



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

**MICRO-COGENERACIÓN
ENERGÉTICA.
APLICACIÓN A UNA VIVIENDA
AISLADA Y ANÁLISIS DE
VENTAJAS E INCONVENIENTES**

29 de julio de 2015

AUTOR:

D. JESÚS-JERÓNIMO NEPI BATAPA

TUTOR ACADÉMICO:

Dr. D. FRANCISCO JAVIER CÁRCEL CARRASCO
Departamento de Construcciones Arquitectónicas

ETS de Ingeniería de Edificación
Universidad Politécnica de Valencia



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
ENGINYERIA
D'EDIFICACIÓ

INDICE

INDICE	2
RESUMEN.....	6
ABSTRACT.....	7
CAPÍTULO 1	8
INTRODUCCIÓN GENERAL.....	8
CAPÍTULO 2.....	13
LOS USOS URBANÍSTICOS	13
2.0-INTRODUCCIÓN.....	14
2.1-USOS.....	14
2.2.- GRUPOS DE USOS.....	14
2.3.- ¿VIVIENDAS AISLADAS?.....	16
2.3.1- EDIFICACIÓN AISLADA	16
CAPÍTULO 3	18
EL COSTE DE LA ENERGIA	18
3.0.-CONSUMO DE ENERGIA	19
3.1.-OPTIMIZACIÓN DEL GASTO ENERGÉTICO	19
3.2.1.-ACONDICIONAMIENTO AMBIENTAL	19
3.2.2.-ACONDICIONAMIENTO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	20
3.2.3.- EFICIENCIA ENERGÉTICA Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE	21
3.2.4.- EFICIENCIA ENERGÉTICA ES.....	22
CAPÍTULO 4.....	24
ENERGÍA ELÉCTRICA	24
4.0.-INTRODUCCIÓN.....	25
4.1.-LA RED DE ENERGIA ELECTRICA	25
4.2.1-COGENERACIÓN DE ENERGÍAS	26
4.2.2-FUNCIONAMIENTO DE LA COGENERACIÓN	27
4.2.4-TRIGENERACIÓN Y OTROS	29
4.2.5-MAQUINARIA UTILIZADA PARA INSTALACIONES DE COGENERACIÓN	29
CAPÍTULO 5	32
SISTEMAS DE COGENERACIÓN.....	32
5.0.-SISTEMAS DE COGENERACIÓN A VISTA DE PÁJARO	33
5.1.-VENTAJAS DE LA COGENERACIÓN	34
5.2.-PLANTAS DE COGENERACIÓN CON MOTORES ALTERNATIVOS.....	34
5.3.-PLANTAS DE COGENERACIÓN CON TURBINAS DE VAPOR.....	34

5.4.-PLANTAS DE COGENERACIÓN CON TURBINAS DE GAS	35
5.4.1.-CICLO SIMPLE	35
5.4.2.-CICLO COMBINADO	36
CAPÍTULO 6	37
LA COGENERACIÓN A PEQUEÑA ESCALA Y SUS APLICACIONES	37
6.0.-INTRODUCCIÓN.....	38
6.1.-PRIMERA PARTE	38
6.1.1.-USO DEL VAPOR	40
6.2.- EN CONCLUSIÓN	40
CAPÍTULO 7	43
LA MICROCOGENERACIÓN o mCHP	43
(<i>micro Combined Heat and Power</i>).....	43
7.0.-DEFINICIONES PREVIAS.....	44
7.1.-COMO CALDERAS CONVENCIONALES.....	44
7.2.- INTEGRACIÓN EN EL EDIFICIO O INDUSTRIA.....	44
7.3.-APLICACIONES.....	45
7.4.-VENTAJAS E INCONVENIENTES	45
7.4.1.-VENTAJAS DE LA MICROCOGENERACIÓN	45
7.4.2. INCONVENIENTES DE LA MICROCOGENERACIÓN	46
7.5.-RENDIMIENTOS.....	46
CAPITULO 8.....	49
ESTADO DE LA CUESTIÓN.....	49
8.0- ESTADO DE LA CUESTIÓN SEGÚN EL ECONOMISTA.....	50
“España suspende en eficiencia energética al no poder alcanzar los objetivos para 2020”. (Raso, 2014)	50
Hoy en día la eficiencia energética está considerada como una de las mejores alternativas para reforzar la seguridad de abastecimiento energético y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y de otras sustancias contaminantes a nivel mundial para poder alcanzar un crecimiento sostenible.	50
8.1.- INSTRUMENTO PARA REACTIVAR LA ECONOMIA.....	50
8.2.- ADVERTENCIA DE BRUSELAS.....	52
8.3.- EL FNEE, DEL DICHO AL HECHO.....	52
CAPÍTULO 9	55
MICROCOGENERACIÓN EN EDIFICIOS PLURIFAMILIARES	55
9.0- INTRODUCCIÓN.....	56
9.1.- EJEMPLOS EN EDIFICIOS PLURIFAMILIARES.....	56
9.2.- PROYECTOS	59

9.3.- INVERSION EN MICROCOGENERACION PARA VIVIENDAS	60
9.3.1.-EJEMPLO PRIMERO	60
9.3.2.-EJEMPLO SEGUNDO	60
9.3.3.-EJEMPLO TERCERO	60
9.4.- INVERSION EN MICROCOGENERACION PARA HOTELES	60
9.4.1.-EJEMPLO PRIMERO	60
9.4.2.-EJEMPLO SEGUNDO	61
CAPÍTULO 10	62
LA MICROCOGENERACIÓN DOMÉSTICA	62
10.0.- DETALLE DE LA MICROCOGENERACIÓN DOMÉSTICA	63
10.1. —EL MICROCOGENERADOR	63
10.2. — FUNCIONAMIENTO DEL MICROCOGENERADOR	66
CAPITULO 11	72
DESARROLLO FUTURO DE LA MICROCOGENERACION	72
11.0.-INTRODUCCIÓN.....	73
11.1.- CONDICIONES.....	73
11.2.- EMPRESA DE SERVICIOS ENERGETICOS	73
11.3.- LA MICROCOGENERACIÓN DOMÉSTICA COMO FUTURO	74
CAPÍTULO 12	75
ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE VIABILIDAD DE LA MICRO-COGENERACIÓN EN VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA EN ESPAÑA	75
12.0.-INTRODUCCIÓN.....	76
12.1. CONSUMOS ENERGÉTICOS SIN COGENERACIÓN.....	76
12.1.1. FACTURACIÓN ELÉCTRICA.....	76
12.1.2. FACTURACIÓN DE GAS NATURAL	79
12.2. APLICACIÓN DE COGENERACIÓN	81
12.3.- EJEMPLO DE CÁLCULO:	82
12.4.-RESUMENES Y GRÁFICOS	88
CAPITULO 13	89
ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE VIABILIDAD DE LA MICRO-COGENERACIÓN EN VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA DE ALTO STANDING (<i>CON PISCINA</i>	89
<i>CLIMATIZADA A 29 °C</i>) EN ESPAÑA	89
13.1.-MOTIVACIÓN.....	90
13.2.-CONSUMO.....	91
13.3-RECÁLCULO:	91
13.4.-RESUMENES Y GRÁFICOS	94

CAPITULO 14.....	96
OTROS MODELOS	96
14.1.- COMPARATIVA CON MODELOS DE MOTOR STIRLING.....	97
14.2.-CONSUMO.....	98
14.3-RECÁLCULO BIS:	98
14.4.-RESUMENES Y GRÁFICOS	101
CAPITULO 15	103
ANALISIS DE VENTAJAS E INCONVENIENTES	103
15.0.-INTRODUCCIÓN.....	104
15.1.-EL AHORRO ECONÓMICO	104
15.2.-LA DISMINUCIÓN DE COSTES EN INFRAESTRUCTURAS	105
15.3.-EL APROVECHAMIENTO DEL CALOR RESIDUAL	105
El micro-cogenerador doméstico es un sistema altamente eficiente que cubre el 100% de la necesidad de energía calorífica anual,.....	105
Un micro-cogenerador es una alternativa a la aportación de energías renovables a la edificación, por el aprovechamiento del calor residual (del motor) producido durante el proceso de generación de electricidad.....	105
15.4.-LA DISMINUCIÓN DE EMISIONES DE CO ₂	105
15.5.-LA FUERTE INVERSIÓN INICIAL.....	105
15.6.-LA IMPOSIBILIDAD DE LAS ECONOMIAS DE ESCALAS	106
15.7.-EL RIESGO ASOCIADO A LOS PRECIOS DEL COMBUSTIBLE	106
15.8.-LA NECESIDAD DE MANTENIMIENTO	106
CAPITULO 16.....	108
CONCLUSIONES	108
16. 0.-EPILOGO	109
RESUMEN FINAL	114
INDICE DE FIGURAS.....	115
INDICE DE GRÁFICOS	116
INDICE DE TABLAS	116
REFERENCIAS	118
Espejo, 2003 - Electricidad producida en centrales de cogeneración en la Región de Murcia.- Papeles de geografía, 2003. (2003,38; pp. 187-193).....	118
<i>DIRECCIONES DE INTERNET</i>	119
OTRAS DIRECCIONES DE INTERNET.....	120

RESUMEN

La cogeneración es la producción conjunta de dos o más formas de energía útil. Una de ellas es trabajo mecánico, que se acaba convirtiendo mayoritariamente en electricidad; las demás son calor útil, ya sea en alta temperatura o en baja (frío). La cogeneración presenta ventajas tanto para el cogenerador (seguridad del suministro, ahorro económico y eventual revalorización de combustibles residuales) como para la sociedad (ahorro de energía primaria y emisiones, reducción de pérdidas eléctricas en la red, y desarrollo del tejido industrial).

El diseño de un sistema de cogeneración es extremadamente importante, pudiendo condicionar la rentabilidad del proyecto. Aún existe potencial para la cogeneración en España, siendo el sector industrial el mayor, seguido del residencial y servicios. Pese a ello, en el sector industrial es donde se da la mayor penetración, siendo aún muy escasa en el sector residencial. La cogeneración está recogida en el Régimen Especial que desde el RD 661/2007 establece un régimen muy favorable al indexar de forma automática las tarifas y primas eléctricas al precio de los combustibles y la inflación, incentivar económicamente la eficiencia, reconocer singularidades en el sector de la edificación y apoyar la micro-cogeneración y cogeneración de pequeña escala.

Para el análisis de viabilidad económica de un proyecto de cogeneración se han de contabilizar en los ingresos tanto los derivados de la electricidad vendida o ahorrada como los del calor útil sustituido. En el lado de los gastos está el combustible consumido y el mantenimiento de la planta (*Linares, 2013*). El flujo de caja resultante ha de recuperar la inversión en un período razonable.

ABSTRACT

Cogeneration is the joint of two or more forms of energy production. One of them is mechanical work, which has just becoming mainly electricity; the others are heat useful, either high temperature or low (cold). Cogeneration has advantages for both the CHP owner (security of supply, economic savings and eventual revaluation of residual fuels) and society (saving of primary energy and emissions, reduction of power losses in the network, and development of the industrial fabric).

The design of a cogeneration system is extremely important, and can influence the profitability of the project. There is still potential for cogeneration in Spain, being the industrial sector the largest, followed by the residential and services. Despite this, in the industrial sector is where the higher penetration remains very low in the residential sector. Cogeneration is contemplated in the special regime which from the RD 661/2007 establishes a very kind regime to be indexed automatically rates and raw power to fuel prices and inflation, encourage economic efficiency, recognize singularities in the building sector and supporting the micro-cogeneration and cogeneration from small scale.

For the analysis of economic feasibility of a cogeneration project been posting revenue derived from the electricity sold or spared both the useful heat replaced. On the expenditure side is the fuel consumed and maintenance of the factory. (*Linares, 2013*). The resulting cash flow has to recover the investment within a reasonable time period.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN GENERAL

En un país como España, con una alta dependencia de suministros energéticos externos, el objetivo de la **eficiencia energética** es: ahorrar energía, utilizarla de forma eficiente e inteligente, para conseguir más con menos.

El uso de la electricidad -energía noble por excelencia- se ha generalizado al máximo en innumerables elementos de uso doméstico e industrial. Y de todos es conocido que parte de dicha energía se disipa inútilmente en las operaciones de transporte y distribución, desde los lugares en que se produce la energía eléctrica -cuyo uso nos resulta tan familiar- hasta los puntos de consumo de la misma. Por otra parte, las operaciones de producción de energía eléctrica suelen generar grandes cantidades de calor que, al no aprovecharse adecuadamente, suponen un despilfarro de energía que bien pudiera aprovecharse para calefacción u otros usos inherentes al calor.

Para evitar la ineficiencia energética anterior ha surgido un método de producción de energía eléctrica que recicla el calor sobrante de la combustión del combustible para darle múltiples usos, lográndose así un método de producción conjunta –**cogeneración**- de dos o más formas de energía útil (electricidad, calor y/o frío).

En España ya se está explotando el potencial de la cogeneración en la industria y en el sector terciario y, ahora, los esfuerzos se dirigen a la edificación –debido a sus enormes consumos de electricidad (iluminación y electrodomésticos), agua caliente sanitaria (ACS), calefacción y climatización-.

La micro-cogeneración es la utilización de la cogeneración por parte de los consumidores finales de la energía. Estos consumidores finales pueden ser los habitantes de viviendas uni o plurifamiliares, tanto en entornos aislados o dispersos, como colectivos o implantaciones humanas con determinadas necesidades energéticas. (P < 50kW).

Si el factor de utilización de la cogeneración es alto, se obtendrán grandes ahorros económicos y cortos períodos de recuperación de la inversión. Esto ocurre en las instalaciones ubicadas en lugares de clima frío (norte de Europa) que demandan calor durante un gran número de horas al año para suministro de servicios de calefacción y agua caliente sanitaria (ACS). Por el contrario, en lugares de clima templado –como España- la demanda de calor es pequeña, se concentra en pocos meses y el ahorro económico es bajo; por lo que sólo quedarán dos opciones malas:

1. Un corto periodo anual de funcionamiento del motor, limitado por el aprovechamiento del calor residual, que dificulta recuperar la inversión con ahorro, o bien
2. Un elevado despilfarro de calor, que resultará totalmente antieconómico.

La solución del anterior dilema consiste (en España) en aplicar condiciones extraordinarias de precios de combustibles y electricidad y posibilitar la venta de los excedentes de la producción eléctrica a las Compañías suministradoras de electricidad. (Endesa, Iberdrola, etc.). No obstante, aun vendiendo los excedentes de la producción eléctrica, la viabilidad económica -periodos de retorno de la inversión inferior a la vida útil de la maquinaria-, se produce, únicamente, con plantas de micro-cogeneración destinadas a satisfacer la demanda de electricidad, ACS y calefacción de complejos residenciales a partir de las veinticinco o más viviendas plurifamiliares.

En este trabajo pretendemos evaluar la viabilidad económica -periodos de retorno de la inversión inferior a la vida útil de la maquinaria- de una instalación de micro-cogeneración destinada al suministro de servicios energéticos (electricidad, ACS y calefacción) a una vivienda unifamiliar aislada –como se observa en la *figura 1*-, además de las ventajas e inconvenientes del uso de la micro-cogeneración en una vivienda unifamiliar aislada.

COMBINED HEAT & POWER SYSTEM
COGENERACIÓN DE ENERGÍA

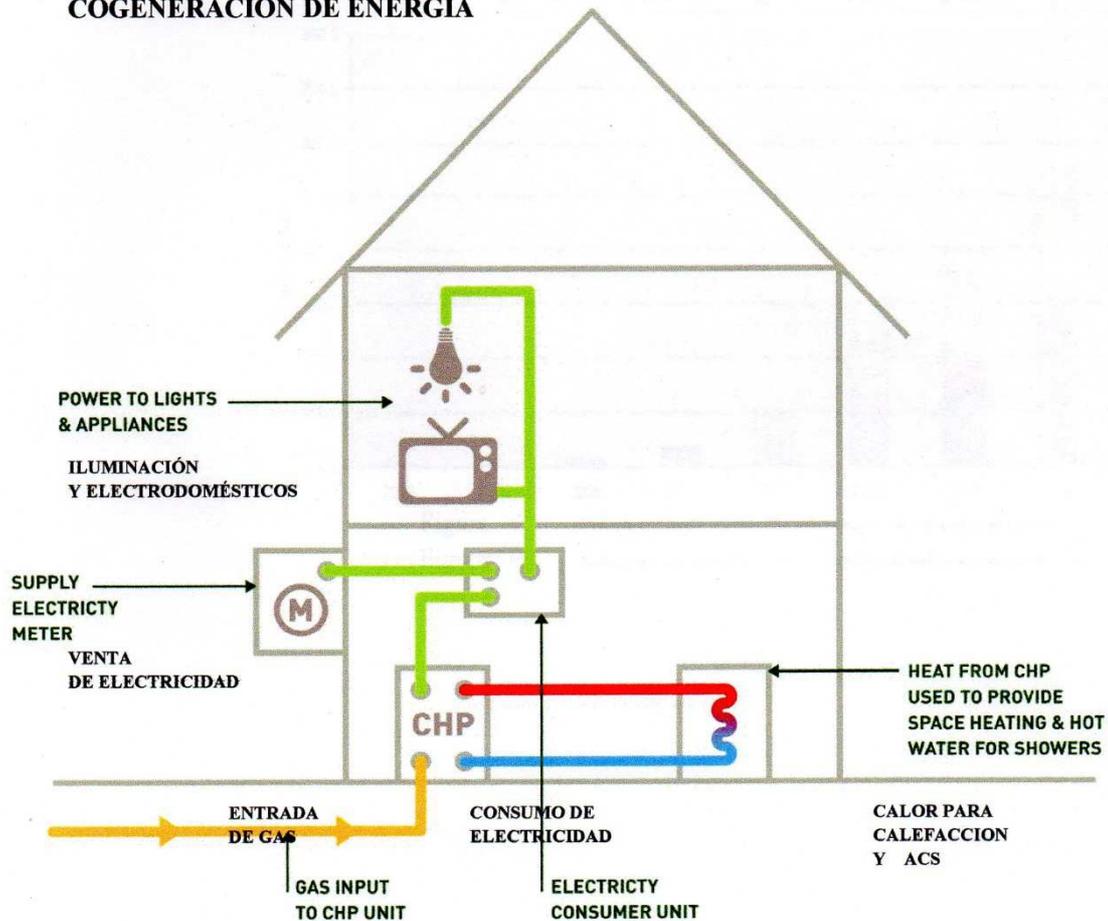


Figura 1 Esquema de micro-cogeneración en vivienda unifamiliar aislada (*Fuente: (web 1)*)
La metodología desarrollada en este trabajo consta de las siguientes etapas:

- A) Caracterización del uso urbanístico residencial como aquel cuya finalidad es la de proporcionar vivienda al ser humano (capítulo 2), clasificación de las viviendas por el número de familias que las habitan, por su ubicación y por su relación con otras viviendas cercanas. Descripción y definición de la eficiencia energética y del coste de la producción de energía (capítulos 3 y 4)
- B) Descripción de los diferentes sistemas de cogeneración de energía, el estado del desarrollo e implementación actual en España de la micro-cogeneración, su marco regulatorio legal, sus ventajas e inconvenientes y algunos ejemplos de su utilización en complejos residenciales de viviendas colectivas plurifamiliares (capítulos 5, 6, 7, 8 y 9)

- C) Descripción de la micro-cogeneración doméstica, determinación de las condiciones en las que podría generalizarse su uso en las viviendas unifamiliares aisladas y análisis de su viabilidad o rentabilidad económica (capítulos 10, 11, 12, 13 y 14)
- D) Análisis de las ventajas e inconvenientes de la aplicación de la tecnología de la micro-cogeneración en una vivienda unifamiliar aislada (capítulo 15)
- E) Conclusiones: (capítulo 16) La micro-cogeneración es económicamente viable, en España y en los países de clima templado, sólo a partir de las 25 viviendas colectivas. Y la solución, para su eficiente implantación en el uso residencial en la vivienda unifamiliar aislada, es su instalación con piscina climatizada.

CAPÍTULO 2

LOS USOS URBANÍSTICOS

2.0-INTRODUCCIÓN

En este capítulo pretendemos llegar a la definición exacta y clara de lo que en arquitectura, urbanismo e ingeniería de la edificación se entiende como “vivienda unifamiliar aislada”

2.1-USOS

Se entiende por uso urbanístico el destino que tienen, o pueden tener, las superficies que componen el territorio ordenado a través del planeamiento. (*Arnaiz, 2006*). Corresponde a la calificación del suelo la acción de asignar el uso urbanístico concreto de cada porción de suelo.

A título indicativo se facilita una lista de los posibles usos a considerar en la ordenación urbanística, usos cuyo significado será necesario en cada caso aclarar:

2.2.- GRUPOS DE USOS

Los Grupos de usos urbanísticos son los siguientes:

- **Grupo I.- Usos residenciales.** Corresponden a los usos destinados al alojamiento humano.
 - Viviendas unifamiliares
 - Edificios plurifamiliares
 - Residencia colectiva
 - Alojamiento hotelero

- **Grupo II.-Usos industriales.** Corresponden a los usos relacionados con la extracción, elaboración, producción, transformación o almacenamiento de productos.
 - Industria
 - Comercio al por menor
 - Oficinas
 - Almacenes

— Talleres técnicos (abiertos al público en general)

➤ **Grupo III.- Usos de servicios.** Corresponden a los usos relacionados con todas las actividades que dan servicio y apoyo o complemento a los usos residenciales o de producción.

— Asistencial

— Escolar y docente

— Sanitario

— Deportivo

— Cultural

— Religioso

— Recreativo y de espectáculos

— Servicios de seguridad

➤ **Grupo IV.- Usos libres.** Corresponden a los usos de los espacios no edificables del medio urbano.

➤ **Grupo V.- Usos naturales.** Corresponden a los usos de los espacios del municipio que permanecen en su estado natural.

— Extractivo

— Agrícola

— Ganadero

— Forestal

— Recreativo en medio natural

Hay además un uso especial, el de aparcamiento que normalmente, acompañará a la mayor parte de los otros usos, hasta el punto de ser no solamente un uso permitido, sino a menudo exigible para autorizar determinadas utilidades de los edificios.

2.3.- ¿VIVIENDAS AISLADAS?

Las **ordenanzas de edificación** son el instrumento que, directamente, sirve para el control de una actividad tan trascendente en el medio urbano como es la construcción de edificios. Los sistemas de ordenación (*Esteban, 1998*) de la edificación que cabe considerar son:

- a) Por alineaciones de calle.
- b) Por edificación aislada en parcela.
- c) Por definición de la volumetría.

2.3.1- EDIFICACIÓN AISLADA

Es aquella separada de los deslindes, emplazada por lo menos a las distancias resultantes de la aplicación de las normas sobre rasantes y distanciamientos que se determinen en el instrumento de planificación territorial o, en su defecto, las que establece la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones

Vivienda unifamiliar es aquella en la que una única *familia* ocupa el edificio en



Figura 2 Vivienda unifamiliar aislada en EEUU (Fuente: web 2)

su totalidad, a diferencia de las *viviendas colectivas*. Es una edificación desarrollada para ser ocupada en su totalidad por una sola familia, y pueden ser aisladas, como la de la *figura 2*, pareadas o adosadas. Urbanísticamente genera áreas de baja densidad, con bajo impacto ambiental y de infraestructuras de servicios, además de tráfico vehicular poco significativo. Se suelen distinguir tres tipos de *vivienda* unifamiliar.

Unifamiliar aislada o exenta. Es aquel edificio habitado por una única familia que no está en contacto físico con otras edificaciones (*figura 2*). Normalmente están rodeadas por todos sus lados por un *terreno* perteneciente a la vivienda, en el que se suele instalar un *jardín* privado. En este aspecto hay variantes; así, la vivienda puede tener uno, varios o todos sus lados alineados con la *vía pública*.

Unifamiliar pareada. En este caso, se construyen dos viviendas unifamiliares que exteriormente están en contacto, aunque en su distribución interior son totalmente independientes, teniendo cada una de ellas su propio acceso desde la vía pública.

Unifamiliar adosada. Similar a la pareada, pero esta vez cada vivienda está en contacto con otras dos (una a cada lado), como puede observarse en la *figura 3*. Este tipo de viviendas se suelen caracterizar por tener una *planta* estrecha y alargada y por la presencia de ventanas únicamente en los extremos de la *casa*. (*web2*)



Figura 3 Viviendas adosadas en el Reino Unido (Fuente: web 2)

Entre 1997 y 2008 las viviendas unifamiliares en España representaron algo más del 26% del total de las nuevas viviendas familiares, según los visados de dirección de obra, lo que indica que se trata de una tipología muy relevante. Presentan inconvenientes, como el mayor consumo del suelo, pero también ventajas como ser, desde unos puntos de vista individuales, más confortables, más agradables...La vivienda unifamiliar supone de por sí un despilfarro del territorio, que se justifica menos todavía si es vivienda secundaria, menos todavía si es vivienda vacía, y menos todavía si es vivienda vacía en un área urbana en expansión. (**Moliní & Salgado, 2010**)

CAPÍTULO 3

EL COSTE DE LA ENERGIA

3.0.-CONSUMO DE ENERGIA

El gasto desmesurado de energía en los hogares españoles y europeos parece no ser sostenible a medio y largo plazo. Los edificios de viviendas y del sector terciario en Europa son los mayores consumidores de energía en términos absolutos (**37% del consumo de energía -viviendas 27%**). En España esta cifra, aunque importante, es más modesta (**24% del consumo de energía -viviendas 15%**) debido a un clima más benigno y a un menor nivel de confort en las viviendas.

Los planes de ahorro y eficiencia energética aprobados recientemente por la Unión Europea para revertir la situación recogen un mensaje claro: si los ciudadanos no reducen el consumo de energía peligra la seguridad energética de la Comunidad por su alta dependencia energética de países extracomunitarios.

3.1.-OPTIMIZACIÓN DEL GASTO ENERGÉTICO

La modificación de la estructura energética solo es posible si, junto con los cambios tecnológicos y normativos, se crea una nueva cultura energética en los ciudadanos que incluya un uso eficaz de la energía y la adopción de unos hábitos en su rutina diaria que permitan el ahorro y cese del despilfarro energético de hogares e industrias sin que ello suponga una reducción del confort ni de los estándares de calidad de vida.

3.2.1.-ACONDICIONAMIENTO AMBIENTAL

Acondicionar es disponer o preparar algo para un determinado fin:” han acondicionado el local para la fiesta”.

Se llama acondicionamiento al proceso o secuencia de actividades que –con un propósito bien definido- parte de un estado inicial para alcanzar un estado final diferente del inicial. También se llama acondicionamiento al resultado de acondicionar o disponer algo con determinadas características. Así tenemos:

1. Acondicionamiento térmico, porque se logra “confort térmico”
2. Acondicionamiento físico, porque se logra “capacidad o habilidad física”
3. Acondicionamiento acústico, porque se logra “confort acústico”

4. Acondicionamiento ambiental, porque se logra “¿...?”

Hemos puesto un interrogante porque necesitamos una definición previa de “ambiente” y “ambiental”.

“Ambiente, dicese del [fluido] que rodea un cuerpo, especialmente el aire: Adjetivo, temperatura ambiente. m. Aire o atmósfera: “el ambiente está muy cargado”. Condiciones o circunstancias físicas, humanas, sociales, culturales, etc., que rodean a las personas, animales o cosas”. “Ambiental”, que se refiere al ambiente.

Es decir, con el “acondicionamiento ambiental” se logra o se busca condiciones o circunstancias físicas, humanas que faciliten o consigan plenamente la homeóstasis del organismo humano, proporcionándole “confort térmico y acústico” principalmente.

Para nosotros, y tratándose de edificación, “acondicionamiento ambiental” -en Valencia (España) zona templada del Hemisferio Norte- significa no pasar frío en invierno ni calor en verano.

3.2.2.-ACONDICIONAMIENTO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

Se dice que algo o alguien son eficientes cuando logran realizar sus propósitos con el menor gasto de recursos posible. Es decir, cuando sus procesos y/o procedimientos consiguen sus objetivos con el mayor rendimiento posible.

En nuestro caso, lo que se persigue es adoptar sistemas pasivos (Arquitectura bioclimática, muros Trombe, aislamiento térmico, etc.) que nos permitan alcanzar el deseado “acondicionamiento ambiental” con el menor derroche de energía posible. *Porque además de su precio en dinero, la energía tiene un coste social, tratándose de un bien escaso en la naturaleza, agotable y que debemos compartir. Su uso indiscriminado, por otro lado, produce impactos negativos sobre la salud medioambiental de un planeta que estamos obligados a conservar.*

En un país como España, con una alta dependencia de suministros externos, el objetivo de la **eficiencia energética** es: ahorrar energía, utilizarla de forma eficiente e

inteligente, para conseguir más con menos. Y usar las **energías renovables** que nos proporciona la naturaleza (Energía solar e iluminación, ACS mediante captadores solares, etc.). Todo esto sin disminuir nuestro **acondicionamiento ambiental**, sin renunciar a nuestro “**confort térmico y acústico**” principalmente.

3.2.3.- EFICIENCIA ENERGÉTICA Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE

La **eficiencia energética** y el desarrollo deberán ir de la mano si queremos evitar la destrucción del planeta (Niveles de contaminación en Pekín, deshielo de los polos, gases de efecto invernadero, lluvias ácidas, destrucción de la capa de ozono, emisión de CO₂ a la atmósfera, etc.)

Por poner un ejemplo, se sabe que el gasto energético de los hogares en España alcanza al 30% del consumo total de energía del país. De esta cantidad se destina aproximadamente el 70% a la producción de ACS y calefacción (en invierno, principalmente) y un 15% a la climatización –aire acondicionado- (en verano).

Si entre todos consiguiéramos reducir o eliminar –mediante un uso eficiente de las **energías renovables**, -el sol por ejemplo- el gasto en ACS, calefacción y aire acondicionado, el país en su conjunto podría reducir su dependencia energética del exterior y dedicar más recursos a sectores deficitarios de la economía nacional. Lo mismo puede decirse a nivel planetario.

Por otra parte se sospecha que las energías fósiles (derivados del petróleo, carbón mineral, etc.), no son inagotables. Y por tanto, será cada vez más imperativo empezar a aprender pautas de utilización eficiente de la energía, si queremos asegurarnos un desarrollo futuro. Otra actitud supondría una lenta pero inexorable agonía si no para el planeta, sí para los estándares de calidad de vida de la civilización occidental.

Teniendo en cuenta que la adquisición de una vivienda suele ser la mayor inversión que acometemos a lo largo de nuestra vida, es muy importante considerar

todos los aspectos que van a contribuir a la calidad de nuestra residencia y, por tanto, de nuestra propia calidad de vida. En general, las principales preocupaciones ante la compra de una nueva vivienda se centran en el precio, el tamaño y la localización. Sus instalaciones energéticas y, en particular, la posibilidad de disponer de energías renovables, deberían ser -desde ahora- parte de nuestras preocupaciones y suscitar también nuestro interés. “... el verdadero ahorro energético no sólo lo realiza el usuario de las instalaciones al practicar un consumo racional de la energía, sino el ingeniero cuando concibe el diseño de un edificio. Como responsable del diseño debe cumplir con los requerimientos que establecen las normativas vigentes, optar por sistemas que proporcionen un ahorro al futuro usuario y que cumplan con la calidad y eficiencia energéticas adecuadas”. - (Cembellín, 2005)

3.2.4.- EFICIENCIA ENERGÉTICA ES....

Eficiencia energética es el conjunto de técnicas que se aplican para mejorar el rendimiento de una instalación industrial cualquiera, ello significa:

- 1) Optimizar el consumo de energía primaria, aumentar el rendimiento de los *procesos* de transformación de ésta.
- 2) Aprovechar óptimamente los flecos de energía, o materias primeras, no transformadas (pérdidas), dándoles una *utilidad* paralela a la principal.

Eficiencia energética es la relación entre la producción de un rendimiento, servicio, bien o energía y el gasto de energía asociado. (Daura, 2007)

El ahorro y la eficiencia energética son la principal opción para responder desde el ámbito energético a estos tres desafíos:

- Escasez de recursos económicos
- Agotamiento y escasez de recursos fósiles, y, por último,
- Necesidad de reducir las emisiones de CO₂

La clave para la existencia de estos ahorros reside en el hecho de que no consumimos energía, sino servicios energéticos: por tanto, puede ser posible proveer el mismo nivel de servicio energético con un menor nivel de consumo de energía.

Los programas de eficiencia energética se entienden cuando se conoce que sólo el 37% de la energía primaria se convierte en energía útil. La cadena de transformaciones y procesos por los que pasa la energía antes de prestarse el servicio energético ocasionan que se pierda el 63% de su capacidad potencial. La eficiencia energética pretende mantener el servicio energético reduciendo, al mismo tiempo, el consumo de energía. Es decir, se trata de reducir las pérdidas que se producen en toda transformación o proceso, incorporando mejores hábitos de uso y mejores tecnologías. **(Poveda, 2007)**

La producción integrada de electricidad y calor tiene sentido práctico si existen demandas de ambos vectores que justifiquen su producción y la consecuente instalación del sistema de **cogeneración** daría lugar a una mayor eficiencia energética, al evitar las cuantiosas pérdidas que se derivarían de la producción separada de ambas formas de energía. **(Sosa & Fushimi, 2004)**

CAPÍTULO 4

ENERGÍA ELÉCTRICA

4.0.-INTRODUCCIÓN

El uso de la electricidad, se ha generalizado al máximo en innumerables elementos de uso doméstico e industrial. En general, la generación o producción de energía eléctrica consiste en transformar alguna clase de energía en energía eléctrica.

4.1.-LA RED DE ENERGIA ELECTRICA

La red eléctrica tiene una longitud total de muchos millares de kilómetros, pero funciona de manera unificada. Toda la producción de electricidad se vuelca a un único depósito de distribución, de manera que es imposible saber el origen de la electricidad que llega a las casas o las fábricas.

La electricidad fabricada en los generadores de las centrales debe ser acondicionada para su transporte de larga distancia. Para ello, se eleva su tensión hasta 400.000 voltios en grupos de transformadores. Esta electricidad de alta tensión es posteriormente transformada en media y baja tensión en estaciones y subestaciones, hasta que por fin llega a nuestras casas con una tensión de 220 voltios.

Se denomina energía solar fotovoltaica (figura 4) a la energía eléctrica que es obtenida a través de paneles fotovoltaicos.



Figura 4 Instalación solar fotovoltaica sobre el tejado de una vivienda para la producción de energía eléctrica (Fuente: web 3)

Las centrales hidroeléctricas (figura 5) son instalaciones que permiten aprovechar la energía potencial gravitatoria (masa a una cierta altura) contenida en el agua de los ríos, al convertirla en energía eléctrica mediante turbinas hidráulicas acopladas a generadores eléctricos

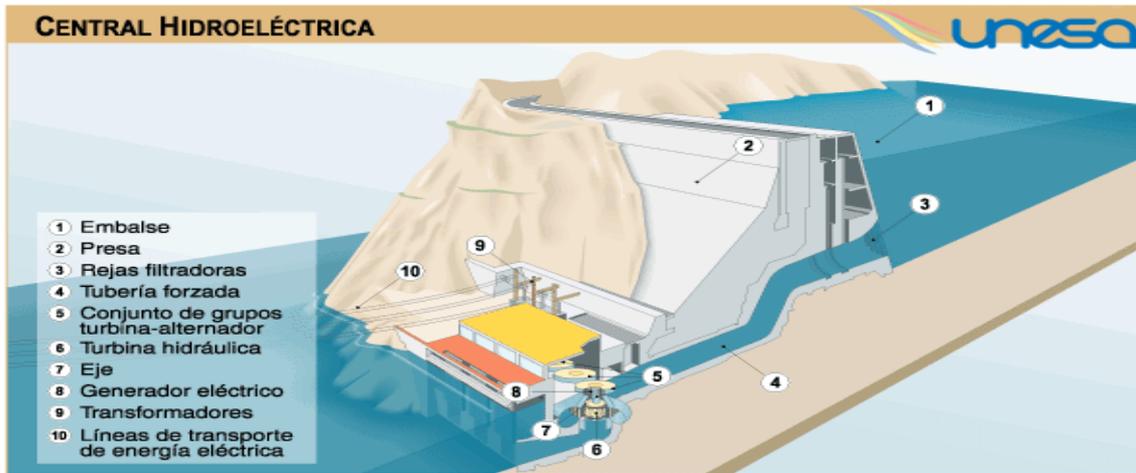


Figura 5 Central hidroeléctrica (Fuente: web 4)

4.2.1-COGENERACIÓN DE ENERGÍAS

La cogeneración es el procedimiento tecnológico mediante el cual se obtiene y se aprovecha simultáneamente calor y electricidad. (Espejo, 2003). Los sistemas de cogeneración permiten la obtención de rendimientos energéticos mayores que los que se obtendrían con producciones separadas de electricidad y calor, y aquellas instalaciones de cogeneración que utilizan gas natural como combustible tienen un menor impacto ambiental que los procesos convencionales.

Normalmente, los sistemas de cogeneración se diseñan de modo que sean capaces de satisfacer la demanda térmica del consumidor, ya que en la mayor parte de los casos resulta inviable la compraventa de energía térmica a un agente económico externo, dada la casi nula transportabilidad del calor. Y, al mismo tiempo se evita el efecto Joule (disipación de calor en el transporte) al producir la electricidad cerca o en su punto de consumo.

Los sistemas de cogeneración que atienden a los edificios (comercios, hospitales, hoteles, etc.) y urbanizaciones se diseñan para satisfacer sus demandas de electricidad, ACS y calefacción. La viabilidad económica de estos sistemas queda garantizada si la producción simultánea de electricidad y calor está respaldada por una demanda efectiva durante muchas horas al año. (Lozano & Ramos, 2007)

4.2.2-FUNCIONAMIENTO DE LA COGENERACIÓN

Los gases que las factorías de fundición (que, por su proceso productivo, son grandes consumidoras de energía) emiten al exterior tienen un gran contenido energético, ya que se encuentran a altas temperaturas, superiores a 600°C, y por lo tanto se puede aprovechar energéticamente el calor residual en una instalación clásica de cogeneración con caldera de recuperación y turbina de vapor destinados a producir electricidad, siendo ésta una alternativa que conduce a:

- 1) Incrementar la eficiencia del proceso,
- 2) Disminuir las emisiones de contaminantes gaseosos, y
- 3) Reducir los costes de operación de la planta.

(**Renedo et al., 2011**)

La eficiencia de la planta se mide mediante unos coeficientes: el FUE, factor de uso de energía, y el RCE, relación calor/electricidad. El primero es el más importante ya que da idea del rendimiento global de la instalación.

Este procedimiento tiene aplicaciones tanto industriales como en ciertos grandes edificios en los que el calor puede emplearse para *calefacción*, para *refrigeración* (mediante *sistemas de absorción*) y preparación de agua caliente sanitaria como por ejemplo en: grandes superficies de ventas, ciudades universitarias, hospitales, etc...

Aunque es difícil acoplarlo a viviendas particulares (lo cierto es que cada vez existen más instalaciones, denominándose específicamente *micro-cogeneración*), es mucho más favorable realizar instalaciones grandes, como en las de *calefacción urbana*.

4.2.3.1-REGULACIÓN DE LA COGENERACIÓN

El Plan Energético Nacional 1991-2000 establece un programa de incentivación a la cogeneración y de la producción de energías renovables. Dentro de este contexto, la Ley 40/1994 de Ordenación del Sector Eléctrico Nacional (LOSEN) consolida el concepto de régimen especial. La Ley 24/1997 del Sector Eléctrico hace obligada la promulgación del R.D. 2818/1998, sobre el régimen especial de energía eléctrica, que

comprende las instalaciones de energías renovables, residuos y cogeneración, en todos los casos para instalaciones de hasta 50 MW (**Espejo & García, 2010**) y permite utilizar la cogeneración para proveerse de todo el calor que necesite e inyectar en la **red eléctrica** la energía eléctrica que no necesite a una tarifa fija.

4.2.3.2.-REFERENCIAS LEGALES (NORMATIVAS VIGENTES).

La legislación de aplicación a nivel español y europeo sobre micro-cogeneración es la siguiente:

- LEY 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación
- **Directiva 2004/8/CE**, relativa al fomento de la cogeneración sobre la base de la demanda de calor útil.
- REAL DECRETO-LEY 6/2009, de 30 de abril, por el que se adoptan determinadas medidas en el sector energético y se aprueba el bono social.
- **RD 616/2007 de 11 de mayo**, sobre el fomento de la cogeneración de alta eficiencia.
- REAL DECRETO 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- 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.
- - Orden ITC/3520/2009, de 28 de diciembre, por la que se establecen los peajes y cánones asociados al acceso de terceros a las instalaciones gasistas para el año 2010 y se actualizan determinados aspectos relativos a la retribución de las actividades reguladas del sector gasista.

CTE (Código Técnico de la Edificación): Permite sustituir energía solar térmica obligatoria, si se asegura el mismo aporte energético.

“1 Generalidades

1.1 Ámbito de aplicación

1 Esta Sección es aplicable a los edificios de nueva construcción y rehabilitación de edificios existentes de cualquier uso en los que exista una demanda de agua caliente sanitaria y/o climatización de piscina cubierta.

2 La contribución solar mínima determinada en aplicación de la exigencia básica que se desarrolla en esta Sección, podrá disminuirse justificadamente en los siguientes casos:

- a) cuando se cubra ese aporte energético de agua caliente sanitaria mediante el aprovechamiento de energías renovables, procesos de **cogeneración** o fuentes de energía residuales procedentes de la instalación de recuperadores de calor ajenos a la propia generación de calor del edificio;”

(CTE, 2006)

4.2.4-TRIGENERACIÓN Y OTROS

Hay una ampliación del concepto de cogeneración que permite disponer aparte del calor y la energía mecánica/eléctrica habitual, frío a partir de calor residual.

En ocasiones, la instalación de enfriadoras de absorción que aprovechen el calor disponible en verano, produciendo el frío necesario para climatización, puede resultar vital para justificar la cogeneración que, en este caso, atendería las demandas de potencia eléctrica, agua caliente sanitaria, calefacción y refrigeración y pasaría a llamarse trigeneración. Estos sistemas pueden estar formados por varios tipos de equipos y existen distintas configuraciones alternativas según el tipo, número y tamaño de los equipos seleccionados. Finalmente, para una configuración dada, existen diversas estrategias de operación para adaptar la producción a las variaciones de la demanda. (Lozano et al., 2005)

Otra modalidad es la denominada Tetrageneración, en la que además de las tres formas de energía anteriores se genera simultáneamente energía mecánica aprovechable por ejemplo, para generar aire comprimido. En España hay pocos ejemplos de tetrageneración, salvo casos como la factoría FORD en *Almusafes*, que es un buen ejemplo.

4.2.5-MAQUINARIA UTILIZADA PARA INSTALACIONES DE COGENERACIÓN

➤ Turbina de vapor

- ❖ Turbinas de vapor a contrapresión: cuando el volumen de vapor necesario para los servicios auxiliares es igual que el de la turbina.
- ❖ Turbinas de vapor con toma intermedia, cuando sólo una parte del vapor de la turbina es necesario para los servicios auxiliares.

➤ Turbina de gas (figuras 6 y 7)

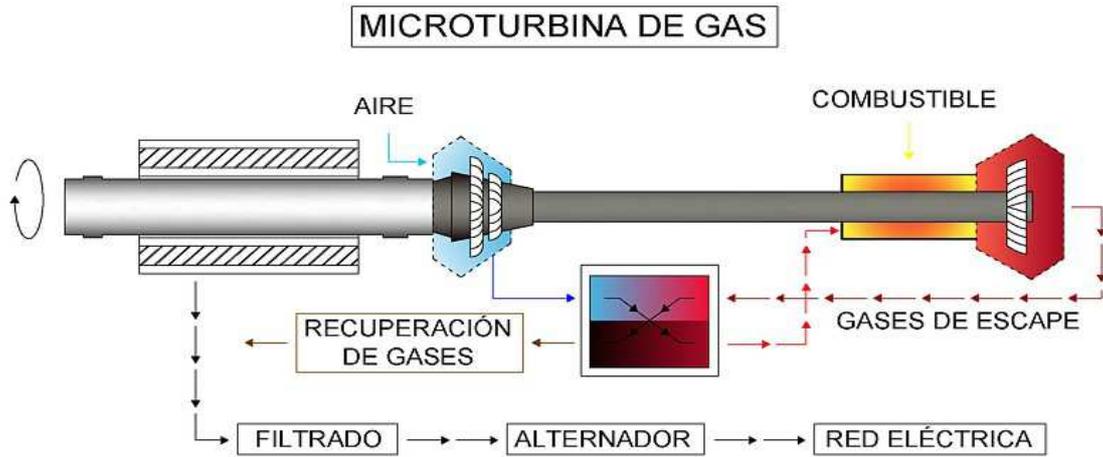


Figura 6 Turbina de cogeneración sector industrial 800 x 384 · 57 kB · jpeg (Fuente: web 5)

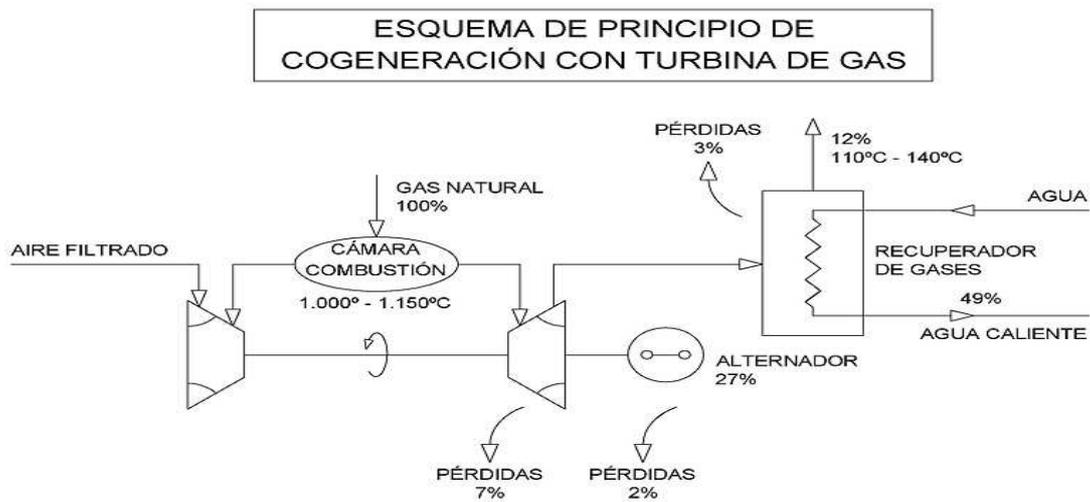


Figura 7 Esquema de principio de cogeneración con turbina de gas (Fuente: web 5)

➤ Motor de combustión interna o de ciclo Otto (figuras 8 y 9)

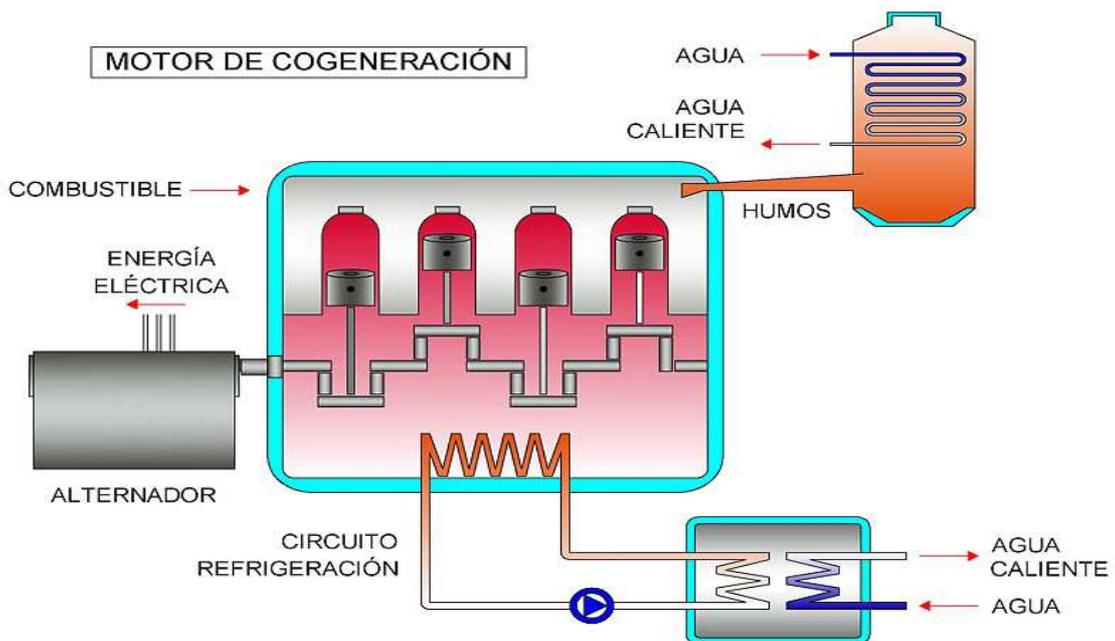


Figura 8 Detalle de ciclo –Motor de cogeneración (Fuente: web 5)

CAPÍTULO 5

SISTEMAS DE COGENERACIÓN

5.0.-SISTEMAS DE COGENERACIÓN A VISTA DE PÁJARO

Los sistemas de cogeneración son sistemas de producción conjunta de electricidad (o energía mecánica) y de energía térmica útil (calor) partiendo de un único combustible, como se describe esquemáticamente en la *figura 10*.

El gas natural es la energía primaria más utilizada para el funcionamiento de las centrales de cogeneración de electricidad y calor, las cuales funcionan con turbinas o motores de gas.

No obstante, también se pueden utilizar fuentes de energía renovables y residuos como biomasa *o residuos* que se incineran.

En un proceso de cogeneración, el calor se presenta en forma de vapor de agua a alta presión o en forma de agua caliente. Por ejemplo, se puede utilizar el vapor caliente que sale de una turbina de producción de energía eléctrica, para suministrar energía para otros usos. Hasta hace poco lo usual era dejar que el vapor se enfriara. Pero con esta técnica, con el calor que le queda al vapor, se calienta agua para distintos usos.

El aprovechamiento del calor residual, los sistemas de cogeneración presentan rendimientos globales del orden del 85%, lo que implica que el aprovechamiento



Figura 10 Esquema de la cogeneración a vista de pájaro (Fuente: web 6)

simultáneo de electricidad y calor favorezca la obtención de elevados índices de ahorro energético, así como una disminución importante de la factura energética, sin alterar el proceso productivo, ahorro energético que se incrementa notablemente si se utilizan energías residuales.

En una central eléctrica tradicional los humos salen directamente por la chimenea, mientras que en una planta de cogeneración los gases de escape se enfrían transmitiendo su energía a un circuito de agua caliente/vapor. Una vez enfriados los gases de escape pasan a la chimenea.

Las centrales de cogeneración de electricidad-calor pueden alcanzar un rendimiento energético del orden del 90%. El procedimiento es más ecológico, ya que durante la combustión el gas natural libera menos dióxido de carbono (CO₂) y óxido de nitrógeno (NO_x) que el petróleo o el carbón. El desarrollo de la cogeneración ha podido evitar la emisión de casi 127 millones de toneladas de CO₂ en la UE en 2010 y evitará cerca de 258 millones de toneladas en 2020, ayudando a cumplir los objetivos fijados en el *Protocolo de Kioto*.

La producción de electricidad por cogeneración representó en la UE en 1998 el 11% del total. Si se lograra aumentar hasta un 18%, el ahorro de energía podría llegar a ser del 3-4% del consumo bruto total de la UE. Además, son cada vez más numerosas las aplicaciones que se le está dando a esta técnica, tanto en usos industriales, como en hospitales, hoteles, etc.

5.1.-VENTAJAS DE LA COGENERACIÓN

- ❖ Ahorra energía y mejora la seguridad del abastecimiento.
- ❖ Disminuye las pérdidas de la red eléctrica, especialmente porque las centrales de cogeneración se suelen situar próximas a los lugares de consumo
- ❖ Aumenta la competencia entre los productores
- ❖ Permite crear nuevas empresas
- ❖ Se adapta bien a las zonas aisladas o ultra periféricas

5.2.-PLANTAS DE COGENERACIÓN CON MOTORES ALTERNATIVOS

Utilizan *gas, gasóleo o fuel-oil como combustible*. Son muy eficientes eléctricamente, pero son poco eficientes térmicamente. El sistema de recuperación térmica se diseña en función de los requisitos de la industria y en general se basan en la producción de vapor a baja presión (hasta 10 bares), aceite térmico y en el aprovechamiento del circuito de alta temperatura del agua de refrigeración del motor. Son también adecuadas la producción de frío por absorción, bien a través del vapor generado con los gases en máquinas de doble efecto, o utilizando directamente el calor del agua de refrigeración en máquinas de simple efecto.

5.3.-PLANTAS DE COGENERACIÓN CON TURBINAS DE VAPOR

En estos sistemas, la energía mecánica se produce por la *expansión del vapor* de alta presión procedente de una caldera convencional.

El uso de esta turbina fue el primero en cogeneración. Actualmente su aplicación ha quedado prácticamente limitada como complemento para ciclos combinados o en instalaciones que utilizan combustibles residuales, como biomasa *o residuos que se incineran*.

La aplicación conjunta de una turbina de gas y una turbina de vapor es lo que se denomina "Ciclo Combinado".

5.4.-PLANTAS DE COGENERACIÓN CON TURBINAS DE GAS

En los sistemas con turbina de gas (*figura 11*) se quema combustible en un turbogenerador, cediendo parte de su energía para producir energía mecánica. Su rendimiento de conversión es inferior al de los motores alternativos, pero presentan la ventaja de que permiten una recuperación fácil del calor, que se encuentra concentrado en su práctica totalidad en sus gases de escape, que está a una temperatura de unos 500°C, idónea para producir vapor en un generador de recuperación.

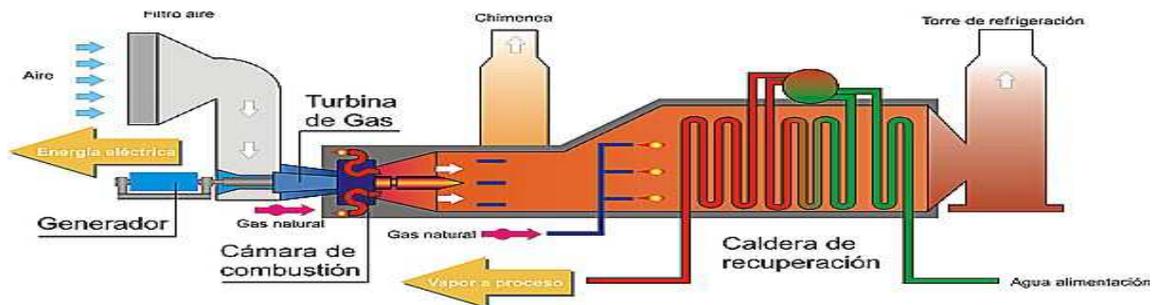


Figura 11 Turbina de cogeneración sector industrial (Fuente: web 5)

Se diferencian 2 tipos de ciclos: (1) *simple*, cuando el vapor se produce a la presión de utilización del usuario; y (2) *combinado*, cuando el vapor se produce a alta presión y temperatura para su expansión previa en una turbina de vapor.

5.4.1.-CICLO SIMPLE

Es la planta clásica de cogeneración y su aplicación es adecuada cuando los requisitos de vapor son importantes (>10 t/h), situación que se encuentra fácilmente en numerosas industrias (alimentación, química, papelera). Son plantas de gran fiabilidad y económicamente rentables cuando están diseñadas para una aplicación determinada.

El diseño del sistema de recuperación de calor es fundamental, pues su economía está directamente ligada al mismo, ya que a diferencia de las plantas con motores alternativos el precio del calor recuperado es esencial en un ciclo simple de turbina de gas.

5.4.2.-CICLO COMBINADO

Un ciclo combinado ayuda a absorber una parte del vapor generado en el ciclo simple y permite, por ello, mejorar la recuperación térmica, o instalar una turbina de gas de mayor tamaño cuya recuperación térmica no estaría aprovechada si no se utilizara el vapor en una segunda turbina de contrapresión.

En un ciclo combinado el proceso de vapor es esencial para lograr la eficiencia del mismo. La selección de la presión y la temperatura del vapor vivo se hacen en función de las turbinas de gas y vapor seleccionadas, selección que debe realizarse con criterios de eficiencia y economía. Por ello se requiere la existencia de experiencias previas e "imaginación responsable" para crear procesos adaptados a un centro de consumo, que al mismo tiempo dispongan de gran flexibilidad que posibilite su trabajo eficiente en situaciones alejadas del punto de diseño.

Una variante del ciclo combinado, es el ciclo combinado a condensación

5.4.2.1-CICLO COMBINADO A CONDESACION

Variante del ciclo combinado de contrapresión clásico, se basa en procesos estrictamente cogenerativos. Se basa en una gran capacidad de regulación ante demandas de vapor muy variables.

El proceso clásico de regulación de una planta de cogeneración consiste en evacuar gases a través del by-pass cuando la demanda de vapor es menor a la producción y utilizar la post-combustión cuando sucede lo contrario.

Bajando sensiblemente su potencia, no se consigue su adaptación a la demanda de vapor, debido a una importante bajada en el rendimiento de recuperación, ya que los gases de escape mantienen prácticamente su caudal y bajan ostensiblemente su temperatura. Por ellos, las pérdidas de calor se mantienen prácticamente constantes, y la planta deja de cumplir los requisitos de rendimiento.

Por contra, un ciclo de contrapresión y condensación permite aprovechar la totalidad del vapor generado, regulando mediante la condensación del vapor que no puede usarse en el proceso, produciendo una cantidad adicional de electricidad.

(web 7)

CAPÍTULO 6
LA COGENERACIÓN A PEQUEÑA ESCALA Y SUS
APLICACIONES

6.0.-INTRODUCCIÓN

Siempre será rentable esta tecnología en la gran industria de procesos. Pero..:

¿Dónde está el límite?

¿Qué aplicaciones podemos dar a la energía obtenida?

Empezaremos aquí con una breve introducción a las pequeñas aplicaciones.

La cogeneración es eficaz en cualquier sitio en el que se requieran dos o más usos de la energía. En aquellas aplicaciones que necesitan electricidad, agua caliente, vapor, agua fría, calentamiento del espacio, calentamiento con baños químicos, aire acondicionado y cualquier otra necesidad que requiera entrada de energía. El uso más típico es cuando se necesita electricidad y agua caliente. Obviamente, la electricidad es universal en su uso, y raramente se encuentra un sistema de cogeneración en operación que no tenga electricidad entre las formas de energía producida. Las aplicaciones de agua caliente, por ejemplo, son realmente interesantes, tanto en usos industriales como comerciales. El uso residencial es también un área donde la cogeneración puede aplicarse con éxito si el usuario es lo bastante grande o si está disponible la tecnología que proporcione la cogeneración adecuada.

6.1.-PRIMERA PARTE

Ejemplos típicos en los que pueden usarse la cogeneración a pequeña escala:

- ✓ **Hoteles:** Los hoteles son usuarios habituales del agua caliente: duchas, lavanderías, cocinas, lavado de platos, piscinas, spa, etc.
- ✓ **Restaurantes:** Servicio de cocina para el lavado de platos u otras aplicaciones.
- ✓ **Hospitales:** Baño de pacientes, piscinas, spas, lavandería, servicio de cocinas.
- ✓ **Salud:** Piscinas climatizadas, calentamiento de spa, duchas, etc.
- ✓ **Ayuntamiento:** Piscinas, spa, etc.
- ✓ **Piscinas recreativas:** Piscinas climatizadas, parques acuáticos.

- ✓ **Instalaciones para el cuidado de bebés:** Ducha y baño para pacientes, piscinas terapéuticas, spas, cocinas, lavanderías, etc.
- ✓ **Lavanderías operadas con monedas:** Agua caliente para lavar ropa, uniformes, sábanas, etc.
- ✓ **Revestimiento de metales:** Baños químicos calientes.
- ✓ **Plantas de procesamiento de alimentos:** Agua caliente para cocinar, limpieza con agua caliente, servicios sanitarios.
- ✓ **Residencial:** Calentamiento de piscinas; calentamiento de spa; agua sanitaria y baños, cocinas y servicio de lavandería.

Como puede verse, muchos establecimientos requieren uso de agua caliente y por tanto son usuarios potenciales del beneficio de la cogeneración.

Cogeneración en aplicaciones de refrigeración

Otro uso práctico de la cogeneración cuando no se requiere agua caliente es la refrigeración. ¡Es muy fácil transformar el calor en frío! El agua caliente generada por el cogenerador puede usarse para producir agua fría usando una tecnología denominada *enfriamiento por absorción*.

El enfriador del absorbedor trabaja en ebullición con una solución química en vacío con el vapor químico resultante actuando como refrigerante para quitar calor del agua que se ha usado como refrigerante. Una vez se elimina el calor, el agua vuelve al proceso donde produce frío. Típicamente, un sistema de aire acondicionado usando gas natural en un quemador se utiliza para vaporizar la solución química de forma que el vapor del refrigerante se libere y enfríe el agua. El agua fría se hace correr por un intercambiador de calor para enfriar el aire de la habitación. El agua fría recoge calor de la habitación, y el agua retorna al enfriador ligeramente más caliente. En vez de usar gas

natural en un quemador para proporcionar el valor necesario para vaporizar el refrigerante químico, se usa agua caliente como fuente de calor.

Consecuentemente, si el uso de agua caliente no es suficiente para aprovechar la cogeneración, puede utilizarse en aplicaciones de aire acondicionado.

6.1.1.-USO DEL VAPOR

El vapor se usa para proporcionar calor en espacios, sistemas de procesos, esterilización de instrumentos, cocina y muchas otras aplicaciones.

A menudo, puede ser útil el uso de agua de cogeneración como medio para precalentar el agua de una caldera que es bombeada a la caldera para hacer vapor, disminuyendo así el combustible requerido.

6.2.- EN CONCLUSIÓN...

(Kolanowski, 2003) las pequeñas aplicaciones de cogeneración son interesantes cuando se requiere agua caliente, vapor o aire acondicionado.



Figura 12 (Sistema convencional, electricidad de la compañía eléctrica/combustible para calor de las compañías suministradoras); (web 8)

Mediante los sistemas convencionales, los usuarios y las industrias compran la electricidad a la compañía eléctrica y los combustibles a las correspondientes compañías suministradoras. Este abastecimiento resulta cómodo pero su coste es elevado y, por tanto, es ineficiente ya que, como se observa en la figura 12, se producen grandes pérdidas de energía que no se aprovecha.

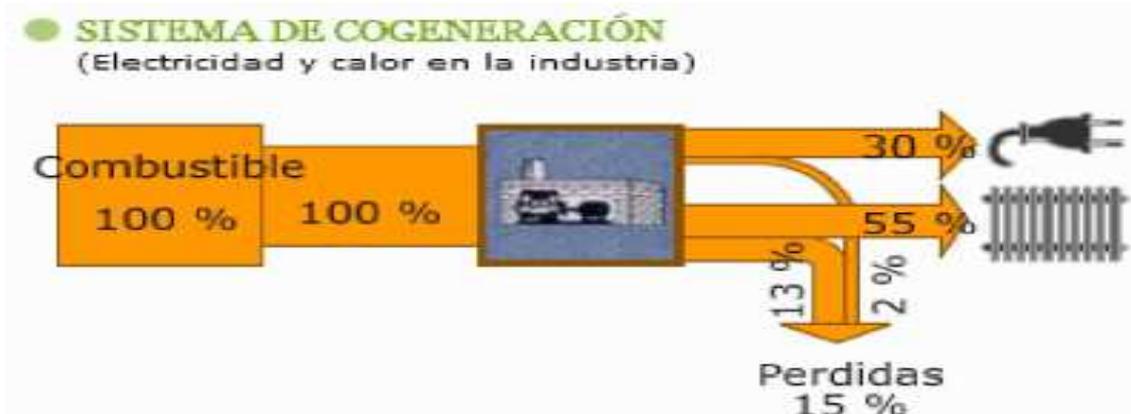


Figura 13 (Sistema de cogeneración, combustible para calor y electricidad de las compañías suministradoras); (web 8)

La cogeneración supone una buena alternativa energética, más económica y ecológica. Permite cubrir la demanda de electricidad sin pérdidas de transporte, aprovechando además los calores residuales. Así se ahorra combustible y se reducen las emisiones contaminantes.

La cogeneración consiste en la producción simultánea por parte del propio usuario de dos tipos de energía útil: habitualmente electricidad y calor, como se observa en la figura 13. De esta forma se consiguen cubrir todas las necesidades energéticas del usuario, reduciendo considerablemente las pérdidas de energía y por tanto la cantidad de combustible utilizada para producirla.

Principalmente se utilizan cuatro tecnologías de cogeneración, los diferentes sectores consumidores instalan una u otra dependiendo de la relación de sus necesidades térmicas y eléctricas, ya que cada sistema ofrece rendimientos diferentes para ambas energías.

COGENERACIÓN CON TURBINA DE GAS



Figura 14 (Cogeneración, con turbina de gas); (web 8)

Sectores habituales de utilización:

Sector industrial: automóvil, cerámica y azulejo, químico

Sector servicios: hospitales, hoteles y polideportivos. (Lugares donde, por ejemplo, se utiliza para obtener agua caliente sanitaria y el calentamiento de las piscinas), *figura 14*.

Ofrece rendimientos eléctricos elevados y un buen aprovechamiento térmico. Además, es de las tecnologías menos contaminantes, ya que se reducen a la mitad las emisiones de CO₂ y NO_x y desaparecen totalmente las emisiones SO₂

COGENERACIÓN CON TURBINA DE VAPOR

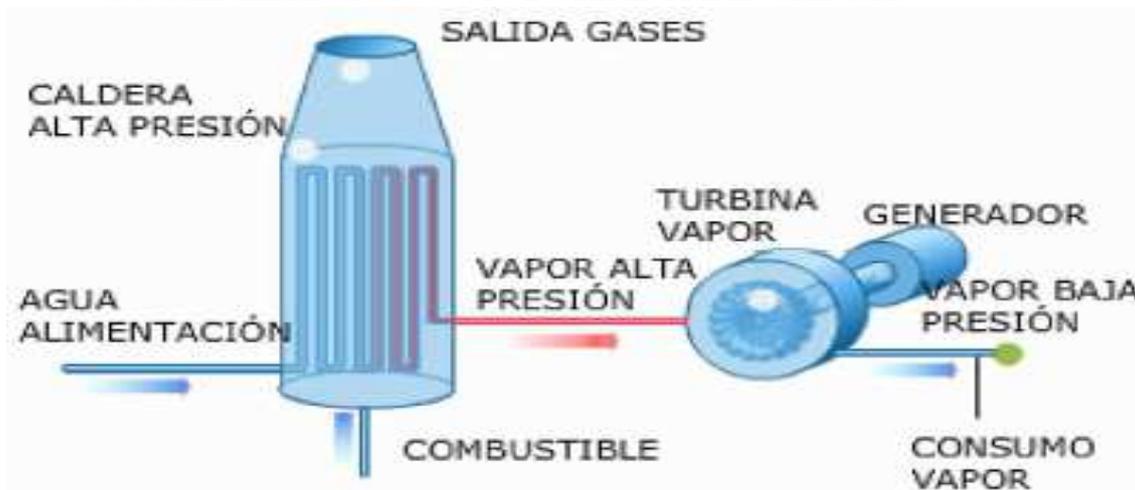


Figura 15 (Cogeneración, con turbina de vapor); (web 8)

Sectores habituales de utilización: Muy utilizado en sectores industriales de gran consumo de energía térmica y eléctrica, como por ejemplo en industrias de pasta y papel y sector químico.

Este sistema, *figura 15*, fue el primero en cogeneración y habitualmente se utiliza con combustibles residuales, como biomasa o combustibles incinerables. Genera menos energía eléctrica pero el rendimiento global de la instalación es superior.

COGENERACIÓN CON MOTOR ALTERNATIVO

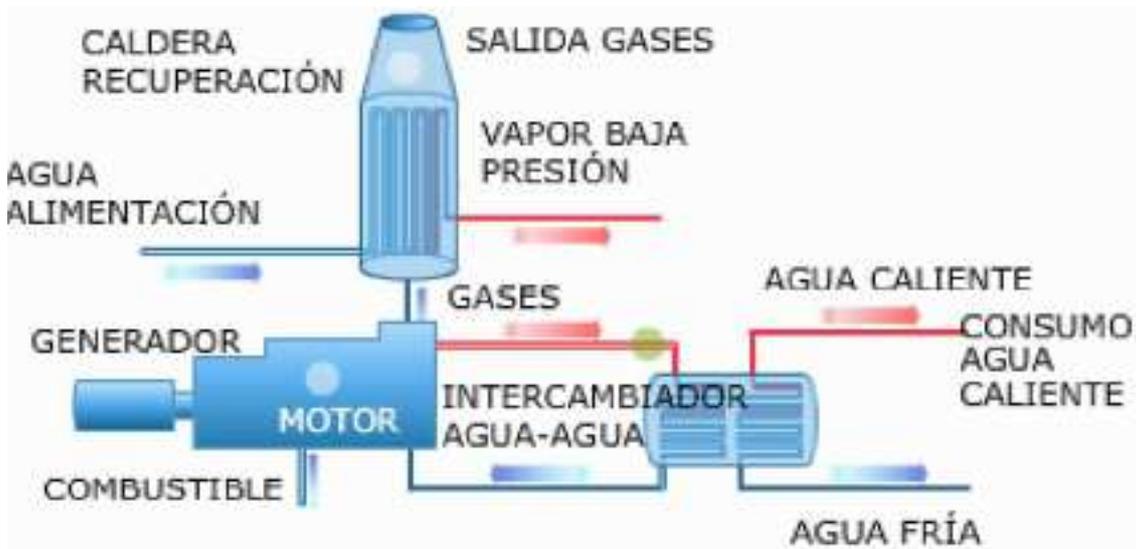


Figura 16 (Cogeneración, con motor alternativo); (web 8)

Sectores habituales de utilización:

Sector primario: invernaderos

Sector industrial: madera y corcho, sector textil

Sector servicios: hospitales y polideportivos.

Ofrece rendimientos eléctricos muy elevados, aunque un aprovechamiento térmico ligeramente menor. En algunos casos también se utiliza este sistema de cogeneración para la producción de frío por absorción, *figura 16*

CAPÍTULO 7
LA MICROCOGENERACIÓN o mCHP
(*micro Combined Heat and Power*).

7.0.-DEFINICIONES PREVIAS

Generalmente, se viene considerando la **micro-cogeneración** como aquella tecnología que aplica técnicas de cogeneración a pequeña escala, definida por una potencia eléctrica máxima inferior a los 50 kWe. (**Blanco, 2013**).

La micro-cogeneración es la utilización de la cogeneración por parte de los consumidores finales de la energía (habitantes de viviendas uni o plurifamiliares, hoteles...). Y resulta adecuada cuando se necesite de forma continuada una fuente térmica para las necesidades de confort (agua caliente, calefacción, piscinas, saunas...)

Se parte del aprovechamiento del *calor residual*, disipado en las máquinas térmicas de potencia, para calentar el agua sin necesidad de recurrir a otra fuente de calor; lográndose, de este modo, un evidente ahorro de combustible primario: gas, petróleo, biomasa, necesarios sólo para la generación eléctrica, que se produce únicamente cuando las necesidades de iluminación y alimentación de aparatos eléctricos lo requieren.

7.1.-COMO CALDERAS CONVENCIONALES

Los equipos de micro-cogeneración ($P < 50\text{kW}$) funcionan típicamente como elementos generadores de calor, dotando de agua caliente sanitaria (ACS) y calefacción a edificios residenciales y comerciales (hoteles, empresas, colegios, edificios públicos, etc.), es decir, funcionan como calderas convencionales. Pero a diferencia de una caldera convencional, los sistemas de micro-cogeneración generan electricidad junto con el calor, con una eficiencia muy buena. (**OTSI**)

7.2.- INTEGRACIÓN EN EL EDIFICIO O INDUSTRIA

La micro-cogeneración, mCHP, es un equipo de alta eficiencia energética dotado de un motor o turbina movidos por gas, petróleo, biomasa, etc., para producir simultáneamente electricidad y calor.

El Régimen especial de energía eléctrica (RD 2818/1998) permite proveerse de todo el calor que se necesite (ACS y calefacción) y exportar a la red eléctrica la energía eléctrica que no se necesite a una tarifa fija, con una conexión sencilla y en baja tensión.

7.3.-APLICACIONES

Para usos intensivos de agua caliente en calefacción, ACS, usos auxiliares y combinados con calderas y bombas de calor a gas y para climatización.

Muy recomendable en:

- ❖ Hoteles.
- ❖ Residencias.
- ❖ Geriátricos.
- ❖ Polideportivos.
- ❖ Piscinas climatizadas.
- ❖ Procesos industriales.

7.4.-VENTAJAS E INCONVENIENTES

7.4.1.-VENTAJAS DE LA MICROCOGENERACIÓN

- Elevado ahorro económico en operación, optimizado por el autoconsumo eléctrico o la venta de electricidad a la red.
- Disminución de costes en infraestructuras eléctricas, de interés especial en zonas rurales.
- Alternativa a la aportación de energías renovables a la edificación, por el aprovechamiento del calor residual del motor.
- Disminución de emisiones de CO₂* y alta eficiencia, parámetros de interés para obtener una elevada cualificación en la certificación energética de edificios y proyección social y comercial por su alineamiento con los compromisos de España y la UE.

7.4.2. INCONVENIENTES DE LA MICROCOGENERACIÓN

- ✓ Necesita fuerte inversión inicial.
- ✓ Instalaciones pequeñas (no aprovecha economías de escala).
- ✓ Mayor consumo de combustible (riesgo asociado a los precios de combustible).
- ✓ Mayor complejidad de la instalación (mantenimiento).
- ✓ Riesgo por cambios legislativos.

(Fuente: Web 12)

7.5.-RENDIMIENTOS

El rendimiento global de la micro-cogeneración o micro CHP (micro Combined Heat and Power) puede llegar al 92 % e incluso algo más.



La micro-cogeneración no es una planta industrial, se trata por su tamaño y aspecto de un electrodoméstico más como los ya habituales en nuestras casas, y que reemplaza al calentador o a la caldera ya existente -como se observa en la *figura 17-*.

Figura 17 Integración en las cocinas

La micro-cogeneración puede suponer, por ejemplo, en una vivienda unifamiliar, que con prácticamente el mismo gasto que tienen hoy en día en agua caliente y calefacción, se puedan generar además una buena cantidad de KW-Hora de energía eléctrica. Y todo esto con un equipo de aspecto y tamaño similar a los electrodomésticos que son normales en nuestras casas, sin problema de ruidos, ya que el generador está accionado (figura 18) por un motor Stirling sumamente silencioso.

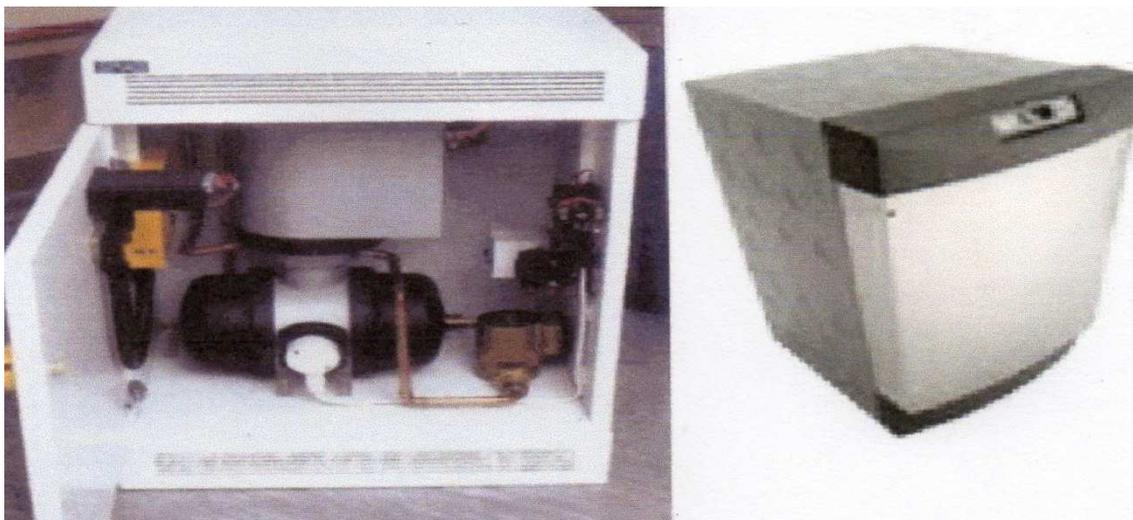


Figura 18 Una central de generación eléctrica en las cocinas.

En España la micro cogeneración y su hermana mayor, la mini cogeneración, son prácticamente desconocidas, aunque ya existan desde hace mucho tiempo soluciones de ese tipo en Europa. En Alemania ya se fabrican diferentes modelos de equipos de micro cogeneración con tecnología Stirling, (fig. 19) así como en el Reino Unido, EEUU, Japón, Corea, Holanda, Noruega, Nueva Zelanda etc.

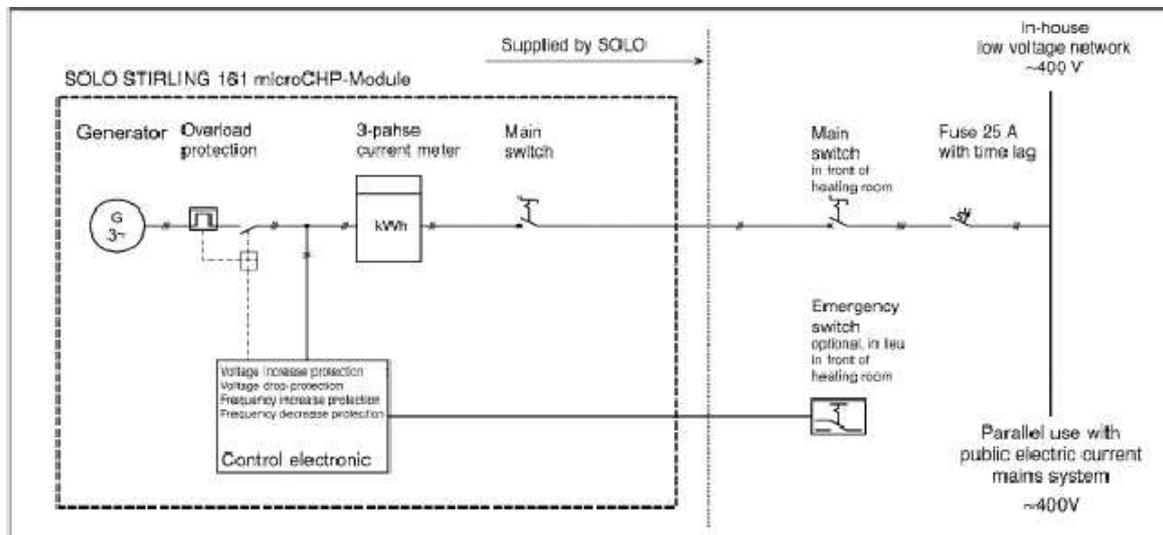


Figura19 Esquema eléctrico unifilar del micro CHP fabricado por Solo gmbh (Alemania) (Victor 2009)

Desde un punto de vista social, también tiene importancia la micro-cogeneración, ya que rompe los monopolios de la generación eléctrica, muchos de los hasta ahora dóciles consumidores pasarían a detentar una pequeña parcela de poder energético, por ello es de suponer que los oligopolios formados por las grandes empresas generadoras y distribuidoras de energía eléctrica, que hasta disfrutaban de un

mercado cautivo, pongan todas las trabas posibles para la conexión de estos equipos a la red eléctrica de BT (baja tensión).

Con oligopolios energéticos actuando dentro de mercados cautivos, lo que prima es exclusivamente ganar dinero, y cuanto más rápido mejor, y de seguro que no estarán dispuestos a renunciar a parte de sus beneficios en aras de una estructura energética que sea socialmente más beneficiosa cuando llegue la próxima y certera crisis energética.. (**Victor**, 2009)

CAPITULO 8

ESTADO DE LA CUESTIÓN

8.0- ESTADO DE LA CUESTIÓN SEGÚN EL ECONOMISTA

“España suspende en eficiencia energética al no poder alcanzar los objetivos para 2020”. (Raso, 2014)

Hoy en día la eficiencia energética está considerada como una de las mejores alternativas para reforzar la seguridad de abastecimiento energético y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y de otras sustancias contaminantes a nivel mundial para poder alcanzar un crecimiento sostenible.

Las importaciones de petróleo, gas y carbón suponen para la economía europea un gasto de 406.000 millones de euros al año, una cifra que equivale al 3,2% del Producto Interior Bruto (PIB) de la UE. Además, se prevé que para 2035 la dependencia energética de Europa sea del 80%.

A la vista de estos datos, la UE decidió fijar como objetivo para 2020 la reducción del 20% de su consumo energético (un 30% para 2030, según los últimos datos de la Comisión Europea). Una meta que no lleva camino de alcanzarse -tan sólo se lleva cumplido la mitad del objetivo-, debido a la ausencia de esfuerzos adicionales por parte de los diferentes países miembros, que no están aprovechando el elevado potencial de ahorro energético existente en edificios, transporte y procesos productivos.

Para tratar de encauzar esta situación, en octubre de 2012 el Parlamento Europeo decidió aprobar la Directiva 2012/27/UE de Eficiencia Energética, que incluye una serie de acciones para la consecución de este objetivo.

8.1.- INSTRUMENTO PARA REACTIVAR LA ECONOMÍA

Estudiada y analizada por expertos del sector de la eficiencia, la Directiva es considerada como un instrumento muy importante para la reactivación de la economía. En cifras reales, la aplicación plena de la Directiva podría suponer un ahorro de costes a hogares y empresas de 38.000 millones de euros y un ahorro de inversiones en la red de 6.000 millones de euros.

En una reciente jornada organizada por la Oficina de Javier García Brea, se identificaban hasta 20 nichos de negocio en esta Directiva, que suponen nuevas especializaciones productivas y actividades económicas derivadas de la aplicación de los distintos artículos que comprende la norma, tales como la rehabilitación de edificios, los sistemas de obligaciones de ahorro de energía, los contadores inteligentes y de balance neto, los sistemas urbanos de calefacción y refrigeración, auditorías y certificación energéticas, empresas y contratos de servicios energéticos que, entre otros, abren grandes posibilidades para desarrollar un gran sector de la eficiencia energética con fuerte impacto en el desarrollo local y el empleo.

Lo cierto es que el pasado 5 de junio de 2014 finalizó el plazo para que todos los Estados miembros de la UE hubieran llevado a cabo una transposición completa de esta Directiva, y España no era una excepción. Sin embargo este hecho no se ha producido y, en el caso concreto de nuestro país, a día de hoy tan sólo se ha llevado a cabo la transposición parcial de alguno de esos artículos.

Concretamente, el 4 de julio, el Gobierno aprobaba el Real Decreto Ley (RDL) 8/2014 de medidas urgentes para el crecimiento, la competitividad y la eficiencia en el que, entre otros y variopintos temas, incluye la obligación de crear un Fondo Nacional de Eficiencia Energética -en cumplimiento del artículo 20 de la Directiva-, y un sistema de obligaciones de **ahorro de energía** -artículo 7 de la Directiva-, en virtud del cual las empresas comercializadoras de electricidad, gas y productos petrolíferos, quedarán obligadas a alcanzar en el año 2020 un objetivo de ahorro de casi 16 millones de toneladas equivalentes de petróleo mediante la consecución anual, a partir del presente año, de un ahorro equivalente al 1,5% de sus ventas finales anuales de energía.

Las comercializadoras también deberán contribuir a nutrir los recursos del Fondo Nacional de Eficiencia Energética, cuya cuantía quedará reflejada en un desarrollo normativo posterior, porque la única cantidad que se fija es la de los 350 millones de euros procedentes de fondos europeos.

8.2.- ADVERTENCIA DE BRUSELAS

El incumplimiento de esta Directiva ha hecho que la Comisión Europea haya advertido a España de una nueva demanda ante el Tribunal Europeo de Justicia, que ya ha condenado a España por no haber hecho la transposición completa de la Directiva 2002/91/CE de eficiencia energética de edificios después de 11 años. La sentencia, que se dio a conocer el pasado mes de enero de 2014, da la razón a la Comisión Europea que demandó al Reino de España por haber incumplido los plazos fijados para incorporar al ordenamiento jurídico nacional las medidas de eficiencia energética para edificios, obligatorias desde enero de 2006.

Lo que sí se ha presentado ha sido el Plan Nacional de Acción de Eficiencia Energética 2014-2020 que, actualmente, se está estudiando desde Bruselas y que establece medidas para que España cumpla el objetivo del 20% de reducción del consumo de energía en 2020.

8.3.- EL FNEE, DEL DICHO AL HECHO

La Directiva de eficiencia energética 2012/27/UE terminó su plazo de transposición al ordenamiento jurídico nacional el 5 de junio de 2014 y al día siguiente el Consejo de Ministros acuerda la creación de un Fondo Nacional de Eficiencia Energética (FNEE), que todavía tendrá que desarrollar, para anunciar que cumplirá los artículos más importantes de la directiva y evitar así el expediente de la Comisión Europea, como ya ha ocurrido con la última directiva de eficiencia energética de edificios de 2010. Se trata de un acuerdo in extremis y de trámite para cumplir los plazos de Bruselas.

El artículo 7 y el 20 de la Directiva establecen la creación de un Fondo Nacional de Eficiencia Energética (FNEE) con los recursos obtenidos a través de un sistema de obligaciones por el que las comercializadoras de luz, gas y productos petrolíferos para el transporte deberán reducir un 1,5% cada año la facturación a los clientes finales. Este sistema de obligaciones está aún por definir y no se hará este año. De los fondos FEDER para el periodo 2014-2020, deberán destinarse a eficiencia energética el 20%, según lo acordado en los presupuestos de la UE para dicho periodo. Por lo tanto, los recursos que han de constituir el FNEE deberían ser muy superiores a los aprobados en el Consejo de Ministros. El acuerdo del Gobierno es aún muy inmaduro, deja todo sin concretar.

El destino principal del FNEE es cumplir el objetivo de rehabilitación energética de edificios que determinan los artículos 4 y 5 de la Directiva. Para hacerse una idea de lo que significa para España, se trataría de rehabilitar un parque de 25 millones de viviendas y 400.000 edificios de terciario e impulsar el sector de la rehabilitación que apenas llega al 3% del parque. En la Administración Central se deberían rehabilitar, según el censo elaborado por el Gobierno, 1.763 edificios públicos con una superficie de 11 millones de metros cuadrados, a razón del 3% cada año desde 2014. El acuerdo del Consejo de Ministros se queda, pues, muy lejos de esta meta en recursos, objetivos y en concreción de planes.

La rehabilitación energética de edificios ha de hacerse según los criterios de la Directiva de eficiencia energética de edificios 2010/31/UE, cuya transposición no se ha completado a pesar de que el plazo se cumplió en enero de 2013 y contiene la definición de edificio de consumo de energía casi nulo como aquel edificio que por sus características, tratamiento de la envolvente e instalaciones, **ha reducido sus necesidades energéticas y la poca energía que precisa la genera in situ con renovables.** Es decir, con **microcogeneración.** Estos criterios serán obligatorios a partir de 2018 para los edificios públicos y a partir de 2020 para todo el parque edificatorio.

La Ley 8/2013 de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas del actual Gobierno es una buena norma para impulsar el sector de la rehabilitación con un impacto en la economía y el empleo evidente; pero la reforma eléctrica, al subir un 100% el término fijo de potencia en el recibo de la luz y establecer el peaje de respaldo al autoconsumo, hace inviable la financiación de las inversiones.

La Directiva de eficiencia energética se ha fijado en las buenas prácticas de los contratos de servicios energéticos para establecer la financiación de las inversiones a través de los ahorros obtenidos en el recibo de la luz. Así se contempla también en la Ley 8/2013, pero la nueva estructura del recibo de la luz, al rebajar la parte del recibo que mide el consumo de energía, penaliza el ahorro e incentiva la ineficiencia.

Finalmente, el pasado mes de mayo de 2014 el Gobierno envió a Bruselas el Plan Nacional de Acción de Eficiencia Energética 2014-2020 (PNAEE 2014-2020), en cumplimiento

de la Directiva de eficiencia energética. El PNAEE parte de la consideración de que España ya ha cumplido en 2012 el objetivo de eficiencia energética que debería cumplir en 2020, por lo que cualquier objetivo adicional de eficiencia energética se considera como un esfuerzo desproporcionado y un obstáculo para la recuperación económica. Esta declaración, unida a las medidas citadas de la reforma eléctrica, plantea serias dudas sobre la verdadera intención del Gobierno con respecto al anuncio sobre la creación del FNEE. **(García, 2014)**

CAPÍTULO 9

MICROCOGENERACIÓN EN EDIFICIOS PLURIFAMILIARES

9.0- INTRODUCCIÓN

La micro-cogeneración es económicamente viable, en España y en los países de clima templado, a partir de las 25 viviendas colectivas o edificios plurifamiliares

9.1.- EJEMPLOS EN EDIFICIOS PLURIFAMILIARES

Se ha presentado el primer proyecto, en España, de micro-cogeneración para uso

- EDIFICIO DE 91 VIVIENDAS DE **ALQUILER SOCIAL**.
- CON **UN AÑO DE OCUPACION**.
- CON SISTEMA DE **ENERGIA SOLAR TERMICA**.
- CON **SISTEMA CENTRALIZADO DE PRODUCCION DE ACS Y CALEFACCION (Leako)**.



Figura 20 Viviendas en Donostia (*Fuente: web 11*)

residencial con venta directa a red que ya está funcionando en un edificio de San Sebastián y que ha sido puesto en marcha por la empresa guipuzcoana FnEnergia.

Se trata de una instalación de ACS que surte de agua caliente y calefacción a un edificio compuesto por 91 viviendas (figura20) de protección oficial en régimen de alquiler situado en el barrio donostiarra de Riberas de Loyola y gestionadas por la sociedad Alokabide.

Esta comunidad demanda cada año 255.300KW térmicos. Para generarlos con el sistema de calderas anterior se requería del gasto de 9.701€ en gas natural. Con este sistema de micro-cogeneración, la comunidad tendrá que gastar 13.258€, es decir, 3.557€ de gas más. No obstante el sistema, al generar electricidad que se vende a la red, obtiene a su vez unos ingresos para los vecinos de 13.701€ cada año por lo que la cuenta sale a favor de la comunidad en 10.144€. Esto supone una rápida amortización de la inversión requerida para la puesta en marcha de este tipo de equipos. (*Fuente: web 11*)

Otros ejemplos son los señalados en las figuras 21, 22, **23 y 24**,

91 viviendas Alokabide en Donostia



2 UNIDADES DACHS DE 5,5 KW ELECTRICOS CONECTADOS A RED.

Figura 21.- 2 Unidades DACHS conectadas a Red.....(Fuente: web 11)

Edificios de viviendas

BAXIROCA

A Coruña



Figura 22.- Edificio en A Coruña... (Fuente: web 11)



Figura 23.- Edificio en Navarra... (Fuente: web 11)



Figura 24.- Edificio geriátrico en Santiago de Compostela... (Fuente: web 11)

9.2.- PROYECTOS

Tipo Edificio 97 viviendas de 40 m² c/u

Uso térmico ACS

Inversión 140.000 €

Mejora del rendimiento: 22%

Ahorro energía primaria: 71.000 kWh/año⇒⇒⇒⇒⇒⇒⇒⇒ 20 Hogares

Disminución emisiones CO₂: 15 Toneladas/año⇒⇒⇒⇒⇒⇒⇒⇒ 5 Coches



Figura 25 Edificio 97 viviendas de 40 m² c/u. Uso térmico ACS (Fuente: web 9)

Tipo Edificio 192 viviendas de 45 m² c/u

Uso térmico ACS + calefacción + frío

Inversión 280.000 €

Mejora del rendimiento: 31%

Ahorro energía primaria: 264.000 kWh/año⇒⇒⇒⇒⇒⇒⇒⇒ 74 Hogares

Disminución emisiones CO₂: 56 Toneladas/año⇒⇒⇒⇒⇒⇒⇒⇒ 17 Coches



Figura 26 Edificio 192 viviendas de 45 m² c/u. Uso térmico ACS + calefacción + frío (Fuente: web 9)

9.3.- INVERSION EN MICROCOGENERACION PARA VIVIENDAS

9.3.1.-EJEMPLO PRIMERO

Edificio de 71 viviendas, con un consumo de 22 litros/persona 60°C.

Dimensionamiento para ACS:

1 grupo de 5,5 kW

Inversión aproximada de 27.600 € (incluye grupo, conexión al sistema convencional – – y depósitos de acumulación)

PERIODO DE RETORNO DE LA INVERSION 6 AÑOS

9.3.2.-EJEMPLO SEGUNDO

Edificio de 71 viviendas, con un consumo de 22 litros/persona 60°C.

Dimensionamiento para ACS+ Calefacción:

2 grupos de 5,5 kW

Inversión aproximada de 55.200 € (incluye grupo, conexión al sistema convencional – – y depósitos de acumulación)

PERIODO DE RETORNO DE LA INVERSION 7,5 AÑOS

9.3.3.-EJEMPLO TERCERO

Edificio de 120 viviendas, con un consumo de 22 litros/persona 60°C.

Dimensionamiento para ACS:

2 grupos de 5,5 kW

Inversión aproximada de 55.200 € (incluye grupos, conexión al sistema convencional – – y depósitos de acumulación)

PERIODO DE RETORNO DE LA INVERSION 8 AÑOS

9.4.- INVERSION EN MICROCOGENERACION PARA HOTELES

9.4.1.-EJEMPLO PRIMERO

Hotel en Sevilla, con 137 habitaciones,

Dimensionamiento para ACS:

1 grupo de 20 kW

Inversión aproximada de 69.000€ (incluye grupo, conexión al sistema convencional y depósitos de acumulación)

PERIODO DE RETORNO DE LA INVERSION 7 AÑOS

9.4.2.-EJEMPLO SEGUNDO

Hotel en Barcelona, con 137 habitaciones,

Dimensionamiento para ACS+ calefacción + frío:

1 grupo de 30 kW

1 máquina de absorción de 35 kW

Inversión aproximada de 151.915€ (incluye grupo, conexión al sistema convencional y depósitos de acumulación)

PERIODO DE RETORNO DE LA INVERSION 7 AÑOS

(web 9)

CAPÍTULO 10

LA MICROCOGENERACIÓN DOMÉSTICA

10.0.- DETALLE DE LA MICROCOGENERACIÓN DOMÉSTICA

La micro-cogeneración posibilita la producción de energía eléctrica y térmica dentro de una vivienda para consumo familiar. Es un sistema eficiente que ahorra energía.

En una vivienda, el gas permite que una caldera caliente el agua para consumo doméstico y del sistema de calefacción. Sin embargo, con un micro-cogenerador, el gas se utiliza para obtener electricidad y aprovechar el calor generado durante este proceso para calentar el agua.

10.1.—EL MICROCOGENERADOR

El micro-cogenerador representado en las figuras 27, 28, 29, 30, 31 y 32 tiene el tamaño de una lavadora, es silencioso y genera suficiente energía como para abastecer a una vivienda unifamiliar.



Figura 27 Comparando una lavadora con un micro-cogenerador, fuente: (web 10)

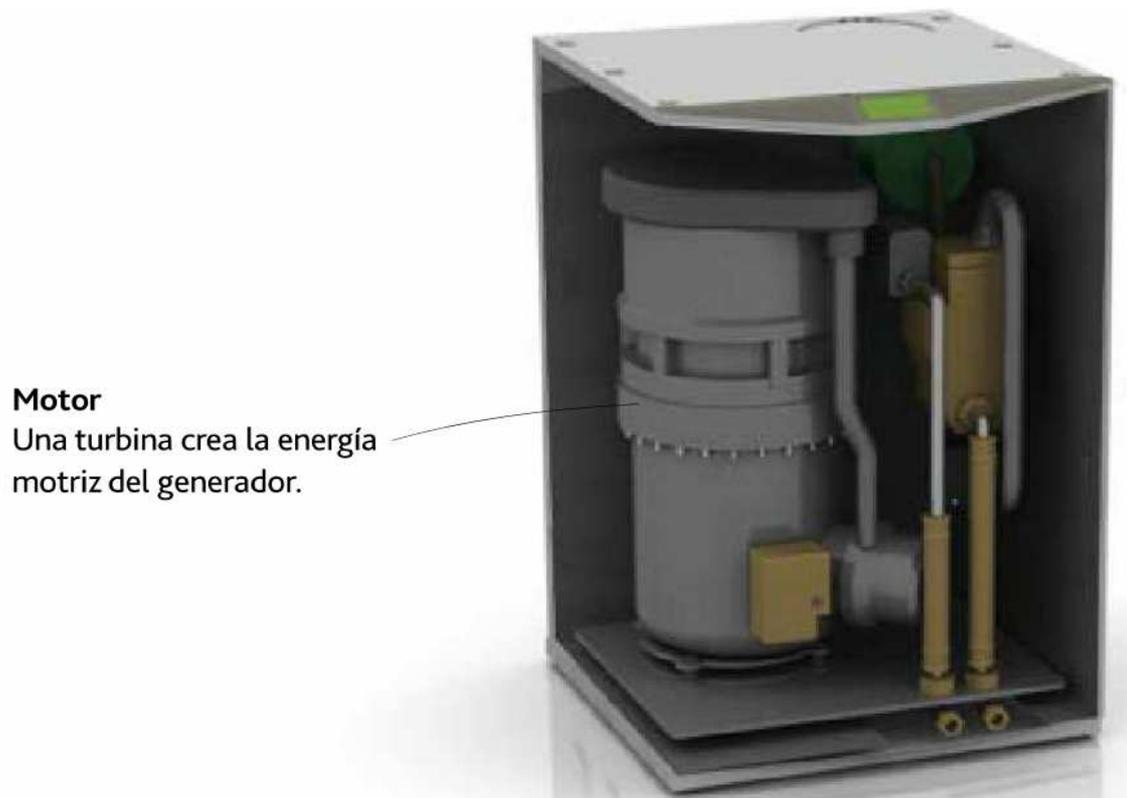


Figura 28 Motor de un micro-cogenerador, fuente: (web 10)

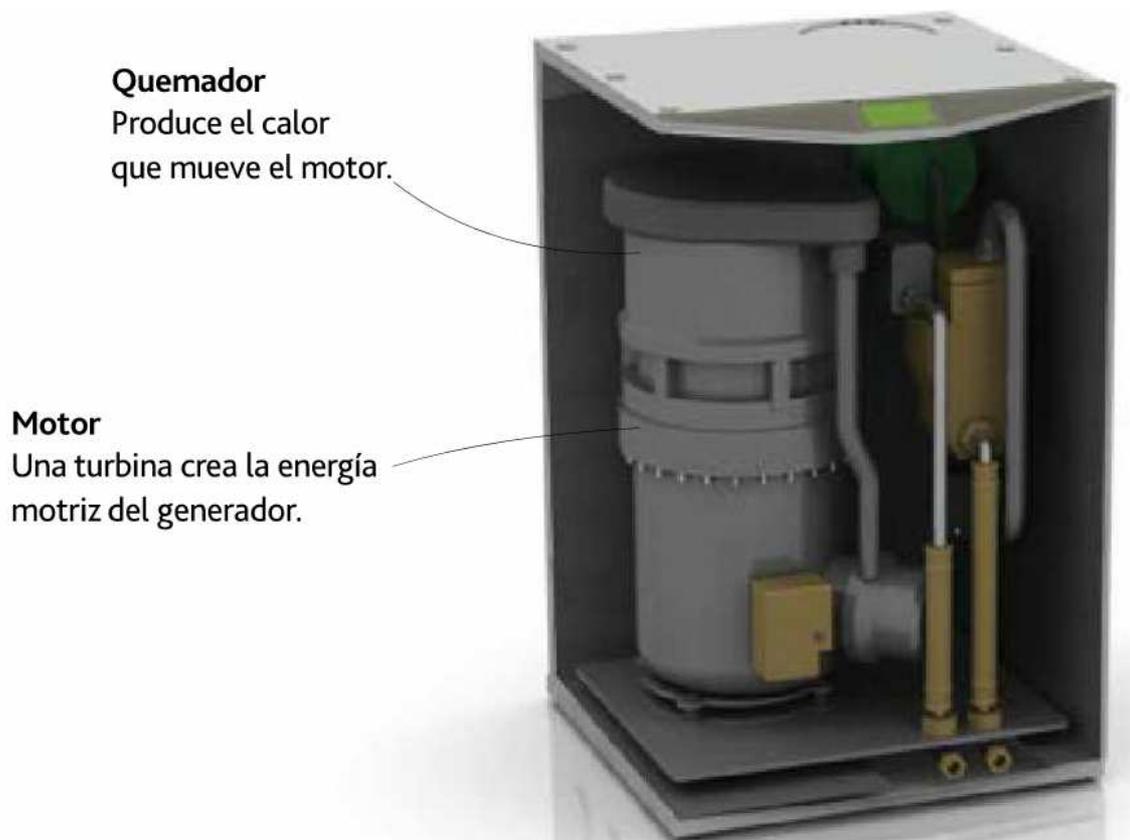


Figura 29 Motor y quemador de un micro-cogenerador, fuente: (web 10)

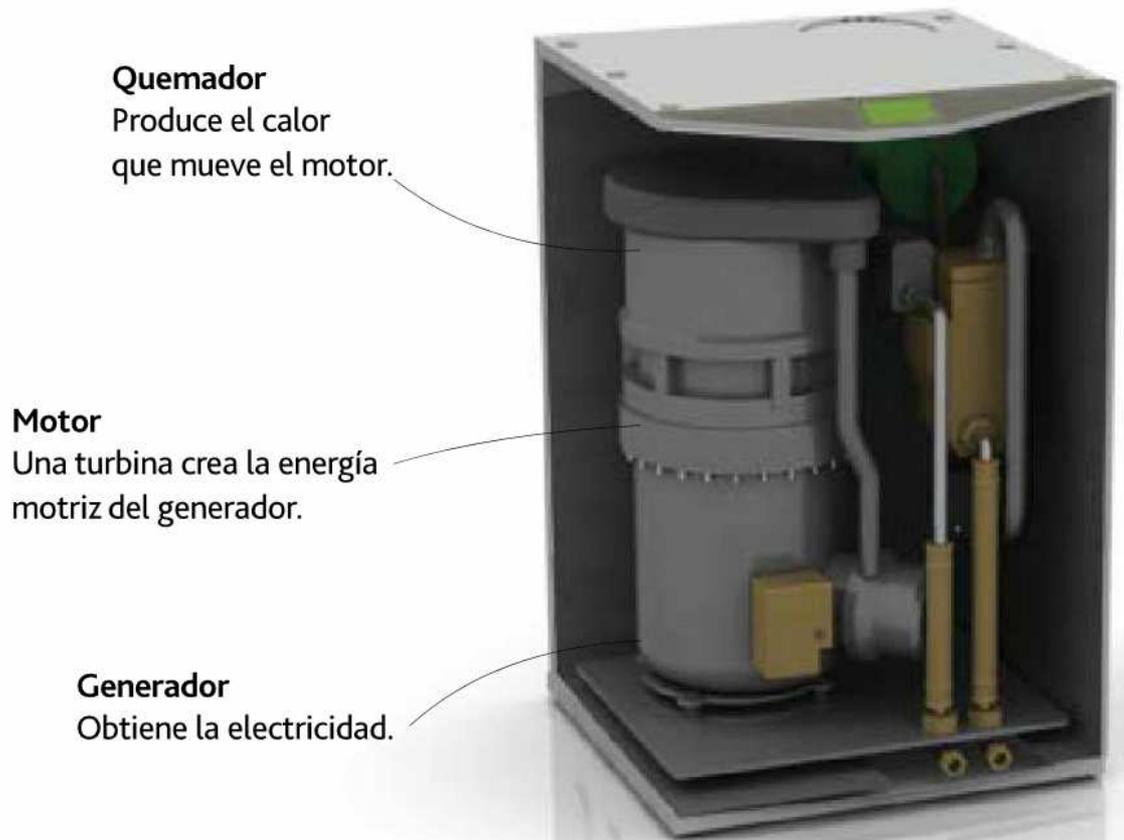


Figura 30 Motor, quemador y generador de un micro-cogenerador, fuente: (web 10)



Figura 31 ..., ..., generador y ventilador de un micro-cogenerador, fuente: (web 10)

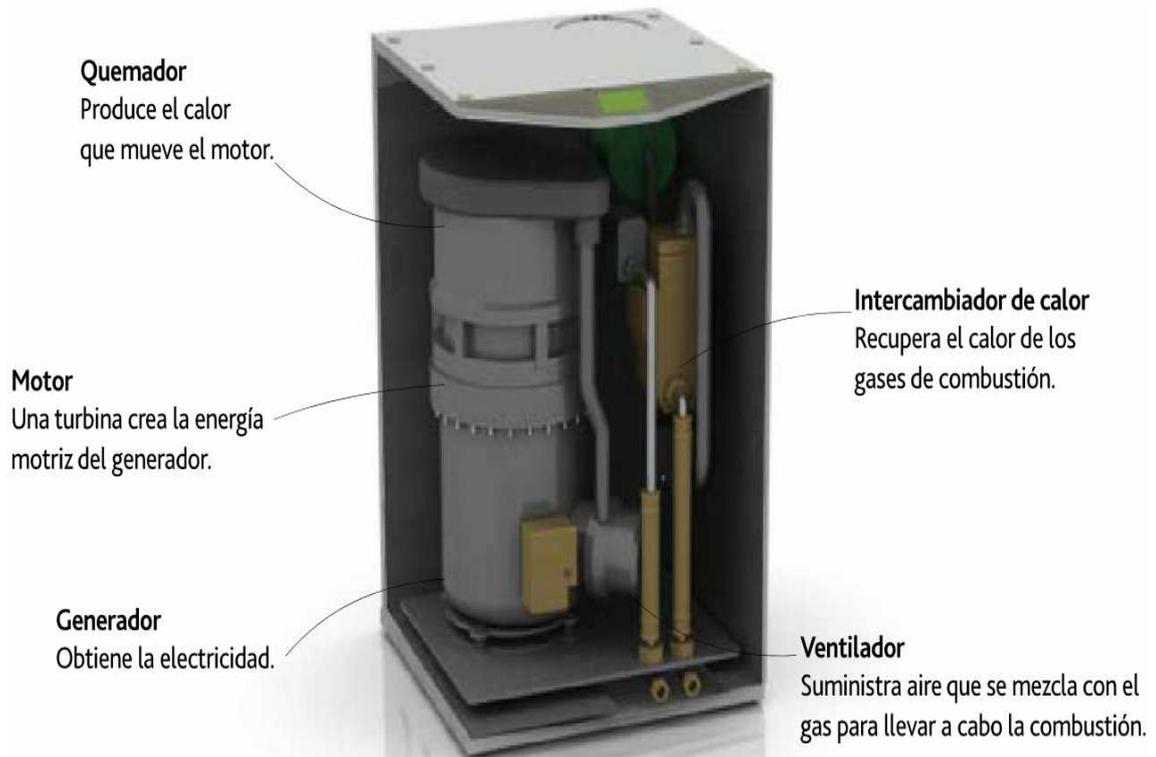


Figura 32..., ventilador de un micro-cogenerador, fuente: (web 10)

10.2. — FUNCIONAMIENTO DEL MICROCOGENERADOR

Es el que se describe en las figuras 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42 y 43. El corazón de un microcogenerador es, en la mayoría de los casos, una pequeña turbina que funciona con gas.

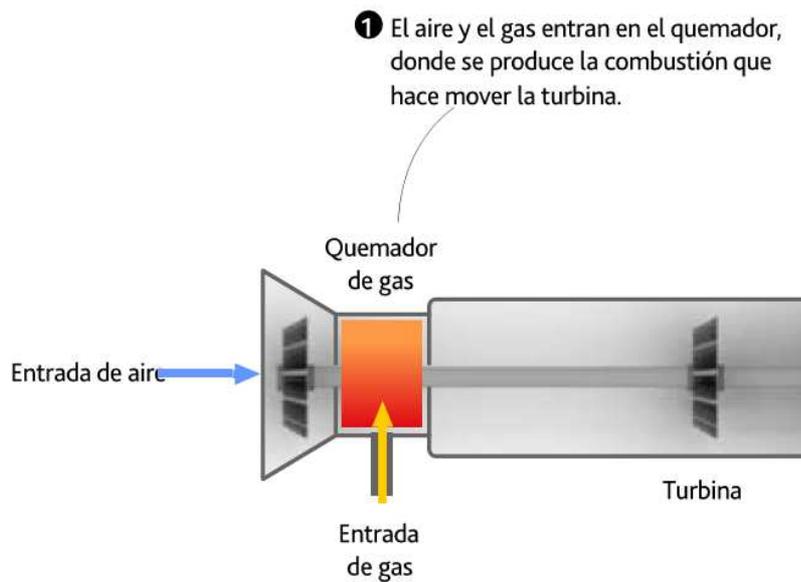


Figura 33 PEQUEÑA TURBINA que funciona con gas, fuente: (web 10)

El corazón de un microgenerador es, en la mayoría de los casos, una pequeña turbina que funciona con gas.

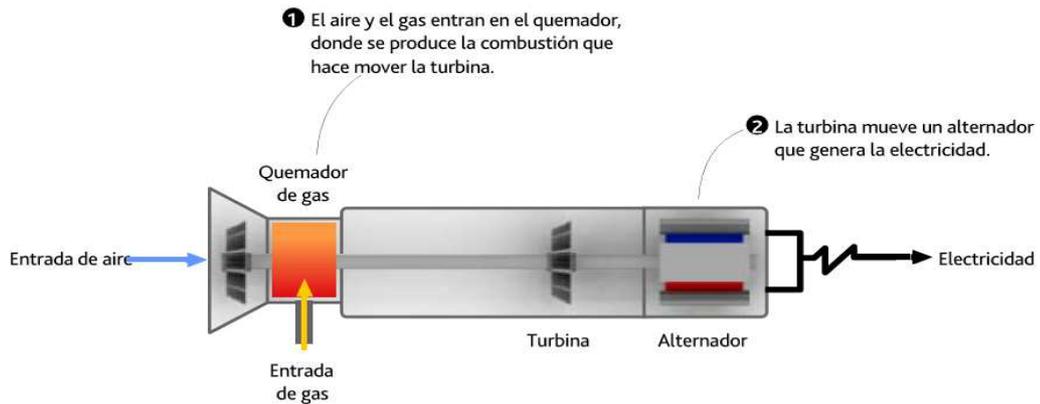


Figura 34...MUEVE UN ALTERNADOR que genera electricidad, Fuente: (web 10)

El corazón de un microgenerador es, en la mayoría de los casos, una pequeña turbina que funciona con gas.

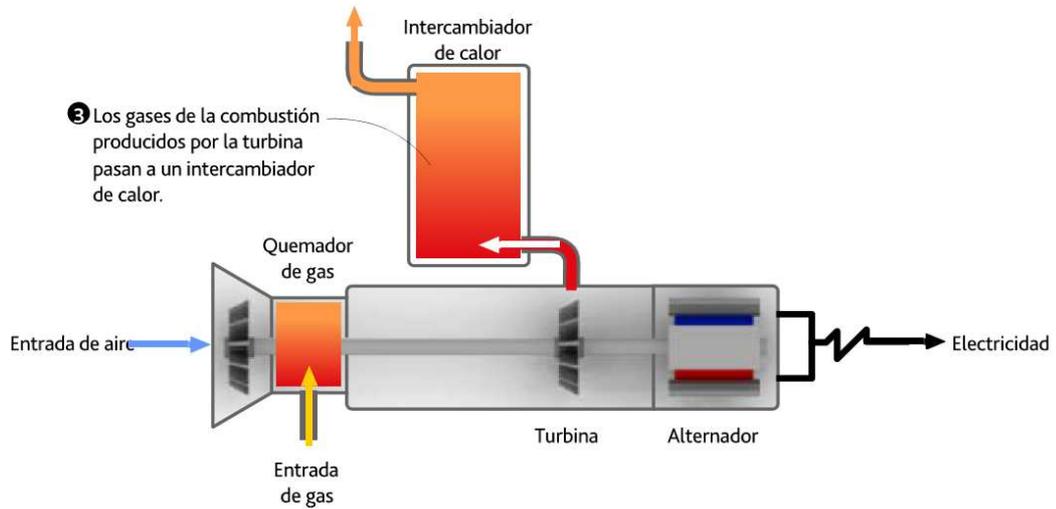


Figura 35...LOS GASES DE LA COMBUSTIÓN PASAN A UN INTERCAMBIADOR DE CALOR, Fuente: (web 10)

El corazón de un microgenerador es, en la mayoría de los casos, una pequeña turbina que funciona con gas.

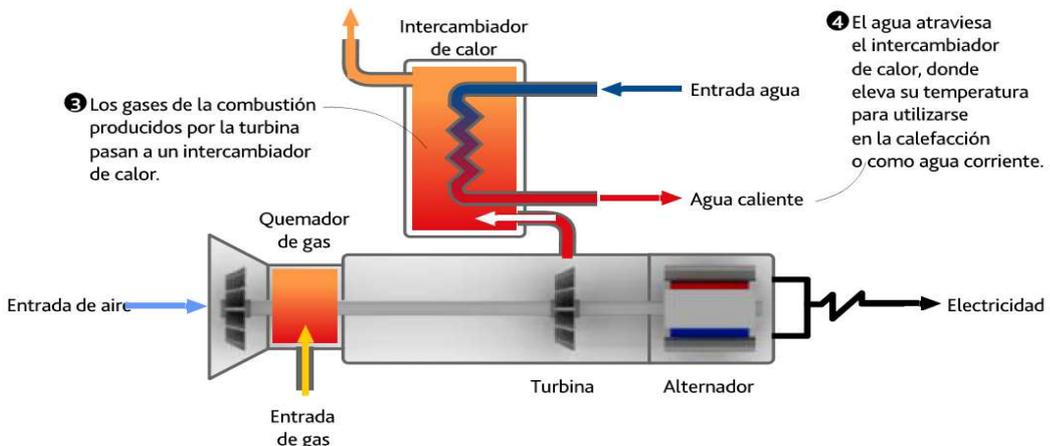


Figura 36... El agua atraviesa el intercambiador de calor, donde eleva su temperatura para utilizarse en la calefacción o como agua caliente, Fuente: (web 10)

10.3. —... DEL MICROCOGENERADOR EN LA VIVIENDA

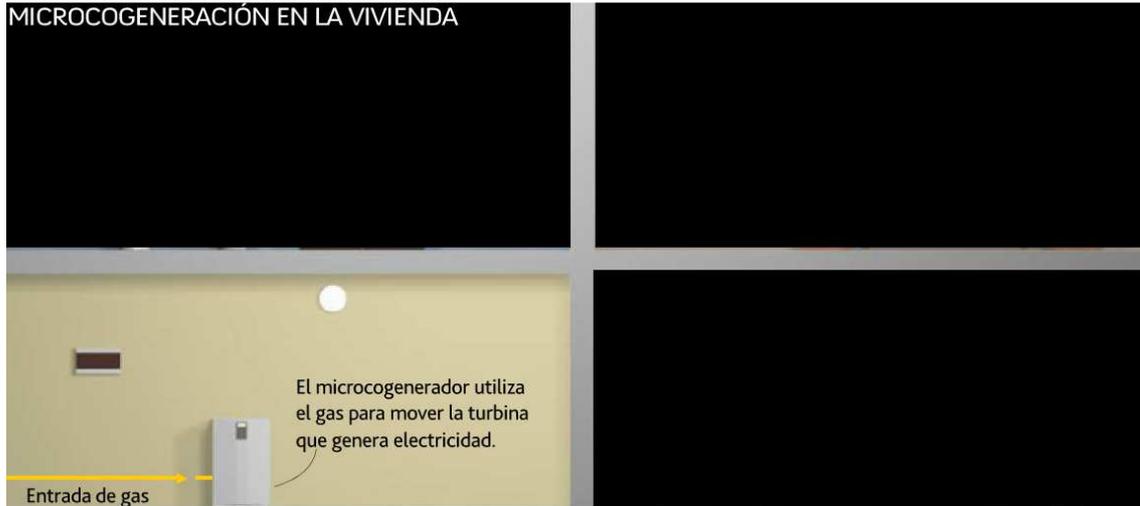


Figura 37...MUEVE UN ALTERNADOR que genera electricidad, Fuente: (web 10)



Figura 38....PARA ABASTECER LA VIVIENDA, Fuente: (web 10)



Figura 39...Y vender el excedente a una C^{ta} Suministradora, fuente: (web 10)



Figura 40..., se almacena el agua caliente en un depósito, Fuente: (web 10)



Figura 41...Para distribuirla por las tuberías de la vivienda hasta los grifos y el sistema de calefacción, Fuente: (web 10)



Figura 42...Una vez utilizada, el agua de la calefacción regresa al microgenerador, donde se calentará de nuevo, Fuente: (web 10)



Figura 43...Puede instalarse una caldera convencional que actúe como apoyo y entre en funcionamiento para cubrir los picos de la demanda, Fuente: (web 10)

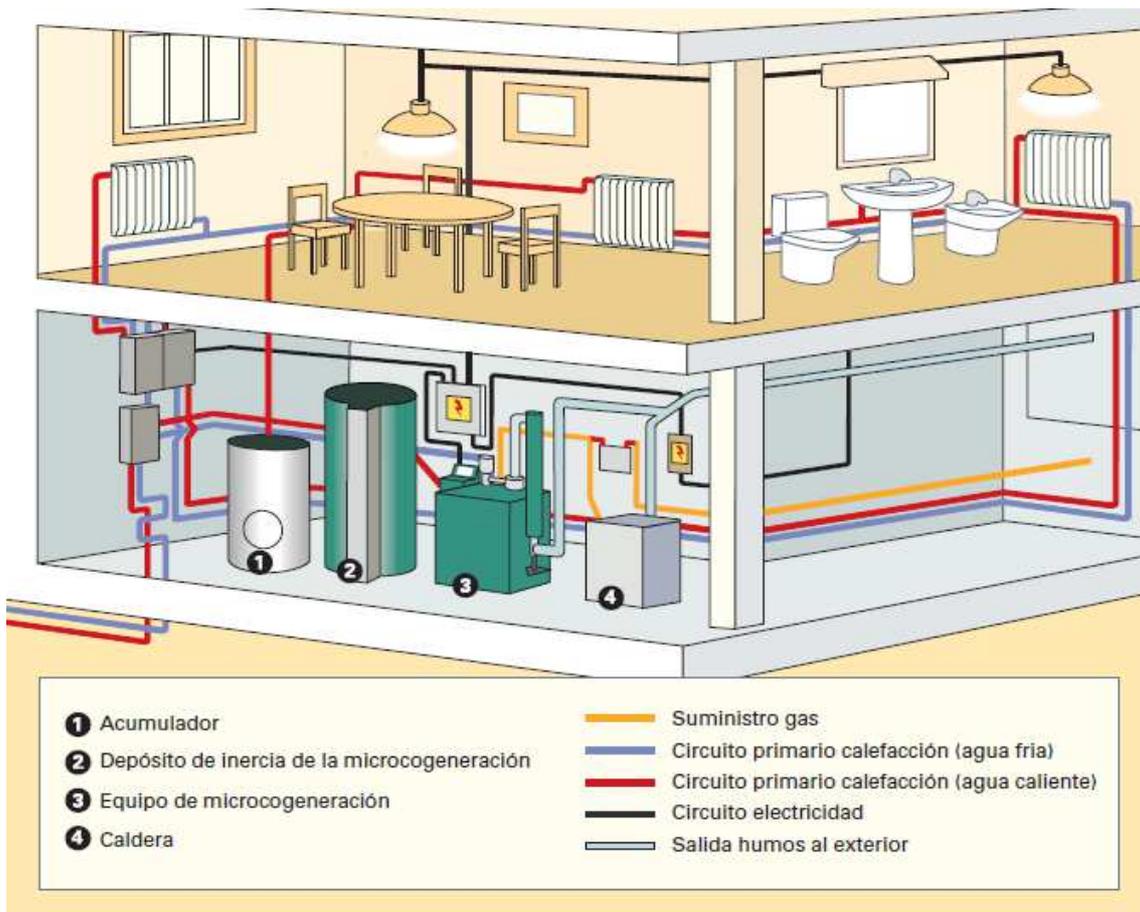
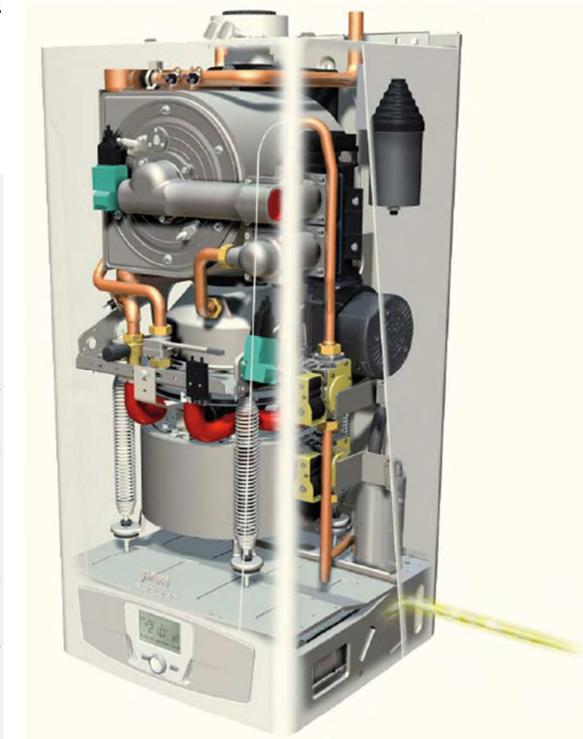


Figura 44. Componentes de una instalación de micro-cogeneración (OVACEN)

Se trata –como puede observarse en las figuras 44 y 45- de un sistema que actualmente se fabrica en formato compacto similar al de una caldera convencional, que **es capaz de generar simultáneamente energía eléctrica y energía térmica**, sin que se requiera mucho espacio para su instalación.

En la actualidad para la **micro-cogeneración** se emplean tanto combustibles fósiles (gas natural, butano, propano, etc...) como otros combustibles como biodiesel, que poseen baja emisión de gases en su combustión y por su facilidad de producción a partir de productos vegetales; si bien se están investigando sistemas que emplean para su funcionamiento energías renovables como la biomasa y la energía solar.



(OVACEN)

Figura 45 Motor Stirling ECOGEN (OVACEN)

CAPITULO 11

DESARROLLO FUTURO DE LA MICROCOGENERACION

11.0.-INTRODUCCIÓN

La aplicación de un sistema de micro-cogeneración en una vivienda unifamiliar aislada permitiría la producción simultánea de electricidad y calor a partir de la energía primaria contenida en un combustible, en este caso gas natural. El calor producido se utilizará para cubrir la demanda de calor necesaria para el agua caliente sanitaria y la demanda de calefacción de una vivienda unifamiliar aislada.

Conseguir el mayor número de horas anuales de funcionamiento del equipo de cogeneración (figura 46) y optimizar, de este modo, los costes de la producción energética: sólo será posible con las siguientes:

11.1.- CONDICIONES

1. Homogénea y estable interpretación de las normativas
2. Trámites simplificados de conexión a red
3. Correcta retribución según potencia
4. Planificación de la gestión posterior

(Fuente: web 11)

11.2.- EMPRESA DE SERVICIOS ENERGETICOS

Lo mismo que las empresas de distribución de alimentos, las empresas farmacéuticas, las empresas de reparación de electrodomésticos, etc., existirán las empresas de **servicios energéticos** "como una persona física o jurídica que proporciona servicios energéticos o de mejora de la eficiencia energética en las instalaciones o locales de un usuario y afronta cierto grado de riesgo económico al hacerlo. El pago de los servicios prestados se basará (en parte o totalmente) en la obtención de mejoras de la eficiencia energética y en el cumplimiento de los demás requisitos de rendimiento convenidos". (Directiva 2006/32/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de abril de 2006). *(Fuente: web 11)*

11.3.- LA MICROCOGENERACIÓN DOMÉSTICA COMO FUTURO



Figura 46 Soluciones en la edificación con equipos de micro-cogeneración (*Fuente: web 11*)

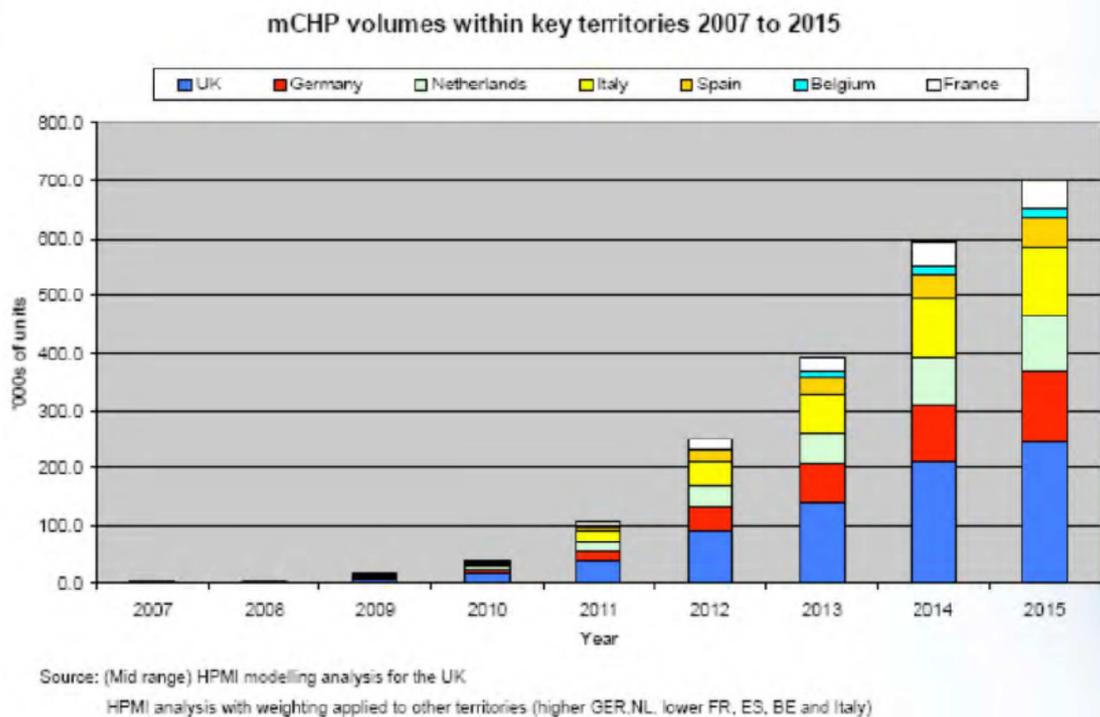


Figura 47 Potencial de la micro-cogeneración.- HISTOGRAMA (*Fuente: web 11*)

En el histograma de la figura 47 puede observarse como va creciendo (en miles de unidades), del año 2007 al 2015, el uso de la (m CHP) micro-cogeneración en Inglaterra (más de 200), Alemania (más de 100), Holanda (más de 90), Italia (más de 100), España (más de 50), Bélgica (más de 20) y Francia (más de 50)

CAPÍTULO 12
ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE VIABILIDAD DE LA
MICRO-COGENERACIÓN EN VIVIENDA UNIFAMILIAR
 AISLADA EN ESPAÑA

12.0.-INTRODUCCIÓN

En este análisis consideraremos, primero, los consumos energéticos sin cogeneración de energía y, seguidamente, consideraremos esos mismos consumos aplicando técnicas de cogeneración. La solución que se busca ha de servir de modelo:

1. En la aplicación de la micro-cogeneración en el ámbito de la vivienda unifamiliar aislada
2. En el aprovechamiento constante e integral del calor para (ACS) y calefacción, mientras se genera electricidad.

Se considera la posibilidad de diferentes escenarios (consumo de electricidad: 2200 kWh – 3200 kWh – 4800 kWh - 5600 kWh), variadas estrategias (vivienda unifamiliar aislada y viviendas plurifamiliares) y una doble alternativa (motor de ciclo Otto, de combustión interna - motor Stirling, de combustión externa).

12.1. CONSUMOS ENERGÉTICOS SIN COGENERACIÓN

12.1.1. FACTURACIÓN ELÉCTRICA

La tarifa para BT es la 2.0 (General, $P \leq 15$ kW) cuyo término de potencia es 1'415263 €/ kW y mes; y el de energía, de 0'080401€/kWh.(González, 2008),

12.1.1.1. UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA

Los consumos por vivienda difieren: 2200 kWh –2400 kWh – 2600 kWh.... – 3200 kWh- ...Aquí, expondremos las tablas del consumo: 3200 kWh anuales máximos; que alcanzamos según tabla adjunta de vivienda unifamiliar TIPO (Tabla 0)

APARATOS ELECTRICOS QUE UTILIZA NORMALMENTE	POTENCIA ELECTRICA		CANTIDAD DE APARATOS	HORAS DE CONSUMO DIARIO	DIAS DE CONSUMO EN UN MES	CONSUMO MENSUAL EN KWh
	Watt	KW				
Fluorescente de 40 W	50(*)	0,050	3	5	30	22,50
Foco de 50 W	50	0,050	2	5	30	15,00
Foco de 75 W	75	0,075	1	5	30	11,25
Foco de 100 W	100	0,100	1	5	30	15,00
TV de 27"	125	0,125	1	5	30	18,75
DVD	25	0,025	1	1	4	0,10
Equipo de sonido	60	0,060	1	2	30	3,60
Refrigeradora	240	0,240	1	10	30	72,00
Lavadora	500	0,500	1	1	4	2,00
Cocina	6000	6,000	1	0,4	26	62,40
Computadora	250	0,250	1	1	10	2,50
Plancha eléctrica	1000	1,000	1	1	4	4,00
Termo eléctrico	1200	1,200	1	1	30	36,00
CONSUMO TOTAL MENSUAL						265,10
EN UN AÑO SOLO TENEMOS QUE MULTIPLICAR				X	12	3181,20

Redondeando llegamos a **3200 kWh** de consumo anual



Figura 48.- Planta de vivienda unifamiliar aislada TIPO

Tabla 1 Vivienda unifamiliar con consumo 3200 kWh

CONSUMO DOMÉSTICO 3200kWh	Potencia Contratada (kW)	Tp (€/kWh mes)	Cuota término potencia (€)	Energía consumida (kWh)	Te (€/kWh)	Cuota término energía (€)	Impuesto electricidad (€)	Alquiler Equipos (€)	IVA (€)	Total (€)
ENERO	9,9	1'415263	14,01€	262,4	0'080401	21,10€	1,42€	0,54€	7,78€	44,85 €
FEBRERO	9,9	1'415263	14,01€	262,4	0'080401	21,10€	1,42€	0,54€	7,78€	44,85 €
MARZO	9,9	1'415263	14,01€	246,4	0'080401	19,81€	1,36€	0,54€	7,50€	43,22 €
ABRIL	9,9	1'415263	14,01€	262,4	0'080401	21,10€	1,42€	0,54€	7,78€	44,85 €
MAYO	9,9	1'415263	14,01€	284,8	0'080401	22,90€	1,51€	0,54€	8,18€	47,14 €
JUNIO	9,9	1'415263	14,01€	284,8	0'080401	22,90€	1,51€	0,54€	8,18€	47,14 €
JULIO	9,9	1'415263	14,01€	288,0	0'080401	23,16€	1,52€	0,54€	8,24€	47,47 €
AGOSTO	9,9	1'415263	14,01€	268,8	0'080401	21,61€	1,45€	0,54€	7,90€	45,51 €
SEPTIEMBRE	9,9	1'415263	14,01€	275,2	0'080401	22,13€	1,47€	0,54€	8,01€	46,16 €
OCTUBRE	9,9	1'415263	14,01€	246,4	0'080401	19,81€	1,36€	0,54€	7,50€	43,22 €
NOVIEMBRE	9,9	1'415263	14,01€	256,0	0'080401	20,58€	1,40€	0,54€	7,67€	44,20 €
DICIEMBRE	9,9	1'415263	14,01€	262,4	0'080401	21,10€	1,42€	0,54€	7,78€	44,85 €
T O T A L										543,48 €

12.1.1.2.- VIVIENDAS PLURIFAMILIARES. (8, 16 y 24)

Ascensores y *puntos de luz* fuera de las viviendas, pero dentro del edificio.

Tabla 2 Consumo comunitario OCHO (8) viviendas (*ascensores y puntos de luz*)

4480kWh	Potencia Contratada (kW)	Tp (€/kWh mes)	Cuota término potencia	Energía consumida (kWh)	Te (€/kWh)	Cuota término energía	Impuesto electricidad	Alquiler Equipos (€)	IVA	Total (€)
ENERO	9,9	1'415263	14,01€	367,4	0'080401	29,54€	2,15€	0,54€	9,71€	55,95€
FEBRERO	9,9	1'415263	14,01€	367,4	0'080401	29,54€	2,15€	0,54€	9,71€	55,95€
MARZO	9,9	1'415263	14,01€	345,0	0'080401	27,74€	2,07€	0,54€	9,32€	53,68€
ABRIL	9,9	1'415263	14,01€	367,4	0'080401	29,54€	2,15€	0,54€	9,71€	55,95€
MAYO	9,9	1'415263	14,01€	398,7	0'080401	32,06€	2,28€	0,54€	10,27€	59,16€
JUNIO	9,9	1'415263	14,01€	398,7	0'080401	32,06€	2,28€	0,54€	10,27€	59,16€
JULIO	9,9	1'415263	14,01€	403,2	0'080401	32,42€	2,29€	0,54€	10,34€	59,60€
AGOSTO	9,9	1'415263	14,01€	376,3	0'080401	30,26€	2,19€	0,54€	9,87€	56,87€
SEPTIEMBRE	9,9	1'415263	14,01€	385,3	0'080401	30,98€	2,22€	0,54€	10,03€	57,78€
OCTUBRE	9,9	1'415263	14,01€	345,0	0'080401	27,74€	2,07€	0,54€	9,32€	53,68€
NOVIEMBRE	9,9	1'415263	14,01€	358,4	0'080401	28,82€	2,12€	0,54€	9,55€	55,04€
DICIEMBRE	9,9	1'415263	14,01€	367,4	0'080401	29,54€	2,15€	0,54€	9,71€	55,95€
T O T A L										678,76€

Tabla 3 Consumo comunitario dieciséis (16) viviendas (*ascensores y puntos de luz*)

5600kWh	Potencia Contratada (kW)	Tp (€/kWh mes)	Cuota término potencia	Energía consumida (kWh)	Te (€/kWh)	Cuota término energía	Impuesto electricidad	Alquiler Equipos (€)	IVA	Total (€)
ENERO	9,9	1'415263	14,01€	459,2	0'080401	36,92€	2,51€	0,54€	11,34€	65,32€
FEBRERO	9,9	1'415263	14,01€	459,2	0'080401	36,92€	2,51€	0,54€	11,34€	65,32€
MARZO	9,9	1'415263	14,01€	431,2	0'080401	34,67€	2,40€	0,54€	10,84€	62,46€
ABRIL	9,9	1'415263	14,01€	459,2	0'080401	36,92€	2,51€	0,54€	11,34€	65,32€
MAYO	9,9	1'415263	14,01€	498,4	0'080401	40,07€	2,67€	0,54€	12,03€	69,32€
JUNIO	9,9	1'415263	14,01€	498,4	0'080401	40,07€	2,67€	0,54€	12,03€	69,32€
JULIO	9,9	1'415263	14,01€	504,0	0'080401	40,52€	2,69€	0,54€	12,13€	69,89€
AGOSTO	9,9	1'415263	14,01€	470,4	0'080401	37,82€	2,56€	0,54€	11,54€	66,47€
SEPTIEMBRE	9,9	1'415263	14,01€	481,6	0'080401	38,72€	2,60€	0,54€	11,73€	67,60€
OCTUBRE	9,9	1'415263	14,01€	431,2	0'080401	34,67€	2,40€	0,54€	10,84€	62,46€
NOVIEMBRE	9,9	1'415263	14,01€	448,0	0'080401	36,02€	2,47€	0,54€	11,14€	64,18€
DICIEMBRE	9,9	1'415263	14,01€	459,2	0'080401	36,92€	2,51€	0,54€	11,34€	65,32€
T O T A L										792,96€

Tabla 4 Consumo comunitario veinticuatro (24) viviendas (*ascensores y puntos de luz*)

9800kWh	Potencia Contratada (kW)	Tp (€/kWh mes)	Cuota término potencia	Energía consumida (kWh)	Te (€/kWh)	Cuota término energía	Impuesto electricidad	Alquiler Equipos (€)	IVA	Total (€)
ENERO	9,9	1'415263	14,01€	803,6	0'080401	64,61€	3,86€	0,54€	17,43€	100,45€
FEBRERO	9,9	1'415263	14,01€	803,6	0'080401	64,61€	3,86€	0,54€	17,43€	100,45€
MARZO	9,9	1'415263	14,01€	754,6	0'080401	60,67€	3,67€	0,54€	16,57€	95,46€
ABRIL	9,9	1'415263	14,01€	803,6	0'080401	64,61€	3,86€	0,54€	17,43€	100,45€
MAYO	9,9	1'415263	14,01€	872,2	0'080401	70,13€	4,13€	0,54€	18,65€	107,46€
JUNIO	9,9	1'415263	14,01€	872,2	0'080401	70,13€	4,13€	0,54€	18,65€	107,46€
JULIO	9,9	1'415263	14,01€	882,0	0'080401	70,91€	4,17€	0,54€	18,82€	108,45€
AGOSTO	9,9	1'415263	14,01€	823,2	0'080401	66,19€	3,94€	0,54€	17,78€	102,46€
SEPTIEMBRE	9,9	1'415263	14,01€	842,8	0'080401	67,76€	4,01€	0,54€	18,13€	104,45€
OCTUBRE	9,9	1'415263	14,01€	754,6	0'080401	60,67€	3,67€	0,54€	16,57€	95,46€
NOVIEMBRE	9,9	1'415263	14,01€	784,0	0'080401	63,03€	3,78€	0,54€	17,09€	98,45€
DICIEMBRE	9,9	1'415263	14,01€	803,6	0'080401	64,61€	3,86€	0,54€	17,43€	100,45€
T O T A L										1221,46€

Tabla 5 Facturación eléctrica viviendas plurifamiliares

Nº DE VIVIENDAS	CONSUMO DOMÉSTICO (kWh)	CONSUMO COMUNITARIO (kWh)	FACTURA VIVIENDA Tabla 1	FACTURA VIVIENDAS BLOQUE(€)	FACTURA COMUNITARIA (€)	FACTURA TOTAL (€)
8	3200	4480	543,48 €	4347,84(€)	678,76€	5026,60€
16	3200	5600	543,48 €	8695,68(€)	792,96€	9488,64€
24	3200	9800	543,48 €	13043,52(€)	1221,46€	14264,98€

12.1.2. FACTURACIÓN DE GAS NATURAL

La tarifa empleada para el cálculo de la factura de gas natural de cada una de las viviendas se ha obtenido directamente de los recibos bimensuales

12.1.2.1. POR CONSUMO DE ACS (agua caliente sanitaria)

Con una ocupación de 4 personas por vivienda unifamiliar aislada y gasto de 40 litros de ACS por persona –mínimo 30 según CTE-, resulta que el consumo de kW **Por ACS (agua caliente sanitaria)** con un rendimiento del 86%, es el señalado en la tabla siguiente, teniendo en cuenta que $860 \text{ Kcal} = 1 \text{ kWh}$ y que $Q = m \cdot \Delta t \cdot c_p = \text{calorías}$:

Temperatura mínima diaria media del agua de la red general en °C, según CENSOLAR e IDAE y la norma UNE 94002 2005

Tabla 6: Consumo de kWh para ACS (agua caliente sanitaria) (Demanda de referencia a 60 °C).

	DIAS	ΔT^a (°C)	1 VIVIENDA		8 VIVIENDAS		16 VIVIENDAS		24 VIVIENDAS	
			M ³	kWh	M ³	kWh	M ³	kWh	M ³	kWh
ENERO	31	52	0,16	257,92	1,28	2063,36	2,56	4126,72	3,84	6190,08
FEBRERO	28	51	0,16	228,48	1,28	1827,84	2,56	3655,68	3,84	5483,52
MARZO	31	49	0,16	243,04	1,28	1944,32	2,56	3888,64	3,84	5832,96
ABRIL	30	47	0,16	225,60	1,28	1804,80	2,56	3609,60	3,84	5414,40
MAYO	31	46	0,16	228,16	1,28	1825,28	2,56	3650,56	3,84	5475,84
JUNIO	30	45	0,16	216,00	1,28	1728,00	2,56	3456,00	3,84	5184,00
JULIO	31	44	0,16	218,24	1,28	1745,92	2,56	3491,84	3,84	5237,76
AGOSTO	31	45	0,16	223,20	1,28	1785,60	2,56	3571,20	3,84	5356,80
SEPTIEMBRE	30	46	0,16	220,80	1,28	1766,40	2,56	3532,80	3,84	5299,20
OCTUBRE	31	47	0,16	233,12	1,28	1864,96	2,56	3729,92	3,84	5594,88
NOVIEMBRE	30	49	0,16	235,20	1,28	1881,60	2,56	3763,20	3,84	5644,80
DICIEMBRE	31	52	0,16	257,92	1,28	2063,36	2,56	4126,72	3,84	6190,08
CONSUMO TOTAL ANUAL				2787,68		22301,44		44602,88		66904,32

12.1.2.2. POR CALEFACCIÓN:

Del estudio de cargas (IDAE) resulta que el consumo de calefacción es el que se señala en la tabla siguiente:

Tabla 7: Consumo de kWh para calefacción

	DIAS	HORAS	1 VIVIENDA		8 VIVIENDAS		16 VIVIENDAS		24 VIVIENDAS	
			kW	kWh	kW	kWh	kW	kWh	kW	kWh
ENERO	31	4,5	13,092	1826,33	83,924	11707,40	161,044	22465,64	238,164	33223,88
FEBRERO	28	3,1	13,092	1136,39	83,924	7284,60	161,044	13978,62	238,164	20672,64
MARZO	31	2,6	13,092	1055,22	83,924	6764,27	161,044	12980,15	238,164	19196,02
ABRIL	30	0	13,092	0,00	83,924	0,00	161,044	0,00	238,164	0,00
MAYO	31	0	13,092	0,00	83,924	0,00	161,044	0,00	238,164	0,00
JUNIO	30	0	13,092	0,00	83,924	0,00	161,044	0,00	238,164	0,00
JULIO	31	0	13,092	0,00	83,924	0,00	161,044	0,00	238,164	0,00
AGOSTO	31	0	13,092	0,00	83,924	0,00	161,044	0,00	238,164	0,00
SEPTIEMBRE	30	0	13,092	0,00	83,924	0,00	161,044	0,00	238,164	0,00
OCTUBRE	31	0,6	13,092	243,51	83,924	1560,99	161,044	2995,42	238,164	4429,85
NOVIEMBRE	30	3,4	13,092	1335,38	83,924	8560,25	161,044	16426,49	238,164	24292,73
DICIEMBRE	31	4,6	13,092	1866,92	83,924	11967,56	161,044	22964,87	238,164	33962,19
CONSUMO TOTAL ANUAL				7463,75		47845,07		91811,18		135777,30

Tabla 8 Facturación de las estrategias (ACS + Calefacción) (Tabla 6 + tabla 7)

	1 VIVIENDA		8 VIVIENDAS		16 VIVIENDAS		24 VIVIENDAS	
	ACS + Calefacción	Factura (€)						
ENERO	2084,25	68,78	13770,76	454,44	26592,36	877,55	39413,96	1300,66
FEBRERO	1364,87	45,04	9112,44	300,71	17634,30	581,93	26156,16	863,15
MARZO	1298,26	42,84	8708,59	287,38	16868,79	556,67	25028,98	825,96
ABRIL	225,60	7,44	1804,80	59,56	3609,60	119,12	5414,40	178,68
MAYO	228,16	7,53	1825,28	60,23	3650,56	120,47	5475,84	180,70
JUNIO	216,00	7,13	1728,00	57,02	3456,00	114,05	5184,00	171,07
JULIO	218,24	7,20	1745,92	57,62	3491,84	115,23	5237,76	172,85
AGOSTO	223,20	7,37	1785,60	58,92	3571,20	117,85	5356,80	176,77
SEPTIEMBRE	220,80	7,29	1766,40	58,29	3532,80	116,58	5299,20	174,87
OCTUBRE	476,63	15,73	3425,95	113,06	6725,34	221,94	10024,73	330,82
NOVIEMBRE	1570,58	51,83	10441,85	344,58	20189,69	666,26	29937,53	987,94
DICIEMBRE	2124,84	70,12	14030,92	463,02	27091,59	894,02	40152,27	1325,02
TOTAL	10251,43	338,30	70146,51	2314,83	136414,06	4501,66	202681,62	6688,49

Suponiendo un precio de kWh a 0,055333 ≈ 0,06€/kWh

12.2. APLICACIÓN DE COGENERACIÓN.

Para el GASOIL

$$PCI * \frac{kWh}{kCal} * \rho_{gasoil} = 10250 \frac{kCal}{kg} * \frac{kWh}{860kCal} * 0,85 \frac{kg}{l} = 10,131 \frac{kWh}{l}$$

$$\frac{\text{precio litro combustible} \frac{\text{€}}{l}}{PCI * \frac{kWh}{kCal} * \rho_{gasoil}} = \frac{1,1 \frac{\text{€}}{l}}{10,131 \frac{kWh}{l}} = 0,11 \frac{\text{€}}{kWh}$$

Para el GAS NATURAL

Suponiendo un precio de kWh a 0,055333 ≈ 0,06€/kWh

Aunque hubiéramos empleado el PCS el precio del GASOIL seguiría siendo absolutamente superior al del GAS NATURAL

12.3.- EJEMPLO DE CÁLCULO:

A. Una sola vivienda unifamiliar aislada con un consumo anual de 3200 kWh:

-Horas anuales de funcionamiento: (Tabla 8)

$$\frac{\text{Consumo (acs + calefacción)} \frac{kWh}{\text{año}}}{\text{potencia térmica MCHP}(kW)} = \frac{(2787,68 + 7463,75) \frac{kWh}{\text{año}}}{14,8kW} = \frac{10251,43 \frac{h}{\text{año}}}{14,8} = 692,66 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

-Energía eléctrica producida:

$$\frac{\text{horas}}{\text{año}} * \text{potencia eléctrica MCHP}(kW) * \text{precio de venta} \frac{\text{€}}{kWh} = 692,66 \frac{\text{horas}}{\text{año}} * 5,5kW * 0,19 \frac{\text{€}}{kWh}$$

$$692,66 \frac{\text{horas}}{\text{año}} * 5,5kW * 0,19 \frac{\text{€}}{kWh} = 723,83 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

-Energía eléctrica consumida:

$$\text{consumo anual}(kWh) * \text{precio de compra} \frac{\text{€}}{kWh} = 3200(kWh) * 0,15 \frac{\text{€}}{kWh} = 480\text{€}$$

-Beneficio obtenido de la venta de energía eléctrica:

$$[\text{€}_{\text{producidos}} - \text{€}_{\text{consumidos}} = \text{Beneficio}]$$

$$723,83 - 480 = 243,83\text{€}$$

-Gastos Mantenimiento:

$$692,66 \frac{\text{horas}}{\text{año}} * 5,5kW * 0,02 \frac{\text{€}}{kWh} = 76,20 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

-Combustible consumido sin MCHP.

$$\text{Consumo GN} = 10251,43 * 0,06\text{€} = 615,09 \quad (\text{Tabla 8})$$

-Combustible consumido con MCHP.

$$692,66 \frac{\text{horas}}{\text{año}} * 22,791kW * 0,06 \frac{\text{€}}{kWh} = 947,18 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

-Ahorro total anual:

$$(\text{electr} + \text{combust})_{\text{sin MCHP}} - (\text{combust} + \text{mantenim} - B^{\circ} \text{venta electr})_{\text{con MCHP}} = \text{Ahorro anual}$$

$$480 + 615,09 - (947,18 + 76,20 - 243,83) = 315,54\text{€}$$

-Periodo de amortización:

$$\frac{\text{Precio MCHP}}{\text{Ahorro anual Bruto}} = \frac{27600\text{€}}{\frac{315,54\text{€}}{\text{año}}} = 87,47 \text{ años}$$

Para este caso (una vivienda unifamiliar aislada) observamos que el periodo de amortización obtenido es demasiado largo. Incluso superaría el periodo de vida útil de la máquina y, por ello, es inadmisibles. (Véanse las gráficas 1 y 5)

B. Edificio de viviendas plurifamiliares (ocho viviendas)

-Horas anuales de funcionamiento: (Tabla 8)

$$\frac{\text{Consumo (acs + calefacción)} \frac{kWh}{\text{año}}}{\text{potencia térmica MCHP}(kW)} = \frac{(22301,44 + 47845,07) \frac{kWh}{\text{año}}}{14,8kW} = \frac{70146,51 \frac{h}{\text{año}}}{14,8} = 4739,63 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

-Energía eléctrica producida:

$$\frac{\text{horas}}{\text{año}} * \text{potencia eléctrica MCHP}(kW) * \text{precio de venta} \frac{\text{€}}{kWh} = 4739,63 \frac{\text{horas}}{\text{año}} * 5,5kW * 0,19 \frac{\text{€}}{kWh}$$

$$4739,63 \frac{\text{horas}}{\text{año}} * 5,5kW * 0,19 \frac{\text{€}}{kWh} = 4952,91 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

-Energía eléctrica consumida:

$$\text{consumo anual}(kWh) * \text{precio de compra} \frac{\text{€}}{kWh} = [3200(kWh) * 8 + 4480kWh] * 0,15 \frac{\text{€}}{kWh} = 4512\text{€}$$

-Beneficio obtenido de la venta de energía eléctrica:

$$[\text{€}_{\text{producidos}} - \text{€}_{\text{consumidos}} = \text{Beneficio}]$$

$$4952,91 - 4512 = 440,91\text{€}$$

-Gastos Mantenimiento:

$$4739,63 \frac{\text{horas}}{\text{año}} * 5,5kW * 0,06 \frac{\text{€}}{kWh} = 1564,1 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

-Combustible consumido sin MCHP.

$$\text{Consumo GN}=70146,51 * 0,06\text{€} = 4208,79 \quad (\text{Tabla 8})$$

-Combustible consumido con MCHP.

$$4739,63 \frac{\text{horas}}{\text{año}} * 22,791kW * 0,06 \frac{\text{€}}{kWh} = 6481,25 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

-Ahorro total anual:

$$(\text{electr} + \text{combust})_{\text{sin MCHP}} - (\text{combust} + \text{mantenim} - B^{\text{o}} \text{venta electr})_{\text{con MCHP}} = \text{Ahorro anual}$$

$$4512 + 4208,79 - (6481,25 + 1564,1 - 440,91) = 1116,35\text{€}$$

-Periodo de amortización:

$$\frac{\text{Precio MCHP}}{\text{Ahorro anual Bruto}} = \frac{27600\text{€}}{\frac{1116,35\text{€}}{\text{año}}} = 24,72\text{años}$$

Para este caso (Edificio de viviendas plurifamiliares (ocho viviendas)) observamos que el periodo de amortización obtenido es demasiado largo. (Véanse las gráficas 2 y 5)

C. Edificio de viviendas plurifamiliares (dieciséis viviendas)

-Horas anuales de funcionamiento: (Tabla 8)

$$\frac{\text{Consumo (acs + calefacción)} \frac{kWh}{\text{año}}}{\text{potencia térmica MCHP}(kW)} = \frac{(44602,88 + 91811,18) \frac{kWh}{\text{año}}}{14,8kW} = \frac{136414,06 \frac{h}{\text{año}}}{14,8} = 9217,17 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

-Energía eléctrica producida:

$$\frac{\text{horas}}{\text{año}} * \text{potencia eléctrica MCHP}(kW) * \text{precio de venta} \frac{\text{€}}{kWh} = 9217,17 \frac{\text{horas}}{\text{año}} * 5,5kW * 0,19 \frac{\text{€}}{kWh}$$

$$9217,17 \frac{\text{horas}}{\text{año}} * 5,5kW * 0,19 \frac{\text{€}}{kWh} = 9631,94 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

-Energía eléctrica consumida:

$$\text{consumo anual}(kWh) * \text{precio de compra} \frac{\text{€}}{kWh} = [3200(kWh) * 16 + 5600kWh] * 0,15 \frac{\text{€}}{kWh} = 8520\text{€}$$

-Beneficio obtenido de la venta de energía eléctrica:

$$[\text{€}_{\text{producidos}} - \text{€}_{\text{consumidos}} = \text{Beneficio}]$$

$$9631,94 - 8520 = 1111,94\text{€}$$

-Gastos Mantenimiento:

$$9217,17 \frac{\text{horas}}{\text{año}} * 5,5kW * 0,04 \frac{\text{€}}{kWh} = 2027,78 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

-Combustible consumido sin MCHP.

$$\text{Consumo GN} = 136414,06 * 0,06\text{€} = 8184,84\text{€} \text{ (Tabla 8)}$$

-Combustible consumido con MCHP.

$$9217,17 \frac{\text{horas}}{\text{año}} * 22,791kW * 0,06 \frac{\text{€}}{kWh} = 12604,11 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

-Ahorro total anual:

$$(\text{electr} + \text{combust})_{\text{sin MCHP}} - (\text{combust} + \text{mantenim} - B^{\circ} \text{venta electr})_{\text{con MCHP}} = \text{Ahorro anual}$$

$$8520 + 8184,84 - (12604,11 + 2027,78 - 1111,94) = 3184,89\text{€}$$

-Periodo de amortización:

$$\frac{\text{Precio MCHP}}{\text{Ahorro anual Bruto}} = \frac{27600\text{€}}{\frac{3184,89\text{€}}{\text{año}}} = 8,67 \text{ años}$$

Para este caso (Edificio de viviendas plurifamiliares (dieciséis viviendas)) observamos que el periodo de amortización obtenido tampoco es aceptable. (Véanse las gráficas 3 y 5)

D. Edificio de viviendas plurifamiliares (veinticuatro viviendas)

-Horas anuales de funcionamiento: (Tabla 8)

$$\frac{\text{Consumo (acs + calefacción)} \frac{kWh}{\text{año}}}{\text{potencia térmica MCHP}(kW)} = \frac{(66904,32 + 135777,30) \frac{kWh}{\text{año}}}{14,8kW} = \frac{202681,62 \frac{h}{\text{año}}}{14,8} = 13694,7 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

-Energía eléctrica producida:

$$\frac{\text{horas}}{\text{año}} * \text{potencia eléctrica MCHP}(kW) * \text{precio de venta} \frac{\text{€}}{kWh} = 13694,7 \frac{\text{horas}}{\text{año}} * 5,5kW * 0,19 \frac{\text{€}}{kWh}$$

$$13694,7 \frac{\text{horas}}{\text{año}} * 5,5kW * 0,19 \frac{\text{€}}{kWh} = 14310,96 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

-Energía eléctrica consumida:

$$\text{consumo anual}(kWh) * \text{precio de compra} \frac{\text{€}}{kWh} = [3200(kWh) * 24 + 9800kWh] * 0,15 \frac{\text{€}}{kWh} = 12990\text{€}$$

-Beneficio obtenido de la venta de energía eléctrica:

$$[\text{€}_{\text{producidos}} - \text{€}_{\text{consumidos}} = \text{Beneficio}]$$

$$14310,96 - 12990 = 1320,96\text{€}$$

-Gastos Mantenimiento:

$$13694,7 \frac{\text{horas}}{\text{año}} * 5,5kW * 0,04 \frac{\text{€}}{kWh} = 3012,83 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

-Combustible consumido sin MCHP.

$$\text{Consumo GN} = 202681,62 * 0,06\text{€} = 12160,90 \quad (\text{Tabla 8})$$

-Combustible consumido con MCHP.

$$13694,7 \frac{\text{horas}}{\text{año}} * 22,791kW * 0,06 \frac{\text{€}}{kWh} = 18726,95 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

-Ahorro total anual:

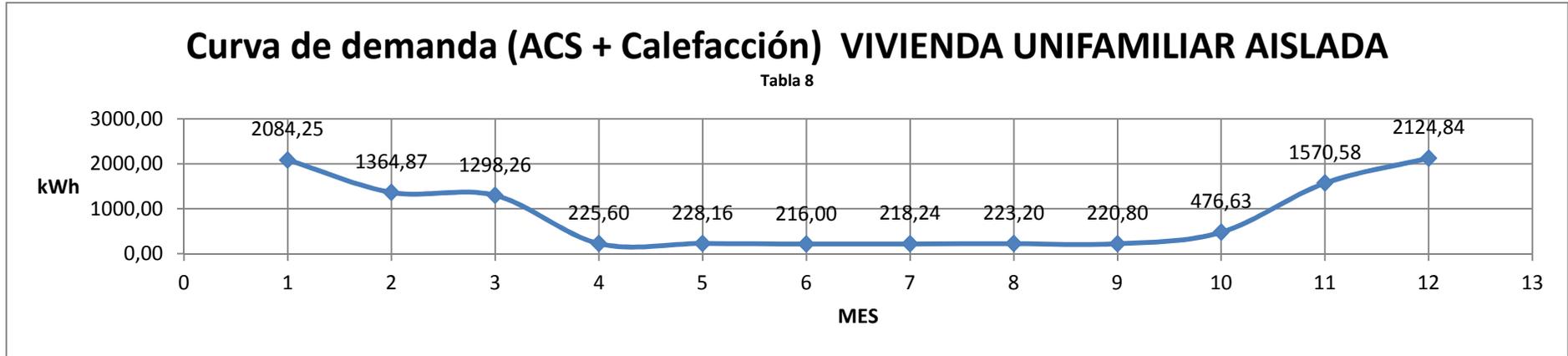
$$(\text{electr} + \text{combust})_{\text{sin MCHP}} - (\text{combust} + \text{mantenim} - B^{\text{o}} \text{venta electr})_{\text{con MCHP}} = \text{Ahorro anual}$$

$$12990 + 12160,90 - (18726,95 + 3012,83 - 1320,96) = 4732,08\text{€}$$

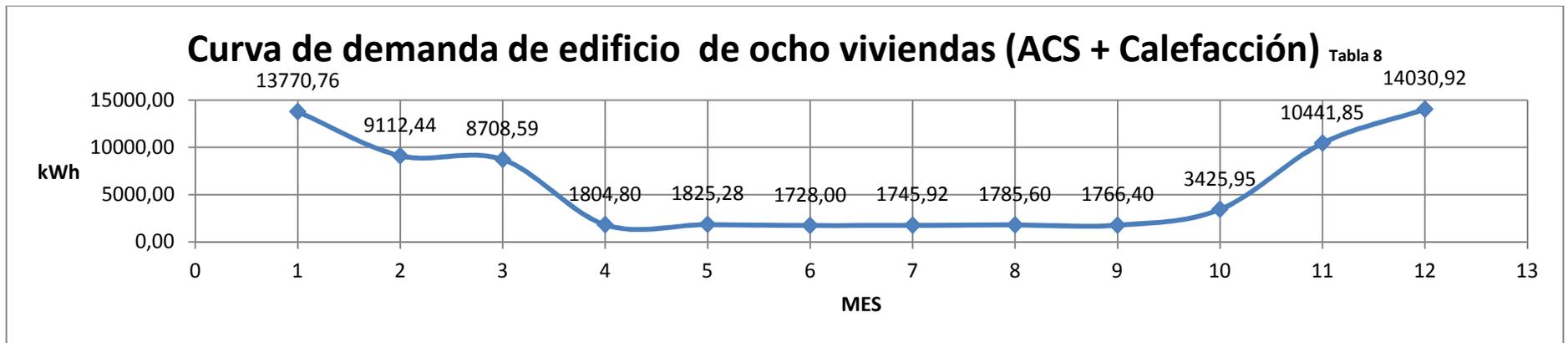
-Periodo de amortización:

$$\frac{\text{Precio MCHP}}{\text{Ahorro anual Bruto}} = \frac{27600\text{€}}{4732,08\text{€}} = 5,83\text{años}$$

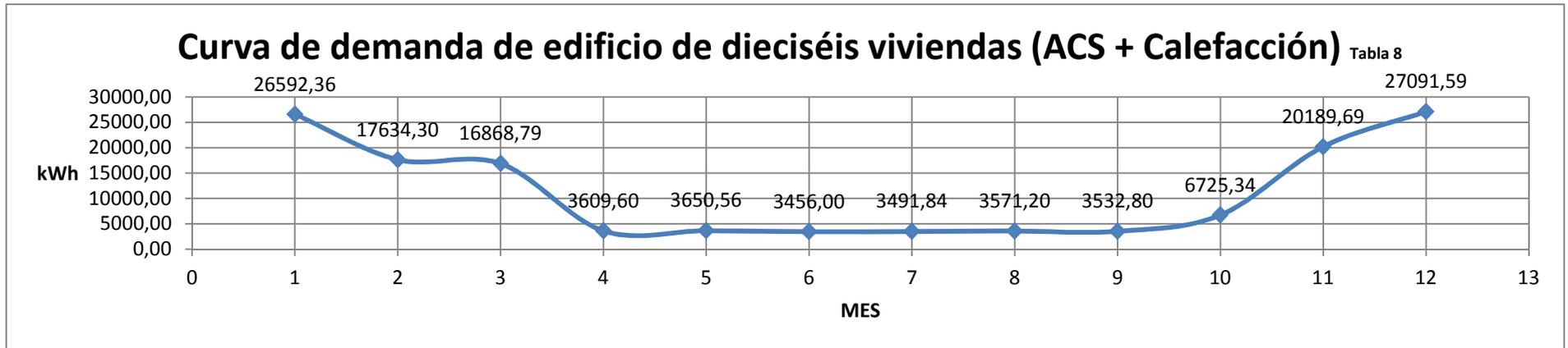
Para este caso (Edificio de viviendas plurifamiliares (veinticuatro viviendas)) observamos que el periodo de amortización obtenido es aceptable. (Véanse las gráficas 4 y 5)



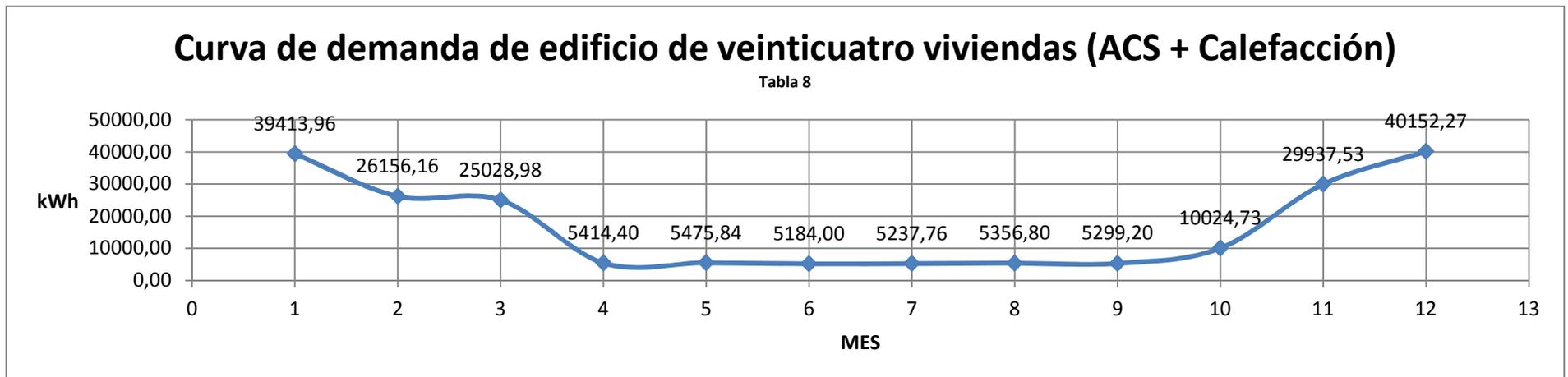
Gráfica 1.- Curva de demanda (Tabla 8)



Gráfica 2.- Curva de demanda (Tabla 8)



Gráfica 3.-Curva de demanda (Tabla 8)



Gráfica 4.- Curva de demanda (Tabla 8)

12.4.-RESUMENES Y GRÁFICOS

Tabla 9 RESUMEN Y GRÁFICO CON VIVIENDAS SIN PISCINA CLIMATIZADA

€ Nº VIVIENDAS	SIN MICROCOGENERACIÓN		CON MICROCOGENERACION						
	ELECTRICIDAD CONSUMIDA	GAS	ELECTRICIDAD PRODUCIDA	BENEFICIO	GAS	MANTENIMIENTO	AHORRO	PRECIO EQUIPO	AÑOS AMORTIZACIÓN
1	480	615,09	723,83	243,83	947,18	76,20	315,54	27600	87,47
8	4512	4208,79	4952,91	440,91	6481,25	1564,10	1116,35	27600	24,72
16	8520	8184,84	9631,94	1111,94	12604,11	2027,78	3184,89	27600	8,67
24	12990	12160,90	14310,96	1320,96	18726,95	3012,83	4732,08	27600	5,83



Gráfica 5 Viabilidad

Lo que en estos gráficos figura como periodo de amortización es lo que en otras literaturas se ha denominado como “periodo de retorno de la inversión”

****Esta solución es económicamente viable, en España y en los países de clima templado, sólo a partir de las 25 viviendas colectivas*** (Véase el capítulo anterior y el potencial de la micro-cogeneración doméstica como futuro en el histograma de la figura 47, en la página 74)

CAPITULO 13
ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE VIABILIDAD DE LA
MICRO-COGENERACIÓN EN VIVIENDA UNIFAMILIAR
AISLADA DE ALTO STANDING (*CON PISCINA*
***CLIMATIZADA A 29 °C*) EN ESPAÑA**

13.1.-MOTIVACIÓN.

Los sistemas de procesos de cogeneración con turbinas de vapor se caracterizan por una mayor producción de calor, mientras que los basados en máquinas de combustión interna (motores alternativos o turbinas de gas) se caracterizan por una producción comparativamente mayor de electricidad. Pero en todos los casos es necesario un usuario de calor que demande in situ o en las proximidades, el calor producido debido a su limitada transportabilidad.

La existencia del usuario demandante de calor es pues la condición necesaria e indispensable para la existencia de un proyecto de cogeneración. **(Sosa & Fushimi, 2004)** Por otra parte, la climatización ambiental de las piscinas se realiza mediante aparatos eléctricos de aire acondicionado con bomba de calor, por lo que hay un importante gasto eléctrico que se podría optimizar aplicando en estos fines la unidad de micro-cogeneración, incluso pudiendo instalarse máquinas de absorción para usos de refrigeración, con lo que se optimizaría aún más la instalación. Aquí es donde se encuentra la gran baza de estas tecnologías, ya que la gran demanda térmica hace que la máquina funcione un gran número de horas, produciendo gran cantidad de energía eléctrica que es sumamente rentable para la venta.

Por otro lado, valorando los consumos de combustible de la instalación, y teniendo en cuenta que actualmente las piscinas funcionan con una caldera de gasoil y la máquina de micro-cogeneración con gas natural, vemos que esta instalación es incluso más rentable, es decir, la factura de combustible es menor, y además se vende la energía eléctrica producida, por lo que –en este caso- sí podemos decir que es totalmente rentable. Instalar un solo aparato de micro-cogeneración no es del todo recomendable, ya que el número de horas anuales que funcionaría sería demasiado elevado, por lo que agotaríamos muy temprano la vida útil de la maquinaria, además, no nos brindaría la

flexibilidad de tener dos aparatos, opción esta que nos proporciona mayores posibilidades de regulación, paradas parciales para mantenimiento o por avería...

Como observaremos en la tabla resumen, esta tecnología es idónea para este tipo de instalaciones, con piscina climatizada, ya que obtendremos beneficios por dos caminos, ahorro en factura de combustible y beneficio al vender electricidad permitiéndonos un periodo de amortización verdaderamente bajo.

13.2.-CONSUMO

Tabla 10 Consumo de vivienda unifamiliar aislada con piscina climatizada

ACS (agua caliente sanitaria)								CALEFACCIÓN			
		1 VIVIENDA (60 °C)			PISCINA CLIMATIZADA(29 °C)			1 VIVIENDA			
	DIAS	ΔTª (°C)	M³	kWh	ΔTª (°C)	M³	kWh	DIAS	HORAS	kW/h	kWh
ENERO	31	52	0,16	257,92	21	90,00	58590	31	4,5	13,092	1826,33
FEBRERO	28	51	0,16	228,48	20	90,00	50400	28	3,1	13,092	1136,39
MARZO	31	49	0,16	243,04	18	90,00	50220	31	2,6	13,092	1055,22
ABRIL	30	47	0,16	225,60	16	90,00	43200	30	0	13,092	0,00
MAYO	31	46	0,16	228,16	15	90,00	41850	31	0	13,092	0,00
JUNIO	30	45	0,16	216,00	14	90,00	37800	30	0	13,092	0,00
JULIO	31	44	0,16	218,24	13	90,00	36270	31	0	13,092	0,00
AGOSTO	31	45	0,16	223,20	14	90,00	39060	31	0	13,092	0,00
SEPTIEMBRE	30	46	0,16	220,80	15	90,00	40500	30	0	13,092	0,00
OCTUBRE	31	47	0,16	233,12	16	90,00	44640	31	0,6	13,092	243,51
NOVIEMBRE	30	49	0,16	235,20	18	90,00	48600	30	3,4	13,092	1335,38
DICIEMBRE	31	52	0,16	257,92	21	90,00	58590	31	4,6	13,092	1866,92
CONSUMO TOTAL ANUAL				2787,68			549720				7463,75

13.3-RECÁLCULO:

Primera alternativa: motor de ciclo Otto de combustión interna.

A. Una sola vivienda unifamiliar aislada y con piscina climatizada con un consumo anual de 3200 kWh:

-Horas anuales de funcionamiento: (Tabla 10)

$$\frac{\text{Consumo (acs + calefacción)} \frac{\text{kWh}}{\text{año}}}{\text{potencia térmica MCHP(kW)}} = \frac{(2787,68 + 549720 + 7463,75) \frac{\text{kWh}}{\text{año}}}{14,8 \text{kW}} = \frac{559971,43 \frac{\text{kWh}}{\text{año}}}{14,8} = 37835,91 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

-Energía eléctrica producida:

$$\frac{\text{horas}}{\text{año}} * \text{potencia eléctrica MCHP(kW)} * \text{precio de venta} \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 37835,91 \frac{\text{horas}}{\text{año}} * 5,5\text{kW} * 0,19 \frac{\text{€}}{\text{kWh}}$$

$$37835,91 \frac{\text{horas}}{\text{año}} * 5,5\text{kW} * 0,19 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 39538,53 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

-Energía eléctrica consumida:

$$\text{consumo anual(kWh)} * \text{precio de compra} \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 3200(\text{kWh}) * 0,15 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 480\text{€}$$

-Beneficio obtenido de la venta de energía eléctrica:

[€ _producidos – € _consumidos = Beneficio]

$$39538,53 - 480 = 39058,53\text{€}$$

-Gastos Mantenimiento:

$$37835,91 \frac{\text{horas}}{\text{año}} * 5,5\text{kW} * 0,05 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 10404,88 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

-Combustible consumido sin MCHP.

$$\text{Consumo GN} = 559971,43 * 0,06\text{€} = 33598,29$$

-Combustible consumido con MCHP.

$$37835,91 \frac{\text{horas}}{\text{año}} * 22,791\text{kW} * 0,06 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 51739,09 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

-Ahorro total anual:

$$(\text{electr} + \text{combust})_{\text{sin MCHP}} - (\text{combust} + \text{mantenim} - B^{\text{a}} \text{venta electr})_{\text{con MCHP}} = \text{Ahorro anual}$$

$$480 + 33598,29 - (51739,09 + 10404,88 - 39058,53) = 10992,85\text{€}$$

-Periodo de amortización:

$$\frac{\text{Precio MCHP}}{\text{Ahorro anual}} = \frac{27600\text{€}}{\frac{10992,85\text{€}}{\text{año}}} = 2,511\text{años}$$

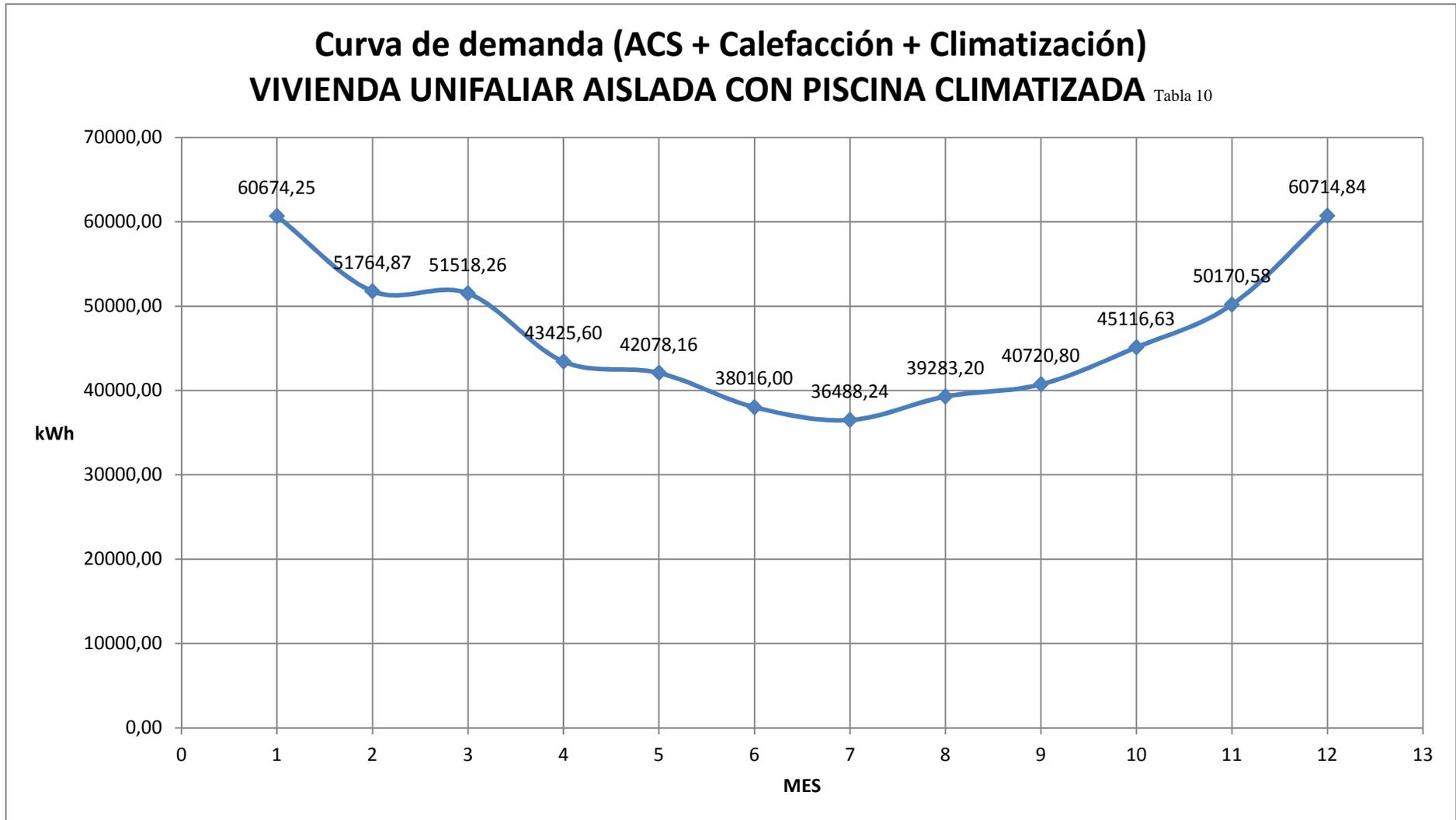
Para este caso (una vivienda unifamiliar aislada y con **piscina climatizada**) observamos que el periodo de amortización obtenido es excelente. Y si se instalaren dos (2) aparatos, como es recomendable, se obtendría el siguiente

-Periodo de amortización:

$$\frac{\text{Precio MCHP}}{\text{Ahorro anual}} = \frac{55200\text{€}}{\frac{10992,85\text{€}}{\text{año}}} = 5,02\text{años}$$

Que es: realmente, aceptable.

(Véanse las gráficas 6, 7 y 8)

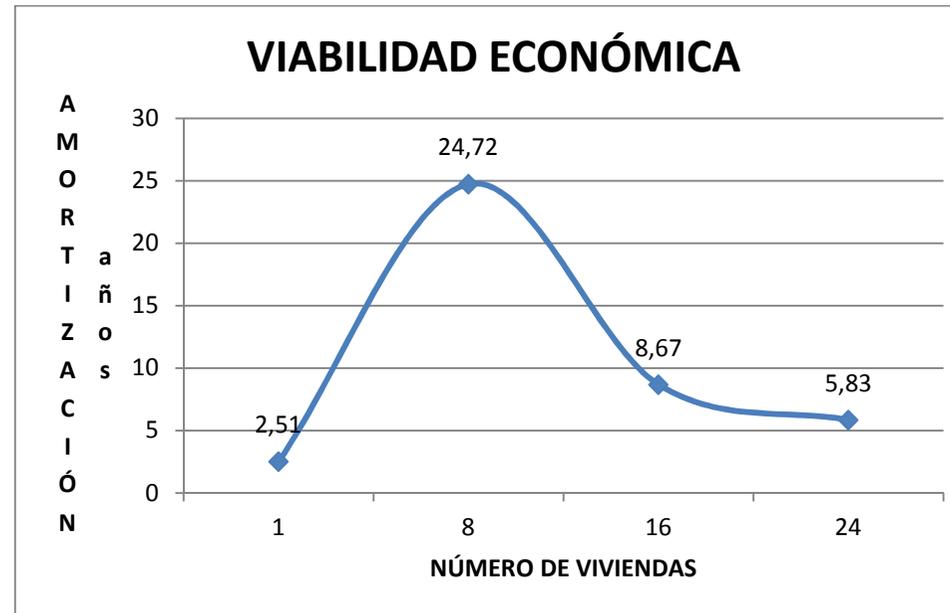


Gráfica 6, Curva de demanda (Tabla 10)

13.4.-RESUMENES Y GRÁFICOS

Tabla 11 RESUMEN VIVIENDAS SIN PISCINA, EXCEPTO LA VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA QUE SÍ TIENE PISCINA CLIMATIZADA

€ Nº VIVIENDAS	SIN MICROCOGENERACIÓN		CON MICROCOGENERACION						
	ELECTRICIDAD CONSUMIDA	GAS	ELECTRICIDAD PRODUCIDA	BENEFICIO	GAS	MANTENIMIENTO	AHORRO	PRECIO EQUIPO	AÑOS AMORTIZACIÓN
1	480	33598,29	39538,53	39058,53	51739,09	10404,88	10992,85	27600	2,51
8	4512	4208,79	4952,91	440,91	6481,25	1564,10	1116,35	27600	24,72
16	8520	8184,84	9631,94	1111,94	12604,11	2027,78	3184,89	27600	8,67
24	12990	12160,90	14310,96	1320,96	18726,95	3012,83	4732,08	27600	5,83



Gráfica 7 Viabilidad

UN ÚNICO APARATO MICROCOGENERADOR EN VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA CON PISCINA CLIMATIZADA

Tabla 12 RESUMEN VIVIENDAS SIN PISCINA, EXCEPTO LA VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA QUE SÍ TIENE PISCINA CLIMATIZADA

€	SIN MICROCOGENERACIÓN		CON MICROCOGENERACION							
	Nº VIVIENDAS	ELECTRICIDAD CONSUMIDA	GAS	ELECTRICIDAD PRODUCIDA	BENEFICIO	GAS	MANTENIMIENTO	AHORRO	PRECIO EQUIPO	AÑOS AMORTIZACIÓN
	1	480	33598,29	39538,53	39058,53	51739,09	10404,88	10992,85	55200	5,02
	8	4512	4208,79	4952,91	440,91	6481,25	1564,10	1116,35	27600	24,72
	16	8520	8184,84	9631,94	1111,94	12604,11	2027,78	3184,89	27600	8,67
	24	12990	12160,90	14310,96	1320,96	18726,95	3012,83	4732,08	27600	5,83

DOS APARATOS MICROCOGENERADORES EN VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA CON PISCINA CLIMATIZADA



Gráfica 8 Viabilidad

Corolario: la solución para la eficiente implantación de
 “LA MICRO-COGENERACIÓN ENERGÉTICA EN EL USO RESIDENCIAL
 EN LA VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA EN ESPAÑA”

Es su instalación con piscina climatizada

CAPITULO 14

OTROS MODELOS

14.1.- COMPARATIVA CON MODELOS DE MOTOR STIRLING

El estudio anterior (ut supra) corresponde a motores de ciclo Otto de combustión interna. Pero, en la vivienda unifamiliar, el uso de turbinas de motor Stirling de combustión externa mejora los resultados. El motor Stirling es la mejor opción, en lo que a rendimiento de motores térmicos se refiere, por ser el único capaz de aproximarse (teóricamente lo alcanza) al rendimiento máximo teórico (*rendimiento de Carnot*). Y *conserva* la ventaja de los motores de combustión externa de las mínimas emisiones de gases contaminantes, y la posibilidad de aceptar fuentes de calor sin combustión.

Tabla 13 Comparativas

COMPARATIVA MODELOS DE MICROGENERACIÓN DE BAXIROCA							
Modelo	Tipo de motor	Potencia eléctrica y térmica	Usuario ideal	Rendimiento energético	Ahorro económico	Ahorro de emisiones de CO ₂ (*)	Precio (**)
ECOGEN							
	Motor Stirling Combustión externa	Eléctrica: 1 kW Térmica: 6 kW	Residencia unifamiliar	92 %	300 € anuales aprox.	Hasta 1 tonelada anual	Entre 8.000 y 10.000 €
DACHS							
	Ciclo Otto Combustión interna	Eléctrica: 5,5 kW Térmica: 12,5 kW	Bloques centralizados Hoteles	90 %	3.000 € anuales aprox.	Hasta 20 toneladas anuales	Entre 20.000 y 30.000 €

(*)Respecto a un sistema convencional con caldera de gas.

(**) El precio incluye instalación y los componentes de instalación (acumulador, circuladores y salida de humos)

Como diferencias fundamentales observamos que:

- 1) El precio en la vivienda unifamiliar aislada se sitúa en torno a los 9.000€.
- 2) El precio en los edificios de bloques (centralizados) de viviendas sigue siendo, aproximadamente, el supuesto en el capítulo anterior.
- 3) Recalculamos el ahorro en la vivienda unifamiliar aislada. Y la media en edificios de ocho, dieciséis y veinticuatro viviendas sería (1116,35€ + 3184,89€ + 4732,08€)/3 = 3011,11€ ≈ 3000€. (Tabla 12)

- 4) En cuanto a la piscina climatizada, (90M³, mínimo = 10m *6m*1,5m) en la vivienda unifamiliar aislada, la sustituiremos por otra piscina climatizada más pequeña, (50M³, mínimo = 8m *5m*1,25m).

14.2.-CONSUMO

Tabla 14 Consumo de vivienda unifamiliar aislada con piscina climatizada (bis)

ACS (agua caliente sanitaria)								CALEFACCIÓN			
		1 VIVIENDA (60 °C)			PISCINA CLIMATIZADA (29 °C)			1 VIVIENDA			
	DIAS	ΔTª (°C)	M³	kWh	ΔTª (°C)	M³	kWh	DIAS	HORAS	kW/h	kWh
ENERO	31	52	0,16	257,92	21	50,00	32550	31	4,5	13,092	1826,33
FEBRERO	28	51	0,16	228,48	20	50,00	28000	28	3,1	13,092	1136,39
MARZO	31	49	0,16	243,04	18	50,00	27900	31	2,6	13,092	1055,22
ABRIL	30	47	0,16	225,60	16	50,00	24000	30	0	13,092	0,00
MAYO	31	46	0,16	228,16	15	50,00	23250	31	0	13,092	0,00
JUNIO	30	45	0,16	216,00	14	50,00	21000	30	0	13,092	0,00
JULIO	31	44	0,16	218,24	13	50,00	20150	31	0	13,092	0,00
AGOSTO	31	45	0,16	223,20	14	50,00	21700	31	0	13,092	0,00
SEPTIEMBRE	30	46	0,16	220,80	15	50,00	22500	30	0	13,092	0,00
OCTUBRE	31	47	0,16	233,12	16	50,00	24800	31	0,6	13,092	243,51
NOVIEMBRE	30	49	0,16	235,20	18	50,00	27000	30	3,4	13,092	1335,38
DICIEMBRE	31	52	0,16	257,92	21	50,00	32550	31	4,6	13,092	1866,92
CONSUMO TOTAL ANUAL				2787,68			305400				7463,75

14.3-RECÁLCULO BIS:

Segunda alternativa: motor Stirling de combustión externa.

A. Una sola vivienda unifamiliar aislada y con bañeras-jacuzis con hidromasaje con un consumo anual de 3200 kWh.:

-Horas anuales de funcionamiento: (Tabla 14)

$$\frac{\text{Consumo (acs + calefacción)} \frac{kWh}{\text{año}}}{\text{potencia térmica MCHP}(kW)} = \frac{(2787,68 + 305400 + 7463,75) \frac{kWh}{\text{año}}}{6kW} = \frac{315651,43 \frac{h}{\text{año}}}{6} = 52608,572 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

-Energía eléctrica producida:

$$\frac{\text{horas}}{\text{año}} * \text{potencia eléctrica MCHP}(kW) * \text{precio de venta} \frac{€}{kWh} = 52608,572 \frac{\text{horas}}{\text{año}} * 1kW * 0,19 \frac{€}{kWh}$$

$$52608,572 \frac{\text{horas}}{\text{año}} * 1kW * 0,19 \frac{€}{kWh} = 9995,63 \frac{€}{\text{año}}$$

-Energía eléctrica consumida:

$$\text{consumo anual}(kWh) * \text{precio de compra} \frac{\text{€}}{kWh} = 3200(kWh) * 0,15 \frac{\text{€}}{kWh} = 480\text{€}$$

-Beneficio obtenido de la venta de energía eléctrica:

$$[\text{€}_{\text{producidos}} - \text{€}_{\text{consumidos}} = \text{Beneficio}]$$

$$9995,63 - 480 = 9515,63\text{€}$$

-Gastos Mantenimiento:

$$52608,572 \frac{\text{horas}}{\text{año}} * 1kW * 0,02 \frac{\text{€}}{kWh} = 1052,17$$

-Combustible consumido sin MCHP.

$$\text{Consumo GN} = 315651,43 * 0,06\text{€} = 18939,09$$

-Combustible consumido con MCHP.

$$52608,572 \frac{\text{horas}}{\text{año}} * 7,61kW * 0,06 \frac{\text{€}}{kWh} = 24021,07 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

-Ahorro total anual:

$$(\text{electr} + \text{combust})_{\text{sin MCHP}} - (\text{combust} + \text{mantenim} - \text{B}^{\text{o}} \text{venta electr})_{\text{con MCHP}} = \text{Ahorro anual}$$

$$480 + 18939,09 - (24021,07 + 1052,17 - 9515,63) = 3861,48\text{€}$$

-Periodo de amortización:

$$\frac{\text{Precio MCHP}}{\text{Ahorro anual}} = \frac{9000\text{€}}{\frac{3861,48\text{€}}{\text{año}}} = 2,33\text{años}$$

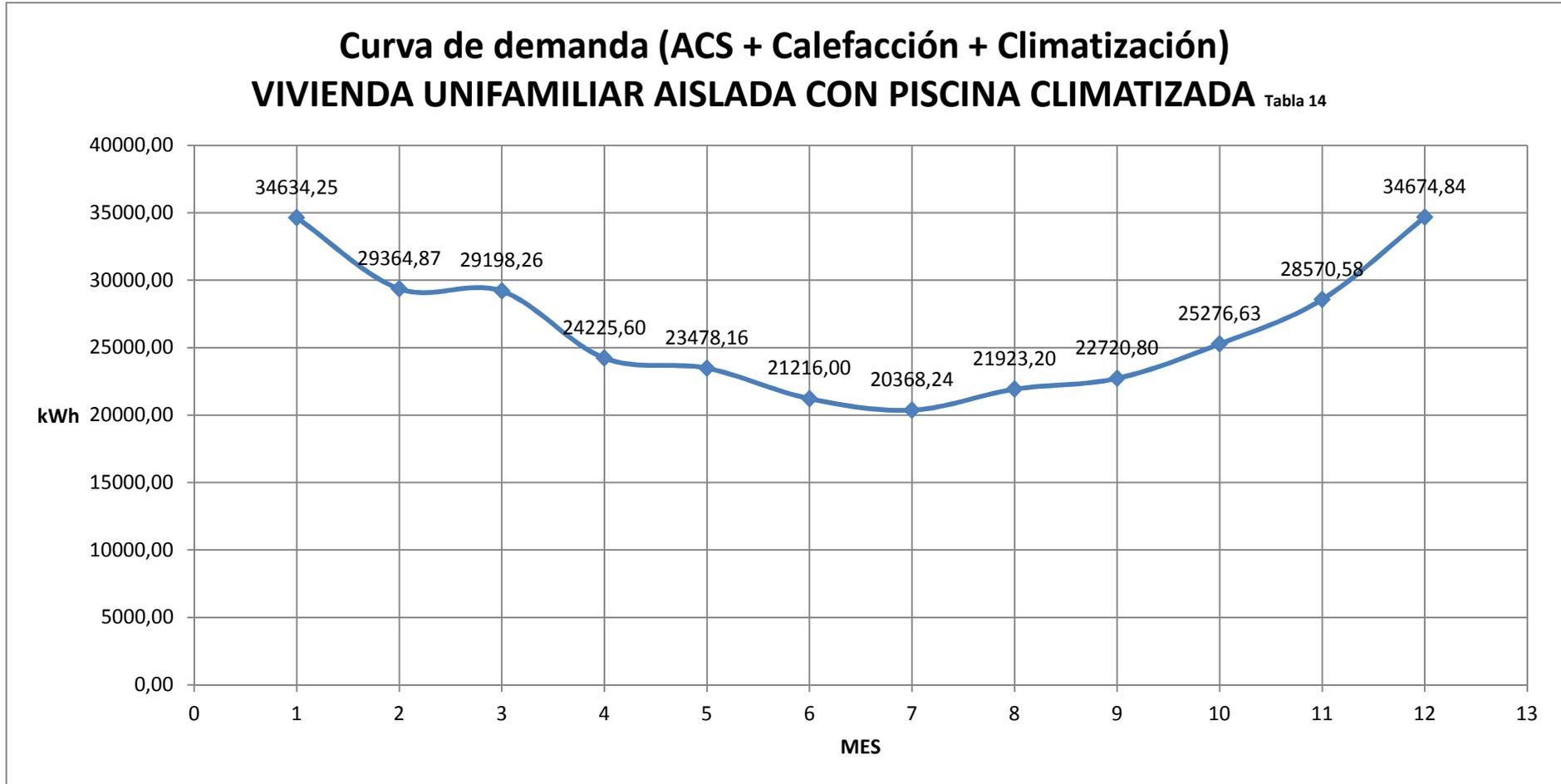
Para este caso (una vivienda unifamiliar aislada y con piscina climatizada) observamos que el periodo de amortización obtenido es aceptable. Y si se instalaren dos (2) aparatos, como es recomendable, se obtendría el siguiente

-Periodo de amortización:

$$\frac{\text{Precio MCHP}}{\text{Ahorro anual}} = \frac{18000\text{€}}{\frac{6148,37\text{€}}{\text{año}}} = 4,66\text{años}$$

Que es: realmente, aceptable.

(Véanse las gráficas 9, 10 y 11)



Gráfica 9.- Curva de demanda (Tabla 14)

14.4.-RESUMENES Y GRÁFICOS

Tabla 15 RESUMEN VIVIENDAS SIN PISCINA, EXCEPTO LA VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA QUE SÍ TIENE PISCINA CLIMATIZADA

€	SIN MICROCOGENERACIÓN		CON MICROCOGENERACION							
	Nº VIVIENDAS	ELECTRICIDAD CONSUMIDA	GAS	ELECTRICIDAD PRODUCIDA	BENEFICIO	GAS	MANTENIMIENTO	AHORRO	PRECIO EQUIPO	AÑOS AMORTIZACIÓN
	1	480	18939,09	9995,63	9515,63	24021,07	1052,17	3861,48	9000	2,33
	8	4512	4208,79	4952,91	440,91	6481,25	1564,10	1116,35	27600	24,72
	16	8520	8184,84	9631,94	1111,94	12604,11	2027,78	3184,89	27600	8,67
	24	12990	12160,90	14310,96	1320,96	18726,95	3012,83	4732,08	27600	5,83



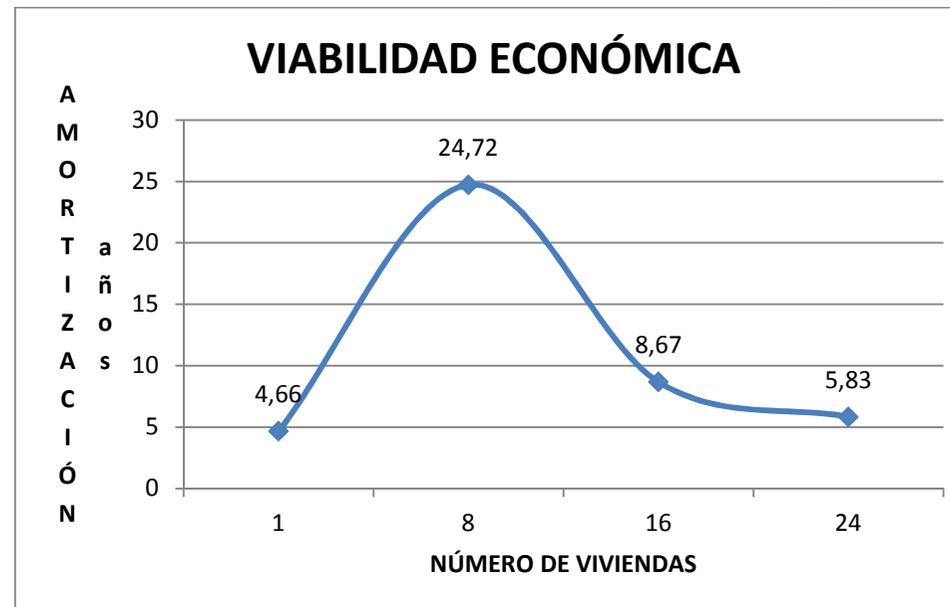
Gráfica 10.- Viabilidad

UN ÚNICO APARATO MICROCOGENERADOR EN VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA CON PISCINA CLIMATIZADA

Tabla 16 RESUMEN VIVIENDAS SIN PISCINA, EXCEPTO LA VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA QUE SÍ TIENE PISCINA CLIMATIZADA

€	SIN MICROCOGENERACIÓN		CON MICROCOGENERACION							
	Nº VIVIENDAS	ELECTRICIDAD CONSUMIDA	GAS	ELECTRICIDAD PRODUCIDA	BENEFICIO	GAS	MANTENIMIENTO	AHORRO	PRECIO EQUIPO	AÑOS AMORTIZACIÓN
	1	480	18939,09	9995,63	9515,63	24021,07	1052,17	3861,48	18000	4,66
	8	4512	4208,79	4952,91	440,91	6481,25	1564,10	1116,35	27600	24,72
	16	8520	8184,84	9631,94	1111,94	12604,11	2027,78	3184,89	27600	8,67
	24	12990	12160,90	14310,96	1320,96	18726,95	3012,83	4732,08	27600	5,83

DOS APARATOS MICROCOGENERADORES EN VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA CON PISCINA CLIMATIZADA



Gráfica 11 Viabilidad

Corolario: la solución para la eficiente implantación de

“LA MICRO-COGENERACIÓN ENERGÉTICA EN EL USO RESIDENCIAL
EN LA VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA EN ESPAÑA”

Es su instalación con piscina climatizada

CAPITULO 15

ANALISIS DE VENTAJAS E INCONVENIENTES

15.0.-INTRODUCCIÓN

Las ventajas asociadas a la aplicación de la micro-cogeneración a una vivienda unifamiliar aislada son, principalmente:

- 1) El ahorro económico,
- 2) La disminución de costes en infraestructuras,
- 3) El aprovechamiento del calor residual y
- 4) La disminución de emisiones de CO₂*

Como principales inconvenientes tenemos que señalar:

- 1) La fuerte inversión inicial,
- 2) La imposibilidad de las economías de escala,
- 3) El riesgo asociado a los precios del combustible y
- 4) La necesidad de mantenimiento

15.1.-EL AHORRO ECONÓMICO

El elevado ahorro económico se ve optimizado por el autoconsumo eléctrico y la venta de electricidad a la red (Capítulo 12 y siguientes). Lo cual resumimos en la siguiente tabla:

Tabla 17.- Ahorro económico y periodos de amortización

VIVIENDA UNIFAMILIAR	TIPO DE MOTOR	MARCA BAXI-ROCA	AHORRO € ANUALES	PRECIO €**	AÑOS AMORTIZACIÓN
SIN PISCINA CLIMATIZADA	Ciclo Otto Combustión interna	DACHS	315,54	27600	87,47*
CON PISCINA CLIMATIZADA	Ciclo Otto Combustión interna	DACHS	10992,85	27600	2,51
CON PISCINA CLIMATIZADA	Ciclo Otto Combustión interna	DACHS	10992,85	55200***	5,02
CON PISCINA CLIMATIZADA	Motor Stirling Combustión externa	ECOGEN	3861,48	9000	2,33
CON PISCINA CLIMATIZADA	Motor Stirling Combustión externa	ECOGEN	3861,48	18000***	4,66

* Total y absolutamente inadmisibles. Supera con creces la vida útil de la maquinaria, que se cifra en unos veinte años

** Son sólo orientativos. Con el motor Stirling se necesitaría una piscina más pequeña, de ahí la disminución del precio y de los ahorros

*** Es recomendable instalar doble maquinaria en previsión de paradas por averías, mantenimiento, etc. Los precios incluyen conexión a la red eléctrica, –para facilitar la venta de la producción excedente-

15.2.-LA DISMINUCIÓN DE COSTES EN INFRAESTRUCTURAS

Es una clara ventaja para las Compañías suministradoras de electricidad, porque la micro-cogeneración doméstica les evitará costes y pérdidas de generación, transmisión (transporte), transformación y distribución y les permitirá diferir la inversión en nuevas instalaciones, dándoles un mayor margen de planeamiento del sector eléctrico.

15.3.-EL APROVECHAMIENTO DEL CALOR RESIDUAL

El micro-cogenerador doméstico es un sistema altamente eficiente que cubre el 100% de la necesidad de energía calorífica anual,

Un micro-cogenerador es una alternativa a la aportación de energías renovables a la edificación, por el aprovechamiento del calor residual (del motor) producido durante el proceso de generación de electricidad.

El rendimiento global de un micro-cogenerador puede alcanzar medias de entre el 75 y 90%, dependiendo de la calidad y cantidad de la recuperación térmica obtenida: normalmente agua a 80° y 90°. Esta agua caliente es obtenida por el aprovechamiento térmico del agua de refrigeración del motor, del aceite lubricante y de los gases de escape.

15.4.-LA DISMINUCIÓN DE EMISIONES DE CO₂

Es un parámetro de interés para obtener una elevada cualificación en la certificación energética de edificios y una excelente proyección social y comercial por su alineamiento con los compromisos de España y la UE, dado que con la micro-cogeneración una vivienda unifamiliar aislada puede llegar a disminuir hasta en 1 tonelada sus emisiones de CO₂ a la atmósfera.

15.5.-LA FUERTE INVERSIÓN INICIAL

Cuando se alquila o se compra una vivienda, por las altas iniciales de electricidad y gas ciudad para iluminación, cocina, agua caliente sanitaria, calefacción y energía eléctrica, se suelen satisfacer por los siguientes conceptos –IVA incluido- las cantidades detalladas en la tabla siguiente:

Tabla 18.- Desembolso inicial para suministro de energía (sistema convencional)

CONCEPTO	PRECIO EN €
Derechos de acceso y enganche a la Red eléctrica	93,19
Boletín memoria eléctrica	116,83
Visita técnico y aceptación Presupuesto instalación eléctrica	164,17
Derechos alta contrato de gas ciudad	92,17
Boletín memoria instalación de gas	210,00
Prueba de estanqueidad de la instalación de gas	195,00
TOTAL	871,36

Volviendo la vista atrás podemos comprobar fácilmente, en la tabla 17, que el desembolso mínimo por un equipo de micro-cogeneración doméstica (para vivienda unifamiliar aislada) con motor Stirling es 9000 €, que es diez veces superior al desembolso por las altas iniciales de electricidad y gas ciudad en el sistema tradicional de suministros externos y separados de abastecimientos de energía.

15.6.-LA IMPOSIBILIDAD DE LAS ECONOMIAS DE ESCALAS

Porque la escala de funcionamiento o producción de la micro-cogeneración doméstica es tan reducida que; impide que el coste medio de producción disminuya. Sobre todo, si se aplica la micro-cogeneración a la vivienda unifamiliar aislada, ya que lo que se hace no es aumentar la escala de producción sino disminuirla, lo cual es contrario a las economías de escala

15.7.-EL RIESGO ASOCIADO A LOS PRECIOS DEL COMBUSTIBLE

Desde la crisis de 1973 el precio de las energías fósiles –gas y petróleo, entre otros- no ha hecho sino aumentar casi constantemente. España y la U E dependen en demasía de suministros exteriores, lo que es, sin ninguna duda, un riesgo considerable; que sólo se mitiga acumulando grandes reservas de combustible para casos de emergencia que dificulten o impidan –aunque sea temporalmente- el abastecimiento.

15.8.-LA NECESIDAD DE MANTENIMIENTO

Es recomendable instalar siempre dos aparatos, aunque sólo se pondrá en funcionamiento uno de ellos mientras el otro se mantiene en “espera” para entrar en

funcionamiento en caso de avería del primero o cuando se esté “revisando” cada cierto periodo de tiempo. Lo ideal sería establecer turnos rotatorios de un año.

CAPITULO 16

CONCLUSIONES

16. 0.-EPILOGO

La micro-cogeneración es la utilización de la cogeneración por parte de los consumidores finales de la energía. Actualmente los esfuerzos por aplicarla en España se dirigen a la edificación –debido a sus enormes consumos de electricidad (iluminación y electrodomésticos), agua caliente sanitaria (ACS), calefacción y climatización-.

La ventaja de la cogeneración es su mayor eficiencia energética ya que se aprovecha tanto el calor como la energía mecánica o eléctrica de un único proceso, en el cual el equipo de micro-cogeneración ($P < 50\text{kW}$) funciona típicamente como elemento generador de calor, dotando de agua caliente sanitaria (ACS) y calefacción a edificios residenciales y comerciales (hoteles, empresas, colegios, edificios públicos, etc.), es decir, funcionan como calderas convencionales.

Pero a diferencia de una caldera convencional, los sistemas de cogeneración generan electricidad junto con el calor. La electricidad puede transportarse, convenientemente transformada, a grandes distancias para ser consumida en lugares distintos a aquellos en que se produce, En cambio, el calor adolece de una poca o casi nula transportabilidad; por lo que es preciso consumirlo “in situ” o en las inmediaciones del lugar en que se genere. Es decir, la existencia del usuario demandante de calor es pues la condición necesaria e indispensable para la existencia de un proyecto de cogeneración.

Sin embargo, la viabilidad física de un proyecto de micro-cogeneración doméstica no lleva aparejada consigo su automática viabilidad económica o rentabilidad.

Un proyecto de micro-cogeneración doméstica en España será viable si existe una demanda suficiente de calor (ACS + Calefacción + Climatización) ya que el ***Régimen Especial de energía*** permite utilizar la cogeneración para proveerse de todo el

calor que se necesite e inyectar en la **red eléctrica** la energía eléctrica que no se necesite a una tarifa fija.

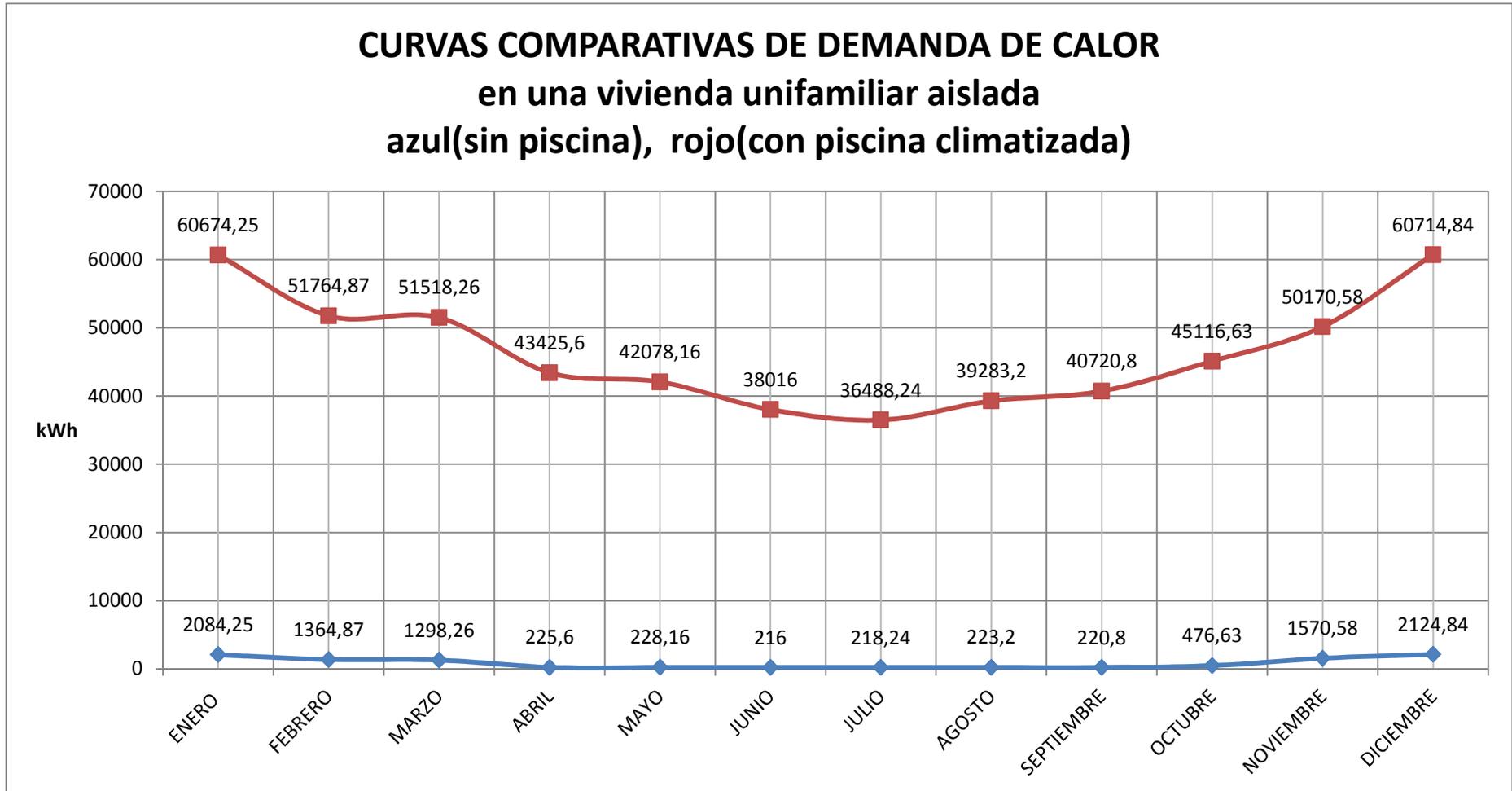
La micro-cogeneración doméstica es económicamente viable, en España y en los países de clima templado, sólo a partir de las veinticinco (25) viviendas colectivas.

Cuando se trata de la vivienda unifamiliar aislada la demanda de calor (ACS + Calefacción) es pequeña, se concentra en pocos meses y el ahorro económico es bajo; por lo que sólo quedarán dos opciones malas:

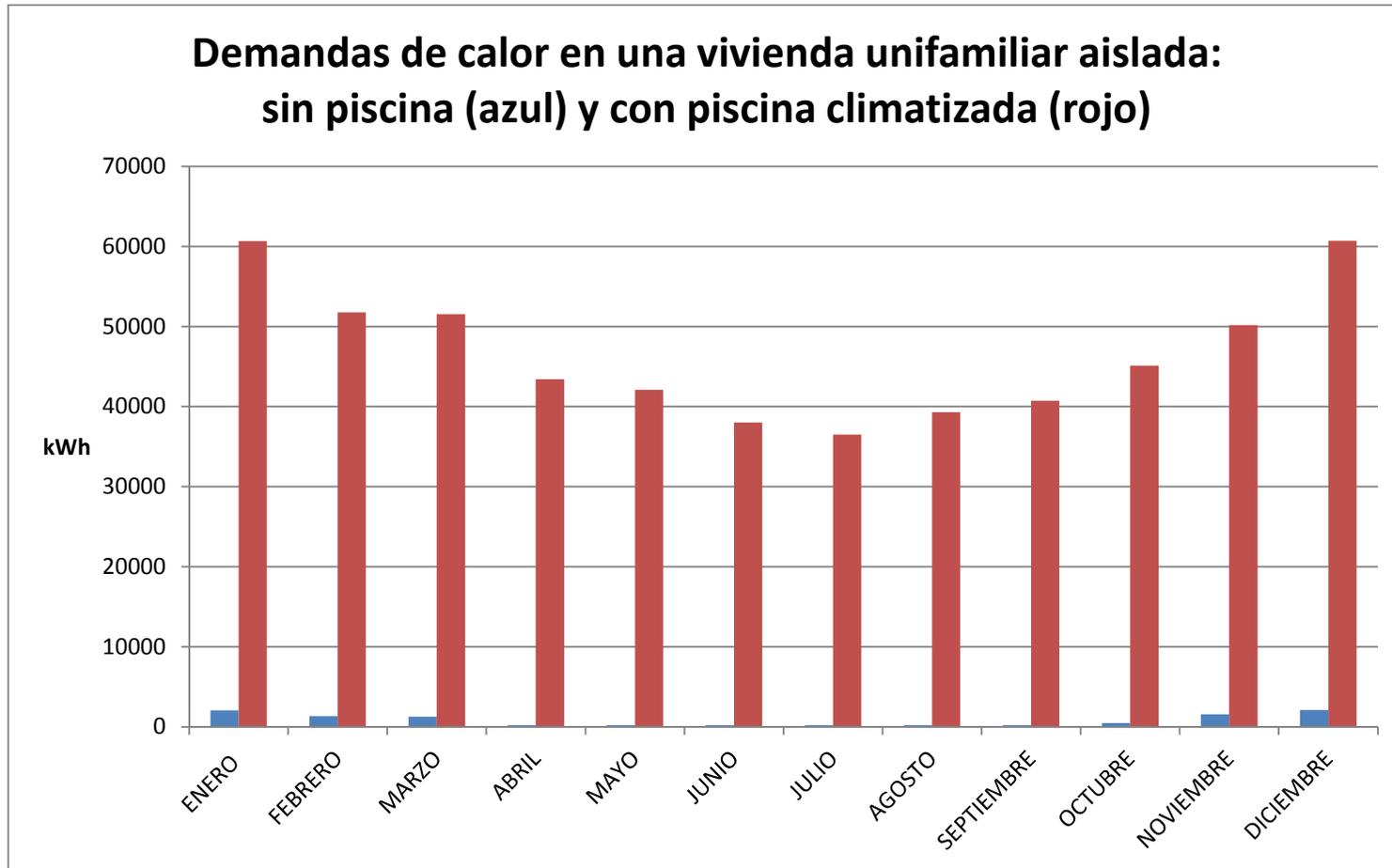
1. Un corto periodo anual de funcionamiento del motor, limitado por el aprovechamiento del calor residual, que dificulta recuperar la inversión con ahorro, o bien
2. Un funcionamiento continuo –ininterrumpido- durante todo el año con elevado despilfarro de calor, que resultará totalmente antieconómico.

Ahora bien, como el factor de utilización de la cogeneración depende de la demanda de calor, podríamos –en una tercera opción- aplicar la unidad y técnicas de micro-cogeneración, en las viviendas unifamiliares aisladas, a la climatización ambiental de una piscina, además del ACS y la calefacción de la vivienda en sí; pudiendo instalarse incluso máquinas de absorción para usos de refrigeración, con lo que se optimizaría aún más la instalación.

Aunque las “curvas de demanda” sean parecidas (sin y con piscina climatizada) sus coeficientes o “cantidades de calor” expresados en kWh son diferentes, como puede observarse en las *gráficas 12 y 13*. Aquí, –en la climatización ambiental de una piscina- se encuentra la gran baza de esta tecnología (instalación de la micro-cogeneración doméstica en viviendas unifamiliares aisladas), ya que la gran (*gráfica 13*) demanda térmica, hará que la máquina funcione un gran número de horas, produciendo gran cantidad de energía eléctrica que será sumamente rentable para la venta.



Gráfica 12.- Curvas de demanda (Tablas 8 y 10)



Gráfica 13.- Demanda de calor

A las ventajas de la micro-cogeneración doméstica (Ahorro económico optimizado por el autoconsumo y/o la venta de electricidad a la red, disminución de costes en infraestructuras eléctricas, aprovechamiento del calor residual del motor y disminución de emisiones de CO₂) hay que añadir –en el caso de instalaciones para viviendas unifamiliares aisladas- las reducidas dimensiones externas de las calderas, que en el caso del motor "SOLO Stirling 161", -figura 49- (fabricado en Alemania) serían las siguientes:

- Longitud: 1.280 mm
- Profundidad: 700 mm
- Altura: 980 mm
- Peso: 460 kg

Que las convierten en aparatos totalmente integrables en la cocina,



Figura 49 Micro-cogeneración doméstica como “otro electrodoméstico más” cuyos inconvenientes serían la fortísima inversión inicial, la imposibilidad de aprovechar economías de escala, la necesidad de mantenimiento, el mayor consumo de combustible y los riesgos por cambios legislativos.

RESUMEN FINAL

VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA	TIPO DE MOTOR	MODELO BAXI-ROCA	AHORRO € ANUALES	PRECIO €**	AÑOS AMORTIZACIÓN
SIN PISCINA CLIMATIZADA	Ciclo Otto Combustión interna	DACHS	315,54	27600	87,47*
CON PISCINA CLIMATIZADA	Ciclo Otto Combustión interna	DACHS	10992,85	27600	2,51
CON PISCINA CLIMATIZADA	Ciclo Otto Combustión interna	DACHS	10992,85	55200***	5,02
CON PISCINA CLIMATIZADA	Motor Stirling Combustión externa	ECOGEN	3861,48	9000	2,33
CON PISCINA CLIMATIZADA	Motor Stirling Combustión externa	ECOGEN	3861,48	18000***	4,66

Gama de equipos ALTARE Smart Block:

Equipo	SmartBlock 7.5	SmartBlock 16	SmartBlock 22	SmartBlock 33	SmartBlock 50
Motor	Kubota 1.0 l	Kubota 1.8 l	Kubota 2.4 l	Kubota 3.6 l	MAN 4.6 l
Potencia eléctrica [kW]	7,5	16	22	33	50
Potencia térmica [kW]	23	36,7	50,0	71,6	87,1
Consumo de gas*[kW]	28,3	51,0	68,4	99,2	142,0
Rendimiento eléctrico [%]	26,5%	31,4%	32,2%	33,3%	35,2%
Rendimiento térmico [%]	81,3%	72,0%	73,1%	72,2%	61,3%
Rendimiento total [%]	107,8%	103,4%	105,3%	105,5%	96,5%
Dimensiones [LxAnxAl cm]	104x70x80	127x82x98	141x82x98	159x91x110	224x96x173
Peso [kg]	380	740	895	1.080	1.820
Nivel de emisiones	CO < 150 mg/m ³ ; NOx < 125 mg/m ³				
Sonoridad [dB(A) a 1m]	48	53	56	57	65

Gama de equipos DACHS / KWE:

Equipo	Dachs 5.5G	KWE 12G
Motor	Dachs 0.6 l	Ford 1.6 l
Potencia eléctrica [kW]	5,5	12
Potencia térmica** [kW]	12,5-14,8	28-32
Consumo de gas* [kW]	20,5	43
Rendimiento eléctrico [%]	26,8%	27,9%
Rendimiento térmico [%]	61,0-72,2%	65,1-74,4%
Rendimiento total [%]	87,8-99,0%	93,0-102,0%
Dimensiones [La x An x Al cm]	107x72x100	145x75x120
Peso [kg]	530	700
Nivel de emisiones	< TA-Lüft	CO < 150 mg/m ³ ; NOx < 125 mg/m ³
Sonoridad [dB(A) a 1m]	54	55

Medidos según la norma ISO 3046 Parte 1

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.- Cogeneration & On Site Power....(Fuente web 1).....	11
FIGURA 2.- Vivienda unifamiliar aislada en Estados Unidos....(Fuente web 2).....	15
FIGURA 3.- Viviendas adosadas en el Reino Unido.....(Fuente web 2).....	17
FIGURA 4 Instalación fotovoltaica sobre el tejado de una vivienda . (Fuente: web 3)..	25
FIGURA 5.- Central hidroeléctrica..... (Fuente: web 4).....	26
FIGURA 6.- Detalle de ciclo. Micro turbina de gas..... (Fuente: web 5).....	30
FIGURA 7.- Esquema principio de Cogeneración con turbina de gas (Fuente: web 5)	30
FIGURA 8.- Detalle de ciclo. Motor de cogeneración.....(Fuente: web 5)..	30
FIGURA 9.- Esquema principio de Cogeneración motor térmico (Fuente: web 5)....	31
FIGURA 10.- Esquema de la cogeneración a vista de pájaro (Fuente: web 6).....	33
FIGURA 11.- Turbina de cogeneración sector industrial (Fuente: web 5).....	35
FIGURA 12 Sistema convencional.....	40
FIGURA 13 Sistema de cogeneración.....	41
FIGURA 14 Cogeneración con turbina de gas.....	41
FIGURA 15 Cogeneración con turbina de vapor.....	42
FIGURA 16 Cogeneración con motor alternativo.....	42
FIGURA 17.- Micro CHP integrado en una cocina....(Víctor)	46
FIGURA 18.- Una central de generación eléctrica en las cocinas. (Víctor).....	47
FIGURA 19.- Esquema eléctrico unifilar del Micro CHP (Víctor).....	47
FIGURA 20.- Edificio de 91 viviendas en Leako... ((Fuente: web 11).....	56
FIGURA 21.- 2 unidades DACHS DE 5,5 KW conectados a Red (Fuente: web 11)...	57
FIGURA 22.- Folleto.- Edificio en A Coruña..... (Fuente: web 11).....	57
FIGURA 23.- Folleto.- Edificio en Navarra..... (Fuente: web 11).....	58
FIGURA 24.- Folleto.- Edificio geriátrico Santiago de Compostela (Fuente: web 11)	58
FIGURA 25.- Ed. 97 viviendas de 40 m ² c/u. Uso térmico ACS (Fuente: web 7).....	59
FIGURA 26.- Ed. 192 viv de 45 m ² c/u. Uso ACS+calefacción+ frío(Fuente: web7)...	59
FIGURA 27.- EL MICROCOGENERADOR.....	63
FIGURA 28.- EL MICROCOGENERADOR (Motor).....	64
FIGURA 29.- EL MICROCOGENERADOR (Quemador).....	64
FIGURA 30.- EL MICROCOGENERADOR (Generador).....	65
FIGURA 31.- EL MICROCOGENERADOR (Intercambiador de calor).....	65
FIGURA 32.- EL MICROCOGENERADOR (Ventilador).....	66
FIGURA 33.- EL MICROCOGENERADOR (Pequeña turbina).....	66

FIGURA 34.- EL MICROCOGENERADOR (Alternador).....	67
FIGURA 35.- EL MICROCOGENERADOR (Intercambiador).....	67
FIGURA 36.- EL MICROCOGENERADOR (Alternador - intercambiador).....	67
FIGURA 37.- EL MICROCOGENERADOR EN LA VIVIENDA.....	68
FIGURA 38.- EL MICROCOGENERADOR EN LA VIVIENDA (Alternador).....	68
FIGURA 39.- EL MICROCOGENERADOR (Abastecimiento agua caliente).....	68
FIGURA 40.- EL MICROCOGENERADOR (Almacenamiento agua caliente).....	69
FIGURA 41.- EL MICROCOGENERADOR (Distribución agua caliente).....	69
FIGURA 42.- EL MICROCOGENERADOR (Retorno agua caliente).....	69
FIGURA 43.- EL MICROCOGENERADOR (Caldera convencional de apoyo).....	70
FIGURA 44.- Componentes de instalación de micro-generación (OVACEN).....	70
FIGURA 45.- Equipo con motor Stirling ECOGEN... (OVACEN).....	71
FIGURA 46.- Soluciones en la edificación con equipos de <i>(Fuente: web 11)</i>	74
FIGURA 47.- m CHP (2007 to 2015). Histograma.... <i>(Fuente: web 11)</i>	74
FIGURA 48, Planta de vivienda unifamiliar aislada TIPO	77
FIGURA 49, Micro-cogeneración doméstica.....	113

INDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICAS 1, 2, Curva de demanda.....	86
GRÁFICAS 3, 4, Curva de demanda.....	87
GRÁFICA 5, Viabilidad.....	88
GRÁFICA 6, Curva de demanda.....	93
GRÁFICA 7, Viabilidad.....	94
GRÁFICA 8, Viabilidad.....	95
GRÁFICA 9, Curva de demanda.....	100
GRÁFICA 10, Viabilidad.....	101
GRÁFICA 11, Viabilidad.....	102
GRÁFICA 12, Curvas de demanda.....	111
GRÁFICA 13, Histograma comparativo de demandas de calor.....	112

INDICE DE TABLAS

Tabla 0 Consumo de energía eléctrica en vivienda unifamiliar aislada TIPO.....	76
Tabla 1 Vivienda unifamiliar con consumo 3200 kWh.....	77
Tabla 2 Consumo comunitario OCHO (8) viviendas (<i>ascensores y puntos de luz</i>).....	78

Tabla 3 Consumo comunitario dieciséis (16) viviendas (ascensores y puntos de luz)...78	78
Tabla 4 Consumo comunitario veinticuatro (24) viviendas (ascensores ...de luz).....79	79
Tabla 5 Facturación eléctrica viviendas plurifamiliares79	79
Tabla 6: Consumo de kWh para ACS (agua caliente sanitaria).....80	80
Tabla 7: Consumo de kWh para calefacción.....80	80
Tabla 8 Facturación de las estrategias sin cogeneración (ACS + Calefacción).....81	81
Tabla 9 VIVIENDAS SIN PISCINA CLIMATIZADA.....88	88
Tabla 10 Consumo de vivienda unifamiliar aislada con piscina climatizada.....91	91
Tabla 11 Resumen VIVIENDA UNIFAMILIAR Aislada. PISCINA CLIMATIZADA..94	94
Tabla 12 RES.. VIVIENDAS SIN PISCINA, ...PISCINA CLIMATIZADA.....95	95
Tabla 13 Comparativas.....97	97
Tabla 14 Consumo de vivienda unifamiliar aislada con piscina climatizada (bis).....98	98
Tabla 15 Resumen VIVIENDA UNIFAMILIAR Aislada. PISCINA CLIMATIZADA...101	101
Tabla 16 RES.. VIVIENDAS SIN PISCINA, ...PISCINA CLIMATIZADA.....102	102
Tabla 17.- AHORRO ECONÓMICO Y PERIODOS DE AMORTIZACIÓN.....104	104
Tabla 18.- DESEMBOLSO INICIAL (SISTEMA CONVENCIONAL).....106	106

REFERENCIAS

Arnáiz, 2006 consultores (DOCUMENTO III. NORMAS URBANÍSTICAS Y FICHAS. SUBSANACIÓN DE LA APROBACIÓN INICIAL. PLAN GENERAL DE VILLAR DEL OLMO Capítulo 6 (Madrid)) 2006

Blanco, 2013 - Estado del arte de la calefacción. Anales de mecánica y electricidad, 2013- - dialnet.unirioja.es

Cembellín, 2005 -Construcción eficiente: el ingeniero y el ahorro energético en edificios Técnica industrial, 2005 - tecnicaindustrial.es.- (

CONSTRUMAT-BARCELONA.- ENDESA
Soluciones de principio a fin MICRO-COGENERACIÓN - Casa Bioclimática

CTE-Documento Básico HE Ahorro de Energía. *Sección HE 4, 2006*

Daura, 2007 - Mejora de la eficiencia energética en instalaciones industriales y edificios Anales de mecánica y electricidad, 2007 - dialnet.unirioja.es (pág 34)

Espejo, 2003 - Electricidad producida en centrales de cogeneración en la Región de Murcia.- Papeles de geografía, 2003. (2003,38; pp. 187-193)

Espejo & García, 2010. Agua y energía: producción hidroeléctrica en España(pág. 117)

Esteban J, 1998 -Elementos de ordenación urbana- ARQUITEXT. Ediciones UPC,

García J, 2014 Del dicho al hecho... *con denominación de origen* El Fondo Nacional de Eficiencia Energética, Miércoles, 11 junio 2014)

GAS NATURAL Manual de producción de frío por absorción a gas natural. Las Empresas de Servicios y la Micro-cogeneración

GRAN ENCICLOPEDIA PLANETA

González R, 2008 Proyecto Fin de Carrera: Junio 2008 “Estudio de viabilidad del sector energético de micro-cogeneración aplicada al sector. U. P. DE CARTAGENA, E.T.S.I.I, Departamento de Economía de la Empresa

IDAE. Área Tecnológica: Biomasa y Residuos. Biomasa Climatización. Biomasa Producción eléctrica y cogeneración. Energía de la biomasa. Generación de Electricidad, Calor y Frío (David Moldes López)

JUTGLAR L, 1996 Cogeneración de calor y electricidad 1996 EDITORIAL CEAC, Barcelona ISBN 84-3296553-

Kolanowsky B.F., 2003 *Small-scale. Cogeneration Handbook. El Fairmont Press, Inc., 2003*

Linares J, 2013 (*Curso de Experto en Climatización ATECYR Módulo: AHORRO DE ENERGÍA. Cogeneración. - Fundamentos - Sector edificatorio*) 13 de Abril de 2013) (<https://es.scribd.com/doc/185053901/COGENERACION-sector-residencial>)

Lozano et al., 2005. Optimización de sistemas de trigeneración para hospitales (CIAR, 2005)

Lozano & Ramos, 2007 - Análisis Energético y Económico de Sistemas Simples de Cogeneración, 2007

Maraver de Lemus, D. Posibilidades...con biomasa *Fundación CIRCE*

Molini & Salgado, 2010, Superficie artificial y viviendas unifamiliares en España, dentro del debate entre ciudad compacta y dispersa (Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles N.º 54 - 2010, págs. 125-147)

OTSI COGENERACION - Microcogeneración –

OVACEN. Microcogeneración

Poveda M, 2007 -. Eficiencia energética: recurso no aprovechado OLADE. Quito, 2007 (pág 5)

Raso, 2014. “España suspende en eficiencia energética al no poder alcanzar los objetivos para 2020”. El incumplimiento de la normativa podría provocar una nueva demanda de la CE 31/07/2014.- El Economista. Es.-

Renedo et al. 2011 Cogeneración mediante recuperación energética de calor de gases de escape.-Publicaciones DYNA, 2011. -

Soluciones en la edificación con equipos de microcogeneración.-

Sosa & Fushimi, 2004- El Rol de la Regulación en el Desarrollo de la Cogeneración (Vol. 8, N° 2, 2004) Avances en Energías Renovables y Medio..., 2004. pág 07.01

Víctor L 2009, Micro-cogeneración, la generación domestica de energía eléctrica. Una central de generación eléctrica en las cocinas. ([http://www. Microcogeneración - Scribd - Read Unlimited Books](http://www.Microcogeneración-Scribd-ReadUnlimitedBooks))

DIRECCIONES DE INTERNET

web 1 <http://www.Cogeneration & On Site Power>

web2 http://es.wikipedia.org/wiki/Vivienda_unifamiliar

web 3 <http://www.Instalación de energía solar fotovoltaica sobre tejado de vivienda>

web 4 [http://www. bing.com/search?q=CENTRAL HIDROELECTRICA&FORM=HDRSCI](http://www.bing.com/search?q=CENTRAL HIDROELECTRICA&FORM=HDRSCI)

web 5 Multitekingenieros.com (Imágenes)

web 6 [http://www. Cogeneración - Miliarium.com, Ingeniería Civil ...](http://www.Cogeneración-Miliarium.com, Ingeniería Civil ...)

web 7 <http://es.wikipedia.org/wiki/Microcogeneración>

Web 8 <http://www2.eve.es/web/Documentacion/Infografias.aspx>

web 9 <http://www.casabioclimatica.com/noticias/files/micro-cogeneracion-endesa.pdf>

Web 10 <http://www.consumer.es/medio-ambiente/infografias/>

Web 11 Soluciones en la edificación con equipos de microcogeneración,-

Web 12 Eficiencia y Servicios energéticos INCONVENIENTES DE LA MICROCOGENERACIÓN

OTRAS DIRECCIONES DE INTERNET

<http://www.atecos.es>

www.agidrovert.com

www.ecotelia.es

www.altare.es

www.viessmann.es

http://www.baxi.es/docs/sp_folleto/folleto_dachs.pdf

www.empower-eu.es/.../TAIM_Weser_Cogeneracion%20con%20Bio...

[http://www. BAXIROCA](http://www.BAXIROCA) *La nueva calefacción*

[http://www. SEMINARIO DE GESTIÓN AMBIENTAL Alokabide.-SISTEMA LEAKO](http://www.SEMINARIO_DE_GESTION_AMBIENTAL_Alokabide.-SISTEMA_LEAKO). Gas Natural-

[http://www. Universidad de Cantabria](http://www.Universidad_de_Cantabria). Frío Industrial y Aire Acondicionado (I.T.I.)

[http://www. REPSOL GLP](http://www.REPSOL_GLP), Eficiencia Energética y Cogeneración

[http://www. UPGC](http://www.ULPGC). 14D.gas

[http://www. FNeNERGIA SOLUCIONES ENERGÉTICAS](http://www.FNeNERGIA_SOLUCIONES_ENERGICAS)