

# Proyecto AQUAMAC

MAC 2.3/C58

## Paquete de tareas P1.PT1

PROPUESTAS DE ACCIÓN PARA OPTIMIZAR LA AUTOSUFICIENCIA  
ENERGÉTICA DE LOS CICLOS DEL AGUA

### Tareas PT1-T1

Establecimiento de metodología y especificaciones técnicas  
para los estudios de potencial y auditorías energéticas.  
Localización de los ámbitos de trabajo por parte de los socios

### Entregable 1

## Guía metodológica para la realización de auditorías energéticas en edificios e instalaciones

Entidad responsable: Instituto Tecnológico de Canarias, S.A.

Fecha realización: Agosto - Septiembre 2003

Fecha última actualización: 9 de Septiembre de 2004

Realizado por:



FUNDACION  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CANARIAS

1	INTRODUCCIÓN.....	3
1.1	El proyecto AQUAMAC.....	3
1.2	Binomio Agua – Energía.....	3
1.3	Introducción a la Guía.....	4
2	METODOLOGÍA.....	5
3	1º FASE: PRE-DIAGNÓSTICO.....	6
3.1	Información preliminar.....	6
3.2	Planificación de los trabajos de auditoría.....	7
4	2º FASE: DIAGNÓSTICO.....	8
4.1	Relación de las fuentes de suministro energético con los usos energéticos.....	8
4.2	Registro de los consumos y costos totales de energía.....	8
4.3	Prioridad de usos energéticos.....	9
4.4	Caracterización del sistema y del consumo de los usos energéticos.....	10
4.4.1	Caracterización del sistema.....	10
4.4.2	Caracterización del consumo.....	15
4.5	Definición y cálculo de índices.....	17
4.6	Análisis de los usos energéticos.....	17
4.6.1	Análisis de las condiciones energéticas.....	17
4.6.2	Análisis de las condiciones de contratación.....	18
4.6.3	Análisis del nivel de servicio prestado.....	19
4.7	Diagnóstico del estado actual de los usos energéticos.....	19
5	3º FASE: PROPUESTAS DE MEJORA.....	20
5.1	Planteamiento de alternativas o propuestas de mejora.....	20
5.2	Evaluación energética y económica de las propuestas de mejora.....	21
6	ELABORACIÓN DEL INFORME TÉCNICO.....	21

## 1 INTRODUCCIÓN

### 1.1 *El proyecto AQUAMAC*

Este proyecto titulado TÉCNICAS Y MÉTODOS PARA LA GESTIÓN SOSTENIBLE DEL AGUA EN LA MACARONESIA ha sido aprobado en el marco de la Iniciativa Comunitaria INTERREG III B, Espacio **Açores-Madeira-Canarias**. En él participan socios como *Investimentos e Gestão da Água, S.A.* (Madeira), *Direcção Regional do Ordenamento do Território e Recursos Hídricos* (Açores), *Mancomunidad del Norte de Tenerife*, *Mancomunidad del Sureste de Gran Canaria*, *Consejo Insular de Aguas de Lanzarote*, *Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria*, *Universidade da Madeira* y el *Instituto Tecnológico de Canarias, S.A.* como Jefe de Fila.

Dentro de dicho proyecto, uno de los paquetes de tarea contemplados es: "*Propuestas de acción para optimizar la autosuficiencia energética de los ciclos del agua*". Dicho paquete de tareas se concretó en estudiar medidas de gestión y eficiencia energética, así como la sustitución de fuentes de energías convencionales (red eléctrica general) por el aprovechamiento de energías renovables asociadas al ciclo del agua (minihidráulica) o en las instalaciones vinculadas con los abastecimientos (estaciones de bombeo, edificios, captaciones, líneas de conducción, plantas de producción y tratamiento de aguas,...) y potenciar la minimización de la factura energética de los ciclos integrales de agua. El objetivo final de este paquete de tareas es demostrar las posibilidades de mejora de la eficiencia y autonomía energética de nuestros sistemas insulares de gestión de aguas y promover el intercambio de experiencias en toda la Macaronesia.

### 1.2 *Binomio Agua – Energía*

La gestión del agua en nuestras sociedades requiere cada vez más recursos energéticos para acciones como la captación de aguas de pozos y sondeos, el transporte y distribución hasta los puntos de consumo, así como para su tratamiento en los

sistemas de depuración convencionales. A medida que las demandas de agua se incrementan y se extienden a zonas cada vez más amplias y con menos recursos, se hace necesario introducir las tecnologías de desalación de agua de mar. Por otro lado, el deterioro de la calidad de los recursos subterráneos y la necesidad de reutilización de las aguas depuradas en algunas zonas requiere introducir sistemas de desalinización para posibilitar su aprovechamiento. Todo este sistema puede llegar a suponer unos costes energéticos (y económicos) muy importantes para los sistemas de abastecimiento. Quizás el caso más extremo de esta situación se vea reflejado en algunas de las Islas Canarias, donde se puede establecer casi una equivalencia directa entre barriles de petróleo y agua potable disponible. Conociendo el consumo específico de los sistemas eléctricos de cada una de las islas, se pueden establecer equivalencias entre m<sup>3</sup> de agua y toneladas métricas (Tm) de combustible que es necesario importar y quemar cada año para producir y gestionar el agua demandada. Esta situación pone en constante riesgo la sostenibilidad de muchos sistemas de abastecimiento de agua. Pero por otra parte, el agua también puede ser fuente de energía como así se destaca en Madeira, Azores y algunas de las islas Canarias.

Es por ello que resulta interesante desde el punto de vista estratégico, profundizar en las posibilidades de eficiencia y ahorro energético en la gestión del agua en las islas, así como en el máximo aprovechamiento de las energías renovables endógenas.

### **1.3 Introducción a la Guía**

Con la finalidad de coadyuvar a la mejor evaluación de las disponibilidades hídricas, contribuir a la reducción de los impactos ambientales producidos por la contaminación y por los efectos del uso continuado de los recursos artificiales en las regiones de la Macaronesia; se pretende facilitar, a las instituciones participantes en el proyecto AQUAMAC, una Guía Metodológica para la realización de estudios de auditoría energética en las instalaciones industriales de los ciclos del agua, enfocada hacia la protección y optimización de estos recursos, tanto en calidad como en cantidad,

fomentando la gestión eficaz, económica y ambientalmente sostenible del agua, primando la medición, el control y el ahorro de los recursos hídricos y facilitando a su vez el uso de las energías renovables en los ciclos del agua.

## 2 METODOLOGÍA

Cualquier metodología que se aplique para la realización de estudios de auditoría energética deberá tener como objetivos los siguientes:

- a) Identificar y cuantificar el potencial de ahorro de energía en las instalaciones y equipamiento energético.
- b) Analizar las condiciones reales de funcionamiento de los principales equipos.
- c) Identificar y evaluar las alternativas de mejora viables técnica y económicamente.

En el desarrollo de la metodología de trabajo para la realización de auditorías energéticas en edificios o instalaciones se pueden establecer las siguientes fases:

- 1º Fase: Pre-diagnóstico
- 2ª Fase: Diagnóstico
- 3ª Fase: Propuestas de mejora

### 3 1º FASE: PRE-DIAGNÓSTICO

Comprende el reconocimiento preliminar del edificio o instalación, el estudio previo de su geometría, de distribución espacial y orientación, de las condiciones climáticas a las que se encuentra sometido, de las instalaciones industriales y de proceso de que dispone así como los equipos, los cuales permitirán evaluar la magnitud de los problemas energéticos y planificar las actividades a realizar en las siguientes fases de la auditoría.

#### 3.1 *Información preliminar*

Los datos necesarios que se deberán obtener y analizar en esta primera fase son:

- a. Planos del edificio (generales y detallados a diferentes escalas) y de las instalaciones existentes.
- b. Diagramas unifilares y esquemas de principio y funcionamiento de las instalaciones energéticas.
- c. Registros históricos mensuales de los consumos y costos de los suministros energéticos que abarquen como mínimo el periodo del año anterior al actual así como los meses del año en curso ya facturados.
- d. Relación de equipos consumidores de energía más importantes (receptores): características técnicas de diseño, parámetros energéticos:
  - o Eléctricos (tensiones por fase, corrientes por fase, potencia activa total, el factor de potencia y demandas de energía reactiva registrables en los cuadros de control y contaje de energía eléctrica, etc.), horas de operación al año, etc.

- o Otros receptores (Aire Acondicionado, Calderas para producción de ACS, quemadores, temperaturas entrada-salida de intercambiadores, consumo de combustibles fósiles, rendimientos eléctricos, mecánicos, etc.)
- e. Horas de funcionamiento de las instalaciones y horas de operación al año de los equipos.
- f. Fuentes de suministro de energía.
- g. Equipos de medida instalados (ejemplos: contadores de energía activa, de energía reactiva, máxímetros, caudalímetros, termopares etc.) y su ubicación dentro del sistema energético.
- h. Características de las dimensiones, ocupación y utilización del edificio o instalación (número de usuarios, horarios de apertura y cierre, actividades que se desarrollan, etc.).

### ***3.2 Planificación de los trabajos de auditoría***

Todos los datos e información recopilada se someterán a una revisión, selección, análisis exhaustivo y detallado con la finalidad de, por una parte, elaborar el cronograma de actividades donde se relacionarán en el tiempo los trabajos de auditoría energética y los recursos humanos y materiales necesarios para desarrollarlos y, por otra, identificar los puntos de medida dentro de las instalaciones donde se situarán los equipos portátiles de medición.

## 4 2º FASE: DIAGNÓSTICO

La fase de diagnóstico constituye en sí el grueso del trabajo de una auditoria, y pretende ser un reflejo fiel del estado actual en el que se encuentran las instalaciones y equipos. Un buen diagnóstico debe identificar la problemática existente en los sistemas energéticos que conduce a un mayor consumo e ineficiencia energética así como indicar las posibles causas que la produce.

Durante el desarrollo de esta fase tendrán lugar las siguientes actividades:

### ***4.1 Relación de las fuentes de suministro energético con los usos energéticos***

Se hará un esfuerzo por relacionar las distintas fuentes de suministro energético (electricidad, gasoil, fuel-oil, etc.) del edificio e instalaciones con las distintas aplicaciones energéticas o usos que se hace de la energía que se consume.

Los usos de mayor consumo energético dentro de un edificio son: alumbrado, calefacción, aire acondicionado y producción de agua caliente sanitaria (ACS).

### ***4.2 Registro de los consumos y costos totales de energía***

Una vez elaborada la lista que relaciona las fuentes de suministro de energía con los usos energéticos, el siguiente paso consistirá en registrar los consumos y costos totales del edificio o instalación según modelos de registros de datos que se confeccionen al efecto.

El registro se efectuará para cada tipo de energía en que pueden englobarse las distintas fuentes de suministro. Servirá la siguiente clasificación de los tipos de energía:

- a) electricidad
- b) gas
- c) GLP (Gases Licuados del Petróleo)
- d) combustibles líquidos
- e) combustibles sólidos.

Si el tipo de energía que se quiere registrar estuviera compuesto por varias fuentes de suministro o fuera contabilizado por más de un contador de energía, se registrará, como paso previo, los consumos y costes por fuente de suministro o por contador de energía y, posteriormente, se obtendrá el registro de los consumos y costes totales mediante suma de los anteriores.

Por otra parte ha de tenerse en cuenta que, mientras los costes de energía se expresan todos en la misma unidad monetaria (euros), los consumos energéticos se miden en unidades diferentes (kWh., termias, litros, etc.), por lo que hay que transformarlos en una misma unidad. La más utilizada actualmente es el kWh.

### ***4.3 Prioridad de usos energéticos***

Los registros anteriores permiten establecer unos índices globales de volumen y eficiencia del consumo energético y en función del volumen de consumo priorizar aquellos usos energéticos del edificio o instalación que serán objeto de un estudio preferente (por ejemplo los sistemas de aireación en una depuradora o la fuerza motriz

en una estación de bombeo), si bien se aconseja siempre que sea posible analizar la totalidad de los usos energéticos existentes.

Las conclusiones definitivas que se hagan sobre un determinado uso energético deberán tener presente el resto de los usos no analizados, ya sea por la interrelación de prestaciones (aportación de calor del alumbrado) o por la necesidad de saber cuáles son los consumos totales a la hora de fijar las condiciones óptimas de contratación.

#### ***4.4 Caracterización del sistema y del consumo de los usos energéticos***

Determinados los usos energéticos que serán objeto de estudio, se procederá al análisis de cada uno de ellos. El análisis de cada uso abarcará tanto las condiciones energéticas como los niveles de prestación de servicio del sistema utilizado para suministrarlo y por lo tanto requiere conocer previamente las características de dicho sistema y las características de su consumo energético.

##### **4.4.1 Caracterización del sistema**

La caracterización del sistema tiene como finalidad recabar in situ, y mediante trabajo de campo, mediciones y consultas tanto a los usuarios como a los técnicos responsables, toda aquella información de las instalaciones, equipos y otros aspectos del sistema que pueden incidir en el consumo y/o nivel de servicio y como consecuencia en su mayor o menor eficiencia (condicionantes de eficiencia).

Con esta finalidad, se confeccionará para cada uso energético que se analice un inventario exhaustivo de los equipos consumidores de energía, equipos auxiliares, elementos de control y regulación, conducciones y, en general, de las instalaciones energéticas, ubicándolos en los correspondientes planos del edificio.

El inventario deberá incluir las características técnicas de tipo, potencia, rendimiento, materiales, etc., de estos equipos (véase ejemplo 1). Esto permitirá determinar, entre otras muchas cosas, la potencia real instalada por uso energético. Además, deberán figurar en el inventario todos aquellos elementos condicionantes de la eficiencia del sistema, como por ejemplo las características (color de las paredes, altura de luminarias, etc.) de los locales iluminados en el sistema de alumbrado.

Asimismo, durante la realización del inventario se deberán anotar las observaciones que sean oportunas sobre el estado de conservación y sistema de mantenimiento de los equipos instalados, de la instalación y del sistema energético en su conjunto, así como sobre su funcionamiento y regulación.

Las mediciones en este apartado se orientarán a dimensionar el sistema energético y a medir los parámetros que determinan las condiciones de confort o las prestaciones de servicio del uso energético que se analiza, como por ejemplo, los niveles de iluminación en el sistema de alumbrado, o la temperatura en el interior de los locales en el sistema de aire acondicionado.

La caracterización de los sistemas energéticos comprenderá:

- Dimensiones del sistema y características de los elementos.
- Prestaciones de servicio.

- Condiciones de utilización y explotación haciendo referencia al funcionamiento, regulación o modulaciones de uso, estado de conservación y sistema de mantenimiento.
- Características de posibles condicionantes de la eficiencia del sistema.

**EJEMPLO 1:** Para una instalación de alumbrado, estos elementos se pueden clasificar, según su función de la siguiente forma:

✎ **Cuadros.**

- *Protecciones.*
- *Sistemas de encendido y apagado.*
- *Sistemas de regulación del flujo luminoso.*

✎ **Soportes.**

✎ **Luminarias.**

✎ **Fuentes de luz.**

Se diseñará para este fin un soporte digital (conjunto de hojas de cálculo, bases de datos, etc.) para la toma de datos en las que se recogerá información relativa a:

- \* **Puntos de luz.** Información sobre los tipos de lámparas y luminarias empleadas con las potencias instaladas en cada una de ellas.
- \* **Cuadros de mando.** Información sobre los sistemas de encendido y de medida, elementos de maniobra y protección, así como sistemas de reducción en el caso de que se aplicasen.
- \* **Consumos eléctricos.**
- \* **Facturación eléctrica.**

- \* **Programa de mantenimiento.** Información sobre la frecuencia, medios y coste anual de las operaciones de mantenimiento.
- \* **Medios técnicos para gestión del servicio de alumbrado**



Registro de datos de un Cuadro Eléctrico. El formulario contiene campos para:
 

- Identificación: Tipo de instalación, Tipo de alumbrado, Estado del equipo.
- Ubicación: Localización, Dirección, Tipo de alumbrado.
- Características técnicas: Tipo de alumbrado, Tipo de alumbrado, Tipo de alumbrado.
- Equipamiento: Tipo de alumbrado, Tipo de alumbrado.
- Características de alumbrado: Tipo de alumbrado, Tipo de alumbrado.
- Equipamiento de alumbrado: Tipo de alumbrado, Tipo de alumbrado.
- Equipamiento de alumbrado: Tipo de alumbrado, Tipo de alumbrado.
- Equipamiento de alumbrado: Tipo de alumbrado, Tipo de alumbrado.

Registro de datos de un Cuadro Eléctrico



Planimetría digital de una instalación de alumbrado con el inventario de sus elementos receptores o consumidores de energía

REGISTRO DE FACTURACION Y CONSUMO			
PERIODO JUNIO 2001 - MAYO 2002			
Ayuntamiento de TIAS			
		Act	React
		Nº Contador	5613006
CUADRO	AP037	Potencia contratada (w)	5 900
Nº Polígono	620066	Discriminación horaria	
		Nº de Maxímetros	0,000
Del UNELCO		Modelo de PPA/Donada A. Publico/PTO/COMEN/2 LP	Tarifa energía en plaza/06 mes julio 2002
			6,894
			0,000
			6,894

CONSUMOS											
PERIODO	UNELCO	Consumo Activo (kWh)				Consumo Reactivo (kVArh)		Consumo Total (kWh)			
		Punta	Límite	Valor	Total	% del total año	Total	% del total año	Total	% del total año	
Inicio periodo	Final periodo	Fecha factura	Tarifa mes	Tarifa mes	Consumo	% del total mes	Consumo	% del total mes	Total	% del total año	
JUNIO	200106	200106	180001	0,000000	0,000000	0,000000	6,274	100,00	0,274	6,548	
JULIO	200107	200107	180001	0,000000	0,000000	0,000000	3,350	100,00	3,350	4,88	
AGOSTO	200108	200108	170001	0,000000	0,000000	0,000000	6,663	100,00	6,663	6,85	
SEPTIEMBRE	200109	200109	151001	0,000000	0,000000	0,000000	7,312	100,00	7,312	10,46	
OCTUBRE	200110	200110	171001	0,000000	0,000000	0,000000	3,977	100,00	3,977	5,79	
NOVIEMBRE	200111	200111	181001	0,000000	0,000000	0,000000	8,826	100,00	8,826	12,43	
DICIEMBRE	200112	200112	200001	0,000000	0,000000	0,000000	10,468	100,00	10,468	14,53	
ENERO	200201	200201	200001	0,000000	0,000000	0,000000	6,625	100,00	6,625	9,10	
FEBRERO	200202	200202	200001	0,000000	0,000000	0,000000	5,646	100,00	5,646	7,68	
MARZO	200203	200203	200001	0,000000	0,000000	0,000000	5,728	100,00	5,728	7,81	
ABRIL	200204	200204	200001	0,000000	0,000000	0,000000	5,169	100,00	5,169	7,07	
MAYO	200205	200205	200001	0,000000	0,000000	0,000000	5,169	100,00	5,169	7,07	
<b>TOTALES ANUALES</b>							<b>69,763</b>	<b>100,00</b>	<b>69,763</b>	<b>100,00</b>	

FACTURACIÓN												
PERIODO	UNELCO	Termino de consumo	Termino de facturación	Complemento discriminación horaria			Complemento energía reactiva	Alquiler	Impuestos IBI/IC	IMPUESTOS VARIOS	Total factura	
				Tip	Receptor Consumo	Total						
Periodo	Inicio periodo	Final periodo	Consumo (kWh)	Tip	Receptor Consumo	Total	Kwh	Impuesto	IBI/IC	VARIOS	Total	
JUNIO	200106	200106	412,535						1,894	6,791	22,114	460,09
JULIO	200107	200107	292,095						1,894	6,791	22,114	280,14
AGOSTO	200108	200108	455,342						1,894	6,791	22,114	460,09
SEPTIEMBRE	200109	200109	504,085						1,894	6,791	22,114	512,17
OCTUBRE	200110	200110	274,174						1,894	6,791	22,114	282,06
NOVIEMBRE	200111	200111	598,744						1,894	6,791	22,114	607,73
DICIEMBRE	200112	200112	720,333						1,894	6,791	22,114	730,39
ENERO	200201	200201	461,355						1,894	6,791	22,114	471,04
FEBRERO	200202	200202	382,366						1,894	6,791	22,114	390,56
MARZO	200203	200203	382,366						1,894	6,791	22,114	390,56
ABRIL	200204	200204	358,517						1,894	6,791	22,114	366,20
MAYO	200205	200205	358,517						1,894	6,791	22,114	366,20
<b>TOTALES ANUALES</b>			<b>4,431</b>						<b>18,944</b>	<b>67,411</b>	<b>246,44</b>	<b>5,195,43</b>

Ejemplo de registro de datos de facturación y consumo

Municipio de TIAS. Informe Puntos de luz: Potencias											
CALLE	Nº Puntos de Luz	Nº de Lámparas	LAMPARAS			TOTAL LAMP. (W)	POT. TOTAL (W)	LUMINARIAS			
			TIPO	(W)	MODELO			AUX (W)	MARCA	MODELO	
<b>CUADRO: AP037</b>											
AVDA DE LAS PLAYAS	27	27	VSAP	250	SON 120W	26	6.750	7.452	LUMINARIA	TIPO 20	
AVDA DE LAS PLAYAS	3	3	VM	125	HPLMN 125W	12,5	375	413	FAROL	TIPO 03	
C/ANGUELO	9	9	VM	125	HPLMN 125W	12,5	1.125	1.238	FAROL	TIPO 01	
C/ANGUELO	3	3	VSAP	100	SON 100W	18	450	504	FAROL	TIPO 01	
C/ARGENTINA	3	3	VSAP	100	SON 100W	14	300	342	LUMINARIA	TIPO 21	
C/ CESAR MARIQUE	1	1	VSAP	100	SON 100W	14	100	114	LUMINARIA	TIPO 21	
C/ COSTA RICA	3	3	VSAP	100	SON 100W	14	300	342	LUMINARIA	TIPO 21	
C/MEXICO	3	3	VSAP	100	SON 100W	14	300	342	LUMINARIA	TIPO 21	
C/NICARAGUA	9	9	VSAP	100	SON 100W	14	900	1.026	LUMINARIA	TIPO 21	
C/ROCEGA	4	4	VSAP	100	SON 100W	18	600	672	FAROL	TIPO 06	
C/ROCEGA	1	1	VM	125	HPLMN 125W	12,5	125	138	FAROL	TIPO 01	
<b>Total Cuadro: AP037</b>		<b>66</b>	<b>66</b>				<b>11.325</b>	<b>12.982</b>			

Municipio de TIAS. Informe Puntos de luz: Estado de Conservación												
CALLE	Nº Puntos de Luz	ESTADO DE LAS LUMINARIAS				ESTADO DE LAS LAMPARAS						
		MARCA	MODELO	Operativa	Rotura	Nº de Lámp.	TIPO	Operativa	Rotura	Operativa	Rotura	
<b>CUADRO: AP037</b>												
AVDA DE LAS PLAYAS	27	LUMINARIA	TIPO 20	0	0	27	27	VSAP	0	0	0	27
AVDA DE LAS PLAYAS	3	FAROL	TIPO 03	0	0	3	3	VM	0	0	0	3
C/ANGUELO	9	FAROL	TIPO 01	0	0	9	9	VM	0	0	0	9
C/ANGUELO	3	FAROL	TIPO 01	0	0	3	3	VSAP	0	0	0	3
C/ARGENTINA	3	LUMINARIA	TIPO 21	0	0	3	3	VSAP	0	0	0	3
C/ CESAR MARIQUE	1	LUMINARIA	TIPO 21	0	0	1	1	VSAP	0	0	0	1
C/ COSTA RICA	3	LUMINARIA	TIPO 21	0	0	3	3	VSAP	0	0	0	3
C/MEXICO	3	LUMINARIA	TIPO 21	0	0	3	3	VSAP	0	0	0	3
C/NICARAGUA	9	LUMINARIA	TIPO 21	0	0	9	9	VSAP	0	0	0	9
C/ROCEGA	4	FAROL	TIPO 06	0	0	4	4	VSAP	0	0	0	4
C/ROCEGA	1	FAROL	TIPO 01	0	0	1	1	VM	0	0	0	1

Ejemplo de Registro de potencia eléctrica y del estado de conservación

HOJA DE DATOS - PUNTOS DE LUZ																		
CALLE	Nº Puntos de Luz	Nº de Lámp.	DIST. Puntos de Luz	LAMPARAS			ESTADO DE LAS LAMPARAS	POT. TOTAL LAMP. (W)	POT. TOTAL (W)	LUMINARIAS								
				TIPO	POT. (W)	MODELO				S	F	P	B	MARCA	MODELO	ESTADO	ALT. (M)	
<b>CUADRO: AP019</b>																		
Avenida Tinguaro	10	10		VSAP	150	SON	18	0	0	0	10	1.500	1.680	SOCBELC	DZ-15	0	0	10
Avenida Tinguaro Transversal	8	8		VM	125	HPLMN	12,5	0	0	0	8	1.000	1.100	GENIUS	CITY	0	0	8
C/ Antonio Benardés	1	1		VM	125	HPLMN	12,5	0	0	0	1	125	158	PHILIPS	HRK-500	0	0	1
C/ Antonio Benardés	1	1		VM	125	HPLMN	12,5	0	0	0	1	125	158	TIPO-2	TIPO-2	0	0	1
C/ El Calvario	5	5		VM	125	HPLMN	12,5	0	0	0	5	625	688	PHILIPS	HRK-500	0	0	5
C/ Los Colindres	4	4		VM	125	HPLMN	12,5	0	1	0	3	300	350	PHILIPS	HRK-500	3	0	1
C/ Real	17	17		VM	125	HPLMN	12,5	1	0	0	16	2.125	2.338	PHILIPS	HRK-500	12	1	4
C/ Real Transversal	1	1		VM	125	HPLMN	12,5	0	0	0	1	125	158	PHILIPS	HRK-500	0	0	1
C/ Real Transversal	5	5		VM	125	HPLMN	12,5	0	0	0	5	625	688	TIPO-2	TIPO-2	0	0	5
C/ Real Transversal	1	1		VM	125	HPLMN	12,5	0	0	0	1	125	158	TIPO-2	TIPO-2	0	0	1
C/ Real Transversal	1	1		VM	125	HPLMN	12,5	0	0	0	1	125	158	PHILIPS	HRK-500	0	0	1
C/ Real Transversal	1	1		VM	125	HPLMN	12,5	0	0	0	1	125	158	TIPO-1	TIPO-1	0	0	1
C/ Tabaña	7	7		VM	125	HPLMN	12,5	0	0	0	7	875	967	PHILIPS	HRK-500	0	1	6
Camino Tio Andrés	12	12		VM	125	HPLMN	12,5	0	0	0	12	1.500	1.650	PHILIPS	HRK-500	1	1	10
Camino Tio Andrés	1	1		VM	125	HPLMN	12,5	0	0	0	1	125	158	TIPO-1	TIPO-1	0	0	0
Camino Tio Andrés Transversal	1	1		VM	125	HPLMN	12,5	0	0	0	1	125	158	PHILIPS	HRK-500	0	0	1
Camino Tio Andrés Transversal	1	1		VM	125	HPLMN	12,5	0	0	0	1	125	158	TIPO-1	TIPO-1	0	0	1
Carretera a General C-820	37	37		VSAP	100	SON	14	0	0	0	34	4.625	5.088	PHILIPS	HRK-500	6	4	27
Carretera a General C-820	4	4		VSAP	100	SON	14	0	0	0	4	400	456	SOCBELC	OMX-2	0	0	4
Carretera a San Antonio	15	15		VM	125	HPLMN	12,5	1	0	0	14	1.875	2.065	PHILIPS	HRK-500	12	3	0
Prolongación C/ La Raibala	3	3		VM	125	HPLMN	12,5	0	0	0	3	375	413	PHILIPS	HRK-500	2	0	1
<b>TOTAL:</b>											<b>17.150</b>	<b>18.911</b>						

Ejemplo de registro de inventario de puntos de luz

#### 4.4.2 Caracterización del consumo

La caracterización del consumo, de un determinado uso energético, tiene como objetivo determinar la curva diaria media de consumo y el modelo teórico de utilización.

En la práctica la caracterización del consumo de un determinado uso energético es complicada de obtener porque normalmente no existe una relación unívoca entre los contadores que contabilizan el consumo y el uso energético (en otras palabras un único contador puede registrar los consumos de varios usos energéticos distintos) y porque la complejidad de los datos de ocupación del edificio o utilización de las instalaciones al ser variables implican unas fluctuaciones de consumo de difícil apreciación. Por tanto, se deberán poner todos los medios disponibles para que la caracterización del consumo se ajuste lo más posible a la realidad.

Para el consumo eléctrico, la potencia real consumida o absorbida por el sistema se determinará a través de mediciones eléctricas, ya sean puntuales o continuas, con aparatos de medida portátiles (analizadores de redes eléctricas, amperímetros, voltímetros, etc.).

Los puntos de medición dentro de las instalaciones se determinarán previamente teniendo en cuenta que lo que se pretende medir es el consumo eléctrico de un determinado uso energético, objeto de estudio, por lo que habrá que medir sobre el circuito propio del uso, aislándolo del resto de los usos energéticos del edificio o instalación. Se aprovecharán asimismo los equipos fijos de medición que se encuentren instalados, como por ejemplo contadores eléctricos, maxímetros, etc.

Las mediciones continuas de los consumos energéticos se realizarán a lo largo de un periodo de tiempo que sea representativo y que refleje la posible estacionalidad de los consumos (invierno / verano, por ejemplo). Generalmente, midiendo un ciclo completo de 24 horas será suficiente para representar la evolución del consumo si el uso del edificio o instalación es relativamente continuo y uniforme. Si la utilización es más variable, procede hacer medidas más de una vez en distintos periodos de tiempo.

Debe tenerse en cuenta que el valor de la potencia absorbida obtenida a través de mediciones es la que consumen los equipos receptores que, en el periodo de medición considerado, están funcionando simultáneamente, además de las pérdidas energéticas de la instalación en ese mismo periodo.

Los coeficientes de simultaneidad (relación entre la potencia nominal en funcionamiento y la potencia nominal total del sistema) y de pérdidas (relación entre potencia total absorbida según medida y la potencia nominal en funcionamiento), si no son posibles determinarlos con exactitud, habrá que estimarlos solicitando la colaboración de los usuarios del edificio, de las instalaciones y responsables técnicos.

Con estas medidas y una vez determinado o estimado los coeficientes de simultaneidad y de pérdidas deberá establecerse el modelo teórico de utilización de los distintos usos energéticos del edificio donde quedarán reflejados los regímenes de funcionamiento.

#### ***4.5 Definición y cálculo de índices***

De la caracterización del sistema, del consumo y de los costos y datos de facturación se podrán definir y cuantificar unos índices, que serán función del uso energético que se analice (alumbrado, bombeo, climatización, etc.).

Estos índices permitirán apreciar el estado actual, las características y funcionamiento del sistema y ayudarán a analizar en concreto sus condiciones energéticas, las condiciones de contratación del suministro de energía y las condiciones del nivel de servicio prestado por el sistema.

#### ***4.6 Análisis de los usos energéticos***

El análisis se basará en la comparación de los valores obtenidos para estos índices con unos estándares óptimos que indiquen las posibles desviaciones, si bien, hay que tener en cuenta que la complejidad de situaciones y condicionantes posibles hacen muy difícil establecer estas referencias. A continuación se indican los diversos ámbitos del análisis a efectuar:

##### **4.6.1 Análisis de las condiciones energéticas**

Los índices que se definan para este análisis deberán permitir evaluar la eficiencia energética del sistema y la eficacia de sus elementos. Se analizarán, asimismo, el régimen de explotación y utilización del sistema y demás condicionantes que puedan influir en la eficiencia energética del sistema.

En general, la metodología de análisis se basará en dos puntos fundamentales:

- Realización, a partir de los datos obtenidos en la caracterización del sistema y consumo, del cálculo teórico de la potencia necesaria y del consumo teórico anual. Comparando estos datos con la potencia y los consumos reales podremos deducir los rendimientos medios de la instalación y comprobar si están dentro de los valores normales.
- Consideración puntual de los aspectos condicionantes de la eficiencia energética para localizar posibles desviaciones desfavorables.

#### **4.6.2 Análisis de las condiciones de contratación**

La información obtenida de la caracterización del sistema y del consumo y de la facturación energética se utilizará para simular diferentes tarifas y modalidades de contratación con la intención de obtener los menores costos posibles de la energía consumida por el uso energético.

Tras el análisis de las condiciones de contratación se deberá poder decidir sobre los siguientes aspectos:

- Número de contadores.
- Tarifa de contratación.
- Potencia a contratar.
- Sistema de discriminación horaria a aplicar.
- Sistema de corrección y contador de la energía reactiva.

#### 4.6.3 Análisis del nivel de servicio prestado

Los índices que se definan para este análisis estarán orientados a evaluar si el sistema energético proporciona el nivel de servicio demandado por los usuarios de la instalación y se encuentra ajustado a la actividad desarrollada en su interior.

#### 4.7 Diagnóstico del estado actual de los usos energéticos

El análisis de los índices permitirá realizar un diagnóstico del estado actual de los sistemas energéticos presentes en el edificio o instalación.

El diagnóstico de un uso energético comprende los siguientes aspectos:

- Características del sistema existente (tipo de elementos, sistemas generales, etc.)
- Niveles de prestación (parámetros de confort actuales, déficit, etc)
- Condiciones de contratación del suministro energético (tarifas, complementos, etc.)
- Condiciones energéticas (eficiencia del sistema, régimen de explotación, etc.)

Este último aspecto constituye en sí el contenido principal de la auditoria, si bien es totalmente imprescindible analizarlo en relación con los anteriores ya que, de otra manera, a las conclusiones les faltaría valor práctico y suponen el riesgo de que un posible ahorro energético genere un déficit en los niveles de prestación que invalidarán su aplicación.

Después de realizar el diagnóstico de cada uso energético, conviene hacer un diagnóstico global del edificio o instalaciones que, además de integrar a los anteriores, examine las posibles relaciones entre ellos, tanto en el aspecto funcional como en el de contratación y suministro de energía.

El diagnóstico reflejará la problemática que conduce a la ineficiencia energética de los sistemas e indicará las desviaciones de las características del sistema con relación a los valores óptimos utilizados y las posibles causas de estas desviaciones.

## 5 3º FASE: PROPUESTAS DE MEJORA

### 5.1 *Planteamiento de alternativas o propuestas de mejora*

Sobre la base de las causas que originan las desviaciones, se realizará un listado de recomendaciones o propuestas de mejora orientado a aumentar la eficiencia energética de los sistemas.

Estas mejoras podrán clasificarse en:

- a) Mejoras que no requieren inversión
- b) Mejoras que sí requieren inversión.

### ***5.2 Evaluación energética y económica de las propuestas de mejora***

Las propuestas se evaluarán energética y económicamente para determinar la rentabilidad de las mismas. Estas mejoras se clasificarán de acuerdo a los requerimientos de inversión y periodo de retorno.

## **6 ELABORACIÓN DEL INFORME TÉCNICO**

El informe final deberá integrar las conclusiones obtenidas en las fases anteriores de la auditoria, y deberá contener por tanto:

- Características de los usos energéticos.
- Diagnóstico de la situación actual de los usos energéticos.
- Listado de problemática y propuestas de mejoras.
- Evaluación energética y económica de las mejoras propuestas.
- Esbozo del Plan de actuación sobre las propuestas de ahorro energético.

Las fases de la metodología propuesta se presentan en el siguiente esquema.

