

# DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO CENTRO DEPORTIVO MUNICIPAL

## TRIÁNGULO DE ORO



**Distrito: Tetuán**

## 1. OBJETIVO. INFORMACION RECABADA. ANÁLISIS INICIAL

### **OBJETIVO, PROCEDIMIENTO Y ALCANCE TÉCNICO DEL ESTUDIO ENERGÉTICO**

El objetivo del estudio energético consiste en identificar la situación actual de la totalidad de los Centros Deportivos Municipales de gestión directa en el ámbito de la eficiencia energética. En base a esta evaluación podrá realizarse una clasificación de cara a señalar en cada caso las medidas de ahorro más convenientes y priorizar su ejecución u otras acciones posteriores.

El procedimiento seguido para el estudio energético, ha sido el siguiente:

1. Recepción y análisis previo de documentación, en base a los formularios remitidos por el Ayuntamiento a los gestores de dichos centros.
2. Visitas programadas. Después de un breve análisis de la documentación recogida, se realizaron las visitas correspondientes a cada centro, previa planificación y confirmación de cita con los gestores energéticos, tanto del distrito como del centro deportivo. El alcance de la visita fue:
  - Comprobación de la documentación aportada.
  - Análisis visual de instalaciones.
  - Documentación fotográfica.
  - Evaluación visual del estado de conservación (mantenimiento) de las instalaciones.

La visita se realizó el 18/10/2012 y tuvo una duración aproximada de dos horas.

3. Análisis de las medidas más adecuadas en cada caso.
4. Elaboración del presente informe para cada centro deportivo.

El objetivo del informe, es detallar las medidas propuestas para el ahorro energético en los centros, estimando en la medida de lo posible (y con los datos disponibles) los siguientes apartados:

- Potencial de ahorro
- Inversión asociada
- Retorno previsto

Se prestará especial atención a aquellas medidas que impliquen una baja inversión, o que supongan actuaciones en lo relativo a protocolos de actuación en las instalaciones, de manera que conlleven un ahorro y un retorno inmediatos, aunque sean de pequeña entidad.

La identificación de las medidas se llevarán a cabo con la máxima precisión posible, teniendo en cuenta que se trata de un diagnóstico energético con inspección visual y apoyado en la información recopilada mediante un formulario remitido por la Agencia de la Energía a los gestores energéticos de Distrito y por la información relativa a suministros energéticos y de agua (consumos y gastos del 2011, potencias registradas,...) facilitada por la Dirección General de Contratación.

## **DOCUMENTACIÓN APORTADA / RECABADA PARA LA REALIZACIÓN DEL ESTUDIO ENERGÉTICO**

Se ha contado por norma general con documentación enviada desde cada uno de los distritos o centros, de forma que se ha podido corroborar y confirmar con la visita realizada. No se han contrastado inventarios (aunque sí tipología) de instalaciones tipo luminarias, radiadores, secamanos, puntos de agua, etc. y, en la medida de lo posible, características y horarios de funcionamiento de los equipos de las principales instalaciones (calderas, climatizadoras, enfriadoras, acumuladores de agua caliente, deshumectadoras, sistemas de bombeo, sistema de iluminación...).

La totalidad de las visitas, se han realizado en colaboración con el personal de mantenimiento del centro y/o distrito, gestor energético del distrito y/o centro, encargado y/o personal de dirección; pudiendo contrastar y completar con dicho personal la documentación aportada.

La documentación de carácter general recabada para este estudio ha consistido en:

- Listado general de centros: nombre de la instalación, dirección, uso, código del edificio, consumos y gastos (energéticos y de agua del año 2011), superficie, número de contadores energéticos y de agua, depósitos de combustible, potencias eléctricas contratadas y reportes de potencias máximas registradas.
- Listado general de superficies desglosadas
- Formulario remitido a los gestores:
  - Características generales del CDM.
  - Tipología de instalaciones de calefacción, refrigeración y ACS.
  - Tipología de instalaciones electricidad: tipología luminarias, cantidad y potencia...
  - Otras instalaciones: asociadas a piscinas (bombeo y depuración); ascensores; riego...
- Planos: Proyecto de Ejecución o Manual de Autoprotección.
- Relación de actividades.

### **CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DEPORTIVO**

El Centro Deportivo Municipal Triángulo de Oro está ubicado en la calle Bravo Murillo, 376 28020 Madrid; y cuenta con las siguientes superficies:

- Superficie construida: 6.513 m<sup>2</sup>

Año de construcción o remodelación: 1987. El edificio consta de una planta sobre rasante y dos bajo rasante. El uso principal es deportivo.

La forma de gestión es directa y se realiza por parte del Ayuntamiento de Madrid.

El horario de funcionamiento, entendiéndose como horario de utilización de instalaciones, es de 07:30 a 23:30 en jornada normal y de 09:30 a 15:00 en jornada reducida.

La ocupación anual del edificio es la siguiente:

- Personal interno: 59
- Usuarios: 165.000

Unidades Deportivas Cubiertas:

- Pabellón Polideportivo.
- Piscina (vaso de 25 m).
- Sala de Musculación.
- Frontón.
- 2 Salas Multiusos.

Deporte practicable: Baloncesto, Balonmano, Deportes de Pelota, Fútbol Sala, Musculación, Natación y Voleibol.

Accesibilidad: instalación adaptable, con 1 ascensor y 1 grúa de piscina.

## ANÁLISIS DE CONSUMOS

Los datos de **consumo energético y agua**, correspondiente al año 2011:

- Electricidad: 541.322 kWh. Con un contador de compañía y potencia contratada con tarifa de tres periodos: 135 kW.
- Gas natural: 1.651.208 kWh. Un contador.
- Agua: 14.398 m<sup>3</sup>. Dos contadores.

Las emisiones asociadas a estos consumos son las siguientes:

- Electricidad: 178.636 kg de CO<sub>2</sub>
- Gas natural: 331.893 kg de CO<sub>2</sub>
- *Total: 510.529 kg de CO<sub>2</sub>*

Los datos de **coste energético y agua**, correspondiente:

- Electricidad: 80.197 €
- Gas natural: 79.230 €
- Agua: 29.221 €

Los **consumos específicos**:

- Gas natural: 253,5 kWh/m<sup>2</sup> (75%).
- Electricidad: 83,1 kWh/m<sup>2</sup> (25%).

El consumo total térmico corresponde a 75%.

En el contador eléctrico con potencia contratada de 135 kW se registran picos de consumo superiores, de 157 kW. Esto indica que se pueden estar pagando penalizaciones en las facturas por exceso de la potencia contratada.

**CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE LAS INSTALACIONES****CALEFACCIÓN, REFRIGERACIÓN Y ACS****Sistemas primarios**

- SALA DE CALDERAS
  - *Combustible:* Gas Natural.
  - *Equipos:* 2 caldera ROCA G400
  - *Potencia:* 253 y 507 kW, ambas con rendimiento del 92%.
  - *Quemador:* Modulante.
  - *Fecha fabricación/instalación:* 2004.
  - *Instalación/zona de abastecimiento:* Piscina cubierta.
    - \* ACS: No se ha podido recabar.
    - \* Calefacción: Fancoils y climatizadoras.
    - \* Calentamiento agua piscina.
  - *Regulación y control:* No se ha podido recabar.
  - *Relación de bombas de calefacción y agua caliente sanitaria:*
    - \* Dos bombas de 4,5 kW.

NOTA: La consigna de calefacción es de 28 °C con un horario de funcionamiento de 07:00 a 22:00 h, durante los meses de noviembre a marzo.

Las consignas para el agua de la piscina son 28°C, una temperatura del recinto de 29°C y una humedad relativa del 50%.

- ENFRIADORA
  - *Combustible:* Electricidad.
  - *Equipos:* No se ha podido recabar.
  - *Potencia:* 29,6 kW.
  - *Fecha fabricación/instalación:* 2009.
  - *Instalación/zona de abastecimiento:* No se ha podido recabar.
    - Regulación y control:* Manual. Cuadro eléctrico.

NOTA: La consigna de refrigeración es de 22 °C con un horario de funcionamiento de 07:00 a 22:00 h, durante los meses de mayo a julio.



*Calderas*



*Calderas*



*Agua Caliente Sanitaria*



*Enfriadora*

**CALEFACCIÓN, REFRIGERACIÓN Y ACS****Sistemas secundarios**

Este sistema está formado únicamente por los equipos autónomos, fancoils y climatizadoras.

- CLIMATIZADORA PISCINA
  - *Equipos:* AIROTEC, S.A
  - *Potencia:* 169 kW.
  - *Fecha fabricación/instalación:* 2004.
  - *Instalación/zona de abastecimiento:*
    - \* Aire de la piscina.
  - *Control:* Centralita.
  
- FANCOILS
  - *Cantidad:* 15.
  - *Instalación/zona de abastecimiento:*
    - \* Ciclo sala y vestuarios de piscina (con termostato).
  - *Control:* Termostato.
  
- EQUIPO AUTÓNOMO BOTIQUIN
  - *Equipos:* DAIKIN.
  - *Potencia y rendimiento nominal:* No se ha podido recabar.
  - *Fecha fabricación/instalación:* No se ha podido recabar.
  
- BOMBA CALOR MUSCULACIÓN
  - *Equipos:* RC GROUP.
  - *Potencia calor:* 97,5 kW.
  - *Potencia frío:* 81,7 kW.
  - *Fecha fabricación/instalación:* No se ha podido recabar.
  
- EQUIPO AUTÓNOMO OFICINAS Y DESPACHOS
  - *Equipos:* FERROLI.
  - *Potencia y rendimiento nominal:* No se ha podido recabar.
  - *Fecha fabricación/instalación:* No se ha podido recabar.

- EQUIPO AUTÓNOMO CICLOSALA
  - *Equipos:* HITECSA.
  - *Potencia y rendimiento nominal:* No se ha podido recabar.
  - *Fecha fabricación/instalación:* No se ha podido recabar.
  
- EQUIPO AUTÓNOMO AEROBIC
  - *Equipos:* MITSUBISHI.
  - *Potencia y rendimiento nominal:* No se ha podido recabar.
  - *Fecha fabricación/instalación:* No se ha podido recabar.
  
- CLIMATIZADORAS
  - *Cantidad:* 4
  - *Equipos:* No se ha podido recabar.
  - *Potencia y rendimiento nominal:* No se ha podido recabar.
  - *Fecha fabricación/instalación:* No se ha podido recabar.



*Equipo autónomo. Botiquín*



*Fancoils. Ciclosala*



*Climatizadora. Piscina*



*Equipo autónomo. Oficinas*



*Bomba calor. Ciclosala*



*Equipo autónomo. Aerobic*



*Climatizadora*



*Climatizadora*



*Fancoils. Vestuarios Piscina*



*Termostato*

### **OTRAS INSTALACIONES**

#### **Bombeo. Depuración.**

- **DEPURACIÓN PISCINA CUBIERTA.**
  - *Relación de bombas:* 2 bombas (una en reserva) de 11 kW, cada una.
  - *Potencia:* No se ha podido recabar.
  - *Regulación y control:* Control y regulación automático por cuadro eléctrico funcionando 24 h al día, durante la casi totalidad del año, salvo el mes de agosto.



*Depuración piscina cubierta*

### **DISTRIBUCIÓN DE AGUA**

Los puntos de agua del edificio son: 28 lavabos, 60 duchas y 30 inodoros.

Como sistemas de ahorro de agua, existen perlizadores, sistema de ahorro en duchas y cisternas. Fluxores y válvulas termostáticas.

Existe aljibe de recogida de agua de la piscina cubierta.

La piscina tiene un volumen de 567,5 m<sup>3</sup>.

### **INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD**

#### **GRUPOS ELECTRÓGENOS, ASCENSORES. OTROS EQUIPOS**

El centro dispone de batería de condensadores, grupo electrógeno y ascensor.

- BATERÍA DE CONDENSADORES.

Existe una batería de condensadores.

- GRUPO ELECTRÓGENO.

Existe un grupo electrógeno de 43 kVA y 34,4 kW.

- ASCENSORES

Existe un ascensor, sin sistema de ahorro.

#### **ILUMINACIÓN INTERIOR**

La tipología de luminarias existente en el centro es el siguiente:

- 5 Incandescentes de 40W.
- 6 Halógenas de 50W.
- 1015 Fluorescentes de 36W.
- Fluorescentes de 18W.
- 152 Vapor de Mercurio de 400W.

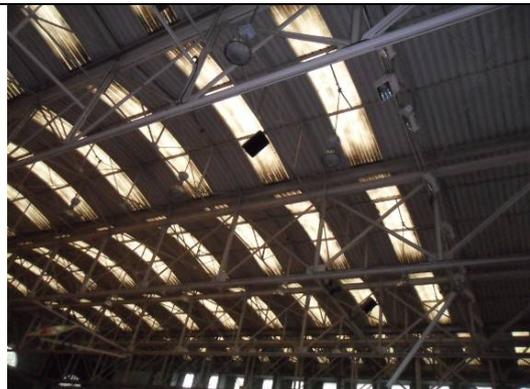
NOTA: El horario de funcionamiento de la iluminación interior es de 06:00 a 24:00 h. Control manual.

#### **ILUMINACIÓN EXTERIOR**

La tipología de luminarias existente en el centro es el siguiente:

- 11 Vapor de Mercurio de 250W.
- 11 Vapor de Sodio de 250W.

NOTA: El horario de funcionamiento de la iluminación exterior tiene dos horarios: de 05:45 a 07:45 h y de 19:30 a 0:15 h. Control mediante reloj analógico.



*Iluminación Pabellón*



*Grupo electrógeno*



*Batería de condensadores*



*Iluminación ciclo sala*



*Iluminación interior. Pasillos*



*Iluminación interior. Vestuarios*

**CARACTERISTICAS DE LA CARPINTERIA EXTERIOR**

Las ventanas del centro son de aluminio, hierro y PVC. Vidrio doble (con cámara de aire) y sencillo.



*Fachada*



*Cubierta*



*Carpintería aluminio*



*Carpintería hierro*

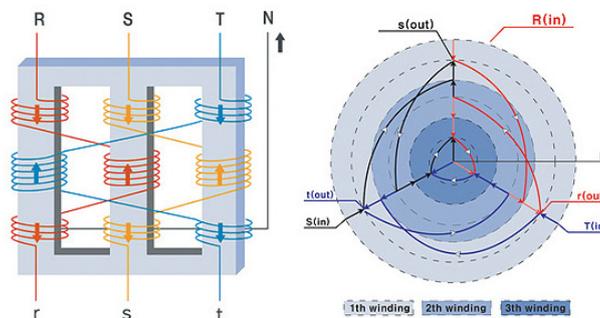
## 2. IDENTIFICACIÓN DE MEDIDAS DE AHORRO

### 1. INSTALACIÓN DE ESTABILIZADOR DE RED

#### Descripción de la medida

Esta propuesta se basa en la instalación de un dispositivo tipo auto-transformador, que presenta las siguientes funcionalidades: disminución de energía reactiva (puede colocarse independientemente de la existencia de baterías de condensadores), compensación de fases, eliminación de alto porcentaje de armónicos.

La base fundamental de esta medida es la tecnología ATW (Auto Transformer Winding), un sistema de bobinado en zig-zag de un autotransformador. La figura ilustra una instalación, constituida por una construcción ferro-magnética con un núcleo trifásico de tres columnas. En cada columna hay tres bobinas con polaridades opuestas. Conectando las bobinas de forma diferente a la de una designación en zig-zag clásica se obtienen composiciones transversales en las tres columnas.



El estudio en cualquier caso debe ir ligado a una prueba demo previa durante 2 semanas, de manera que se calcule detalladamente el porcentaje de ahorro.

#### Potencial de ahorro

El potencial de ahorro está en torno a un 10-15 %, en función de las características de la instalación. Dicho potencial se comprueba con una instalación demo previa, que permite fijarlo con más detalle, de cara a asegurar en la medida de lo posible el retorno asociado a la inversión.

Va a considerarse como estimación previa un valor del 10% como potencial de ahorro; valor bastante conservador, y casi siempre por debajo del potencial real calculado para este tipo de instalaciones.

El dimensionamiento del equipo va a ser en base a la potencia registrada (157 kW), entre un 80% y con un coeficiente de seguridad de un 20%, por lo que se tiene una potencia de equipo de 235 kVA.

## 2. AJUSTE TEMPERATURAS DE CONSIGNA CALEFACCIÓN

### Descripción de la medida

Bajar la temperatura de consigna de calefacción de 28°C a 21°C.

### Potencial de ahorro teórico

Se considera un **ahorro medio del 4 %** en el consumo térmico por cada °C ajustado en la consigna de calefacción.

## 3. AJUSTE TEMPERATURA DE CONSIGNA REFRIGERACIÓN

### Descripción de la medida

Subir la temperatura de consigna de refrigeración de 22 °C a 26 °C.

### Potencial de ahorro teórico

Se considera un **ahorro medio del 3 %** en el consumo asociado al sistema de refrigeración por cada °C ajustado.

## 4. AJUSTE TEMPERATURA VASO DE LA PISCINA CUBIERTA

### Descripción de la medida

Bajar la temperatura de consigna del vaso de 28 °C a 26 °C.

### Potencial de ahorro teórico

Se considera un **ahorro medio del 3 %** en el consumo térmico por cada °C ajustado.

## 5. SUSTITUCIÓN PROGRESIVA DE LÁMPARAS FLUORESCENTES

### Descripción de la medida

Se propone la sustitución progresiva de las lámparas fluorescentes de 18w y 36 W, con equipos electromagnéticos, por otras de tipo PHILLIPS TLD Power Saver, o similar, de 12 W y 23 W respectivamente.

### Potencial de ahorro

Según los horarios de funcionamiento (5.940 h/año) se tiene el ahorro directo por cada tubo fluorescente. Los datos por luminaria son los siguientes (18 y 36 W, respectivamente):

- Potencial de ahorro: 35 / 77 kWh/año/lámpara.

- Potencial de ahorro económico: 5 / 11 €/año/lámpara.
- Inversión estimada: 6,59 / 9,29 €/lámpara.
- Retorno asociado: 1,3 / <1 años.

El porcentaje de ahorro del cambio a la tecnología más eficiente se establece en algo más de un 30%.

## 6. SUSTITUCIÓN PROGRESIVA DE VAPOR DE MERCURIO

### Descripción de la medida

Se propone la sustitución progresiva de las luminarias de lámparas de vapor de mercurio por equipos con halogenuros metálicos. La potencia de las lámparas de vapor presentes es de 400 W mientras que los nuevos equipos poseen una potencia de 250 W.

### Potencial de ahorro

Según los horarios de funcionamiento se tiene el potencial de ahorro por año y por cada luminaria. El porcentaje de ahorro del cambio a la tecnología más eficiente se establece en algo más de un 35 %. Las horas de utilización de la iluminación interior son 5.280 h/año.

## 7. OPTIMIZACIÓN POTENCIA ELÉCTRICA

### Descripción de la medida

Debido a que la potencia eléctrica registrada es superior a la contratada, se propone un estudio de optimización del contrato del suministro eléctrico.

### Potencial de ahorro teórico

Dependerá del resultado del estudio.

## 8. SUSTITUCION DE CLIMATIZADORA POR DESHUMECTADORA EN PISCINA

### Descripción de la medida

Se propone la sustitución de la actual climatizadora de la piscina cubierta por una deshumectadora con el fin de lograr ahorra consumo de combustible en el sistema de calefacción y agua del vaso de la piscina, para evitar la actual apertura de las ventanas del recinto.

### Potencial de ahorro teórico

El porcentaje de ahorro estimado es del 3% sobre el sistema de calefacción.

### 3. RESULTADOS ENERGÉTICOS Y ECONÓMICOS DE LAS MEDIDAS PROPUESTAS

| MEDIDA  | AHORRO POTENCIAL (kWh/año) | % DE AHORRO                       | AHORRO POTENCIAL (€/año) | INVERSIÓN ESTIMADA (€) | RETORNO SIMPLE ASOCIADO (años) |
|---|----------------------------|-----------------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------------|
| <i>MEDIDA 1: Instalación de estabilizador de red</i>                        | 54.132                     | 10% sobre el consumo eléctrico    | 8.011                    | 21.320                 | 2,6                            |
| <i>MEDIDA 2: Ajuste de temperatura consigna en calefacción</i>              | 166.441                    | 10 % sobre el consumo térmico     | 7.989                    | -                      | Inmediato                      |
| <i>MEDIDA 3: Ajuste de temperatura consigna en refrigeración</i>            | 891                        | <1 % sobre el consumo eléctrico   | 131                      | -                      | Inmediato                      |
| <i>MEDIDA 4: Ajuste de temperatura consigna en vaso de piscina cubierta</i> | 53.499                     | 3,2% sobre el consumo térmico     | 2.567                    | -                      | Inmediato                      |
| <i>MEDIDA 5: Sustitución progresiva de lámparas fluorescentes (36W)</i>     | 78.155                     | 14,4 % sobre el consumo eléctrico | 11.567                   | 9.429                  | <1                             |
| <i>MEDIDA 6: Sustitución progresiva de vapor de mercurio</i>                | 120.384                    | 22,2% sobre el consumo eléctrico  | 17.817                   | 21.910                 | 1,2                            |
| <i>MEDIDA 7: Optimización potencia eléctrica</i>                            | Sujeto a estudio detallado | -% sobre el consumo eléctrico     | -                        | -                      | Inmediato                      |
| <i>MEDIDA 8: Sustitución de climatizador de piscina por deshumectadora</i>  | 62.746                     | 3,8% sobre el consumo térmico     | 3.012                    | 50.000                 | 16,6                           |
| <b>Total al aplicar las medidas</b>   | <b>536.248</b>             |                                   | <b>51.094</b>            | <b>102.659</b>         | <b>2</b>                       |
| <b>Potencial de ahorro térmico</b>  |                            |                                   |                          |                        | <b>17%</b>                     |
| <b>Potencial de ahorro eléctrico</b>  |                            |                                   |                          |                        | <b>46,6%</b>                   |
| <b>POTENCIAL TOTAL DE AHORRO ENERGÉTICO</b>                                 |                            |                                   |                          |                        | <b>24,4%</b>                   |

Precios de la Energía Considerados en el estudio:

- Precio del gas natural: 0,048 €/kWh
- Precio electricidad: 0,148 €/kWh

## 4. CONCLUSIONES

El **Centro Deportivo Municipal Triángulo de Oro** tiene un consumo energético total de 2.192.530 kWh/año.

A nivel de climatización, si bien se está utilizando como combustible gas natural (lo que supone un ahorro con respecto al gasóleo), las temperaturas de consigna utilizadas están por encima de las temperaturas recomendadas, lo que supone un potencial de ahorro elevado. Igual pasa con las temperaturas de refrigeración y piscina, por lo que simplemente adecuando las temperaturas se consigue un nivel de ahorro elevado sin tener que llevar a cabo inversión y con un periodo de retorno por tanto inmediato.

Junto a esa medida, se proponen otras que sí conllevan una inversión, pero que van a presentar unos periodos de retorno de las inversiones muy bajos, como son la sustitución de lámparas fluorescentes (en la tabla solo figuran los datos relativo al fluorescente de 36 W; no están reflejados los datos relativos al tubo fluorescente de 18 W porque no se ha podido recabar el número total de tubos) actuales por otras de mayor eficiencia o la sustitución de lámparas de vapor de mercurio por halogenuros metálicos. En estos casos, el retorno de la inversión es cercano a un año.

Análogamente se propone la instalación de un estabilizador de red que supondrá unos ahorros en el consumo energético del entorno del 10 % del total de consumo eléctrico.

Por último, teniendo en cuenta las potencias máximas registradas por los equipos, se propone la realización de un estudio más en profundidad para ver la posibilidad de optimizar la potencia contratada (y por tanto, la factura eléctrica), en función de la periodicidad de los picos máximos de potencia detectados.

Los resultados finales son:

- **Potencial mínimo de ahorro energético: 536.248 kWh/año**
- **Porcentaje respecto al total: 24,4%**
- **Potencial de ahorro económico: 51.094 €/año**
- **Inversión necesaria: 102.659 €**
- **Retorno asociado: 2 años**
- **Emisiones evitadas: 140.493 kg CO<sub>2</sub>/año**

## 5. ANEXO: DOCUMENTACIÓN DE APOYO

### PLANO VISTA AEREA GENERAL

