



E1.1 Informe de elementos para la optimización energética en el proceso logístico

Contenido

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Resumen | 2 |
| 2 | Principales elementos consumidores de energía en el proceso logístico | 2 |
| 2.1 | Almacenes y oficinas | 2 |
| 2.2 | Vehículos | 3 |
| 3 | Dispositivos externos complementarios..... | 3 |
| 4 | Estado inicial de las instalaciones | 4 |
| 4.1 | Frío industrial en el almacén | 7 |
| 4.1.1 | Central de compresión de alta temperatura..... | 8 |
| 4.1.2 | Central de compresión de baja temperatura..... | 10 |
| 4.1.3 | Centrales de compresión 3 y 4 | 12 |
| 4.1.4 | Cámaras frigoríficas..... | 13 |
| 4.2 | Climatización en las oficinas..... | 13 |
| 4.3 | Iluminación en las oficinas..... | 16 |
| 4.4 | Otros equipos eléctricos en las oficinas | 16 |
| 5 | Criterios medioambientales..... | 17 |
| 6 | Consumos..... | 17 |
| 6.1 | Almacén/Oficinas | 17 |
| 6.2 | Carburante en vehículos..... | 18 |
| 7 | Huella de carbono..... | 18 |
| 8 | POIs | 19 |
| 9 | Conclusiones | 20 |



1 Resumen

Este documento pretende identificar qué elementos dentro del proceso logístico tienen un impacto importante en el consumo de energía y por lo tanto son susceptibles de ser monitorizados de cara a obtener una mejora que realmente sea sustancial en eficiencia energética, hasta el punto de que la relación coste/beneficio comparando el coste de instalación o reemplazo de equipos por otros más eficientes con el beneficio obtenido haga que realmente una empresa pueda estar interesada en invertir en la mejora de su eficiencia energética. Esta identificación va acompañada de una caracterización del proceso logístico y elementos energéticos que poseen la empresa colaboradora *Disfrimur Logística*. Para identificar los elementos de mayor consumo, ha sido necesario realizar un análisis del consumo de la electricidad y del combustible de los datos históricos disponibles por *Disfrimur Logística* en sus instalaciones.

2 Principales elementos consumidores de energía en el proceso logístico

Una vez que se ha determinado que el proyecto va a girar en torno a los requisitos impuestos por las GDP respecto a trazabilidad a la hora de garantizar que los productos son conservados y transportados en todo momento respetándose las condiciones exigidas en cuanto a temperatura, etc. (consulte *GUARDIAN - E1.1 Informe de requisitos de seguridad y diseño de equipos de sensorización - M06*), se ha observado que los elementos que se emplean para garantizar que se cumplan dichos requisitos están en los almacenes y en los vehículos. Por lo tanto, los almacenes y vehículos con su correspondiente equipamiento es el que más está influyendo en el consumo energético y, en definitiva, el que interesa optimizar en la medida de lo posible. Se extenderá también el estudio a las oficinas de la empresa dado que, al estar operativas una gran cantidad de tiempo, pueden añadir un consumo y un coste significativos.

2.1 Almacenes y oficinas

A nivel de almacén/oficinas hay una serie de subsistemas/equipos que intervienen durante toda la fase de almacenamiento/conservación, carga y descarga de los productos.

Los más relevantes son los siguientes (pueden estar en almacenes asociados a distribución de alimentos, de medicamentos o a ambos):

- ▶ Dispositivos de frío industrial. En este contexto se trata de hacer un seguimiento de la temperatura. Se trata principalmente de dispositivos que generan frío por aire (instalación más o menos centralizada de aparatos que suelen constar de una o más unidades externas que dan servicio a una o más unidades internas) y que lo distribuyen usando ventiladores.
- ▶ Climatización en oficinas. En este caso los dispositivos pueden generar frío o calor según sea necesario y, dependiendo de las características de las instalaciones, los hay en formato centralizado con una o más unidades externas que dan servicio a una o más unidades internas y que distribuyen el frío o el calor según corresponda usando ventiladores, en formato individual con unidades de pared, techo, etc. o en otros formatos. Entre otros tipos los hay 100% eléctricos, otros que usan gas natural (calderas para generación calor), etc.
- ▶ Sistema de iluminación. Aquí hay que diferenciar entre la iluminación requerida para mantener los productos en buenas condiciones y la que se debe garantizar para que se mantengan unas condiciones de trabajo del personal conformes a la normativa vigente.
- ▶ Otros sistemas.



THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

En la práctica es fundamental poder relacionar en todo momento tanto el estado de los mismos como el consumo en tiempo real. Un ejemplo lo tenemos en los dispositivos de control climático, donde no sólo nos interesa saber cuánto están consumiendo, sino que es fundamental saber qué están haciendo (saber si están encendidos o apagados, cuál es la temperatura de consigna actual, etc.), para lo que deben ir en paralelo la toma de datos de consumo y los de temperatura.

En lo referente a temperatura, y como valor añadido, puede ser interesante monitorizar también la temperatura exterior ya que otro de los aspectos susceptibles de optimizar es el aislamiento del propio almacén.

2.2 Vehículos

En este caso el principal elemento a estudiar es el consumo del propio vehículo, aunque también influyen otros elementos como por ejemplo la temperatura exterior (aparte de la interior del remolque, que es obligatoria por los requisitos de trazabilidad), ya que va a condicionar el consumo para el subsistema de control de frío.

El problema principal que suele estar presente a la hora de analizar el consumo del vehículo radica en que a veces no es posible conectarse a la central de abordó, ya sea por cuestiones técnicas (protocolo no disponible) o por cuestiones legales (se podría considerar que se está realizando una manipulación del vehículo). En cualquier caso este punto se analizará cuando se tenga acceso a los datos ofrecidos por el vehículo (o vehículos) seleccionado para el piloto.

Por lo tanto las tres variables con las que se puede intentar inferir si el consumo es adecuado o hay una desviación son las siguientes:

- ▶ Distancia recorrida. Se puede extraer en base a la ruta que está siguiendo el vehículo (control de rutas haciendo uso del receptor GPS del dispositivo diseñado para ser instalado en el vehículo).
- ▶ Temperatura interior del remolque. Se dispone de uno o más sensores para controlar la temperatura de los productos.
- ▶ Temperatura exterior. Al igual que en los almacenes, la combinación de temperaturas interior y exterior puede permitir detectar problemas en el aislamiento o incluso la necesidad de instalar un dispositivo de control de frío más potente.

3 Dispositivos externos complementarios

Los dispositivos de recogida de datos harán uso no solo de sensores que estarán cableados a ellos directamente, sino también de otros módulos intermedios de comunicación o de monitorización de datos, principalmente en almacenes.

En cuanto a módulos intermedios, el caso más común son las pasarelas de integración con dispositivos de climatización. Normalmente son accesibles a través de protocolos estándar (Modbus, etc.) y suelen permitir tráfico bidireccional, de forma que no solo se puede leer el estado de cada dispositivo (encendido, modo de funcionamiento, temperatura de consigna, etc.) sino que lo habitual es poder actuar sobre ciertos campos (encender/apagar, cambiar el modo de funcionamiento, etc.).

Por su parte el caso más claro de monitorización de datos es la de consumos. Normalmente eso se lleva a cabo tomando lecturas periódicas de analizadores de red con los que poder medir los consumos por sectores. En ese sentido es fundamental instalar una cantidad de analizadores de red adecuada, dividiendo la instalación por zonas y por subsistemas para así poder tener la granularidad deseada (variará dependiendo de las características de cada zona concreta).

THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

A su vez, como resultado del conocimiento obtenido tras las visitas realizadas para analizar los detalles de la instalación, se planteará la posibilidad de instalar otros dispositivos que puedan aportar información relevante y que permitan identificar puntos donde cambios en ciertos protocolos de actuación o en elementos instalados puedan traducirse en un ahorro significativo del consumo. Un ejemplo está en los detectores de puerta abierta para aquellas puertas que regulan el paso de mercancías entre cámaras frigoríficas, para las que la pérdida de frigorías es proporcional al tiempo que permanecen abiertas.

En cualquier caso las posibilidades de afinar a la hora de determinar de qué subsistema y dispositivo concreto proceden los consumos dependerán de las características de la propia instalación eléctrica existente. En función de si hay o no una división explícita a nivel de circuitos eléctricos, se podrán obtener datos con una granularidad mayor o menor. Se evaluará la viabilidad de realizar pequeñas modificaciones en puntos concretos de la instalación siempre que se obtenga el permiso correspondiente y siempre y cuando se considere que realmente pueden suponer una mejora clara en comparación con la situación actual.

4 Estado inicial de las instalaciones

La empresa que va a proporcionar los recursos necesarios para el piloto tanto a nivel de almacén como a nivel de vehículos es *Disfrimur Logística*, localizada en la Avenida de Lorca P174-180 de Sangonera la Seca, en Murcia, y construida en 1999. La zona climática donde está ubicada es de tipo B3.

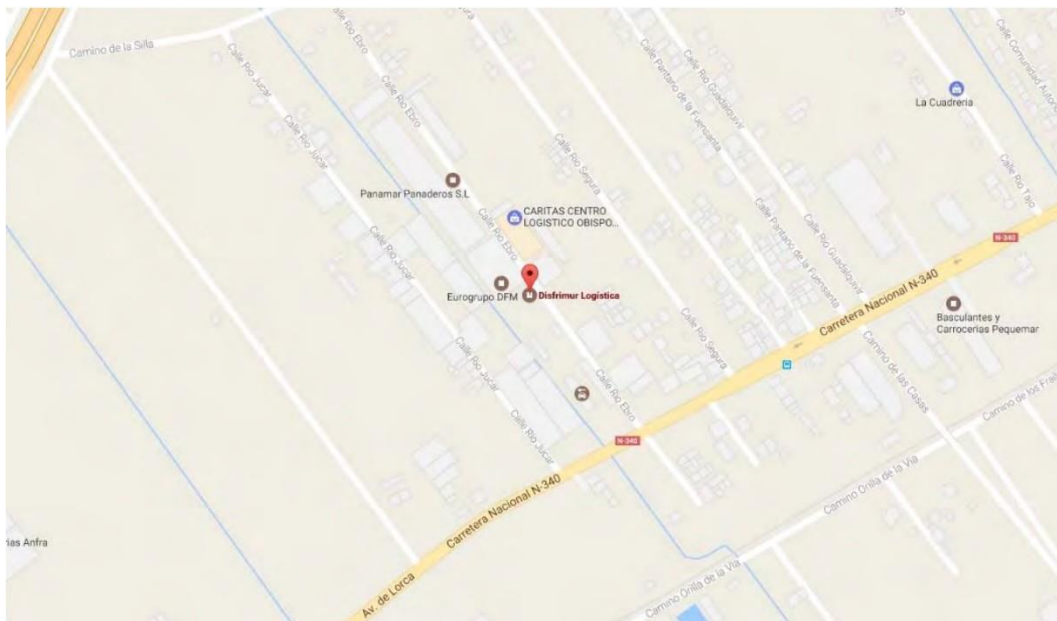


Figura 1: Ubicación del complejo Disfrimur Logística

El complejo está dividido en las siguientes instalaciones:

- ▶ Disfrimur Logística (instalaciones centrales, que serán en las que se centrará el proyecto). Está compuesto por un edificio de oficinas, un conjunto de cámaras frigoríficas y una zona de muelles y expedición.
- ▶ Panamar.

THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

- ▶ Taller Sangonera Truck.
- ▶ Taller An-Car.
- ▶ Lavadero.
- ▶ Restaurante.
- ▶ Parking.

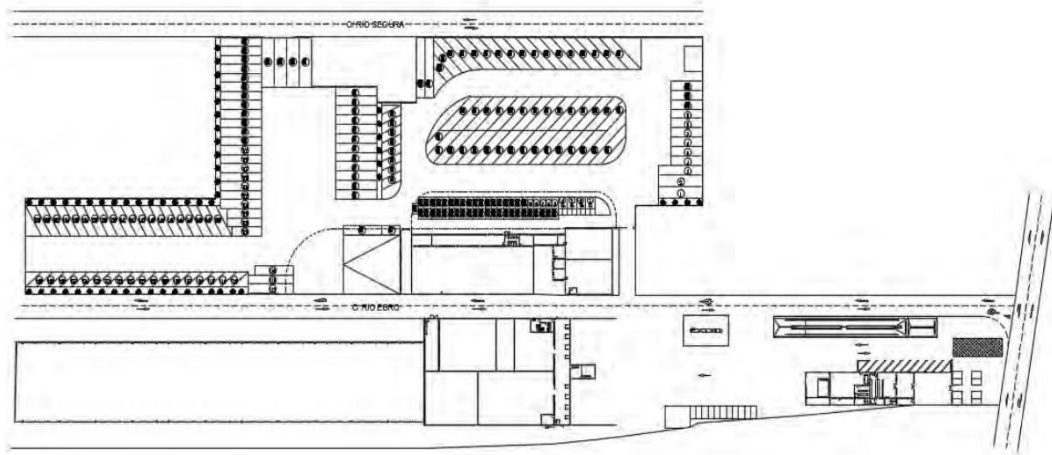


Figura 2: Plano instalaciones



Figura 3: Fachada oficinas



| Zona | Superficie (m ²) |
|----------------------|------------------------------|
| Oficinas | 720 |
| Cámaras frigoríficas | 3.490 |
| Total | 4.210 |

| Zona | Horario | | Días/año | Horas/año |
|----------------------|-------------|-------------|----------|-----------|
| Oficinas | 08:30-14:00 | 16:00-19:00 | 255 | 2.040 |
| Cámaras frigoríficas | 00:00-22:00 | | 305 | 6.710 |

Como punto de partida se tienen los datos proporcionados por la misma correspondientes a los equipos instalados en los edificios.

Todos los datos provienen de una auditoría energética realizada en 2019 que permitió censar todos los dispositivos instalados (características, valores teóricos, etc.), analizar en detalle las facturas de consumos de los 12 meses anteriores y tomar mediciones in situ de consumos en tiempo real.

Las limitaciones de este tipo de auditoría radican en que normalmente la toma de mediciones se realiza con equipos portátiles y suelen durar un máximo de 1 día por elemento (es especialmente importante tener datos de un día completo en los casos en los que se necesita calcular una curva de carga, que en este contexto tiene sentido en sistemas de frío industrial y/o de climatización), extrapolando esos valores para todo el resto del año en base a una serie de estimaciones como por ejemplo el número de días en los que los equipos de climatización funcionan en modo frío (el consumo de los mismos es distinto en función de si están en modo frío o en modo calor, puede variar en función de si se trata de un día más o menos caluroso, etc.), entre otras.

Por contra sí que permite identificar cuáles son los puntos donde hay mayor consumo y, por lo tanto, dónde es más interesante centrarse en hacer un seguimiento más exhaustivo.

A partir de ahí se elegirán los POI (del inglés *Point of Interest*) y se pondrá en marcha el piloto haciendo un seguimiento continuo de los mismos para tener una visión más realista y más a largo plazo de los consumos.

En base a los datos obtenidos en base a lecturas reales registradas cada 15 minutos (y combinadas para obtener una lectura horaria), se ha detectado que la curva de carga sigue aproximadamente el siguiente patrón:

THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

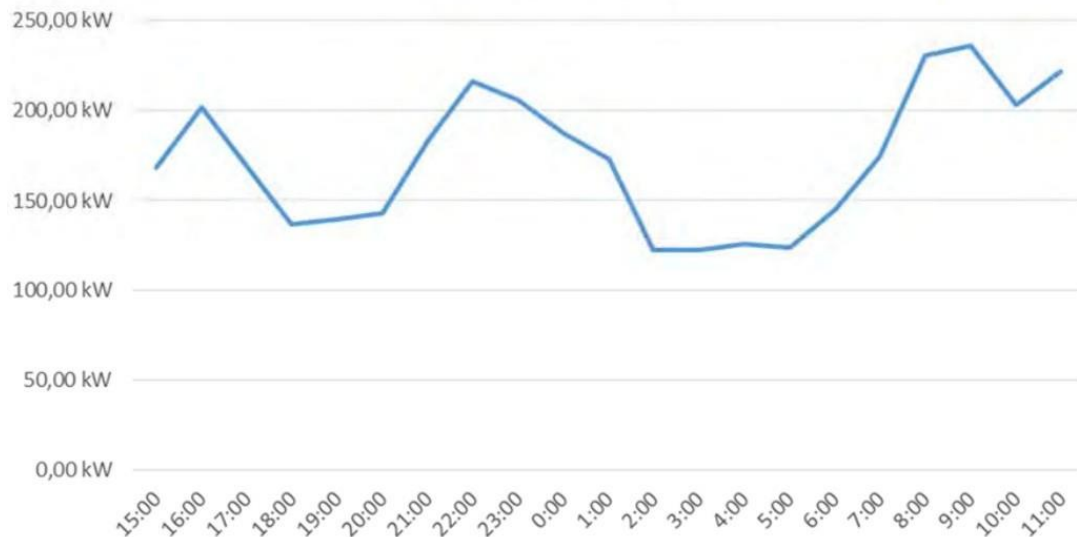


Figura 4: Curva de carga global

En las instalaciones se tienen las siguientes secciones:

- ▶ Frío industrial en el almacén.
- ▶ Climatización en las oficinas.
- ▶ Iluminación en las oficinas.
- ▶ Otros equipos eléctricos en las oficinas.

Además se debe analizar el consumo de carburante en camiones, contabilizando para cada camión por un lado el correspondiente a la cabeza tractora y por otro el asociado al dispositivo de control de frío del remolque, ya que utilizan motores separados y combustibles diferentes.

Para dispositivos eléctricos, en prácticamente todos los casos se tiene información de consumos teóricos ligada a la potencia de cada uno de ellos. De cara a escoger los puntos donde instalar equipos de medición, se ignorarán las pérdidas de rendimiento derivadas del deterioro de los mismos ya que son muy difíciles de cuantificar, y se utilizará como referencia la potencia teórica de cada uno.

4.1 Frío industrial en el almacén

El sistema de frío industrial da servicio al conjunto de cámaras frigoríficas que están dentro del almacén.

Por cuestiones de eficiencia a la hora de reducir la pérdida de frigorías durante los procesos de carga y descarga de mercancías, las instalaciones de frío industrial están divididas por centrales frigoríficas dentro de las que hay a su vez cámaras. Las centrales están ordenadas de forma que están menos expuestas a las puertas de entrada/salida de mercancías aquellas que más necesidades de frío tienen. Es decir, las centrales más frías están más adentro.

Concretamente se tienen cuatro centrales de compresión:

- ▶ Central de compresión de alta temperatura.
- ▶ Central de compresión de baja temperatura.
- ▶ Central de compresión 3 (Cámara Bitempera 1).
- ▶ Central de compresión 4 (Cámara Bitempera 2).



En la siguiente tabla se muestran las potencias combinadas de todos los elementos que cuelgan de cada una de las centrales de compresión.

| Central | Potencia de los elementos asociados (kW) |
|---|--|
| Central de compresión de alta temperatura | 141,52 |
| Central de compresión de baja temperatura | 61,4 |
| Central de compresión 3 | 79,5 |
| Central de compresión 4 | 79,5 |

En total la potencia teórica de las centrales de frío industrial asciende a 361,92 kW.

4.1.1 Central de compresión de alta temperatura

Esta central está compuesta por 5 cámaras frigoríficas de alta temperatura a las que da servicio 1 unidad frigorífica de 5 compresores.

De los 5 compresores, 4 dan servicio a alta temperatura (zona de muelles y 3 cámaras de frescos) y el quinto trabaja en conjunción con otro equipo de la *Central de compresión de baja temperatura* para dar servicio a la *Cámara Bitempera 3* siempre y cuando ésta esté almacenando productos de baja temperatura.

| Cámara | Potencia (kW) |
|---------------------|---------------|
| Zona de muelles | 26,1 |
| Cámara de frescos 1 | 26,1 |
| Cámara de frescos 2 | 26,1 |
| Cámara de frescos 3 | 26,1 |
| Cámara Bitempera 3 | 37,12 |

Se dispone de un sistema de condensación por aire con un único condensador que hace uso de 10 ventiladores.

A su vez hay un sistema de evaporadores de circulación forzada de aire mediante ventiladores, variando en tamaño, número y potencia entre las diferentes cámaras. En la siguiente tabla se muestra más en detalle la distribución de los mismos.

| Cámara | Número de evaporadores | Número de ventiladores por evaporador |
|---------------------|------------------------|---------------------------------------|
| Muelles | 1 | 2 |
| Cámara de frescos 1 | 6 | 3 |
| Cámara de frescos 2 | 2 | 2 |
| Cámara de frescos 3 | 1 | 2 |
| Cámara Bitempera 3 | 1 | 3 |

THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

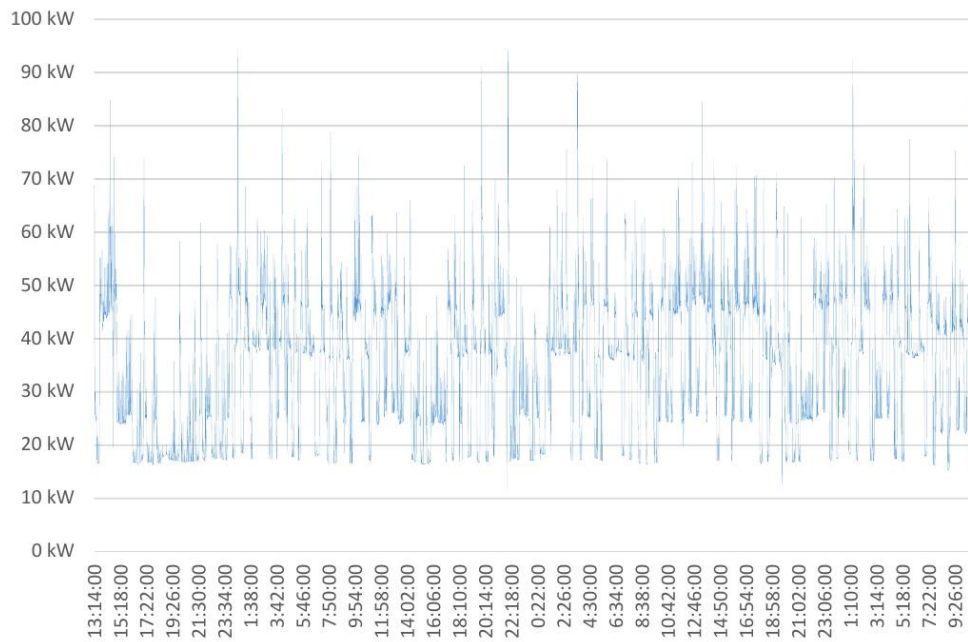


Figura 5: Curva de carga central de compresión de alta temperatura

La figura anterior muestra que la central de compresión de alta temperatura siempre está en funcionamiento. La carga promedio es de 40,8 kW.



Figura 6: Central de compresión de alta temperatura



THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

4.1.2 Central de compresión de baja temperatura

Esta central está compuesta por 1 única cámara frigorífica llamada *Cámara de congelados 1* a la que le dan servicio 4 unidades frigoríficas independientes, cada una de las cuales tiene 1 compresor, 1 condensador y 1 evaporador.

| Cámara | Potencia (kW) |
|------------------------|---------------|
| Cámara de congelados 1 | 18,56 |
| | 12,26 |
| | 18,32 |
| | 12,26 |

El sistema de condensación es por aire, y cada condensador tiene 2 ventiladores.

También hay un sistema de evaporadores de circulación forzada de aire mediante ventiladores, variando en tamaño, número y potencia al igual que en el caso anterior, y en este caso una parte de este sistema sirve de apoyo para dar servicio a la *Cámara Bitempera 3*. En la siguiente tabla se muestra más en detalle la distribución de los mismos (hay 4 unidades de evaporación para la cámara de esta central de compresión, uno por cada unidad frigorífica).

| Cámara | Número de evaporadores | Número de ventiladores por evaporador |
|------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| Cámara Bitempera 3 | 1 | 3 |
| Cámara de congelados 1 | 1 | 3 |
| | 1 | 3 |
| | 1 | 3 |
| | 1 | 3 |

THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

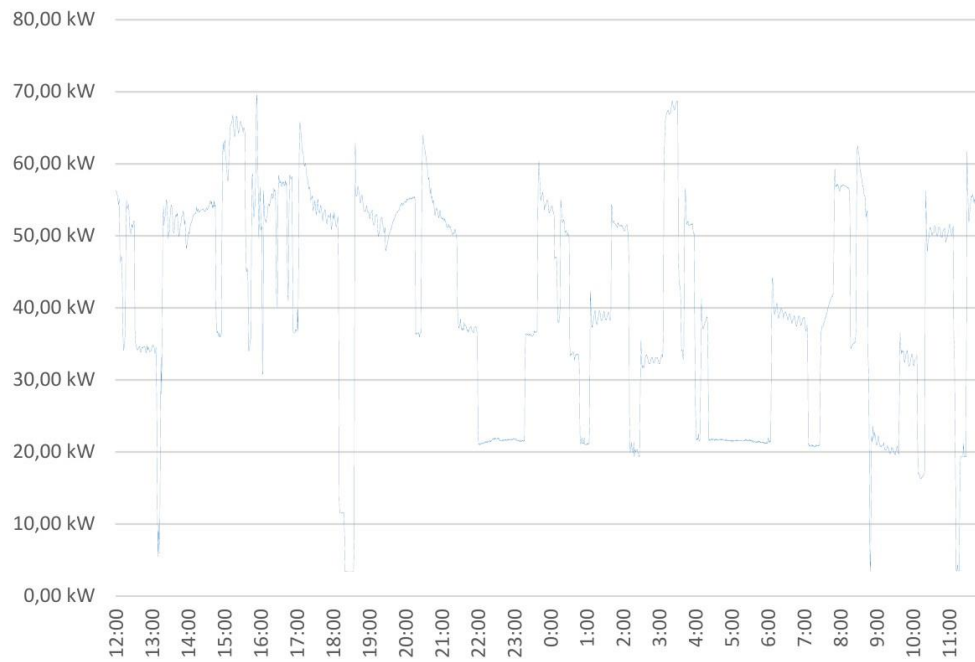


Figura 7: Curva de carga central de compresión baja temperatura

Al igual que en la central de compresión de alta temperatura, también está siempre en funcionamiento, aunque en este caso se observan más claramente los escalones de consumo cuando los equipos se ponen en marcha o cuando se paran los compresores, que son los dispositivos que añaden un mayor consumo. La carga promedio es de 34,5 kW.



Figura 8: Central de compresión de baja temperatura



THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

4.1.3 Centrales de compresión 3 y 4

Las centrales de compresión 3 y 4 dan servicio a las cámaras *Bitempera 1* y *Bitempera 2* respectivamente.

Cada una de las centrales dispone de 3 compresores, 1 condensador y 3 evaporadores.

| Central frigorífica | Cámara | Potencia (kW) |
|-------------------------|--------------------|---------------|
| Central de compresión 3 | Cámara Bitempera 1 | 26,5 |
| | | 26,5 |
| | | 26,5 |
| Central de compresión 4 | Cámara Bitempera 2 | 26,5 |
| | | 26,5 |
| | | 26,5 |

El sistema de condensación es por aire, y cada condensador tiene 6 ventiladores.

También hay un sistema de evaporadores de circulación forzada de aire mediante ventiladores, variando en tamaño, número y potencia al igual que en los casos anteriores. En la siguiente tabla se muestra más en detalle la distribución de los mismos.

| Cámara | Número de evaporadores | Número de ventiladores por evaporador |
|--------------------|------------------------|---------------------------------------|
| Cámara Bitempera 1 | 3 | 3 |
| Cámara Bitempera 2 | 3 | 3 |

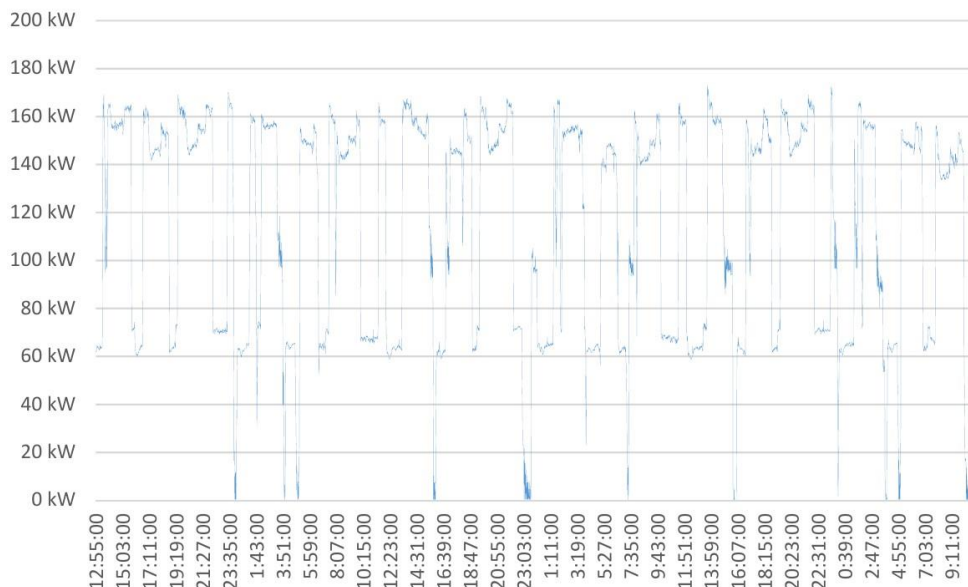


Figura 9: Curva de carga combinada centrales de compresión 3 y 4



THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

Al contrario que en los casos anteriores, aquí sí hay momentos en los que ambas centrales están paradas. Este comportamiento es coherente con el hecho de que se trata de las centrales que dan servicio a las cámaras interiores y que por lo tanto están menos expuestas a la pérdida de frigorías. La carga promedio es de 112 kW.

4.1.4 Cámaras frigoríficas

Las cámaras frigoríficas que se han ido detallando anteriormente disponen de puertas automáticas para acceder a ellas desde el muelle. El acceso entre ellas se realiza a través de una puerta de apertura manual que no posee ningún tipo de cortina, lama o similar que evite la pérdida de frigorías en caso de que se deba dejar abierta (durante los periodos de carga y descarga, pero fuera del momento concreto de paso de las carretillas o transpaletas).

| Cámara | Central frigorífica | Volumen (m ³) | Temperatura de funcionamiento (°C) | |
|-------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------------------------|-----|
| Muelles | Central alta temperatura | 922,48 | 12/+14 | |
| Cámaras de frescos (x3) | Central alta temperatura | 4.272,44 | 0/2 | |
| Cámara Bitempera 3 | Central alta temperatura | 2.005,93 | 0/2 | -22 |
| Cámara Congelados 1 | Central baja temperatura | 2.451,4 | -22 | |
| Cámara Bitempera 1 | Central 3 | 7.792,01 | 0/2 | -22 |
| Cámara Bitempera 2 | Central 4 | 6.201,51 | 0/2 | -22 |

4.2 Climatización en las oficinas

El sistema de climatización de las oficinas es bastante importante de cara al estudio de la posible mejora de la eficiencia energética ya que es el segundo mayor consumidor tras el sistema de frío industrial.

Aun así hay que tener en cuenta que se trata de un sistema heterogéneo, con dispositivos de tipos diversos (cassette, suelo, techo, conductos, etc.), de diferentes fabricantes, de diferente antigüedad, con diferentes potencias tanto frigorífica como calorífica, con diferentes EER (del inglés *Energy Efficiency Ratio*, indicador de la eficiencia energética en refrigeración) y COP (del inglés *Coefficient of Performance*, indicador de la eficiencia energética en calefacción), que funcionan en modo frío o calor más o menos tiempo en función de la estación del año y de los horarios de las oficinas, con unas eficiencias que no se corresponden en un escenario real con los valores de EER y COP teóricos (esos valores se miden en unas condiciones fijas muy concretas tanto en relación con el nivel de carga como con las temperaturas de funcionamiento, mientras que en un escenario real las condiciones varían), etc.

Todos estos condicionantes hacen que la tarea de detectar qué dispositivos son los que están añadiendo más o menos carga al sistema en cada momento sea complicada.



THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

En cualquier caso se intentará como mínimo calcular la curva de carga del sistema de la forma lo más sectorizada posible para compararla con el término de potencia contratado y ver si es posible reducirlo. Precisamente esta es una cuestión importante no solo por cuestiones económicas, sino porque, al depender del uso (temperaturas de consigna, horario de trabajo, diferentes eficiencias energéticas de los dispositivos dependiendo del modelo y del modo de funcionamiento), puede darse el caso de que se hayan sobredimensionado las necesidades reales y se esté pagando más de lo que realmente es necesario.

A modo de resumen, se muestra a continuación un listado de los dispositivos disponibles por planta y por localización.

| Planta Baja | | | |
|--------------|----------|-------------|--------------|
| Localización | Tipo | ¿Modo frío? | ¿Modo calor? |
| Entrada | Cassette | Sí | Sí |
| | Cassette | Sí | Sí |
| | Cassette | Sí | Sí |
| | Techo | Sí | No |
| Comedor | Pared | Sí | Sí |

| Planta Primera | | | |
|---------------------------|-----------|-------------|--------------|
| Localización | Tipo | ¿Modo frío? | ¿Modo calor? |
| Entrada | Conductos | Sí | Sí |
| Sait | Pared | Sí | Sí |
| Sala reuniones | Pared | Sí | Sí |
| Recursos humanos | Cassette | Sí | Sí |
| Departamento tráfico | Cassette | Sí | Sí |
| Sala máquinas | Pared | Sí | Sí |
| | Suelo | Sí | Sí |
| Informática | Pared | Sí | Sí |
| Sala común administración | Cassette | Sí | Sí |
| | Cassette | Sí | Sí |

| Planta Segunda | | | |
|--------------------|---|-------------|--------------|
| Localización | Tipo | ¿Modo frío? | ¿Modo calor? |
| Gerencia | Cassette | Sí | Sí |
| Sait | Pared | Sí | No |
| Sala formación | Cassette | Sí | Sí |
| Sala descanso | Pared | Sí | Sí |
| Resto de la planta | Unidad externa con conductos (instalada en el tejado) | Sí | Sí |



THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

En lo referente a consumos, y siempre como referencia los valores teóricos de los dispositivos, se muestra a continuación el listado de los mismos también por planta y por localización.

| Planta baja | | | | |
|--------------|--|---|---|--|
| Localización | Potencia eléctrica teórica en modo frío (kW) | Porcentaje de potencia del total en modo frío | Potencia eléctrica teórica en modo calor (kW) | Porcentaje de potencia del total en modo calor |
| Entrada | 3,38 | 4,25 | 2,98 | 4,35 |
| | 5,95 | 7,48 | 5,43 | 7,93 |
| | 5,95 | 7,48 | 5,43 | 7,93 |
| | 2,73 | 3,43 | | |
| Comedor | 1,62 | 2,03 | 1,55 | 2,26 |

| Planta primera | | | | |
|---------------------------|--|---|---|--|
| Localización | Potencia eléctrica teórica en modo frío (kW) | Porcentaje de potencia del total en modo frío | Potencia eléctrica teórica en modo calor (kW) | Porcentaje de potencia del total en modo calor |
| Entrada | 6,83 | 8,59 | 6,51 | 9,5 |
| Sait | 1,67 | 2,1 | 1,43 | 2,08 |
| Sala reuniones | 1,43 | 1,79 | 1,16 | 1,69 |
| Recursos humanos | 3,47 | 4,36 | 3,27 | 4,77 |
| Departamento tráfico | 3,47 | 4,36 | 3,27 | 4,77 |
| Sala máquinas | 2,3 | 2,89 | 2,2 | 3,21 |
| | 2,3 | 2,89 | 2,2 | 3,21 |
| Informática | 1 | 1,25 | 1 | 1,46 |
| Sala común administración | 3,47 | 4,36 | 3,27 | 4,77 |
| | 3,47 | 4,36 | 3,27 | 4,77 |

| Planta segunda | | | | |
|--------------------|--|---|---|--|
| Localización | Potencia eléctrica teórica en modo frío (kW) | Porcentaje de potencia del total en modo frío | Potencia eléctrica teórica en modo calor (kW) | Porcentaje de potencia del total en modo calor |
| Gerencia | 2,12 | 2,66 | 2,34 | 3,41 |
| Sait | 1,05 | 1,32 | | |
| Sala formación | 2,26 | 2,84 | 2,41 | 3,52 |
| Sala descanso | 1,03 | 1,29 | 1,11 | 1,62 |
| Resto de la planta | 23,99 | 30,17 | 19,61 | 28,64 |

En total la potencia teórica de los equipos en modo frío asciende a 79,5 kW y en modo calor a 68,46 kW. Se utilizará como referencia el mayor de los dos valores pensando en el peor caso, aunque en realidad el rango de potencia real oscilará entre ambos dependiendo del tiempo en que cada uno de los dispositivos esté funcionando en un modo u otro.



THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

4.3 Iluminación en las oficinas

El sistema de iluminación, al igual que el de climatización, es bastante heterogéneo ya que coexisten tecnologías y tipos de dispositivos diferentes por todo el edificio de oficinas.

A continuación se muestra un listado de los distintos tipos de dispositivos instalados.

| Tipo | Unidades | Potencia por unidad (W) | Potencia combinada (W) | Porcentaje de potencia del total |
|--|----------|-------------------------|------------------------|----------------------------------|
| Pantalla 4 tubos 18W T8 | 81 | 72 | 5.832 | 28,72 |
| Downlight compacta | 39 | 18 | 702 | 3,45 |
| Luminaria LED empotrada techo | 34 | 15 | 510 | 2,51 |
| Foco colgante LED | 10 | 7 | 70 | 0,34 |
| Halógeno | 20 | 50 | 1.000 | 4,92 |
| Proyector halógeno 1000 (fachada) | 2 | 1.000 | 2.000 | 9,85 |
| Proyector halógeno 500 (logotipo fachada) | 6 | 400 | 2.400 | 11,82 |
| Proyector LED | 7 | 50 | 350 | 1,72 |
| Pantalla T8 LED | 134 | 50 | 6.700 | 32,99 |
| Tubo T8 LED | 14 | 25 | 350 | 1,72 |
| Pantalla estanca T8 Fluorescente + cebador | 3 | 58 | 174 | 0,85 |
| Proyector LED pequeño | 7 | 20 | 140 | 0,68 |
| Pantalla estanca flúor 38W | 2 | 38 | 76 | 0,37 |

En total la potencia teórica de los equipos de iluminación asciende a 20,3 kW.

4.4 Otros equipos eléctricos en las oficinas

A continuación se muestra un listado del resto de equipos eléctricos que no entran dentro de las categorías anteriores.

| Tipo | Unidades | Potencia por unidad (W) | Potencia combinada (W) | Porcentaje de potencia del total |
|------------|----------|-------------------------|------------------------|----------------------------------|
| Horno | 1 | 3.800 | 3.800 | 17,32 |
| Microondas | 2 | 1.000 | 2.000 | 9,12 |
| Cafetera | 2 | 2.800 | 5.600 | 25,53 |
| Cámara | 2 | 200 | 400 | 1,82 |



THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

| | | | | |
|---------------|----|-------------|-------|-------|
| congeladora | | | | |
| Ordenador | 44 | 150 | 6.600 | 30,09 |
| Impresora | 1 | 1.200 | 1.200 | 5,47 |
| Fotocopiadora | 1 | 1.200 | 1.200 | 5,47 |
| Máquina agua | 2 | 475 | 950 | 4,33 |
| Televisor | 3 | 60 (aprox.) | 179 | 0,81 |

En total la potencia teórica de los equipos asciende a 21,92 kW. Conforme a los datos recibidos, se ha asumido que el consumo promedio de cada ordenador es de 150 W.

Una de las cosas pendientes de determinar es el consumo de los calentadores eléctricos para la generación de agua caliente sanitaria para los vestuarios.

5 Criterios medioambientales

Al margen de lo estrictamente relacionado con consumo de energía indistintamente del origen de la misma, este estudio debe hacer uso de los criterios legales especificados en *GUARDIAN - E1.1 Informe de requisitos de seguridad y diseño de equipos de sensorización - M06* donde se hace referencia a la normativa que establece las equivalencias que actualmente están vigentes entre consumo eléctrico y emisiones de CO₂. En concreto se hará uso de los datos ofrecidos por el Instituto de Diversidad y Ahorro de Energía (IDAE) para 2012.

| Fuente de energía | Energía final | Energía primaria | Emisiones |
|-------------------|--|--|----------------------------------|
| Energía eléctrica | 0,086 tep/MWh final | 0,1961 Tep/MWh final | 4,05 tCO ₂ /tep final |
| Gasóleo | 0,92*10 ⁻³ tep/l | 1,03*10 ⁻³ tep/l | 3,06 tCO ₂ /tep final |
| Gas Natural | 1,1*10 ⁻³ tep/Nm ³ | 1,2*10 ⁻³ tep/Nm ³ | 2,34 tCO ₂ /tep final |

6 Consumos

6.1 Almacén/Oficinas

Como ya se ha comentado, parte de los datos que aquí se contemplan son resultado de extrapolaciones partiendo de las mediciones que se realizan durante la auditoría, por lo que se deberían usar como un punto de referencia informativo inicial más que como un estado real.

La distribución de consumos y la relación de potencias de las instalaciones se muestran en el siguiente listado.

| Sección | Potencia (kW) | Porcentaje respecto al total de potencia | Consumo (kWh) | Porcentaje respecto al total de consumo |
|---|---------------|--|---------------|---|
| Frío industrial / Central compresión alta temperatura | 141,52 | 29,26 | 298.205 | 20,04 |
| Frío industrial / Central compresión baja | 61,4 | 12,69 | 296.846 | 19,95 |



THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

| temperatura | | | | |
|--|---------------|-------|------------------|-------|
| Frío industrial / Central compresión 3 | 79,5 | 16,43 | 364.516 | 24,5 |
| Frío industrial / Central compresión 4 | 79,5 | 16,43 | 286.203 | 19,24 |
| Climatización en oficinas | 79,5 | 16,43 | 183.806 | 12,35 |
| Iluminación | 20,3 | 4,19 | 35.746 | 2,4 |
| Otros equipos eléctricos en oficinas | 21,92 | 4,53 | 22.044 | 1,48 |
| Total | 483,64 | | 1.487.366 | |

Aplicando las correspondencias obtenidas del IDAE, se muestra a continuación el total de emisiones conforme a los consumos de electricidad que se tienen disponibles.

| Consumo (kWh/año) | Emisiones (tCO ₂ /año) |
|-------------------|-----------------------------------|
| 1.487.366 | 518,04 |

6.2 Carburante en vehículos

La información de consumo de carburante proporcionada engloba a toda la flota de la empresa *Disfrimur S.L.*, no solo a *Disfrimur Logística*, por lo que no se puede diferenciar para el vehículo (o vehículos) concreto que se decida usar para el piloto.

Por consiguiente lo que se intentará es medir por separado los consumos obtenidos de la centralita de cada vehículo, en caso de que estén disponibles, y por otro los consumos reportados en base a las facturas de repostajes en gasolineras.

Además se intentará combinar esa información con los datos obtenidos de las rutas seguidas en los trayectos, teniendo en cuenta que la precisión será mayor siempre que el vehículo esté en movimiento dado que estando en torno a puntos de carga/descarga o en paradas realizadas durante el trayecto, al no realizarse un muestreo de posiciones GPS 100% en tiempo real, hay cierta pérdida de información. Esa pérdida le afectará sin duda a los cálculos a realizar en esta sección.

7 Huella de carbono

Otro de los puntos a tener en cuenta es la parte del cálculo de la huella de carbono que se puede calcular en base a los consumos obtenidos en otros contextos más allá de lo relacionado estrictamente con consumos eléctricos. Se utilizarán para ello los datos para cálculos de correspondencias provenientes del informe que se ha proporcionado para el año 2019, que incluye un análisis pormenorizado de las toneladas de CO₂ equivalentes para cada uno de los GEI (en referencia a *Gas de Efecto Invernadero*) que se pueden generar en torno al desarrollo de la actividad de la empresa.



THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

El objetivo es, en la medida de lo posible, obtener la huella de carbono de los GEI haciendo uso de la información que se recopile durante la fase de obtención de datos del proyecto que se hayan generado en los distintos contextos que se muestran en el siguiente listado.

| Tipo GEI | Origen de la emisión del mismo |
|------------------|---|
| CO ₂ | Emisiones asociadas al consumo de combustibles fósiles de la flota móvil (gasóleo A, B y GNL). |
| CH ₄ | Emisiones asociadas al consumo de combustibles fósiles de la flota móvil (gasóleo A, B y GNL). |
| N ₂ O | Emisiones asociadas al consumo de combustibles fósiles de la flota móvil (gasóleo A, B y GNL). |
| CO ₂ | Emisiones asociadas al consumo urea de la flota móvil. |
| HCFCs | Emisiones fugitivas asociadas a pérdidas o mantenimientos de gases fluorados de los equipos de refrigeración de los vehículos. |
| HCFCs | Emisiones fugitivas asociadas a pérdidas o mantenimientos de gases fluorados de los equipos de aire acondicionado de los vehículos. |
| HCFCs | Emisiones fugitivas asociadas a pérdidas o mantenimientos de gases fluorados de los equipos de refrigeración de las oficinas. |
| CO ₂ | Emisiones fugitivas asociadas al uso de extintores en vehículos, oficinas de tráfico y/u oficinas centrales. |
| CO ₂ | Emisiones asociadas al uso de aceites en los vehículos. |
| CO ₂ | Emisiones asociadas al consumo de combustibles fósiles por funcionamiento del grupo electrógeno en las oficinas. |
| CH ₄ | Emisiones asociadas al consumo de combustibles fósiles por funcionamiento del grupo electrógeno en las oficinas. |
| N ₂ O | Emisiones asociadas al consumo de combustibles fósiles por funcionamiento del grupo electrógeno en las oficinas. |

8 POIs

A la hora de determinar cuáles son los POIs de todos los elementos de los que se tiene información, se utilizarán los dos siguientes criterios (ordenados por prioridad):

- ▶ Buscar aquellos en los que el consumo global sea mayor, por motivos evidentes (**C1**).
- ▶ Centrarse también en aquellos en los que haya una peor relación entre el porcentaje de potencia teórica y el porcentaje de consumo real que suponen (**C2**). En general una mejora en la eficiencia de estos dispositivos es conveniente si se quiere buscar un equilibrio entre la potencia requerida y el consumo real, lo que nos llevaría a conseguir tener un sistema bien balanceado (la potencia instalada se ajusta al consumo medido, por lo que la relación entre uno y otro tiende a 1).

Se partirá de la información disponible en la sección de consumos en la que se tienen una serie de tablas que muestran de forma combinada tanto potencias como consumos.

En primera instancia se han identificado los siguientes casos:

- ▶ Frío industrial / Central de compresión 3 en base a **C1** y a **C2**. Hay que tener en cuenta el alto consumo y que, en términos relativos, hay un incremento de un 49,11% de lo que supone en términos relativos su potencia (16,43%) frente a su consumo (24,5%).
- ▶ Frío industrial / Central de compresión de alta temperatura en base a **C1**.



THD GUARDIAN - TSI-100110-2019-20

- ▶ Frío industrial / Central de compresión de baja temperatura en base a **C1** y a **C2**. Hay que tener en cuenta el alto consumo y que, en términos relativos, hay un incremento de un 57,21% de lo que supone en términos relativos su potencia (12,69%) frente a su consumo (19,95%).
- ▶ Frío industrial / Central de compresión 4 en base a **C1** y a **C2**. Hay que tener en cuenta el alto consumo y que, en términos relativos, hay un incremento de un 17,1% de lo que supone en términos relativos su potencia (16,43%) frente a su consumo (19,24%).
- ▶ Climatización de oficinas en base a **C1**.

En el contexto del almacén y de las oficinas, el resto de casos (iluminación y otros equipos eléctricos) tienen un consumo despreciable en comparación con la parte de frío industrial y climatización.

9 Conclusiones

En este documento se ha mostrado una primera visión de los puntos de consumo que suelen existir dentro del proceso logístico en prácticamente cualquier empresa del sector. Pese a que pueden darse diferentes casos, ya que no todas las empresas cubren tanto la fase de almacenamiento como la de transporte, se ha intentado cubrir el mayor abanico de las empresas posible.

Para el caso concreto de la empresa asociada, *Disfrimur Logística*, se ha detallado el estado actual de la misma en varios frentes. En concreto se han analizado sus instalaciones a nivel de elementos consumidores desde el punto de vista de la potencia de los mismos y respecto a los consumos reales de los que se tiene constancia. Con esa información se pretende determinar cuáles son los puntos que más interesa analizar de cara a buscar una mejora en su eficiencia energética.

Finalmente se intentará conseguir una visión lo más precisa posible de la huella de carbono de la empresa que refleje el impacto medioambiental derivado de las mejoras que sean identificadas durante el desarrollo del proyecto.