% de la potencia contratada (PC), la potencia a facturar será (PF), la medida por el máxímetro (PM).

• Si la potencia registrada por el máxímetro (PM) es mayor del 105% de la potencia contratada (PC), la potencia a facturar será (PF) medida por el máxímetro (PM) más el doble de la diferencia entre la potencia medida por el máxímetro (PM) y el 105% de la potencia contratada (PC).

| | |
|--|-----------------------------|
| Si $PM \leq 0,85xPC$ | $PF = 0,85xPC$ |
| Si $0,85xPC \leq PM \leq 1,05xPC$ | $PF = PM$ |
| Excesos de potencia si $PM \geq 1,05xPC$ | $PF = PM + 2(PM - 1,05xPC)$ |

Tabla 4. Fórmula de cálculo de potencia a facturar

2.6 TÉRMINO DE ENERGÍA CONSUMIDA

El término de facturación de energía activa es el sumatorio resultante de multiplicar la energía consumida y medida por el contador en cada período tarifario por el precio del término de energía correspondiente. La energía activa se factura mensualmente.

Los modernos equipos de medida son aptos para cualquier estructura tarifaria, y la más compleja incluye 6 períodos diferentes (P1, P2, P3, P4, P5 y P6). Generalmente la información de consumos que aparece en la factura, como medidas de contador, incluye todos esos períodos aunque contractualmente se requieran solo tres [7].

En el caso de la tarifa 3.0A y 3.1A la asociación que se hace es la siguiente:

| | |
|---------------------|-----------|
| Período Punta (P): | $P1 + P4$ |
| Período Llano (LL): | $P2 + P5$ |
| Período Valle (V): | $P3 + P6$ |

Tabla 5. Cálculo de energía consumida en punta, llano y valle (tarifa 3.1A)

2.7 TÉRMINO ENERGÍA REACTIVA

Las máquinas eléctricas que trabajan en corriente alterna convierten la energía eléctrica en trabajo mecánico y calor. Esta energía se llama activa y es medida en kWh. Algunos receptores necesitan campos magnéticos para su funcionamiento (motores, transformadores) y consumen otro tipo de energía denominada reactiva. Estos receptores absorben energía de la red para la creación de los campos magnéticos y la entregan durante su destrucción.

El término de facturación por energía reactiva es de aplicación a cualquier tarifa, para lo cual se debe disponer de un contador de energía reactiva permanentemente instalado, excepto en el caso de la tarifa simple de baja tensión (2.0A y 2.1A). Este término se aplica sobre todos los períodos tarifarios, excepto en el período 3 (P3 valle), de acuerdo con las fórmulas establecidas en el artículo 9 del RD 1164/2001 [7], para las tarifas 3.0A y 3.1 A, y en el período 6, para las tarifas 6, siempre que el consumo de energía reactiva exceda del 33% del consumo de energía consumida durante el período de facturación considerado ($\cos(\varphi) < 0,95$) y únicamente afecta a dicho excesos.

Este complemento penaliza a los consumidores que, según los registros del contador instalado, se caractericen por *factores de potencia (fdp)* inferiores a 0,95 inductivo.

Sean **P** (kWh) y **Q** (kVArh) las mediciones, para cada período, de las energías activa (energía consumida) y reactiva registradas por el contador.

La cantidad (**Q1**) está exenta de penalización. La cantidad (**Q2**) se calcula con la Ecuación 7, que se deduce del gráfico y las ecuaciones adjuntas:

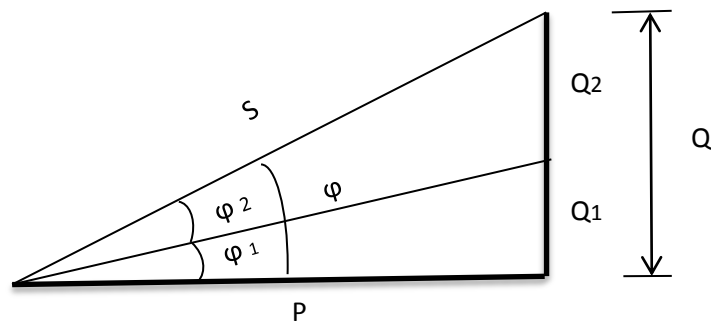


Figura 6. Triángulo de potencia

La potencia aparente (se define con la letra **S**) es la suma vectorial de la potencia real (**P**) y la potencia reactiva (**Q**) y su unidad de medida el kilovoltiamperio [kVA]

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Ec. 1

El cálculo del factor de potencia (fdp) deberá efectuarse aplicando la siguiente formula:

$$fdp = \frac{P[kw]}{S[kVA]} \quad \text{Ec. 2}$$

Un factor de potencia cercano a la unidad significa que la energía reactiva es pequeña comparada con la energía activa, mientras que un valor de factor de potencia bajo indica la condición opuesta, el valor de un factor de potencia (fdp) está comprendido entre 0 y 1.

Si las corrientes y tensiones son señales perfectamente sinusoidales, el factor de potencia es igual a $\cos\varphi$.

$$fdp = \cos(\varphi) \quad \text{Ec.3}$$

Como se muestra en el triángulo de potencia que la energía reactiva total es la suma de Q1 y Q2:

$$Q = Q1 + Q2 \quad \text{Ec. 4}$$

La energía reactiva en exceso será:

$$Q2 = Q - Q1 \quad \text{Ec. 5}$$

Sustituyendo en la Ec. 5 Q1 que lo obtenemos la proyección del triángulo de potencias $P_{tan}(\varphi_1)$ tenemos:

$$Q2 = Q - P \tan(\varphi_1) \quad \text{Ec. 6}$$

El precio de la penalización varía según el factor de potencia calculado para cada período, teniendo en cuenta el consumo Q total, según se explicó más arriba.

Es importante notar que, por la exigencia legal de redondeo a dos decimales, al final la energía reactiva facturable resulta ser:

$$Q2 = Q - 0,33P \quad \text{Ec. 7}$$

Se cobra por el exceso de energía reactiva contabilizada a partir de factores de potencia (fdp) menores de 0,95 inductivo. El precio varía según lo siguiente:

| | | |
|--|-----------------------------|------------------|
| Precio de la energía reactiva (€/kVArh): | Si $0,95 > fdp \geq 0,80$: | 0,041554 €/kVArh |
| | Si $0,80 > fdp$: | 0,062332 €/kVArh |


Tabla 6 Término de facturación de energía reactiva

Con carácter general, los contratos serán anuales, existiendo excepción a esta norma en los casos de contratos de temporada (<12 meses de forma repetitiva) y contratos eventuales (<12 meses para un fin concreto; transitorio y esporádico), que tienen un recargo en el término de potencia.

2.8 EJEMPLO DE CÁLCULO DE UNA FACTURA DE ELÉCTRICA

Para este ejemplo se ha elegido una factura del contrato A1 del mes de Marzo de 2012. Se reconstruirá la factura de electricidad de cada término de cómo se calcula lo que cobran las empresas comercializadoras.


Hoja número 1 / 2



Referencia contrato: []
 Período de facturación: 02/03/2012 - 02/03/2012
 Fecha factura: 5 de marzo de 2012
 Nº factura: 20120305010008892

IMPORTE FACTURA 1.498,25 €

Reserva: IBERDROLA GENERACION, S.A.U. Apartado de Correos 6119, 28080 Madrid
 Nº de C.C.P. 0175333-1 N.I.C. 00000001 N.I.C. 20120305



1 DATOS DEL CLIENTE

2 FACTURACIÓN

Dirección Fiscal: C/ ZALON, 2 12540 VILLARREAL - VILA REAL

EUROS

| ENERGIA | | |
|---------------------------------|--------------------------------------|-----------------|
| Potencia contratada | PP 8,5 kW x 1,940703 €/kW | 16,50 |
| | PLL 148,75 kW x 1,19678 €/kW | 178,02 |
| | PV 172 kW x 0,274435 €/kW | 47,20 |
| Total importes potencia | | 241,72 |
| Energía consumida | P 360 kWh x 0,14717 €/kWh | 52,98 |
| | LL 1.137 kWh x 0,131048 €/kWh | 149,00 |
| | V 9.391 kWh x 0,070056 €/kWh | 657,90 |
| Total Energía 10.888 kWh | | 859,88 |
| Energía reactiva | P1 454,2 kVarh x 0,062332 €/kVarh | 28,31 |
| | P2 1.251,79 kVarh x 0,062332 €/kVarh | 78,03 |
| Total energía reactiva | | 106,34 |
| Impuesto sobre electricidad | 4,864% s/1.207,94 x 1,05113 | 61,76 |
| TOTAL ENERGIA | | 1.269,70 |
| Importe total | | 1.269,70 |
| IVA | 18% s/1.269,7 | 228,55 |
| TOTAL IMPORTE FACTURA | | 1.498,25 |

Ahora podrá dedicar más tiempo

INFORME SOBRE CONSUMO Y COSTE

Pymes Iberdrola:

- Servicio de Urgencias. El personal fontanero
- Servicio de Orientación Jurídica. Con respuesta en el mismo día.
- Servicio de Asistencia

IMPUESTO DE ELECTRICIDAD

IVA

92/4

ACIÓN, S.A.U., Plaza Euzkadi 5, 48009 Bilbao; inscrita en el Registro Mercantil de Bizkaia al Tomo 3863, Folio 199, Hoja 6 B-2768 inscripción nº 08-A-80738

Figura 7. Factura de electricidad de Agrupación de Regantes

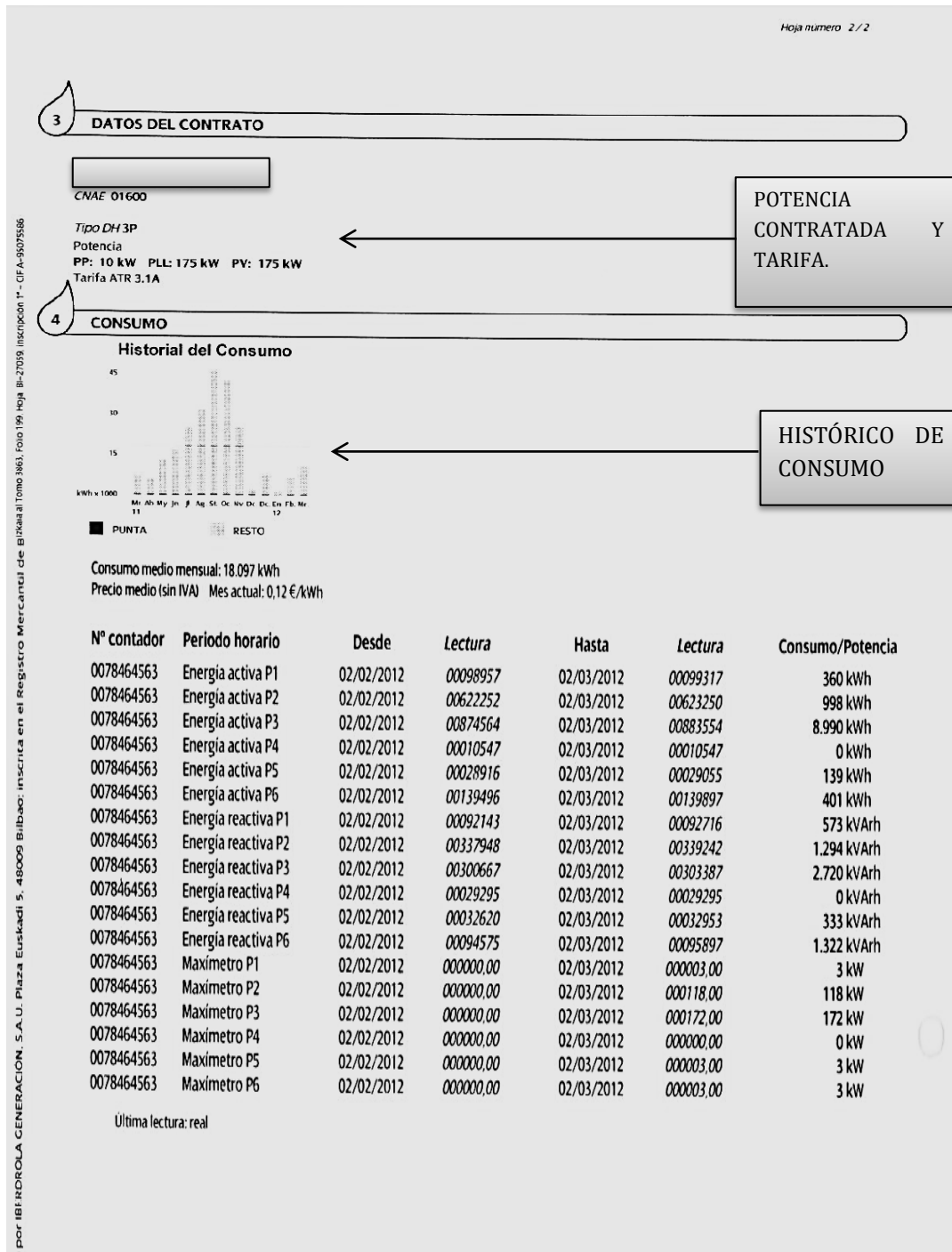


Figura 8. Factura de electricidad registro de consumo de Agrupación de Regantes

2.8.1 CÁLCULO DE POTENCIA CONTRATADA

Para realizar el análisis de una factura se debe de interpretar los datos registrado en el contador e impreso en la factura anterior por la compañía comercializadora de energía eléctrica, donde se establecen los términos potencia contratada, energía consumida, energía reactiva e impuestos facturados.

La siguiente tabla muestra las potencias pico registradas por el máxímetro (PM) en un cuarto de hora para cada período.

| POTENCIA REGISTRADA POR EL MÁXÍMETRO (PM) | |
|---|---------|
| P1: 3kW | P4: 0kW |
| P2: 118kW | P5: 3kW |
| P3: 173kW | P6: 3kW |

Tabla 7. Potencia registrada en máxímetro (ejemplo)

La potencia registrada en el contador es para seis períodos en los que cada período corresponde a punta (P1 y P4), llano (P2 y P5), valle (P3 y P6) para el cálculo de potencia a facturar (PF) se toma el de mayor potencia en cada periodo (punta, llano y valle), como se muestra en la siguiente tabla:

| POTENCIA MAYOR EN CADA PERIODO |
|--------------------------------|
| P1 (Punta)= 3kW |
| P2 (Llano)= 118kW |
| P3 (Valle)= 173kW |

Tabla 8. Potencia del máxímetro P1 (punta), P2 (llano) y P3 (valle)(ejemplo)

La siguiente tabla muestra la potencia contratada (PC) en el contrato A1 en los períodos (punta, llano, valle). Con los límites de potencia [85%PC y 105%PC] lo establecido anteriormente.

| POTENCIA CONTRATADA (PC) | Si [85%PC y 105%PC] |
|--------------------------|---------------------|
| P1 (punta) : 10kW | [8,75 y 10,5] |
| P2 (llano): 175kW | [148,75 y 183,75] |
| P3 (valle): 175 kW | [148,75 y 183,75] |

Tabla 9. Potencia contratada y límites de potencia a facturar (ejemplo)

Teniendo establecidos los límites de potencia a facturar (PF) del 85% y del 105% en la Tabla 4, se procede al cálculo de la potencia a facturar (PF), posteriormente cada período se multiplicará por la tarifa respectiva.

En el período P1 (punta) se tiene una potencia del máxímetro (PM) de 3kW por lo cual es menor que 85% potencia contratada (PC) en ese período, por lo que la potencia a facturar (PF) es de 8,75kW (PF= 0,85PC) que es lo mínimo a facturar por la potencia contratada (PC).

En el período P2 (llano) la potencia del máxímetro (PM) es de 118kW con lo que es menor que 85% de la potencia contratada (PC) en ese período, por lo que la potencia a facturar (PF) es de 148,75 kW, (PF= 0,85PC) que es lo mínimo a facturar por la potencia contratada (PC) en dicho período.

El período P3 (valle) la potencia del máxímetro (PM) es de 173kW por lo que es mayor que el 85% de la potencia contratada (PC) pero inferior a 105% de la potencia contratada, lo que establece que está dentro del límite [85%PC, 105%PC], por lo que la potencia a facturar (PF) es la potencia del máxímetro (PM) 173kW (PF= PM).

| POTENCIA FACTURADA (PF) | | |
|------------------------------|----------|----------------|
| P1 PUNTA : 8,75kW | | |
| P2 LLANO: 148,75kW | | |
| P3 VALLE: 173 kW | | |
| Potencia facturada (PF) [kW] | [€/kW] | [€] |
| P1: 8,75 | 1,940703 | 16,50 |
| P2: 148,75 | 1,19678 | 178,02 |
| P3: 173 | 0,274435 | 47,20 |
| Coste total (PF) | | 241,71€ |

Tabla 10. Coste de potencia facturada (ejemplo)

El coste 241,71€ de la potencia contratada se factura sin peaje ni IVA.

2.8.2 CÁLCULO DE ENERGÍA CONSUMIDA

Como los contadores eléctricos tienen 6 períodos, para calcular punta, llano y valle para la tarifa 3.1.A se efectúa con la Tabla 5 mencionado anteriormente.

| ENERGÍA CONSUMIDA REGISTRADA POR EL CONTADOR [kWh] | |
|--|---------|
| P1: 360 | P4: 0 |
| P2: 998 | P5: 139 |
| P3: 8990 | P6: 401 |

Tabla 11. Energía consumida registrada en el contador en 6 períodos [kWh] (ejemplo)

El contador registra seis períodos como hemos dicho anteriormente en el apartado 1: P1 (punta) es (P1+P4), P2 (llano) es (P2+P5) y P3 (valle) es (P3+P6). La siguiente tabla muestra la energía consumida [kWh] en cada período; donde la energía consumida [kWh] se multiplica por el coste tarifario [€/kWh] de la compañía comercializadora:

| ENERGÍA CONSUMIDA (EC) | | |
|-------------------------|----------|----------------|
| Energía Consumida [kWh] | [€/kWh] | [€] |
| Punta : 360 | 0,14717 | 52,98 |
| Llano : 1137 | 0,331048 | 149,00 |
| Valle : 9391 | 0,070056 | 657,90 |
| Coste total (EC) | | 859,88€ |

Tabla 12. Coste de energía consumida (ejemplo)

El coste es 859,88€ de energía consumida [kWh] sin peaje ni IVA.

2.8.3 CÁLCULO DE ENERGÍA REACTIVA

La energía reactiva [kVarh] registrada por el medidor y energía consumida [kWh] en los períodos de punta (P1+P4) y llano (P2+P5), se muestran en la siguiente tabla donde de acuerdo con las fórmulas establecidas en el artículo 9 del RD 1164/2001 [1] la energía reactiva en el periodo valle (P3+P6) no se penaliza.

| ENERGÍA CONSUMIDA REGISTRADA POR EL CONTADOR [kWh] | ENERGÍA REACTIVA REGISTRADA POR EL CONTADOR [kVArh] |
|---|---|
| P1: 360 | P1: 573 |
| P2: 998 | P2: 1294 |
| P3: 8990 | P3: 2720 |
| P4: 0 | P4: 0 |
| P5: 139 | P5: 333 |
| P6: 401 | P6: 1322 |

Tabla 13. Energía reactiva registrada por el contador (ejemplo)

Sabiendo que la energía consumida [kWh] en el período punta es la suma $(P1+P4)= 360\text{kWh}$ y de igual forma para la energía reactiva [kVArh] en ese mismo período es la suma $(P1+P4)=573\text{kVArh}$, aplicando la Ec. 7 tenemos que la energía reactiva a facturar es $Q_2=573 - (0.33)*(360) = 454,2\text{kVArh}$. El factor de potencia se calcula con la Ec. 2; pero antes debemos calcular la potencia aparente con Ec. 1; $S = \sqrt{(360^2 + 454,2^2)}=579,57\text{kVA}$; el $\text{fdp}=360/579,57 = 0,62$ por lo que $0,80 > 0,62$ su tarifa será de $0,062332\text{€}$.

De igual forma; el período llano es la suma $(P2+P5)= 1137\text{kWh}$. La energía reactiva en ese mismo periodo es la suma $(P2+P5)=1627\text{kVArh}$, aplicando la Ec. 7 tenemos que la energía reactiva [kVArh] a facturar es $Q_2=1627 - (0.33)*(1137) = 1251,79\text{kVArh}$. El fdp se calcula con la Ec. 2; pero antes debemos calcular la potencia aparente con Ec. 1; $S = \sqrt{(1137^2 + 1251,79^2)} = 1691,08\text{kVA}$; el $\text{fdp}=1137/1691,08 = 0,67$ por lo que $0,80 > 0,67$ su tarifa será de $0,062332\text{€}$. En la siguiente se muestra la energía reactiva facturada en este mes:

| Energía Consumida (P) [kWh] | Energía Reactiva (Q) [kvArh] | Energía reactiva facturada (Q2) [kvArh] | Factor de potencia (fdp) | [€/kvArh] | [€] |
|----------------------------------|------------------------------|---|--------------------------|-----------|---------------|
| Punta: 360 | 573 | 454,2 | 0,62 | 0,062332 | 28,31 |
| Llano: 1137 | 1627 | 1251,79 | 0,67 | 0,062332 | 78,03 |
| Coste total de energía reactiva. | | | | | 106,34 |

Tabla 14. Coste de energía reactiva (ejemplo)

2.8.4 COSTES DE ALQUILER DE EQUIPO DE MEDICIÓN

En los contratos de Agrupación de Regantes Pinella no se alquila ningún tipo de equipo (medición, interruptor, etc), por lo cual no se factura por alquiler de equipo.

2.8.5 COSTES DE IMPUESTO SOBRE LA ELECTRICIDAD E IVA

Teniendo definidos cada coste de potencia contratada, energía consumida y energía reactiva, se calcula los impuestos de peaje e IVA que son los siguientes:

| Descripción | Coste económico [€] |
|--|---------------------|
| Importe de energía | 1207,94 |
| Impuesto sobre la electricidad 4,864%*1,05113 | 61,76 |
| Importe total de energía | 1269,70 |
| IVA 18% | 228,55 |
| Total de importe a facturar | 1498,25€ |

Tabla 15. Coste total de factura de electricidad (ejemplo)

El importe total a pagar por este mes que se ha analizado incluyendo los costes de los términos de potencia contratada, energía consumida, energía reactiva más el impuesto sobre la electricidad e IVA es de 1.498,25€.

DIAGNÓSTICO ECONÓMICO ENERGÉTICO

3 DIAGNÓSTICO ECONÓMICO ENERGÉTICO

3.1 ANÁLISIS DE CONSUMO ENERGÉTICO DE AGRUPACIÓN DE REGANTES DE PINELLA 2012

La Agrupación Pinella, tiene dos puntos de suministro de agua, teniendo para ello dos contratos de energía eléctrica A1 y A2 para el funcionamiento del sistema de bombeo.

El contrato A1 (tarifa 3.1A), consta de las siguientes potencias contratadas:

| PERÍODO | PC [kW] | TARIFA |
|------------|---------|------------|
| | | [€/kW]/año |
| P1 (PUNTA) | 10 | 25,511 |
| P2 (LLANO) | 175 | 15,73 |
| P3 (VALLE) | 175 | 3,608 |

Tabla 16. Potencia contratada en contrato A1 y tarifa anual

Esta instalación tiene un transformador de **250kVA** 1kv/400v.

La estación de bombeo de la zona 1 es una asociación de bombas en paralelo (características distintas).



Figura 9. Sistema de bombeo de la agrupación A1

El sistema de bombeo cuenta con una batería de condensadores individuales para cada motobomba.



Figura 10. Batería de condensadores de A1

Las potencias instaladas en la estación de bombeo son las siguientes:

| MOTOBOMBAS [kW] | TIPO DE ARRANQUE | CONDICIONES | FRECUENCIA [Hz] | VOLTAJE [V] | CORRIENTE [A] | FACTOR DE POTENCIA (fdp) |
|--------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------|----------------|------------------|-----------------------------------|
| 110 | Directo | Replazo (auxiliar) | 50 | 400 | 190,9 | 0,87 |
| 134,23 | Variador de frecuencia | En funcionamiento | 50 | 380 | 235 | 0,90 |
| 90 | Variador de frecuencia | En funcionamiento | 50 | 400 | 154 | 0,87 |

Tabla 17. Potencia instalada en el sistema de bombeo A1

El contrato A2 (tarifa 3.1A), consta de las siguientes potencias contratadas:

| PERÍODO | PC [KW] | TARIFA |
|------------|---------|------------|
| | | [€/kW]/año |
| P1 (PUNTA) | 5 | 25,511 |
| P2 (LLANO) | 235 | 15,73 |
| P3 (VALLE) | 235 | 3,608 |

Tabla 18 potencia contratada en contrato A2 y tarifa anual.

De igual manera que el contrato A1, el transformador de la instalación es de **250kVA** 1kv/400V.

La estación de bombeo de la zona 2 es una asociación de bombas en paralelo (características distintas).



Figura 11. Sistema de bombeo de la agrupación A2

En ambos contratos se puede observar que las baterías de condensadores están en compensación individual. El sistema de bombeo A2 consta también de dos bombas y una de remplazo por cualquier avería y hay dos grupos de capacitores que corresponden a cada una de las motobombas que se encuentran funcionando.



Figura 12. Batería de condensadores A2

Las estaciones de bombeo cuentan con condensadores individuales para la corrección del factor de potencia (fdp), para cada motobomba como se muestra en la figura siguiente:

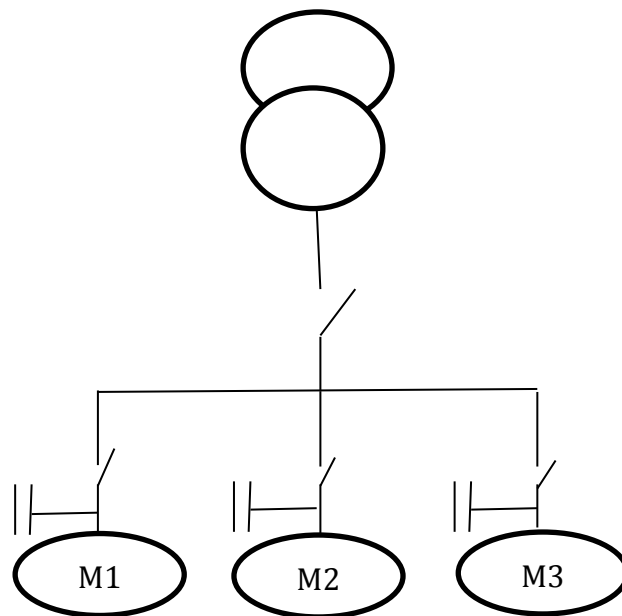


Figura 13. Diagrama de condensadores individuales

| MOTOBOMBAS [kW] | TIPO DE ARRANQUE | CONDICIONES | FRECUENCIA [Hz] | VOLTAJE [V] | CORRIENTE [A] | FACTOR DE POTENCIA (fdp) |
|------------------------------|------------------------|----------------------|--------------------|-------------|------------------|-----------------------------------|
| 55 | Variador de frecuencia | Reemplazo (auxiliar) | 50 | 400 | 98,75 | 0,87 |
| 55 | Variador de frecuencia | En funcionamiento | 50 | 380 | 103,9 | 0,87 |
| 134.23 | Variador de frecuencia | En funcionamiento | 50 | 380 | 235 | 0,90 |
| Oficina y cuarto de maquinas | | 10kW | | | | |

Tabla 19. Potencia instalada en el sistema de bombeo A2

Los periodos facturados que se van a analizar para ambos contratos (A1 y A2) se repiten para la Potencia Contratada, Energía Consumida, Energía Reactiva, según se muestra en la tabla siguiente:

| MES | PERÍODO DE FACTURACIÓN | DÍAS FACTURADOS | MES |
|-----|------------------------|--------------------|------------|
| 1 | 31/12/11 - 02/02/12 | 33 | ENERO |
| 2 | 02/02/12 - 02/03/12 | 29 | FEBRERO |
| 3 | 02/03/12 - 03/04/12 | 32 | MARZO |
| 4 | 03/04/12 - 03/05/12 | 30 | ABRIL |
| 5 | 03/05/12 - 31/05/12 | 28 | MAYO |
| 6 | 31/05/12 - 03/07/12 | 33 | JUNIO |
| 7 | 03/07/12 - 02/08/12 | 30 | JULIO |
| 8 | 02/08/12 - 04/09/12 | 33 | AGOSTO |
| 9 | 04/09/12 - 02/10/12 | 28 | SEPTIEMBRE |
| 10 | 02/10/12 - 05/11/12 | 34 | OCTUBRE |
| 11 | 05/11/12 - 04/12/12 | 29 | NOVIEMBRE |
| 12 | 04/12/12 - 03/01/13 | 30 | DICIEMBRE |

Tabla 20. Período de facturación de los dos contratos A1 y A2

Para efectuar el análisis energético de la Agrupación de Regantes de Pinella, lo primero que se ha realizado es analizar los contratos de suministro de electricidad. Como se ha mencionado anteriormente se tiene dos zonas de riego, cada una con contrato (A1 y A2), ambas tarifa 3.1A, y con contadores de seis períodos. El análisis se ha realizado desarrollando un modelo en Excel que reconstruye las facturaciones que realiza la empresa comercializadora eléctrica y con el que, además de permitir un análisis detallado de cada uno de los términos

de la factura (según se mostrará en apartados posteriores), además permite simular los cambios en la factura que representarían posibles modificaciones en la instalación o en los contratos.

En los anexos desde 6.1 hasta el anexo 6.6 se encuentra la información detallada de todos los meses con los días facturados en cada período facturado. De los cuales se tomados solo los meses del año 2012 para el análisis económico energético.

3.2 FACTURACIÓN POTENCIA CONTRATADA

La modalidad de la tarifa 3.1A corresponde a tres períodos P1 (punta), P2 (llano), P3 (valle).

Los contadores de los contratos A1 y A2 de la Agrupación de Regantes de Pinella registra las medidas de seis períodos tal y como se explicó en el apartado 2: punta corresponde a (P1+P4), llano a (P2+ P5) y valle (P3 + P6).

3.2.1 CONTRATO A1

En este apartado se presenta el análisis mensual para el año 2012 del contrato energético A1 con tarifa 3.1A, con las potencias contratadas para cada período según se muestra en la Tabla 16.

POTENCIA CONTRATADA (A1)

| MES | P1 (PUNTA) | | | P2 (LLANO) | | | P3 (VALLE) | | | COSTE DE POTENCIA [€/MES] |
|--------------------|------------|----------|---------|------------|-----------|---------|------------|------------|---------|---------------------------|
| | [kW] | [€/kW] | [€/MES] | [kW] | [€/kW] | [€/MES] | [kW] | [€/kW] | [€/MES] | |
| 1 | 8,5 | 2,208386 | 18,77 | 148,75 | 1,364571 | 202,98 | 171 | 0,31029572 | 53,06 | 274,81 |
| 2 | 8,5 | 1,940703 | 16,50 | 148,75 | 1,19678 | 178,02 | 172 | 0,274435 | 47,20 | 241,72 |
| 3 | 8,5 | 2,141466 | 18,20 | 148,75 | 1,320584 | 196,44 | 173 | 0,302825 | 52,39 | 267,03 |
| 4 | 8,5 | 2,097432 | 17,83 | 148 | 1,29343 | 191,43 | 165 | 0,296598 | 48,94 | 258,19 |
| 5 | 8,5 | 1,957603 | 16,64 | 159 | 1,207201 | 191,94 | 174 | 0,276825 | 48,17 | 256,75 |
| 6 | 8,5 | 2,302409 | 19,57 | 162 | 1,3053864 | 211,47 | 180 | 0,324944 | 58,49 | 289,53 |
| 7 | 8,5 | 2,097432 | 17,83 | 176 | 1,29343 | 227,64 | 180 | 0,296598 | 53,39 | 298,86 |
| 8 | 27 | 2,30715 | 62,29 | 159 | 1,422773 | 226,22 | 164 | 0,326258 | 53,51 | 342,02 |
| 9 | 30 | 1,957604 | 58,73 | 160 | 1,207201 | 193,15 | 166 | 0,276824 | 45,95 | 297,83 |
| 10 | 9 | 2,37709 | 21,39 | 159 | 1,465887 | 233,08 | 158 | 0,336144 | 53,11 | 307,58 |
| 11 | 8,5 | 2,027518 | 17,23 | 148,75 | 1,250316 | 185,98 | 160 | 0,286711 | 45,87 | 249,09 |
| 12 | 8,5 | 2,097432 | 17,83 | 148,75 | 1,29343 | 192,40 | 161 | 0,296598 | 47,75 | 257,98 |
| COSTE TOTAL | | | | | | | | | | 3.341,40 € |

Tabla 21. Análisis de coste de potencia contratada (A1)

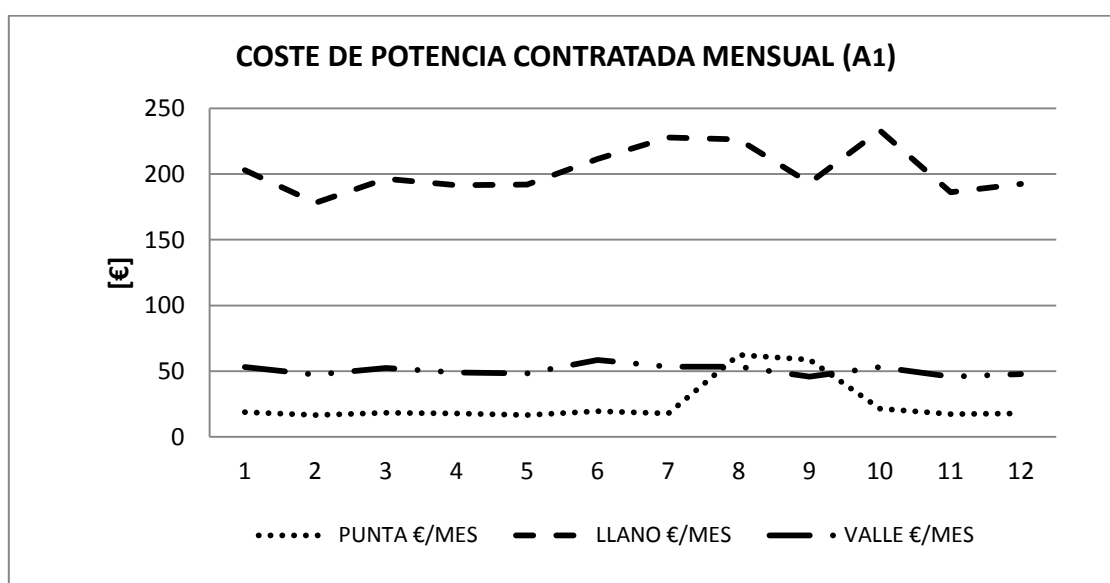


Figura 14. Costes de potencia contratada A1

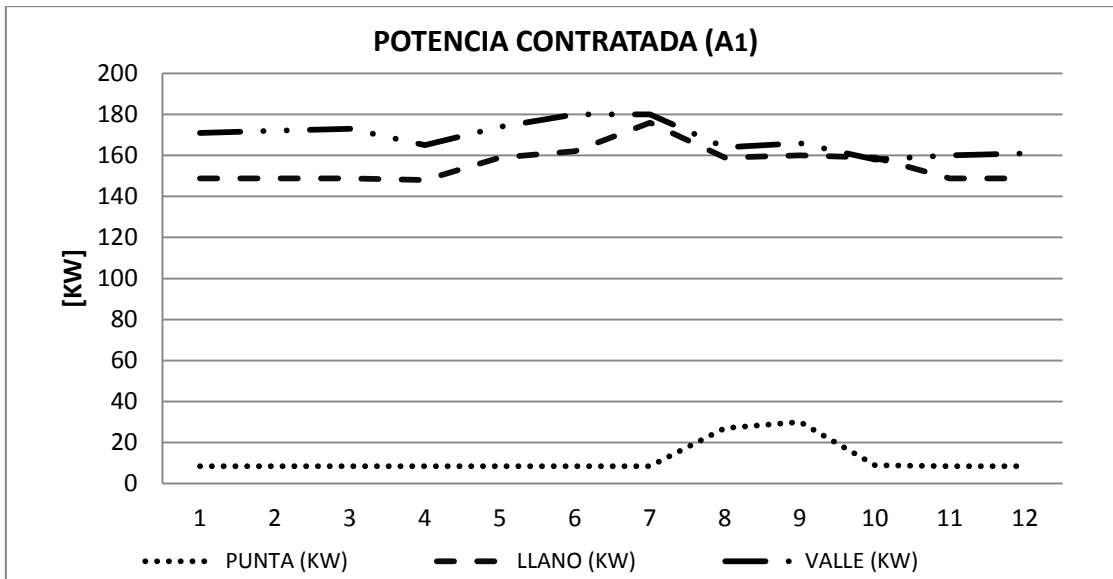


Figura 15. Potencia facturada A1

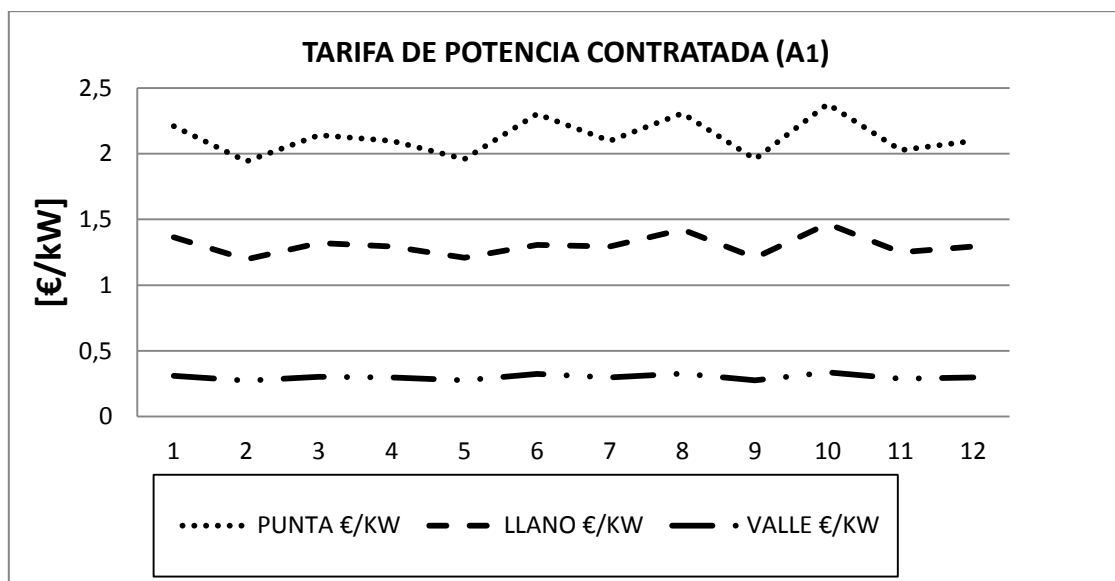


Figura 16. Tarifa de costes de potencia contratada A1

Se puede observar en los gráficos que en el período de punta, en los meses 8, 9 y 10 en la figura existe un incremento notable, en la potencia contratada superando los límites del 105% en el cual se penaliza el exceso de potencia con el tercer ítem de tabla 4 que corresponde a $PF = PM + 2(PM - 105\% \times PC)$. La potencia mínima a facturar en este contrato en el período P1 (punta) es de 8,75kW con un coste que varía según la tarifa del mes que oscila entre 17,8€. Y que en el mes 8 (agosto) se facturó una potencia en período P1 (punta) de 27 kW que es un exceso

de potencia facturada con un coste de 62.29€. De igual manera para los meses 9 y 10 (septiembre y octubre) se tiene una potencia facturada de 30kW y 9kW por lo que su coste es de 58,73€ y 21.73€.

De todas formas esta penalización en el término de potencia durante estos tres meses puede compensarse a lo largo del año, puesto que las potencias contratadas se tienen que mantener de forma anual.

Las potencias en el periodo llano y valle también registran incremento en los meses de verano debido a la demanda de riego, por lo que se hará un estudio de potencia óptima a contratar para minimizar el coste de la factura de electricidad.

Se podría decir que los picos de potencia registrada por el máxímetro en los meses de verano podrían ser por la puesta en marcha de la tercera bomba. Esta bomba arranca directa a su potencia máxima de caudal, generando un incremento de energía y registrando su máxima potencia. Una posible opción en este caso sería la instalación un sistema de variador de frecuencia con el cual se pueda ajustar su demanda de caudal a la necesidad de riego, efectuando así un arranque de bomba en rampa para evitar los picos registrados por el máxímetro.

3.2.2 CONTRATO A2

Los términos de potencias se establecieron en la Tabla 18 y el período de facturación tanto como para potencia contratada, energía consumida, como energía reactiva se estableció en la Tabla 20 de período de facturación.

| MES | POTENCIA CONTRATADA (A2) | | | | | | | | | COSTE DE POTENCIA [€/MES] |
|-------------------------------|--------------------------|----------|--------|------------|------------|--------|------------|-----------|--------|---------------------------|
| | P1 (PUNTA) | | | P2 (LLANO) | | | P3 (VALLE) | | | |
| | [KW] | [€/KW] | €/MES] | [KW] | [€/KW] | €/MES] | [KW] | [€/KW] | €/MES] | |
| 1 | 4,25 | 2,20705 | 9,38 | 199,75 | 1,361853 | 272,03 | 199,75 | 0,312288 | 62,38 | 343,79 |
| 2 | 4,25 | 1,94070 | 8,25 | 199,75 | 1,19678 | 239,06 | 208 | 0,274435 | 57,08 | 304,39 |
| 3 | 4,25 | 2,14146 | 9,10 | 199,75 | 1,320584 | 263,79 | 206 | 0,302825 | 62,38 | 335,27 |
| 4 | 4,25 | 2,09743 | 8,91 | 199,75 | 1,29343 | 258,36 | 207 | 0,296598 | 61,40 | 328,67 |
| 5 | 7,5 | 1,95760 | 14,68 | 199,75 | 1,207201 | 241,14 | 206 | 0,276825 | 57,03 | 312,85 |
| 6 | 4,25 | 2,30240 | 9,79 | 204 | 1,41818627 | 289,31 | 203 | 0,3256158 | 66,10 | 365,20 |
| 7 | 4,25 | 2,09743 | 8,91 | 219 | 1,29343 | 283,26 | 227 | 0,296598 | 67,33 | 359,50 |
| 8 | 4,25 | 2,30715 | 9,81 | 203 | 1,422773 | 288,82 | 227 | 0,326258 | 74,06 | 372,69 |
| 9 | 4,25 | 1,957604 | 8,32 | 202 | 1,207201 | 243,85 | 228 | 0,276824 | 63,12 | 315,29 |
| 10 | 4,25 | 2,37709 | 10,10 | 203 | 1,465887 | 297,58 | 235 | 0,336144 | 78,99 | 386,67 |
| 11 | 4,25 | 2,02741 | 8,62 | 199,75 | 1,250316 | 249,75 | 230 | 0,286711 | 65,94 | 324,31 |
| 12 | 4,25 | 2,097432 | 8,91 | 199,75 | 1,29343 | 258,36 | 244 | 0,2966598 | 72,38 | 339,66 |
| COSTE TOTAL 4.088,29 € | | | | | | | | | | |

Tabla 22. Análisis de coste de potencia contratada (A2)

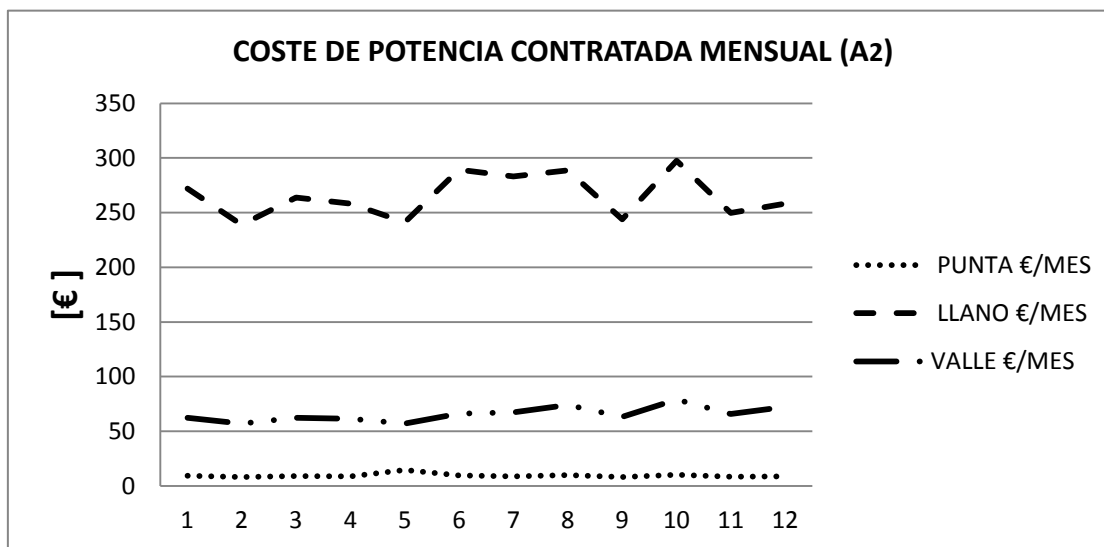


Figura 17. Coste de potencia contratada A2

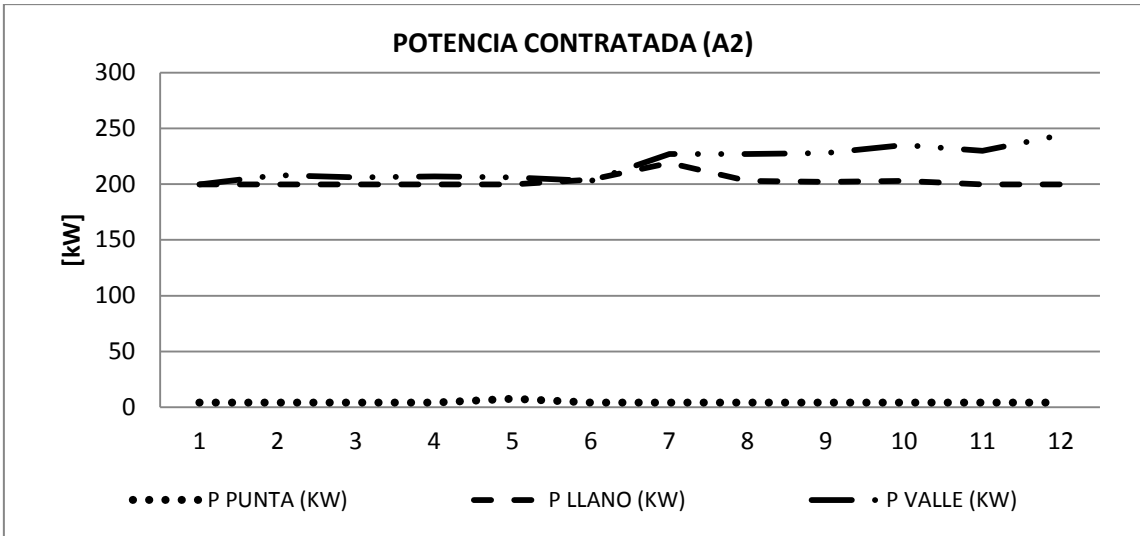


Figura 18. Potencia facturada A2

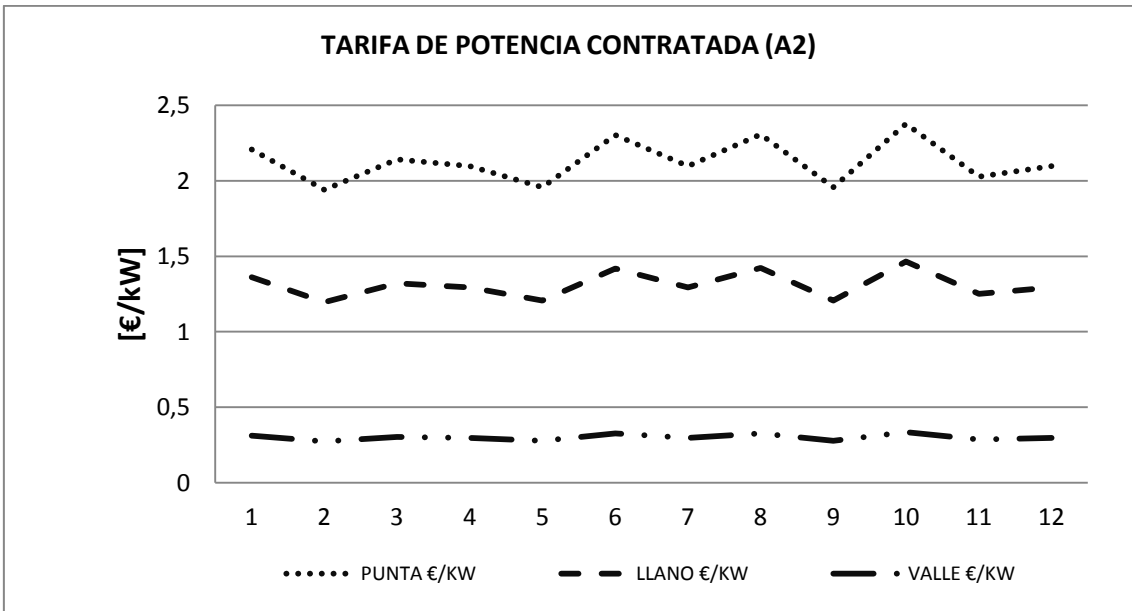


Figura 19. Tarifas de potencia contratada A2

Los meses de mayor demanda de riego es desde junio (6) hasta octubre (10). En el período P2 (llano) y P3 (valle) se tuvo exceso de potencia por lo que posteriormente se planteará una evaluación de potencia óptima, en la factura de electricidad.

3.3 ANÁLISIS DE ENERGÍA CONSUMIDA

Los modernos equipos de medida son aptos para cualquier estructura tarifaria, y la más compleja incluye 6 períodos diferentes (P1, P2, P3, P4, P5 y P6). Generalmente la información de consumos que aparece en la factura, como medidas de contador, incluye todos esos períodos aunque contractualmente se requieran solo 3. Para el obtener la energía consumida en los períodos punta, llano y valle se emplea con Tabla 5.

3.3.1 CONTRATO A1

| MES | ENERGÍA CONSUMIDA (A1) | | | | | | | | | COSTE DE ENERGÍA CONSUMIDA [€/MES] |
|--------------------|------------------------|----------|---------|------------|----------|---------|------------|----------|---------|------------------------------------|
| | P1 (PUNTA) | | | P2 (LLANO) | | | P3 (VALLE) | | | |
| | [kWh] | €/kWh] | [€/MES] | [kWh] | €/kWh] | [€/MES] | [kWh] | €/kWh] | [€/MES] | |
| 1 | 410 | 0,14717 | 60,34 | 844 | 0,131048 | 110,60 | 6178 | 0,070056 | 432,81 | 603,75 |
| 2 | 360 | 0,14717 | 52,98 | 1137 | 0,131048 | 149,00 | 9391 | 0,070056 | 657,90 | 859,88 |
| 3 | 338 | 0,14717 | 49,74 | 759 | 0,131048 | 99,47 | 10214 | 0,070056 | 715,55 | 864,76 |
| 4 | 320 | 0,149028 | 47,69 | 745 | 0,132701 | 98,86 | 15890 | 0,071068 | 1129,27 | 1.275,82 |
| 5 | 329 | 0,149028 | 49,03 | 2551 | 0,132701 | 338,52 | 22834 | 0,071068 | 1622,77 | 2.010,32 |
| 6 | 329 | 0,149099 | 49,05 | 9491 | 0,132772 | 1260,14 | 29860 | 0,071138 | 2124,18 | 3.433,37 |
| 7 | 349 | 0,149099 | 52,04 | 13120 | 0,132772 | 1741,97 | 31129 | 0,071138 | 2214,45 | 4.008,46 |
| 8 | 387 | 0,149099 | 57,70 | 13157 | 0,132772 | 1746,88 | 34747 | 0,071138 | 2471,83 | 4.276,41 |
| 9 | 313 | 0,150862 | 47,22 | 9498 | 0,134511 | 1277,59 | 20481 | 0,072878 | 1492,61 | 2.817,42 |
| 10 | 338 | 0,151129 | 51,08 | 4925 | 0,134802 | 663,90 | 10409 | 0,073168 | 761,61 | 1.476,59 |
| 11 | 350 | 0,151129 | 52,90 | 644 | 0,134802 | 86,81 | 3798 | 0,073168 | 277,89 | 417,60 |
| 12 | 310 | 0,151129 | 46,85 | 669 | 0,134802 | 90,18 | 10291 | 0,073168 | 752,97 | 890,00 |
| COSTE TOTAL | | | | | | | | | | 22.934,39 € |

Tabla 23. Análisis de consumo y coste de energía consumida (A1)

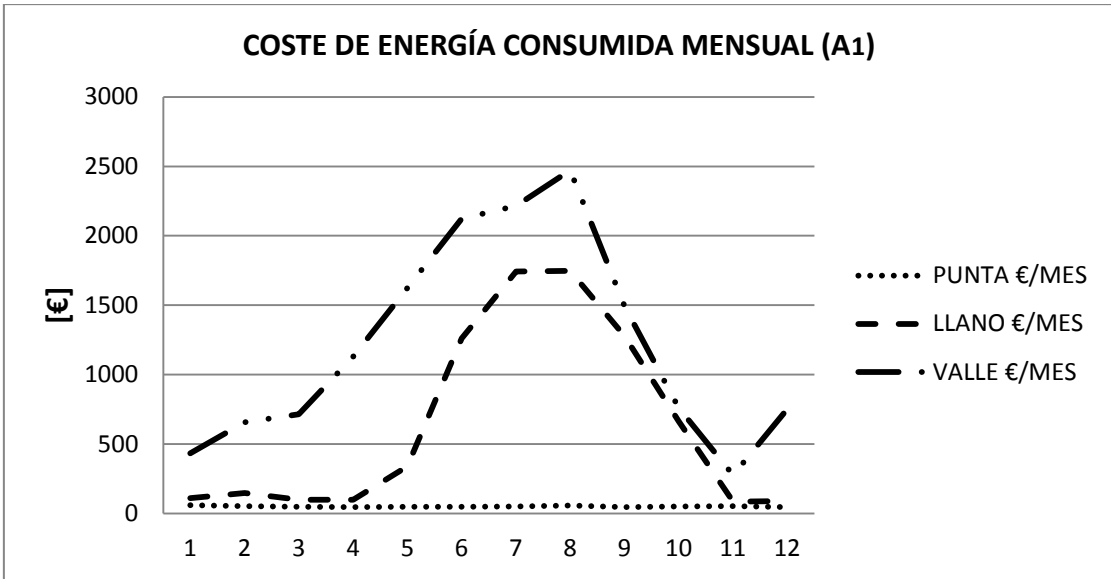


Figura 20. Coste de energía consumida A1

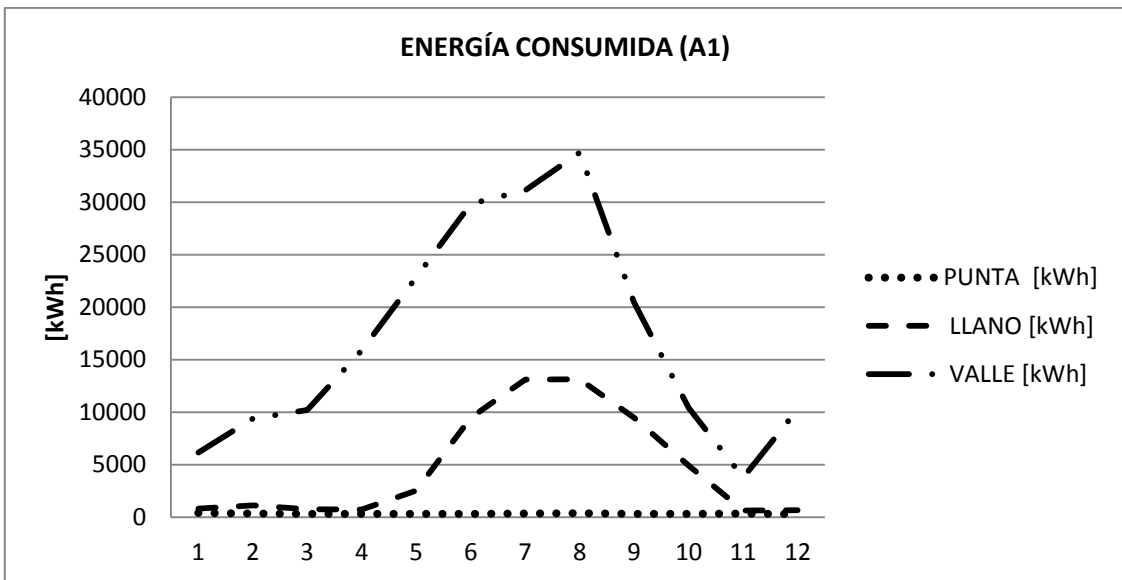


Figura 21. Energía consumida A1

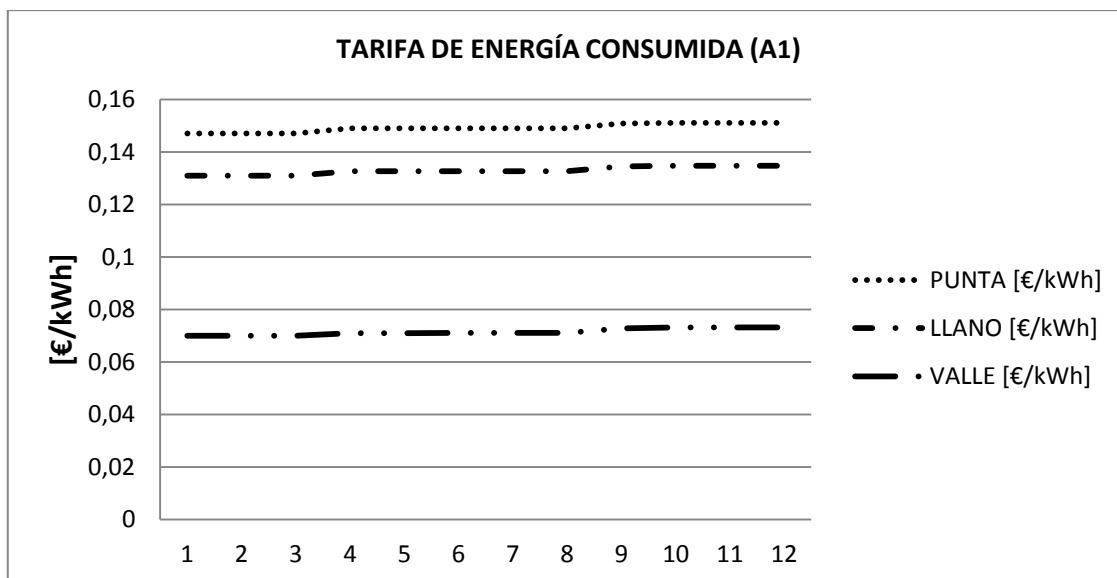


Figura 22. Tarifa de energía consumida A1

Se puede observar que en los meses de verano es donde existe mayor consumo de energía, debido a la demanda de riego. También cabe mencionar que se está realizando un buen uso administrativo en los períodos: el período punta, es el más caro; se mantiene constante a lo largo del año con un mínimo aceptable y las horas con mayor consumo energético son las de valle y llano.

3.3.2 CONTRATO A2

| MES | ENERGÍA CONSUMIDA (A2) | | | | | | | | | COSTE DE ENERGÍA CONSUMIDA [€/MES] |
|--------------------|------------------------|----------|---------|------------|----------|---------|------------|-----------|---------|------------------------------------|
| | P1 (PUNTA) | | | P2 (LLANO) | | | P3 (VALLE) | | | |
| | [kWh] | [€/kWh] | [€/MES] | [kWh] | [€/kWh] | [€/MES] | [kWh] | [€/kWh] | [€/MES] | |
| 1 | 285 | 0,151517 | 43,18 | 617 | 0,130323 | 80,41 | 8282 | 0,069946 | 579,29 | 702,88 |
| 2 | 256 | 0,151517 | 38,79 | 612 | 0,130623 | 79,94 | 13532 | 0,069946 | 946,51 | 1.065,24 |
| 3 | 254 | 0,151517 | 38,49 | 600 | 0,130323 | 78,19 | 14759 | 0,069946 | 1032,33 | 1.149,01 |
| 4 | 232 | 0,153375 | 35,58 | 534 | 0,131976 | 70,48 | 24984 | 0,070958 | 1772,81 | 1.878,87 |
| 5 | 239 | 0,153375 | 36,66 | 2808 | 0,131976 | 370,59 | 33812 | 0,070958 | 2399,23 | 2.806,48 |
| 6 | 244 | 0,153446 | 37,44 | 18517 | 0,13204 | 2444,98 | 38526 | 0,0711028 | 2739,31 | 5.221,73 |
| 7 | 261 | 0,153446 | 40,05 | 27026 | 0,132047 | 3568,70 | 43288 | 0,071028 | 3074,66 | 6.683,41 |
| 8 | 264 | 0,153446 | 40,51 | 27466 | 0,132047 | 3626,80 | 48966 | 0,071028 | 3477,96 | 7.145,27 |
| 9 | 235 | 0,155191 | 36,47 | 18808 | 0,133786 | 2516,25 | 27872 | 0,072768 | 2028,19 | 4.580,91 |
| 10 | 246 | 0,155476 | 38,25 | 9052,0 | 0,134077 | 1213,67 | 13676 | 0,073058 | 999,14 | 2.251,05 |
| 11 | 256 | 0,155476 | 39,80 | 476 | 0,134077 | 63,82 | 6016 | 0,073058 | 439,52 | 543,14 |
| 12 | 236 | 0,155476 | 36,69 | 489 | 0,134077 | 65,56 | 15132 | 0,073058 | 1105,51 | 1.207,77 |
| COSTE TOTAL | | | | | | | | | | 35.235,77 € |

Tabla 23. Análisis de coste y de energía consumida (A2)

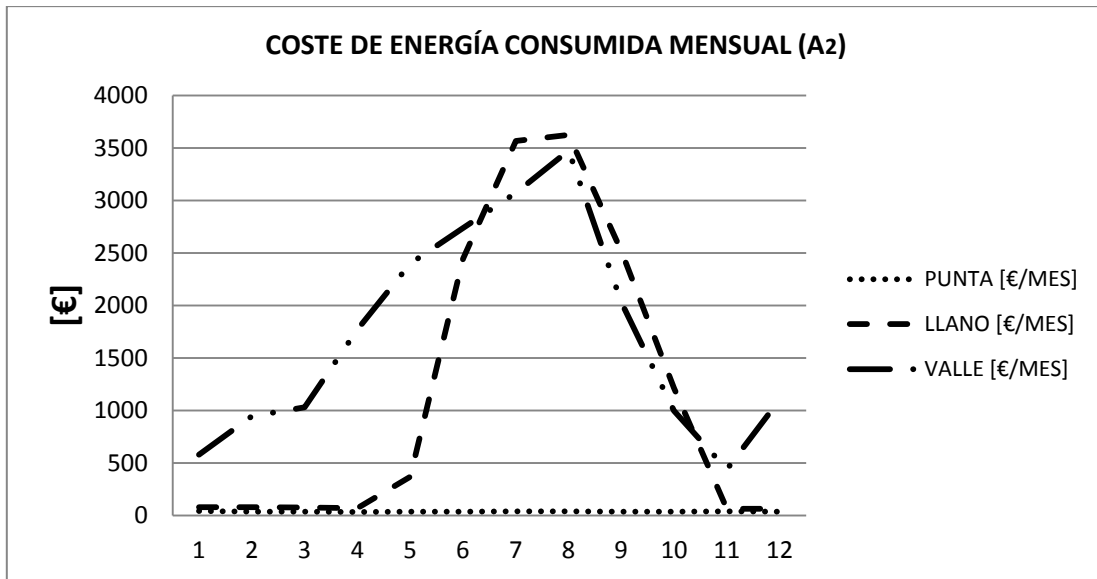


Figura 23. Coste de energía consumida A2

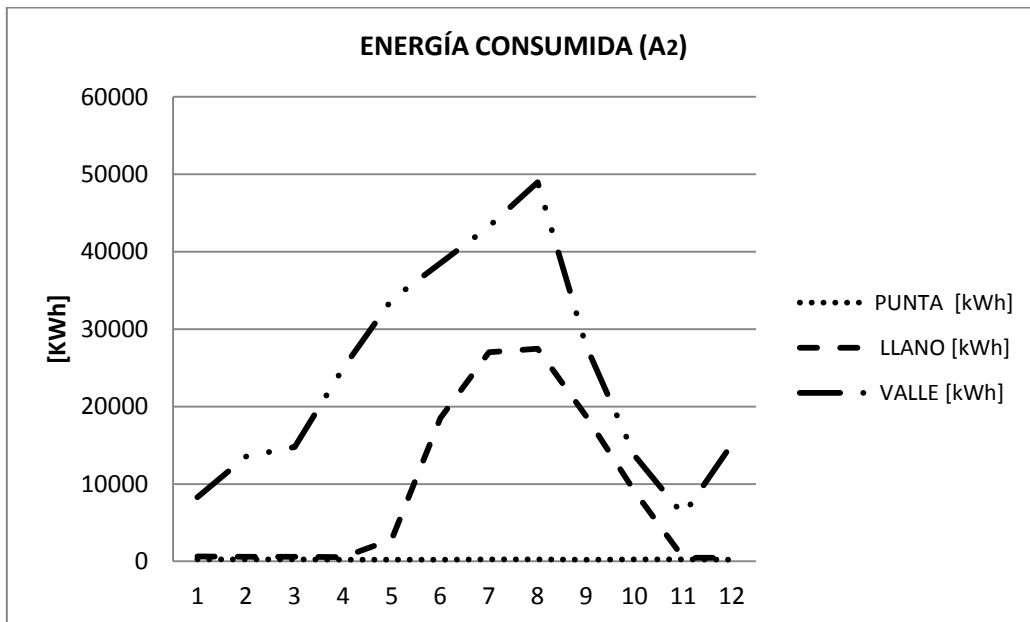


Figura 24. Energía consumida A2

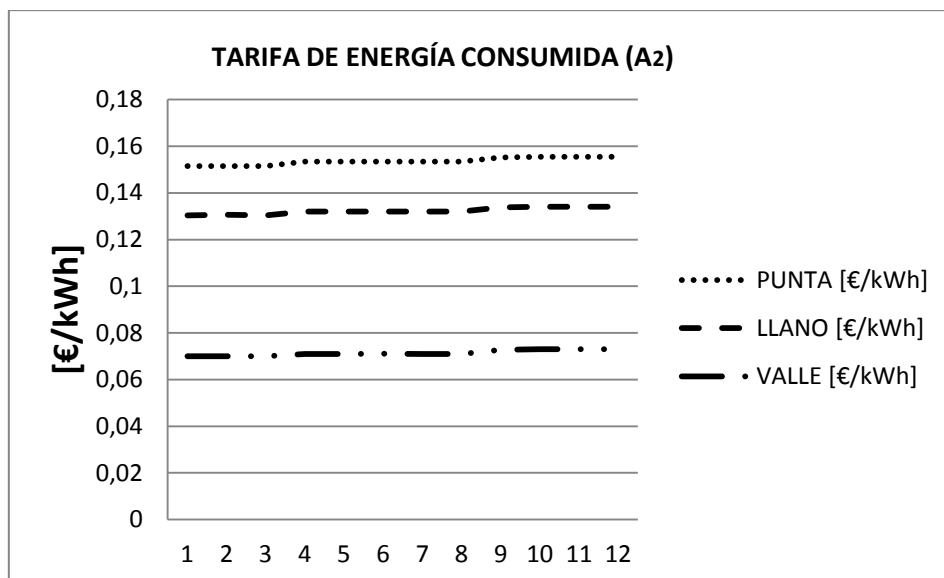


Figura 25. Tarifa de energía consumida A2

En los gráficos se puede observar que la mayor demanda de energía se produce del sexto (junio) mes hasta noveno (septiembre), siendo los meses de verano.

También se puede observar la buena ejecución del uso de la tarifa 3.1A, ya que en período de punta su utilización es constante y mínima. El período valle donde la energía eléctrica es más barata ha tenido un buen uso, teniendo el mayor consumo en ese período.

3.4 ANÁLISIS DE ENERGÍA REACTIVA

Se aplicará sobre todos los períodos tarifarios, excepto período P3 (valle), tal y como se ha explicado en el apartado 2.8. Se facturará el término de potencia para los periodos P1 (punta) y P2 (llano) siempre que el consumo de reactiva exceda del 33% de activa ($\cos(\varphi) < 0.95$) y únicamente afectará a dichos excesos.

3.4.1 CONTRATO A1

| MES | ENERGÍA REACTIVA (A1) | | | | | | COSTE DE ENERGIA REACTIVA [€/MES] |
|----------------------------|-----------------------|-----------|----------|------------|-----------|----------|-----------------------------------|
| | P1 (PUNTA) | | | P2 (LLANO) | | | |
| | [kVArh] | [€/kVArh] | [€/MES] | [kVArh] | [€/kVArh] | [€/MES] | |
| 1 | 945,7 | 0,062332 | 58,95 | 2308,48 | 0,062332 | 143,89 | 202,84 |
| 2 | 454,2 | 0,062332 | 28,31 | 1251,79 | 0,062332 | 78,03 | 106,34 |
| 3 | 277,46 | 0,062332 | 17,29 | 599,53 | 0,062332 | 37,37 | 54,66 |
| 4 | 526,4 | 0,062332 | 32,81 | 1034,15 | 0,062332 | 64,46 | 97,27 |
| 5 | 440,43 | 0,062332 | 27,45 | 758,17 | 0,041554 | 31,50 | 58,96 |
| 6 | 121,43 | 0,041554 | 5,05 | 43,54 | 0,062332 | 2,71 | 7,76 |
| 7 | 177,83 | 0,062332 | 11,08 | 0 | 0,062332 | 0,00 | 11,08 |
| 8 | 123,29 | 0,062332 | 7,68 | 0 | 0,062332 | 0,00 | 7,68 |
| 9 | 196,71 | 0,062332 | 12,26 | 0 | 0,062332 | 0,00 | 12,26 |
| 10 | 354,46 | 0,062332 | 22,09 | 30,75 | 0,041554 | 1,28 | 23,37 |
| 11 | 228,5 | 0,062332 | 14,24 | 664,48 | 0,062332 | 41,42 | 55,66 |
| 12 | 134,7 | 0,062332 | 8,40 | 383,23 | 0,062332 | 23,89 | 32,28 |
| COSTE TOTAL 670,18€ | | | | | | | |

Tabla 24. Análisis de Coste y de energía reactiva (A1)

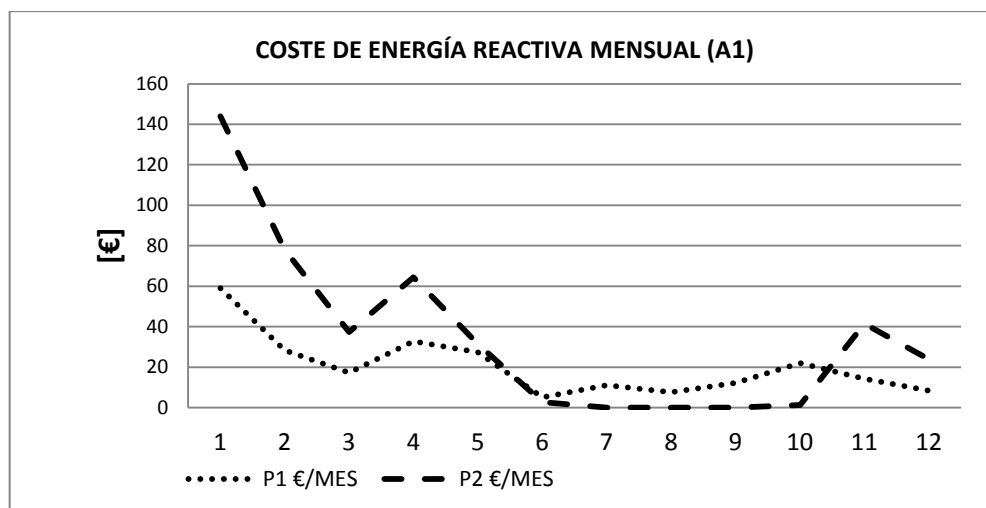


Figura 26. Coste de energía reactiva A1

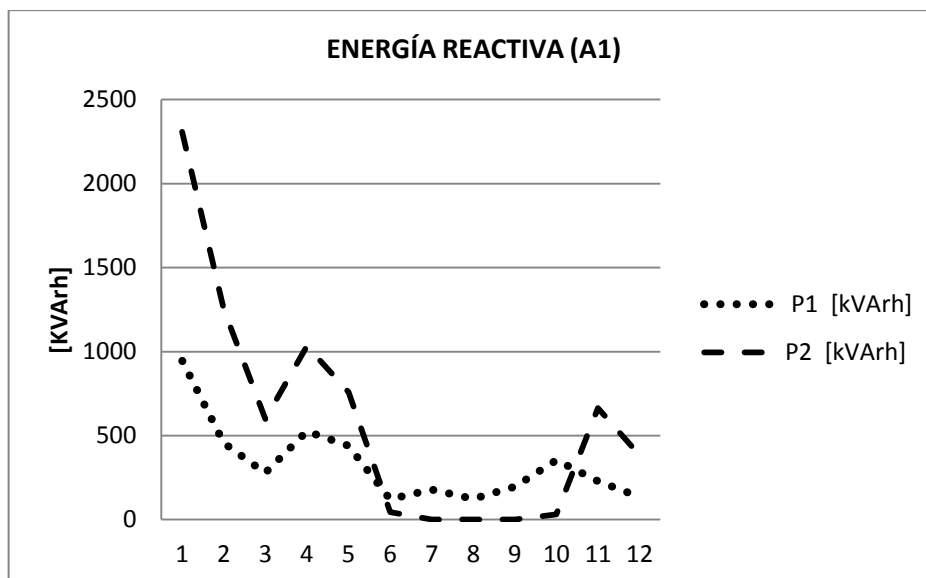


Figura 27. Energía reactiva A1

3.4.2 CONTRATO A2

| MES | ENERGÍA REACTIVA (A2) | | | | | | COSTE DE ENERGIA REACTIVA [€/MES] |
|-------------------------------|-----------------------|-----------|---------|------------|-----------|---------|-----------------------------------|
| | P1 (PUNTA) | | | P2 (LLANO) | | | |
| | [kVArh] | [€/kVArh] | [€/MES] | [kVArh] | [€/kVArh] | [€/MES] | |
| 1 | 1376,95 | 0,0623 | 85,83 | 3034,39 | 0,0623 | 189,14 | 274,97 |
| 2 | 1239,52 | 0,0623 | 77,26 | 2587,04 | 0,0623 | 161,255 | 238,52 |
| 3 | 1308,18 | 0,0623 | 81,54 | 2798 | 0,0623 | 174,405 | 255,95 |
| 4 | 1290,44 | 0,0623 | 80,44 | 2624,78 | 0,0623 | 163,608 | 244,04 |
| 5 | 1292,13 | 0,0623 | 80,54 | 1940,36 | 0,0623 | 120,947 | 201,49 |
| 6 | 1305,48 | 0,0623 | 81,37 | 230,82 | 0,0623 | 14,3875 | 95,76 |
| 7 | 1341,87 | 0,0623 | 83,64 | 0 | 0,0623 | 0 | 83,64 |
| 8 | 1348,88 | 0,0623 | 84,08 | 0 | 0,0623 | 0 | 84,08 |
| 9 | 1250,45 | 0,0623 | 77,94 | 0 | 0,0623 | 0 | 77,94 |
| 10 | 1333,82 | 0,0623 | 83,14 | 368,84 | 0,0416 | 15,3268 | 98,47 |
| 11 | 1221,52 | 0,0623 | 76,14 | 2670,92 | 0,0623 | 166,484 | 242,62 |
| 12 | 1124,12 | 0,0623 | 70,07 | 2644,63 | 0,0623 | 164,845 | 234,91 |
| COSTE TOTAL 2.132,39 € | | | | | | | |

Tabla 25. Análisis de coste y de energía reactiva (A2)

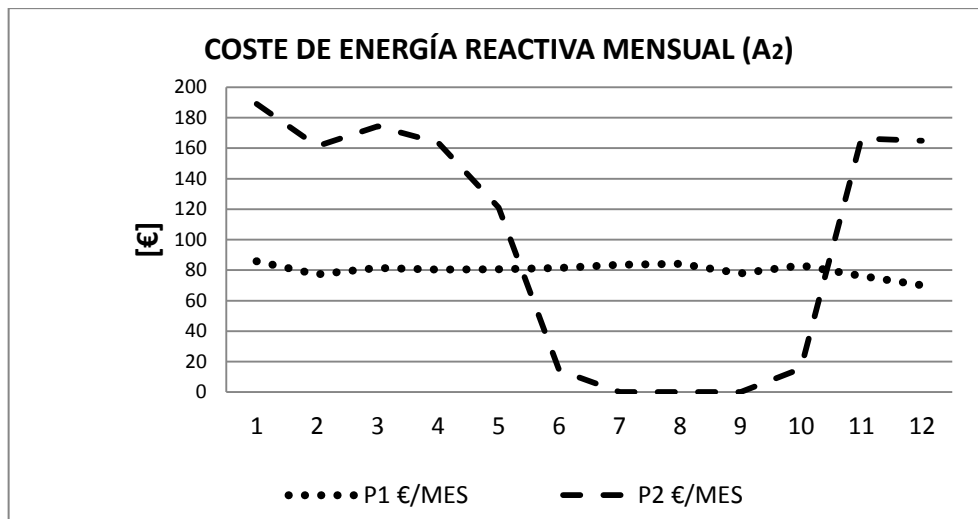


Figura 28. Coste de energía reactiva A2

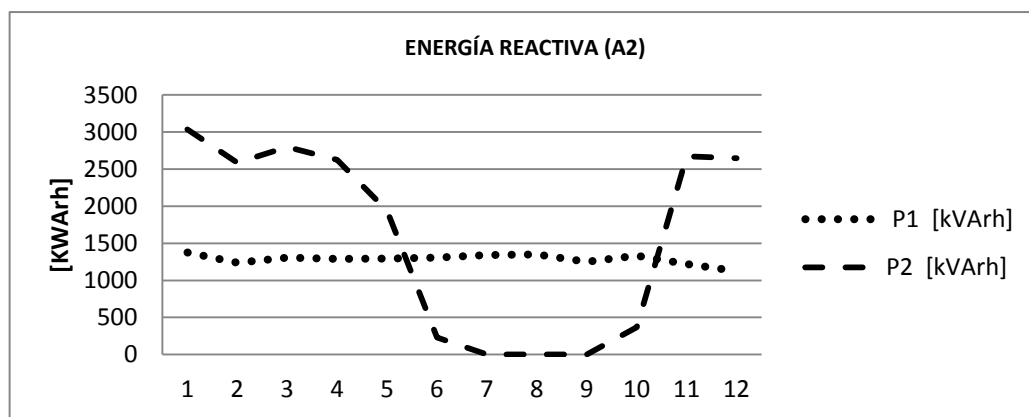


Figura 29. Energía reactiva A2

En las gráficas de los contratos (A1 y A2) se puede observar el comportamiento de la energía reactiva a lo largo de los meses del año 2012. En los meses de verano es cuando los equipos de bombeo demandan más energía activa (consumida), por lo que entra en funcionamiento el sistema de condensadores individual de cada uno de las bombas. Debido a que en las instalaciones tienen una compensación individual en cada receptor; cuando la energía consumida es menor existe mayor reactiva porque no está en funcionamiento el sistema de batería de condensadores.

Una de las posibles causas de este comportamiento puede ser la reactiva del transformador ya que la energía reactiva se mantiene constante. Cuando entran en funcionamiento a máxima demanda el sistema de bombeo hace la compensación de reactiva; por lo que sería recomendable instalar un sistema fijo.

3.5 ANÁLISIS DE POTENCIA CONTRATADA ANUAL (A1 y A2)

Como se ha mencionado anteriormente se tiene una potencia contratada mínima a facturar por cada período (punta, llano, valle), se hará un análisis para obtener máxima potencia facturada, el promedio facturado en el año 2012, así como la mínima facturada.

| POTENCIA CONTRATADA (PC) | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|------------|------------|--------------------------|------------|------------|
| | POTENCIA CONTRATADA (A1) | | | POTENCIA CONTRATADA (A2) | | |
| | PUNTA [kW] | LLANO [kW] | VALLE [kW] | PUNTA [kW] | LLANO [kW] | VALLE [kW] |
| MÁXIMO | 30 | 176 | 180 | 7,5 | 219 | 240 |
| MEDIO | 11,88 | 155,56 | 168,67 | 4,5 | 202,44 | 218,40 |
| MÍNIMO | 8,5 | 148,75 | 148,75 | 4,25 | 199,75 | 199,75 |

Tabla 26. Potencia contratada (máximo, medio, mínimo) de contrato (A1 y A2)

En el contrato A1 las potencias registradas medias en P2 y P3 son de 155,56kW y 168,67kW. De igual forma se tiene el mínimo a facturar que corresponde a la potencia contratada por 85% de ella. Las potencias máximas registradas en períodos son P1=30kW, P2=176kW, P3=180kW respectivamente.

En el contrato A2 con potencias de P1=5kW, P2=235kW y P3=235kW se tiene una potencia mínima a facturar, pero las potencias máxima registradas fueron de P1= 7,5kW P2= 219kW, P3= 240kW, Las potencias promedio fueron de P1= 4,5kW, P2= 202,44kW y P3=218,40kW.

Sabiendo cual es la máxima, media y mínima potencia facturada se estable un resumen de los costes de cada período (punta, llano, valle) en cada mes del año 2012, también se hace la suma de los tres períodos para tener un registro de cuánto es el coste total de la potencia contratada en el mes y luego en todo el año 2012.

| COSTE DE POTENCIA CONTRATADA ANUAL (A1 YA2) | | | | | | | | |
|---|------------------------|------------------|------------------|---------------------------------|------------------------|-------------------|------------------|---------------------------------|
| MES | POTENCIA CONTRATADA A1 | | | | POTENCIA CONTRATADA A2 | | | |
| | PUNTA [€/MES] | LLANO [€/MES] | VALLE [€/MES] | COSTE DE POTENCIA [€/MES] | PUNTA [€/MES] | LLANO [€/MES] | VALLE [€/MES] | COSTE DE POTENCIA [€/MES] |
| 1 | 18,77 | 202,98 | 53,06 | 274,81 | 9,38 | 272,03 | 62,38 | 343,79 |
| 2 | 16,50 | 178,02 | 47,20 | 241,72 | 8,25 | 239,06 | 57,08 | 304,39 |
| 3 | 18,20 | 196,44 | 52,39 | 267,03 | 9,10 | 263,79 | 62,38 | 335,27 |
| 4 | 17,83 | 191,43 | 48,94 | 258,19 | 8,91 | 258,36 | 61,40 | 328,67 |
| 5 | 16,64 | 191,94 | 48,17 | 256,75 | 14,68 | 241,14 | 57,03 | 312,85 |
| 6 | 19,57 | 211,47 | 58,49 | 289,53 | 9,79 | 289,31 | 66,10 | 365,20 |
| 7 | 17,83 | 227,64 | 53,39 | 298,86 | 8,91 | 283,26 | 67,33 | 359,50 |
| 8 | 62,29 | 226,22 | 53,51 | 342,02 | 9,81 | 288,82 | 74,06 | 372,69 |
| 9 | 58,73 | 193,15 | 45,95 | 297,83 | 8,32 | 243,85 | 63,12 | 315,29 |
| 10 | 21,39 | 233,08 | 53,11 | 307,58 | 10,10 | 297,58 | 78,99 | 386,67 |
| 11 | 17,23 | 185,98 | 45,87 | 249,09 | 8,62 | 249,75 | 65,94 | 324,31 |
| 12 | 17,83 | 192,40 | 47,75 | 257,98 | 8,91 | 258,36 | 72,38 | 339,66 |
| TOTAL ANUAL | 302,81 € | 2.430,76€ | 607,83 € | 3.341,40€ | 114,78 € | 3.185,31 € | 788,19 € | 4.088,29€ |

Tabla 27 Resumen de costes de potencia contratada de contrato (A1 y A2) anual.

Los costes de potencia contratada en los dos contratos son respetivamente 3.341,40 € para (A1) y para (A2) es de 4.088,29 € teniendo un coste mayor en (A2) por tener una potencia mayor en llano y valle (235kW) respectivamente. En el contrato (A1) se tiene una potencia contratada en llano y valle de (175kW). Con estos datos posteriormente se hará un análisis para obtener una potencia óptima para reducir la facturación del este término de potencia contratada.

3.6 ANÁLISIS DE ENERGÍA CONSUMIDA ANUAL (A1 y A2)

En la siguiente tabla muestra la máxima, promedio y mínima energía consumida en el año 2012, de los contratos (A1 y A2):

| ENERGÍA CONSUMIDA | | | | | | |
|-------------------|------------------------|-------------|-------------|------------------------|-------------|-------------|
| | ENERGÍA CONSUMIDA (A1) | | | ENERGÍA CONSUMIDA (A2) | | |
| | PUNTA [kWh] | LLANO [kWh] | VALLE [kWh] | PUNTA [kWh] | LLANO [kWh] | VALLE [kWh] |
| MÁXIMO [kWh] | 410 | 13157 | 34747 | 264 | 27466 | 48966 |
| MEDIO [kWh] | 344,42 | 4795 | 17101,83 | 250,67 | 8917,08 | 24070,42 |
| MÍNIMO [kWh] | 310 | 644 | 3798 | 232 | 476 | 6010 |

Tabla 28. Energía consumida (máxima, media, mínima) de contrato (A1 y A2)

La energía consumida en los dos contratos A1 y A2 tiene su máximo en P2 y P3 en el mes de verano, cuando el sistema de bombeo está trabajando a su máxima demanda de riego.

Teniendo los máximos y mínimos de energía consumida en las instalaciones nos servirá para el diseño posterior de autoconsumo con fotovoltaico, para la optimización de la factura eléctrica de los contratos A1 y A2.

Para tener claro de cuanto es el coste mensual de energía consumida en todo el año 2012 se ha realizado la siguiente tabla, en la cual se detalla el coste de la energía consumida en [€/mes] en los períodos (punta, llano, valle):

| COSTE DE ENERÍA CONSUMIDA ANUAL | | | | | | | | |
|---------------------------------|----------------|-----------------|-------------------|------------------------------------|---------------|-----------------|-------------------|------------------------------------|
| MES | CONTRATO A1 | | | | CONTRATADA A2 | | | |
| | PUNTA [€/MES] | LLANO [€/MES] | VALLE [€/MES] | COSTE DE ENERGÍA CONSUMIDA [€/MES] | PUNTA [€/MES] | LLANO [€/MES] | VALLE [€/MES] | COSTE DE ENERGÍA CONSUMIDA [€/MES] |
| 1 | 60,34 | 110,60 | 432,81 | 603,75 | 43,18 | 80,41 | 579,29 | 702,88 |
| 2 | 52,98 | 149,00 | 657,90 | 859,88 | 38,79 | 79,94 | 946,51 | 1.065,24 |
| 3 | 49,74 | 99,47 | 715,55 | 864,76 | 38,49 | 78,19 | 1.032,33 | 1.149,01 |
| 4 | 47,69 | 98,86 | 1.129,27 | 1.275,82 | 35,58 | 70,48 | 1.772,81 | 1.878,87 |
| 5 | 49,03 | 338,52 | 1.622,77 | 2.010,32 | 36,66 | 370,59 | 2.399,23 | 2.806,48 |
| 6 | 49,05 | 1.260,14 | 2.124,18 | 3.433,37 | 37,44 | 2.444,98 | 2.739,31 | 5.221,73 |
| 7 | 52,04 | 1.741,97 | 2.214,45 | 4.008,46 | 40,05 | 3.568,70 | 3.074,66 | 6.683,41 |
| 8 | 57,70 | 1.746,88 | 2.471,83 | 4.276,41 | 40,51 | 3.626,80 | 3.477,96 | 7.145,27 |
| 9 | 47,22 | 1.277,59 | 1.492,61 | 2.817,42 | 36,47 | 2.516,25 | 2.028,19 | 4.580,91 |
| 10 | 51,08 | 663,90 | 761,61 | 1.476,59 | 38,25 | 1.213,67 | 999,14 | 2.251,05 |
| 11 | 52,90 | 86,81 | 277,89 | 417,60 | 39,80 | 63,82 | 439,52 | 543,14 |
| 12 | 46,85 | 90,18 | 752,97 | 890,00 | 36,69 | 65,56 | 1.105,51 | 1.207,77 |
| TOTAL | 616,62€ | 7.663,9€ | 14.653,84€ | 22.934,39€ | 461,9€ | 14.179,€ | 20.594,47€ | 35.235,77€ |

Tabla 29. Análisis de coste de energía consumida de los contratos A1 y A2

En esta tabla se muestra los costes mensuales de la energía consumida en todo el año 2012 de los dos contratos, por lo que podemos concluir que en el contrato A1 tiene menor coste debido a su demanda de riego y a la energía consumida por dicha demanda. En esta tabla se puede observar que el coste del periodo valle es siempre mayor que llano y punta, por lo que se hace una buena administración de los horarios correspondiente a la tarifa 3.1 del contrato.

Como se ha visto en el análisis de potencia contratada en A2 se tiene una mayor potencia contratada debido a su demanda de riego desde el diseño del sistema de bombeo.

Una de las principales medidas de ahorro energético que se puede llevar a cabo en la Agrupación Pinella, debido al gran consumo de energía eléctrica en

todos los meses del año (especialmente en los meses de verano) es plantear una instalación fotovoltaica para el suministro eléctrico.

3.7 ANÁLISIS DE ENERGÍA REACTIVA ANUAL (A1 y A2)

La energía reactiva en exceso se penaliza según su factor de potencia para saber cuánta energía reactiva máxima, medio, mínima se está facturando a lo largo del año 2012.

| ENERGÍA REACTIVA | | | | |
|------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | CONTRATO (A1) | | CONTRATO (A2) | |
| | P1 (KVArH) | P2 €/kVArh | P1 (KVArH) | P2 €/KVArH |
| MÁXIMA | 1376,95 | 3034,4 | 945,7 | 2308,48 |
| MEDIO | 1286,11 | 1575 | 331,759 | 589,51 |
| MÍNIMA | 1124,12 | 0 | 134,7 | 0 |

Tabla 30. Energía reactiva (máxima, medio, mínimo) (A1 y A2)

Se puede observar que la energía reactiva máxima se produjo en el mes de invierno, enero cuando su consumo de energía consumida es mínima por lo que se puede concluir que la energía reactiva es constante por ende es la del transformador. En ambos contratos se da el mismo fenómeno de reactiva.

Para saber cuánto es coste anual de energía reactiva facturada se establece la siguiente tabla:

| COSTE DE ENERGÍA REACTIVA | | | | | | |
|---------------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------------------|-----------------------|-----------------|-----------------------------------|
| MES | ENERGÍA REACTIVA (A1) | | | ENERGÍA REACTIVA (A2) | | |
| | P1 [€/MES] | P2 [€/MES] | COSTE DE ENERGÍA REACTIVA [€/MES] | P1 [€/MES] | P2 [€/MES] | COSTE DE ENERGÍA REACTIVA [€/MES] |
| 1 | 85,83 | 189,14 | 274,97 | 58,95 | 143,89 | 202,84 |
| 2 | 77,26 | 161,26 | 238,52 | 28,31 | 78,03 | 106,34 |
| 3 | 81,54 | 174,40 | 255,95 | 17,29 | 37,37 | 54,66 |
| 4 | 80,44 | 163,61 | 244,04 | 32,81 | 64,46 | 97,27 |
| 5 | 80,54 | 120,95 | 201,49 | 27,45 | 31,50 | 58,96 |
| 6 | 81,37 | 14,39 | 95,76 | 5,05 | 2,71 | 7,76 |
| 7 | 83,64 | 0,00 | 83,64 | 11,08 | 0,00 | 11,08 |
| 8 | 84,08 | 0,00 | 84,08 | 7,68 | 0,00 | 7,68 |
| 9 | 77,94 | 0,00 | 77,94 | 12,26 | 0,00 | 12,26 |
| 10 | 83,14 | 15,33 | 98,47 | 22,09 | 1,28 | 23,37 |
| 11 | 76,14 | 166,48 | 242,62 | 14,24 | 41,42 | 55,66 |
| 12 | 70,07 | 164,85 | 234,91 | 8,40 | 23,89 | 32,28 |
| TOTAL | 961,99 € | 1.170,40 € | 2.132,39 € | 245,63 € | 424,55 € | 670,18 € |

Tabla 31. Análisis de coste de energía reactiva anual (A1 y A2)

Como se puede observar en esta tabla se tiene que el contrato (A1) tiene un coste de 2.132,39€ y en el contrato (A2) tiene un coste de 670,18€. En ambos casos se podría conseguir reducir a cero euros los gastos de esta partida si se contara con una buena compensación de energía reactiva. Para reducir el coste de energía reactiva posteriormente se planteará posibles mejoras que minimizarían la facturación de este término.

POSIBLES MEJORAS EN LAS FACTURAS ELÉCTRICAS

4 POSIBLES MEJORAS EN LAS FACTURAS ELÉCTRICAS

La potencia contratada se puede optimizar de tal forma que represente un ahorro económico en las instalaciones de la Agrupación de Regantes de Pinella. Algunas posibilidades para optimizar la factura eléctrica son las siguientes:

- Conseguir buena oferta de precios.
- Posible desplazamiento de la curva de carga.
- Eliminar los excesos de potencia y reactiva.
- Optimizar la potencia de contrato.
- Compensar la energía reactiva.

Es conveniente adaptar el consumo energético a los períodos horarios del tipo de discriminación elegido, centrando el consumo energético en horas valle o llano y evitando el consumo en hora punta.

Puesto que el consumo eléctrico de la Agrupación Pinella se debe a las estaciones de bombeo de suministro de agua de riego, el consumo de energía se producirá a las horas de demanda de riego. Hay que tener en cuenta que las horas punta varían de una estación a otra (invierno y verano).

Una medida que se puede adoptar es la de los turnos de riego, en distintos períodos del año, a los períodos más baratos, siempre que este sea posible, o bien aplicar distintos precios a los comuneros que elijan regar en las horas punta.

En este trabajo fin de máster se plantea tres posibles mejoras en cada uno de los términos de la facturación:

- Potencia contratada: se efectuará un análisis de optimización de potencia contratada para tarifa eléctrica.
- Energía reactiva: se efectuará un análisis termográfico de las instalaciones de batería de condensadores, para verificar si existen averías de los capacitores. También se hará el estudio de corrección del factor de potencia, con su compensación de energía reactiva.
- Energía consumida: se planteará la generación eléctrica fotovoltaica para el autoconsumo.

4.1 OPTIMIZACIÓN DE POTENCIA CONTRATADA

Existen diversos métodos para calcular la optimización de potencia en un contrato de electricidad.

Cuando la instalación sea nueva podremos ajustar la potencia de contrato al uso de la instalación previendo lo que el cliente nos diga que va a demandar, pero sobre todo en base los equipos instalados, los tiempos de encendidos y apagados.

En nuestro caso tenemos las facturas de un año de ambos contratos para poder realizar la optimización adecuada usando el modelo desarrollado en Excel.

Se ha realizado en Excel una hoja de simulación para la optimización de potencias. De esta manera, se puede simular varios escenarios y estimar el coste de la potencia a contratar en cada uno de los períodos, en los contratos A1 y A2 como se realizará en el apartado posterior.

4.1.1 CONTRATO A1

En el contrato (A1) se tiene la siguiente potencia contratada [21] con las tarifas de correspondiente al año 2012 las cuales se optimizarán.

| PERÍODO | PC [kW] | TARIFA |
|------------|---------|------------|
| | | [€/kW]/año |
| P1(PUNTA) | 10 | 25,511 |
| P2 (LLANO) | 175 | 15,73 |
| P3 (VALLE) | 175 | 3,608 |

Tabla 32. Potencia contratada y tarifa anual PC (A1)

Para realizar la optimización se hizo uso de los datos registrado por el maxímetro del contador de la comercializadora durante el año 2012 utilizando el formato de tarifario de la comercializadora para dichos cálculos.

POTENCIA REGISTRADA POR EL MÁXÍMETRO

| MES | P1 [kW] | P2[kW] | P3[kW] | P4 [kW] | P5 [kW] | P6 [kW] |
|-----|---------|--------|--------|---------|---------|---------|
| 1 | 3 | 23 | 171 | 0 | 4 | 15 |
| 2 | 3 | 118 | 172 | 0 | 3 | 3 |
| 3 | 3 | 43 | 173 | 2 | 4 | 31 |
| 4 | 0 | 17 | 165 | 3 | 3 | 163 |
| 5 | 0 | 159 | 171 | 3 | 3 | 174 |
| 6 | 0 | 162 | 180 | 4 | 3 | 164 |
| 7 | 0 | 176 | 180 | 8 | 3 | 160 |
| 8 | 0 | 159 | 164 | 16 | 130 | 164 |
| 9 | 0 | 23 | 171 | 0 | 4 | 15 |
| 10 | 3 | 118 | 172 | 0 | 3 | 3 |
| 11 | 4 | 43 | 173 | 2 | 4 | 31 |
| 12 | 3 | 17 | 165 | 3 | 3 | 163 |

Tabla 33. Potencia registrada por el máxímetro

Teniendo tabulado las potencias del máxímetro del año 2012, y sabiendo que la potencia a facturar se elige entre la potencia con mayor valor en cada periodo en P1 (punta) se toma: P1 y P4, en P2 (llano) se toma: P2 y P5, y para P3 (valle) se toma: P3 y P6. [1] En la potencia contratada **no se suman** (P1+P4), solo se coge el de mayor potencia, como se muestra en la siguiente tabla:

POTENCIA DEL MÁXÍMETRO

| MES | P1(punta) [kW] | P2 (llano) [kW] | P3 (valle) [kW] |
|-----|-------------------|--------------------|--------------------|
| 1 | 3 | 23 | 171 |
| 2 | 3 | 118 | 172 |
| 3 | 3 | 43 | 173 |
| 4 | 3 | 17 | 165 |
| 5 | 3 | 159 | 174 |
| 6 | 4 | 162 | 180 |
| 7 | 8 | 176 | 180 |
| 8 | 16 | 159 | 164 |
| 9 | 0 | 23 | 171 |
| 10 | 3 | 118 | 172 |
| 11 | 4 | 43 | 173 |
| 12 | 3 | 17 | 165 |

Tabla 34. Potencia del máxímetro en los períodos

| MES | POTENCIA FACTURADA | | | POTENCIA DEL MÁXÍMETRO | | |
|-------|--------------------|-------------------|-------------------|------------------------|-------------------|-------------------|
| | P1(punta) [kW] | P2(llano) [kW] | P3(valle) [kW] | P1(punta) [kW] | P2(llano) [kW] | P3(valle) [kW] |
| 1 | 8,5 | 148,75 | 171 | 3 | 23 | 171 |
| 2 | 8,5 | 148,75 | 172 | 3 | 118 | 172 |
| 3 | 8,5 | 148,75 | 173 | 3 | 43 | 173 |
| 4 | 8,5 | 148,75 | 165 | 3 | 17 | 165 |
| 5 | 8,5 | 159 | 174 | 3 | 159 | 174 |
| 6 | 8,5 | 162 | 180 | 4 | 162 | 180 |
| 7 | 8,5 | 176 | 180 | 8 | 176 | 180 |
| 8 | 27 | 159 | 164 | 16 | 159 | 164 |
| 9 | 30 | 160 | 166 | 0 | 23 | 171 |
| 10 | 9 | 159 | 158 | 3 | 118 | 172 |
| 11 | 8,5 | 148,75 | 160 | 4 | 43 | 173 |
| 12 | 8,5 | 148,75 | 161 | 3 | 17 | 165 |
| MEDIA | 11,875 | 155,625 | 168.667 | 5,17 | 98,83 | 168,67 |

Tabla 35. Potencia facturada (PC) y potencia registrada en máxímetro (A1)

Luego tener la potencia factura media y la potencia del máxímetro media se aplica la ecuación 8 [17] para obtener la potencia óptima.

$$P. \text{Ópt.} = \frac{PF(\text{media}) + PM(\text{media})}{2 * 0,85} \quad \text{Ec. 8}$$

| POTENCIA OPTIMIZADA | | |
|---------------------|-----------------|-----------------|
| P1 (punta) [kW] | P2 (llano) [kW] | P3 (valle) [kW] |
| 10,02 | 149.68 | 198.43 |

Tabla 36. Potencia optimizada

En los períodos P1 (punta) la potencia optimizada es igual a la potencia contratada, por lo que se mantendrá dicha potencia contratada, ya que la potencia óptima tendría que ser menor a la contratada para que optimice en la facturación.

En el período P2 (llano) la potencia optimizada es menor a la potencia contratada, por lo que la potencia óptima es, por aproximación, igual a 150kW.

En el período P3 (valle) la potencia óptima es mayor que la potencia contratada, por lo que se mantendrá dicha potencia contratada. Si aumentamos la potencia contratada se nos incrementará el coste en la facturación.

En la siguiente tabla se establece la potencia óptima para este contrato:

| P1 (PUNTA) [kW] | P2 (LLANO) [kW] | P3 (VALLE) [kW] |
|--------------------|---------------------|--------------------|
| 10 | 150 | 175 |

Tabla 37. Potencia Optimizada de la potencia contratada (A1)

Con las potencias contratadas óptimas se simula las nuevas potencias a facturar en el año 2012 como se muestran en la siguiente tabla:

| POTENCIA CONTRATADA ÓPIMA | | | |
|---------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| MES | P1(PUNTA) [kW] | P2(LLANO) [kW] | P3(VALLE) [kW] |
| 1 | 8,5 | 127,50 | 171 |
| 2 | 8,5 | 127,50 | 172 |
| 3 | 8,5 | 127,50 | 173 |
| 4 | 8,5 | 127,50 | 165 |
| 5 | 8,5 | 162,00 | 171 |
| 6 | 8,5 | 171,00 | 180 |
| 7 | 8,5 | 213,00 | 180 |
| 8 | 27 | 162,00 | 164 |
| 9 | 30 | 165,00 | 166 |
| 10 | 9 | 162,00 | 158 |
| 11 | 8,5 | 127,50 | 160 |
| 12 | 8,5 | 127,50 | 161 |

Tabla 38. Potencia optimizada y nueva potencia a facturar (A1)

Teniendo la tarifa del año 2012 distribuida en los 12 meses se obtiene cuantos costaría la potencia contratada optimizada:

| COSTE DE POTENCIA CONTRATADA ÓPTIMA. | | | | | | | | | |
|---|-------|----------|----------------------|------------|----------|----------------------|------------|----------|----------------------|
| P1 (PUNTA) | | | | P2 (LLANO) | | | P3 (VALLE) | | |
| MES | [kW] | [€/KW] | COSTE ÓPTIMO [€/MES] | [kW] | [€/KW] | COSTE ÓPTIMO [€/MES] | [kW] | €/KW | COSTE ÓPTIMO [€/MES] |
| 1 | 8,5 | 2,208386 | 18,77 | 127,50 | 1,36457 | 173,98 | 171 | 0,310295 | 53,06 |
| 2 | 8,5 | 1,940703 | 16,50 | 127,50 | 1,19678 | 152,59 | 172 | 0,274435 | 47,20 |
| 3 | 8,5 | 2,141466 | 18,20 | 127,50 | 1,320584 | 168,37 | 173 | 0,302825 | 52,39 |
| 4 | 8,5 | 2,097432 | 17,83 | 127,50 | 1,29343 | 164,91 | 165 | 0,296598 | 48,94 |
| 5 | 8,5 | 1,957603 | 16,64 | 162,00 | 1,207201 | 195,57 | 171 | 0,276825 | 47,34 |
| 6 | 8,5 | 2,302409 | 19,57 | 171,00 | 1,305386 | 223,22 | 180 | 0,324944 | 58,49 |
| 7 | 8,5 | 2,097432 | 17,83 | 213,00 | 1,29343 | 275,50 | 180 | 0,296598 | 53,39 |
| 8 | 27 | 2,30715 | 62,29 | 162,00 | 1,422773 | 230,49 | 164 | 0,326258 | 53,51 |
| 9 | 30,00 | 1,957604 | 58,73 | 165,00 | 1,207201 | 199,19 | 166 | 0,276824 | 45,95 |
| 10 | 9,00 | 2,37709 | 21,39 | 162,00 | 1,465887 | 237,47 | 158 | 0,336144 | 53,11 |
| 11 | 8,50 | 2,027518 | 17,23 | 127,50 | 1,250316 | 159,42 | 160 | 0,286711 | 45,87 |
| 12 | 8,5 | 2,097432 | 17,83 | 127,50 | 1,29343 | 164,91 | 161 | 0,296598 | 47,75 |
| Coste total por período anual. | | | 302,8 € | 2375,63€ | | | 607,0 € | | |
| Coste total de potencia contratada anual | | | | | | 3.256,66€ | | | |

Tabla 39. Costes de potencia Óptima (A1)

La potencia contratada anual con las potencias contratadas actuales tiene un coste de 3.341,40€. Teniendo los costes anuales de la potencia contratada del año de 2012 y la potencia contratada optimizada en la simulación tenemos lo siguiente:

| Coste de potencia Optimizado | Coste de potencia Contratada Facturado | Ahorro anual |
|------------------------------|--|---------------|
| 3.256,66€ | 3.341,40€ | 84,74€ |

Tabla 40. Coste potencia actual y coste de potencia optima, posibles ahorros (A1)

Por lo que se puede decir que la potencia contratada en (A1) está bien optimizada tal cual está contratada, por lo que no requiere ningún cambio de potencia por el momento, por lo que el coste ahorrarse es mínimo.

4.1.2 CONTRATO A2

Datos de contratación de potencia y tarifas del contrato (A2) a optimizar.

| PERIODO | PC [kW] | TARIFA [€/kw]/año |
|------------|---------|----------------------|
| P1 (PUNTA) | 5 | 25,511 |
| P2 (LLANO) | 235 | 15,73 |
| P3 (VALLE) | 235 | 3,608 |

Tabla 41. Potencia contratada (PC) y tarifa anual (A2)

Para realizar la optimización se hizo uso de los datos registrado por el maxímetro del contador de la comercializadora, de un año facturado 2012, utilizando el formato de tarifario de la comercializadora para dichos cálculos.

| POTENCIA REGISTRADA POR EL MAXÍMETRO | | | | | | |
|--------------------------------------|---------|--------|--------|---------|---------|---------|
| MES | P1 [kW] | P2[kW] | P3[kW] | P4 [kW] | P5 [kW] | P6 [kW] |
| 1 | 2 | 3 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| 2 | 2 | 84 | 208 | 0 | 2 | 2 |
| 3 | 2 | 138 | 206 | 2 | 2 | 198 |
| 4 | 0 | 41 | 207 | 2 | 2 | 203 |
| 5 | 0 | 196 | 206 | 6 | 2 | 202 |
| 6 | 0 | 204 | 230 | 2 | 2 | 225 |
| 7 | 0 | 219 | 227 | 2 | 5 | 221 |
| 8 | 0 | 203 | 226 | 3 | 178 | 27 |
| 9 | 0 | 202 | 228 | 3 | 20 | 222 |
| 10 | 2 | 203 | 235 | 2 | 2 | 2 |
| 11 | 3 | 2 | 230 | 0 | 2 | 48 |
| 12 | 2 | 2 | 244 | 0 | 2 | 215 |

Tabla 42. Potencia registrada por el maxímetro

Diagnostico Económico Energético y Propuesta de Instalación Fotovoltaica de Autoconsumo en Agrupación de Regantes de Pinella.

| MES | POTENCIA FACTURADA | | | POTENCIA DEL MAXÍMETRO | | |
|-------|--------------------|-------------------|-------------------|------------------------|-------------------|-------------------|
| | P1(punta) [kW] | P2(llano) [kW] | P3(valle) [kW] | P1(punta) [kW] | P2(llano) [kW] | P3(valle) [kW] |
| 1 | 4,25 | 199,75 | 199,75 | 2 | 3 | 0 |
| 2 | 4,25 | 199,75 | 208 | 2 | 84 | 208 |
| 3 | 4,25 | 199,75 | 206 | 4 | 138 | 206 |
| 4 | 4,25 | 199,75 | 207 | 2 | 41 | 207 |
| 5 | 7,5 | 199,75 | 206 | 6 | 196 | 206 |
| 6 | 4,25 | 204 | 230 | 2 | 204 | 230 |
| 7 | 4,25 | 219 | 227 | 2 | 219 | 227 |
| 8 | 4,25 | 203 | 227 | 3 | 203 | 226 |
| 9 | 4,25 | 202 | 228 | 3 | 202 | 228 |
| 10 | 4,25 | 203 | 235 | 4 | 203 | 235 |
| 11 | 4,25 | 199,75 | 230 | 3 | 2 | 230 |
| 12 | 4,25 | 199,75 | 244 | 2 | 2 | 244 |
| MEDIA | 4,52 | 202,44 | 220,65 | 2,92 | 124,75 | 203,91 |

Tabla 43. Potencia facturada (PC) y potencia registrada en el maxímetro (A2)

Utilizando la ecuación 8 [17] tenemos que la potencia optimizada es de:

| POTENCIA OPTIMIZADA | | |
|---------------------|-----------------|-----------------|
| P1 (punta) [kW] | P2 (llano) [kW] | P3 (valle) [kW] |
| 4,37 | 192,46 | 249,74 |

Tabla 44. Potencia optimizada

Para optimizar la potencia contratada en P1 (punta) se realizó la operación con la ecuación 8 obteniendo que la potencia óptima es de 4,37kW que es menor que la potencia contratada de 5 kW, por lo que la potencia optimizada es de aproximadamente de 4kW.

En el período P2 (llano) la potencia optimizada es de 192,46kW que por aproximación es a 193kW la cual es menor que la potencia contratada actual y por lo cual su potencia óptima es de 193kW.

En el período P2 (valle) la potencia optimizada es de 249,74 kW por lo que es mayor que la potencia contratada actual; por lo cual no cumple la optimización en este período.

En la siguiente tabla se establece la potencia óptima para este contrato ya antes mencionadas:

| P1 (PUNTA) [kW] | P2 (LLANO) [kW] | P3 (VALLE) [kW] |
|--------------------|---------------------|-----------------------|
| 4 | 193 | 235 |

Tabla 45. Potencia Óptima (A2)

Con las potencias contratadas óptimas se simula las nuevas potencias a facturar en el año 2012 como se muestran en la siguiente tabla:

| POTENCIA CONTRATADA OPIMIZADA | | | |
|-------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| MES | P1(PUNTA) [kW] | P2(LLANO) [kW] | P3(VALLE) [kW] |
| 1 | 3,4 | 164,05 | 199,75 |
| 2 | 3,4 | 164,05 | 208 |
| 3 | 4,0 | 164,05 | 206 |
| 4 | 3,4 | 164,05 | 207 |
| 5 | 9,6 | 196,00 | 206 |
| 6 | 3,4 | 206,70 | 230 |
| 7 | 3,4 | 251,70 | 226 |
| 8 | 3,4 | 203,70 | 228 |
| 9 | 3,4 | 202,00 | 228 |
| 10 | 4,0 | 203,70 | 235 |
| 11 | 3,4 | 164,05 | 230 |
| 12 | 3,4 | 164,05 | 244 |

Tabla 46. Potencia a facturar optimizada (A2)

Teniendo la tarifa del año 2012 distribuida en los 12 meses se obtiene cuantos costaría la potencia contratada optimizada:

| COSTE DE POTENCIA CONTRATADA ÓPTIMA. | | | | | | | | | | |
|---|------|------------|----------------------|-------------------|------------|----------------------|-------------------|------------|----------------------|--|
| P1 (PUNTA) | | | | P2 (LLANO) | | | P3 (VALLE) | | | |
| MES | [kW] | [€/KW] | COSTE ÓPTIMO [€/MES] | [kW] | [€/KW] | COSTE ÓPTIMO [€/MES] | [kW] | €/KW | COSTE ÓPTIMO [€/MES] | |
| 1 | 3,40 | 2,20705882 | 7,50 | 164,05 | 1,361853 | 223,41 | 198,05 | 0,312288 | 62,38 | |
| 2 | 3,40 | 1,940703 | 6,60 | 164,05 | 1,19678 | 196,33 | 208 | 0,274435 | 57,08 | |
| 3 | 4,00 | 2,141466 | 8,57 | 164,05 | 1,320584 | 216,64 | 206 | 0,302825 | 62,38 | |
| 4 | 3,40 | 2,097432 | 7,13 | 164,05 | 1,29343 | 212,19 | 207 | 0,296598 | 61,40 | |
| 5 | 9,6 | 1,957603 | 18,79 | 196,00 | 1,207201 | 236,61 | 206 | 0,276825 | 57,03 | |
| 6 | 3,40 | 2,302410 | 7,83 | 206,70 | 1,41818627 | 293,14 | 230 | 0,32561576 | 74,89 | |
| 7 | 3,40 | 2,097432 | 7,13 | 251,70 | 1,29343 | 325,56 | 226 | 0,296598 | 67,03 | |
| 8 | 3,40 | 2,30715 | 7,84 | 203,70 | 1,422773 | 289,82 | 228 | 0,326258 | 74,39 | |
| 9 | 3,40 | 1,957604 | 6,66 | 202,00 | 1,207201 | 243,85 | 228 | 0,276824 | 63,12 | |
| 10 | 4,00 | 2,37709 | 9,51 | 203,70 | 1,465887 | 298,60 | 235 | 0,336144 | 78,99 | |
| 11 | 3,40 | 2,027418 | 6,89 | 164,05 | 1,250316 | 205,11 | 230 | 0,286711 | 65,94 | |
| 12 | 3,40 | 2,097432 | 7,13 | 164,05 | 1,29343 | 212,19 | 244 | 0,2966598 | 72,38 | |
| Coste total por período anual. | | | 101,58 | | | | 2953,46 | | | |
| Coste total de potencia contratada anual | | | | 3.852,05€ | | | | | | |

Tabla 47. Costes de potencia optimizada (A2)

La potencia contratada anual según las potencias contratadas actuales tiene un coste de 4088,29€. Teniendo los costes anuales de la potencia contratada del año de 2012 y la potencia contratada optimizada en la simulación tenemos lo siguiente:

| Coste de potencia Optimizado | Coste de potencia Contratada Facturado | Ahorro anual |
|------------------------------|--|----------------|
| 3852,05€ | 4088,29€ | 236,23€ |

Tabla 48. Coste actual de potencia y costes optimizado, posibles ahorros (A2)

Por lo que se puede decir que la potencia contratada en (A2) está bien optimizada tal cual está contratada, por lo que no requiere ningún cambio de potencia por el momento, ya que el gasto a ahorrarse es mínimo.

4.2 ANÁLISIS TERMOGRÁFICO DE BATERÍA DE CONDENSADORES

Todos los cuerpos a una temperatura superior a los 0°K emiten radiación electromagnética de forma continua debido a la agitación de sus moléculas o átomos. Dicha radiación se emite en un rango amplio de longitudes de onda siendo su dependencia fundamental la temperatura del cuerpo emisor. La energía emitida en forma de radiación puede abarcar desde las ondas de radio ($\lambda > 10\text{m}$) hasta los rayos cósmicos ($\lambda > 10\text{-}14\text{m}$), con longitudes de onda muy diferentes entre ellas. Una de las partes más importantes de la radiación electromagnética emitida por los cuerpos es la transmisión de calor que corresponde a la denominada radiación térmica ($0.75 < \lambda < 1000\mu\text{m}$), que ocupa una posición central en el espectro electromagnético, y que es la principal responsable de la transmisión de calor entre los cuerpos.

La termografía infrarroja corresponde a la ciencia que, mediante dispositivos optoelectrónicos, permite detectar y medir una parte de la radiación térmica emitida por las superficies de los cuerpos y obtener, a partir de ella, la temperatura de sus superficies con el fin de analizar su comportamiento térmico. La termografía infrarroja, a partir de la medida de la radiación emitida por las superficies y con una compensación de la misma, proporciona la información utilizando las denominadas imágenes termográficas, que no son más que un registro gráfico de las temperaturas de las superficies de los cuerpos que se presenta en una escala de colores.

El objetivo de uso de la cámara termográfica en La Agrupación de Regantes de Pinella es la interpretación y análisis de las imágenes termográficas y de los patrones térmicos en ellas contenidas, ya que pueden revelar muchísimas información sobre el comportamiento térmico de la batería de condensador. Debido que existe una batería de condensadores para el sistema de bombeo y en la facturación eléctrica tenemos exceso de reactiva se efectuará dicho estudio para buscar anomalías que puedan estar afectando a la compensación de energía reactiva de dichas baterías de condensadores.

4.2.1 CONTRATO A1

Se ha realizado el análisis termográfico en la batería de condensadores del sistema de bombeo del contrato A1.

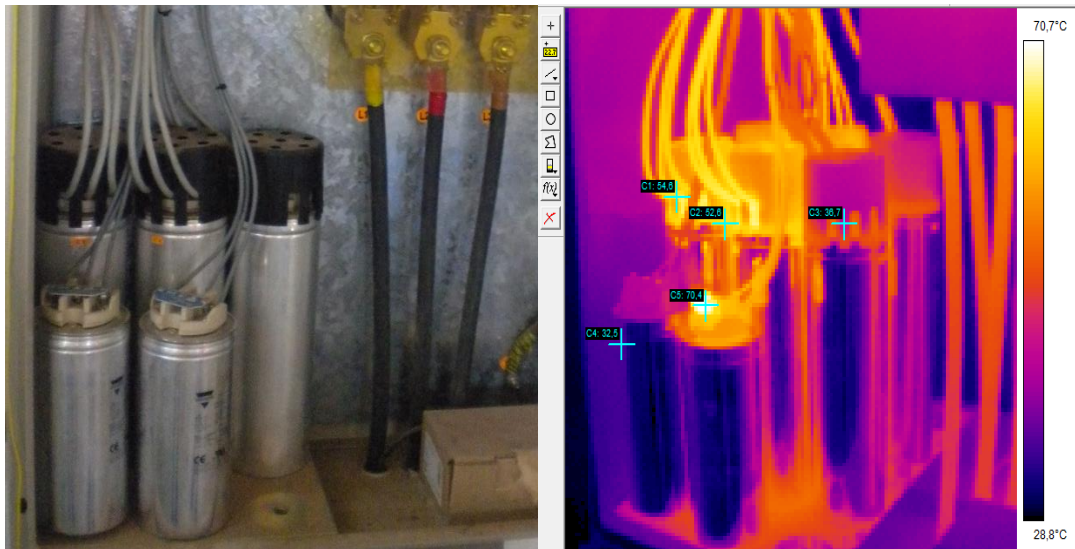


Figura 30. Batería de condensadores, análisis termográfico A1

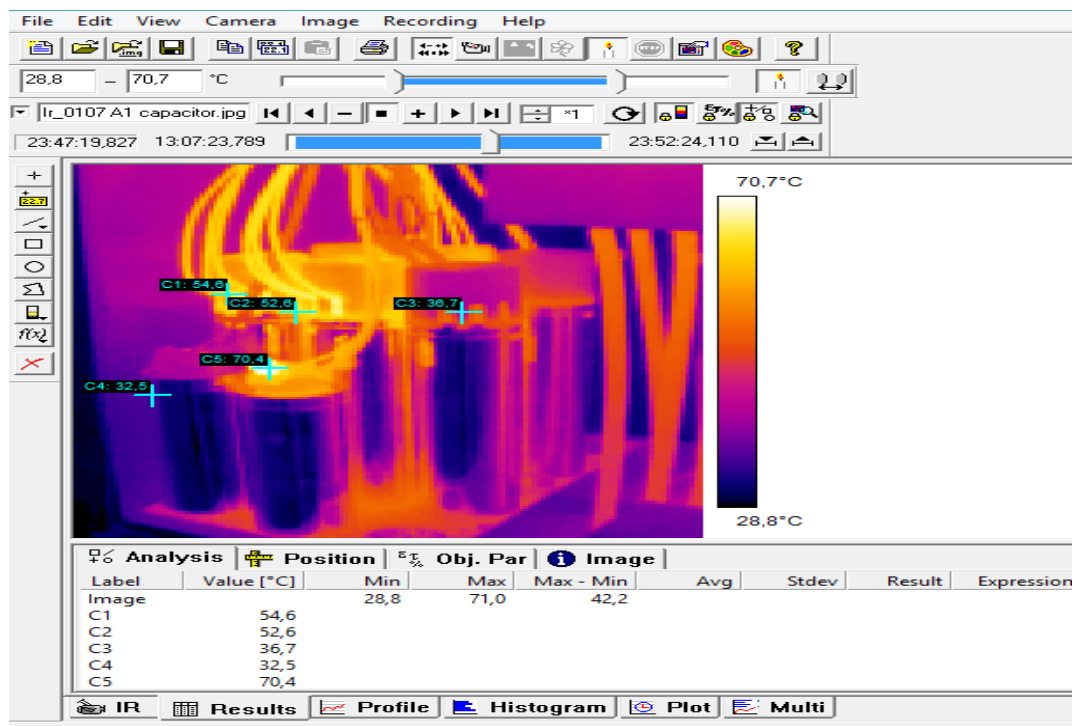


Figura 31. Análisis termográfico y temperaturas de capacitores A1

En la Tabla 49 se muestra el resumen termográfico de la batería de condensadores del contrato A1 donde se especifican las temperaturas de cada capacitor.

| CAPACITOR | TEMPERATURA |
|-----------|-------------|
| C1 | 54,6°C |
| C2 | 52,6°C |
| C3 | 36,7°C |
| C4 | 32,5°C |
| C5 | 70,4°C |

Tabla 49. Análisis de temperatura de batería de condensadores (A1)

La batería de condensadores está constituida por cinco capacitores de los cuales se encuentran en funcionamiento tres de ellos, que son los que presentan mayor temperatura. Los demás tienen temperatura de radiación mucho menor de los que están en funcionamiento.

Analizando el funcionamiento de cada uno de los capacitores se puede observar que el capacitor C5 tiene una temperatura 70,4°C por lo que puede estar mal dimensionado puede que éste tenga demasiada carga eléctrica o podría ocurrir que los conectores se encuentre flojos y sucios, explicando así su mayor temperatura. Los demás capacitores se encuentran en buen funcionamiento.

4.2.2 CONTRATO A2

Se ha realizado el análisis termográfico en la batería de condensadores del sistema de bombeo del contrato A2.

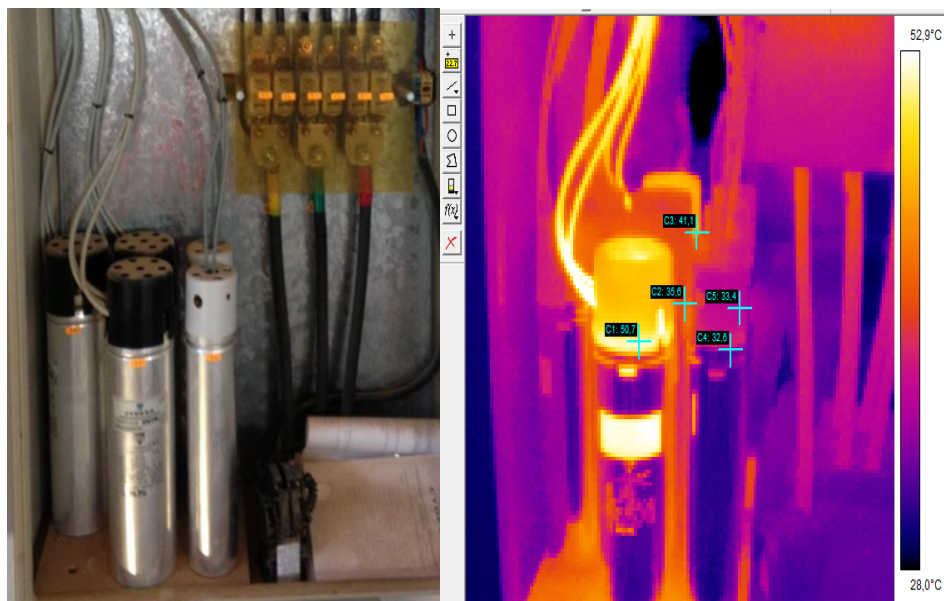


Figura 32. Batería de condensadores, análisis termográfico A2

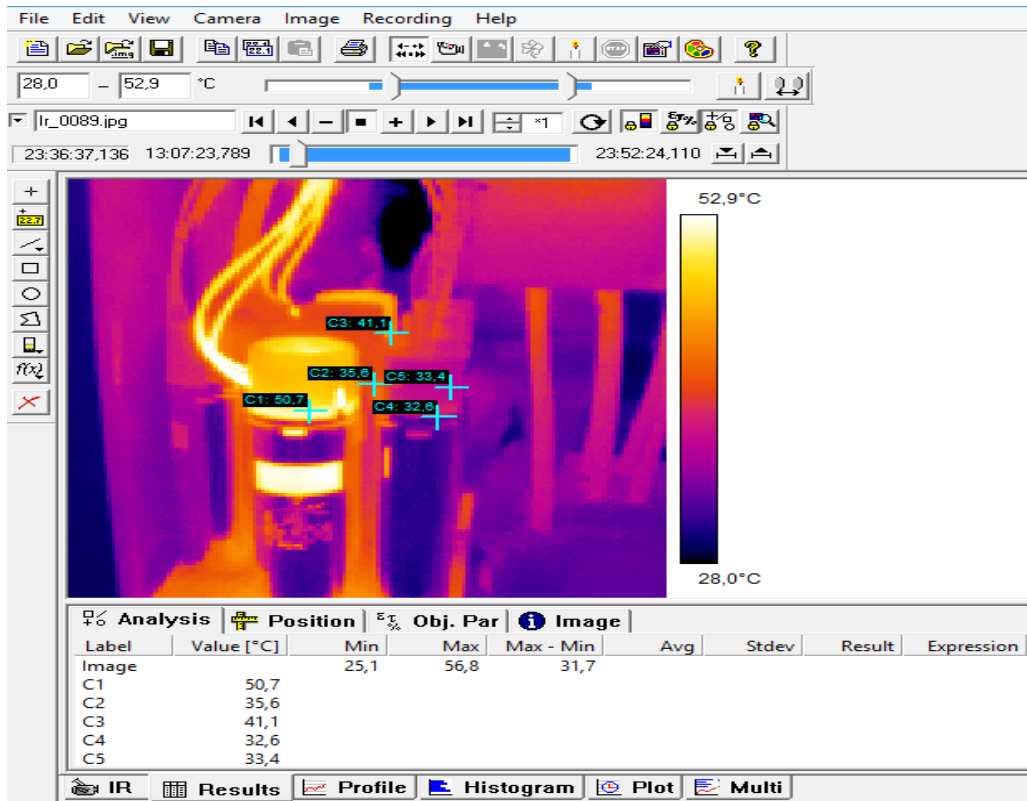


Figura 33. Análisis termográfico y temperaturas de capacitores A2

En la Tabla 50 se muestra el resumen termográfico de la batería de condensadores del contrato A2 donde se especifican las temperaturas de cada capacitor.

| CAPACITOR | TEMPERATURA |
|-----------|-------------|
| C1 | 50,7°C |
| C2 | 35,6°C |
| C3 | 41,1°C |
| C4 | 32,6°C |
| C5 | 33,4°C |

Tabla 50. Análisis de temperatura de batería de condensadores (A2)

La batería de condensadores está constituida por cinco capacitores de los cuales se encuentran en funcionamiento dos de ellos, que son los que presentan mayor temperatura. Los demás tienen temperatura de radiación mucho menor de los que están en funcionamiento.

En el análisis se puede observar que la temperatura de funcionamiento de cada capacitor está oscilando en los 50°C aproximadamente, por lo que en esta batería de condensadores no aparece ninguna anomalía en el funcionamiento.

4.3 COMPENSACIÓN DE FACTOR DE POTENCIA

Todas las instalaciones y equipos de corriente alterna que tengan dispositivos electromagnéticos o devanados acoplados magnéticamente, necesitan corriente reactiva para crear flujos magnéticos.

Los elementos más comunes de esta clase son los transformadores inductancias, motores y lámparas de descarga (sus balastos).

La proporción de potencia reactiva (kVAr) con respecto a la potencia activa (kW), variará en función del tipo de receptor, aproximadamente se puede decir que:

Un 65-75% para motores asíncronos y para los transformadores entre 5-10%. El factor de potencia de una carga, que puede ser un elemento único que consume energía o varios elementos (por ejemplo, toda una instalación), lo da la relación de P/S es decir, kW dividido por kVA en un momento determinado.

La compensación del factor de potencia (fdp) se efectuará con una batería de condensadores fijos, teniendo las siguientes alternativas en la instalación:

- Por interruptor de corte en carga o interruptor automático
- Por contactor
- Directamente a bornes del receptor a compensar y maniobrado conjuntamente, la utilización de esta configuración se suele aplicar en: En bornes de los dispositivos inductivos (motores y transformadores).

Una buena gestión del consumo de energía reactiva proporciona ventajas económicas y:

- Disminución de las pérdidas en conductores
- Reducción de las caídas de tensión
- Aumento de la disponibilidad de potencia de transformadores, líneas y generadores.
- Incremento de la vida útil de las instalaciones
- La reducción del coste de la factura eléctrica

La instalación de condensadores de potencia permite al consumidor reducir la factura eléctrica al mantener el nivel de consumo de potencia reactiva por debajo del valor penalizable, según el sistema tarifario en vigor.

Diagnostico Económico Energético y Propuesta de Instalación Fotovoltaica de Autoconsumo en Agrupación de Regantes de Pinella.

La optimización técnica y económica, en un factor de potencia alto permite su optimización de los diferentes componentes de una instalación. Se evita el sobredimensionamiento de algunos equipos pero sin embargo para lograr los mejores resultados, a nivel técnico, la corrección debe llevarse a cabo lo más cerca posible de los receptores demandante de reactiva.

En los contratos A1 y A2 de los sistemas de bombeo de Pinella, se tiene instalado un transformador de 250kVA, para este caso la compensación de transformadores de MT/BT, que es el valor del condensador, estará entre 4 y el 6% de los kVA [17] del mismo, por lo que se realizó para 6% de los kVA.

| POTENCIA DEL TRANSFORMADOR | BATERIA DE CONDENSADOR FIJO |
|----------------------------|-----------------------------|
| 250 kVA | 15 kVAr |

Tabla 51. Potencia de transformador y compensación fija

Esta compensación de 15kVAr se realizará en los bornes de baja tensión del transformador, de tal manera que la instalación quede sobrecompensada en la parte de baja tensión y dicha sobrecompensación sirva para compensar el transformador.

4.3.1 ANÁLISIS DE COSTE DEL CONDENSADOR FIJO

Características técnicas del condensador fijo para baja tensión Tipo CLMD marca ABB.

| | |
|-----------------------------|-------------------------------------|
| Tensión | De 230v a 1000v |
| Frecuencia | 50Hz |
| Conexión | Trifásica / Monofásica bajo demanda |
| Temperatura ambiente máxima | 55°C según norma IEC 60831-1 y 2 |
| Temperatura ambiente mínima | -25°C según normas IEC 60831-1 y 2 |
| Tolerancia de la capacidad | -5% y +10% |

Tabla 52. Característica de condensador fijo.

| CONDENSADOR 15 kVAr, 400V, TRIFÁSICO | COSTE |
|--------------------------------------|-------|
| AC 401 201 -BG | 181€ |

Tabla 53. Coste de condensador fijo.

| CONTRATO | COSTE DE REACTIVA ANUAL. | COSTE DEL CONDENSADOR | RETORNO DE INVERSIÓN |
|----------|--------------------------|-----------------------|----------------------|
| A1 | 2.132,39€ | 181€ | 0,085 |
| A2 | 670,18€ | 181€ | 0,27 |

Tabla 54. Retorno de condensador fijo para (A1 y A2)

En el contrato A1 su retorno de inversión es aproximadamente de un mes dos días, mientras que el contrato A2 es de tres meses diez días.

4.4 ANÁLISIS FOTOVOLTAICO DE AUTOCONSUMO

El autoconsumo fotovoltaico hace referencia a la producción individual de electricidad para el propio consumo, a través de paneles solares fotovoltaicos.

El Real Decreto 661/2007 [11] reconoce que parte de la producción de la instalación podría no ser vendida a red sino autoconsumida. Es decir, este RD ya reconoce la posibilidad de que las instalaciones produzcan energía destinada a un autoconsumo directo (total) o a un autoconsumo parcial.

El autoconsumo [19] consiste en producir o gestionar lo que nosotros mismos consumimos. Los sistemas de autoconsumo de energía pueden ser:

- Autoconsumo Directo (total).
- Autoconsumo Instantáneo Parcial.
- Autoconsumo Diferido

4.4.1 AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO DIRECTO

Funcionamiento directo, la energía fotovoltaica es generada y consumida simultáneamente. Sin conexión a la red. El generador alimenta las cargas directamente (Bombeo de agua o Ventilación)

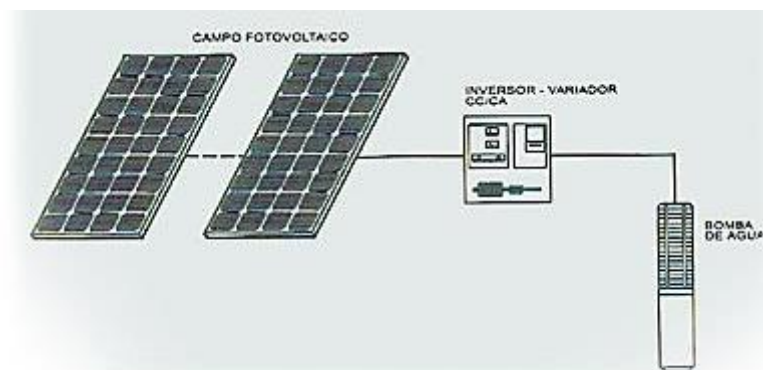


Figura 34. Autoconsumo directo

4.4.2 AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO PARCIAL

El autoconsumo Instantáneo Parcial, la energía fotovoltaica es generada y consumida simultáneamente y conectado a la red con una generación menor de consumo (ahorro energético, generador FV en punto de conexión interior).

Diagnostico Económico Energético y Propuesta de Instalación Fotovoltaica de Autoconsumo en Agrupación de Regantes de Pinella.

La energía producida se consume de forma instantánea. Si existiera algún excedente, podemos aprovecharlo con un sistema de gestión de la demanda energética mejorando la eficiencia del sistema.

El autoconsumo diferido nos permite ahorrar en la factura eléctrica y consumir eficientemente un recurso renovable e inagotable.

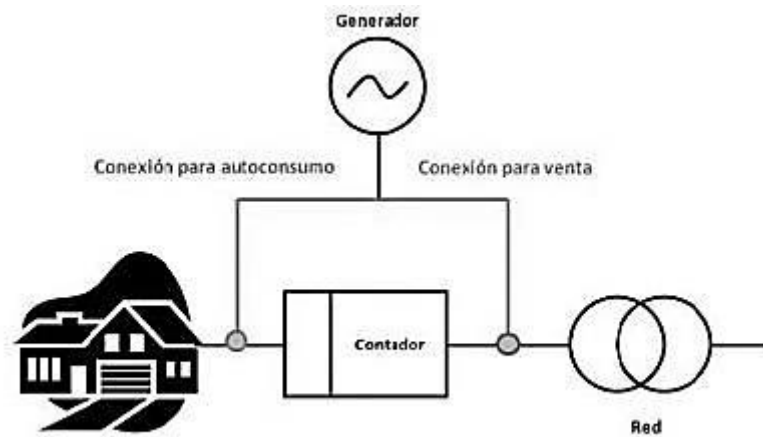


Figura 35. Autoconsumo parcial

4.4.3 AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO DIFERIDO

El diferido es una instalación con excedentes a baterías y conectada a red (instalación fotovoltaica autónoma), también puede ser excedentes a red con Balance Neto.

Es una instalación fotovoltaica que cuenta con baterías en las que acumulamos los excedentes de energía producidos durante las horas de sol.

Este sistema permite utilizar la energía almacenando cuando no hay radiación solar suficiente. Se pueden diseñar sistemas completamente autónomos o bien sistemas que cuenten con apoyo de la red pública si deseamos mantener nuestro suministro con la compañía eléctrica.

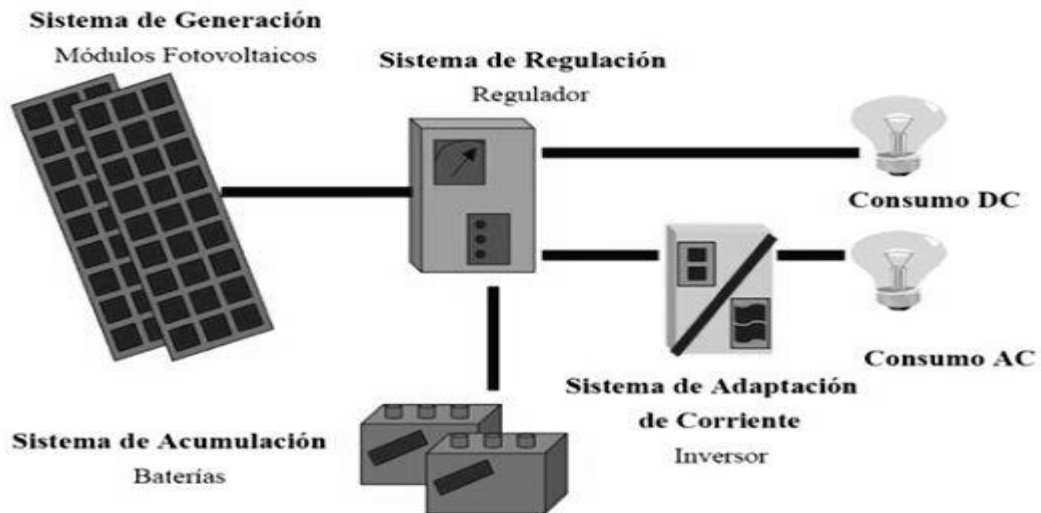


Figura 36. Autoconsumo parcial

Ventajas del autoconsumo:

- Con el abaratamiento de los sistemas de autoconsumo y el encarecimiento de las tarifas eléctricas, puede salir más barato producir nuestra propia energía. Y una vez recuperamos la inversión, tenemos energía gratuita para toda la vida.
- Los sistemas de autoconsumo utilizan fuentes de energía gratuitas, inagotables, limpias y respetuosas con el medioambiente, como la energía solar o la eólica.
- Se evitan pérdidas de energía por el transporte de esta a través de la red eléctrica.
- Se reduce la dependencia energética.
- Se evitan problemas para bastecer toda la demanda en hora punta.

Posibles desventajas:

- Uno de los principales obstáculos del autoconsumo es el coste de compra de los sistemas. Esto está dejando de ser un problema dado que los precios se están abaratando en gran medida, mientras que los precios de la electricidad proporcionada por las compañías eléctricas espera continuas subidas.
- Otro obstáculo del autoconsumo es que la generación de electricidad es intermitente y depende de las condiciones meteorológicas. Así, si tenemos un sistema de placas solares, por la noche no se generará electricidad, y no ser que tenga un sistema de almacenamiento, no podremos disponer de electricidad por la noche.

- La reforma energética del Gobierno de España. [21] Nuevos incrementos en el impuesto a la electricidad, nuevas tasas, céntimos verdes, recortes a las termosolares.

Con una serie de medidas y un conjunto de reformas el Gobierno quiere lograr en España un sistema eléctrico sostenible para acabar con el déficit de tarifa que ya roza los 25.000 millones de euros.

El Real Decreto ley 9/2013, [21] de 12 julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico, lo dispuesto en la presente orden ha sido informado por la comisión Nacional de Energía. El trámite de audiencia de esta orden ha sido evaluado mediante consulta a los representantes en el Consejo Consultivo de Electricidad.

Para el autoconsumo instantáneo enfocado en industria y comercio el Ministerio de Industria ha remitido a la Comisión Nacional de Energía (CNE) [20] contempla un nuevo peaje denominado “de respaldo” por el que se cobrará por la energía generada y consumida en el mismo edificio, es decir una energía que no ha salido a la red pública y por tanto no la ha utilizado.

Este nuevo peaje de respaldo, totalmente desorbitado para la teórica función que cumpliría, encarece el autoconsumo hasta el punto de hacerlo más gravoso que el suministro eléctrico convencional.

4.5 DIMENSIONADO Y DISEÑO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO PARA LA AGRUPACIÓN DE REGANTES DE PINELLA.

Se plantea en este apartado el diseño para la construcción de una instalación fotovoltaica para generación de electricidad, con fin de ser autoconsumida por el sistema de bombeo de la Agrupación de Regantes de Pinella.

Así pues que dicha energía nunca será vendida ni cedida aguas a fuera del punto de suministro de la compañía eléctrica.

Se partirá de la instalada según las combinaciones de los sistemas de bombeo A1 (110kW+134,23kW) y A2 (134,23kW +55kW+10kW) y de la energía anual consumida por estas instalaciones de bombeo (Apartado 3.3).

La hora equivalente anual de referencia para instalaciones fotovoltaicas establecidas en el Real Decreto 661/2007 [11], Para la realización de cálculo de

potencia estimada al año se utilizara 1610,93 h/año, posteriormente se explicará en el Apartado 4.5.5 cómo se obtuvo.

| CONTRATO | ENERGÍA CONSUMIDA EN LOS PERIODOS ANUAL [kWh] | POTENCIA REQUERIDA EN HORA EQUIVALENTE AL AÑO [kW] | POTENCIA INSTALADA EN EL SISTEMA DE BOMBEO [kW] | POTENCIA REQUERIDA PROMEDIO [Kw] |
|----------|---|--|---|----------------------------------|
| A1 | 274.429 | 170,35 | 244,23 | 207,29 |
| A2 | 398.858 | 248,05 | 199.23 | 223,64 |

Tabla 55. Potencia instalada y energía consumida (A1 y A2)

Estimando la potencia promedio requerida para los contratos A1= 207,29kW y A2=223,64kW, se sobredimensionan a una potencia nominal de 250 kW y una potencia pico 275kWp para garantizar el funcionamiento total en hora pico.

En la Tabla 56 se establece la potencia de generación fotovoltaica que se calcula posteriormente así como la elección de módulos e inversores.

| Potencia instalada kW | |
|---------------------------------------|--|
| Potencia nominal | 250kW nominal |
| Potencia pico | 275kWp |
| Número total de módulos fotovoltaicos | 1100 |
| Potencia de módulos fotovoltaico | 250Wp |
| Número total de inversores | 3 inversores (1- 50kW nominal 1- 100kWnominal 1- 100kWnominal) |
| Número módulos inversor | (1 -220 mód. 1- 440mód. Y 1- 440 mód.) |
| Superficie paneles fotovoltaico | 1.804 m ² |
| Ubicación inversores | En caseta de hormigón. |

Tabla 56. Potencia de generación de autoconsumo fotovoltaico.

4.5.1 CRITERIO TÉCNICO DE ELECCIÓN DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO

El objetivo es elegir un módulo de potencia pico elevada con el fin de disminuir lo máximo posible el número de elementos, como son los soportes, ya sea estructura fija o seguidor solar, así como conexiones eléctricas. Por este motivo, los módulos tendrán una potencia aproximada de 250 W, [22] por su fiabilidad y amplia utilización dentro de la generación fotovoltaica.

En los módulos los parámetros nominales vienen definidos por el número de células serie-paralelo. Los módulos fotovoltaicos están formados por una red de células conectadas como un circuito en serie para aumentar la tensión de salida hasta el valor deseado, normalmente se utilizan 12 ó 24 V, a la vez, también se

conectan varias redes formando un circuito en paralelos para aumentar la corriente eléctrica que es capaz de suministrar el dispositivo. Lo idóneo, es que la tensión sea lo más elevada posible con lo cual las intensidades son pequeñas para una misma potencia, esto conlleva una disminución de las pérdidas ocasionadas por caída de tensión tanto en el módulo como en los cableados, lo que permite instalar menores secciones en el cableado.

Cada uno de los módulos fotovoltaicos serán los suministrados por Atersa grupo elecnor del modelo **A- 250 P**, Policristalina y que presentan las siguientes características:

| | |
|--|-----------------|
| Potencia Nominal (0/+5 W) | 250W |
| Eficiencia del módulo | 15,35% |
| Corriente punto de máxima potencia (Imp) | 8,45A |
| Tensión punto de máxima potencia (Vmp) | 29,53V |
| Corriente en cortocircuito (Isc) | 8,91A |
| Tensión de circuito abierto (Voc) | 37,6V |
| Parámetros térmicos | |
| Coeficiente de temperatura de KIsc | 0,04%/°C |
| Coeficiente de temperatura de KVoc | -0,32%/°C |
| Coeficiente de temperatura de Kp | -0,43%/°C |
| Dimensiones (mm ± 2 mm) | (1639x984x32)mm |
| Rango de temperatura de funcionamiento | -40°C a +85°C |

Tabla 57. Características de módulo fotovoltaico

Una vez elegido los elementos fundamentales de la instalación se procede a hallar la cantidad y disposición de los módulos para la instalación.

4.5.2 ELECCIÓN DEL INVERSOR

Se seleccionará según la potencia elegida a instalar, el inversor o inversores. Estos, deben ser elegidos de manera que su potencia nominal, o la suma de potencias sea la deseada, que sería este caso. La potencia nominal de la instalación corresponde a 250kW, por lo que se elegirán tres inversores uno de 50 kW y dos de 100kW. Teniendo así ventajas en mantenimiento posteriormente en los sectores o por averías.

En la siguiente tabla se muestra las características técnicas de los inversores marca SolarMax seleccionados para el autoconsumo de la Agrupación de Regantes de Pinella:

| DATOS TÉCNICOS | | | | | |
|------------------------------|---------------------------------|------------------|-------------------|---------------------|------------------------|
| Número de inversores. | Potencia máxima de generador FV | Rango de tensión | Tensión CC máxima | Corriente CC máxima | Tensión nominal de red |
| 1 Inversor SolarMax de 50kW | 66kW | 430V- 800V | 900V | 120A | 400V |
| 1 Inversor SolarMax de 100kW | 130kW | 430V -800V | 900V | 225A | 400V |
| 1 Inversor SolarMax de 100kW | 130kW | 430V -800V | 900V | 225A | 400V |

Tabla 58. Características técnicas de los inversores

4.5.3 CÁLCULO DEL NÚMERO DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

El rango de MPP (Maximum Power Point) del inversor va de 430 a 800V siendo 900V admisible a la entrada. Con estos datos, se halla el número mínimo y máximo de módulos serie para los valores críticos del módulo elegido. Cada módulo tiene una tensión a potencia máxima de 29,53V. [23]

$$\text{Número de mód} = \frac{\text{Tensiónmín.inver.}}{\text{Tensiónmáx.mód.}} = \frac{430V.}{29,53V.} = 14,56 \text{ mód} \quad \text{Ec. 9}$$

$$\text{Número de mód} = \frac{\text{Tensiónmáxinver.}}{\text{Tensiónmáx.mód.}} = \frac{800V.}{29,53V.} = 27,09 \text{ mód} \quad \text{Ec. 10}$$

Se obtiene entonces un número de módulos entre 14 y 27 módulos en serie.

El módulo tiene una tensión a potencia máxima de 29,53V como ya se ha mencionado, pero la instalación funcionará a lo largo del año en condiciones variables de irradiación y temperatura.

Además, se deben tener en cuenta situaciones extremas de funcionamiento que para Castellón se van a considerar entre 0°C y 47°C [23]. La potencia máxima

que se puede inyectar a la entrada del inversor es de: 66kW y 130kW respectivamente.

Potencia real de paneles de trabajo (P_{real}) [24] se puede calcular a partir de la potencia pico del módulo de diseño a temperatura de 25°C ($P(25^{\circ}C)$), el coeficiente de temperatura de la potencia (K_p) y el salto de temperatura entre la máxima y la óptima del panel (ΔT), según la siguiente ecuación:

$$P_{real} = P(25^{\circ}C) - P(25^{\circ}C) * K_p \Delta T \quad \text{Ec. 11}$$

Tal y como se presenta en la Tabla 57 para los paneles elegidos, en este caso la potencia en condiciones normales de trabajo para el rango de temperatura de Castellón, quedaría como:

$$P_{real} = 250 + 250 * \left(-\frac{0.43}{100}\right) * (47 - 25) = 226,35W$$

Ahora se delimitan el número de módulos fotovoltaico que se pueden poner:

$$Paneles = \frac{P_{inversor}}{P_{módulo}} \quad \text{Ec. 12}$$

Para inversor de 50kW potencia pico 66kW

$$Paneles = \frac{50kW}{226,35W} = \mathbf{220 \text{ módulos.}}$$

Para los inversores de 100kW potencia pico 130kW

$$Paneles = \frac{100kW}{226,35W} = \mathbf{440 \text{ módulos}}$$

Teniendo en cuenta dos inversores de 100kW y uno de 50kW se obtiene un total de módulos a instalar de **1100 módulos**.

El cálculo de los módulos conectados en serie permitidos (N_s) [24], para los puntos de mínima tensión en funcionamiento y mínima tensión en arranque del inversor se presenta en las siguientes ecuaciones:

$$N_s * V_{dc \text{ máx módulo}} > V_{dc \text{ start mín}} \quad \text{Ec. 13}$$

$$N_s * V_{dc \text{ mín módulo}} > V_{dc \text{ op mín}} \quad \text{Ec. 14}$$

Tal y como se presenta en la Tabla 57 para los paneles elegidos, en este caso la el voltaje en condiciones normales de trabajo para el rango de temperatura de Castellón, quedaría como:

$$V_{dc} \text{ máx módulo} = U_{oc}(25^{\circ}C) + (\Delta T * K_v) = 37,6(25^{\circ}C) + ((47 - 25) * -0.32/100) = 37.53V \quad \text{Ec.15}$$

$$V_{dc} \text{ mín módulo} = U_{mpp}(25^{\circ}C) + (\Delta T * K_v) = 29,53(25^{\circ}C) + \left((47 - 25) * -\frac{0.32}{100} \right) = 29.46V \quad \text{Ec.16}$$

Por lo que de las ecuaciones 13 y 14 tenemos:

$$N_s > 800V/37.53V = 21.31 \text{ módulos}$$

$$N_s > 430V/29.46V = 14.53 \text{ módulos}$$

Por lo que debe cumplir que **$N_s > 21,31 \text{ módulos}$**

Cálculos de los módulos conectados en serie permitidos, para los puntos de máxima tensión en circuito abierto y máxima tensión en funcionamiento del inversor.

$$N_s * V_{dc} \text{ máx módulo} < V_{dc, \text{máx}} \quad \text{Ec. 17}$$

$$N_s * V_{dc} \text{ mín módulo} < V_{dc \text{ óp, máx}} \quad \text{Ec. 18}$$

Para el rango de temperaturas de la zona obtienen los siguientes valores:

$$V_{dc} \text{ máx módulo} = 37,6(25^{\circ}C) + ((0 - 25) * 0.32/100) = 37.59V$$

$$V_{dc} \text{ mín módulo} = 29,53(25^{\circ}C) + ((47 - 25) * -0,32/100) = 29.45V$$

De las ecuaciones 17y 18tenemos:

$$N_s < 900V/37.59V = 23.94 \text{ módulos}$$

$$N_s < 900V/29.45 = 30.56 \text{ módulos}$$

Por lo que debe cumplir que **$N_s < 23.94 \text{ módulos}$** .

Con los cálculos anteriores se puede decir que las restricciones son:

$$\mathbf{21,31 < N_s < 23.94}$$

Debido a que la potencia nominal de los inversores son de 50kW, 100kW y 100kW teniendo un total de 250kW y la potencia pico máxima es de 66kW, 130kW,

130kW teniendo un total de 326kW se ajustará a esta última la potencia del campo. Con el número de paneles en serie que se ha calculado y conociendo la potencia nominal del módulo fotovoltaico elegido, 250W, se multiplicará el número del módulos serie hallado por su potencia unitaria (se escogerá el mayor número par que resulta del intervalo obtenido, que es 22 módulos fotovoltaicos, con el fin de simplificar en la medida de lo posible el diseño de la instalación y considerando la única restricción al respecto el espacio disponible para la instalación).

Para obtener el número de módulos en paralelo se hará de la siguiente manera: se divide la potencia máxima del campo fotovoltaico entre el valor obtenido anteriormente (módulos en serie 22) resultado así, un número que se aproximará al inmediato inferior siendo este el número de módulos en paralelo.

| INVERSOR 50kW | | | | |
|---------------------------------------|------------------------------|---|----------------------------|--------------------------------|
| Número de módulos en serie | Potencia total en serie real | Número de módulos en paralelo. $(P_{\text{(inversor)kW}}/P_{\text{(serie módulos)W}})$ | Potencia total en paralelo | Total de módulo serie-paralelo |
| 22 | 4979,92 W 5500Wp | 50kW/4979,92 W = 10 módulo | 49799,2W 55000Wp | 220 módulos |
| INVERSOR 100kW | | | | |
| Número de módulos en serie | Potencia total en serie | Número de módulos en paralelo. $(P_{\text{(inversor)kW}}/P_{\text{(serie módulos)W}})$ | Potencia total en paralelo | Total de módulo serie-paralelo |
| 22 | 4979,92 W 5500Wp | 100kW/4979,92 W =20 módulo | 99598,4W 110000Wp | 440 módulos |
| INVERSOR 100kW | | | | |
| Número de módulos en serie | Potencia total en serie real | Número de módulos en paralelo. $(P_{\text{(inversor)kW}}/P_{\text{(serie módulos)W}})$ | Potencia total en paralelo | Total de módulo serie-paralelo |
| 22 | 4979,92 W 5500Wp | 100kW/4979,92 W =20 módulo | 99598,4W 110000Wp | 440 módulos |
| TOTAL DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS | | | | 1100 |

Tabla 59. Módulos en serie y paralelo por cada inversor

Una vez calculados el número total de módulos de los que constará la instalación (1100 módulos), cada módulo tiene una superficie de 1,63m² por lo que la superficie total de módulos asciende a **1793m²**.

4.5.4 DISPOSICIÓN DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

El procedimiento de cálculo seguido en este apartado se ha realizado según el pliego de condiciones Técnicas IDAE [25]. La orientación se define por el ángulo llamado azimut α , que es el ángulo que forma la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del módulos y el meridiano del lugar. Los valores típicos son 0° para los módulos orientados al sur, -90° para módulos orientados al este y $+90^\circ$ para módulos orientados al oeste.

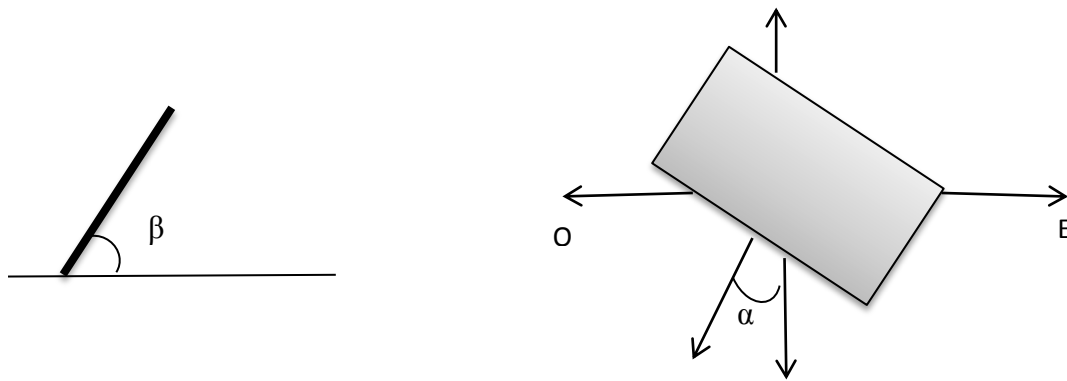


Figura 37. Módulos fotovoltaicos orientados hacia el Sur

Otro parámetro importante en el diseño de la instalación de los módulos se define mediante el ángulo de inclinación β , que es el ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal. Su valor es 0° para módulo horizontal y 90° para módulos verticales.

El cálculo de la inclinación óptima de los módulos fotovoltaicos, se obtendrá considerando el mes menor radiación.

Latitud (φ) es de 40° Villa Real, Castellón.

Se utilizará el día más desfavorable que corresponde al 21 de diciembre. La altura solar mínima al mediodía solar tiene valor de:

$$H_{\text{mín}} = (90^\circ - \text{Latitud del lugar}) - 23^\circ \quad \text{EC 19}$$

Según el pliego de Condiciones Técnicas del IDAE. La distancia "d", medida sobre la horizontal, entre unas filas de módulos obstáculos, de altura "h", que puede producir sombras la instalación deberá garantizar un mínimo de 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno.

Esta distancia “d” será superior al valor obtenido por la expresión:

$$d = \frac{h}{\tan(61^\circ - \text{latitud})} \quad \text{EC 20}$$

En la siguiente figura se muestra todas las medidas que debemos tener en cuenta:

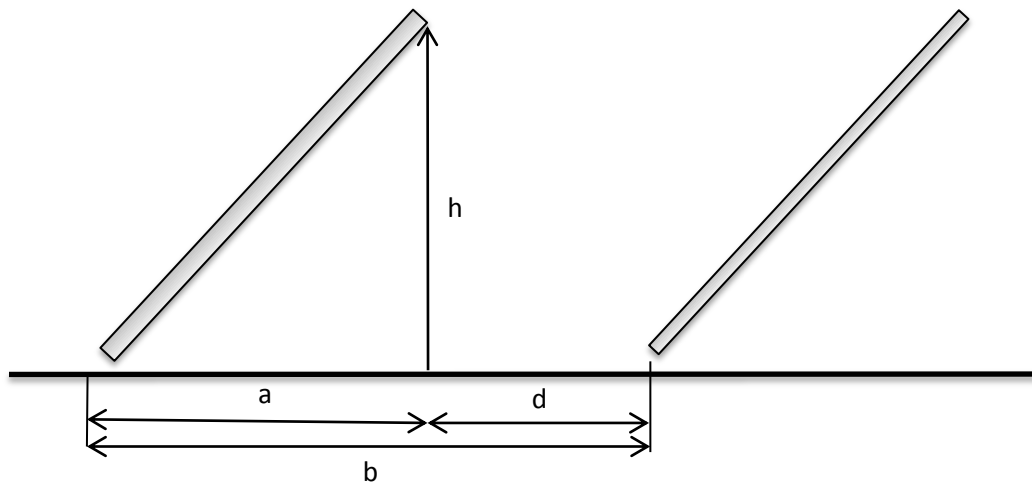


Figura 38. Cálculo de Sombras entre filas

La estructura a elegida tiene 5 filas de módulos horizontales y 12 columnas teniendo un total de 60 módulos, la estructura se orientará hacia el sur ($\alpha=0^\circ$) y una inclinación de ($\beta=35^\circ$) según lo establecido en el pliego de IDAE.



Figura 39. Tipo de estructura para el montaje de los módulos fotovoltaicos

De la ecuación 19 obtenemos:

$$H = 90 - (40 - 23) = 27^\circ$$

Nuestro módulo a utilizar tiene una altura de 1.639 m en una disposición de tres módulos en paralelo con el suelo eso nos da una altura de 5m. Y una altura de 0.8 desde el suelo hasta base de la estructura.

$$\text{Altura máxima torre} = 0.8 + 5 \sin(35) = 3.7 \text{ m}$$

$$\text{Distancia } a = \frac{3.7}{\tan(35)} = 5.28 \text{ m}$$

$$\text{Distancia } d = \frac{3.7}{\tan(27)} = 7.26 \text{ m}$$

$$\text{Distancia}_{\text{mín}} \geq \text{Distancia } a + \text{Distancia } d = 12.54 \text{ m} \quad \text{Ec. 21}$$

Se toma un valor de **13m** de separación entre filas.

Teniendo dos filas de estructuras separadas 13m (dimensiones de la estructura 5 x 19,68 m) se tiene una área de 22 x 185m = 4.070m². Instalando dos filas de 9 estructuras más una extensión para diez módulos por fila.

En la Figura 40 se muestran dos de las estructuras planteadas con las dimensiones correspondientes.

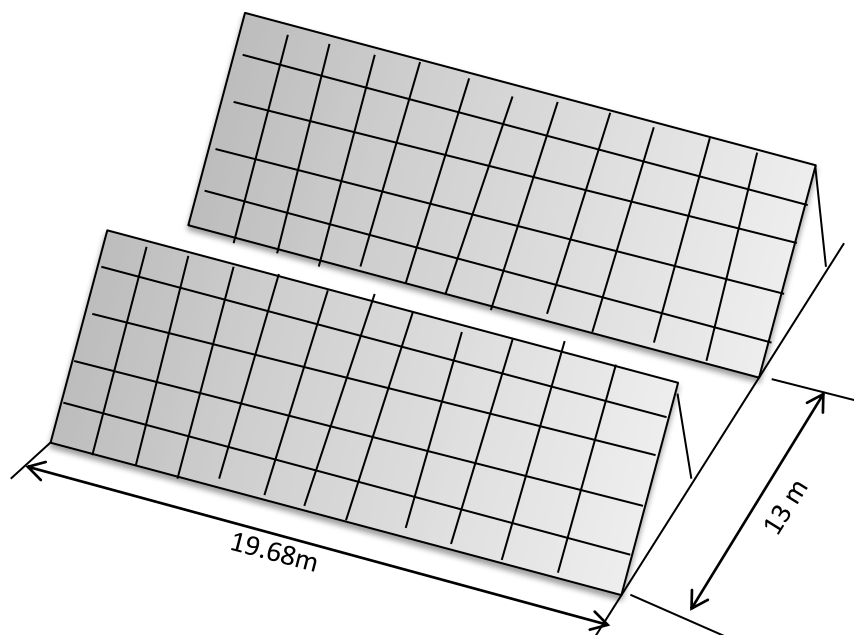


Figura 40. Croquis de separación entre filas

4.5.5 CÁLCULO ENERGÉTICO

La eficiencia global de la instalación viene determinada por las pérdidas producidas por los propios paneles, los conductores, los inversores y, finalmente, el transformador.

Además de esas pérdidas, también están las pérdidas [25] ocasionadas por las posibles sombras, la polución ambiental, los cambios estivales de temperatura, etc. En este trabajo se han considerado los siguientes, algunos de ellos de forma estimada:

- Factor de rendimiento por sombreado: 0.98
- Factor de rendimiento por polución ambiental: 0.98
- Factor de rendimiento por pérdidas en conductores de continua: 0.996
- Factor de rendimiento por pérdidas en conductores de alterna: 1
- Factor de rendimiento del inversor: 0.984
- Factor de rendimiento por pérdidas debidas a la temperatura de los módulos: 0.95

El PR (performance ratio) de la instalación es de:

$$PR=0.996*1*0.984*0.95=0.931$$

El PR Global de la instalación será de:

$$PRG=PR*0.98*0.98=0.894$$

La energía generada vendrá por la ecuación:

$$E_{generada}=P_{mpl}*PRG_{HSP}*(n_{días_mes})$$

Ec. 22

El único factor desconocido de la ecuación es el correspondiente a las horas de sol pico (HSP) que consisten es una unidad que mide la irradiación solar y se define como el tiempo en horas de una hipotética irradiancia solar constante de 1000 W/m². Valor en el que se ensayan los paneles fotovoltaicos para su certificación.



Figura 41. Gráfica de horas solar pico

Los valores de las horas de sol pico varían, dependiendo de variables como la latitud, el día del año, etc. Por lo que se suele tomar el valor promedio mensual, que para Castellón corresponde con la siguiente tabla se recoge esta radiación (MJ/m²*día) según AVEN [26]:

Diagnostico Económico Energético y Propuesta de Instalación Fotovoltaica de Autoconsumo en Agrupación de Regantes de Pinella.

| Áng | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ag | Sep | Oct | Nov | Dic | Anual |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 20 | 11,6 | 13,2 | 18,2 | 19,6 | 21,7 | 23,9 | 23,8 | 21,9 | 18,8 | 16,2 | 11,6 | 11,1 | 6347 |
| 25 | 12,4 | 13,8 | 18,6 | 19,6 | 21,4 | 23,3 | 23,3 | 21,8 | 19,1 | 16,8 | 12,3 | 11,9 | 6430 |
| 30 | 13,1 | 14,3 | 18,9 | 19,5 | 21 | 22,7 | 22,8 | 21,5 | 19,2 | 17,3 | 12,9 | 12,6 | 6477 |
| 35 | 13,7 | 14,7 | 19,1 | 19,3 | 20,4 | 21,9 | 22,1 | 21,2 | 19,3 | 17,8 | 13,4 | 13,3 | 6487 |
| 40 | 14,2 | 15 | 19,2 | 19 | 19,8 | 21,1 | 21,3 | 20,7 | 19,2 | 18,1 | 13,9 | 13,9 | 6461 |
| 45 | 14,7 | 15,3 | 19,2 | 18,6 | 19,1 | 20,2 | 20,4 | 20,1 | 19 | 18,3 | 14,2 | 14,3 | 6399 |
| 50 | 15 | 15,4 | 19,1 | 18 | 18,2 | 19,1 | 19,4 | 19,4 | 18,7 | 18,4 | 14,5 | 14,7 | 6300 |
| 55 | 15,2 | 15,4 | 18,8 | 17,4 | 17,3 | 18 | 18,4 | 18,6 | 18,3 | 18,4 | 14,7 | 15 | 6167 |
| 60 | 15,4 | 15,4 | 18,4 | 16,7 | 16,3 | 16,9 | 17,2 | 14,7 | 17,8 | 18,2 | 14,8 | 15,2 | 6000 |
| 65 | 15,4 | 15,2 | 17,9 | 15,9 | 15,3 | 15,6 | 16 | 16,7 | 17,2 | 18 | 14,7 | 15,3 | 5800 |
| 70 | 15,3 | 15 | 17,4 | 15 | 14,2 | 14,3 | 14,8 | 15,7 | 16,5 | 17,6 | 14,6 | 15,3 | 569 |

Tabla 60. Datos de radiación fuente AVEN

En esta tabla se muestra la energía, para obtener las HSP es necesario dividir los datos correspondientes al ángulo de inclinación ya elegida de 35° por 3.6 para convertir los (MJ/m²*día) en (kWh/m²*día), así se tiene los siguientes valores a lo largo de un año en la Tabla 61.

Sabiendo que $G_{dm}(\alpha, \beta)$ es el valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre el plano del generador en (kWh/m²*día), obtenido a partir de lo anterior, y en el que se hayan descontado las pérdidas por sombreado en caso de ser éstas superior a un 10% anual.

| Ángulo | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sept | Oct | Nov | Dic | R, Anual |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|
| 35 | 3,81 | 4,08 | 5,31 | 5,36 | 5,67 | 6,08 | 6,14 | 5,89 | 5,36 | 4,94 | 3,72 | 3,69 | 1801,94 |

Tabla 61. Energía generada kW/m²*día

La estimación de hora HSP anual, sabiendo G_{dm} ($\alpha = 0^\circ$, $\beta = 35$) = 1801.94 [kWh/m * año] y $G_{cem} = 1$ [kW/m²] es igual a:

$$HSP = \frac{G_{dm}(\alpha, \beta) * PRG}{G_{cem}} = (0.894) * \frac{(1801.9 \frac{[kWh]}{[m^2]})}{1 \frac{[kW]}{[m^2]}} = 1610,93 \text{ h/año} \quad \text{Ec. 23}$$

Con la Ecuación 22 estimación de la energía generada en la instalación fotovoltaica de potencia 275kWp es:

$$E_{gener} = HSP * P_{mp} = 1610,93 \text{ h/año} * 275 \text{ kW} = 443006,95 \text{ kWh/año}$$

La energía total generada será de **443.006,95 kWh/año** y la energía consumida del sistema de bombeo en el contrato **A1= 274.429 kWh/año** y en el contrato **A2=398.858 kWh/año**, por lo que se estima que la energía generada está sobredimensionado.

4.5.6 PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Teniendo definido la cantidad de módulos, cantidad de inversores a utilizar, estructuras y área del terreno se tiene el presupuesto de la instalación:

| DESCRIPCIÓN | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | IMPORTE |
|---|--------|----------|----------------------|---------------------|
| Módulo fotovoltaico cristalino 250 Wp, 60 celulas de 6" marcol hook 1, caja qua, conexión rápida. Tolerancia 0/+ 5Wp, c.a red | U | 1100 | 420 | 462000 |
| Estructura conergy solarline single de 5x12 módulos | U | 18 | 3900 | 70200 |
| Cable de conexión para módulos 4mm - rollo 100mt | u | 10 | 320 | 3200 |
| Cable sección 25 de Cu de 25mm2 | mt | 950 | 7,047 | 6694,65 |
| Cable sección 16 de Cu de 35mm2 | mt | 800 | 7,6 | 6080 |
| puesta a tierra | U | 1 | 2500 | 2500 |
| Inversor central trifásico potencia máxima CA 55kW , eficiencia Europea 95,5%, potencia nominal 50kW, tensión máx. de cc 900V, Display integrado, registrador de datos integrado, SolarMax 50 TS | U | 1 | 13113,34 | 13113,34 |
| Inversor central trifásico potencia máxima CA 110kW , eficiencia Europea 95,5%, potencia nominal 100kW, tensión máx. de cc 900V, Display integrado, registrador de datos integrado, SolarMax 100 TS | U | 2 | 18000,9 | 36001,8 |
| Caseta para inversores, prefabricadas de hormigón con sistema de ventilación por termostato ambiente, alumbrado normal y de emergencia. | U | 3 | 1200 | 3600 |
| Protecciones de la instalación de sobre corriente interruptores termo magnético. | U | 1 | 420 | 420 |
| Vallado metálico galvanizado de 2mt de altura y tres alambres de espino en corona y puerta metálica 3x2mt | U | 1 | 9700 | 9700 |
| Obra Civil | U | 1 | 16924 | 16924 |
| Obra de seguridad | U | 1 | 6780 | 6780 |
| Montaje de las estructuras y módulos FV | U | 18 | 1200 | 21600 |
| Superficie de terreno 871m2 | U | 5 | 3000 | 15000 |
| | | | Total de obra | 673.813,79 € |
| | | | IVA (21%) | 141.500,90 € |
| | | | Total | 815.314,69 € |

Tabla 62. Presupuesto de huerto solar fotovoltaico para autoconsumo

Coste final de la instalación por Wp (275kWp) [24] instalado es de:

Coste 673813,79€/275000Wp = 2,45 €/Wp

Los costes del presupuesto es para cada contrato energético A1 y A2 debido que tienen la misma potencia a generar. También cabe mencionar que los precios de los suministros están sin descuento, por lo que se puede restar un 10% de su importe.

4.6 ANÁLISIS DE VIABILIDAD ECONÓMICA

El análisis financiero consiste en comprobar si la instalación proyectada será lo suficientemente rentable como para llevarla a cabo. Mediante este análisis se obtendrán las diferentes variables importantes para comprobar si es o no una buena inversión como son el Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) y el periodo de recuperación [27].

Para realizar el análisis financiero y poder calcular los parámetros antes mencionados, primero hay que conocerse los ingresos producidos por la generación de energía eléctrica a partir de la captación de radiación solar por parte de los módulos fotovoltaicos, estos ingresos se obtendrán multiplicando la cantidad de energía eléctrica inyectada a la red.

Para dicho análisis se debe establecer las siguientes condiciones de producción energética, con el ratio solar establecido anteriormente, estableciendo un 6% [28] de incremento de la tarifa eléctrica tenemos:

Para el contrato A1tenemo las siguientes condiciones para autoconsumo:

| | |
|--|-----------|
| HORA SOL PICO ANUAL | 1610 |
| IPC ESTIMADO | 6% |
| POTENCIA [kWp] | 275 |
| PRODUCCIÓN ESTIMADA ANUAL [kWp] | 443006.95 |
| IMPORTE SIN IVA DE FACTURACIÓN DEL CONTRATO (A1) ANUAL [€] | 27.984,81 |

Tabla 63. Condiciones de producción para autoconsumo A1

Con los datos anteriores se realiza el análisis de viabilidad económica VAN y TIR para el huerto solar 275kWp.

| AÑOS | VENTAS | GASTOS | AHORRO ACTUALES | AHORRO NETO | DIFERENCIA ACTIVA |
|--------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | | | | 673813,79 |
| 1 | 27984,81 | 1500 | 26484,81 | 26484,81 | -647328,98 |
| 2 | 29663,90 | 1545 | 28118,90 | 54603,72 | -619210,07 |
| 3 | 31443,74 | 1591,35 | 29852,39 | 84456,10 | -589357,69 |
| 4 | 33330,36 | 1639,0905 | 31691,27 | 116147,38 | -557666,41 |
| 5 | 35330,18 | 1688,26322 | 33641,92 | 149789,30 | -524024,49 |
| 6 | 37449,99 | 1738,91111 | 35711,08 | 185500,38 | -488313,41 |
| 7 | 39696,99 | 1791,07844 | 37905,92 | 223406,29 | -450407,50 |
| 8 | 42078,81 | 1844,8108 | 40234,00 | 263640,30 | -410173,49 |
| 9 | 44603,54 | 1900,15512 | 42703,39 | 306343,68 | -367470,11 |
| 10 | 47279,75 | 1957,15978 | 45322,59 | 351666,28 | -322147,51 |
| 11 | 50116,54 | 2015,87457 | 48100,67 | 399766,94 | -274046,85 |
| 12 | 53123,53 | 2076,35081 | 51047,18 | 450814,13 | -222999,66 |
| 13 | 56310,94 | 2138,64133 | 54172,30 | 504986,43 | -168827,36 |
| 14 | 59689,60 | 2202,80057 | 57486,80 | 562473,23 | -111340,56 |
| 15 | 63270,98 | 2268,88459 | 61002,09 | 623475,32 | -50338,47 |
| 16 | 67067,24 | 2336,95112 | 64730,28 | 688205,61 | 14391,82 |
| 17 | 71091,27 | 2407,05966 | 68684,21 | 756889,82 | 83076,03 |
| 18 | 75356,75 | 2479,27145 | 72877,47 | 829767,29 | 155953,50 |
| 19 | 79878,15 | 2553,64959 | 77324,50 | 907091,79 | 233278,00 |
| 20 | 84670,84 | 2630,25908 | 82040,58 | 989132,37 | 315318,58 |
| 21 | 89751,09 | 2709,16685 | 87041,92 | 1076174,30 | 402360,51 |
| 22 | 95136,16 | 2790,44186 | 92345,71 | 1168520,01 | 494706,22 |
| 23 | 100844,33 | 2874,15511 | 97970,17 | 1266490,18 | 592676,39 |
| 24 | 106894,98 | 2960,37977 | 103934,60 | 1370424,78 | 696610,99 |
| 25 | 113308,68 | 3049,19116 | 110259,49 | 1480684,28 | 806870,49 |
| TOTAL | 1535373,17 | 54688,90 | 1480684,28 | | |

Tabla 64. VAN y TIR, años de amortización A1

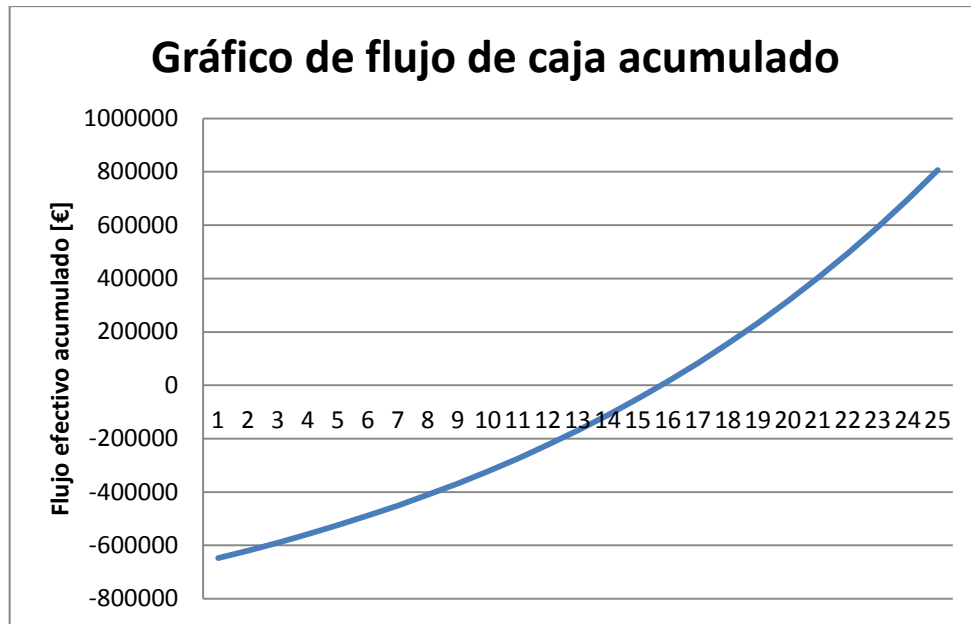


Figura 42. Gráfico de flujo de caja acumulado A1

Con este estudio se puede observar que los años de amortización para el huerto solar son de 16 años con un TIR de 11,6% por lo que lo hace viable la implementación del autoconsumo fotovoltaico en las instalaciones de Pinella.

Las condiciones para el contrato A2 para autoconsumo son las siguientes:

| | |
|--|------------|
| HORA SOL PICO ANUAL | 1610.93 |
| IPC ESTIMADO | 6% |
| POTENCIA [kWp] | 275 |
| PRODUCCIÓN ESTIMADA ANUAL [kWp] | 443.006,95 |
| IMPORTE SIN IVA DE FACTURACIÓN DEL CONTRATO (A2) ANUAL [€] | 42.741,27 |

Tabla 65. Condiciones de producción para autoconsumo A2

Con los datos anteriores se realiza el análisis de viabilidad económica VAN y TIR para el huerto solar 275kWp.

| AÑOS | VENTAS | GASTOS | AHORRO ACTUALES | AHORRO NETO | DIFERENCIA ACTIVA |
|--------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------|-------------------|
| | | | | | 673813,79 |
| 1 | 42741,27 | 1500 | 41241,27 | 41241,27 | -632572,52 |
| 2 | 45305,74 | 1545 | 43760,74 | 85002,01 | -588811,78 |
| 3 | 48024,09 | 1591,35 | 46432,74 | 131434,75 | -542379,04 |
| 4 | 50905,53 | 1639,0905 | 49266,44 | 180701,19 | -493112,60 |
| 5 | 53959,87 | 1688,26322 | 52271,60 | 232972,80 | -440840,99 |
| 6 | 57197,46 | 1738,91111 | 55458,55 | 288431,34 | -385382,45 |
| 7 | 60629,31 | 1791,07844 | 58838,23 | 347269,57 | -326544,22 |
| 8 | 64267,06 | 1844,8108 | 62422,25 | 409691,82 | -264121,97 |
| 9 | 68123,09 | 1900,15512 | 66222,93 | 475914,76 | -197899,03 |
| 10 | 72210,47 | 1957,15978 | 70253,31 | 546168,07 | -127645,72 |
| 11 | 76543,10 | 2015,87457 | 74527,23 | 620695,30 | -53118,49 |
| 12 | 81135,69 | 2076,35081 | 79059,34 | 699754,63 | 25940,84 |
| 13 | 86003,83 | 2138,64133 | 83865,19 | 783619,82 | 109806,03 |
| 14 | 91164,06 | 2202,80057 | 88961,26 | 872581,08 | 198767,29 |
| 15 | 96633,90 | 2268,88459 | 94365,02 | 966946,09 | 293132,30 |
| 16 | 102431,94 | 2336,95112 | 100094,98 | 1067041,08 | 393227,29 |
| 17 | 108577,85 | 2407,05966 | 106170,79 | 1173211,87 | 499398,08 |
| 18 | 115092,52 | 2479,27145 | 112613,25 | 1285825,12 | 612011,33 |
| 19 | 121998,07 | 2553,64959 | 119444,42 | 1405269,55 | 731455,76 |
| 20 | 129317,96 | 2630,25908 | 126687,70 | 1531957,25 | 858143,46 |
| 21 | 137077,04 | 2709,16685 | 134367,87 | 1666325,12 | 992511,33 |
| 22 | 145301,66 | 2790,44186 | 142511,22 | 1808836,33 | 1135022,54 |
| 23 | 154019,76 | 2874,15511 | 151145,60 | 1959981,94 | 1286168,15 |
| 24 | 163260,94 | 2960,37977 | 160300,56 | 2120282,50 | 1446468,71 |
| 25 | 173056,60 | 3049,19116 | 170007,41 | 2290289,91 | 1616476,12 |
| TOTAL | 2344978,81 | 54688,90 | 2290289,91 | | |

Tabla 66. VAN y TIR, años de amortización

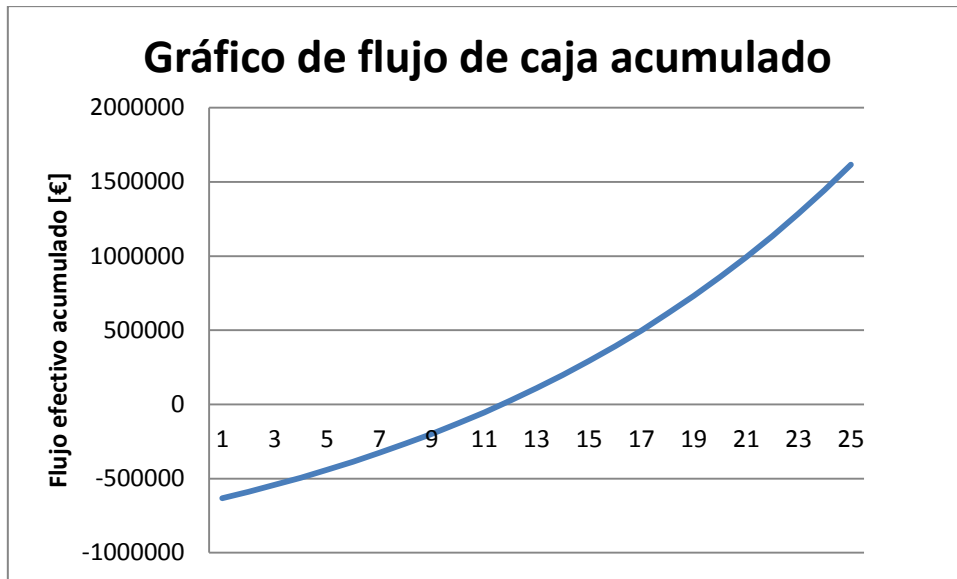


Figura 43. Gráfico de flujo de caja acumulado A2

Con este estudio se puede observar que los años de amortización para el huerto solar es de 12 años con un TIR de 10,8% por lo que lo hace viable la implementación del autoconsumo fotovoltaico en las instalaciones de Pinella.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

5 Referencias bibliográficas

[1] Manual de auditorías energéticas en comunidades de Regantes

Comisión Nacional de Energía, M^a Carmen Rocamora Osorio, Ricardo Abadial Sánchez. Editorial ECU. 2010

[2] Proyecto de Modernización de Agrupación de Regantes de Pinella de 1998

[3] Ley 54/1997, 27 de noviembre, del sector eléctrico establece los principios de un nuevo modelo de funcionamiento que, en lo que se refiere a la producción, están basados en la libre competencia

[4] Real Decreto 809/2006, de 30 de junio, por el que se revisa la trifa eléctrica a partir del 1 de julio de 2006

[5] Real Decreto-Ley 9/2006, de 15 de septiembre, por el que se adoptan medidas urgentes para paliar los efectos producidos por la sequía en las poblaciones y en las explotaciones agrarias de regadío en determinadas cuencas hidrográficas

[6] Real Decreto 871/2007, de 29 de junio, por el que se ajustan las tarifas eléctricas a partir del 1 de julio de 2007

[7] Real Decreto 1164/2001, de 26 de octubre, por el que se estable tarifas de acceso a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica

[8] 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

[9] Real Decreto 1435/2002, de 27 de diciembre, por el que se regulan las condiciones básicas de los contratos de adquisición de energía y de acceso a las redes en baja tensión

[10] Orden ITC/3519/2009, de 28 de diciembre, por la que se revisan los peajes de acceso a partir de 1 de enero de 2010 y las tarifas y primas de las instalaciones del régimen especial

[11] Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial

[12] Orden ITC/3801/2008, de 26 de diciembre, por la que se revisan las tarifas eléctricas a partir de 1 de enero de 2009

[13] Texto refundido de la orden ITC/2794/2007, de 27 septiembre, por la que se revisan las tarifas eléctricas a partir del 1 de octubre de 2007

[14] Real Decreto 2820/1998, de 23 de diciembre, por el que se establecen tarifas de acceso a las redes

[15] Ley 38/1992, de 28 de diciembre, de Impuestos Especiales

[16] Orden ITC/2794/2007, de 27 septiembre, por la que se revisan las tarifas eléctricas a partir del 1 de octubre de 2007

[17] Auditoria Energética, Máster Universitario Jaume I 2012/2013

[18] ABB Asea Brown Boveri, <http://www.abb.es/>

[19] Referencias sobre autoconsumo de energía eléctrica en la normativa vigente. I.D.A.E. Dirección de Energía Renovables Departamento Solar. Febrero 2012

[20] Unión Española Fotovoltaica. <http://unef.es/2013/07/el-ministerio-de-industria-impide-el-autoconsumo-de-electricidad/>

[21] Orden IET/1491/2013, de 1 de agosto, por la que se revisan los peajes de acceso de energía eléctrica para su aplicación a partir de agosto de 2013 y por la que se revisan determinadas tarifas y primas de las instalaciones del régimen especial para el segundo trimestre de 2013.

[22] Atersa grupo elecnor, <http://www.atersa.com/>

[23] Fotovoltaica, Máster Universitario Jaume I 2012/2013

[24] Esprin Ingenieros S.L., “Memoria técnica de una instalación fotovoltaica”, proyecto Real, Valladolid, 2006

[25] Pliego de condiciones técnicas de instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a red PCT-C-REV – Julio 20011 I.D.A.E.

[26] Instituto Valenciano de la competitividad empresarial (AVEN) <http://www.aven.es/>

[27] Ricardo Abarracín, “cálculo técnico, energético y de viabilidad económica de instalación fotovoltaica de 100kW conectada a red en edificio industrial”, proyecto fin de carrera, Universidad Carlos III de Madrid, 2005

[28] Evolución de la tarifa en España <http://javiersevillano.es/TarifasElectricasEvolucion.htm>

ANEXOS

6 ANEXOS

6.1 POTENCIA CONTRATADA (A1)

Los períodos facturados comprenden desde diciembre del 2011 hasta enero del 2013 para la potencia contrata, energía consumida y energía reactiva.

| ITEM | PERIODO DE FACTURACIÓN | DIAS FACTURADOS |
|------|------------------------|-----------------|
| 1 | 02/12/11 -31/12/11 | 29 |
| 2 | 31/12/11 - 03/01/12 | 4 |
| 3 | 03/01/12 - 02/02/12 | 30 |
| 4 | 02/02/12 - 02/03/12 | 29 |
| 5 | 02/03/12 - 03/04/12 | 32 |
| 6 | 03/04/12 - 03/05/12 | 30 |
| 7 | 03/05/12 - 31/05/12 | 28 |
| 8 | 31/05/12 - 04/06/12 | 4 |
| 9 | 04/06/12 - 03/07/12 | 29 |
| 10 | 03/07/12 - 02/08/12 | 30 |
| 11 | 02/08/12 - 04/09/12 | 33 |
| 12 | 04/09/12 - 02/10/12 | 4 |
| | Reajuste de tarifa | 24 |
| 13 | 02/10/12 - 05/11/12 | 34 |
| 14 | 05/11/12 - 04/12/12 | 29 |
| 15 | 04/12/12 - 03/01/13 | 30 |

Tabla 67. Anexo 6.1 períodos de facturación del contrato A1

El reajuste de factura se efectúa en período de facturación de septiembre a octubre, donde regula la tarifa de potencia contratada y lo suman en un solo período facturado.

Para efectuar la simulación de los períodos facturados de la potencia contratada se hizo uso de los registros del maxímetro del contador como se muestra a continuación:

| POTENCIA REGISTRADA POR MAXÍMETRO | | | | | | | POTENCIA DEL MAXÍMETRO | | |
|-----------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------------------|--------------------|--------------------|
| ITEM | P1 [kW] | P2 [kW] | P3 [kW] | P4 [kW] | P5 [kW] | P6 [kW] | P1 (punta) [kW] | P2 (llano) [kW] | P3 (valle) [kW] |
| 1 | 4 | 152 | 159 | 0 | 28 | 24 | 4 | 152 | 159 |
| 2 | 4 | 152 | 159 | 0 | 28 | 24 | 4 | 152 | 159 |
| 3 | 3 | 23 | 171 | 0 | 4 | 15 | 3 | 23 | 171 |
| 4 | 3 | 118 | 172 | 0 | 3 | 3 | 3 | 118 | 172 |
| 5 | 3 | 43 | 173 | 2 | 4 | 31 | 3 | 43 | 173 |
| 6 | 0 | 17 | 165 | 3 | 3 | 163 | 3 | 17 | 165 |
| 7 | 0 | 159 | 171 | 3 | 3 | 174 | 3 | 159 | 174 |
| 8 | 0 | 159 | 171 | 3 | 3 | 174 | 3 | 159 | 174 |
| 9 | 0 | 162 | 180 | 4 | 3 | 164 | 4 | 162 | 180 |
| 10 | 0 | 176 | 180 | 8 | 3 | 160 | 8 | 176 | 180 |
| 11 | 0 | 159 | 164 | 16 | 130 | 164 | 16 | 159 | 164 |
| 12 | 0 | 160 | 166 | 17 | 4 | 162 | 17 | 160 | 166 |
| 13 | 3 | 159 | 158 | 9 | 4 | 3 | 9 | 159 | 158 |
| 14 | 4 | 5 | 160 | 0 | 3 | 3 | 4 | 5 | 160 |
| 15 | 3 | 5 | 161 | 0 | 3 | 160 | 3 | 5 | 161 |

Tabla 68. Anexo 6.1 potencia registrada por el maxímetro

En la presenta tabla se encuentran los períodos de la potencia factura en cada período contratado, los cuales para el cálculo se elegido la mayor potencia de cada período registrado en el maxímetro, y comparada con 85% de la potencia contratada y los excesos de potencia que sobre pase 105% de la potencia contratada, tal cual se ha explicado en el apartado dos.

| ITEM | IMPORTE FACTURADO [€] | POTENCIA CONTRATADA | | | | | | | | |
|----------------------|-----------------------|---------------------|-----------|----------------|--------|----------|-----------------|------|----------|----------------|
| | | [kW] | PUNTA | | LLANO | | VALLE | | | |
| | | [kW] | [€/Kw] | [€/MES] | [kW] | [€/kW] | [€/MES] | [kW] | [€/kW] | [€/MES] |
| 1 | 231,85 | 8,5 | 1,1907863 | 10,12 | 152 | 1,176528 | 178,83 | 159 | 0,269791 | 42,90 |
| 2 | 25,04 | 8,5 | 0,200762 | 1,71 | 152 | 0,123805 | 18,82 | 159 | 0,02839 | 4,51 |
| 3 | 249,77 | 8,5 | 2,007624 | 17,06 | 148,75 | 1,238048 | 184,16 | 171 | 0,283898 | 48,55 |
| 4 | 241,72 | 8,5 | 1,940703 | 16,50 | 148,75 | 1,19678 | 178,02 | 172 | 0,274435 | 47,20 |
| 5 | 267,03 | 8,5 | 2,141466 | 18,20 | 148,75 | 1,320584 | 196,44 | 173 | 0,302825 | 52,39 |
| 6 | 258,19 | 8,5 | 2,097432 | 17,83 | 148 | 1,29343 | 191,43 | 165 | 0,296598 | 48,94 |
| 7 | 256,75 | 8,5 | 1,957603 | 16,64 | 159 | 1,207201 | 191,94 | 174 | 0,276825 | 48,17 |
| 8 | 36,52 | 8,5 | 0,279658 | 2,38 | 159 | 0,171457 | 27,26 | 174 | 0,039546 | 6,88 |
| 9 | 271,35 | 8,5 | 2,0227518 | 17,19 | 162 | 1,250316 | 202,55 | 180 | 0,286711 | 51,61 |
| 10 | 298,86 | 8,5 | 2,097432 | 17,83 | 176 | 1,29343 | 227,64 | 180 | 0,296598 | 53,39 |
| 11 | 342,02 | 27 | 2,30715 | 62,29 | 159 | 1,422773 | 226,22 | 164 | 0,326258 | 53,51 |
| 12 | 42,55 | 30 | 0,279658 | 8,39 | 160 | 0,172457 | 27,59 | 166 | 0,039546 | 6,56 |
| | 255,29 | 30 | 1,677946 | 50,34 | 160 | 1,034744 | 165,56 | 166 | 0,237278 | 39,39 |
| 13 | 307,58 | 9 | 2,37709 | 21,39 | 159 | 1,465887 | 233,08 | 158 | 0,336144 | 53,11 |
| 14 | 249,09 | 8,5 | 2,027518 | 17,23 | 148,75 | 1,250316 | 185,98 | 160 | 0,286711 | 45,87 |
| 15 | 257,98 | 8,5 | 2,097432 | 17,83 | 148,75 | 1,29343 | 192,40 | 161 | 0,296598 | 47,75 |
| Importe total | 3591,59€ | | | 312,93€ | | | 2627,93€ | | | 650,73€ |

Tabla 69. Anexo 6.1 potencia contratada A1

6.2 ENERGÍA CONSUMIDA (A1)

Teniendo la energía consumida registrada en el contador en los seis períodos tenemos que la potencia en los períodos punta, llano y valle son las siguientes:

| REGISTRO DE ENERGÍA CONSUMIDA | | | | | | | ENERGÍA CONSUMIDA | | |
|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| ITEM | P1 [kWh] | P2 [kWh] | P3 [kWh] | P4 [kWh] | P5 [kWh] | P6 [kWh] | P1 (punta) [kWh] | P2 (llano) [kWh] | P3 (valle) [kWh] |
| 1 | 348 | 729 | 5643 | 0 | 224 | 590 | 348 | 953 | 6233 |
| 2 | 20 | 69 | 909 | 0 | 19 | 53 | 20 | 88 | 962 |
| 3 | 390 | 610 | 4798 | 0 | 146 | 418 | 390 | 756 | 5216 |
| 4 | 360 | 998 | 8990 | 0 | 139 | 401 | 360 | 1137 | 9391 |
| 5 | 255 | 585 | 8962 | 83 | 174 | 1252 | 338 | 759 | 10214 |
| 6 | 0 | 594 | 9854 | 320 | 151 | 6036 | 320 | 745 | 15890 |
| 7 | 0 | 2408 | 15471 | 329 | 143 | 7363 | 329 | 2551 | 22834 |
| 8 | 0 | 28 | 1779 | 14 | 34 | 1712 | 14 | 62 | 3491 |
| 9 | 0 | 9297 | 19138 | 315 | 132 | 7231 | 315 | 9429 | 26369 |
| 10 | 0 | 12988 | 23922 | 349 | 132 | 7207 | 349 | 13120 | 31129 |
| 11 | 0 | 12775 | 24339 | 387 | 382 | 10408 | 387 | 13157 | 34747 |
| 12 | 0 | 9360 | 16747 | 313 | 138 | 3734 | 313 | 9498 | 20481 |
| 13 | 63 | 4723 | 9849 | 275 | 202 | 560 | 338 | 4925 | 10409 |
| 14 | 350 | 512 | 2712 | 0 | 132 | 1086 | 350 | 644 | 3798 |
| 15 | 310 | 478 | 7888 | 0 | 191 | 2403 | 310 | 669 | 10291 |

Tabla 70. Anexo 6.2 energía consumida registrada por el contador A1

Teniendo establecido la energía consumida en los períodos punta, valle y llano tenemos cuánto costará cada período facturado como se muestra a continuación:

| ENERGÍA CONSUMIDA | | | | | | | | | | |
|----------------------|----------------------------------|--------|----------|----------------|---------|----------|------------------|----------|----------|-------------------|
| ITEM | IMPORTE DE ENERGÍA CONSUMIDA [€] | PUNTA | | | LLANO | | | VALLE | | |
| | | [kWh] | [€/kWh] | [€/MES] | [kWh] | [€/kWh] | [€/MES] | [kWh] | [€/kWh] | [€/MES] |
| 1 | 608,83 | 348 | 0,14633 | 50,92 | 953 | 0,130297 | 124,17 | 6233 | 0,069587 | 433,74 |
| 2 | 81,87 | 20 | 0,14717 | 2,94 | 88 | 0,131048 | 11,53 | 962 | 0,070056 | 67,39 |
| 3 | 521,88 | 390 | 0,14717 | 57,40 | 756 | 0,131048 | 99,07 | 5216 | 0,070056 | 365,41 |
| 4 | 859,88 | 360 | 0,14717 | 52,98 | 1137 | 0,131048 | 149,00 | 9391 | 0,070056 | 657,90 |
| 5 | 864,76 | 338 | 0,14717 | 49,74 | 759 | 0,131048 | 99,47 | 10214 | 0,070056 | 715,55 |
| 6 | 1275,82 | 320 | 0,149028 | 47,69 | 745 | 0,132701 | 98,86 | 15890 | 0,071068 | 1129,27 |
| 7 | 2010,32 | 329 | 0,149028 | 49,03 | 2551 | 0,132701 | 338,52 | 22834 | 0,071068 | 1622,77 |
| 8 | 258,66 | 14 | 0,149099 | 2,09 | 62 | 0,132772 | 8,23 | 3491 | 0,071138 | 248,34 |
| 9 | 3174,71 | 315 | 0,149099 | 46,97 | 9429 | 0,132772 | 1251,91 | 26369 | 0,071138 | 1875,84 |
| 10 | 4008,46 | 349 | 0,149099 | 52,04 | 13120 | 0,132772 | 1741,97 | 31129 | 0,071138 | 2214,45 |
| 11 | 4276,41 | 387 | 0,149099 | 57,70 | 13157 | 0,132772 | 1746,88 | 34747 | 0,071138 | 2471,83 |
| 12 | 394,96 | 44,71 | 0,149099 | 6,67 | 1356,86 | 0,132772 | 180,15 | 2925,86 | 0,071138 | 208,14 |
| | 2422,46 | 268,29 | 0,151129 | 40,55 | 8141,14 | 0,134802 | 1097,44 | 17555,14 | 0,073168 | 1284,47 |
| 13 | 1476,59 | 338 | 0,151129 | 51,08 | 4925 | 0,134802 | 663,90 | 10409 | 0,073168 | 761,61 |
| 14 | 417,60 | 350 | 0,151129 | 52,90 | 644 | 0,134802 | 86,81 | 3798 | 0,073168 | 277,89 |
| 15 | 890,00 | 310 | 0,151129 | 46,85 | 669 | 0,134802 | 90,18 | 10291 | 0,073168 | 752,97 |
| Importe total | 23.543,22€ | | | 667,54€ | | | 7.788,11€ | | | 15.087,58€ |

Tabla 71. Anexo 6.2 energía consumida A1

6.3 ENERGÍA REACTIVA (A1)

Con la energía reactiva registrada en el contador encontramos la energía reactiva en los períodos punta y valle

| ITEM | ENERGÍA CONSUMIDA | | ENERGÍA REACTIVA REGISTRADA EN EL CONTADOR | | | | | | ENERGÍA REACTIVA | |
|------|-------------------|-----------------|--|------------|------------|------------|------------|------------|-------------------|-------------------|
| | P1(punta) [kWh] | P2(llano) [kWh] | P1 [kVArh] | P2 [kVArh] | P3 [kVArh] | P4 [kVArh] | P5 [kVArh] | P6 [kVArh] | P1(punta) [kVArh] | P2(llano) [kVArh] |
| 1 | 348 | 953 | 900 | 1813 | 2178 | 0 | 622 | 1999 | 900 | 2435 |
| 2 | 20 | 88 | 63 | 140 | 290 | 0 | 70 | 199 | 63 | 210 |
| 3 | 390 | 756 | 1018 | 1995 | 2239 | 0 | 382 | 1376 | 1018 | 2377 |
| 4 | 360 | 1137 | 573 | 1294 | 2720 | 0 | 333 | 1322 | 573 | 1627 |
| 5 | 338 | 759 | 294 | 652 | 1800 | 95 | 198 | 763 | 389 | 850 |
| 6 | 320 | 745 | 0 | 1074 | 2289 | 632 | 206 | 1606 | 632 | 1280 |
| 7 | 329 | 2551 | 0 | 1332 | 3211 | 549 | 268 | 1816 | 549 | 1600 |
| 8 | 14 | 62 | 0 | 28 | 278 | 19 | 36 | 336 | 19 | 64 |
| 9 | 315 | 9429 | 0 | 1780 | 2831 | 211 | 137 | 1364 | 211 | 1917 |
| 10 | 349 | 13120 | 0 | 2462 | 3891 | 293 | 119 | 1400 | 293 | 2581 |
| 11 | 387 | 13157 | 0 | 2667 | 4451 | 251 | 234 | 2196 | 251 | 2901 |
| 12 | 313 | 9498 | 0 | 1911 | 3229 | 300 | 152 | 950 | 300 | 2063 |
| 13 | 338 | 4925 | 41 | 1410 | 2030 | 425 | 246 | 784 | 466 | 1656 |
| 14 | 350 | 644 | 344 | 729 | 1263 | 0 | 148 | 839 | 344 | 877 |
| 15 | 310 | 669 | 237 | 454 | 1856 | 0 | 150 | 1232 | 237 | 604 |

Tabla 72. Anexo 6.3 energía reactiva A1

Aplicando las formulas explicada en el apartado dos sobre energía reactiva tenemos los costes de energía reactiva en los períodos punta y llano:

| ENERGIA REACTIVA | | | | | | | |
|----------------------|---------------------------------|---------|-----------|----------------|------------|-----------|----------------|
| P1 (punta) | | | | | P2 (llano) | | |
| ITEM | IMPORTE DE ENERGÍA REACTIVA [€] | [KVArh] | [€/kVArh] | [€/MES] | [KVArh] | [€/kVArh] | [€/MES] |
| | 1 | 181,12 | 785,16 | 0,062332 | 48,94 | 2120,51 | 0,062332 |
| 2 | 14,80 | 56,4 | 0,062332 | 3,52 | 180,96 | 0,062332 | 11,28 |
| 3 | 188,04 | 889,3 | 0,062332 | 55,43 | 2127,52 | 0,062332 | 132,61 |
| 4 | 106,34 | 454,2 | 0,062332 | 28,31 | 1251,79 | 0,062332 | 78,03 |
| 5 | 54,66 | 277,46 | 0,062332 | 17,29 | 599,53 | 0,062332 | 37,37 |
| 6 | 97,27 | 526,4 | 0,062332 | 32,81 | 1034,15 | 0,062332 | 64,46 |
| 7 | 58,96 | 440,43 | 0,062332 | 27,45 | 758,17 | 0,041554 | 31,50 |
| 8 | 3,61 | 14,38 | 0,062332 | 0,90 | 43,54 | 0,062332 | 2,71 |
| 9 | 4,45 | 107,05 | 0,041554 | 4,45 | 0 | 0,062332 | 0,00 |
| 10 | 11,08 | 177,83 | 0,062332 | 11,08 | 0 | 0,062332 | 0,00 |
| 11 | 7,68 | 123,29 | 0,062332 | 7,68 | 0 | 0,062332 | 0,00 |
| 12 | 0,00 | 0 | 0,062332 | 0,00 | 0 | 0,062332 | 0,00 |
| | 12,26 | 196,71 | 0,062332 | 12,26 | 0 | 0,062332 | 0,00 |
| 13 | 23,37 | 354,46 | 0,062332 | 22,09 | 30,75 | 0,041554 | 1,28 |
| 14 | 55,66 | 228,5 | 0,062332 | 14,24 | 664,48 | 0,062332 | 41,42 |
| 15 | 32,28 | 134,7 | 0,062332 | 8,40 | 383,23 | 0,062332 | 23,89 |
| Importe total | 851,59€ | | | 294,87€ | | | 556,73€ |

Tabla 73. Anexo 6.3 energía reactiva A1

6.4 POTENCIA CONTRATADA (A2)

De igual manera que en el contrato A1 el período de facturación de análisis comprende desde diciembre del 2011 hasta enero del 2013.

En la siguiente tabla se muestran las potencias registradas por el maxímetro en los seis períodos que registra el contador.

| POTENCIA REGISTRADA POR EL MAXIMETRO | | | | | | | POTENCIA DE MAXÍMETRO | | |
|--------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------------------|-------------------|-------------------|
| ITEM | P1 [kW] | P2 [kW] | P3 [kW] | P4 [kW] | P5 [kW] | P6 [kW] | P1(punta) [kW] | P2(llano) [kW] | P3(valle) [kW] |
| 1 | 2 | 4 | 199 | 0 | 13 | 12 | 2 | 4 | 199 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 2 | 3 | 205 | 0 | 2 | 2 | 2 | 3 | 205 |
| 4 | 2 | 84 | 208 | 0 | 2 | 2 | 2 | 84 | 208 |
| 5 | 2 | 138 | 206 | 2 | 2 | 198 | 2 | 138 | 206 |
| 6 | 0 | 41 | 207 | 2 | 2 | 203 | 2 | 41 | 207 |
| 7 | 0 | 196 | 206 | 6 | 2 | 202 | 6 | 196 | 206 |
| 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 0 | 204 | 230 | 2 | 2 | 225 | 2 | 204 | 230 |
| 10 | 0 | 219 | 227 | 2 | 5 | 221 | 2 | 219 | 227 |
| 11 | 0 | 203 | 226 | 3 | 178 | 227 | 3 | 203 | 227 |
| 12 | 0 | 202 | 228 | 3 | 20 | 222 | 3 | 202 | 228 |
| 13 | 2 | 203 | 235 | 2 | 2 | 2 | 2 | 203 | 235 |
| 14 | 3 | 2 | 230 | 0 | 2 | 48 | 3 | 2 | 230 |
| 15 | 2 | 2 | 244 | 0 | 2 | 215 | 2 | 2 | 244 |

Tabla 74. Anexo 6.4 potencia registrada por el máxímetro A2

Teniendo las potencias del máxímetro podemos saber cuánto será el coste de la potencia contratada y facturada en cada período.

| POTENCIA CONTRATADA | | | | | | | | | | |
|----------------------|-----------------------------|------------|-----------|----------------|------------|------------------|---------|------------|-----------|----------------|
| ITEM | IMPORTE FACTURADO [€] | P1 (PUNTA) | | | P2 (LLANO) | | | P3 (VALLE) | | |
| | | [kW] | [€/Kw] | [€/MES] | [kW] | [€/kW] | [€/MES] | [kW] | [€/kW] | [€/MES] |
| 1 | 297,01 | 4,25 | 1,907863 | 8,11 | 199,75 | 1,176528 | 235,01 | 199,75 | 0,269791 | 53,89 |
| 2 | 31,25 | 4,25 | 0,200762 | 0,85 | 199,75 | 0,123805 | 24,73 | 199,75 | 0,02839 | 5,67 |
| 3 | 314,03 | 4,25 | 2,007624 | 8,53 | 199,75 | 1,238048 | 247,30 | 205 | 0,283898 | 58,20 |
| 4 | 304,39 | 4,25 | 1,940703 | 8,25 | 199,75 | 1,19678 | 239,06 | 208 | 0,274435 | 57,08 |
| 5 | 335,27 | 4,25 | 2,141466 | 9,10 | 199,75 | 1,320584 | 263,79 | 206 | 0,302825 | 62,38 |
| 6 | 328,67 | 4,25 | 2,097432 | 8,91 | 199,75 | 1,29343 | 258,36 | 207 | 0,296598 | 61,40 |
| 7 | 312,85 | 7,5 | 1,957603 | 14,68 | 199,75 | 1,207201 | 241,14 | 206 | 0,276825 | 57,03 |
| 8 | 43,34 | 4,25 | 0,279658 | 1,19 | 199,75 | 0,171457 | 34,25 | 199,75 | 0,039546 | 7,90 |
| 9 | 329,60 | 4,25 | 2,0227518 | 8,60 | 204 | 1,250316 | 255,06 | 230 | 0,286711 | 65,94 |
| 10 | 359,50 | 4,25 | 2,097432 | 8,91 | 219 | 1,29343 | 283,26 | 227 | 0,296598 | 67,33 |
| 11 | 372,69 | 4,25 | 2,30715 | 9,81 | 203 | 1,422773 | 288,82 | 227 | 0,326258 | 74,06 |
| 12 | 45,04 | 4,25 | 0,279658 | 1,19 | 202 | 0,172457 | 34,84 | 228 | 0,039546 | 9,02 |
| | 270,25 | 4,25 | 1,677946 | 7,13 | 202 | 1,034744 | 209,02 | 228 | 0,237278 | 54,10 |
| 13 | 386,67 | 4,25 | 2,37709 | 10,10 | 203 | 1,465887 | 297,58 | 235 | 0,336144 | 78,99 |
| 14 | 324,31 | 4,25 | 2,027418 | 8,62 | 199,75 | 1,250316 | 249,75 | 230 | 0,286711 | 65,94 |
| 15 | 339,66 | 4,25 | 2,097432 | 8,91 | 199,75 | 1,29343 | 258,36 | 244 | 0,2966598 | 72,38 |
| Importe total | 4.394,54€ | | | 122,90€ | | 3.161,96€ | | | | 851,32€ |

Tabla 75. Anexo 6.4 potencia contratada A2

6.5 ENERGÍA CONSUMIDA (A2)

La siguiente tabla muestra la energía registrada en los seis períodos y la energía consumida en los períodos punta, llano y valle.

| ENERGÍA CONSUMIDA REGISTRADA POR EL CONTADOR | | | | | | | ENERGÍA CONSUMIDA | | |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| ITEM | P1 [kWh] | P2 [kWh] | P3 [kWh] | P4 [kWh] | P5 [kWh] | P6 [kWh] | P1 (punta) [kWh] | P2 (llano) [kWh] | P3 (valle) [kWh] |
| 1 | 236 | 346 | 9023 | 0 | 146 | 394 | 236 | 492 | 9417 |
| 2 | 13 | 32 | 1312 | 0 | 13 | 36 | 13 | 45 | 1348 |
| 3 | 272 | 470 | 6652 | 0 | 102 | 282 | 272 | 572 | 6934 |
| 4 | 256 | 520 | 13250 | 0 | 92 | 282 | 256 | 612 | 13532 |
| 5 | 190 | 475 | 12219 | 64 | 125 | 2540 | 254 | 600 | 14759 |
| 6 | 0 | 426 | 15754 | 232 | 108 | 9230 | 232 | 534 | 24984 |
| 7 | 0 | 2712 | 23329 | 239 | 96 | 10483 | 239 | 2808 | 33812 |
| 8 | 0 | 22 | 2564 | 10 | 24 | 2150 | 10 | 46 | 4714 |
| 9 | 0 | 18371 | 24241 | 234 | 100 | 9571 | 234 | 18471 | 33812 |
| 10 | 0 | 26932 | 32097 | 261 | 94 | 11191 | 261 | 27026 | 43288 |
| 11 | 0 | 26786 | 32904 | 264 | 680 | 16062 | 264 | 27466 | 48966 |
| 12 | 0 | 18705 | 22193 | 235 | 103 | 5679 | 235 | 18808 | 27872 |
| 13 | 49 | 8904 | 13255 | 197 | 148 | 421 | 246 | 9052 | 13676 |
| 14 | 256 | 378 | 4451 | 0 | 98 | 1565 | 256 | 476 | 6016 |
| 15 | 236 | 351 | 11853 | 0 | 138 | 3279 | 236 | 489 | 15132 |

Tabla 76. Anexo 6.5 energía consumida registrada por el contador A2

Teniendo el registro de energía consumida podemos saber cuánto es su coste en los períodos facturado.

| ENERGIA CONSUMIDA | | | | | | | | | | |
|----------------------|----------------------------------|------------|-----------|-----------------|------------|----------|--------------------|------------|-----------|--------------------|
| ITEM | IMPORTE DE ENERGÍA CONSUMIDA [€] | P1 (PUNTA) | | | P2 (LLANO) | | | P3 (VALLE) | | |
| | | [kWh] | [€/kWh] | [€/MES] | [kWh] | [€/kWh] | [€/MES] | [kWh] | [€/kWh] | [€/MES] |
| 1 | 99,96 | 236 | 0,150677 | 35,56 | 492 | 0,129572 | 63,75 | 9,417 | 0,069477 | 0,65 |
| 2 | 102,12 | 13 | 0,151517 | 1,97 | 45 | 0,130323 | 5,86 | 1348 | 0,069946 | 94,29 |
| 3 | 600,76 | 272 | 0,151517 | 41,21 | 572 | 0,130323 | 74,54 | 6934 | 0,069946 | 485,01 |
| 4 | 1065,24 | 256 | 0,151517 | 38,79 | 612 | 0,130623 | 79,94 | 13532 | 0,069946 | 946,51 |
| 5 | 1149,01 | 254 | 0,151517 | 38,49 | 600 | 0,130323 | 78,19 | 14759 | 0,069946 | 1032,33 |
| 6 | 1878,87 | 232 | 0,153375 | 35,58 | 534 | 0,131976 | 70,48 | 24984 | 0,070958 | 1772,81 |
| 7 | 2806,48 | 239 | 0,153375 | 36,66 | 2808 | 0,131976 | 370,59 | 33812 | 0,070958 | 2399,23 |
| 8 | 342,79 | 10 | 0,153446 | 1,53 | 46 | 0,13204 | 6,07 | 4714 | 0,0711028 | 335,18 |
| 9 | 4876,55 | 234 | 0,153446 | 35,91 | 18471 | 0,132047 | 2439,04 | 33812 | 0,0711028 | 2401,60 |
| 10 | 6683,41 | 261 | 0,153446 | 40,05 | 27026 | 0,132047 | 3568,70 | 43288 | 0,0711028 | 3074,66 |
| 11 | 7694,59 | 264 | 0,153446 | 40,51 | 27466 | 0,152047 | 4176,12 | 48966 | 0,0711028 | 3477,96 |
| 12 | 642,76 | 33,57 | 0,153446 | 5,15 | 2686,86 | 0,132047 | 354,79 | 3981,71 | 0,0711028 | 282,81 |
| | 3938,17 | 201,43 | 0,155476 | 31,32 | 16121,14 | 0,134077 | 2161,47 | 23890,29 | 0,073058 | 1745,38 |
| 13 | 2251,05 | 246 | 0,155476 | 38,25 | 9052,0 | 0,134077 | 1213,67 | 13676 | 0,073058 | 999,14 |
| 14 | 543,16 | 256 | 0,1555476 | 39,82 | 476 | 0,134077 | 63,82 | 6016 | 0,073058 | 439,52 |
| 15 | 1207,77 | 236 | 0,155476 | 36,69 | 489 | 0,134077 | 65,56 | 15132 | 0,073058 | 1105,51 |
| Importe total | 35.882,69 | | | 497,48 € | | | 14.792,61 € | | | 20.592,59 € |

Tabla 77. Anexo 6.5 energía consumida A2

6.6 ENERGÍA REACTIVA (A2)

| ITEM | ENERGÍA CONSUMIDA | | ENERGIA REACTIVA REGISTRADA POR EL CONTADOR | | | | | | ENERGÍA REACTIVA | |
|------|-------------------|-----------------|---|------------|------------|------------|------------|------------|-------------------|-------------------|
| | P1(punta) [kWh] | P2(llano) [kWh] | P1 [kVArh] | P2 [kVArh] | P3 [kVArh] | P4 [kVArh] | P5 [kVArh] | P6 [kVArh] | P1(punta) [kVArh] | P2(llano) [kVArh] |
| 1 | 236 | 492 | 1192 | 2045 | 1907 | 0 | 700 | 2245 | 1192 | 2745 |
| 2 | 13 | 45 | 66 | 188 | 236 | 0 | 67 | 213 | 66 | 255 |
| 3 | 272 | 572 | 1405 | 2466 | 2121 | 0 | 517 | 1630 | 1405 | 2983 |
| 4 | 256 | 612 | 1324 | 2307 | 2320 | 0 | 482 | 1613 | 1324 | 2789 |
| 5 | 254 | 600 | 994 | 2379 | 2281 | 398 | 617 | 2014 | 1392 | 2996 |
| 6 | 232 | 534 | 0 | 2231 | 2358 | 1367 | 570 | 2164 | 1367 | 2801 |
| 7 | 239 | 2808 | 0 | 2360 | 2633 | 1371 | 507 | 1993 | 1371 | 2867 |
| 8 | 10 | 46 | 0 | 123 | 352 | 64 | 123 | 571 | 64 | 246 |
| 9 | 234 | 18471 | 0 | 2842 | 2824 | 1322 | 510 | 1874 | 1322 | 3352 |
| 10 | 261 | 27026 | 0 | 3385 | 2980 | 1428 | 499 | 1880 | 1428 | 3884 |
| 11 | 264 | 27466 | 0 | 2826 | 2917 | 1436 | 677 | 2568 | 1436 | 3503 |
| 12 | 235 | 18808 | 0 | 2911 | 2334 | 1328 | 508 | 1797 | 1328 | 3419 |
| 13 | 246 | 9052 | 247 | 2615 | 2497 | 1168 | 741 | 2117 | 1415 | 3356 |
| 14 | 256 | 476 | 1306 | 2331 | 1894 | 0 | 497 | 1609 | 1306 | 2828 |
| 15 | 236 | 489 | 1202 | 2112 | 2094 | 0 | 694 | 2201 | 1202 | 2806 |

Tabla 78. Anexo 6.6 energía reactiva registrada por el contador A2

Teniendo establecido la energía consumida y la energía reactiva en los períodos punta y llano, sabemos cuánto es el coste de energía reactiva facturada.

| ENERGIA REACTIVA | | | | | | | |
|----------------------|---------------------------------|---------|-----------|-------------------|---------|-----------|-------------------|
| P1 (punta) | | | | P2 (llano) | | | |
| ITEM | IMPORTE DE ENERGÍA REACTIVA [€] | [KVArh] | [€/kVArh] | [€/MES] | [KVArh] | [€/kVArh] | [€/MES] |
| 1 | 230,43 | 1114,12 | 0,062332 | 69,45 | 2582,64 | 0,062332 | 160,98 |
| 2 | 18,82 | 61,71 | 0,062332 | 3,85 | 240,15 | 0,062332 | 14,97 |
| 3 | 256,15 | 1315,24 | 0,062332 | 81,98 | 2794,24 | 0,062332 | 174,17 |
| 4 | 238,52 | 1239,52 | 0,062332 | 77,26 | 2587,04 | 0,062332 | 161,26 |
| 5 | 255,95 | 1308,18 | 0,062332 | 81,54 | 2798 | 0,062332 | 174,40 |
| 6 | 244,04 | 1290,44 | 0,062332 | 80,44 | 2624,78 | 0,062332 | 163,61 |
| 7 | 201,49 | 1292,13 | 0,062332 | 80,54 | 1940,36 | 0,062332 | 120,95 |
| 8 | 18,17 | 60,7 | 0,062332 | 3,78 | 230,82 | 0,062332 | 14,39 |
| 9 | 77,59 | 1244,78 | 0,062332 | 77,59 | 0 | 0,062332 | 0,00 |
| 10 | 83,64 | 1341,87 | 0,062332 | 83,64 | 0 | 0,062332 | 0,00 |
| 11 | 84,08 | 1348,88 | 0,062332 | 84,08 | 0 | 0,062332 | 0,00 |
| 12 | 0,00 | | 0,062332 | 0,00 | | 0,062332 | 0,00 |
| 13 | 77,94 | 1250,45 | 0,062332 | 77,94 | 0 | 0,062332 | 0,00 |
| 14 | 98,47 | 1333,82 | 0,062332 | 83,14 | 368,84 | 0,041554 | 15,33 |
| 15 | 242,62 | 1221,52 | 0,062332 | 76,14 | 2670,92 | 0,062332 | 166,48 |
| 16 | 234,91 | 1124,12 | 0,062332 | 70,07 | 2644,63 | 0,062332 | 164,85 |
| Importe total | 2.362,82 € | | | 1.031,44 € | | | 1.331,38 € |

Tabla 79. Anexo 6.6 coste de energía reactiva

6.7 IMPORTE FACTURADO CONTRATO A1 y A2

| CONTRATO | COSTE DE POTENCIA CONTRATADA | COSTE DE ENERGÍA CONSUMIDA | COSTE DE ENERGÍA REACTIVA | COSTE TOTAL | IMPORTE FACTURADO INCLUYENDO LOS IMPUESTOS |
|----------------------|------------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------|--|
| IMPORTE FACTURADO A1 | 4.391,60 € | 35.986,85 € | 2.362,82 € | 42.741,27 € | 53.697,05 € |
| IMPORTE FACTURADO A2 | 3.592,56€ | 23.543,22€ | 849,03€ | 27.984,81€ | 33737,96€ |

Tabla 80. Anexo 6.7 importes facturados en contratos A1 y A2

6.8 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL CONDENSADOR FIJO

Condensadores BT CLMD y CLMDE

Fiabilidad para la Corrección del Factor de Potencia



ABB

Características técnicas

| | |
|---|--|
| Gama de tensión | CLMD: De 220 V a 1000 V. CLMDE: De 220 V a 660 V. |
| Frecuencia | 50 y 60 Hz. |
| Conexión | Trifásico como estándar (monofásico bajo demanda). |
| Resistencias de descarga | Las resistencias de descarga incluidas están permanentemente conectadas y aseguran la descarga segura del condensador a menos de 50 V en 1 minuto tras la desconexión. El CLMD 33 no incluye resistencias de descarga. |
| Terminales | - CLMD 13: Tres terminales M6. - CLMD 33: Tres cables. - CLMD 43-53-63-83: Tornillos M6, M8, M10 ó M12 según sea la potencia del condensador. - CLMDE: Conexiones de entrada mediante bornes. |
| Tierra | - CLMD 13-33: Conexión a tierra en la fijación de la carcasa. - CLMD 43-53-63-83: Terminal incluido bajo la tapa. - CLMDE: Terminal en el interior del armario. |
| Entrada de cables | - A través de un agujero pretroquelado: CLMD 13: 22,5 mm. CLMD 33-43-53: 37 mm. CLMD 63-83: 47 mm. CLMDE 43-53-63-83: Superior. CLMDE 100-200: Inferior o superior. |
| Material de la carcasa | Acero zincado de 1 mm de espesor. |
| Color | Beige RAL 7032 |
| Fijación | - CLMD 13: Con dos pestañas con taladro de diámetro 6,5 mm (adecuado para montaje modular). - CLMD 33: Con ocho taladros de fijación, diámetro 5,4 mm. - CLMD(E) 43-53-63-83: Con dos pestañas con taladro de diámetro 26 x 12 mm. - CLMDE 100-200: Montado sobre zócalo. Cáncamos de elevación de serie. |
| Ejecución | Interior (exterior bajo demanda). |
| Protección | - CLMDE 100-200: IP 23 D - Resto: IP 42 (IP 54 bajo demanda). |
| Máxima temperatura ambiente | - CLMD: Clase "D" (+ 55 °C) de acuerdo con IEC 831. - CLMDE 43-53-63-83: 45 °C hasta 100 kvar y 40 °C para más de 100 kvar. - CLMDE 100-200: 40 °C. |
| Mínima distancia entre unidades y pared | - CLMD 13-33: 20 mm. - CLMD(E) 43-53-63-83: 50 mm. |
| Pérdidas | - CLMD: < 0,5 Watt/kvar para tensión nominal 380 V y superiores. (Incluyendo las resistencias de descarga). - CLMDE 43-53-63-83: < 1,5 Watt/kvar incluyendo las pérdidas debidas a los accesorios. - CLMDE 100-200: < 5,5 Watt/kvar incluyendo las pérdidas debidas a los accesorios. |
| Tolerancia de capacidad | - 5 % + 10 %. |
| Prueba de tensión | - Entre terminales: 2,15 Un durante 10 segundos. - Entre terminales y tierra: 3 kV durante 10 segundos. |
| Las sobrecargas admisibles son las especificadas en IEC 831-1 y 2 | - Tolerancia de sobretensión: 10 % máximo a intervalos. - Tolerancia de sobreintensidad: 30 % permanentemente. - Sobrecarga máxima: funcionamiento estable al 135 % de la potencia nominal (generada por sobretensiones y armónicos). |

Importante: En caso que la red se vea perturbada por armónicos, deberán especialmente cuando exista riesgo de resonancia.

Para un mejor funcionamiento y mayor vida útil debe asegurarse una buena ventilación de las envolventes en todos los condensadores.

Figura 44. Anexo 6.9 características técnicas del condensador

6.9 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO



- +UltraTolerancia positiva**
Positiva 0 /+5 Wp
- +UltraCalidad**
Anti Hot-Spot
- +UltraGarantía**
10 años de garantía de producto
- +UltraFiabilidad**
En el mercado desde 1979
- +UltraResistencia**
Cristal templado de 4 mm

Nueva gama Ultra con Tolerancia positiva +

Características eléctricas (STC: 1kW/m², 25°C±2°C y AM 1,5)*

| | A-240P | A-245P | A-250P |
|--|---------|---------|---------|
| Potencia Nominal (0/+5 W) | 240 W | 245 W | 250 W |
| Eficiencia del módulo | 14,74% | 15,04% | 15,35% |
| Corriente Punto de Máxima Potencia (Imp) | 8,21 A | 8,33 A | 8,45 A |
| Tensión Punto de Máxima Potencia (Vmp) | 29,21 V | 29,37 V | 29,53 V |
| Corriente en Cortocircuito (Isc) | 8,73 A | 8,82 A | 8,91 A |
| Tensión de Circuito Abierto (Voc) | 37,16 V | 37,38 V | 37,60 V |

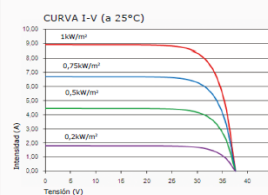
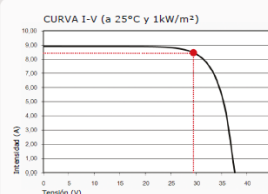
Parámetros térmicos

| | |
|---|------------|
| Coefficiente de Temperatura de Isc (α) | 0,04% /°C |
| Coefficiente de Temperatura de Voc (β) | -0,32% /°C |
| Coefficiente de Temperatura de P (γ) | -0,43% /°C |

Características físicas

| | |
|-------------------------|--|
| Dimensiones (mm ± 2 mm) | 1639x984x32 |
| Peso (kg) | 19 |
| Área (m ²) | 1,63 |
| Tipo de célula | Policristalina 156x156 mm (6 pulgadas) |
| Células en serie | 60 (6x10) |
| Cristal delantero | Cristal templado ultra claro de 4 mm |

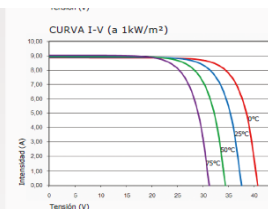
Curvas modelo A-250P



| | |
|-------------------------------|---------------------------------------|
| Cristal delantero | Cristal templado ultra claro de 4 mm |
| Marco | Sin marco |
| Caja de conexiones / Opcional | QUAD IP54 / QUAD IP65 |
| Cables | Cable Solar 4 mm ² 1100 mm |
| Conectores | MC4 o combinable MC4 |

Rango de funcionamiento

| | |
|---|--------------------|
| Temperatura | -40°C a +85°C |
| Máxima Tensión del Sistema / Protección | 1000 V / CLASS II |
| Carga Máxima Viento | 2400 Pa (130 km/h) |
| Máxima Corriente Inversa (IR) | 15,1 A |



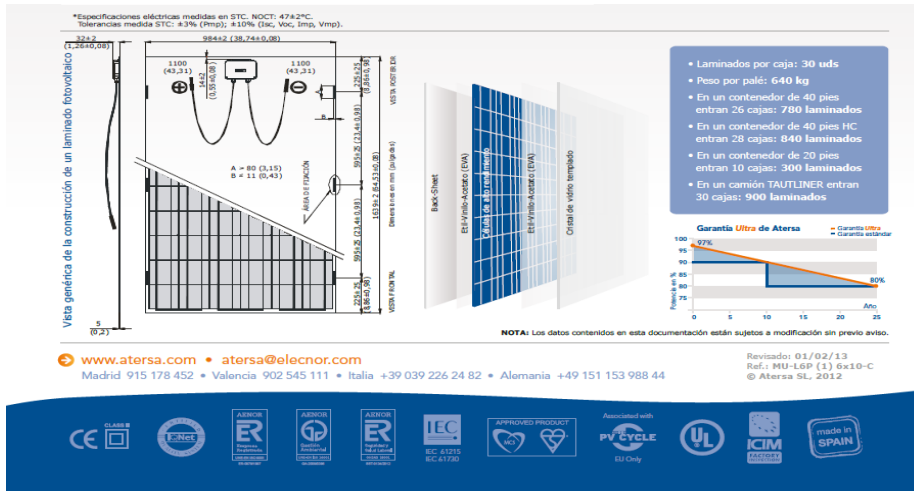


Figura 45. Anexo 6.10 característica técnica de los módulos FV

6.10 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL INVERSOR



Datos técnicos

SWISS QUALITY



| | | SolarMax 50TS | SolarMax 80TS | SolarMax 100TS | SolarMax 300TS |
|----------------------|---|--|----------------------------------|----------------|----------------------|
| Valores de entrada | Potencia máxima de generador FV | 66 kW | 105 kW | 130 kW | 400 kW |
| | Rango de tensión MPP | 430 V... 800 V | | | |
| | Tensión CC máxima | 900 V | | | |
| | Corriente CC máxima | 120 A | 180 A | 225 A | 720 A |
| | Número de MPP trackers | 1 | 1 | 1 | 1 ó 3 |
| | Tipo de conector | 6 x bornes de rosca 150 mm ² | | | pernos roscados M8 |
| Valores de salida | Potencia nominal ¹⁾ | 50 kW | 80 kW | 100 kW | 300 kW |
| | Potencia aparente máxima | 55 kVA | 88 kVA | 110 kVA | 330 kVA |
| | Tensión nominal de red | 3 x 400 V | | | |
| | Corriente CA máxima | 77 A | 122 A | 153 A | 460 A |
| | Rango / Frecuencia nominal de red | 50 Hz / 45 Hz... 55 Hz | | | |
| | Factor de potencia (cos φ) | Ajustable desde 0.80 inductivo hasta 0.80 capacitivo | | | |
| | Coefficiente de dist. no lineal con potencia nom. | < 3 % | | | |
| | Tipo de conexión | 5 x bornes de rosca 95 mm ² | | | pernos roscados M8 |
| | | Conexión de red | Trifásico (sin conductor neutro) | | |
| Rendimiento | Rendimiento máximo | 96.3 % | | | |
| | Rendimiento europ. | 95.5 % | | | 95.7 % ³⁾ |
| Consumo de potencia | Consumo nocturno | 4 W | | | |
| Condiciones ambiente | Tipo de protección según EN 60529 | IP20 | | | |
| | Rango de temp. ambiente | -20 °C...+50 °C | | | |
| | Rango de temp. ambiente para potencia nom. | -20 °C...+45 °C | | | |
| | Humedad relativa del aire | 0...98% (sin condensación) | | | |
| | Emisión de ruidos | < 65 dBA | | | |

| | | | | | |
|---------------------|-------------------------------|--|--------|--------|-------------------------|
| Equipamiento | Display | Pantalla LCD gráfica con iluminación de fondo y LED de estado | | | |
| | Registrador de datos | Registrador de datos del rendimiento energético, potencias máxima y capacidad de registro que abarca los últimos 10 años, 12 meses y 31 días | | | |
| | Separación galvánica | Transformador BF | | | |
| Normas & directivas | Conforme CE | Sí | | | |
| | EMC | EN 61000-6-2 / EN 61000-6-4 | | | |
| | Normas / directivas cumplidas | VDE 0126-1-1 / DK 5940 Ed. 2.2 / RD 661 / BDEW Directiva MT ²⁾ | | | |
| | Seguridad de aparatos | "Homologación" TÜV según EN 50178 | | | |
| Interfaces | Comunicación de datos | RS485 / Ethernet mediante dos conectores hembra RJ45 | | | |
| | Contacto de aviso de estado | Par de contactos de apriete libres de potencial (función configurable) | | | |
| | Entrada de alarma | Par de contactos de apriete para la conexión al MaxConnect plus | | | |
| | Inversores desconexión 1 | Dos pares de contactos de apriete (pueden concatenarse a través de varios SolarMax TS) | | | |
| | Inversores desconexión 2 | Par de contacto de apriete | | | |
| Peso & dimensiones | Peso | 670 kg | 800 kg | 840 kg | 2600 kg |
| | Dimensiones en mm (A x A x F) | 1000 x 760 x 1410 | | | 2 x (1200 x 800 x 1970) |

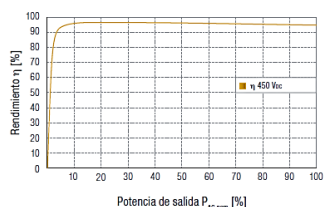
¹⁾ con cos φ = 1, Uca = 400 V

²⁾ en preparación

³⁾ en el funcionamiento single MPPPT con optimización de la carga parcial.

Reservados todos los derechos. Texto sujeto a modificaciones o errores.

Rendimiento SolarMax 300TS ³⁾



05/10 es



Figura 46. Anexo 6.11 característica técnica del inversor

7 ACRÓNIMOS

| | |
|------|--|
| A.T. | Alta tensión |
| M.T. | Media tensión |
| B.T. | Baja tensión |
| PC | Potencia contratada |
| PM | Potencia del máxímetro |
| PF | Potencia facturada |
| fdp | Factor de potencia |
| P | Potencia real |
| Q | Potencia reactiva |
| S | Potencia aparente |
| FV | fotovoltaico |
| Ns | Número en serie |
| HSP | Hora solar pico |
| VAN | Valor actual neto |
| TIR | Tasa interna de rentabilidad |
| DH | Discriminación de horarios |
| Kp | Coficiente de temperatura de la potencia |
| Kv | Coficiente de temperatura del voltaje |

