



Máster Universitario en
Sistemas Ferroviarios

Eficiencia energética en instalaciones tranviarias. Análisis y aportaciones para el caso de MLO.

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO: 2020 / 2021

Máster Universitario en Sistemas Ferroviarios
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA ICAI

Autor: Agustín Cuello Gutiérrez

Director: Gregorio Pérez Rodríguez

Co-director: Rubén Ordoño Larroda

*Los tranvías precoces,
en mangas de camisa,
despiertan la mañana urbana.*

Guillermo de Torre

El tranvía, como un barco, cabecea.

Gerardo Diego



Francesc Català-Roca, 1954

Tranvía "Charleroi II a V", serie 500-630, Línea 36 Plaza Mayor- Alto Extremadura

Gracias a mi familia por el apoyo y a mi compañera por su estar y confianza, sin ellas nada iría
sobre raíles

[Página intencionadamente en blanco]

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Estado del arte.....	1
1.2. El ferrocarril en la ciudad.....	2
1.3 Antecedentes.....	3
2. OBJETIVOS DEL TRABAJO.....	4
3. PLANIFICACIÓN DE TAREAS.....	5
3.1. Descripción de la instalación.....	5
3.2. Particularización en CGBT de Talleres y Cocheras.....	7
3.3. Metodología.....	8
4. DESARROLLO Y ANÁLISIS.....	9
4.1. Análisis en Talleres y Cocheras.....	9
4.2. Localización de los cuadros de alimentación.....	10
4.3. Analizadores de red.....	12
4.3.1. Arquitectura de red.....	13
4.3.2. Tipología de analizadores de red.....	14
4.3.3. Formato de registro de los datos de los contadores.....	16
4.3.4. Localización de analizadores de red en la cascada.....	16
4.3.5. Localización e integración de analizadores de red.....	19
4.3.5.1. ANA_CLIMA.....	19
4.3.5.2. EDF_MANTENIMIENTO.....	20
4.3.5.3.	21
4.3.5.4. Grupos GR_21 y GR_22.....	30
4.4. Potencia instalada.....	38
4.5. Consumos estimados.....	39
4.5.1. Consumos estimados Nave Taller.....	40
4.5.2. Consumos estimados Edificio Mantenimiento.....	41
4.5.3. Consumos estimados Oficinas.....	41
4.5.4. Consumos estimados Nave Estacionamiento.....	41
4.5.5. Consumos estimados Nave Lavado.....	41
4.5.6. Consumos estimados Nave Servicio.....	42
4.5.7. Consumos estimados Garita de Seguridad.....	42
4.4. Almacenamiento de datos. Gestión de BBDD.....	50
4.4.1. Enercom.....	50
4.4.2. Energraph.....	50
4.4.3. Qlik Sense.....	51
5. CONCLUSIONES Y APORTACIONES.....	51
5.1. Posibles causas.....	52
5.1.1. Incorporación de coches eléctricos.....	52
5.1.2. Medidas adoptadas contra el Covid-19.....	52
5.2. Aportaciones y propuestas.....	53
5.2.1. Propuesta de agrupación de datos en el informe de consumos.....	53
5.2.2. Propuesta de integración de nuevos analizadores.....	53
5.2.3. Propuesta de nuevos indicadores.....	53
5.2.4. Propuesta de cambio en las relaciones de transformación.....	54
5.2.5. Propuesta de nuevas líneas de investigación.....	54
6. BIBLIOGRAFÍA.....	55
ANEXO I. Cascada cuadros eléctricos. Esquema completo	
ANEXO II. Lista de equipos de análisis de red	
ANEXO III. Inventario potencia instalada por equipos	
ANEXO IV. Acrónimos y siglas	
ANEXO V. Registros e-car	
ANEXO VI. Propuestas para contenidos del informe de consumos	
ANEXO VII. Relaciones de transformación. Ajuste de protecciones	

ÍNDICE DE TABLAS, FIGURAS Y ESQUEMAS

- Esquema 1. Usos de la energía en el transporte por ferrocarril
- Esquema 2. Esquema general desarrollo del proyecto
- Esquema 3. Control de UTAs
- Esquema 4. Cálculo tiempo puertas Nave Estacionamiento.
- Esquema 5. Cálculo tiempo puertas Nave Lavado
- Figura 1. Mapa de líneas de Metro Ligero Oeste
- Figura 2. Mapa de acometidas en cabeceras de línea de MLO
- Figura 3. Mapa de talleres y cocheras del telemando del Puesto de Control
- Figura 4. Esquema cascada cuadros eléctricos.
- Figura 5. Situación de cuadros eléctricos en MLO
- Figura 6. Analizador de red Siemens SENTRON PAC3200
- Figura 7. Analizador de red SCHNEIDER PowerLogic PM710
- Figura 8. Analizador de red AREVA BITRONICS M571
- Figura 9. Analizador de red SATEC PRO PM335
- Figura 10. Analizador de red SEL-735
- Figura 11. Analizador de red EDF_MANTENIMIENTO
- Figura 11. Analizadores en el CGBT.
- Figura 12. Interfaz exportación de datos vehículos eléctricos.
- Figura 13. Cuatro puestos en Nave de Estacionamiento.
- Figura 14. Siete puestos en Nave de Lavado más el octavo.
- Figura 15. Cuadro de alimentación en Nave de Estacionamiento.
- Figura 16. Toroidales y transformadores de intensidad de e-car en Nave de Estacionamiento
- Figura 17. Toroidales del analizador Fluke.
- Figura 18. Interface del analizador Fluke.
- Figura 19. Potencia consumida por el sensor 10.
- Figura 20. Cuadro de alimentación en Nave de Lavado.
- Figura 21. Esquema Telemando estado inicial fronteras.
- Figura 22. Analizadores grupos GR_21 y GR_22 de CTB estado inicial.
- Figura 23. Esquema Telemando estado final fronteras.
- Figura 24. Analizadores grupos GR_21 y GR_22 de CTB estado final
- Figura 25. Analizadores grupos GR_21 ECJ-SSU y GR_22 ECJ-CCI
- Figura 26. Analizadores grupos GR_21 de EUR-ARA
- Figura 27. Registro de potencias unidad exterior Daikin.
- Gráfico 1. Temperaturas noviembre 2020 Pozuelo con límite 15 °C.
- Gráfico 2. Consumo total de energía eléctrica
- Tabla 1. Consumo de energía final por sectores en España
- Tabla 2. Consumo energético sector transportes
- Tabla 3. Leyenda de integración de AR correspondiente a ANEXO I.
- Tabla 4. Inventario UTAs
- Tabla 5. Relación de sensores y puestos de carga en Nave de Estacionamiento
- Tabla 6. Relación de sensores y puestos de carga en Nave de Lavado
- Tabla 7. Inventario de vehículos eléctricos.
- Tabla 8. Estado inicial grupos de interconexión entre SE
- Tabla 9. Estado final grupos de interconexión entre SE
- Tabla 10. Estimación de consumos Nave Taller
- Tabla 11. Estimación de consumos Edificio Mantenimiento
- Tabla 12. Estimación de consumos Oficinas
- Tabla 13. Estimación de consumos Nave Estacionamiento
- Tabla 14. Estimación de consumos Nave Lavado
- Tabla 15. Estimación de consumos Nave Servicio
- Tabla 16. Estimación de consumos Garita Seguridad

RESUMEN

El crecimiento de las instalaciones eléctricas de potencia y, la renovación y actualización de equipos propiciada por la evolución tecnología propia de nuestro tiempo, hace que las referencias y los indicadores sobre los que se hacen la toma de decisiones queden desactualizados, y por tanto, su fiabilidad se ponga en cuestión durante la acción futura de estudios y análisis de los consumos asociados a la instalación. La problemática transversal a la modernización tecnológica tiene como eje vertebrador la obsolescencia de determinados equipos y el recalcule de las potencias instaladas en el sistema para los cuadros de alimentación.

Durante la renovación de la instalación eléctrica y la ampliación para adaptar la red a las demandas de consumo necesarias, los contadores o analizadores de red que están repartidos por la misma quedan desactualizados y sufren grandes cambios en el reporte de datos de consumo, puesto que la cascada de equipos que cuelga aguas abajo del analizador ha cambiado, tanto en su topología como las propias potencias instaladas por la modificación o incorporación de nuevos equipos consumidores de potencia.

Se procede al análisis de los datos proporcionados por los analizadores de red para concretar su fiabilidad y validar los indicadores energéticos que fundamentan la toma de decisiones basada en los informes de consumos reportados por la instalación.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Estado del arte

La movilidad está unida a la búsqueda y la búsqueda es fruto de la duda, beneficio que se le otorga a la mente inquieta con necesidad de crecimiento. El ser humano necesita del movimiento de sí mismo para alcanzar determinados estados de respuesta con los que dar cierto sentido a la propia existencia. La diáspora con la que ha evolucionado el ser humano ha puesto de manifiesto la necesidad de utilización de medios externos con los que solventar distancias, acuciados por el otro gran valor inherente, el tiempo.

A todas las personas inquietas nos resulta perplejo los niveles de desarrollo industriales, a la par que tecnológicos y de transporte, a los que ha llegado el ser humano a lo largo de la historia. Sin embargo, una dimensión vital asociada con el “desarrollo” ha hecho eco de sí, poniendo el jaque a todos los vectores de la sociedad. Los estudios de sistemas complejos [1] y los análisis de las condiciones necesarias para la sostenibilidad del ser humano ponen el foco en las emisiones (CO₂) de efecto invernadero como actor principal causante de los diversos problemas ambientales a los que se expone la sociedad del hoy, comprometiendo la supervivencia de las sociedades futuras [2].

En esta dirección, el transporte es el sector con mayor influencia [3] en el aumento de los niveles de emisiones en la Unión Europea y en concreto en países como España:

Consumo de energía final (ktep) por sectores en España														
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Industria	27.138,4	27.462,0	29.334,6	30.127,6	30.980,0	25.379,7	27.448,6	25.832,2	21.205,2	21.448,5	21.370,6	20.773,8	20.799,6	20.005,8
Transporte	34.633,2	35.127,1	36.936,0	38.636,8	39.943,8	41.086,5	42.328,4	40.531,1	37.910,7	37.192,0	36.036,9	33.348,3	31.777,6	31.980,4
Residencial	12.620,2	12.952,6	13.897,7	14.671,0	15.131,9	15.578,0	15.623,6	15.494,8	15.923,4	16.919,6	15.627,0	15.524,9	14.881,9	14.709,2
Agricultura y forestal	2.399,5	2.363,1	2.942,7	3.340,5	3.110,2	2.811,4	2.942,4	2.694,7	2.359,2	2.239,9	2.401,0	2.674,2	2.755,8	2.656,4
Servicios	7.058,2	7.254,8	7.141,1	7.745,1	8.414,6	8.926,6	8.818,5	9.296,3	9.405,2	9.797,1	10.202,9	10.045,5	9.614,6	8.845,1
Otros	10,2	21,0	182,5	188,0	185,9	1.691,7	962,0	786,4	964,7	1.487,0	1.032,3	745,5	838,9	907,3
Consumo final total	83.859,6	85.180,6	90.434,6	94.709,0	97.766,3	95.473,8	98.123,6	94.635,6	87.768,6	89.084,3	86.670,8	83.151,8	80.770,9	79.225,0

Tabla 1. Consumo de energía final por sectores en España. Fuente: EUROSTAT

Aunque España esté mejorando sus niveles de emisiones [4], el actor principal sigue siendo el mismo, el transporte. Afortunadamente en el año del ferrocarril europeo [5], el ferrocarril sigue siendo el medio de transporte con menos emisiones de efecto invernadero:

% Consumo según modos de transporte

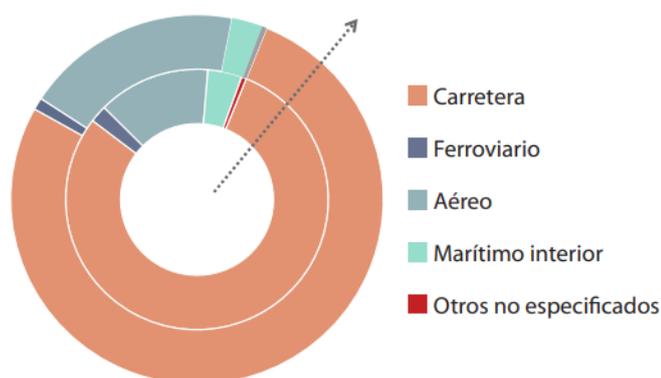


Tabla 2. Consumo energético sector transportes. Fuente: MITECO [6]

Para el movimiento de trenes y el funcionamiento de la explotación ferroviaria así como servicios auxiliares a dicho modo son necesarias grandes cantidades de energía, pero además del transporte también se emplean para otros usos [7]:



Esquema 1 . Usos de la energía en el transporte por ferrocarril. Fuente: Alberto García Álvarez

Para determinar el consumo relativo a la instalación existente necesaria para la explotación, el análisis de consumos energéticos es una de las herramientas más relevantes para conseguir la máxima eficiencia dentro de un sistema complejo, la monitorización de los consumos permite trabajar con información actualizada sobre la red y a través de herramientas de big data procesar los datos en tiempo real de la instalación, optimizando la toma de decisiones en torno a la conexión – desconexión de determinados equipos o la sustitución de los mismo por otros con mayor eficacia energética.

1.2. El ferrocarril en la ciudad

El transporte público está renaciendo en las ciudades europeas de la mano del ferrocarril y particularmente del metro y el tranvía [8], por el fuerte reconocimiento como medios eficientes y baratos por parte de la sociedad.

En el contexto de gran movilidad de las ciudades, la intermodalidad es la dimensión fundamental y en esa dirección son de especial relevancia las infraestructuras de nodos intercambiadores para la conexión de diferentes medios.

En lo que se refiere al tranvía también recibe el nombre de “vehículo ligero sobre carriles” y son muchas las ciudades que están reintroduciendo las vías tranviarias en las calles. En el caso de Madrid encontramos el caso de Metro Ligero Oeste (MLO en adelante), para la infraestructura e instalación eléctrica de este se realiza el estudio aquí presentado.

1.3. Antecedentes

Las instalaciones eléctricas se diseñan acorde a una estimación de consumo calculada para unas condiciones de funcionamiento. En las instalaciones de transportes el caso particular es variable, debido a la variabilidad de la afluencia de viajeros y la demanda inducida provocada por la aparición del propio medio de transporte. En el caso particular de las explotaciones de ferrocarril y concretamente en las explotaciones tranviarias, la variabilidad influye a las dos grandes instalaciones claramente diferenciadas que conforman una red tranviaria, en este caso, línea y talleres.

Para el caso de la línea, el dimensionamiento de la instalación responde al proyecto inicial de construcción, acorde con la demanda esperada que justificó la aprobación del proyecto de transportes. El régimen de funcionamiento es estacionario con horas punta y horas valle como cualquier otro medio y la capacidad de influencia tecnológica para la transformación de la instalación de la línea está limitada por la criticidad de esta, de la que depende directamente la operación de los vehículos y el servicio ofertado. En este caso la posibilidad de mejora en la explotación está fundamentada en cuestiones puramente de la operación, como la planificación de la capacidad de la línea, la programación de la circulación y la regulación del tráfico, cuya margen de mejora no es objeto del estudio que se desarrolla en este proyecto.

Sin embargo en el caso de los talleres y las oficinas, existe cierta permeabilidad tecnológica que permite la actualización y renovación de algunos elementos de la instalación con la finalidad de adaptarla a las nuevas condiciones de mantenimiento, disponibilidad, fiabilidad y seguridad acordes a la evolución de la explotación. La oportunidad de mejora se ve necesitada de cambios en la instalación, convirtiéndola en un sistema vivo y condicionando la armonía del cálculo de potencias instaladas y la capacidad de los medidores de consumos instalados a lo largo de toda la red.

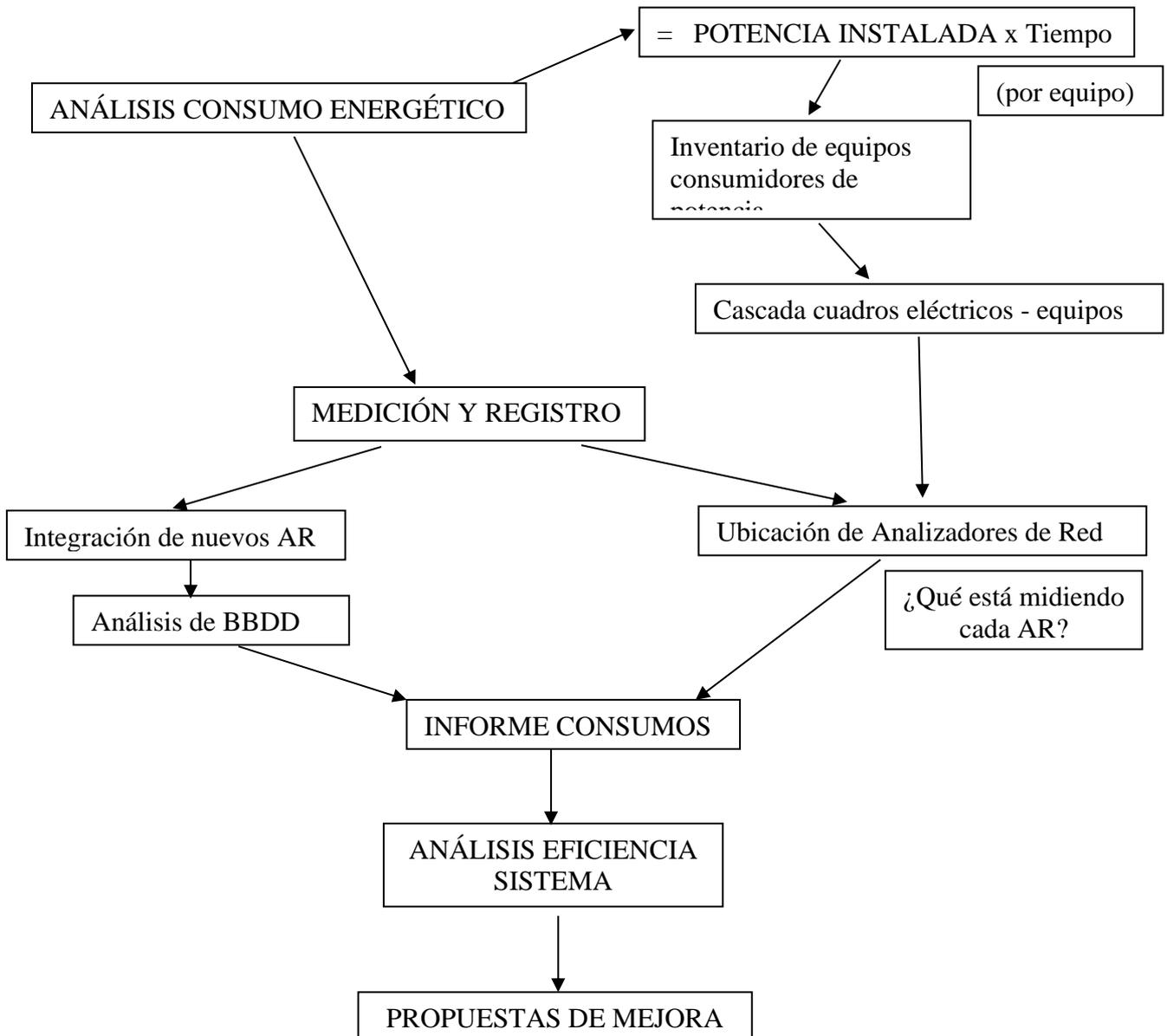
El desarrollo de la actividad de mejora diaria y las sucesivas modificaciones llevadas a cabo durante los últimos años, no estando reflejadas en los planos del sistema, hacen necesaria la recuperación de información, así como la tarea de actualización de planos y comunicaciones entre elementos de consumo.

En el contexto expuesto se enmarca la realización de este proyecto, como análisis de la instalación actual y propuesta para clarificar el estado de consumos del sistema eléctrico y los equipos que conforman la instalación.

2. OBJETIVOS DEL TRABAJO

En el caso de estudio se plantea el objetivo del esclarecimiento de la cascada de consumos de toda la instalación, desde los centros de transformación, a los cuadros de distribución eléctricos y finalmente a los equipos consumidores de potencia, con el fin de comparar una estimación de los consumos de todos los equipos con las mediciones realizadas por analizadores de red que hay repartidos por la instalación. También, y recogiendo la oportunidad presentada, se procede a la identificación y actualización del estado de dichos analizadores, tanto su ubicación en la cascada de cuadros, como la propuesta de la instalación de nuevos contadores.

En consecuencia de los objetivos planteados, se procede al análisis de los datos proporcionados por los analizadores de red para concretar su fiabilidad y validar los indicadores energéticos que fundamentan la toma de decisiones mediante informes de consumos de la instalación.



Esquema 2. Esquema general desarrollo del proyecto. Fuente: Elaboración propia

3. PLANIFICACIÓN DE TAREAS

3.1. Descripción de la instalación

La instalación se compone de dos zonas claramente diferenciadas, por un lado las líneas (acometidas, subestaciones, centros de transformación, estaciones y paradas, línea aérea de contacto, infraestructura y vías) y por otro lado los talleres (oficinas, naves de mantenimiento, taller, servicio, lavado y estacionamiento).

Las líneas ML2 y ML3 tienen a lo largo de su recorrido diferentes centros de transformación para la adecuación de la tensión según las necesidades de cada instalación en particular. Existen SE de tracción (15 kV AC – 750 V DC) para la alimentación del hilo de contacto y demás elementos propios más o menos auxiliares para la tracción, y otros centros de transformación (CT en adelante), de diferentes tensiones (15 kV – 400 V normalmente) para la alimentación de los elementos de baja tensión de las paradas o estaciones, así como los elementos de las cocheras, talleres y oficinas.

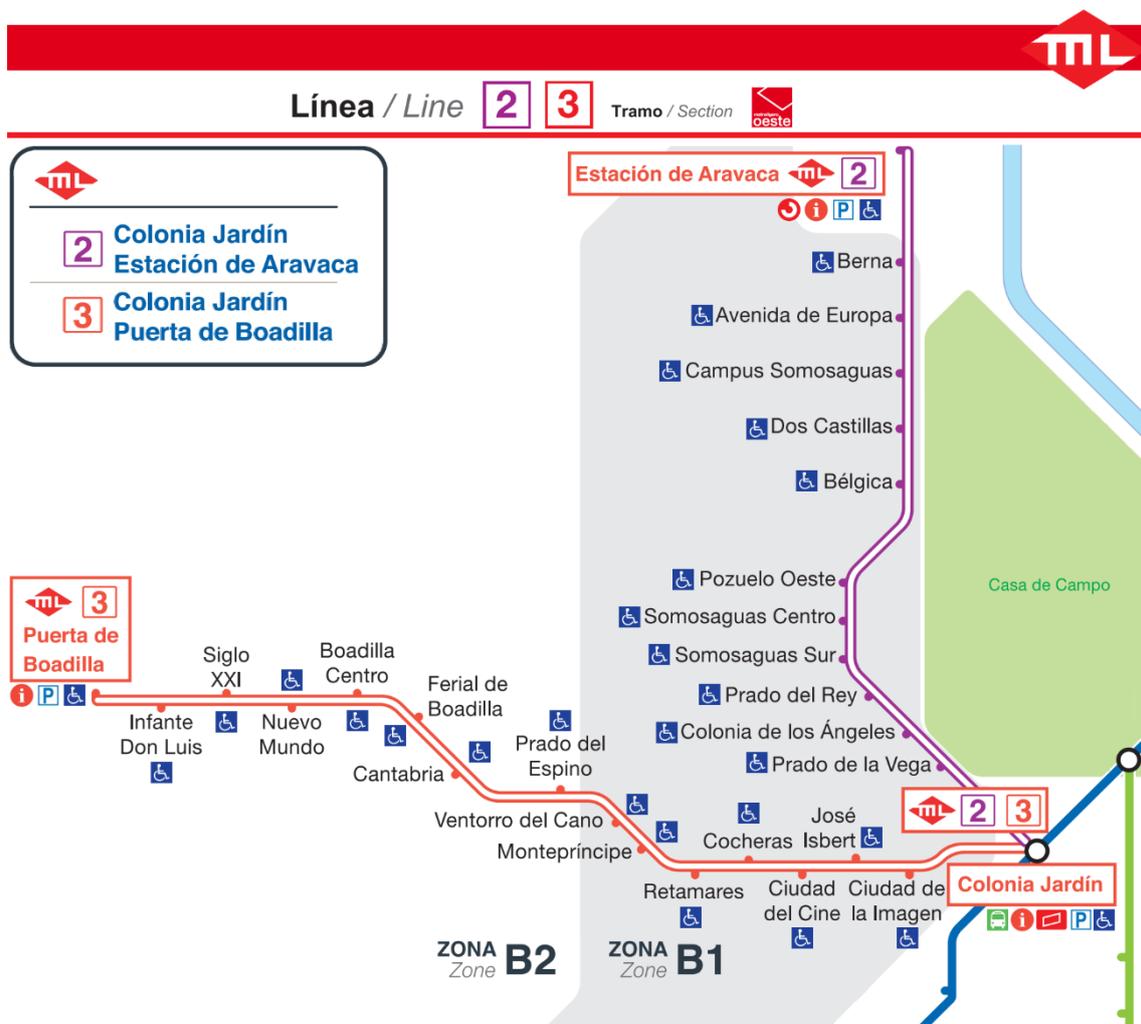


Figura 1. Mapa de líneas de Metro LigerO Oeste. Fuente: MLO

Se procede a la identificación de los puntos de consumo y de los cuadros eléctricos de los cuales cuelgan cada uno de los equipos de la instalación.

La red tiene tres acometidas desde la empresa suministradora Iberdrola:

- ECJ – 15 kV
- EAV – 20kV
- PBO – 20kV

La instalación se desarrolla al completo desde 15 kV, por lo que existen dos autotransformadores en las acometidas desde Puerta de Boadilla y Estación de Aravaca. Tanto a la entrada como a la salida de los autotransformadores existen contadores para medir las pérdidas en el proceso de transformación de 20 kV a 15 kV

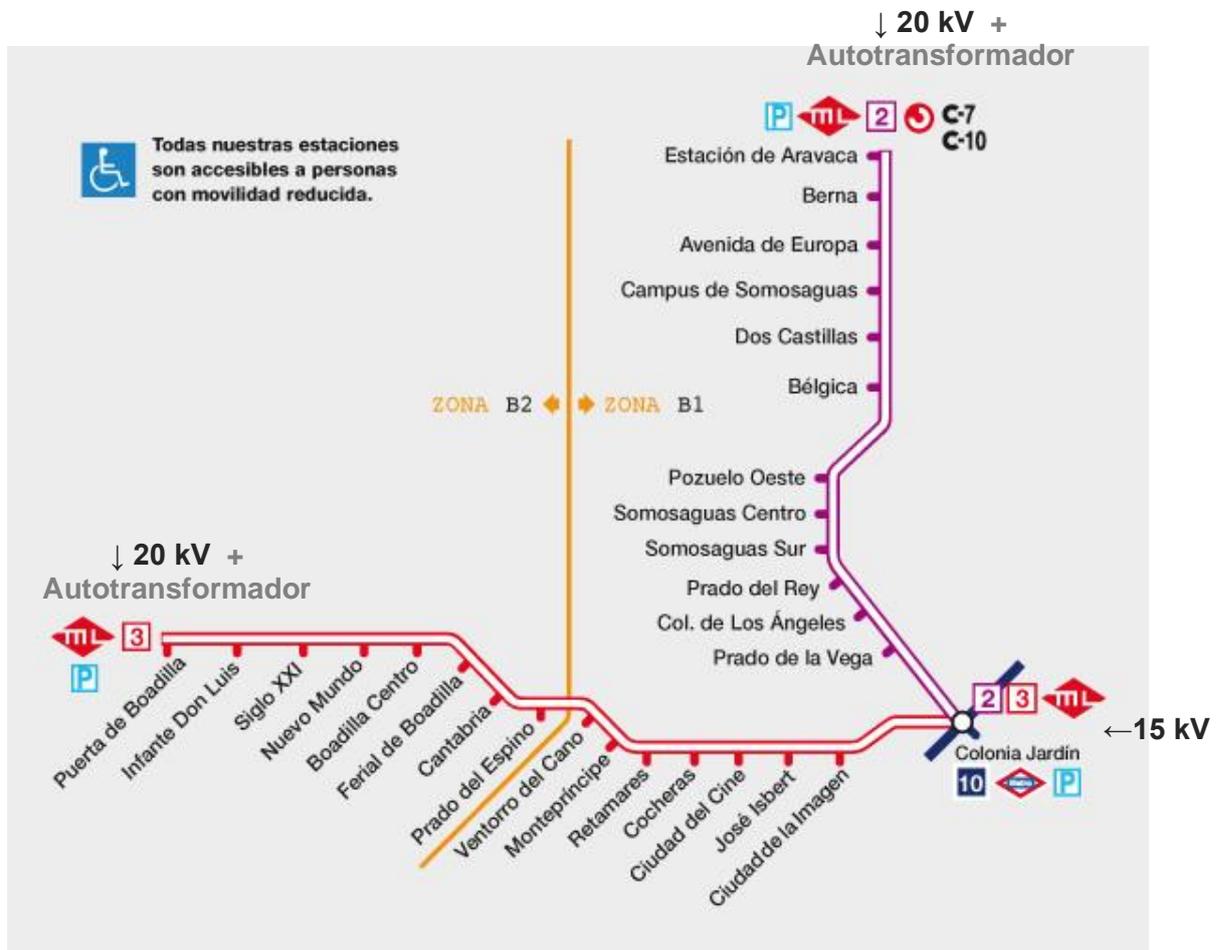


Figura 2. Mapa de acometidas en cabeceras de línea de MLO. Fuente: MLO

3.2. Particularización en CGBT de Talleres y Cocheras

Una de las premisas a tener en cuenta para el análisis y la contextualización del mismo es que el modelo de explotación de la línea no ha variado en los años que lleva en operación. Aunque los grandes consumos se producen en la tracción, el margen de mejora debido la estabilidad mencionada en la operación es bajo.

Para el caso de estudio se decide la aplicación a partir de la subestación (SE en adelante) situada en Talleres y Cocheras (TyC) ya que es la que alimenta sólo la parte de tracción que se produce dentro del recinto de los talleres y en el Centro General de Baja Tensión (CGBT) situado dentro de las instalaciones principales. Aunque existe una conmutación para alimentar parte de la línea de catenaria entre las dos estaciones contiguas, está normalmente cerrada para alimentar sólo a la tracción dentro del recinto de talleres.

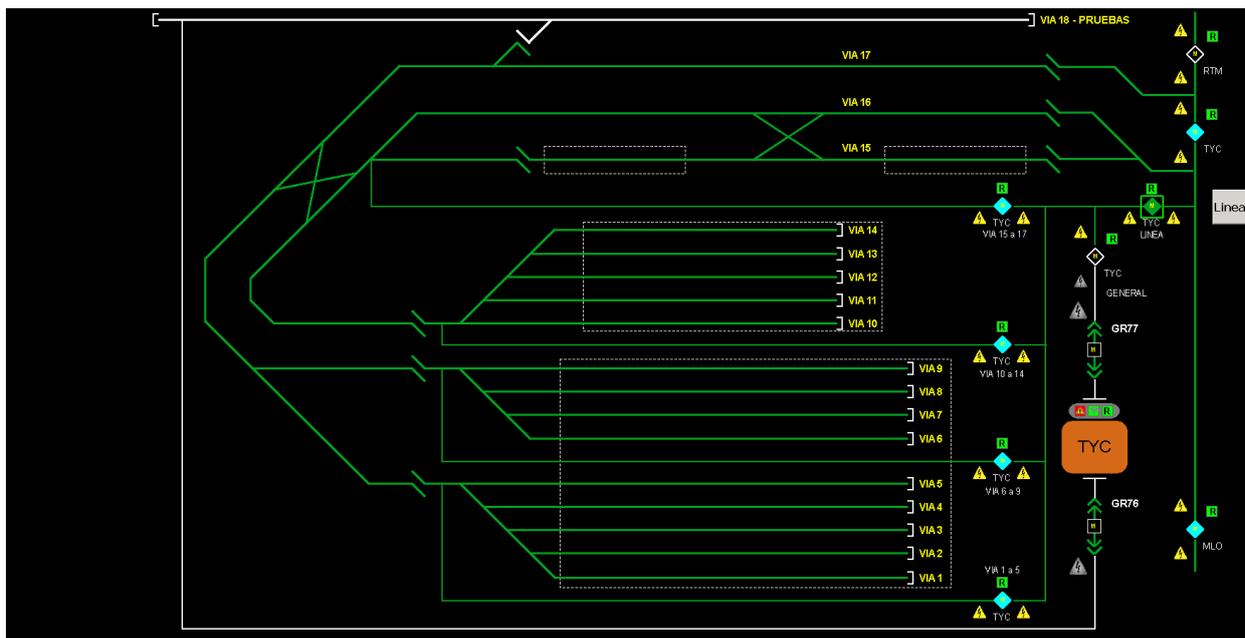


Figura 3. Mapa de talleres y cocheras del telemando del Puesto de Control. Fuente: MLO

Las variaciones de los consumos registradas en los últimos meses que confirman una tendencia ascendente corresponden a la zona de talleres y cocheras, puesto que como se ha indicado, la operación no ha cambiado. Se realizan aproximadamente los mismos servicios, con una tendencia estable.

Para BT se considera el análisis Centros de Transformación en TyC donde se estima que está el gran consumo, particularizando la cascada de equipos y cuadros eléctricos de alimentación de fuerza que cuelgan desde el CGBT.

Así mismo, la potencia instalada sobre la que se realizan las estimaciones de consumo está focalizada en la alimentación y consumo de fuerza y no de iluminación, ya que las acciones mitigadoras para la reducción de consumos ya se han implementado [9] adoptando sistemas de control inteligentes de la iluminación, así como la instalación de lucernarios en la nave de taller para el aprovechamiento de la luz natural, o la sustitución de luminarias tradicionales por otras de tecnología LED en la nave de estacionamiento. Igualmente se adoptan prácticas comprometidas [10] con los estándares GRI reflejadas en el Informe de Sostenibilidad de la compañía.

3.3. Metodología

Para el análisis de la instalación y con el fin de conseguir los objetivos marcados en la realización de la investigación aquí presentada, se presenta la metodología utilizada para la evaluación del sistema de consumos, acorde al esquema general del desarrollo del proyecto (véase Esquema 2).

En primer lugar se atiende a posibles modificaciones que se hayan podido producir en la instalación durante la evolución de la actividad a lo largo de los años de explotación, bien por cambio de las condiciones iniciales del proyecto, o por ampliaciones acometidas para subsanar imprevistos propios de cualquier actividad industrial, mejora de quipos, etc. Las modificaciones han de estar correctamente reflejadas en los planos de la instalación, donde se actualicen las cascadas de cuadros y se tenga clara la dependencia de cada una de las acometidas o diferentes ramificaciones de la red de alimentación. Por tanto, la verificación y actualización de planos es el punto de partida sobre el que desarrollar el estudio de la instalación.

Una vez actualizada la cascada de consumos se procede a la identificación de analizadores de red que están dispersos por la instalación. Tras la identificación se comprueba el reporte de datos, el estado de los equipos y su integración en el sistema de contadores. La ubicación de los analizadores en la cascada es el aspecto más relevante del análisis de la instalación puesto que responde a la cuestión transversal del proyecto que es, qué equipos está midiendo cada analizador aguas abajo, para así imputar la variación de los consumos reportados a unos u otros quipos, o a una u otra actividad de las que se compone la explotación. Los informes diferencian entre mantenimiento, operación y estructura, y tiene asociados los consumos de unos determinados analizadores de red.

Finalmente y a modo de comparativa, se hace un registro de las potencias instaladas para cada uno de los cuadros de potencia de la instalación. Se comprueba desde la lista de equipos las potencias instaladas para luego hacer una estimación de los consumos utilizando el tiempo de utilización medio de cada uno de los equipos.

Para ello, es necesario un conocimiento y un estudio lo más detallado posible del funcionamiento de todo el sistema, para reducir el error al máximo posible, otorgando el rigor necesario para este proyecto. Las mediciones de los analizadores de red deben coincidir aproximadamente, con las estimaciones de funcionamiento para las condiciones establecidas en la ventana temporal para la que se realiza el análisis.

Durante el análisis se identifican diversos equipos y / o analizadores que no están integrados en la instalación, bien por la novedad de los mismos o porque la modificación de la instalación los ha posicionado en un nodo de poca relevancia desde el punto de vista del análisis de consumos.

La integración de los equipos en la cascada junto con los analizadores de red para el registro de los datos generados es de especial relevancia para la toma de decisiones, y una labor necesaria para incorporación de los datos a las bases de las aplicaciones de gestión de los recursos disponibles. Sin esta labor no estaría teniendo en cuenta algunos puntos de consumo importantes de la instalación y podría dar lugar a la aparición de ruido en los datos.

Una vez limpios los registros e identificados los puntos de consumos, se incorporan a los informes que generan las aplicaciones de gestión. La existencia de un histórico de datos que no reflejan la realidad de los consumos justifica la necesidad y aceptación del desarrollo de este trabajo, otorgando un valor añadido a la actividad de la compañía.

4. DESARROLLO Y ANÁLISIS

4.1. Análisis en Talleres y Cocheras

La instalación de baja tensión recogida en el CBGT se ordena mediante un código de colores representando barras azules desde el transformador 1 y barras verdes desde el transformador 2. Estos dos sistemas de barras se encuentran conmutados formando un nuevo sistema de barras de color amarillo. Las barras amarillas a su vez se encuentran conmutadas con la acometida de socorro procedente de la SE y con el grupo electrógeno que entra en funcionamiento en condiciones de degradación tales que quede la instalación sin suministro.

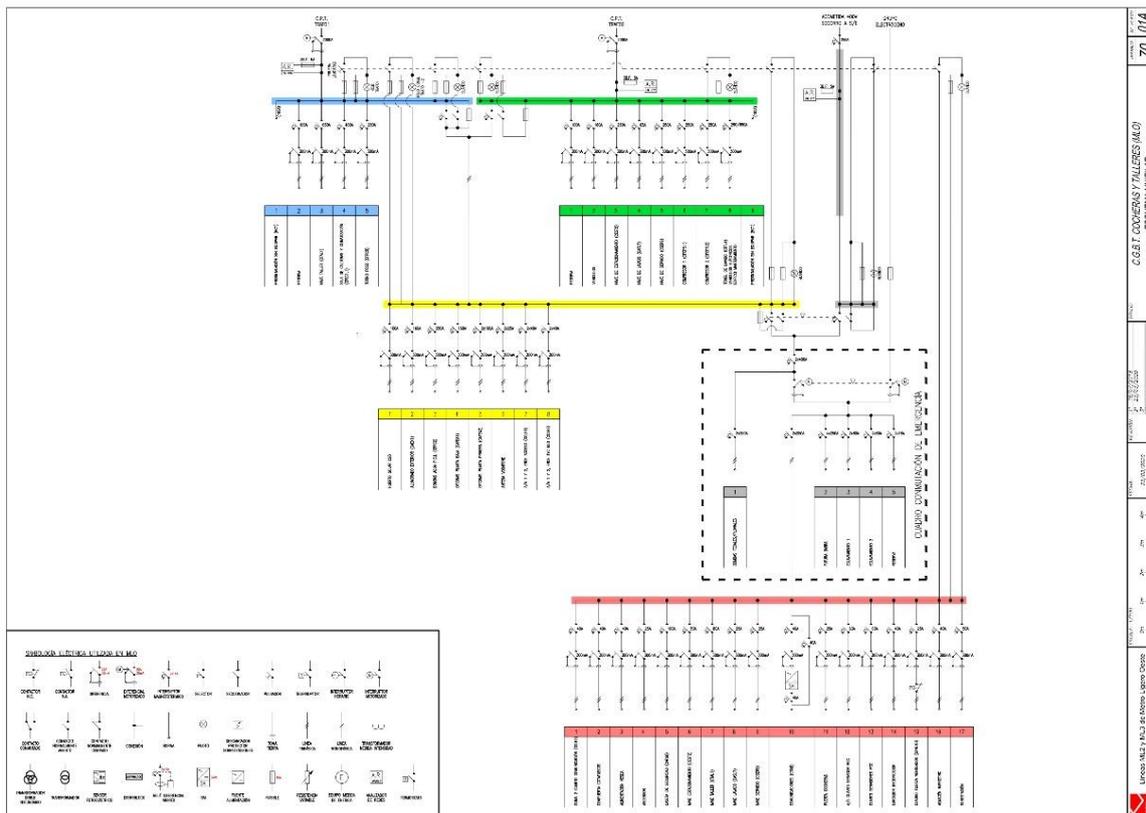


Figura 4. Esquema cascada cuadros eléctricos. Fuente: MLO

De cada uno de los sistemas de barras cuelgan los diferentes cuadros de distribución a 400V hacia los diferentes equipos o hacia otros cuadros secundarios desde donde a su vez colgarían el resto de los equipos.

Todos los cuadros tienen sistemas de protección frente a sobretensiones y a cortocircuitos mediante el accionamiento de interruptores automáticos controlados con relés. En el caso de las subestaciones, los analizadores de redes también tienen un fusible como protección.

Durante el desarrollo del proyecto se han actualizado todos los cuadros de alimentación principales y todos los cuadros de alimentación secundarios, tal y como se ha mencionado antes.

Se ha generado un documento extenso recogido en el ANEXO I donde aparece el esquema general de cuadros de la instalación, actualizado con la ayuda del equipo de ingenieros de la compañía.

4.2. Localización de los cuadros de alimentación

La localización física de los cuadros también se incorpora al análisis de la instalación puesto que la distribución de la instalación ha sufrido modificaciones a lo largo de los años de actividad de la compañía. Como se ha resaltado anteriormente la ubicación de los cuadros y la cascada de equipos es uno de los elementos clave para identificar desde qué equipos proceden cada uno de los consumos.

Para realizar el mapeo de los cuadros se ha contactado y trabajado junto al encargado de mantenimiento que, con amplia experiencia en la compañía, es perfecto conocedor de toda la instalación y de manera ágil, aunque no si dificultades, se ha podido completar el proyecto.

Para ello se procede plano en mano a realizar las modificaciones pertinentes para la actualización de la localización de los cuadros. Decir, que la relevancia de esta actuación recae sobre el hecho de que se está llevando a cabo una ampliación de las instalaciones eléctricas debido a la incorporación de unidades de alimentación de refuerzo en formato de baterías de ION LITIO o níquel cadmio conocidas como sistemas de alimentación ininterrumpidas y así mencionadas en adelante como SAI.

Existen momentos en los que se duda acerca de la fiabilidad de algunos de los planos que se manejan, por tanto se procede a la identificación de la gobernanza de determinados cuadros eléctricos bajando los interruptores diferencias de algunos de los cuadros con los equipos encendidos, para así asegurar el cuadro del que cuelgan. La maniobra se efectúa de manera controlada por los operarios y los jefes de turno y cuanto se identifican los equipos a los que se alimentaban desde el cuadro practicado, se procede su rearme.

La figura 5 siguiente, indica la ubicación de los cuadros principales de alimentación en las instalaciones de talleres y cocheras. Esta figura es complementaria y, simplemente a modo de mapa de cuadros, del documento principal que se ha conseguido en esta parte del proyecto que debido su nivel de precisión hace necesaria la presentación en un formato grande que, desde la edición de este documento se ha decidido presentar en la parte de Anexos, definiéndolo como ANEXO I.

El mapa de ubicación de cuadro principales está sujeto a la revisión de uno de ellos marcado como “Cuadro 41. Control de Sistemas 2” que no se ha ubicado en la instalación, así como la incorporación de cuadros como:

CAFEA2: Cuadro Alumbrado y Fuerza de Oficinas en Planta Primera

CAFSCM: Cuadro Alumbrado y Fuerza Secundario de Cubierta Mantenimiento

CCLC1: Cuadro de Climatización del cuarto de Comunicaciones

Igualmente y para la facilidad de comprensión del documento se acompaña en el ANEXO IV de este documento un listado con las siglas y acrónimos utilizados durante la redacción del proyecto.



CUADROS ELÉCTRICOS

Nº	NOMBRE	DESCRIPCIÓN CUADRO ELÉCTRICO	UBICACIÓN
12	CTAL1	CUADRO GENERAL FUERZA Y ALUMBRADO	NAVE TALLER
13	CTMM	CUADRO TRAFÓ MATERIAL MÓVIL	NAVE TALLER
14	CIPS	CUADRO INVERSOR PLACAS SOLARES	NAVE TALLER
15	CAFC1/CASC1	C. ALUMBRADO Y FUERZA + SOCORRO	NAVE TALLER
17	CINF	CUADRO INFOTRACK	NAVE TALLER
18	CAFC2/CASC4	C. ALUMBRADO Y FUERZA + SOCORRO	NAVE TALLER
19	CFRC8	CUADRO TORNO	NAVE TALLER
22	CPNE2	CUADRO PUERTAS ENTRADA/SALIDA TRENES	NAVE TALLER
23	CAFC3/CASC3	C. ALUMBRADO Y FUERZA + SOCORRO VIA 14	NAVE TALLER
24	CUTA1	CUADRO UTA 1	NAVE TALLER
25	CUTA2	CUADRO UTA 2	NAVE TALLER
26	CCOR	CUADRO CORTINAS	NAVE TALLER
27	CCSIT1	C. CONTROL SISTEMAS 1	NAVE TALLER

Nº	NOMBRE	DESCRIPCIÓN CUADRO ELÉCTRICO	UBICACIÓN
28	CFCC1.2	CUADRO FUERZA C. PINTURA	NAVE TALLER
41	CCSIT2	C. CONTROL SISTEMAS 2	NAVE TALLER
42	APO1	CUADRO COMPRESORES 1	NAVE TALLER

Nº	NOMBRE	DESCRIPCIÓN CUADRO ELÉCTRICO	UBICACIÓN
01	CAFS8	CUADRO ALUMBRADO Y FUERZA	GARITA
1.1	CAFS8 SAI	CUADRO ALUMBRADO Y FUERZA SAI	GARITA
38	CSM A/A	CUADRO SECUNDARIO MARKETING SOLO A/A	ALMACÉN MARKETING
39	CSUB	CUADRO SUBESTACIÓN	SUBESTACIÓN

Nº	NOMBRE	DESCRIPCIÓN CUADRO ELÉCTRICO	UBICACIÓN
30	CAFTL4	CUADRO FUERZA	NAVE LAVADO
31	CFCVE2	CUADRO CARGADORES VEHÍCULOS ELÉCTRICOS 2	NAVE LAVADO
32	CRTL	CUADRO MÁQUINA RODILLOS TONEL DE LAVADO	NAVE LAVADO
33	CAFL7/CAFS7	C. ALUMBRADO Y FUERZA + SOCORRO	NAVE LAVADO

Nº	NOMBRE	DESCRIPCIÓN CUADRO ELÉCTRICO	UBICACIÓN
02	CAFEA1	C. ALUMBRADO FUERZA Y EMERGENCIA P. BAJA	OFICINAS
03	CAFCC1.1	CUADRO FUERZA CUARTO CALDERAS P. BAJA	OFICINAS
04	CQLE1	CUADRO CLIMATIZACIÓN 1 ENCLAVAMIENTO TYC	OFICINAS
05	CQLE2	CUADRO CLIMATIZACIÓN 2 ENCLAVAMIENTO ACC	OFICINAS
06	CQLE3	CUADRO CLIMATIZACIÓN 3 CUARTO COMUNICACIONES	OFICINAS
07	CAEX1	CUADRO ALUMBRADO EXTERIOR	OFICINAS
08	CAFL8	CUADRO ALUMBRADO Y FUERZA LABORATORIO	OFICINAS

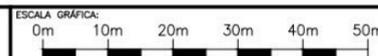
Nº	NOMBRE	DESCRIPCIÓN CUADRO ELÉCTRICO	UBICACIÓN
34	CSAR	CUADRO FUERZA ARENERO	NAVE SERVICIO
35	CSER9	CUADRO FUERZA	NAVE SERVICIO
36	CAFC9/CASC9	C. ALUMBRADO Y FUERZA + SOCORRO	NAVE SERVICIO
37	CAFTL1	CUADRO FUERZA ARENERO PARCIAL	NAVE SERVICIO
43	CINF	CUADRO INFOTRACK	NAVE SERVICIO

Nº	NOMBRE	DESCRIPCIÓN CUADRO ELÉCTRICO	UBICACIÓN
09	CEST2	CUADRO GENERAL FUERZA Y ALUMBRADO	NAVE ESTACIONAMIENTO
10	CEST2(SOS)	CUADRO GENERAL FUERZA Y ALUMBRADO SOCORRO	NAVE ESTACIONAMIENTO
11	CAFCS/CASC6	CUADRO FUERZA Y ALUMBRADO	NAVE ESTACIONAMIENTO
16	CAFCS/CASC3	C. ALUMBRADO Y FUERZA + SOCORRO	NAVE ESTACIONAMIENTO
20	CAFC4/CASC4	CUADRO ALUMBRADO + SOCORRO	NAVE ESTACIONAMIENTO
21	CPNE1	CUADRO PUERTAS ENTRADA/SALIDA TRENES	NAVE ESTACIONAMIENTO
40	CFCVE1	CUADRO CARGADORES VEHÍCULOS ELÉCTRICOS 1	NAVE ESTACIONAMIENTO

Nº	NOMBRE	DESCRIPCIÓN CUADRO ELÉCTRICO	UBICACIÓN
44	CAFEM1	C. ALUMBRADO Y FUERZA EDIFICIO MANTENIMIENTO	EDIFICIO MANTENIMIENTO
45	CFEM2	CUADRO FUERZA TALLER I.F.	EDIFICIO MANTENIMIENTO
46	CFEM3	CUADRO FUERZA BACKUP PCC, P2.	EDIFICIO MANTENIMIENTO
47	CFPL1	CUADRO FUERZA PUNTO LIMPIO	PUNTO LIMPIO



Líneas ML2 y ML3 de Metro Ligero Oeste



ESCALA: 1/1000

FECHA: 14/04/2021

REVISIÓN: 1. 14/04/2021
2.
3.
4.
5.

ARQUITECTURA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

UBICACIÓN CUADROS ELÉCTRICOS COCHERAS (TYC) MLO

BT
DIN A4
01
DIN A4

4.3. Analizadores de red

Los analizadores de red (AR) son instrumentos para la medición de energía que permiten la visualización de los parámetros de red más relevantes. A parte de medir los valores de magnitudes eléctricas como tensiones y corrientes, también permiten medir la potencia aparente, reactiva, efectiva y valores de energía.

Existen varios fabricantes de estos equipos cuyo factor diferenciador es la capacidad de medición y registro de otros parámetros, como la distorsión de tensión en red (distorsión armónica total) [11], [12].

En la instalación de red de MLO existen algunos de los tipos que ofrece el mercado, integrados en una red con una arquitectura de unidades remotas de control (URC) a nivel superior de comunicaciones conectadas mediante comunicación TCP-IP con independencia de los fabricantes de hardware de los equipos.

En el ANEXO II de este documento se presenta el listado completo de todos los analizadores de red y URCs que ha sido identificados en la instalación como desarrollo del proyecto. En la lista se presentan los ID característicos de cada AR y de cada URC así como la subestación o centro de transformación al que pertenecen y además si están en la línea o en la zona de TyC.

Igualmente quedan reflejada en la lista si el analizador en cuestión es de medida o de protección, perteneciendo al sistema de protección de la red, así como la marca, modelo y relación de transformación. En la relación de transformación que tiene configurada el analizador existe también un potencial de mejora en la calidad de los datos, ya que si la relación de transformación es mucho más grande que la intensidad que recorre el analizador ésta última puede pasar desapercibida, lo que indicaría un sobredimensionamiento de la protección y la poca eficacia del sistema de protecciones.

Las protecciones de un sistema eléctrico eliminan las situaciones de falta que puedan aparecer como consecuencia de su funcionamiento, aislando las partes afectadas del sistema de modo que el resto del mismo pueda continuar trabajando [13]. Debido a que en la instalación se encuentran analizadores tanto de medida como de protección, se ha visto conveniente aclarar algunas cuestiones sobre protecciones.

Son un elemento clave en las instalaciones eléctricas desde dos puntos de vista:

- Protegen a los elementos de la instalación de los efectos dañinos que puedan tener las faltas. EN el caso particular de las protecciones contra cortocircuitos se evitan calentamientos y esfuerzos mecánicos excesivos en las distintas partes de la instalación.
- Actúan localmente, eliminando la parte dañada de la instalación, y permitiendo un funcionamiento sin interrupción del resto de esta.

Las protecciones contra cortocircuitos se basan en la fusión de fusibles o la apertura de interruptores automáticos cuando se d esa clase de falta.

Las protecciones contra otros tipos de falta abren un interruptor (no automático si no es necesario interrumpir corrientes de cortocircuito) cuando una determinada variable del sistema eléctrico cumple ciertas condiciones, protegiendo así a las instalaciones eléctricas. Se distinguen en este proceso dos tareas diferentes:

- La detección y el procesamiento de los que conducen a la apertura del interruptor.
- La propia apertura del interruptor, esto es, la separación de sus contactos eléctricos.

Los relés de protección son los elementos de los sistemas de protección que realizan la tarea de detección y el procesamiento de los que conducen a la apertura del interruptor. LA función de estos elementos es detectar una situación de falta midiendo una determinada variable del sistema eléctrico y actúan sobre los interruptores (automáticos o no) para eliminar dicha falta. Están diseñados para producir cambios bruscos predeterminados en uno o más circuitos eléctricos situados a su salida, cuando se dan ciertas condiciones en el circuito eléctrico de entrada de un relé. Las condiciones dependen de los fenómenos a proteger (cortocircuitos, sobrecargas, sobretensiones, desequilibrios o retorno de energía).

La segunda tarea de apertura del interruptor, que produce el aislamiento de falta, es muy importante para la seguridad de la instalación, tanto en lo relativo a garantizar el aislamiento, como en la maniobra segura de apertura o cierre de circuitos con carga, que se realiza bien en condiciones normales de explotación, con corrientes correspondientes a la carga normal de la instalación, o por la actuación de las protecciones contra averías del sistema con corrientes superiores por defecto o cortocircuito, o debidas sobrecargas por sobretensión u otras averías.

4.3.1. Arquitectura de red

La arquitectura de red de la instalación se configura a través de un software bajo la filosofía del Industrial Internet of Things (IIoT) que adquiere datos de la red de analizadores a la que se conecta, procesando valores medios, máximos y mínimos y enviando esta información al procesador central.

Dispone de una herramienta intermedia para la monitorización y almacenamiento de los datos procedentes de analizadores de red y relés de protección (URC). Tanto las URC como los AR disponen de un número de identificación (ID) mediante los cuales se asocian entre ellos de manera que varios equipos de AR reporten y estén concentrados en la misma URC, a modo de compilación de datos en primer nivel.

A diferencia de las antiguas URC, las cuales realizaban la configuración desde el Software, teniendo que realizar una nueva versión y compilación por cada modelo de analizador, el IIoT permite que cualquier modelo de analizador de cualquier fabricante con protocolo Modbus se pueda configurar desde el interfaz. Esto permite realizar lecturas en tiempo real tanto de analizadores por Modbus TCP/IP como por RTU [14].

Las unidades de los datos de las variables de cada analizador se configuran desde el interfaz, así como las variables de las tramas, las tramas, las funciones Modbus, los protocolos de lectura, evitando problemas de escalado visualizadas en las URC antiguas.

Se realiza un tratamiento y almacenamiento homogéneo de las variables y los valores de tal manera que se almacenan en BBDD de forma lógica y estructurada y no en archivos mapeados, para mejores comparaciones ya agrupaciones de datos de diferentes analizadores, reflejadas en las aplicaciones Enercom y Energraph.

4.3.2. Tipología de analizadores de red

A continuación se presentan las diferentes tipologías de analizadores de la instalación, donde se indican las variables a las que son sensibles los dispositivos de medida:

SIEMENS SENTRON PAC3200

- Potencia Activa P (W)
- Potencia Reactiva Q (Var)
- Potencia Aparente S (VA)
- Energía Activa (kW·h)
- Energía Reactiva (kVar·h)
- Energía Aparente (kVA·h)



Figura 6. Analizador de red Siemens SENTRON PAC3200.
Fuente: Siemens

SCHNEIDER PowerLogic PM710

- Tensión fase – neutro R-N (V)
- Tensión fase – neutro S-N (V)
- Tensión fase – neutro T-N (V)
- Corriente R (A)
- Corriente S (A)
- Corriente T (A)
- Potencia Activa P (W)
- Potencia Reactiva Q (Var)
- Potencia Aparente S (VA)
- Total (P,Q,S)
- Factor de potencia
- Energía Activa (kW·h)
- Energía Reactiva (kVar·h)
- Energía Aparente (kVA·h)



Figura 7. Analizador de red SCHNEIDER PowerLogic PM710.
Fuente: SCHNEIDER

AREVA BITRONICS M571

- Tensión fase – neutro R-N (V)
- Tensión fase – neutro S-N (V)
- Tensión fase – neutro T-N (V)
- Corriente R (A)
- Corriente S (A)
- Corriente T (A)
- Potencia Activa P (W)
- Potencia Reactiva Q (Var)
- Potencia Aparente S (VA)

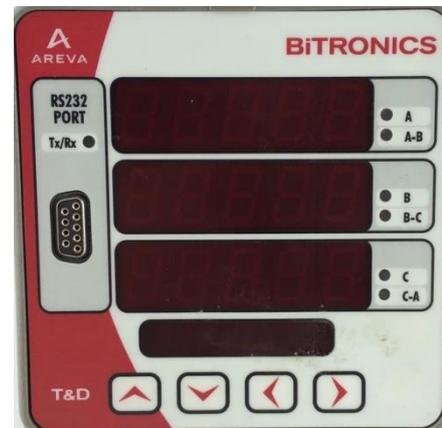


Figura 8. Analizador de red AREVA BITRONICS M571.
Fuente: AREVA

SATEC PRO PM335

- Tensión fase – neutro R-N (V)
- Tensión fase – neutro S-N (V)
- Tensión fase – neutro T-N (V)
- Corriente R (A)
- Corriente S (A)
- Corriente T (A)
- Potencia Activa P (W)
- Potencia Reactiva Q (Var)
- Potencia Aparente S (VA)
- Energía Activa (kW·h)
- Energía Reactiva (kVar·h)
- Energía Aparente (kVA·h)



Figura 9. Analizador de red SATEC PRO PM335.
Fuente: SATEC

SEL 735

- Potencia Activa P (W)
- Potencia Reactiva Q (Var)
- Potencia Aparente S (VA)
- Factor de potencia
- Energía Activa Entregada REC (kW·h)
- Energía Activa Recibida DEL (kW·h)
- Energía Reactiva Entregada REC (kVar·h)
- Energía Reactiva Recibida DEL (kVar·h)
- Energía Aparente Entregada REC (kVA·h)
- Energía Aparente Recibida DEL (kVA·h)



Figura 10. Analizador de red SEL-735.
Fuente: SEL

4.3.3. Formato de registro de los datos de los contadores

Las mediciones que registran los analizadores se efectúan con un período configurable por el usuario, en el caso de la instalación analizada las mediciones se realizan cuarto horarias, es decir cada 15 minutos se guarda un dato de medida de cada uno de los analizadores. Igualmente también se registra el acumulado diario a final del día.

Los ficheros generados son en formato .csv, y luego pasados a formato .xlsx para poder visualizarlos con el programa Microsoft Excel.

Normalmente y siempre y cuando los analizadores estén integrados en la red los datos registrados se visualizan en los programas del instalador SICA, en concreto a través de la herramienta Enercom para visualizaciones en tiempo real y en Energraph para almacenamiento y procesamiento de datos, ambas expuestas con mayor grado de profundidad más adelante.

4.3.4. Localización de analizadores de red en la cascada

En algunas zonas de la red de baja tensión se encuentran distribuidos los contadores que hacen la labor analizadores de consumo, lo cuáles miden las intensidades consumidas por los equipos o cuadros que cuelga aguas abajo del contador.

En los centros de transformación los contadores están localizados a la salida del transformador, sin embargo, en las subestaciones estos contadores se encuentran a la entrada del transformador, identificando un contador por cada uno de los transformadores de cada una de las S/E.

Los contadores de las acometidas reportan la medida directamente al sistema, ya que están situados justo a la entrada eléctrica de la instalación.

La nomenclatura con la que se nombraron los analizadores fue la siguiente:

- Acometida de Colonia Jardín: GR15_C1_IBERD
- Acometida de Aravaca: GR15.1EAV
- Acometida de Puerta de Boadilla: GR15.1PBO

Esta nomenclatura responde al grupo de entrada de la subestación (GRUPO 15), en las estaciones término de EAV y PBO se utilizó la particularización de .1 ya que indican que el analizador se encuentra antes del autotransformador.

La suma de las lecturas de consumo de estos contadores debe ser igual a los consumos imputados por parte de la empresa suministradora IBERDROLA.

En la parte de baja tensión de la instalación, los analizadores también se encuentran identificados en el ANEXO I de este documento. En la zona media – derecha se ha especificado una leyenda en la que se observa:

	Analizador sin integrar
	Analizador integrado
	Analizador propuesto

Tabla 3. Leyenda de integración de AR correspondiente a ANEXO I. Fuente: Elaboración propia

Los analizadores de red que no se encuentran integrados, al igual que los propuestos en este proyecto no tiene asociado número de identificación ID para la comunicación con la URC.

Para la identificación de los analizadores se han seguido todos los cuadros de la instalación, uno por uno. La situación de algunos de los cuadros no estaba recogida en los planos, lo que han hecho de esta labor una de las tareas más dificultosas de este proyecto.

Los AR que están pendientes de integrar son:

- E-car: vehículos eléctricos de Nave Estacionamiento y de Nave Lavado
- Garita seguridad
- Ampliación General de Red
- Ampliación General de Socorro
- Transformador de 160 kVA en la Subestación de tracción de Colonia Jardín (fuera del CGBT y por tanto del alcance de este proyecto)

El analizador de los E-car sí se ha integrado como labor del presente proyecto, desarrollado más adelante en el apartado 4.3.5



Figura 11. Analizadores en el CGBT. Fuente: Elaboración propia

Al igual que existen analizadores que no están integrados en el sistema, también existen dos ID que sí están integrados pero que se desconocía su ubicación y por tanto la posición en la cascada de consumos. La posición en la cascada de consumos de los cuadros eléctricos es clave para saber con precisión qué equipos tiene asociados para imputarles el consumo que lee cada AR.

Desde la tabla del ANEXO II venían indicados como CTS-MEDIDA, medidas desde el centro de transformación:

- ANA-CLIMA
- EDF - MANTENIMIENTO

Sin embargo, los nombres no coinciden con los centros de transformación y, además, ya existen los analizadores correspondientes a cada uno de los CT. Por tanto, se procede a la investigación en campo para la localización de los analizadores.

4.3.5. Localización e integración de analizadores de red

4.3.5.1. ANA_CLIMA

El analizador de ANA_CLIMA se encuentra situado en la sala de calderas y cuelga del cuadro de Climatización y Calderas CAFCC.

En principio se entiende que la cascada de las Unidades de Tratamiento de Aire (en adelante UTA) y el resto de los equipos de climatización y aire acondicionado pueden colgar íntegramente del cuadro de Climatización y Calderas CAFCC desde donde, a su vez, está situado el analizador de red ANA_CLIMA con ID 1407.

Tras el análisis de la instalación, se concluye que la alimentación de fuerza para las UTAs 2 y 3 situadas en la nave del taller proviene directamente del cuadro eléctrico del taller y, por tanto, los consumos no están reflejados en ANA_CLIMA sino en NAVE_TALLER, con ID 1354.

La UTA 3 sólo es para actuaciones en la nave de pintura, mientras que la UTA 2 abarca el resto del taller.

En consonancia con lo esperado, las UTAs 1 y 4 situadas en las cubiertas del edificio de oficinas, si se alimentan desde el cuadro CAFCC.

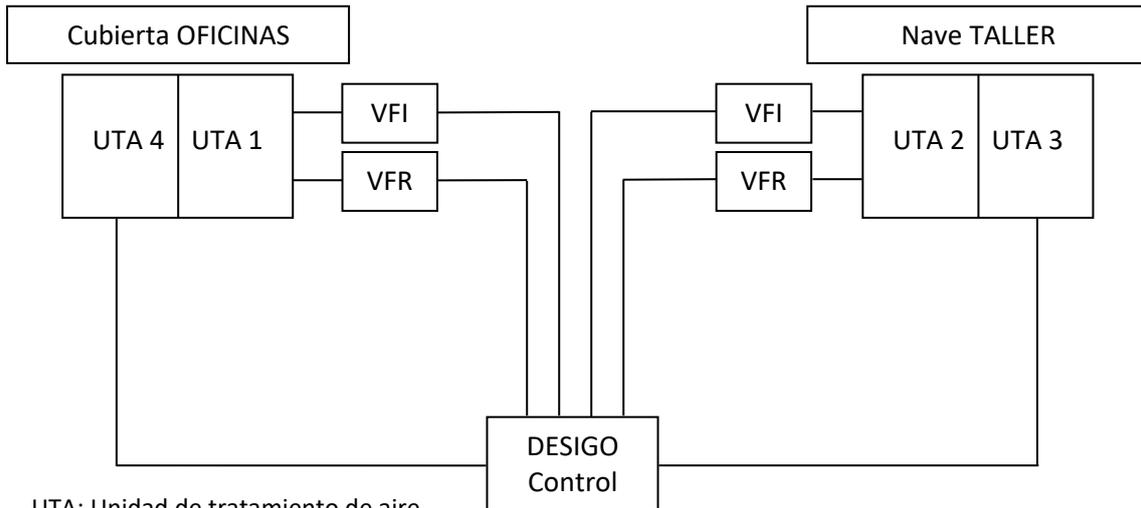
ELEMENTO	UBICACIÓN	FABRICANTE	MODELO	Potencia motor impulsión (kW)	Caudal impulsión (m3/h)	Potencia motor retorno (kW)	Caudal retorno (m3/h)
UTA 1	AZOTEA INFERIOR	TECNIVEL	PHC - 320 - B	15	45360	15	45360
UTA 2	NAVE TALLER	TECNIVEL	PHC - 250 - M	15	36000	11	36000
UTA 3	NAVE TALLER	TECNIVEL	PHC - 100 - B	5,5	14500	4,5	14500
UTA 4	AZOTEA SUPERIOR	TECNIVEL	PHF - 55 - B	1,5	5240	-	-

Tabla 4. Inventario UTAs. Fuente: Elaboración propia

Durante el periodo del Covid-19 el régimen de trabajo de las unidades de tratamiento de aire ha aumentado mucho para conseguir la máxima renovación de aire. Como se observa en la Tabla 4, la UTA 4 es la única que no tiene retorno de aire y por tanto la menos efectiva en esta labor.

En un principio la regulación del funcionamiento de las UTAs y de la climatización había sido por consigna de temperatura, pero por la situación comentada se cambió a 24 h. Éste aspecto clave en el cálculo y la estimación de consumos se analizará en detalle más adelante.

Una vez identificadas las tomas de corriente de cada UTA se procede a la actualización de la cascada de equipos y de cuadros, concluida en el ANEXO I.



UTA: Unidad de tratamiento de aire

VFI: Variador de frecuencias de impulsión

VFR: Variador de frecuencias de retorno

Esquema 3. Control de UTAs. Fuente: Elaboración propia

4.3.5.2. EDF_MANTENIMIENTO

El analizador de red identificado como EDF – MANTENIMIENTO está localizado físicamente en el edificio de mantenimiento, planta baja, y registra los consumos de todo el edificio de mantenimiento.

La ampliación del CGBT afecta directamente a la reestructuración y redimensionamiento de la alimentación del edificio de mantenimiento y por tanto, afectan al global de analizadores y a las medidas que se registran.



Figura 11. Analizador de red EDF_MANTENIMIENTO. Fuente: Elaboración propia

4.3.5.3. E-car

En la compañía se ha producido un cambio relevante a nivel de instalaciones que ha sido la incorporación de cargadores para vehículos eléctricos en algunos puestos de los aparcamientos de los talleres y oficinas. Los dispositivos cargadores tienen la posibilidad de mostrar los niveles de consumo en tiempo real a través de una app web que muestra a su vez estadísticas de consumos por tramos horarios definidos por el usuario. Los analizadores de red que registran los datos no están incorporados a la cascada de consumos de los que se alimenta a los vehículos, por lo que los consumos de los vehículos eléctricos no están siendo reportados al sistema de cuantificación energética.

El acceso a la app se realiza mediante direcciones IP dentro de la red local VPN:

- Dirección IP Nave Lavado: 10.243.13.21
- Dirección IP Nave Estacionamiento: 10.243.13.20

Para el registro y exportación de datos, la app web ofrece la posibilidad de hacerlo mediante un servidor FTP. En los sistemas de comunicaciones de la instalación ya hay en funcionamiento servidores FTP por lo que se incorpora el AR dentro de la red de comunicaciones Red de Explotación, donde como se ha mencionado hay servidores ya creados de protocolo FTP:

- Se crea un usuario con contraseña de acceso
- Se crea una ruta a través de la cual los AR puedan volcar la info en el servidor

El servidor FTP cuenta con un protocolo SMB (samba) nativo de Windows para compartir carpetas en red, el cual se utiliza para acceder a los datos desde el PC.

Ahora, el AR es capaz de conectarse y “ver” el servidor de destino donde vuelca la información mediante el protocolo FTP al servidor, a su vez se le dice al PC donde está el servidor FTP para que pueda acceder a la información y así se genera la carpeta matriz.

Toda la Red es accesible desde puestos de la oficina, siempre que se permita acceso a ella desde el departamento de sistemas, por lo que el filtrado e incorporación de los datos relevantes del fichero generado se pueden incluir en el informe de consumos una vez estén en el formato deseado, en este caso el archivo tiene formato .csv y se pasa a .xlsx para trabajar con Excel.

En principio y para tener una visión general de los consumos diarios y en post de verificar la integración se plantea la medición cuarto-horaria y un report horario de los consumos de los vehículos eléctricos. Una vez comprobado el correcto funcionamiento de la aplicación, se conserva la medición cuarto horaria pero se pasa al registro diario para descargar la demanda del servidor. Igualmente se propone un registro del acumulado mensual, ya que puede ser interesante de cara al informe de consumos por equipo.

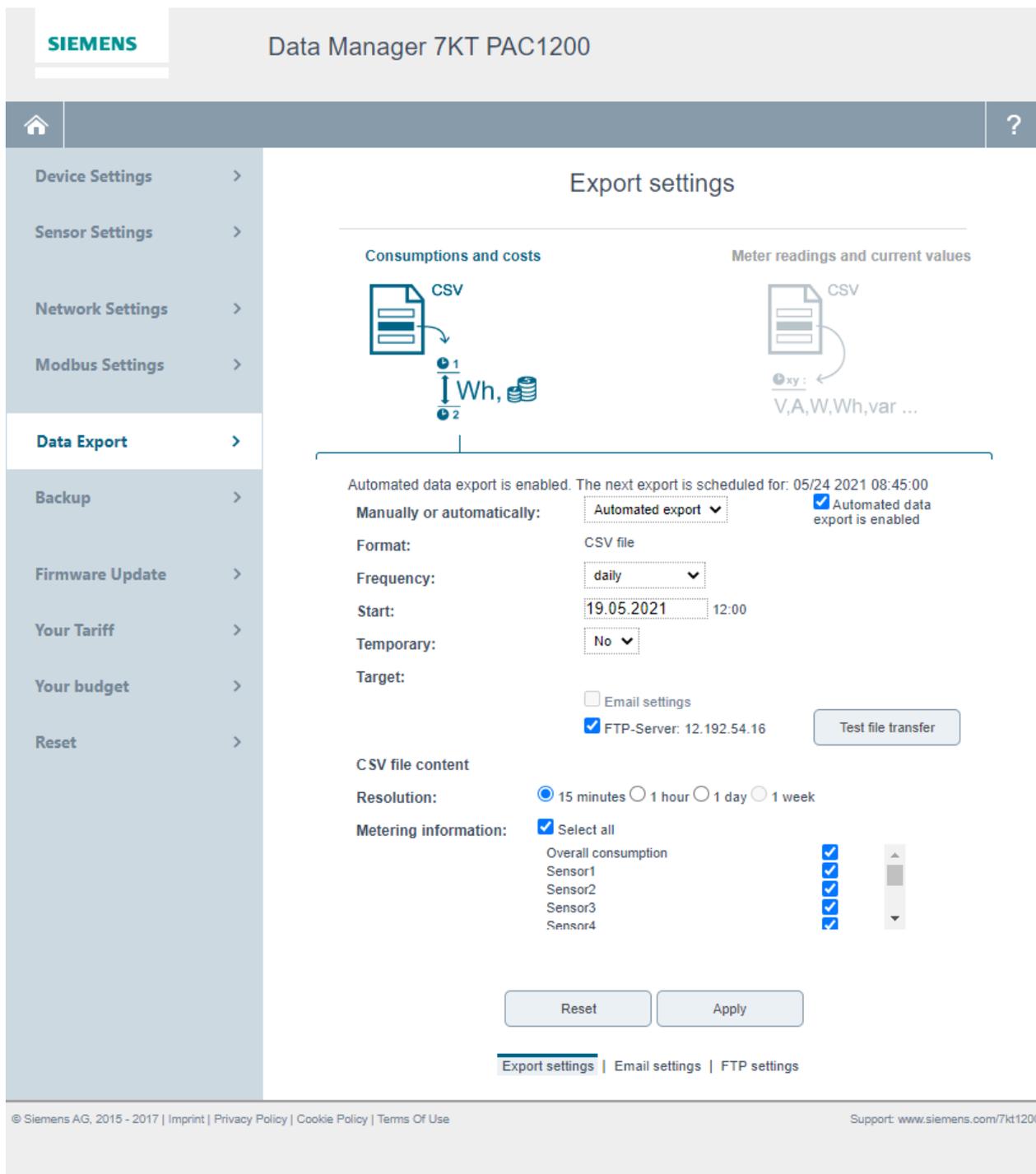


Figura 12. Interfaz exportación de datos vehículos eléctricos. Fuente: App Siemens

Existen dos zonas de carga de vehículos diferenciadas, la zona de estacionamiento y la zona de lavado en función de su ubicación en las instalaciones de la compañía. Los servidores de cada uno reportan, cinco puestos de carga para la zona de estacionamiento y siete puestos para la zona de lavado como se puede comprobar en el documento ANEXO V donde se muestran unos ejemplos del report cuarto-horario de las dos zonas.

Sin embargo, como se observa en las imágenes siguientes, en el puesto de Nave de Estacionamiento sólo hay 4 zonas de carga y en el puesto de Nave de Lavado 7 más 1, un total de 8 puestos.



Figura 13. Cuatro puestos en Nave de Estacionamiento. Fuente: Elaboración propia



Figura 14. Siete puestos en Nave de Lavado más el octavo. Fuente: Elaboración propia

Cada uno de los puestos está monitorizado por 3 sensores pero sólo uno de ellos está alimentando de corriente al puesto de carga y por tanto consumiendo energía.

Según se puede comprobar en el documento ANEXO V, para la Nave de Estacionamiento existen 15 sensores monitorizados, indicando que existe un sensor para cada fase (figura 4, negro, marrón y gris) y, efectivamente en el anexo sólo se observan consumos en los sensores 1, 4, 7, 10, y 13 ya que en este caso los vehículos son de alimentación monofásica. En este caso el sensor 13 no reporta consumos, lo que efectivamente indica que la instalación está preparada para 5 puestos, pero ahora mismo sólo hay 4 en funcionamiento.

Como no se sabe qué sensor corresponde a cada puesto, se realiza una prueba de comprobación en tiempo real de los consumos de cada sensor de la Nave de Estacionamiento mediante un ordenador portátil conectado a la IP correspondiente y un analizador de Fluke de intensidad para medir la corriente que fluye desde el cuadro de alimentación hasta cada uno de los puestos de carga y compararla con los valores de la app.

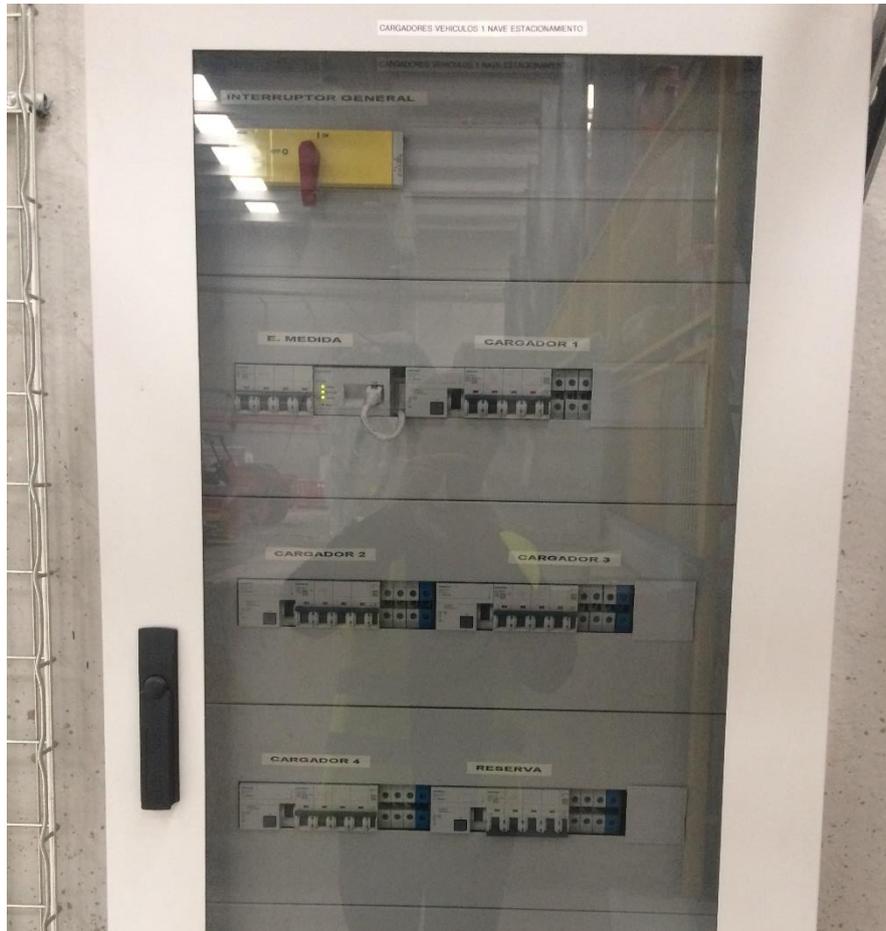


Figura 15. Cuadro de alimentación en Nave de Estacionamiento.

Fuente: Elaboración propia

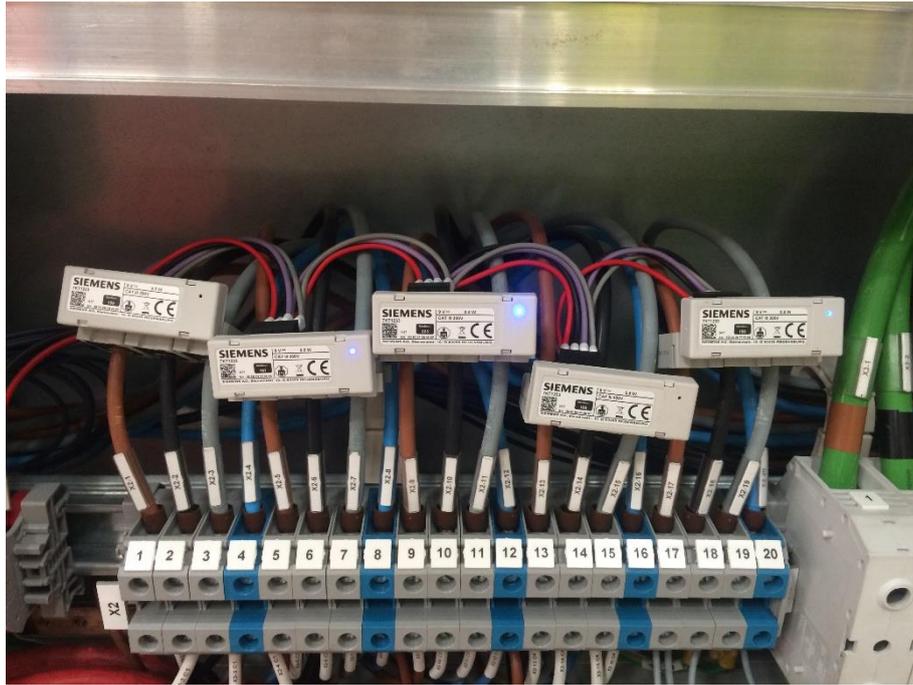


Figura 16. Toroidales y transformadores de intensidad de e-car en Nave de Estacionamiento Fuente:

Elaboración propia

Con el desarrollo de la prueba se pretenden conseguir dos objetivos:

- Conocer a qué puestos de carga pertenece cada sensor.
- Verificar que las medidas de consumo que refleja la app y que registra en los informes son correctas.

Para el cumplimiento del primer objetivo se procede al conexionado de uno de los vehículos a cada uno de los puestos de carga y se concluye que:

PUESTO DE CARGA	SENSORES		
CARGADOR 1	10	11	12
CARGADOR 2	1	2	3
CARGADOR 3	13	14	15
CARGADOR 4	4	5	6
CARGADOR 5*	7	8	9

Tabla 5. Relación de sensores y puestos de carga en Nave de Estacionamiento.

Fuente: Elaboración propia

*Se verifica que el cargador 5 es el de puesto de reserva.

Durante la prueba para comprobar la precisión de las medidas reportadas se conectan las bornas del analizador Fluke a la salida de uno de los sensores ya identificados y se compara con los valores que marca la app:

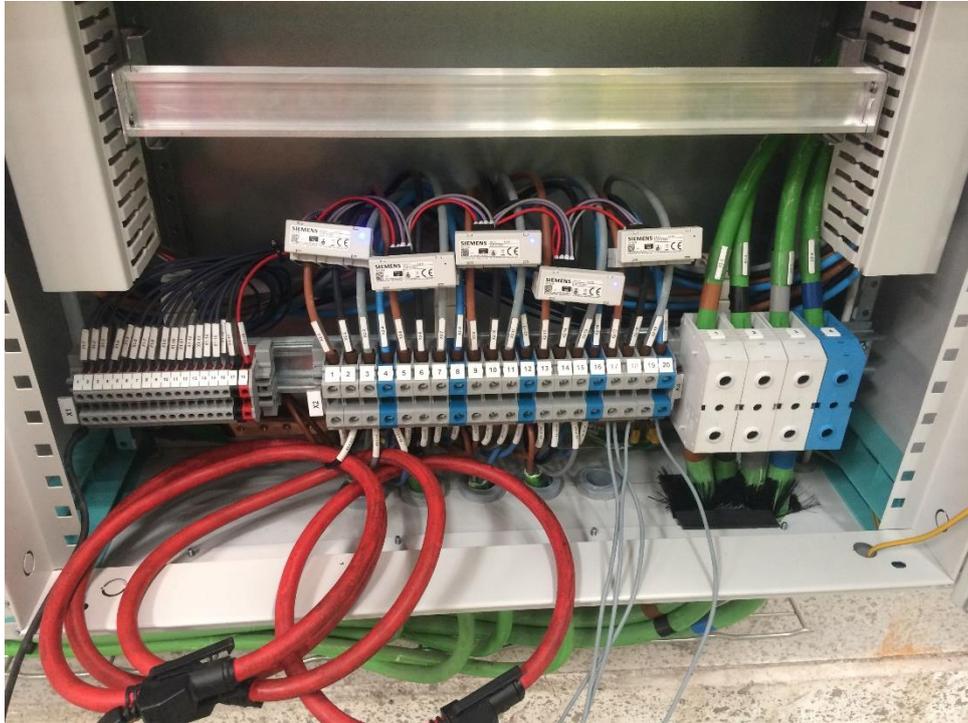


Figura 17. Toroidales del analizador Fluke. Fuente: Elaboración propia

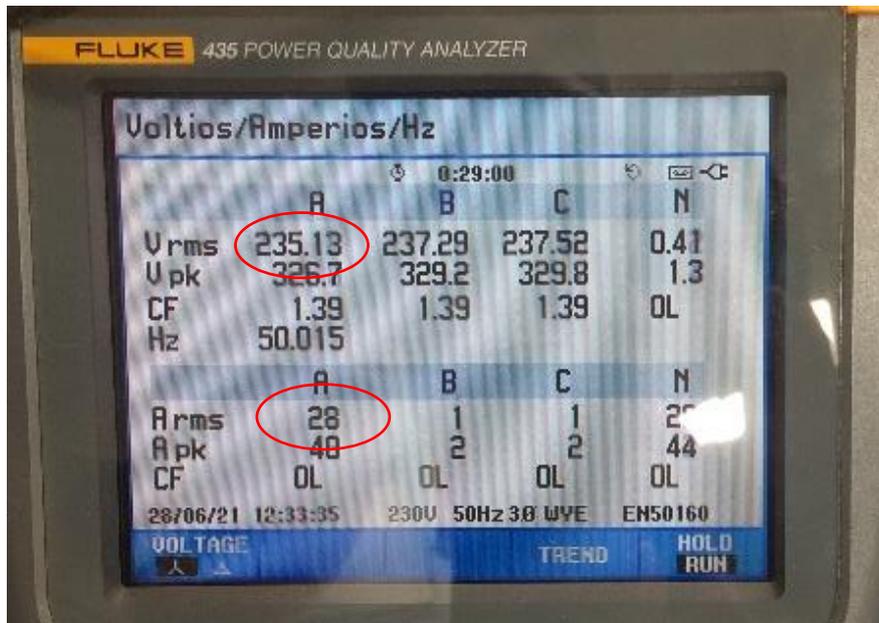


Figura 18. Interface del analizador Fluke. Fuente: Elaboración propia

En la interface del analizador Fluke de la figura 7, se observa que efectivamente sólo se registra un valor de corriente, asociado a una de las fases de salida.

Los valores medidos por el analizador son:

Tensión Fase – Neutro: 235,13 V

Intensidad: 28 A

Por tanto, la potencia consumida será:

Potencia = 235,13 x 28 = 6583,64 W

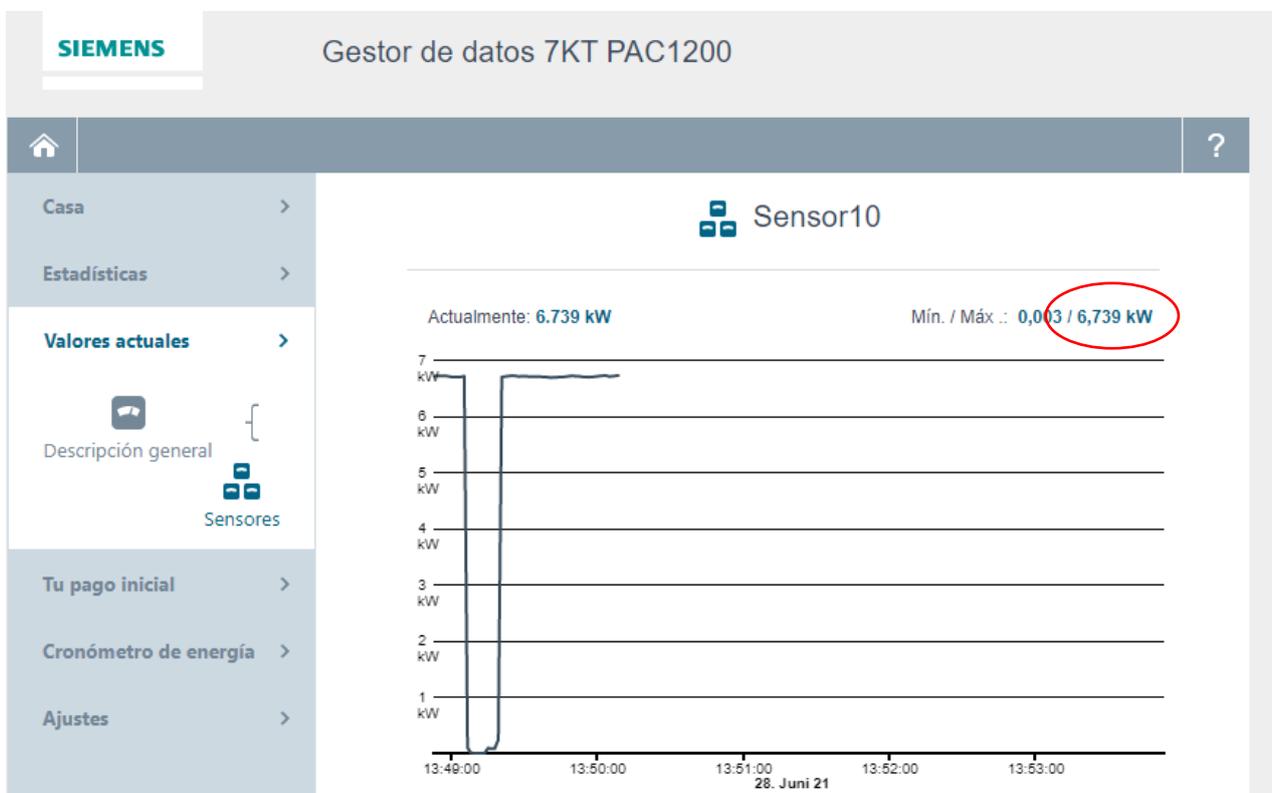


Figura 19. Potencia consumida por el sensor 10. Fuente: App Siemens

Los valores reales oscilan por la tensión, dando un pequeño error con la imagen de la figura 8 que marca un valor de potencia de **6739 W**

Con la finalización de la prueba se validan los datos reportados en el informe de consumos y se garantiza la fiabilidad.

En el caso del registro de datos de la Nave de Lavado se comprueba que hay un total de 21 sensores monitorizados, lo cual no se corresponde con los 8 puestos de carga. Según se ha introducido anteriormente, cada sensor mide una fase, y eso daría un total de 7 puestos de carga y no ocho. En el reporte de datos se observa también que el sensor 2 sí reporta en este caso, por lo que los sensores no son correlativos ni al número de fase, ni al número de puesto de carga.



Figura 20. Cuadro de alimentación en Nave de Lavado. Fuente: Elaboración propia

Tras hacer el mismo análisis que el caso de la Nave de Estacionamiento se concluyen los siguientes resultados asociados al report de datos en el informe de consumos:

PUESTO DE CARGA	SENSORES		
CARGADOR 1	4	5	6
CARGADOR 2	7	8	9
CARGADOR 3	10	11	12
CARGADOR 4	13	14	16
CARGADOR 5	1	-	-
CARGADOR 6	16	17	18
CARGADOR 7	19	20	21
CARGADOR 11	2	3	-

Tabla 6. Relación de sensores y puestos de carga en Nave de Lavado. Fuente: Elaboración propia

Los vehículos que suelen estacionarse en la zona de lavado son los Nissan e-NV200, requeridos en trabajos de campo y cuya disponibilidad es muy alta para las labores de mantenimiento. La carga trifásica disminuye considerablemente los tiempos de carga de los vehículos aumentando así la disponibilidad.

VEHICULOS	COMBUSTIBLE	UBICACIÓN
Nissan Leaf	Electrico-Bateria (BEV)	Estacionamiento
Nissan Leaf	Electrico-Bateria (BEV)	Estacionamiento
Nissan Leaf	Electrico-Bateria (BEV)	Estacionamiento
Nissan Leaf	Electrico-Bateria (BEV)	Estacionamiento
Nissan eNV200	Electrico-Bateria (BEV)	Lavado
Nissan eNV200	Electrico-Bateria (BEV)	Lavado
Nissan eNV200	Electrico-Bateria (BEV)	Lavado
Nissan eNV200	Electrico-Bateria (BEV)	Lavado
Nissan eNV200	Electrico-Bateria (BEV)	Lavado

Tabla 7. Inventario de vehículos eléctricos. Fuente: MLO

La disposición de ubicaciones de la Tabla 7 es orientativa, puesto que los todos los puestos son universales, y la ubicación de los coches puede variar según las necesidades de la explotación. Así mismo, los puestos de carga también se utilizan por cualquier otro vehículo eléctrico que tenga relación con la compañía, por ejemplo vehículos de trabajadores.

Posteriormente se propone la integración de la suma mensual de consumos para incorporarlos al documento resumen que gestiona Medio Ambiente como el informe de consumos general.

4.3.5.4. Grupos GR_21 y GR_22 de interconexión entre SE

Aunque anteriormente se ha indicado que el contexto del proyecto es para la parte de la instalación de baja tensión, durante el desarrollo de este se ha identificado una anomalía en los grupos de interconexión entre subestaciones. La oportunidad de realizar un cambio de fronteras y comprobar los datos de los analizadores de estos grupos, sin embargo, sí que encajan en el interés y compromiso de este proyecto, de manera que se ha decidido incluirlo en el apartado siguiente aquí presentado.

Las cabinas de las subestaciones tienen todas analizadores de red para cada una, para así monitorizar los cambios de acometidas y la transición de las fronteras.

Dependiendo si una cabina está importando o exportando los registros del analizador se comportan de la siguiente manera:

- Importando, los valores de potencia activa serían positivos (Watts) y la potencia reactiva (VARs) negativos, e incrementaría el valor de la energía activa importada (KWatt-Hrs Normal) y la energía reactiva exportada (KVAR-Hrs lead).
- Exportando, los valores de potencia activa serían negativos (Watts) y la potencia reactiva (VARs) positivos, e incrementaría el valor de la energía activa exportada (KWatt-Hrs Reverse) y la energía reactiva importada (KVAR-Hrs lag).

Los valores que recoge la URC están disponibles en los ficheros .csv de las carpetas de datos de los equipos. Los equipos recogen los 4 valores de energía activa importada / activa exportada y reactiva importada / reactiva exportada. Sin embargo, en el exportador de datos a Enercom / Energraph únicamente se envía la activa y reactiva importadas, por eso no refleja los valores negativos.

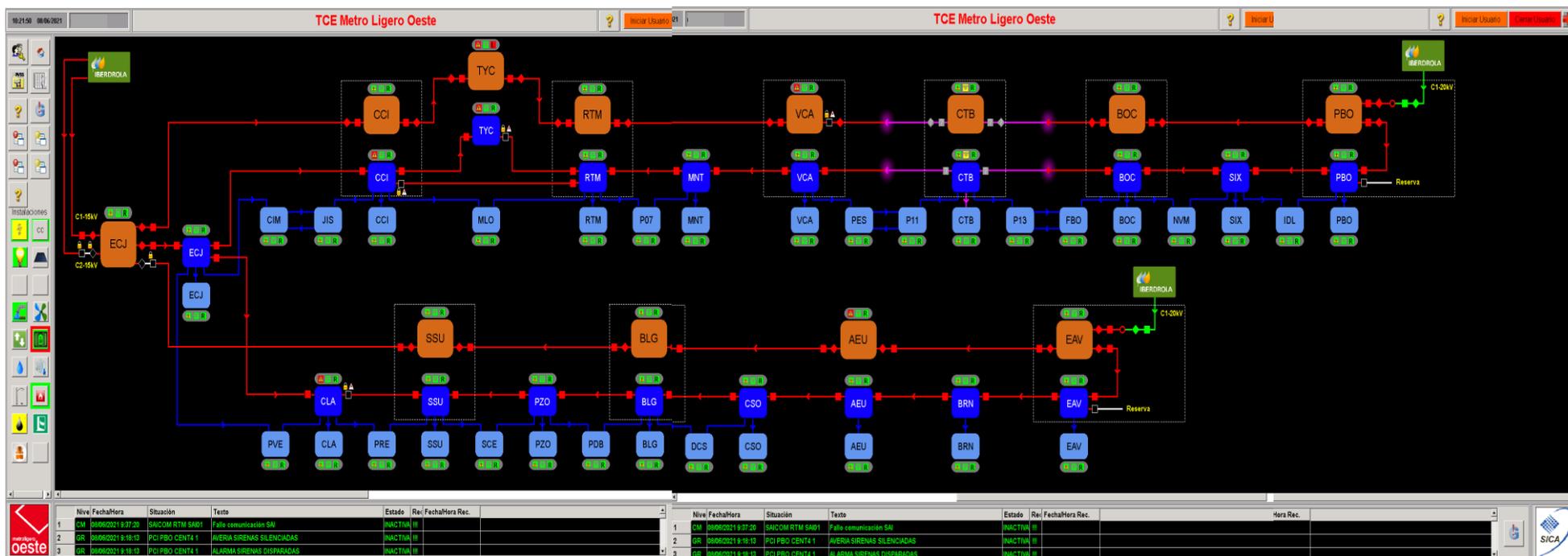


Figura 21. Esquema Telemando estado inicial fronteras. Fuente: MLO

ML 3	PBO				
		GR_22	EXPORTADOR (-)		
	BOC	GR_21	IMPORTADOR (+)		
		GR_22	EXPORTADOR (-)		
	CTB	GR_21	EXPORTADOR (-)		
		GR_22			FRONTERA A 08/06/2021
	VCA	GR_21			
		GR_22	IMPORTADOR (+)		
	RTM	GR_21	EXPORTADOR (-)		
		GR_22	IMPORTADOR (+)		
	TYC	GR_21	EXPORTADOR (-)		
		GR_22	IMPORTADOR (+)		
CCI	GR_21	EXPORTADOR (-)			
	GR_22	IMPORTADOR (+)			
ECJ	GR_22	EXPORTADOR (-)			
	GR_21			FRONTERA A 08/06/2021	
ML 2	SSU	GR_22			
		GR_21	IMPORTADOR (+)		
	BLG	GR_22	EXPORTADOR (-)		
		GR_21	IMPORTADOR (+)		
	AEU	GR_22	EXPORTADOR (-)		
		GR_21	IMPORTADOR (+)		
	EAV	GR_21	EXPORTADOR (-)		

	ACOMETIDAS
	DISONANCIAS

Tabla 8. Estado inicial grupos de interconexión entre SE. Fuente: Elaboración propia

En la pantalla del Puesta de Mando, se observa que si una de las situaciones de frontera se encuentra entre VCA y CTB la alimentación desde la acometida de PBO hasta CTB debería reflejar el GR_21 de CTB como importador, es decir, con medida positiva de la potencia activa. Sin embargo el valor observado es negativo.

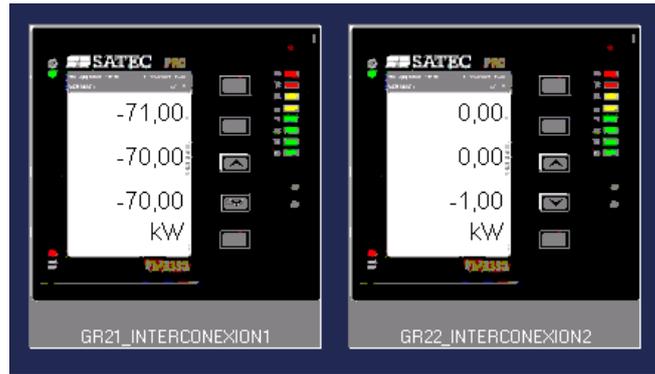


Figura 22. Analizadores grupos GR_21 y GR_22 de CTB estado inicial. Fuente: Enercom (SICA)

Para esclarecer esta situación se propone al PCC efectuar los siguientes cambios de frontera:

- De VCA - CTB a BOC – PBO
- De ECJ - SSU a BLG – AEU

Frontera BOC – PBO para comprobar si la lectura de GR_21 como exportador ha sido un fallo en el cableado, ya que este analizador es de nueva instalación debido a una avería producida con anterioridad. A su vez también se comprueba que las fronteras actuales GR_22 de CTB y GR_21 de VCA miden correctamente.

Frontera BLG – AEU para comprobar que las fronteras actuales GR_21 de ECJ y GR_22 de SSU miden correctamente.

La hipótesis que se baraja para el cambio a BOC - PBO es la siguiente:

Si el GR_21 CTB está cableado de forma permutada, al efectuar el cambio de frontera el GR_21 CTB pasaría a ser importador y a medir la potencia activa positiva.

Los cambios de frontera se afectan cuando se realiza la retirada de vehículos de hora punta, para que sea el momento de menos demanda de la red en la hora valle y así perjudicar a la circulación lo menos posible. Dado que el cambio es para una comprobación técnica, una vez efectuada la toma de datos necesaria, se vuelve a la configuración original de la red.

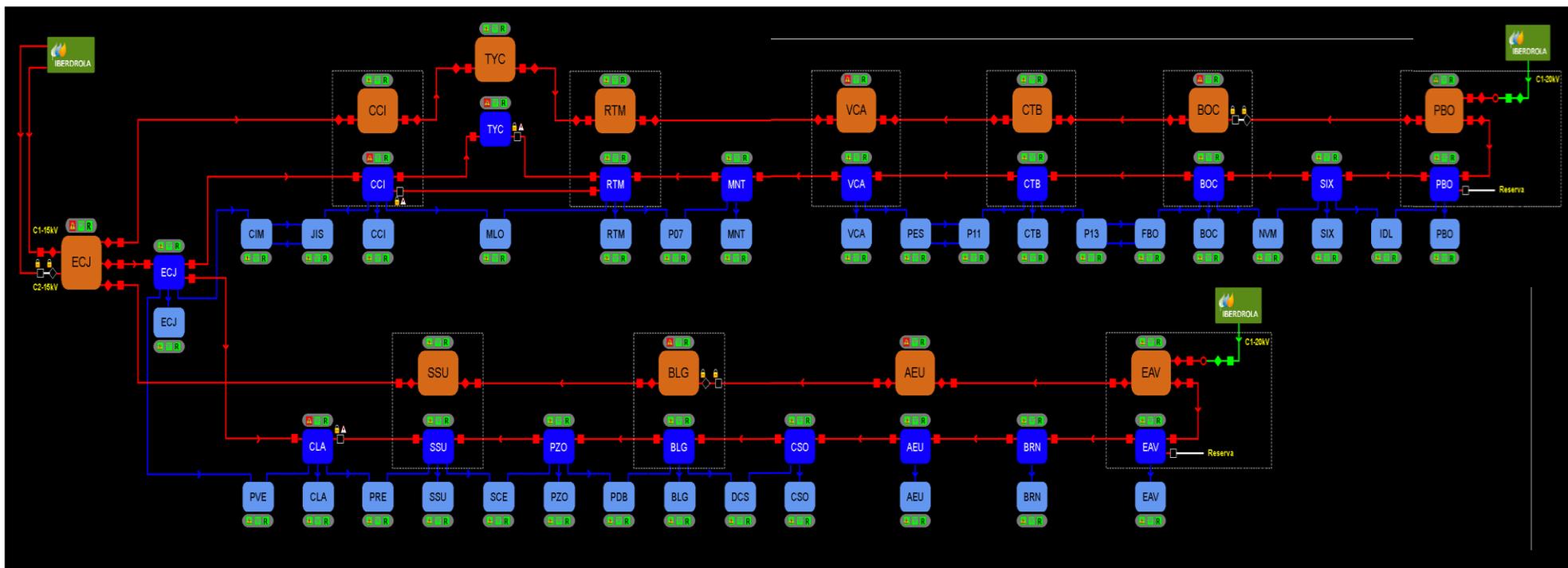


Figura 23. Esquema Telemando estado final fronteras. Fuente: MLO

ML 3	PBO			FRONTERA A 09/06/2021
		GR_22		
	BOC	GR_21		
		GR_22	IMPORATADOR (+)	
	CTB	GR_21	IMPORATADOR (+)	
		GR_22	IMPORATADOR (+)	
	VCA	GR_21	EXPORTADOR (-)	
		GR_22	IMPORATADOR (+)	
	RTM	GR_21	EXPORTADOR (-)	
		GR_22	IMPORATADOR (+)	
	TYC	GR_21	EXPORTADOR (-)	
		GR_22	IMPORATADOR (+)	
	CCI	GR_21	EXPORTADOR (-)	
		GR_22	IMPORATADOR (+)	
ECJ	GR_22	EXPORTADOR (-)		
	GR_21	EXPORTADOR (-)		
ML 2	SSU	GR_22	IMPORATADOR (+)	
		GR_21	EXPORTADOR (-)	
	BLG	GR_22	IMPORATADOR (+)	
		GR_21		
	AEU	GR_22		
		GR_21	IMPORATADOR (+)	
EAV	GR_21	EXPORTADOR (-)		
				OK
				OK
				FRONTERA A 09/06/2021

	ACOMETIDAS
	NOMBRE PERMUTADO

Tabla 9. Estado final grupos de interconexión entre SE. Fuente: Elaboración propia

Una vez realizado el cambio de fronteras se comprueba que se cumple la hipótesis.

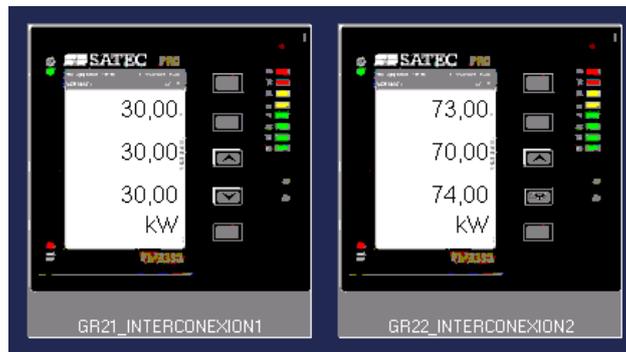


Figura 24. Analizadores grupos GR_21 y GR_22 de CTB estado final. Fuente: Enercom (SICA)

Ambos valores están midiendo en positivo, por tanto, el GR_21 está en permutación de cableado.

También se comprueba el correcto funcionamiento del resto de cabinas con especial atención a los GR_21 y GR_22 de ECJ. Con esta configuración temporal que adopta el sistema de fronteras, ambas cabinas están en posición de exportación de energía, es decir miden negativo.

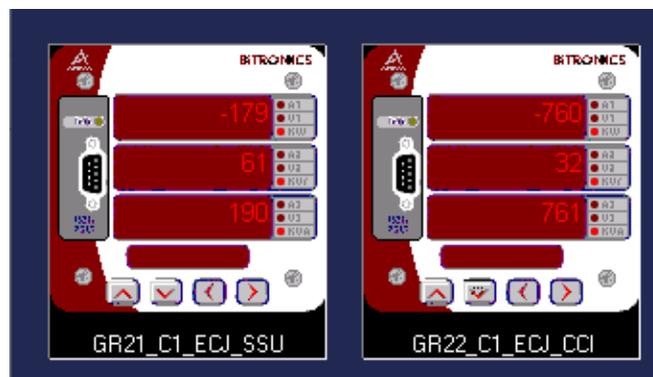


Figura 25. Analizadores grupos GR_21 ECJ-SSU y GR_22 ECJ-CCI. Fuente: Enercom (SICA)

Siguiendo con el proceso de revisión, se identifican y analizan las fronteras entre cabinas nombradas de igual manera GR_22 en CCI y ECJ y GR_21 en AEV y EAV.

La particularidad de la topología de las líneas ML2 y ML3 hacen que en Colonia Jardín se produzca un fenómeno de infraestructura relevante, que ambas líneas tienen la estación de cabecera común. A su vez, las empresas de ingeniería redactoras del proyecto de la infraestructura eléctrica han sido diferentes para cada línea. Y, unido a la existencia de tres acometidas, por cada extremo y la común, hacen necesaria la existencia de una frontera entre cabinas en algún punto común. La decisión clave fue la de denominar GR_22 a todas las cabinas en sentido del PK0, que es precisamente ECJ. Esto justifica la existencia de GR_22 en CCI y ECJ.

Sin embargo, esto no ocurre en el caso GR_21 en AEV y EAV, en el que todo apunta que se produjo un fallo en el montaje y denominación de la cabina GR_21 de EAV y que objetivamente y continuando con el criterio en el reto de la línea debería denominarse GR_22 EAV.

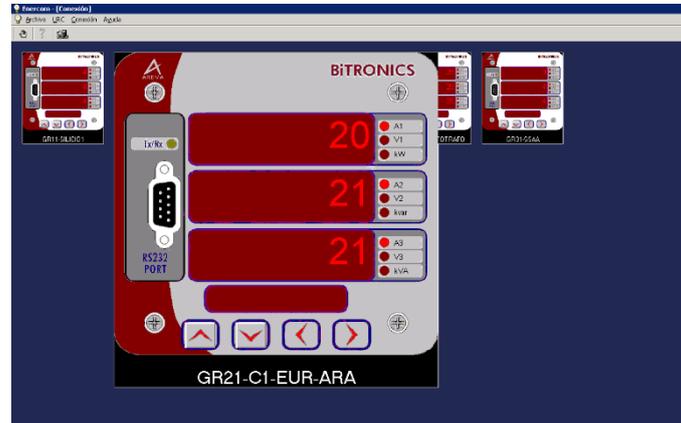


Figura 26. Analizadores grupos GR_21 de EUR-ARA. Fuente: Enercom (SICA)

En la figura 26 se indica la subestación como EUR, que se refiere a Avenida de Europa (AEU) y de la misma forma ARA se refiere a Aravaca o Estación de Aravaca (EAV).

4.4. Potencia instalada

En este apartado se hace un análisis de la potencia instalada en las diferentes zonas de consumo de los talleres y cocheras, acorde al mapa de la figura 5. Se presenta en el ANEXO III una lista con todos los equipos consumidores de potencia, reflejando a su vez, una relación con la cascada de cuadros del ANEXO I para así identificar la procedencia de la alimentación hacia cada uno de los equipos.

Como se hizo referencia anteriormente, los equipos relativos a iluminación no están contemplados en el análisis, ya que en intervenciones anteriores se optimizaron en su totalidad mediante la sustitución por luminarias con tecnología LED.

Para la identificación de la potencia instalada se ha recorrido equipo por equipo todas las zonas de los talleres y cocheras y se ha buscado la etiqueta del fabricante en la que indica la potencia que tiene cada equipo y el rendimiento de la máquina.

En algunos equipos no aparece la potencia eléctrica de la máquina, pero se ha calculado sabiendo la intensidad que demanda la máquina en el máximo régimen de trabajo (normalmente o viene indicado el dato de la potencia o el corriente) multiplicándolo por la tensión (230 V en monofásica o $400\text{ V} \times \sqrt{3}$ en trifásica) y también por el factor $\cos(\phi)$.



Figura 27. Registro de potencias unidad exterior Daikin. Fuente: Elaboración propia

La potencia activa se utiliza para hacer la estimación de consumos, ya que es la cantidad de energía eléctrica consumida o absorbida por el equipo en un determinado momento. Para la estimación de consumos sólo necesitaríamos multiplicarla por una unidad de tiempo de uso a la potencia indica y tendríamos el consumo energético en $\text{kW}\cdot\text{h}$.

Aunque la potencia considerada para el cálculo es la máxima que consumiría el equipo, es decir en el régimen de máxima demanda, se corrige con la estimación del tiempo de uso.

4.5. Consumos estimados

Este apartado cierra el primer bloque del proyecto y define los consumos asociados a cada una de las zonas de la instalación. Se ha diferenciado entre las zonas de talleres y cocheras presentados en la figura 5, e integrando cada uno de los equipos de consumo suficientemente relevantes como para tener un peso específico dentro del análisis.

Como se ha expuesto, para obtener la media de consumo de cada equipo en kW·h, se parte de los datos de los fabricantes de los equipos del apartado anterior anexados en el ANEXO III de las potencias activas y se multiplica por el tiempo estimado de funcionamiento a carga máxima.

Las estimaciones han sido consensuadas por las partes firmantes del proyecto y por los jefes de área de cada una de las zonas donde están instalados los equipos. El propio funcionamiento de la explotación marca la demanda de consumo de los equipos que la componen y los mayores conocedores son las personas que las utilizan día a día.

La necesidad de acotar la toma de datos y la estimación de tiempos de uso en un rango de fechas determinado han hecho necesaria la fijación de **un periodo temporal**. Esta decisión se ha basado en la amplitud de la ventana para que fuese lo suficientemente grande para dotar de rigor al proyecto pero que su vez pudiese utilizarse como referencia siendo manejable y comparable dentro del formato de informes de la compañía.

La duración elegida ha sido de un mes tipo, y para contemplar consumos (normalmente altos) de la calefacción y climatización se ha elegido el **mes de noviembre de 2020**.

A continuación se exponen los cuadros indicados con los consumos de cada zona y las anotaciones pertinentes para justificar las decisiones relativas a las horas de funcionamiento de los equipos.

Igualmente existen algunos equipos que aunque estén en ANEXO III como equipos de potencia, no se encuentran incorporados al consumo estimado porque no están conectados directamente a ningún cuadro eléctrico, sino que son equipos de uso esporádico que se enchufan directamente a una toma de corriente de fuerza cuando sea necesario su uso o, incluso que están totalmente desconectados o fuera de servicio. Aun así, y dado el carácter funcional de este proyecto, se ha decidido incluirlos en la lista de equipos de potencia.

Las explicaciones coinciden con el funcionamiento de los equipos, de manera que sólo se explica la primera vez que aparece el caso, las siguientes apariciones del equipo se considera el mismo caso.

En la última columna de las tablas siguientes (a partir de Tabla 10), y como introducción a una de las aportaciones del proyecto que se explicará en el apartado correspondiente, se calcula una ratio de consumo mensual relacionado con los km recorridos por la flota. En dato se obtiene de manera directa del informe de MLO de km recorridos y para el mes de noviembre de 2020 asciende a un total de 125510 km.

4.5.1. Consumos estimados Nave Taller

En el caso de la Nave de Taller se destaca el hecho de que no figure la Mesa baja bogies ni el contador Fronius y es que la mesa se conecta a una toma de corriente de pared sólo cuando hace falta, con normalidad durante poco tiempo, igualmente el contador Fronius de las placas solar tiene muy poco consumo ya que se trata de un convertidor pequeño.

El caso de las UTAs es el más singular de todo el proyecto:

Las UTA 3 (Nave Taller) y UTA 4 (Oficinas) funcionan a 100% durante las 24 h desde abril de 2020 en protocolo Covid-19

Sin embargo, UTA 1 (Oficinas) y UTA 2 (Nave Taller) funcionan a 100% durante 24 h desde el 19/05/2021, y no desde abril de 2020 como se estimaba en un principio.

Se ha identificado que el funcionamiento de las UTAs 1 y 2 es a demanda, a través de una consigna de temperaturas regulada mediante un termostato. El termostato estaba programado con una consigna de funcionamiento por temperatura por debajo de 15°C (acompañados la renovación de aire con la calefacción) por lo que sólo se iniciaba el accionamiento cuando la temperatura bajaba de ésta.

Para establecer un consumo estimado lo más preciso posible para este caso, se realiza una consulta a la base de datos de la Agencia Estatal de Meteorología AEMET para obtener los datos en relación con el número de horas mensuales que la temperatura ha bajado de 15 °C en la estación meteorológica de Pozuelo de Alarcón durante el periodo que abarca desde enero de 2020 hasta la fecha de la consulta en junio de 2021.

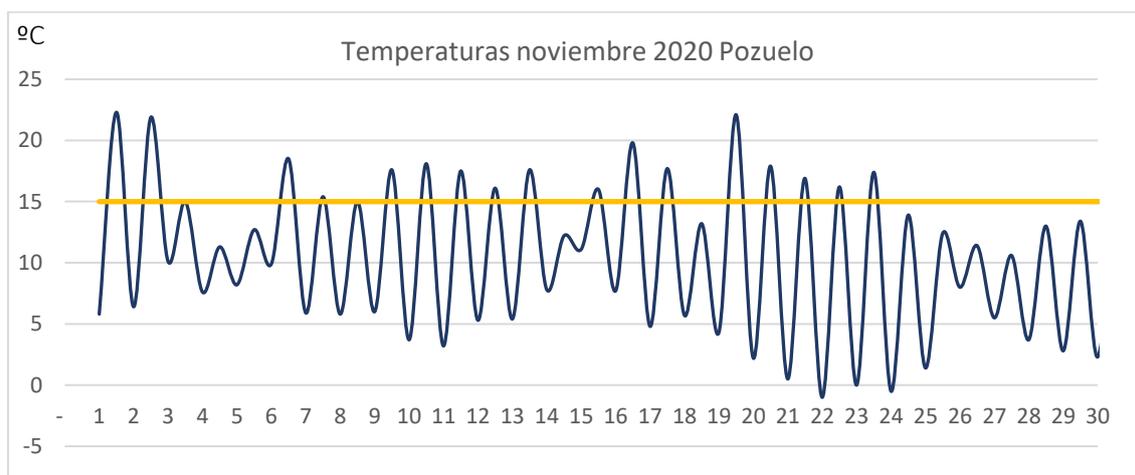


Gráfico 1. Temperaturas noviembre 2020 Pozuelo con límite 15 °C. Fuente: AEMET

Se calculan el número de horas que ha estado la temperatura por debajo de 15 °C y se obtiene un resultado de 584,3 horas en todo el mes de noviembre (720 horas).

4.5.2. Consumos estimados Edificio de Mantenimiento

En el Edificio de Mantenimiento el mayor consumo viene de los equipos de clima situados en la azotea, para ellos se estima un funcionamiento de 12 horas como mitad del día, es decir, se les supone un régimen de 50% de carga, para contabilidad la carga y descarga continua. Para los equipos de climatización se ha calculado la potencia eléctrica multiplicando la corriente que demanda a máximo régimen de funcionamiento por la tensión (400 V).

Existe un acumulador de agua caliente sanitaria que mantiene la temperatura del agua mediante una resistencia, como tiene buen aislamiento se le supone un funcionamiento de 1 hora diaria.

Las bombas no se han incluido, ya que sólo entran en funcionamiento en caso de incendio.

4.5.3. Consumos estimados Oficinas

En las oficinas encontramos los casos de UTAs descritos para Nave Taller y los casos de climatización en cubierta descritos en Edf. Mantenimiento.

4.5.4. Consumos estimados Nave Estacionamiento

Otro caso interesante en el análisis es el tiempo de funcionamiento de las puertas de Nave de Estacionamiento. A continuación se detalla el cálculo:

TOTAL vehiculos		27
Hora punta	salen	21
Hora valle	entran	9
Hora punta	salen	7
Hora valle	entran	19
TOTAL movimientos puerta MAYSER		56
Tiempo subida y bajada		32 s
TIEMPO	56 * 32s	1792 s
		0,4977 h

Esquema 4. Cálculo tiempo puertas Nave Estacionamiento. Fuente: Elaboración propia

4.5.5. Consumos estimados Nave Lavado

En la Nave de Lavado se destaca el funcionamiento de las Puertas Mayser. En este caso, la cuantificación del tiempo de funcionamiento considera el tiempo de subida y bajada de la puerta, es decir, cada vez que un vehículo pasa la puerta abre y cierra dos veces, una por cada puerta (entrada abre/cierra y salida abre/cierra).

Movimientos de vehículos: 27/ 2 semanas 4 movimientos por vehículo
2 movimientos por cada puerta

Subida y bajada	32 segundos = 0,00889 h
-----------------	-------------------------

27 vehi = 14 días

1 día = 1,928 vehi

1 vehi = 0,00889 s

1,928 vehi = 0,0171

Esquema 5. Cálculo tiempo puertas Nave Lavado. Fuente: Elaboración propia

El tiempo de lavado de utilización de la máquina CHRIST es de unos 10 minutos por vehículo, y el periodo es la flota completa de 27 vehículos en dos semanas.

4.5.6. Consumos estimados Nave Servicio

En la nave de servicio a parte de las puertas, que es igual que en Nave de Lavado, se cuantifica el tiempo de funcionamiento del arenero:

4 minutos por vehículo, 9 vehículos al día

36 minutos al día

4.5.7. Consumos estimados Garita de Seguridad

Los consumos de la Garita son los equipos de aire acondicionado y la climatización.

EQUIPOS	ELEMENTO	UNID ADES	POTENCIA INSTALADA (W)	Coefficiente de utilización potencia instalada	Potencia Media (kW)	Horas de funcionamiento /día	Horas de funcionamiento/ mes	Consumo medio mensual (kW·h)	Horas de funcionamiento/ año	Consumo medio anual (kW·h)	RATIO kW·h / km
CABINA PINTURA	Ventilador extracción	1	1100	1	1,1	0,4839	15,0000	16,5000	176,6129	194,2742	0,0001
CABINA PINTURA	Ventilador extracción	1	1100	1	1,1	0,4839	15,0000	16,5000	176,6129	194,2742	0,0001
CABINA PINTURA	Ventilador impulsión	1	4000	1	4	0,4839	15,0000	60,0000	176,6129	706,4516	0,0005
COMPRESOR 3 variable	Motor	1	11000	0,8	8,8	24,0000	744,0000	6547,2000	8760,0000	77088,0000	0,0522
COMPRESOR 1	Motor	1	11000	0,5	5,5	24,0000	744,0000	4092,0000	8760,0000	48180,0000	0,0326
COMPRESOR 2	Motor	1	11000	0,5	5,5	24,0000	744,0000	4092,0000	8760,0000	48180,0000	0,0326
SECADOR REFRIG AIRE	Motor	1	800	1	0,8	24,0000	744,0000	595,2000	8760,0000	7008,0000	0,0047
SECADOR ABSOR AIRE	Motor	1	21	1	0,021	24,0000	744,0000	15,6240	8760,0000	183,9600	0,0001
VENTILADOR		1	870	1	0,87	24,0000	744,0000	647,2800	8760,0000	7621,2000	0,0052
GATOS DE LEVANTE	Motor reductor	16	3000	1	48	0,2027	6,1667	296,0000	74,0000	3552,0000	0,0024
INFOTRACK ENCLAVAMIENT	Motor	1	3000	1	3	0,0006	0,0171	0,0512	0,2008	0,6023	0,0000
PUENTE GRUA1	Traslación	2	550	0,5	0,55	0,0822	2,5000	1,3750	30,0000	16,5000	0,0000
PUENTE GRUA1	Polipasto	1	4700	1	4,7	0,0822	2,5000	11,7500	30,0000	141,0000	0,0001
PUENTE GRUA2	Traslación	2	550	0,5	0,55	0,0822	2,5000	1,3750	30,0000	16,5000	0,0000
PUENTE GRUA2	Polipasto	1	4700	1	4,7	0,0822	2,5000	11,7500	30,0000	141,0000	0,0001
PUENTE GRUA3	Traslación	2	550	0,5	0,55	0,2192	6,6667	3,6667	80,0000	44,0000	0,0000
PUENTE GRUA3	Polipasto	1	1800	1	1,8	0,2192	6,6667	12,0000	80,0000	144,0000	0,0001
PUERTAS KROD	Motopuerta	1	2200	1	2,2	0,0032	0,0992	0,2182	1,1680	2,5696	0,0000
PUERTAS MAYS	Motopuerta	5	1500	1	7,5	0,0089	0,2756	2,0669	3,2449	24,3364	0,0000
TORNO FOSO	TORNO	1	110000	1	110	1,1301	34,3750	3781,2500	412,5000	45375,0000	0,0301
TRAFO 750 V	Trafo	1	750	1	0,75	0,2192	6,6667	5,0000	80,0000	60,0000	0,0000
UTA 2	Impulsión	1	15000	1	15	19,4767	584,3000	8764,5000	7108,9833	106634,7500	0,0698
UTA 2	Extracción	1	11000	1	11	19,4767	584,3000	6427,3000	7108,9833	78198,8167	0,0512
UTA 3	Impulsión	1	5500	1	5,5	24,0000	730,0000	4015,0000	8760,0000	48180,0000	0,0320
UTA 3	Extracción	1	4500	1	4,5	24,0000	730,0000	3285,0000	8760,0000	39420,0000	0,0262

TOTAL					250,991			42700,6070		511307,2349	0,3402
-------	--	--	--	--	---------	--	--	------------	--	-------------	--------

Tabla 10. Estimación de consumos Nave Taller

EQUIPOS	ELEMEN TOS	UNI DAD ES	POTENCIA INSTALADA (W)	Coefficiente de utilización potencia instalada	Potencia Media (kW)	Horas de funcionamien to/día	Horas de funcionamien to/mes	Consumo medio mensual (kW·h)	Horas de funcionamien to/año	Consumo medio anual (kW·h)	RATIO kW·h / km
Unidad exterior	RXYQ10 P7W1B (VRV III)	1	14964,9189	0,8	11,97193	12	360	4309,896665	4380	52437,0761	0,03433
Unidad exterior	RXYQ10 P7W1B (VRV III)	1	14964,9189	0,8	11,97193	12	360	4309,896665	4380	52437,0761	0,03433
Unidad exterior	RXYQ8P 8W1B (VRV III)	1	12817,1759	0,8	10,25374	12	360	3691,346681	4380	44911,38462	0,02941
Unidad exterior	REYQ16 P8Y1B (VRV II)	1	21719,9171	0,8	17,37593	12	360	6255,336133	4380	76106,58961	0,04983
Unidad exterior	RZASG1 25M7V 1B	1	6424	0,8	5,1392	12	360	1850,112	4380	22509,696	0,01474
Unidad exterior	RZASG1 25M7V 1B	1	6424	0,8	5,1392	12	360	1850,112	4380	22509,696	0,01474
Unidad exterior	UATYP2 40AMY1	1	7500	0,8	6	12	360	2160	4380	26280	0,01720
Bomba 1		1	180	1	0,18	0	0	0	0	0	0
Bomba 2		1	180	1	0,18	0	0	0	0	0	0
Resistencia Acumulador		1	11085	1	11,085	1	30	332,55	365	4046,025	0,00264

TOTAL					79,296			24759,25		301237,5	0,1972
-------	--	--	--	--	--------	--	--	----------	--	----------	--------

Tabla 11. Estimación de consumos Edificio Mantenimiento

EQUIPOS	ELEMENTOS	UNIDADES	POTENCIA INSTALADA (W)	Coefficiente de utilización potencia instalada	Potencia Media (kW)	Horas de funcionamiento/día	Horas de funcionamiento/mes	Consumo medio mensual (kW·h)	Horas de funcionamiento/año	Consumo medio anual (kW·h)	RATIO kW·h / km
UTA 1 Impulsión	PHC - 320 - B	1	15000	0,8	12	19,47666667	584,3	7011,6	7108,983333	85307,8	0,055864871
UTA 1 Retorno	PHC - 320 - B	1	15000	0,8	12	19,47666667	584,3	7011,6	7108,983333	85307,8	0,055864871
UTA 4	PHF - 55 - B	1	1500	0,8	1,2	24	720	864	8760	10512	0,006883914
Unidad exterior	REYQ10M8 W1B	1	12817,1759	0,8	10,25374078	12	360	3691,346681	4380	44911,38462	0,029410777
Unidad exterior	REYQ10M8 W1B	1	12817,1759	0,8	10,25374078	12	360	3691,346681	4380	44911,38462	0,029410777
Unidad exterior	REYQ12M8 W1B	1	15796,3033	0,8	12,63704269	12	360	4549,335369	4380	55350,24699	0,036246796
Unidad exterior	REYQ12M8 W1B	1	16142,7135	0,8	12,91417082	12	360	4649,101496	4380	56564,0682	0,037041682
Unidad exterior	REYQ12M8 W1B	1	15796,3033	0,8	12,63704269	12	360	4549,335369	4380	55350,24699	0,036246796
Unidad exterior	REYQ14M8 W1B	1	23140,1987	0,8	18,51215903	12	360	6664,377251	4380	81083,25656	0,053098377
Unidad exterior	REYQ16M8 W1B (VRV II)	1	34987,4263	0,8	27,98994105	12	360	10076,37878	4380	122595,9418	0,080283474
Unidad exterior	RXS35J2	1	23140,1987	0,8	18,51215903	12	360	6664,377251	4380	81083,25656	0,053098377
Unidad exterior	RXS35J2	1	13509,9963	0,8	10,80799704	12	360	3890,878934	4380	47339,02703	0,031000549

TOTAL	159,7179	63313,677	770316,413	0,50445
-------	----------	-----------	------------	---------

Tabla 12. Estimación de consumos Oficinas

EQUIPOS	ELEMENTOS	UNIDADES	POTENCIA INSTALADA (W)	Coficiente de utilización potencia instalada	Potencia Media (kW)	Horas de funcionamiento/día	Horas de funcionamiento/mes	Consumo medio mensual (kW·h)	Horas de funcionamiento/año	Consumo medio anual (kW·h)	RATIO kW·h / km
PUERTAS MAYSER	Motor puerta	9	1500	1	13,5	0,4977	15,4287	23,14305	181,6605	272,49075	0,00018439
PUERTAS KRODE	Motor puerta	1	2200	1	2,2	0,0032	0,0992	0,21824	1,168	2,5696	1,7388E-06
CARGADOR	WALL BOXOK	4	7360	1	29,44	3,61865942	108,5597826	3196	1320,810688	38352	0,02546411
TOTAL					45,14			3219,36129		38627,06035	0,02565

Tabla 13. Estimación de consumos Nave Estacionamiento

EQUIPOS	ELEMENTOS	UNIDAD	POTENCIA INSTALADA (W)	Coefficiente de utilización potencia instalada	Potencia Media (kW)	Horas de funcionamiento/día	Horas de funcionamiento/mes	Consumo medio mensual (kW·h)	Horas de funcionamiento/año	Consumo medio anual (kW·h)	RATIO kW·h / km
CHRIST	Bomba dosificadora champu	1	48	1	0,048	0,3085	9,5635	0,459048	112,6025	5,40492	3,65746E-06
CHRIST	Bomba dosificadora	1	180	1	0,18	0,3085	9,5635	1,72143	112,6025	20,26845	1,37155E-05
CHRIST	Bomba circulación Arco	1	1100	1	1,1	0,3085	9,5635	10,51985	112,6025	123,86275	8,38168E-05
CHRIST	Bomba circulación Pórtico OSMOSIS	1	1500	1	1,5	0,3085	9,5635	14,34525	112,6025	168,90375	0,00014296
CHRIST	Filtro de cuarzo FONTIS Instalacion Sub	1	1500	1	1,5	0,3085	9,5635	14,34525	112,6025	168,90375	0,00014296
CHRIST	Filtro de cuarzo FONTIS Equipo basico	1	1500	1	1,5	0,3085	9,5635	14,34525	112,6025	168,90375	0,00014296
CHRIST	Bomba circulación	1	3000	1	3	0,3085	9,5635	28,6905	112,6025	337,8075	0,000228591
CHRIST	PORTICO LAVADO	1	20000	1	20	0,3085	9,5635	191,27	112,6025	2252,05	0,001523942
PUERTAS MAYSER	Motor puerta	2	1500	1	3	0,0171	0,5301	1,5903	6,2415	18,7245	1,26707E-05
INFOTRACK SECCIONADOR	Motor seccionador	1	3000	1	3	0,00148	0,04588	0,13764	0,5402	1,6206	1,09665E-06
CARGADORES VEHICULOS 2 NAVE LAVADO	CARGADOR	7	7360	1	51,52	3,555771222	106,6731366	5495,8	1297,856496	66865,56667	0,043787746
TOTAL					86,348			5773,224518		70132,0166	0,0459

Tabla 14. Estimación de consumos Nave Lavado

EQUIPOS	ELEMENTOS	UNIDADES	POTENCIA INSTALADA (W)	Coefficiente de utilización potencia instalada	Potencia Media (kW)	Horas de funcionamiento/día	Horas de funcionamiento/mes	Consumo medio mensual (kW·h)	Horas de funcionamiento/año	Consumo medio anual (kW·h)	RATIO kW·h / km
PUERTAS MAYSER	Motor puerta	2	1500	1	3	0,186	5,766	17,298	67,89	203,67	0,000137822
ESTACION ARENADO	Motor aspiración Filtro seco	1	1500	1	1,5	0,6	18,6	27,9	219	328,5	0,000222293
INFOTRACK SECCIONADOR	Motor seccionador	1	3000	1	3	0,00148	0,04588	0,13764	0,5402	1,6206	1,09665E-06
TOTAL					7,5			45,33564		533,7906	0,00036

Tabla 15. Estimación de consumos Nave Servicio

EQUIPOS	ELEMENTOS	UNIDADES	POTENCIA INSTALADA (W)	Coefficiente de utilización potencia instalada	Potencia Media (kW)	Horas de funcionamiento/día	Horas de funcionamiento/mes	Consumo medio mensual (kW·h)	Horas de funcionamiento/año	Consumo medio anual (kW·h)	RATIO kW·h / km
Unidad exterior	Daikin	1	12100	1	12,1	12	360	4356	4380	52998	0,03470 6398
Unidad interior	Daikin	1	12100	1	12,1	12	360	4356	4380	52998	0,03470 6398
TOTAL					24,2			8712		105996	0,06941

Tabla 16. Estimación de consumos Garita Seguridad

4.4. Almacenamiento de Datos. Gestión de la BBDD

Se utilizan diferentes softwares de gestión y representación de datos para disponer de una mayor versatilidad en la toma de decisiones. Cada programa se encuentra situado en una secuencia de cascada de manera que los datos compilados por las URC se visualizan en Enercom, se guardan y se registran en Energraph (paquete Enercom Medida) y se analizan con big data en Qlik:

4.4.1. Enercom

Enercom es una potente herramienta para el análisis y control de la red eléctrica. Lleva a cabo tres tareas fundamentales [15] sobre los parámetros eléctricos de la red:

- Función de registro: Enercom guarda los datos que recoge de la red en archivos con formato DBase, por ser uno de los más extendidos, facilitando así el tratamiento de éstos por otras aplicaciones (hojas de cálculo, bases de datos, etc...).
- Función de supervisión: Desde un solo puesto de control, se puede supervisar una red enorme de puntos de medida. Esto nos permite llevar a cabo un seguimiento de la situación de la red en cada momento, para ello disponemos de la posibilidad de visualizar un gráfico a tiempo real de la evolución de los parámetros eléctricos (intensidad, potencia, voltajes, factores de potencia), medidos por el analizador.
- Función de Análisis: Energraph es un gestor de base de datos relacional que soporta funciones SQL y posee un gestor de gráficos 2D y 3D.

4.4.2. Energraph

Enercom Energraph [16] es el aplicativo que permite el acceso a los datos recogidos por el sistema. Desde cualquier PC conectado a la red, es posible tener acceso a todos los datos de medida y protecciones históricos del Sistema.

Energraph ofrece todos los datos de la instalación integrados a través de una interface intuitiva y cómo en el manejo. Dispone de una potencia gráfica notable en velocidad y posibilidades de manipulación, presentación, impresión y exportación de los gráficos permitiendo la visualización de periodos de datos incluso de varios meses.

Los datos se presentan en formato gráfico y textual, siendo posible realizar una ordenación de los mismos de forma instantánea localizando los máximos y mínimos de los valores rápidamente. Se simplifica el estudio conjunto de la secuencia de eventos de diferentes protecciones de la misma e incluso distintas subestaciones, así como el estudio de los eventos de las protecciones de corriente, y sus capturas de oscilo asociadas.

4.4.3. Qlik Sense

Qlik Sense [17] es una plataforma de análisis de datos que tiene carácter asociativo mediante inteligencia artificial sofisticada y una potente plataforma en la nube.

La herramienta permite combinar, cargar, visualizar y explorar fácilmente todos los datos, sin importar el volumen. Todos los gráficos, tablas y objetos son interactivos y se actualizan instantáneamente con cada acción según el contexto de trabajo. Las visualizaciones inteligentes revelan la forma de los datos e identifican valores atípicos.

La gran capacidad de generación de informes lo convierte también en el software de presentación de los datos relevante de la instalación.

5. CONCLUSIONES Y APORTACIONES

Como cierre del análisis y una vez disponiendo de los datos reales de consumo de la instalación, se plantean algunas de las posibles causas del aumento de consumos observado en el histórico. Aunque el proyecto actualice de forma correcta la cascada de consumos, la tendencia sigue siendo ascendente ya que los analizadores principales en la cabecera de los cuadros están situados en el mismo sitio.

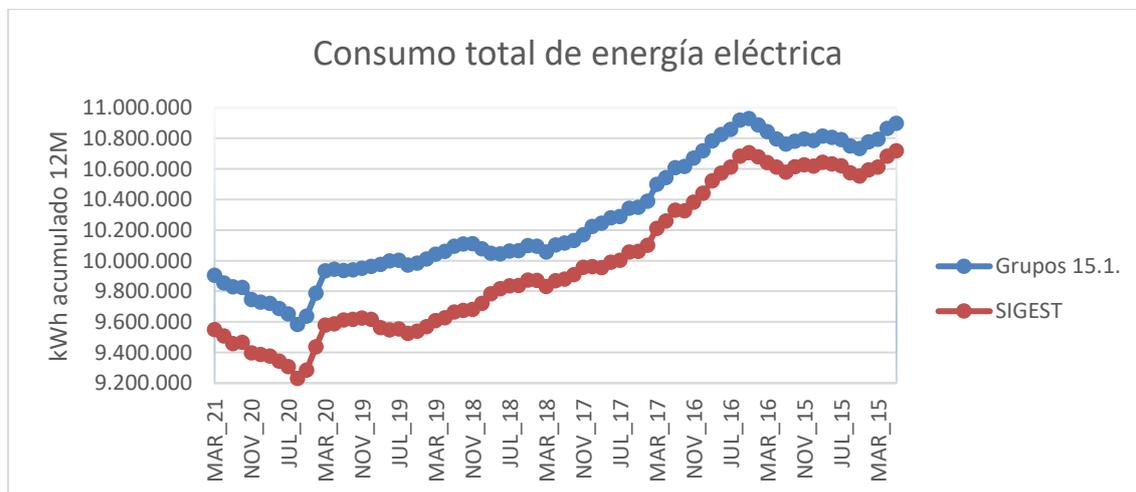


Gráfico 2. Consumo total de energía eléctrica. Fuente: MLO

Como se observa en la gráfica de totales, había una tendencia descendente en el consumo total de energía hasta marzo – abril de 2020 y luego comienza a aumentar. Como se ha indicado, y aunque la cascada de cuadros y equipos no estuviera actualizada antes de este proyecto, los datos SIGEST son los de la compañía suministradora, y por tanto, reales.

El desfase existente son los datos de los grupos de entrada 15.1 podrían ser pérdidas asociadas a los conductores, pero no se concluye dado que no ha sido objeto de este estudio.

5.1. Posibles causas

El contexto socio económico en el que se desarrolla este proyecto es el de la pandemia mundial ocasionada por el virus del Covid – 19, lo que implica unas condiciones de funcionamiento un tanto particulares. En concreto las condiciones de operación no han variado notablemente ya que los servicios se siguen prestando con regularidad, igualmente las labores de mantenimiento y oficina. Sin embargo, existen algunas modificaciones que han dado lugar al aumento de los consumos.

5.1.1. Incorporación de coches eléctricos

Como se ha calculado en el apartado 4.5 la incorporación de los 11 puestos de carga de vehículos eléctricos supone un aumento de consumo para instalación notable que no estaba incorporado al histórico, puede ser una fuente importante de la distorsión en los datos.

5.1.2. Medidas adoptadas contra el Covid-19

Como medidas preventivas de cada a la contención de la pandemia desde el área de Protección de Riesgos Laborales (PRL) se han adoptado una serie de medidas que tiene un fuerte impacto en los consumos de climatización, concluyendo que éstas son las causas del aumento del consumo, ya que cuelgan de los puntos de más consumo y coinciden en tiempo con lo indicado en el gráfico 2. Son las siguientes

- Renovación de aire en vehículos en servicio: Apertura de todas las puertas en todas las paradas, aumentando el consumo en la climatización de los vehículos y por tanto el consumo en catenaria. Histórico del medidor embarcado, registrador de energía instalado en la unidad 106 para caracterizar el reparto de consumos de los equipos [18].
- Limpieza y desinfección de vehículos: Los vehículos permanecen encendidos para mantener funcionando la climatización durante las labores de limpieza. Al aumentar la frecuencia de limpieza, aumenta el consumo de agua y luz derivado de esta actividad, reflejándose en el consumo. Para la limpieza y desinfección del interior de los vehículos se inyecta un producto viricida en los filtros del sistema de ventilación de aire.

Para la recirculación del aire al paso por los filtros es necesario que esté en funcionamiento el sistema de climatización que consume directamente de la alimentación del vehículo a través de la catenaria, contribuyendo al aumento del consumo de tracción. A su vez y para mantener el nivel de ventilación lo más alto posible este proceso se hace con las puertas abiertas.

El aumento del consumo ha de ser notable ya que la efectividad de producto pasa por el tiempo de actuación del mismo.

- Renovación del aire en ambiente laboral: Aumento de la frecuencia de uso de elementos climatizadores y de renovación de aire en todas las instalaciones de talleres y cocheras. Consumos parciales de UTA de ventilación analizadas en el apartado 4.5 de este documento, así como de las calderas de gas para ACS y climatización.

5.2. Aportaciones y propuestas

5.2.1 Propuesta de agrupación de datos en el informe de consumos

Se propone la actualización de las BBDD para la relación entre medidas tomadas, leídas directamente del contador, y los conjuntos de medidas que sean relevantes para las distintas áreas de la compañía, así como la generación de informes de consumos para conocer el estado de la red.

Una vez actualizados y verificados los contadores, se proponen una serie de combinaciones para la obtención de datos de interés que se reflejen en el informe de consumos aportados en el ANEXO VI.

5.2.2 Propuesta de integración de nuevos analizadores

Se propone la integración de nuevos analizadores de red que han quedado reflejados en el ANEXO I indicados en color verde.

1. Analizador en la entrada de barra amarilla
2. Analizador aguas abajo del cuadro CTAL , en la salida del interruptor hacia CFCC 1.2 para controlar el consumo de las UTAs de Nave Taller.

5.2.3 Propuesta de nuevos indicadores

El proceso de gestión de datos condiciona los valores de los indicadores de consumo en los que se basan gran parte de la toma de decisiones, así como uno de los ítems principales de la explotación ya que el consumo eléctrico representa el gasto más relevante en la cuenta de resultados.

Se propone la incorporación de indicadores tales como el reflejado en los cuadros de estimación de consumos mediante la **ratio $\text{kW}\cdot\text{h} / \text{km}$** , donde los km son los kilómetros recorridos por la totalidad de la flota de vehículos.

Igualmente y de cada a la operación, se proponen nuevas ratios como:

$\text{kW}\cdot\text{h} / \text{plaza}\cdot\text{km}$, donde plazas son el total de plazas ofertadas por vehículo y km los kilómetros que recorre la unidad

$\text{kW}\cdot\text{h} / \text{viajero}\cdot\text{km}$, donde viajeros son el total de viajeros que sube en algún momento del trayecto y km los kilómetros que recorren a bordo.

Con estas ratios se incorpora el consumo de la instalación relacionándolo con la operación, indicando lo que “cuesta” en términos de consumos prestar el servicio.

Estas ratios pueden ayudar en la toma de decisiones de futuras inversiones.

5.2.4 Propuesta de cambio en las relaciones de transformación de medida

Identificar sobre dimensionamientos en la relación de transformación de las protecciones de las S/E con intención de esclarecer la precisión necesaria para la medida de la protección, ya que, si la relación de transformación de la protección es muy grande para los valores de intensidad que pasan por ella, la medida tendría poca precisión en la lectura y podría inducir a errores en la interpretación de la medida, siendo este fenómeno una posible fuente de ruido al conjunto del sistema.

Se comprueban subestación por subestación todas las relaciones de transformación de las protecciones instaladas, los resultados obtenidos se muestran en el ANEXO VII

5.2.1 Propuesta de nuevas líneas de continuación

Una vez realizado el análisis e propone la posibilidad de extrapolación del estudio al resto de las subestaciones de la línea, como líneas de investigación futuras con las integrar la metodología expuesta en esta documento a toda la instalación tranviaria.

El análisis de consumos propuesta se centraría en:

- Tracción (mejora en la explotación: tiempo de paradas, ATO, conducción eficiente, adaptación a marcha tipo, ecodriving,)
- Estaciones (mejora: iluminación, dispensadoras de viajes)

6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] HANSEN, J., KHARECHA, ., SATO, M., MASSON-DELMOTTE, V., ACKERMAN, F., BEERLING, D., ZACHOS, Assessing “Dangerous Climate Change”: Required Reduction of Carbon Emissions to Protect Young People, *Future Generations and Nature*, diciembre, 2013
- [2] COMISIÓN DE EXPERTOS DE TRANSICIÓN ENERGÉTICA. *Análisis y propuestas para la descarbonización* [en línea] Edición 2018 Disponible en: <https://www.iit.comillas.edu/docs/IIT-18-029I.pdf>
- [3] Database Eurostat. [consulta: 14 junio 2021]. Disponible en: <https://ec.europa.eu/eurostat>
- [4] BELLVER, J., COSENT, R., LINARES, P., ROMER, J. C., PÉREZ, M., RODRÍGUEZ, A., *Observatorio de Energía y Sostenibilidad en España. Informe basado en indicadores*. [en línea] Edición 2020 Disponible: https://www.comillas.edu/images/catedraBP/Informe_BP_2020.pdf
- [5] MITECO. *Informe de Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero. Comunicación al Secretariado de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. MITECO, marzo, 2021
- [6] MITECO. *La Energía en España 2018*. MITECO, Madrid, 2020
- [7] GARCÍA ÁLVAREZ, A., *Energía y emisiones en el transporte por ferrocarril*. 5º Edición, Fundación de los Ferrocarriles Españoles, marzo 2021
- [8] CAPEL H., *Los ferro-carriles en la ciudad. Redes técnicas y configuración del espacio urbano*, Fundación de los Ferrocarriles Españoles, 2011
- [9] METRO LIGERO OESTE, *Memoria de Sostenibilidad*, [en línea] 2020 Disponible en: <https://www.metroligero-oeste.es/memoria2017/>
- [10] METRO LIGERO OESTE, *Memoria de Sostenibilidad 2018-2019*, [en línea] Disponible en: <https://www.metroligero-oeste.es/memoria2018-19/pdf/Indice-de-Contenidos-GRI-MLO-Memoria-de-Sostenibilidad-2018-19.pdf>
- [11] SIEMENS. Ficha técnica Siemens Sentron PAC3200
- [12] SCHNEIDER. Guía de instalación PowerLogic 800
- [13] GUIRADO TORRES, R., ASENSI OROSA, R., JURADO MELGUIZO, F., CARPIO IBÁÑEZ J., *Tecnología Eléctrica*. Mc Graw Hill, 2006
- [14] Productos SICA. SICA Sistemas de Computación y Automática General [consulta: 26 mayo 2021]. Disponible en: <https://sica.es/es/energia/productos-energia>
- [15] Enercom. SICA Sistemas de Computación y Automática General [consulta: 27 mayo 2021]. Disponible en: <https://sica.es/es/productos/sistemas-de-control-centralizado/sistemas-de-gestion-y-supervision/enercom>
- [16] Energraph. SICA Sistemas de Computación y Automática General [consulta: 27 mayo 2021]. Disponible en: <https://sica.es/es/productos/sistemas-de-control-centralizado/sistemas-de-gestion-y-supervision/energraph>

[17] Qlik Sense. Qlik. [consulta: 27 mayo 2021]. Disponible en: <https://www.qlik.com/es-es/products/qlik-sense>

[18] PEIRÓ LAFUENTE, J. M., *Plan de eficiencia energética del Citadis 302 en la explotación de Metro Ligero Oeste*. ICAI, julio 2014

ANEXO II

Lista de equipos de análisis de red.

UBIC.	LINEA / TYC	ID_SUBESTACION	NOMBRE_SUBESTACION	ID_URC	NOMBRE_URC	ID_EQUIPO	NOMBRE_EQUIPO	MEDIDA/PROTECCION	MARCA	MODELO	RELACION DE TRANSFORMACION
SE	Linea	164	Aravaca	456	Aravaca medida	1307	GR11-SILICIO1	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571	
SE	Linea	164	Aravaca	456	Aravaca medida	1308	GR21-C1-EUR-ARA	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571	
SE	Linea	164	Aravaca	456	Aravaca medida	1309	GR65-C1-TUNEL	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571	
SE	Linea	164	Aravaca	456	Aravaca medida	1310	GR15.1-C1-IBERDROLA	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571	
SE	Linea	164	Aravaca	456	Aravaca medida	1311	GR15.2-C1-AUTOTRAFO	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571	
SE	Linea	164	Aravaca	456	Aravaca medida	1312	GR31-SSAA	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571	
SE	Linea	164	Aravaca	457	Aravaca prot	1348	GR21-C1-EUR-ARA_PROT	PROTECCION	ZIV	CPI	
SE	Linea	164	Aravaca	457	Aravaca prot	1349	GR65-C1-TUNEL_PROT	PROTECCION	ZIV	CPI	
SE	Linea	164	Aravaca	457	Aravaca prot	1350	GR11-SILICIO1_PROT	PROTECCION	ZIV	CPI	
SE	Linea	164	Aravaca	457	Aravaca prot	1351	GR15.2-C1-PROT_TENS	PROTECCION	ZIV	CPI	
SE	Linea	164	Aravaca	457	Aravaca prot	1352	GR15.1-C1-IBERDROLA_PROT	PROTECCION	ZIV	CPI	
SE	Linea	164	Aravaca	457	Aravaca prot	1363	GR152-C1-AUTOTRAFO_PROT	PROTECCION	ZIV	CPI	
SE	Linea	163	Avenida de Europa	454	Avenida de Europa medida	1303	GR11-SILICIO	MEDIDA	SEL	735	
SE	Linea	163	Avenida de Europa	454	Avenida de Europa medida	1304	GR21-C1-EUR-ARA	MEDIDA	SEL	735	
SE	Linea	163	Avenida de Europa	454	Avenida de Europa medida	1305	GR22-C1-BEL-EUR	MEDIDA	SEL	735	
SE	Linea	163	Avenida de Europa	454	Avenida de Europa medida	1306	GR31-SSAA	MEDIDA	SEL	735	
SE	Linea	163	Avenida de Europa	455	Avenida de Europa prot	1345	GR11-SILICIO_PROT	PROTECCION	ZIV	CPI	
SE	Linea	163	Avenida de Europa	455	Avenida de Europa prot	1346	GR22-C1-BEL-EUR_PROT	PROTECCION	ZIV	CPI	
SE	Linea	163	Avenida de Europa	455	Avenida de Europa prot	1347	GR21-C1-EUR-ARA_PROT	PROTECCION	ZIV	CPI	
SE	Linea	162	Belgica	452	Belgica medida	1299	GR22-C1-SOM-SUR.BEL	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571	
SE	Linea	162	Belgica	452	Belgica medida	1300	GR11_SILICIO_1	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571	
SE	Linea	162	Belgica	452	Belgica medida	1301	GR31_SSAA	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571	
SE	Linea	162	Belgica	452	Belgica medida	1302	GR21-C1-BEL-EUR	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571	
SE	Linea	162	Belgica	453	Belgica prot	1342	GR11_SILICIO_1_PROT	PROTECCION	ZIV	CPI	
SE	Linea	162	Belgica	453	Belgica prot	1343	GR22-C1-SOM-SUR.BEL_PROT	PROTECCION	ZIV	CPI	
SE	Linea	162	Belgica	453	Belgica prot	1344	GR21-C1-BEL-EUR_PROT	PROTECCION	ZIV	CPI	

SE	Linea	158	Boadilla Centro	444	Boadilla Centro medida	1295	GR11_SILICIO	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571
SE	Linea	158	Boadilla Centro	444	Boadilla Centro medida	1296	GR10_SSCC	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571
SE	Linea	158	Boadilla Centro	444	Boadilla Centro medida	1297	GR21_INTERCONEXION1	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571
SE	Linea	158	Boadilla Centro	444	Boadilla Centro medida	1298	GR22_INTERCONEXION2	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571
SE	Linea	158	Boadilla Centro	444	Boadilla Centro medida	1393	Grupo22_Proteccion	MEDIDA / PROTECCION		NO EXISTE
SE	Linea	158	Boadilla Centro	444	Boadilla Centro medida	1394	Grupo11_Proteccion	MEDIDA / PROTECCION		NO EXISTE
SE	Linea	158	Boadilla Centro	444	Boadilla Centro medida	1395	Grupo21_Proteccion	MEDIDA / PROTECCION		NO EXISTE
SE	Linea	158	Boadilla Centro	445	Boadilla Centro prot	1333	Grupo22_Proteccion	PROTECCION	SIEMENS	SIPROTEC 7SJ602 V3.0
SE	Linea	158	Boadilla Centro	445	Boadilla Centro prot	1334	Grupo11_Proteccion	PROTECCION	SIEMENS	SIPROTEC 7SJ602 V3.0
SE	Linea	158	Boadilla Centro	445	Boadilla Centro prot	1335	Grupo21_Proteccion	PROTECCION	SIEMENS	SIPROTEC 7SJ602 V3.0
SE	Linea	157	Cantabria	442	Cantabria medida	1291	GR11_SILICIO	MEDIDA	SATEC	PRO PM335
SE	Linea	157	Cantabria	442	Cantabria medida	1292	GR10_SSCC	MEDIDA	SATEC	PRO PM335
SE	Linea	157	Cantabria	442	Cantabria medida	1293	GR21_INTERCONEXION1	MEDIDA	SATEC	PRO PM335
SE	Linea	157	Cantabria	442	Cantabria medida	1294	GR22_INTERCONEXION2	MEDIDA	SATEC	PRO PM335
SE	Linea	157	Cantabria	442	Cantabria medida	1390	GR22_PROTECCION	MEDIDA / PROTECCION		NO EXISTE
SE	Linea	157	Cantabria	442	Cantabria medida	1391	GR11_PROTECCION	MEDIDA / PROTECCION		NO EXISTE
SE	Linea	157	Cantabria	442	Cantabria medida	1392	GR21_PROTECCION	MEDIDA / PROTECCION		NO EXISTE
SE	Linea	157	Cantabria	443	Cantabria prot	1330	GR22_PROTECCION	PROTECCION	SIEMENS	SIPROTEC 7SJ602 V3.0
SE	Linea	157	Cantabria	443	Cantabria prot	1331	GR11_PROTECCION	PROTECCION	SIEMENS	SIPROTEC 7SJ602 V3.0
SE	Linea	157	Cantabria	443	Cantabria prot	1332	GR21_PROTECCION	PROTECCION	SIEMENS	SIPROTEC 7SJ602 V3.0
CGBT	TYC	165	CGBT-COCHERAS	458	cgbt-cocheras	1353	SALA_CALDERAS	MEDIDA	SCHNEIDER	PowerLogic PM710
CGBT	TYC	165	CGBT-COCHERAS	458	cgbt-cocheras	1354	NAVE_TALLER	MEDIDA	SCHNEIDER	PowerLogic PM710
CGBT	TYC	165	CGBT-COCHERAS	458	cgbt-cocheras	1355	ACOMETIDA_TRAFO 1	MEDIDA	SCHNEIDER	PowerLogic PM800
CGBT	TYC	165	CGBT-COCHERAS	458	cgbt-cocheras	1356	ALDO_EXTERIOR	MEDIDA	SCHNEIDER	PowerLogic PM710
CGBT	TYC	165	CGBT-COCHERAS	458	cgbt-cocheras	1357	OFI_PTA_BAJA	MEDIDA	SCHNEIDER	PowerLogic PM710
CGBT	TYC	165	CGBT-COCHERAS	458	cgbt-cocheras	1358	OFI_PTA_PRIMERA	MEDIDA	SCHNEIDER	PowerLogic PM710
CGBT	TYC	165	CGBT-COCHERAS	458	cgbt-cocheras	1359	CONMUTACION	MEDIDA	SIEMENS	SENTRON PAC3200
CGBT	TYC	165	CGBT-COCHERAS	458	cgbt-cocheras	1360	ACOMETIDA_TRAFO 2	MEDIDA	SCHNEIDER	PowerLogic PM710
CGBT	TYC	165	CGBT-COCHERAS	458	cgbt-cocheras	1361	NAVE_ESTACIONAMIENTO	MEDIDA	SCHNEIDER	PowerLogic PM710
CGBT	TYC	165	CGBT-COCHERAS	458	cgbt-cocheras	1362	TUNEL_LAVADO	MEDIDA	SIEMENS	SENTRON PAC3200
CGBT	TYC	165	CGBT-COCHERAS	458	cgbt-cocheras	1406	PLACA-SOLAR	MEDIDA	SIEMENS	SENTRON PAC3200

SE	Linea	154	Ciudad del Cine	436	Ciudad del Cine medida	1287	GR11_SILICIO	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571	
SE	Linea	154	Ciudad del Cine	436	Ciudad del Cine medida	1288	GR10_SSCC	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571	
SE	Linea	154	Ciudad del Cine	436	Ciudad del Cine medida	1289	GR21_INTERCONEXI ON1	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571	
SE	Linea	154	Ciudad del Cine	436	Ciudad del Cine medida	1290	GR22_INTERCONEXI ON2	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571	
SE	Linea	154	Ciudad del Cine	436	Ciudad del Cine medida	1387	GR21_PROTECCION	MEDIDA / PROTECCION			NO EXISTE
SE	Linea	154	Ciudad del Cine	436	Ciudad del Cine medida	1388	GR11_PROTECCION	MEDIDA / PROTECCION			NO EXISTE
SE	Linea	154	Ciudad del Cine	436	Ciudad del Cine medida	1389	GR22_PROTECCION	MEDIDA / PROTECCION			NO EXISTE
SE	Linea	154	Ciudad del Cine	437	Ciudad del Cine prot	1327	GR21_PROTECCION	PROTECCION	SIEMENS	SIPROTEC 7SJ602 V3.0	
SE	Linea	154	Ciudad del Cine	437	Ciudad del Cine prot	1328	GR11_PROTECCION	PROTECCION	SIEMENS	SIPROTEC 7SJ602 V3.0	
SE	Linea	154	Ciudad del Cine	437	Ciudad del Cine prot	1329	GR22_PROTECCION	PROTECCION	SIEMENS	SIPROTEC 7SJ602 V3.0	
SE	TYC	153	Cocheras de Pozuelo	434	Cocheras de Pozuelo medida	1253	GR11_SILICIO	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571	
SE	TYC	153	Cocheras de Pozuelo	434	Cocheras de Pozuelo medida	1254	GR10_SSCC	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571	
SE	TYC	153	Cocheras de Pozuelo	434	Cocheras de Pozuelo medida	1255	GR21_INTERCONEXI ON1	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571	
SE	TYC	153	Cocheras de Pozuelo	434	Cocheras de Pozuelo medida	1256	GR22_INTERCONEXI ON2	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571	
SE	TYC	153	Cocheras de Pozuelo	434	Cocheras de Pozuelo medida	1257	GR65_SALIDA1	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571	
SE	TYC	153	Cocheras de Pozuelo	434	Cocheras de Pozuelo medida	1401	GR11_SILICIO_PT	MEDIDA / PROTECCION			NO EXISTE
SE	TYC	153	Cocheras de Pozuelo	434	Cocheras de Pozuelo medida	1402	GR21_INTERCONEXI ON1_PT	MEDIDA / PROTECCION			NO EXISTE
SE	TYC	153	Cocheras de Pozuelo	434	Cocheras de Pozuelo medida	1403	GR22_INTERCONEXI ON2_PT	MEDIDA / PROTECCION			NO EXISTE
SE	TYC	153	Cocheras de Pozuelo	434	Cocheras de Pozuelo medida	1404	GR65_SALIDA1_PT	MEDIDA / PROTECCION			NO EXISTE
SE	TYC	153	Cocheras de Pozuelo	434	Cocheras de Pozuelo medida	1405	GR80_SEL	MEDIDA	NO EXISTE
SE	TYC	153	Cocheras de Pozuelo	435	Cocheras de Pozuelo prot	1258	GR11_SILICIO_PT	PROTECCION	SIEMENS	SIPROTEC 7SJ602 V3.0	
SE	TYC	153	Cocheras de Pozuelo	435	Cocheras de Pozuelo prot	1259	GR21_INTERCONEXI ON1_PT	PROTECCION	SIEMENS	SIPROTEC 7SJ602 V3.0	
SE	TYC	153	Cocheras de Pozuelo	435	Cocheras de Pozuelo prot	1260	GR22_INTERCONEXI ON2_PT	PROTECCION	SIEMENS	SIPROTEC 7SJ602 V3.0	
SE	TYC	153	Cocheras de Pozuelo	435	Cocheras de Pozuelo prot	1261	GR65_SALIDA1_PT	PROTECCION	SIEMENS	SIPROTEC 7SJ602 V3.0	
SE	Linea	160	Colonia Jardin	448	Colonia Jardin Medida	1280	GR21_C1_CJA_SSU	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571	
SE	Linea	160	Colonia Jardin	448	Colonia Jardin Medida	1281	GR22_C1_CJA_KIN	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571	
SE	Linea	160	Colonia Jardin	448	Colonia Jardin Medida	1282	GR65_C1_15KV_CT	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571	
SE	Linea	160	Colonia Jardin	448	Colonia Jardin Medida	1283	GR11_SILICIO1	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571	

SE	Linea	160	Colonia Jardin	448	Colonia Jardin Medida	1284	GR31_SSAA	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571
SE	Linea	160	Colonia Jardin	448	Colonia Jardin Medida	1285	GR16_C2_IBERD	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571
SE	Linea	160	Colonia Jardin	448	Colonia Jardin Medida	1286	GR15_C1_IBERD	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571
SE	Linea	160	Colonia Jardin	449	Colonia Jardin prot	1336	GR21_C1_CJA_SSU_PROT	PROTECCION	ZIV	CPI
SE	Linea	160	Colonia Jardin	449	Colonia Jardin prot	1337	GR22_C1_CJA_KIN_PROT	PROTECCION	ZIV	CPI
SE	Linea	160	Colonia Jardin	449	Colonia Jardin prot	1338	GR65_C1_15KV_CT_PROT	PROTECCION	ZIV	CPI
SE	Linea	160	Colonia Jardin	449	Colonia Jardin prot	1339	GR11_SILICIO1_PROT	PROTECCION	ZIV	CPI
SE	Linea	160	Colonia Jardin	449	Colonia Jardin prot	1340	GR16_C2_IBERD_PROT	PROTECCION	ZIV	CPI
SE	Linea	160	Colonia Jardin	449	Colonia Jardin prot	1341	GR15_C1_IBERD_PROT	PROTECCION	ZIV	CPI
CT	Linea	166	CTS-MEDIDA	459	CTS-MEDIDA	1364	PBO-CT	MEDIDA	SIEMENS	SENTRON PAC3200
CT	Linea	166	CTS-MEDIDA	459	CTS-MEDIDA	1365	CCI-CT	MEDIDA	SIEMENS	SENTRON PAC3200
CT	Linea	166	CTS-MEDIDA	459	CTS-MEDIDA	1366	ECJ-CT	MEDIDA	SIEMENS	SENTRON PAC3200
CT	Linea	166	CTS-MEDIDA	459	CTS-MEDIDA	1367	RET-CT	MEDIDA	SIEMENS	SENTRON PAC3200
CT	Linea	166	CTS-MEDIDA	459	CTS-MEDIDA	1368	MNT-CT	MEDIDA	SIEMENS	SENTRON PAC3200
CT	Linea	166	CTS-MEDIDA	459	CTS-MEDIDA	1369	VCA-CT	MEDIDA	SIEMENS	SENTRON PAC3200
CT	Linea	166	CTS-MEDIDA	459	CTS-MEDIDA	1370	CTB-CT	MEDIDA	SIEMENS	SENTRON PAC3200
CT	Linea	166	CTS-MEDIDA	459	CTS-MEDIDA	1371	BOC-CT	MEDIDA	SIEMENS	SENTRON PAC3200
CT	Linea	166	CTS-MEDIDA	459	CTS-MEDIDA	1372	SIX-CT	MEDIDA	SIEMENS	SENTRON PAC3200
CT	Linea	166	CTS-MEDIDA	459	CTS-MEDIDA	1373	CLA-CT	MEDIDA	SIEMENS	SENTRON PAC3200
CT	Linea	166	CTS-MEDIDA	459	CTS-MEDIDA	1374	SSU-CT	MEDIDA	SIEMENS	SENTRON PAC3200
CT	Linea	166	CTS-MEDIDA	459	CTS-MEDIDA	1375	PZO-CT	MEDIDA	SIEMENS	SENTRON PAC3200
CT	Linea	166	CTS-MEDIDA	459	CTS-MEDIDA	1376	BLG-CT	MEDIDA	SIEMENS	SENTRON PAC3200
CT	Linea	166	CTS-MEDIDA	459	CTS-MEDIDA	1377	CSO-CT	MEDIDA	SIEMENS	SENTRON PAC3200
CT	Linea	166	CTS-MEDIDA	459	CTS-MEDIDA	1378	AEU-CT	MEDIDA	SIEMENS	SENTRON PAC3200
CT	Linea	166	CTS-MEDIDA	459	CTS-MEDIDA	1379	BRN-CT	MEDIDA	SIEMENS	SENTRON PAC3200
CT	Linea	166	CTS-MEDIDA	459	CTS-MEDIDA	1380	EAV-CT	MEDIDA	SIEMENS	SENTRON PAC3200
CT	Linea	166	CTS-MEDIDA	459	CTS-MEDIDA	1407	ANA-CLIMA	MEDIDA	SIEMENS	SENTRON PAC3200
CT	Linea	166	CTS-MEDIDA	459	CTS-MEDIDA	1408	EDF-MANTENIMIENTO	MEDIDA	SIEMENS	SENTRON PAC3200
SE	Linea	159	Puerta de Boadilla	446	Puerta de Boadilla medida	1274	GR11_SILICIO	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571
SE	Linea	159	Puerta de Boadilla	446	Puerta de Boadilla medida	1275	GR22_INTERCONEXION2	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571

SE	Linea	159	Puerta de Boadilla	446	Puerta de Boadilla medida	1276	GR65_SALIDA1	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571
SE	Linea	159	Puerta de Boadilla	446	Puerta de Boadilla medida	1277	Grupo15_1_Analizador	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571
SE	Linea	159	Puerta de Boadilla	446	Puerta de Boadilla medida	1278	Grupo15_2_Analizador	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571
SE	Linea	159	Puerta de Boadilla	446	Puerta de Boadilla medida	1279	GR10_SSCC	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571
SE	Linea	159	Puerta de Boadilla	446	Puerta de Boadilla medida	1396	GR22_PROTECCION	MEDIDA / PROTECCION		NO EXISTE
SE	Linea	159	Puerta de Boadilla	446	Puerta de Boadilla medida	1397	GR65_PROTECCION	MEDIDA / PROTECCION		NO EXISTE
SE	Linea	159	Puerta de Boadilla	446	Puerta de Boadilla medida	1398	GR11_PROTECCION	MEDIDA / PROTECCION		NO EXISTE
SE	Linea	159	Puerta de Boadilla	446	Puerta de Boadilla medida	1399	GR15_2_PROT_TENSIONES	PROTECCION	SIEMENS	SIPROTEC 7SJ602 V3.0
SE	Linea	159	Puerta de Boadilla	446	Puerta de Boadilla medida	1400	GR15_1_PROTECCION	MEDIDA / PROTECCION		NO EXISTE
SE	Linea	159	Puerta de Boadilla	447	Puerta de Boadilla prot	1322	GR22_PROTECCION	PROTECCION	SIEMENS	SIPROTEC 7SJ602 V3.0
SE	Linea	159	Puerta de Boadilla	447	Puerta de Boadilla prot	1323	GR65_PROTECCION	PROTECCION	SIEMENS	SIPROTEC 7SJ602 V3.0
SE	Linea	159	Puerta de Boadilla	447	Puerta de Boadilla prot	1324	GR11_PROTECCION	PROTECCION	SIEMENS	SIPROTEC 7SJ602 V3.0
SE	Linea	159	Puerta de Boadilla	447	Puerta de Boadilla prot	1325	GR15_2_PROT_TENSIONES	PROTECCION	SIEMENS	SIPROTEC 7SJ602 V3.0
SE	Linea	159	Puerta de Boadilla	447	Puerta de Boadilla prot	1326	GR15_1_PROTECCION	PROTECCION	SIEMENS	SIPROTEC 7SJ602 V3.0
SE	Linea	159	Puerta de Boadilla	447	Puerta de Boadilla prot	1409	GR15_2_PROTECCION	PROTECCION	SIEMENS	SIPROTEC 7SJ602 V3.0
SE	Linea	155	Retamares	438	Retamares medida	1270	GR11_SILICIO	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571
SE	Linea	155	Retamares	438	Retamares medida	1271	GR10_SSCC	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571
SE	Linea	155	Retamares	438	Retamares medida	1272	GR21_INTERCONEXION1	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571
SE	Linea	155	Retamares	438	Retamares medida	1273	GR22_INTERCONEXION2	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571
SE	Linea	155	Retamares	438	Retamares medida	1384	GR21_PROTECCION	MEDIDA / PROTECCION		NO EXISTE
SE	Linea	155	Retamares	438	Retamares medida	1385	GR11_PROTECCION	MEDIDA / PROTECCION		NO EXISTE
SE	Linea	155	Retamares	438	Retamares medida	1386	GR22_PROTECCION	MEDIDA / PROTECCION		NO EXISTE
SE	Linea	155	Retamares	439	Retamares prot	1319	GR21_PROTECCION	PROTECCION	SIEMENS	SIPROTEC 7SJ602 V3.0
SE	Linea	155	Retamares	439	Retamares prot	1320	GR11_PROTECCION	PROTECCION	SIEMENS	SIPROTEC 7SJ602 V3.0
SE	Linea	155	Retamares	439	Retamares prot	1321	GR22_PROTECCION	PROTECCION	SIEMENS	SIPROTEC 7SJ602 V3.0
SE	Linea	161	Somosaguas Sur	450	Somosaguas Sur medida	1266	GR22_C1_CJA_SSU	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571
SE	Linea	161	Somosaguas Sur	450	Somosaguas Sur medida	1267	GR11_SILICIO1	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571
SE	Linea	161	Somosaguas Sur	450	Somosaguas Sur medida	1268	GR31_SSAA	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571

SE	Linea	161	Somosaguas Sur	450	Somosaguas Sur medida	1269	GR21_C1_SSU_BEL	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571	
SE	Linea	161	Somosaguas Sur	451	Somosaguas Sur prot	1316	GR22_C1_CJA_SSU_PROT	PROTECCION	ZIV	CPI	
SE	Linea	161	Somosaguas Sur	451	Somosaguas Sur prot	1317	GR11_SILICIO1_PROT	PROTECCION	ZIV	CPI	
SE	Linea	161	Somosaguas Sur	451	Somosaguas Sur prot	1318	GR21_C1_SSU_BEL_PROT	PROTECCION	ZIV	CPI	
SE	Linea	156	Ventorro del Cano	440	Ventorro del Cano medida	1262	GR11_SILICIO	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571	
SE	Linea	156	Ventorro del Cano	440	Ventorro del Cano medida	1263	GR10_SSCC	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571	
SE	Linea	156	Ventorro del Cano	440	Ventorro del Cano medida	1264	GR21_INTERCONEXION1	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571	
SE	Linea	156	Ventorro del Cano	440	Ventorro del Cano medida	1265	GR22_INTERCONEXION2	MEDIDA	AREVA	BITRONICS M571	
SE	Linea	156	Ventorro del Cano	440	Ventorro del Cano medida	1381	GR22_PROTECCION	MEDIDA / PROTECCION			NO EXISTE
SE	Linea	156	Ventorro del Cano	440	Ventorro del Cano medida	1382	GR11_PROTECCION	MEDIDA / PROTECCION			NO EXISTE
SE	Linea	156	Ventorro del Cano	440	Ventorro del Cano medida	1383	GR21_PROTECCION	MEDIDA / PROTECCION			NO EXISTE
SE	Linea	156	Ventorro del Cano	441	Ventorro del Cano prot	1313	GR22_PROTECCION	PROTECCION	SIEMENS	SIPROTEC 7SJ602 V3.0	
SE	Linea	156	Ventorro del Cano	441	Ventorro del Cano prot	1314	GR11_PROTECCION	PROTECCION	SIEMENS	SIPROTEC 7SJ602 V3.0	
SE	Linea	156	Ventorro del Cano	441	Ventorro del Cano prot	1315	GR21_PROTECCION	PROTECCION	SIEMENS	SIPROTEC 7SJ602 V3.0	
CGBT	TYC		CGBT-COCHERAS				GARITA SEGURIDAD	MEDIDA	SCHNEIDER	PowerLogic PM710	NO INTEGRADO
CGBT	TYC		CGBT-COCHERAS				AMPLIACION GENERAL RED	MEDIDA	SIEMENS	SENTRON PAC3200	NO INTEGRADO
CGBT	TYC		CGBT-COCHERAS				AMPLIACION GENERAL SOCORRO	MEDIDA	SIEMENS	SENTRON PAC3200	NO INTEGRADO
SE	Linea		Colonia Jardin				CONMUTACION TRAFO 160 KVA	MEDIDA	SIEMENS	SENTRON PAC3200	NO INTEGRADO
CGBT	TYC		CGBT-COCHERAS				CARGADOR VEHICULOS LAVADO	MEDIDA	SIEMENS	SENTRON PAC3200	NO INTEGRADO
CGBT	TYC		CGBT-COCHERAS				CARGADOR VEHICULOS LAVADO	MEDIDA	SIEMENS	SENTRON PAC3200	NO INTEGRADO

EDIFICIO MANTENIMIENTO

UBICACIÓN	EQUIPOS	FABRICANTE EQUIPO	MODELO EQUIPO	REF EQUIPO	UNIDADES	Potencia Frigorífica (KW)	Potencia Calorífica (KW)
Cubierta	Unidad exterior	Daikin	RXYQ10P7W1B (VRV III)	2920595	2	28	31,5
Mantenimiento 1	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ40M9V1B	4901541	2	4,5	5
Mantenimiento 2	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ40M9V1B	4901542	2	4,5	5
Mantenimiento 3	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ40M9V1B	4902021	2	4,5	5
Mantenimiento 4	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ40M9V1B	4901923	2	4,5	5
Renovación P2	Unidad interior Casette	Daikin	FXSQ125P7VEB	1901998	2		
Cubierta	Unidad exterior	Daikin	RXYQ10P7W1B (VRV III)	2920304	2	28	31,5
Jefe Almacen	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ20M9V1B	4905407	2	2,2	2,5
V.P.Baja 1	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ32M9V1B	4902909	2	3,6	4
V.P.Baja 2	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ32M9V1B	4902944	2	3,6	4
Desp. P. baja	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ25M9V1B	4903023	2	2,8	3,2
WC Femenino P.Baja	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ20M9V1B	4905401	2	2,2	2,5
WC Masculino P.Baja	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ20M9V1B	4905444	2	2,2	2,5
Taller 1	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ32M9V1B	4902935	2	3,6	4
Taller 2	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ32M9V1B	4902917	2	3,6	4
Cubierta	Unidad exterior	Daikin	RXYQ8P8W1B (VRV III)	1902284	1	22,4	25
Comedor	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ40M9V1B	4901998	1	4,5	5
Distribuidor P1	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ32M9V1B	4902920	1	3,6	4
V. Masculino P1	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ32M9V1B	4902933	1	3,6	4
V. Femenino P1	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ20M9V1B	4905408	1	2,2	2,5
WC Femenino P1	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ25M9V1B	4903025	1	2,8	3,2
WC Masculino P1	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ25M9V1B	4904391	1	2,8	3,2
Cubierta	Unidad exterior	Daikin	REYQ16P8Y1B (VRV II)	2900896	3	44,5	50
Tecnico 1	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ25M9V1B	4904284	3	2,8	3,2
Tecnico 2	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ32M9V1B	4902946	3	3,6	4
Tecnico 3	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ32M9V1B	4902945	3	3,6	4
Despacho	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ25M9V1B	4904277	3	2,8	3,2
Tecnico zona 2-1	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ32M9V1B	4902889	3	3,6	4
Tecnico zona 2-2	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ32M9V1B	4902911	3	3,6	4
PCC Secundario 1	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ40M9V1B	4901544	3	4,5	5
PCC Secundario 2	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ40M9V1B	4901534	3	4,5	5
Distribuidor 1- P.2	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ32M9V1B	4902930	3	3,6	4
Distribuidor 2 -P.2	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ32M9V1B	4902919	3	3,6	4
WC Femenino P.2	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ20M9V1B	4905409	3	2,2	2,5
WC Masculino P.2	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ20M9V1B	4905404	3	2,2	2,5
Almacen A1	Unidad exterior	Daikin	Roof-Top 4ATPY-560		2	56	
Almacen A1	Unidad exterior	Daikin	Roof-Top 4ATPY-240		1	24	
Servidores PCC BACKUP		Daikin	RZQS-125	2950416	1	12,5	
Servidores PCC BACKUP		Daikin	BASG-125A		1	12,1	

OFICINAS

CDRO	SUB CDRO1	UBICACIÓN	EQUIPOS	FABRICANTE EQUIPO	MODELO EQUIPO	REF EQUIPO	UNIDADES	Potencia Frigorífica (KW)	Potencia Calorífica (KW)
CBGT		406	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ40M8V1B	1605774	1	4,5	5
CBGT		Administracion 1	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ50M8V1B	1605391	1	5,6	6,3
CBGT		Administracion 2	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ50M8V1B	1605388	1	5,6	6,3
CBGT		Administracion 3	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ50M8V1B	1605390	1	5,6	6,3
CBGT		Administracion 4	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ40M8V1B	1603810	1	5,6	6,3
CBGT	CAFEA1	Apeles	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ25M8V1B	1607039	2	2,8	3,2
CBGT	CAFEA2	Aseo femenino P 1	Unidad interior	Daikin	FCQ35C8VEB	2003808	1		
CBGT	CAFEA2	Aseo masculino P 1	Unidad interior	Daikin	FCQ35C8VEB	2104126	1		
CBGT		Botiquin	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ20M8V1B	1610763	3	2,2	2,5
CBGT	CAFEA1	Cocina 1	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ25M8V1B	1708996	2	2,8	3,2
CBGT	CAFEA1	Cocina 2	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ25M8V1B	1708988	2	2,8	3,2
CBGT	CAFEA1	Comedor 1	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ32M8V1B	1606621	3	3,6	4
CBGT	CAFEA1	Comedor 2	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ32M8V1B	1606619	3	3,6	4
CBGT	CAFEA1	Comedor Operaciones 1	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ40M8V1B	1603441	2	4,5	5
CBGT	CAFEA1	Comedor Operaciones 2	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ40M8V1B	1603438	2	4,5	5
CBGT		Comité Empresa	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ25M8V1B	1607036	3	2,8	3,2
CBGT	CCLC1	Comunicaciones		Clivet	CASR 31	AB48117B0114	1	12,5	
CBGT	CCLC1	Comunicaciones		Uniflair	TUAR 0922 A	UCU100186	2	30	
CBGT		Cuarto switches P1	Unidad exterior	Daikin	TXP35M		1	3,5	4
CBGT		Cuarto switches P1	Unidad interior	Daikin	FTXP35M		1		
CBGT		Cubierta	Unidad exterior	Daikin	REYQ8M8W1B (VRV II)	1600567	2	22,4	25
CBGT		Cubierta	Unidad exterior	Daikin	REYQ10M8W1B (VRV II)	1601423	2	28	31,5
CBGT		Cubierta	Unidad exterior	Daikin	REYQ16M8W1B (VRV II)	1600960	3	44,5	50
CBGT		Cubierta	Unidad exterior	Daikin	REYQ14M8W1B (VRV II)	1600615	3	40	45
CBGT		Cubierta	Unidad exterior	Daikin	RXYQ8P7W1B (VRV III)	1100005	1	22,4	25
CBGT		Cubierta	Unidad exterior	Daikin	REYQ12M8W1B (VRV II)	1100006	2	33,5	37,5
CBGT		Cubierta	Unidad exterior	Daikin	REYQ10M8W1B (VRV II)	1100007	2	28	31,5
CBGT		Cubierta	Unidad exterior	Daikin	RXYQ8P7W1B (VRV III)	1100008	1	22,4	25
CBGT		Cubierta	Unidad exterior	Daikin	EUWYB24		1	50	54
CBGT	CAFEA2	D.Pedro Verdejo	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ25M8V1B	1140656	2	2,8	3,2
CBGT	CAFEA2	Despacho Almacén	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ40M8V1B	1603433	2	2,8	3,2
CBGT	CAFEA2	Dir. Administracion	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ25M8V1B	1607231	2	2,8	3,2
CBGT	CAFEA2	Director General	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ40M8V1B	1603437	3	4,5	5
CBGT	CAFEA2	Director IIFF	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ32M8V1B	1606650	2	3,6	4
CBGT	CAFEA2	Director Marketing	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ32M8V1B	1606620	2	3,6	4
CBGT	CAFEA2	Director Operaciones	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ25M8V1B	1607044	2	2,8	3,2
CBGT	CAFEA2	Director Sistemas	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ32M8V1B	1606649	2	3,6	4
CBGT	CCL2	Enclavamiento ACC		Uniflair	SUA 0501 A	UCQ069273	1	14	
CBGT	CCL2	Enclavamiento ACC		Uniflair	SUA 0501 A	UCQ069277	1	14	
CBGT	CCL2	Enclavamiento ACC		Clivet	VRDX82	AA4H137B0057	2	27,7	
CBGT	CCL1	Enclavamiento TYC		Stulz	ASD321A	0530170260/01	1	30	
CBGT	CCL1	Enclavamiento TYC		Uniflair	SUA 0501 A	UCQ069276	1	14	
CBGT	CCL1	Enclavamiento TYC		Uniflair	SUA 0501 A	UCQ069286	1	14	
CBGT		Fachada Cubierta	Unidad exterior	Daikin	RX535J2	J019113	1	3,4	4
CBGT		Fachada Cubierta	Unidad exterior	Daikin	RX535J2	J019550	1	3,4	4
CBGT		Informatica 1	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ40M8V1B	1603439	3	4,5	5
CBGT		Informatica 2	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ40M8V1B	1603805	3	4,5	5
CBGT	CAFEA1	Lab Sistemas	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ25M8V1B	1607448	2	2,8	3,2
CBGT	CAFEA1	Laboratorio	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ25M8V1B	1607042	3	2,8	3,2
CBGT		Mantenimiento 1	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ40M8V1B	1603813	3	4,5	5
CBGT		Mantenimiento 2	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ40M8V1B	1603435	3	4,5	5
CBGT		Mantenimiento 3	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ40M8V1B	1603814	3	4,5	5
CBGT	CAFEA1	Oficina MM	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ25M8V1B	1607046	2	2,8	3,2
CBGT	CAFEA1	Pa. Baja (Nave)	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ25M8V1B	1607266	2	2,8	3,2
CBGT	CAFEA1	Pa.Ba WC	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ25M8V1B	1607233	2	2,8	3,2
CBGT	CAFEA1	Pa.Ba. Comedor	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ25M8V1B	1607045	3	2,8	3,2
CBGT	CAFEA1	Pa.Ba. Entrada (Serv)	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ25M8V1B	1607041	3	2,8	3,2
CBGT	CAFEA1	Pa.Ba. Formacion	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ25M8V1B	1607359	2	2,8	3,2
CBGT	CAFEA1	Pa.Ba. Vestuarios	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ25M8V1B	1607226	2	2,8	3,2
CBGT	CAFEA1	Pa.Baja Entrada	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ25M8V1B	1607363	2	2,8	3,2
CBGT	CAFEA1	Pasillo Baja	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ25M8V1B	1707441	2	2,8	3,2
CBGT		PCC 1	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ32A	J002425	2	3,6	4
CBGT		PCC 2	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ32A	J002431	2	3,6	4
CBGT		PCC 3	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ32A	J002402	2	3,6	4
CBGT		Planta 1	Conductos				1		
CBGT	CAFEA1	Recep S.Formacion	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ40M8V1B	1605776	1	4,5	5
CBGT	CAFEA1	Recepcion 1	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ32M8V1B	1606651	2	3,6	4
CBGT	CAFEA1	Recepcion 2	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ32M9V1B	6119641	2	3,6	4
CBGT	CAFEA2	Recursos Humanos	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ25M8V1B	1607038	2	2,8	3,2
CBGT	CAFEA2	Responsible línea	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ50M8V1B	1605386	2	5,6	6,3
CBGT	CAFEA2	Responsible PCC	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ25M8V1B	1607439	2	2,8	3,2
CBGT		Reunion	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ25M8V1B	1607040	2	2,8	3,2
CBGT		Reunion MLO	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ25M8V1B	1607445	2	2,8	3,2
CBGT		Reunion RRHH	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ25M8V1B	1607035	2	2,8	3,2
CBGT	CAFCC 1.1	SALA CALDERAS	CALDERA (A.C.S.)	VISSMANN	VITOPLEX 200 - 200 Kw	7,18507E+15	1		
CBGT	CAFCC 1.1	SALA CALDERAS	CALDERAS (2)	VISSMANN	VITOPLEX 100 - 720 Kw	7,14329E+15	1		
CBGT	CAFCC 1.1	SALA CALDERAS	CALDERAS (1)	VISSMANN	VITOPLEX 100 - 720 Kw	7,14329E+15	1		
CBGT	CAFCC 1.1	SALA CALDERAS	QUEMADOR (1)	SEDICAL	MONARCH WM-G10/3 - A/M	5657619	1		
CBGT	CAFCC 1.1	SALA CALDERAS	QUEMADOR (2)	SEDICAL	MONARCH WM-G10/3 - A/M	5657618	1		
CBGT	CAFCC 1.1	SALA CALDERAS	QUEMADOR (A.C.S.)	SEDICAL	MONARCH WG-20-N/1-CZLM	563827506	1		
CBGT	CAFCC 1.1	SALA CALDERAS	BOMBA PRIMARIO N°1 a.c.s	SEDICAL	SDP 32/105,1 - 0,25/K	208877/06-1	1		
CBGT	CAFCC 1.1	SALA CALDERAS	BOMBA PRIMARIO N°2 a.c.s.	SEDICAL	SDP 32/105,1 - 0,25/K	208877/06-1	1		
CBGT	CAFCC 1.1	SALA CALDERAS	BOMBA RETORNO N°1 a.c.s	SEDICAL	SAP 25/8 T	706	1		
CBGT	CAFCC 1.1	SALA CALDERAS	BOMBA RETORNO N°2 a.c.s	SEDICAL	SAP 25/8 T	1006	1		
CBGT	CAFCC 1.1	SALA CALDERAS	BOMBA PRIMARIO N°1	SEDICAL	SDP 80/165,1 - 2,2/K	288877/06-1	1		
CBGT	CAFCC 1.1	SALA CALDERAS	BOMBA PRIMARIO N°2	SEDICAL	SDP 80/165,1 - 2,2/K	288877/06-1	1		
CBGT	CAFCC 1.1	SALA CALDERAS	BOMBA PRIMARIO N°3	SEDICAL	SDP 80/165,1 - 2,2/K	288877/06-2	1		
CBGT	CAFCC 1.1	SALA CALDERAS	BOMBA PRIMARIO N°4	SEDICAL	SDP 80/165,1 - 2,2/K	288877/06-2	1		
CBGT	CAFCC 1.1	SALA CALDERAS	BOMBA UTA N°1	SEDICAL	SDP 65/185,2 - 3,0/K	208877/06	1		
CBGT	CAFCC 1.1	SALA CALDERAS	BOMBA UTA N°2	SEDICAL	SDP 65/185,2 - 3,0/K	208877/06	1		
CBGT	CAFCC 1.1	SALA CALDERAS	BOMBA PANELES NAV. ESTACIONAMIENTO N°1	SEDICAL	SDP 50/150,3 - 1,5/K	208877/06	1		
CBGT	CAFCC 1.1	SALA CALDERAS	BOMBA PANELES NAV. ESTACIONAMIENTO N°2	SEDICAL	SDP 50/150,3 - 1,5/K	208877/06	1		
CBGT	CAFCC 1.1	SALA CALDERAS	BOMBAS PANELES NAV. LAVADO N°1	SEDICAL	SDP 50/150,3 - 1,5/K	208877/06	1		
CBGT	CAFCC 1.1	SALA CALDERAS	BOMBAS PANELES NAV. LAVADO N°2	SEDICAL	SDP 50/150,3 - 1,5/K	208877/06	1		
CBGT	CAFCC 1.1	SALA CALDERAS	BOMBAS CORTINAS AIRE N°1	SEDICAL	SDP 50/150,3 - 2,2/K	208877/06	1		
CBGT	CAFCC 1.1	SALA CALDERAS	BOMBAS CORTINAS AIRE N°2	SEDICAL	SDP 50/150,3 - 2,2/K	208877/06	1		
CBGT	CAFCC 1.1	SALA CALDERAS	BOMBAS SUELO RADIANTE N°1	SEDICAL	SDP 50/150,3 - 2,2/K (SDP 32/105,1-0,25/K)	208877/06	1		
CBGT	CAFCC 1.1	SALA CALDERAS	BOMBAS SUELO RADIANTE N°2	SEDICAL	SDP 50/150,3 - 2,2/K (SDP 32/105,1-0,25/K)	Bomba en reparación	1		
CBGT	CAFCC 1.1	SALA CALDERAS	BOMBAS PRIMARIO SUELO RADIANTE N°1	SEDICAL	SDP 50/150,3 - 2,2/K (SDP 32/105,1-0,25/K)	208877/06	1		
CBGT	CAFCC 1.1	SALA CALDERAS	BOMBAS PRIMARIO SUELO RADIANTE N°2	SEDICAL	SDP 50/150,3 - 2,2/K (SDP 32/105,1-0,25/K)	208877/06	1		
CBGT	CAFCC 1.1	SALA CALDERAS	BOMBAS PANELES SOLARES N°1	SEDICAL	SDP 32/105,1 - 0,25/K	208877/06	1		
CBGT	CAFCC 1.1	SALA CALDERAS	BOMBAS PANELES SOLARES N°2	SEDICAL	SDP 32/105,1 - 0,25/K	208877/06	1		
CBGT	CAFCC 1.1	SALA CALDERAS	DEPOSITO INTERACUMULADOR AGUA N°1 (SOLAR)		1000 litros	3068	1		
CBGT	CAFCC 1.1	SALA CALDERAS	DEPOSITO INTERACUMULADOR AGUA N°2 (GAS)		1000 litros	3145	1		
CBGT	CAFCC 1.1	SALA CALDERAS	DEPOSITO INTERACUMULADOR AGUA N°3 (GAS)		1000 litros	3171	1		
CBGT	CAFCC 1.1	SALA CALDERAS	DEPOSITO EXPANSIÓN ACS PANELES SOLARES	IBAIONDO	100 litros 100 SMR-P	4191750026	1		
CBGT	CAFCC 1.1	SALA CALDERAS	DEPOSITO EXPANSIÓN A.C.S.	SEDIACAL	100 Litros	06G073150572	1		
CBGT		Sala consejo 1	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ40M8V1B	1603821	3	4,5	5
CBGT		Sala Consejo 2	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ40M8V1B	1603819	3	4,5	5
CBGT		Sala Formacion 2	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ40M8V1B	1605777	1	4,5	5
CBGT	CAFEA2	Secretaría Dir.Gral P1	Unidad exterior	Daikin	RX550G2V1B	J016004	1	5	6
CBGT	CAFEA2	Secretaría Dir.Gral P1	Unidad interior	Daikin	FFQ5088V1B	1826189	1		
CBGT		Servidores		Stulz	CSD301A	0530101017/08	2	31,5	
CBGT		Servidores		Clivet	VRDX82	AA4H137B0057	2	27,7	
CBGT		Servidores 1	Unidad interior Casette	Daikin	FXZQ40M8V1B	1603823	2	4,5	5
CBGT		Servidores							

NAVE ESTACIONAMIENTO

CDRO	SUB CDRO1	SUB CDRO2	UBICACIÓN	EQUIPOS	FABRICANTE EQUIPO	MODELO EQ	REF EQUIPO	ELEMENTOS	FABRICANTE	MODELO	REF	UNIDADES	POTENCIA	OBSERVACIONES	N x Pt
CGBT	CPNE1		NAVE ESTACIONAMIENTO	PUERTAS KRODE	KRODE	KRP 3	6276-6277-6278	Motor puerta				1	2200		2200
CGBT	CPNE1		NAVE ESTACIONAMIENTO	PUERTAS MAYSER	DYNACO	M3	ES 9375	Motor puerta				9	1500		13500
CGBT	CFCVE1		NAVE ESTACIONAMIENTO	CARGADORES VEHICULOS EST				CARGADOR	WALLBOXOK	UP WALLBOX	32015363	4	12800	400V 32A	51200
CGBT				Panel radiante	SABIANA		DUCK-STRIP DS-3-09					1			1500

NAVE LAVADO

CDRO	SUB CDRO	SUB CDRO	CDRO2	EQUIPOS	FABRICANTE EQUIPO	MODELO EQUIPO	REF EQUIPO	ELEMENTOS	FABRICANTE	MODELO	REF	UNIDADES	POTENCIA	OBSERVACIONES	N x Pt
CGBT	AMPLIACION	CTFL4	TUNEL LAVADO	TUNEL LAVADO	CHRIST	C7000 SOA 0001270600	6500810	Bomba dosificadora champu	ALLDOS	226-142M 10061		1	48		48
CGBT	AMPLIACION	CTFL4	TUNEL LAVADO	TUNEL LAVADO	CHRIST	C7000 SOA 0001270600	6500810	Bomba dosificadora	ALLDOS	226-142M 10061	1137070	1	180		180
CGBT	AMPLIACION	CTFL4	TUNEL LAVADO	TUNEL LAVADO	CHRIST	C7000 SOA 0001270600	6500810	Bomba circulación Arco	WILO	MHI 405	1139282	1	1100		1100
CGBT	AMPLIACION	CTFL4	TUNEL LAVADO	TUNEL LAVADO	CHRIST	C7000 SOA 0001270600	6500810	Bomba circulación Pórtico OSI	WILO	MVI 804F	1139273	1	1500		1500
CGBT	AMPLIACION	CTFL4	TUNEL LAVADO	TUNEL LAVADO	CHRIST	C7000 SOA 0001270600	6500810	Filtro de cuarzo FONTIS Instalacion Sub				1	1500	0,2 kWh/m³	1500
CGBT	AMPLIACION	CTFL4	TUNEL LAVADO	TUNEL LAVADO	CHRIST	C7000 SOA 0001270600	6500810	Filtro de cuarzo FONTIS Equipo basico				1	1500	0,09 kWh/m³	1500
CGBT	AMPLIACION	CTFL4	TUNEL LAVADO	TUNEL LAVADO	CHRIST	C7000 SOA 0001270600	6500810	Bomba circulación	WILO	MVI 1603F	1139274	1	3000		3000
CGBT	AMPLIACION	CTFL4	TUNEL LAVADO	TUNEL LAVADO	CHRIST	C7000 SOA 0001270600	6500810	PORTICO LAVADO	CHRIST	C7000 SOA		1	20000		20000
CGBT	AMPLIACION	CTFL4	CARGADORES VEHICULO	CARGADOR	WALLBOXOK	UP WALLBOX	32015363					6	12800	400V 32A	76800
CGBT	AMPLIACION	CTFL4		PUERTAS MAYSER	DYNACO	M3	ES 9375	Motor puerta				2	1500		3000
				Unidad exterior	DAIKIN	FTXG35CW						1			0
				Unidad interior	DAIKIN	FTXG35CW						1			0
				Extractor								1	Q=1600 M3/hora; 15		0
				Cortina aire 3	SABIANA	ATLAS STP 7						4			0
				Panel radiante	SABIANA	DUCK-STRIP DS-3-09						1			0

NAVE SERVICIO

CDRO	SUB CDRO1	CDRO2	SUB CDRO1:	UBICACIÓN	EQUIPOS	FABRICANTE	MODELO EQ	REF EQUIPO	ELEMENTOS	FABRICANTE	UNIDADES	POTENCIA	OBSERVA	N x Pt
CGBT	CSER9			NAVE SERVICIO	PUERTAS MAYSER	DYNACO	M3	ES 9375	Motor puerta		2	1500		3000
CGBT	CSER9			NAVE SERVICIO	ESTACION ARENADO				Motor aspiración Filtro seco	NEWTEK	1	1500		1500
					Cortina aire 2	SABIANA					1			0
					Unidad exterior	DAIKIN	FTXG35CW				1			0
					Unidad interior	DAIKIN	FTXG35CW				1			0
					Extractor				Q=1600 M3/hora; 15 mm.c.a.		3			0
					Extractor				Q=300 M3/hora; 15 mm.c.a.		1			0
					Panel radiante	SABIANA	DUCK-STRIP DS-3-09							0
CGBT	CSER9	CAFC9	CINF		INFOTRACK SECCIONADOR				Motor		1	3000		3000

GARITA SEGURIDAD

CDRO	SUB CDRO1	UBICACIÓN	EQUIPOS	FABRICANTE EQUIPO	MODELO EQUIPO	REF EQUIPO	UNIDADES	POTENCIA INSTALADA
SOC	CAFS8	Garita seguridad	Unidad exterior	Daikin	BASG-125A		1	
SOC	CAFS8	Garita seguridad	Unidad interior	Daikin	BASG-125A		1	
SOC	CAFS8	Garita seguridad	Extractor				2	
CGBT	CAFCC 1.1	Garita seguridad	Grupo de presión Agua Fría	BOMBAS ITUR	SILEN 07301T2	S-00112 / S-00126	1	
CGBT	CAFCC 1.1	Garita seguridad	Depósitos de Agua Auxiliares	SCHUTZ	AQUABLOCK 1000 L	KG/056242	2	
CGBT	CAFCC 1.1	Garita seguridad	DEPOSITO EXPANSIÓN A.C.S.	SEDICAL	100 litros	4097410054	1	
CGBT	CFPC2	Garita seguridad	BOMBA 1	Marello Bombas	280M-2	0604/7134-013-0001	1	90000
CGBT	CFPC2	Garita seguridad	BOMBA 2	Marello Bombas	280M-2	0604/7134-013-0001	1	90000
CGBT	CFPC2	Garita seguridad	BOMBA JOCKEY	Marello Bombas	GMV400T		1	3000

ANEXO IV

Acrónimos y siglas

SIGLAS Y ACRÓNIMOS	SIGNIFICADO
AEU	Avenida de Europa
APO	Cuadro de compresores
AT	Alta Tensión
BBDD	Bases de Datos
BLG	Bélgica
BOC	Boadilla Centro
BRN	Berna
BT	Baja Tensión
C	Cuadro Reserva
CACS	Cuadro Alumbrado Cocheras Socorro
CAEX	Cuadro Alumbrado Exterior
CAFC	Cuadro Alumbrado y Fuerza nave Cocheras
CAFCC	Cuadro Alumbrado y Fuerza Climatización y Calderas
CAFEA	Cuadro Alumbrado y Fuerza Oficinas
CAFS	Cuadro Alumbrado y Fuerza nave Servicio
CAFSCM	Cuadro Alumbrado y Fuerza Secundario de Cubierta Mantenimiento
CAFTL	Cuadro Alumbrado y Fuerza nave Lavado
CAPG	Cuadro Alumbrado Puente Grúa
CASC	Cuadro Alumbrado Socorro nave Cocheras
CASS	Cuadro Alumbrado Socorro nave Servicio
CBCO	Cuadro Salida a Batería de Condensadores
CC	Cuarto de Comunicaciones
CCE	Cuadro de Conmutación de Emergencia
CCI	Ciudad del Cine
CCLC	Cuadro Climatización Comunicaciones
CCLE	Cuadro Climatización Enclavamientos
CCOR	Cuadro Cortinas
CCSIT	Cuadro Control Sistemas
CDRO	Cuadro Eléctrico
CEST	Cuadro Distribución Nave de Estacionamiento
CFCC	Cuadro Fuerza Climatización y Calderas
CFCP	Cuadro Fuerza Compresor
CFCVE	Cuadro Fuerza Cargadores Vehículos Eléctricos
CFEB	Cuadro Fuerza Gatos Elevación
CFPC	Cuadro Fuerza Protección Contra incendios
CFPL	Cuadro Fuerza de Punto Limpio
CFRC	Cuadro Fuerza Torno de Foso
CFTL	Cuadro de Fuerza Túnel de Lavado
CGBT	Cuadro General de Baja Tensión

CIM	Ciudad de la Imagen
CINF	Cuadro Infotrack Seccionamiento
CIPS	Cuadro Inversor Placas Solares
CLA	Colonia de Los Ángeles
CPD	Cuarto de Procesador de Datos
CPMA	Cuadro Puesto de Mando Auxiliar
CPNE	Cuadro Puertas Entrada / Salida de Trenes
CPT	Cuadro de Protección del Transformador
CRTL	Cuadro máquina Rodillos Túnel Lavado
CSAI	Cuadro Alimentación Enclavamiento
CSAR	Cuadro nave Servicio Arenero
CSER	Cuadro Distribución Nave de Servicios
CSM	Cuadro Servicio Marketing
CSO	Campus de Somosaguas
CSPSM	Cuadro Secundario Planta Segunda Mantenimiento
CSUB	Cuadro Subestacion
CT	Centro de Transformación
CTAL	Cuadro Distribución en Nave Taller
CTB	Centro de Transformación de Baja
CTB	Cantabria
CTBT	Centro de Transformación de Baja Tensión
CTFL	Cuadro de Fuerza
CTMM	Cuadro Transformador Material Móvil
CUTA	Cuadro Unidad de Tratamiento de Aire
CYT	Cocheras y Talleres
DCS	Dos Castillas
DSTO	Descargadores Sobre Tensión
EAV	Estación de Aravaca
ECJ	Estación Colonia Jardín
FBO	Ferial de Boadilla
IDL	Infante Don Luis
JIS	José Isbert
MAVE	Máquina Automática de Venta en Exterior
MLO	Metro Ligero Oeste
MNT	Montepríncipe
NVM	Nuevo Mundo
PBO	Puerta de Boadilla
PCC	Puesto de Control Central
PCI	Protección Contra Incendios
PDB	Estación. (Sin parada)
PES	Prado del Espino
PRE	Prado del Rey
PVE	Prado de la Vega
PZO	Pozuelo Oeste
RTM	Retamares

SAI	Servicio de Alimentación Ininterrumpida
SCE	Somosaguas Centro
SIX	Siglo XXI
SOC	Socorro
SSAA	Servicios Auxiliares
SSCC	Servicios Complementarios
SSEE	Subestación de Transformación
SSU	Somosaguas Sur
URC	Unidad Remota de Control
UTA	Unidad de Tratamiento de Aire
VCA	Ventorro del Cano

ANEXO VI

Propuestas para contenidos del informe de consumos

AUTOTRANSFORMADORES

- 3.1.5 Pérdidas total autotransformadores [kWh]
 $(1310 - 1311) + (1277 - 1278)$
 $(GR15.1EAV - GR15.2EAV) + (GR15.1PBO - GR15.2PBO)$

- 3.1.4 Pérdidas relativas autotransformadores [%]
 $[(1310 + 1277) - (1311 + 1278)] / (1310 + 1277)$
 $(GR15.1 - GR15.2) / GR15.1$

SE COLONIA JARDIN

- 3.2.1 Consumo acometidas IBERDROLA [kWh] ***SIGEST***
 $1286 + 1285$
 $GR15_C1_IBERD + GR16_C2_IBERD$

SE ARAVACA

- 3.2.2 Consumo acometidas IBERDROLA [kWh] ***SIGEST***
 1310
 $(GR15.1-C1-IBERDROLA)$

- 3.1.9 Pérdidas total autotransformador EAV [kWh]
 $1310 - 1311$
 $GR15.1EAV - GR15.2EAV$

- 3.1.8 Pérdidas relativas autotransformador EAV [%]
 $(1310 - 1311) / 1310$
 $(GR15.1EAV - GR15.2EAV) / GR15.1EAV$

SE PUERTA DE BOADILLA

- 3.2.3 Consumo acometidas IBERDROLA [kWh] ***SIGEST***

1277

- 3.1.7 Pérdidas total autotransformador PBO [kWh]

1277 – 1278

GR15.1PBO – GR15.2PBO

- 3.1.6 Pérdidas relativas autotransformador PBO [%]

$(1277 - 1278) / 1277$

$(GR15.1PBO - GR15.2PBO) / GR15.1PBO$

Tracción total a 750 V [kWh]

1307 + 1303 + 1300 + 1295 + 1291 + 1287 + 1283 + 1274 + 1270 + 1267 + 1262 + 1253

1307 - ARAVACA - GR11-SILICIO1

1303 - AVENIDA DE EUROPA - GR11-SILICIO

1300 - BELGICA - GR11_SILICIO_1

1295 - BOADILLA CENTRO - GR11_SILICIO

1291 - CANTABRIA - GR11_SILICIO

1287 - CIUDAD DEL CINE - GR11_SILICIO

1283 - COLONIA JARDIN - GR11_SILICIO1

1274 - PUERTA DE BOADILLA - GR11_SILICIO

1270 - RETAMARES - GR11_SILICIO

1267 - SOMOSAGUAS SUR - GR11_SILICIO1

1262 - VENTORRO DEL CANO - GR11_SILICIO

1253 - COCHERAS - GR11_SILICIO

Tracción a 750 V en línea [kWh]

1307 + 1303 + 1300 + 1295 + 1291 + 1287 + 1283 + 1274 + 1270 + 1267 + 1262

1307 - ARAVACA - GR11-SILICIO1

1303 - AVENIDA DE EUROPA - GR11-SILICIO

1300 - BELGICA - GR11_SILICIO_1

1295 - BOADILLA CENTRO - GR11_SILICIO

1291 - CANTABRIA - GR11_SILICIO

1287 - CIUDAD DEL CINE - GR11_SILICIO

1283 - COLONIA JARDIN - GR11_SILICIO1

1274 - PUERTA DE BOADILLA - GR11_SILICIO

1270 - RETAMARES - GR11_SILICIO

1267 - SOMOSAGUAS SUR - GR11_SILICIO1

1262 - VENTORRO DEL CANO - GR11_SILICIO

Tracción a 750 V TYC [kWh]

1253

1253 - COCHERAS - GR11_SILICIO

Tracción + SSAA total [kWh]

1307 + 1303 + 1300 + 1295 + 1291 + 1287 + 1283 + 1274 + 1270 + 1267 + 1262 + 1253
+ 1312 + 1306 + 1301 + 1296 + 1292 + 1288 + 1284 + 1279 + 1271 + 1268 + 1263 +
1254

1307 - ARAVACA - GR11-SILICIO1

1312 - ARAVACA – GR31-SSAA

1303 - AVENIDA DE EUROPA - GR11-SILICIO

1306 - AVENIDA DE EUROPA – GR31-SSAA

1300 - BELGICA - GR11_SILICIO_1

1301 - BELGICA – GR31_SSAA
1295 - BOADILLA CENTRO - GR11_SILICIO
1296 - BOADILLA CENTRO - GR10_SSCC
1291 - CANTABRIA - GR11_SILICIO
1292 - CANTABRIA - GR10_SSCC
1287 - CIUDAD DEL CINE - GR11_SILICIO
1288 - CIUDAD DEL CINE - GR10_SSCC
1283 - COLONIA JARDIN - GR11_SILICIO1
1284 - COLONIA JARDIN – GR31_SSAA
1274 - PUERTA DE BOADILLA - GR11_SILICIO
1279 - PUERTA DE BOADILLA - GR10_SSCC
1270 - RETAMARES - GR11_SILICIO
1271 - RETAMARES - GR10_SSCC
1267 - SOMOSAGUAS SUR - GR11_SILICIO1
1268 - SOMOSAGUAS SUR – GR31_SSAA
1262 - VENTORRO DEL CANO - GR11_SILICIO
1263 - VENTORRO DEL CANO - GR10_SSCC
1253 - COCHERAS - GR11_SILICIO
1254 - COCHERAS - GR10_SSCC

Tracción + SSAA en línea [kWh]

1307 + 1303 + 1300 + 1295 + 1291 + 1287 + 1283 + 1274 + 1270 + 1267 + 1262 + 1312
+1306 + 1301 + 1296 + 1292 + 1288 + 1284 + 1279 + 1271 + 1268 + 1263

1307 - ARAVACA - GR11-SILICIO1
1312 - ARAVACA – GR31-SSAA
1303 - AVENIDA DE EUROPA - GR11-SILICIO
1306 - AVENIDA DE EUROPA – GR31-SSAA
1300 - BELGICA - GR11_SILICIO_1
1301 - BELGICA – GR31_SSAA

1295 - BOADILLA CENTRO - GR11_SILICIO
1296 - BOADILLA CENTRO - GR10_SSCC
1291 - CANTABRIA - GR11_SILICIO
1292 - CANTABRIA - GR10_SSCC
1287 - CIUDAD DEL CINE - GR11_SILICIO
1288 - CIUDAD DEL CINE - GR10_SSCC
1283 - COLONIA JARDIN - GR11_SILICIO1
1284 - COLONIA JARDIN - GR31_SSAA
1274 - PUERTA DE BOADILLA - GR11_SILICIO
1279 - PUERTA DE BOADILLA - GR10_SSCC
1270 - RETAMARES - GR11_SILICIO
1271 - RETAMARES - GR10_SSCC
1267 - SOMOSAGUAS SUR - GR11_SILICIO1
1268 - SOMOSAGUAS SUR - GR31_SSAA
1262 - VENTORRO DEL CANO - GR11_SILICIO
1263 - VENTORRO DEL CANO - GR10_SSCC

Tracción + SSAA en TYC [kWh]

1253 + 1254

1253 - COCHERAS - GR11_SILICIO
1254 - COCHERAS - GR10_SSCC

Centros de Transformación línea [kWh]

1364 PBO-CT
1365 CCI-CT
1366 ECJ-CT
1367 RET-CT

1368 MNT-CT
1369 VCA-CT
1370 CTB-CT
1371 BOC-CT
1372 SIX-CT
1373 CLA-CT
1374 SSU-CT
1375 PZO-CT
1376 BLG-CT
1377 CSO-CT
1378 AEU-CT
1379 BRN-CT
1380 EAV-CT

Talleres y Cocheras TOTAL (BT) [kWh]

1355 + 1360

1355 – ACOMETIDA_TRAFO1

1360 – ACOMETIDA_TRAFO2

Talleres y Cocheras sin autoconsumos (BT) [kWh]

1355 + 1360 - 1406

1355 – ACOMETIDA_TRAFO1

1360 – ACOMETIDA_TRAFO2

1406 – PLACA – SOLAR

3.3.2.2.1 Nave de Estacionamiento [kWh]

1361

3.3.2.2.2. Nave Taller [kWh]

1354

3.3.2.2.3. Nave Lavado Ampliación CGBT [kWh]

1362

3.3.2.2.4. Sala Calderas [kWh]

1353

3.3.2.2.5 PCC & Socorro Conmutación Red – Socorro [kWh]

1359

3.3.2.2.6. Alumbrado Exterior [kWh]

1356

3.3.2.2.8. Edificio Mantenimiento [kWh]

1408 EDF-MANTENIMIENTO

3.3.2.2.9. Clima Oficinas Climatización + UTAs cubierta oficina (1 y 4) [kWh]

1407 ANA-CLIMA

3.3.2.2.10. Placa Solar [kWh]

1406

3.3.3.1.1. Planta Baja Oficinas Planta Baja[kWh]

1357

3.3.3.1.2. Planta primera Oficinas Planta Primera [kWh]

1358

3.3.1.3.- No tracción a 380V ó 220V [kWh]

3.2.1 Consumo acometidas IBERDROLA ECJ [kWh] ***SIGEST***

1286 + 1285

GR15_C1_IBERD + GR16_C2_IBERD

+

3.2.2 Consumo acometidas IBERDROLA EAV [kWh] ***SIGEST***

1310

(GR15.1-C1-IBERDROLA)

+

3.2.3 Consumo acometidas IBERDROLA PBO [kWh] ***SIGEST***

1277

-

Tracción total a 750 V [kWh]

1307 + 1303 + 1300 + 1295 + 1291 + 1287 + 1283 + 1274 + 1270 + 1267 + 1262
+ 1253

TOTAL NO TRACCIÓN = (1286 + 1285 + 1310 + 1277) – (1307 + 1303 + 1300 + 1295 + 1291
+ 1287 + 1283 + 1274 + 1270 + 1267 + 1262 + 1253)

TOTAL = CONSULTA1 – CONSULTA2

Consulta1: Where NOMBRE_EQUIPO LIKE 'GR65%' And
NOMBRE_SUBESTACION <> 'Cocheras de Pozuelo'

Resultado:

ARAVACA - GR65-C1-TUNEL

COLONIA JARDIN - GR65_C1_15KV_CT

PUERTA DE BOADILLA - GR65_SALIDA1

Consulta2: Where NOMBRE_EQUIPO LIKE '%TRAFO%' And
NOMBRE_SUBESTACION = 'CGBT-COCHERAS'

3.3.1.- Operación

TOTAL = 3.3.1.1.- Tracción a 750 V [kWh] + 3.3.1.3.- No tracción a 380V ó 220V [kWh]

= Tracción a 750 V en línea [kWh]

1307 + 1303 + 1300 + 1295 + 1291 + 1287 + 1283 + 1274 + 1270 + 1267 + 1262

+ Centros de Transformación línea [kWh]

1364 + 1365 + 1366 + 1367 + 1368 + 1369 + 1370 + 1371 + 1372 + 1373 + 1374 + 1375
+ 1376 + 1377 + 1378 + 1379 + 1380

TOTAL OPERACIÓN = 1307 + 1303 + 1300 + 1295 + 1291 + 1287 + 1283 + 1274 +
1270 + 1267 + 1262 + 1364 + 1365 + 1366 + 1367 + 1368 + 1369 + 1370 + 1371 + 1372 + 1373
+ 1374 + 1375 + 1376 + 1377 + 1378 + 1379 + 1380

3.3.2.- Mantenimiento

TOTAL = 3.3.2.1.- Tracción a 750 V [kWh] + 3.3.2.2.- No tracción a 380V ó 220V [kWh]

= Tracción a 750 V TYC [kWh]

1253

+ Talleres y Cocheras TOTAL (BT) [kWh]

1355 + 1360

- OFI_PTA_BAJA – OFI_PTA_PRIMERA

- 1357 – 1358

TOTAL MANTENIMIENTO = 1253 + 1355 + 1360 – 1357 – 1358

3.3.3.- Estructura

OFI_PTA_BAJA + OFI_PTA_PRIMERA

1357 + 1358

ANEXO VII

Relaciones de transformación. Ajuste de protecciones



Registro Ajustes Protecciones MT de ML2 ECJ

Real Campo

Rel Tra Pro	ECJ	SSU	BLG	AEU	EAV
15.1					400 / 5
15.2	400 / 5				400 / 5
16	400 / 5				/ 5
11	100 / 5	100 / 5	100 / 5	100 / 5	100 / 5
10					/
21	400 / 5	400 / 5	400 / 5	400 / 5	400 / 5
22	400 / 5	400 / 5	400 / 5	400 / 5	/ 5
65	100 / 5				100 / 5

En configuración Relé

Rel Tra Pro	ECJ	SSU	BLG	AEU	EAV
15.1					200/5
15.2	400/5				200/5
16	400/5				
11	50/5	50/5	50/5	50/5	50/5
10					
21	200/5	200/5	200/5	200/5	200/5
22	200/5	200/5	200/5	200/5	
65	50/5				50/5

Analizador

Rel Tra Med

Rel Tra Med	ECJ	SSU	BLG	AEU	EAV
15.1					200 / 5
15.2	200 / 5				200 / 5
16	200 / 5				
11	50 / 5	50 / 5	50 / 5	50 / 5	50 / 5
10					
21	200 / 5	200 / 5	200 / 5	200 / 5	200 / 5
22	200 / 5	200 / 5	200 / 5	200 / 5	
65	50 / 5				50 / 5

Rel Tra Med

Rel Tra Med	ECJ	SSU	BLG	AEU	EAV
15.1					
15.2					
16					
11					
10					
21					
22					
65					



Registro Ajustes Protecciones MT de ML3

Real Campo

Rel Tra Pro	CCI	TYC	RTM	VCA	CTB	BOC	PBO
15.1							200/5
15.2							200/5
16							
11	100/5	100/5	100/5	100/5	100/5	100/5	100/5
10							
21	200/5	200/5	200/5	200/5	200/5	200/5	
22	200/5	100/5	200/5	200/5	200/5	200/5	100/5
65		100/5					200/5

En configuración Relé

Rel Tra Pro	CCI	TYV	RTM	VCA	CTB	BOC	PBO
15.1							200/5
15.2							200/5
16							
11	200/5	100/5	100/5	100/5	100/5	100/5	100/5
10							
21	200/5	200/5	200/5	200/5	200/5	200/5	200/5
22	200/5	200/5	200/5	200/5	200/5	400/5	200/5
65		100/5					100/5

	200-400 / 5
	200-400 / 5
	100 / 5
	100-200 / 5
	100-200 / 5
	100 / 5

Rel Tra Med

	CCI	TYC	RTM	VCA	CTB	BOC	PBO
15.1							200/5
15.2							200/5
16							
11	100/5	100/5	100/5	100/5	100/5	100/5	100/5
10							
21	200/5	200/5	200/5	200/5	200/5	200/5	
22	200/5	100/5	200/5	200/5	200/5	200/5	100/5
65							200/5

Analizador

Rel Tra Pro	CCI	TYV	RTM	VCA	CTB	BOC	PBO
15.1							
15.2							
16							
11							
10							
21							
22							
65							

