



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Plan de Mantenimiento de la maquinaria y de la instalación  
eléctrica de una lavandería industrial

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Eléctrica

AUTOR/A: Galvez Ortiz, Noelia

Tutor/a: Molina Palomares, María Pilar

Cotutor/a: Antonino Daviu, José Alfonso

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023

## Índice

Índice de anexos.....	3
Índice de figuras .....	4
Índice de tablas .....	6
1. Memoria.....	8
1.1. Objeto.....	8
1.1.1. Alcance .....	8
1.2. Introducción .....	9
1.2.1. Antecedentes históricos.....	9
1.3. Descripción detallada de la instalación.....	11
1.3.1. Características .....	11
1.3.2. Características eléctricas de los receptores .....	13
1.3.3. Características de la maquinaria .....	23
1.4. Análisis de alternativas y solución adoptada .....	33
1.5. Planificación del Mantenimiento de la Maquinaria .....	34
1.5.1. Mantenimiento Lavadoras .....	35
1.5.2. Mantenimiento Secadora.....	35
1.5.3. Mantenimiento Rodillo de Planchado.....	36
1.5.4. Mantenimiento Turbina .....	37
1.5.5. Mantenimiento Bombas.....	37
1.5.6. Mantenimiento Caldera .....	38
1.5.7. Mantenimiento Termoeléctrico.....	40
1.6. Planificación de Mantenimiento de la Instalación Eléctrica .....	41
1.6.1. Mantenimiento de cuadros y cuadros secundarios eléctricos.....	42
1.6.2. Puesta a Tierra.....	44
1.6.3. Revisión del alumbrado.....	44
1.7. Acciones propuestas de mantenimiento predictivo .....	45
1.8. Medidas reales efectuadas sobre la instalación .....	46
1.8.1. Medidas proporcionadas por el comprobador de instalaciones .....	46
1.8.2. Medidas de Iluminancia .....	56
1.8.3. Termografía .....	57
1.9. Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).....	65
2. Planos .....	67
3. Pliego de Condiciones .....	69
3.1. Objeto.....	69



3.2.	Normativa aplicable .....	70
3.3.	Requisitos de la empresa mantenedora .....	71
3.4.	Trabajos a realizar .....	71
3.5.	Personal.....	74
3.6.	Jornada Laboral .....	74
3.7.	Vacaciones.....	74
3.8.	Uniformes y EPIS .....	75
3.9.	Servicios de Guardia.....	78
3.10.	Organización de Servicio .....	78
3.11.	Contratación.....	80
3.12.	Obligaciones de la empresa de mantenimiento .....	80
3.13.	Almacén.....	80
3.14.	Gestión de residuos.....	81
3.15.	Mantenimientos especializados.....	85
4.	Presupuesto .....	87
4.1.	Personal de mantenimiento.....	87
4.2.	Medios materiales.....	88
4.3.	Desglose económico del servicio de mantenimiento .....	88
4.4.	Desglose económico de los medios materiales .....	88
5.	Conclusiones.....	91
6.	Bibliografía .....	92

## Índice de anexos

Anexo nº 1: Hoja de encargo.....	94
Anexo nº 2: Fichas Técnicas. ....	97

## Índice de figuras

Figura 1: Referencia Catastral .....	11
Figura 2: Plano de distribución.....	12
Figura 3: Esquema del proceso .....	13
Figura 4: Cuadro general .....	13
Figura 5: Cuadro secundario suministro agua caliente .....	14
Figura 6: Cuadro secundario zona de secado.....	15
Figura 7: Ficha Técnica de Lavadora Industrial FX 180.....	24
Figura 8: Lavadora Industrial.....	25
Figura 9: Vistas de la Lavadora Industrial.....	25
Figura 10: Secadora Industrial.....	26
Figura 11: Plancha de rodillos .....	27
Figura 12: Turbina SV-125/H .....	28
Figura 13: Vistas de la turbina.....	28
Figura 14: Bomba circuladora PC—1035.....	29
Figura 15: Bomba Circulatoria UPS 25-60 180 .....	30
Figura 16: Caldera Eurofell 20 S .....	31
Figura 17: Termo Eléctrico PRO B STI.....	32
Figura 18: Esquema de la solución adoptada.....	34
Figura 19: Medida de corrientes de fuga .....	40
Figura 20: Espectro electromagnético captado por una cámara termográfica [23].....	46
Figura 21: Configuración comprobador de instalaciones para prueba de diferenciales .....	47
Figura 22: Prueba de diferencial monofásico .....	48
Figura 23: Prueba de diferencial trifásico .....	49
Figura 24: Configuración comprobador de instalaciones para giro de fases RST .....	49
Figura 25: Detector de Giro de Fases RST .....	50
Figura 26: Configuración del comprobador de instalaciones para la prueba de la impedancia. 50	
Figura 27: Impedancia de bucle de defecto (P-PE) .....	51
Figura 28: Esquema TT .....	51
Figura 29: Impedancia de línea P-N .....	53
Figura 30: Impedancia de línea P-P .....	54
Figura 31: Medidas de intensidades con Comprobador de instalaciones .....	55
Figura 32: Medidas de Tensiones con el Comprobador de instalaciones.....	55
Figura 33: Medidas de Potencia Trifásica con el Comprobador de instalaciones.....	55
Figura 34: Termografía Tuberías .....	59
Figura 35: Termografía Tuberías 2 .....	59
Figura 36: Termografía Tubería de salida del Termo .....	60
Figura 37: Termografía Secadora .....	61
Figura 38: Termografía Rulo 1.....	62
Figura 39: Termografía Rulo 2.....	62
Figura 40: Termografía Cuadro General.....	63
Figura 41: Termografía Cuadro secundario suministro agua caliente .....	63
Figura 42: Termografía cuadro secundario zona de secado .....	64
Figura 43: Casco de seguridad.....	75
Figura 44: Casco de protección auditiva .....	75
Figura 45: Lentes de seguridad .....	76
Figura 46: Guantes de protección .....	76
Figura 47: Guantes aislantes de la tensión eléctrica.....	76



Figura 48: Calzado de seguridad .....	77
Figura 49: chaleco reflectante .....	77
Figura 50: Pantalla facial .....	77
Figura 51: Guantes de nitrilo.....	78
Figura 52: Mascarilla desechable .....	78
Figura 53: Etiqueta de Envases Metálico Contaminado.....	82

## Índice de tablas

Tabla 1: Ficha Técnica Interruptor Control de Potencia .....	16
Tabla 2: Ficha Técnica Interruptor Diferencial F .....	17
Tabla 3: Ficha Técnica Interruptor Diferencial AL .....	17
Tabla 4: Ficha Técnica Interruptor automático de 3 polos 25 A .....	18
Tabla 5: Ficha Técnica Interruptor automático de 2 polos 25 A .....	19
Tabla 6: Ficha Técnica Interruptor automático de 2 polos y 10A .....	19
Tabla 7: Ficha Técnica Interruptor automático de 3 polos y 40 A .....	20
Tabla 8: Ficha Técnica Interruptor automático de 4 polos y 50A .....	20
Tabla 9: Ficha Técnica Interruptor automático de 2 polos y 25 A .....	21
Tabla 10: Ficha Técnica Interruptor automático de 2 polos y 16A .....	21
Tabla 11: Ficha Técnica Interruptor automático de 4 polos 20A .....	22
Tabla 12: Ficha Técnica de Secadora Industrial T-25 .....	26
Tabla 13: Ficha Técnica Rodillo de planchado S120/18EM .....	27
Tabla 14: Ficha Técnica Turbina SV-125/H .....	28
Tabla 15: Ficha Técnica bomba circuladora PC-1035 .....	29
Tabla 16: Ficha Técnica Bomba Circulatoria UPS 25-60 180 .....	30
Tabla 17: Ficha Técnica Caldera Eurofell 20 S .....	31
Tabla 18: Ficha Técnica Termo Eléctrico PRO B STI .....	32
Tabla 19: Mantenimiento Lavadora .....	35
Tabla 20: Mantenimiento Rodillo de Planchado .....	36
Tabla 21: Mantenimiento Turbina .....	37
Tabla 22: Mantenimiento Bombas .....	38
Tabla 23: Mantenimiento Caldera .....	39
Tabla 24: Mantenimiento Termo .....	40
Tabla 25: Valores mínimos de la resistencia de aislamiento .....	41
Tabla 26: Mantenimiento de cuadro y cuadro secundarios eléctricos .....	43
Tabla 27: Comprobación para el mantenimiento de la Puesta a Tierra .....	44
Tabla 28: Revisión de alumbrado .....	44
Tabla 29: Valores máximos del tiempo de funcionamiento para corrientes diferenciales pulsantes .....	48
Tabla 30: Valores máximos permitidos en la impedancia de bucle norma EN-61557-3 .....	53
Tabla 31: Tabla 24 de la norma UNE-EN 12464-1:2022 para lavanderías .....	56
Tabla 32: Tabla 34 de la norma UNE-EN 12464-1:2022 para oficinas .....	56
Tabla 33: Tabla 10 de la norma UNE-EN 12464-1:2022 para áreas generales en el interior de edificios .....	57
Tabla 34: Valores obtenidos y valores requeridos .....	57
Tabla 35: Objetivos de Desarrollo Sostenible .....	65
Tabla 36: Presupuesto .....	89
Tabla 37: Ficha Técnica Luxómetro LX10108 .....	98
Tabla 38: Ficha Técnica Comprobador de instalaciones .....	99
Tabla 39: Ficha Técnica Pinza Amperimétrica .....	103
Tabla 40: Ficha Técnica Multímetro Codell .....	103
Tabla 41: Ficha Técnica Cámara Termográfica .....	104



---

TRABAJO FINAL DE GRADO:  
PLAN DE MANTENIMIENTO DE  
MAQUINARIA E INSTALACIÓN ELÉCTRICA  
DE UNA LAVANDERÍA INDUSTRIAL.

---

Documento nº 1: MEMORIA

Titulación: Grado en Ingeniería Eléctrica.

*Autora: Gálvez Ortiz, Noelia*

*Tutora: Molina Palomares, María Pilar*

*Co-Tutor: Antonino Daviu, José Alfonso*

Curso: 2022/2023

## 1. Memoria

### 1.1. Objeto

En el presente Trabajo Final de Grado se propone un Plan de Mantenimiento para la maquinaria e instalación eléctrica de una lavandería industrial ubicada en Alhama de Granada.

Un plan de mantenimiento adecuado y bien ejecutado puede evitar problemas que afecten negativamente a la producción, como son paradas no planificadas, retrasos en la entrega de productos o servicios, aumento de costos y disminución de la calidad.

La labor principal será estudiar la situación actual de la empresa, a través de una descripción detallada de la maquinaria y de la instalación, para posteriormente, realizar las acciones de mantenimiento preventivo explicando su periodicidad, así como medios humanos y técnicos para su desarrollo. Para maximizar la eficiencia del plan de mantenimiento, en este trabajo se propone incorporar acciones de mantenimiento predictivo, que permitan detectar posibles fallos antes de que ocurran. Estas acciones pueden incluir el uso de sensores y monitores en tiempo real.

El plan de mantenimiento propuesto se acompaña de diversas medidas efectuadas en la instalación de lavandería industrial, a fin de ilustrar la aplicación de algunas de las acciones detalladas en el plan.

En resumen, la implementación de una estrategia de mantenimiento adecuada en una lavandería industrial puede tener un impacto significativo en la disponibilidad de los equipos, la eficiencia de la producción la reducción de costos y la mejora de la calidad de los productos o servicios ofrecidos.

#### 1.1.1. Alcance

El alcance del plan de mantenimiento industrial en una lavandería es de suma importancia para asegurar la continuidad y la eficiencia de la producción. Este plan se enfoca en la conservación y reparación de los equipos de lavado, secado, planchado, y de la instalación eléctrica.

El ámbito de aplicación de este plan está orientado para tres lavadoras industriales, dos secadoras industriales, dos rodillos de planchado y una turbina de extracción de gases procedentes de las secadoras. También está equipada con dos motobombas, una caldera, un termo. El objetivo de este último equipo es suministrar agua caliente a las lavadoras para sus ciclos de lavado.

En cuanto a instalación eléctrica, está formada por un cuadro principal y dos cuadros secundarios con las respectivas protecciones, además de otras partes preceptivas como canalizaciones o instalaciones de puesta a tierra, así como instalaciones de alumbrado. Todas estas partes se detallarán convenientemente durante el trabajo.



Por tanto, el mantenimiento estará dividido dos áreas: mantenimiento de maquinaria y mantenimiento eléctrico.

El mantenimiento de la maquinaria se enfoca en el mantenimiento y reparación de las máquinas de lavado, secado, y planchado, y sobre el equipo suministrador de agua caliente, mientras que el mantenimiento eléctrico se ocupa del mantenimiento y reparación de los elementos de la instalación eléctrica.

Para ello se va a llevar a cabo un mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo, donde se busca minimizar el tiempo de inactividad no programado de las máquinas, lo que se traduce en una mayor eficiencia en la producción y, por tanto, en un aumento de la rentabilidad de la lavandería. Además, la gestión adecuada del mantenimiento puede mejorar la seguridad laboral y la satisfacción del cliente al proporcionar un servicio de calidad y sin interrupciones.

## 1.2. Introducción

Se entiende el Mantenimiento Industrial como el proceso por el cual se revisan en detalle todas las instalaciones, maquinaria, equipo y cualquier otro elemento de un proceso industrial para detectar fallas y mejoras con el fin de repararlos a tiempo.

Dada la importancia de realizar este tipo de estudio en cualquier industria en cadena, como es el ejemplo a realizar, con el fin de mejorar la calidad, funcionalidad, mantenibilidad, fiabilidad y seguridad de los equipos y de los usuarios, buscando así también, aumentar los beneficios.

### 1.2.1. Antecedentes históricos

La historia del mantenimiento industrial puede verse reflejado en cinco etapas importantes [fte 2][fte 6]:

Primera Etapa: Durante la segunda mitad del siglo XVIII en Gran Bretaña, tras el invento de la máquina de vapor, miles de personas habían abandonado el campo para trabajar en fábricas de carbón y hierro. Fue así, tras la aparición de las primeras industrias y máquinas como surgieron los primeros fallos en estas. Se comenzó a implementar el mantenimiento industrial, en concreto el Mantenimiento Correctivo, que consistía en la reparación de un fallo o avería, ocasionando que la máquina afectada parase su producción y, en consecuencia, la cadena entera.

Segunda Etapa: Con el tiempo se fue extendiendo y se fueron especializando los procesos y habilitando al personal para garantizar un estado óptimo de las máquinas a través del tiempo, ya que, en sus inicios, eran los propios operarios quienes se ocupaban de este tipo de tareas, pero cuando apareció maquinaria más compleja se decidió crear un departamento que se dedicase únicamente al mantenimiento, el cual realiza inspecciones rutinarias, detección y monitoreo sistemático de fallos

A raíz surge el auge del Mantenimiento Preventivo, el cual podría situarse durante la Segunda Guerra Mundial, en el ámbito militar, con la inspección de aviones antes de cada vuelo, realizando inspecciones rutinarias, detección y monitoreo sistemático de fallas, y con el cambio de algunos componentes en función del número de horas de funcionamiento, evitando así también que la cadena de producción se parase.

Tercera Etapa: En la década de 1960, el mantenimiento estaba basado en la prevención y en la corrección, y gran parte de este sector estaba limitado a la electricidad, mecánica, cambio de piezas, lubricación o engrase. Los planes de mantenimiento eran costosos y muchas veces se realizaban las tareas de mantenimiento cuando estaban programadas, pero son conocimiento de si era necesario o no. Esto provocaba que no hubieses mejoras notables, surge así la idea de Mantenimiento Predictivo con el fin de monitorear con indicadores, sensores y dispositivos cada activo, y poder predecir un mal funcionamiento o una posible avería.

De este modo, el objetivo era tomar primero datos clave de los equipos para conocer la vida útil de sus componentes para realizar acciones de mantenimiento y tomar previsiones al respecto. Implicó, por tanto, dar prioridad a algunos activos por lo que se empezó a aplicar técnicas de verificación mecánica como son el análisis de vibraciones y ruidos. Los datos obtenidos de estos ensayos eran registrados para obtener gráficos de comportamiento a lo largo de tiempo, y, por ende, operarios con conocimiento para poder leer correctamente estas medidas.

Cuarta Etapa: El Mantenimiento Preventivo Total (TPM), el cual engloba el Mantenimiento Correctivo, Preventivo y la Gestión de Calidad, surge en Japón tras la Segunda Guerra Mundial, en ese momento las industrias japonesas concluyeron que la calidad de los productos es un pilar fundamental para competir con éxito en el mercado mundial. Fue la empresa Nippondenso, perteneciente al miembro del grupo Toyota, fue la primera empresa en introducir dicho mantenimiento. La ideología del TPM busca realizar un mantenimiento menos costoso que el preventivo, para ello se introduce el mantenimiento autónomo, que consiste en capacitar a los operarios de producción para realizar tareas básicas de mantenimiento. El entrenamiento del operario fue fundamental ya que lo hacía responsable de la calidad y fiabilidad del equipo.

Quinta Etapa: En Estados Unidos se implementó la práctica de Mantenimiento Centrado en la Fiabilidad (RCM) como una metodología predictiva para mejorar la seguridad en la aviación comercial, debido a que los equipos fallaban con frecuencia y esto ocasionaba accidentes.

Anteriormente, los técnicos aplicaban una estrategia de mantenimiento preventivo que consistía en cambiar las piezas cada cierto tiempo, sin embargo, esto no era suficiente para reducir las fallas en los equipos. Después de 20 años de investigación, se determinó que la práctica RCM era la solución, la cual consistía en someter los componentes de los aviones a pruebas para determinar su vida útil en condiciones distintas.

El objetivo era identificar los elementos críticos que se desgastan con el uso y predecir fallas en equipos y componentes, y así ajustar las tareas de mantenimiento de forma proactiva para asegurar que un elemento físico continuara desempeñando las actividades que se esperaban de él en su contexto. Con RCM, ya no se trataba de cambiar una pieza sin saber si era necesario, sino de hacerlo en base a una previsión de su desgaste y la necesidad real de reemplazo.

Actualmente, En el contexto de la globalización, la evolución de equipos y técnicas en el mundo industrial es cada vez más dinámica. La revolución informática impactó especialmente en la producción, la calidad, el flujo de trabajo, entre otros aspectos, durante las últimas décadas. Las empresas se han visto obligadas a adaptarse a las nuevas tecnologías para poder competir en el mercado actual.

En este sentido, el mantenimiento industrial también ha tenido que modernizarse y hoy en día un Software de Mantenimiento es imprescindible para gestionar activos industriales de forma ordenada y detallada. La complejidad de los equipos y sus componentes informáticos intrínsecos hacen necesaria la incorporación de herramientas que permitan leer datos de sensores y gestionarlos para llevar un control y monitoreo sobre activos tan complejos.

Los Software de Mantenimiento permiten a las empresas gestionar los procesos de mantenimiento, asignar tareas, realizar monitoreos y diagnósticos de fallas, identificar las prácticas óptimas, mejorar el desempeño a futuro, controlar el cumplimiento de tareas asignadas, registrar el historial de fallas y generar informes con resultados de la inspección. En resumen, estas herramientas son fundamentales para mejorar la productividad y eficiencia en el mantenimiento industrial y así lograr una mejor posición en el mercado.

### 1.3. Descripción detallada de la instalación.

#### 1.3.1. Características

A continuación, se describen las especificaciones técnicas de la lavandería en estudio:

Está ubicada en Calle Agua Nº 25, Alhama de Granada, en la provincia de Granada (18120).

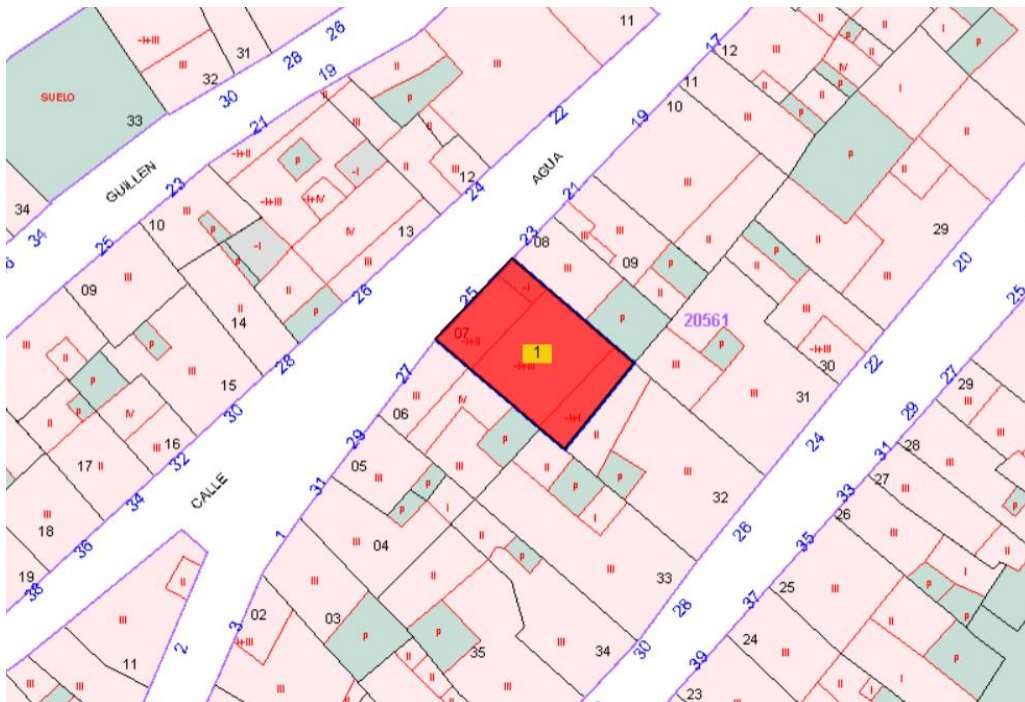


Figura 1: Referencia Catastral

Consta de aproximadamente 300 m<sup>2</sup> de superficie, los cuales están divididos:

- Zona de Lavado: 75 m<sup>2</sup>
- Zona de Secado: 75 m<sup>2</sup>
- Zona de Planchado: 75 m<sup>2</sup>
- Zona de Empaquetado: 75 m<sup>2</sup>

Se puede ver la distribución en la siguiente imagen:

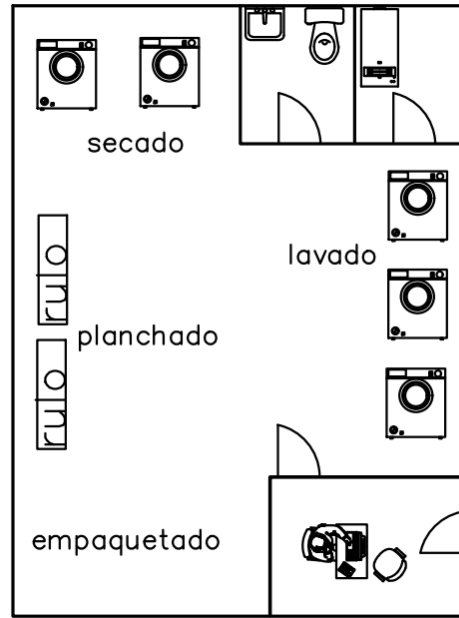


Figura 2: Plano de distribución

La actividad que se realiza en esta industria es un proceso de limpieza y mantenimiento de textiles a gran escala, mayoritariamente de ropa de cama, toallas, servilletas y manteles procedentes de hoteles y restaurantes.

Este proceso es el siguiente:

1. Recepción y clasificación de la ropa: La ropa se clasifica según el tipo de tejido, el color, la temperatura de lavado, la fragilidad entre otros factores. Esta clasificación es importante para garantizar que se utilice el ciclo de lavado correcto para cada tipo de ropa.
2. Suministro de agua caliente: Gracias al equipo formado por un termo, y dos motobombas se abastece a las lavadoras con agua caliente.
3. Lavado: La ropa se lava en lavadoras industriales que utilizan detergentes y productos químicos específicos según el tipo de tela y la suciedad presente en la ropa. También se puede agregar suavizante y blanqueador según sea necesario.
4. Secado: Después del lavado, la ropa se seca en secadoras industriales a una temperatura y velocidad adecuadas para cada tipo de tejido. A través de la turbina, la humedad se expulsa directamente al exterior.
5. Planchado: Se procede a este paso para eliminar arrugas, se lleva a cabo en rulos industriales.
6. Empaquetado: Se dobla la ropa y se empaqueta en bolsas para su posterior entrega a clientes.

Todo el transporte de la ropa se realiza mediante carros de lavanderías con puertas abatibles.

Es importante tener en cuenta que en cada paso del proceso de lavado y secado se deben seguir estrictas normas de higiene y seguridad para evitar la contaminación cruzada y garantizar la calidad del servicio prestado.

En la siguiente imagen se puede ver el esquema del proceso a seguir:



Figura 3: Esquema del proceso

### 1.3.2. Características eléctricas de los receptores

La instalación eléctrica de baja tensión está constituida por un cuadro general, y por dos cuadros secundarios, uno para la zona de suministro de agua caliente, y otro para la zona de planchado.

#### Cuadro General:

La siguiente Figura 4: Cuadro general, muestra la distribución de este:

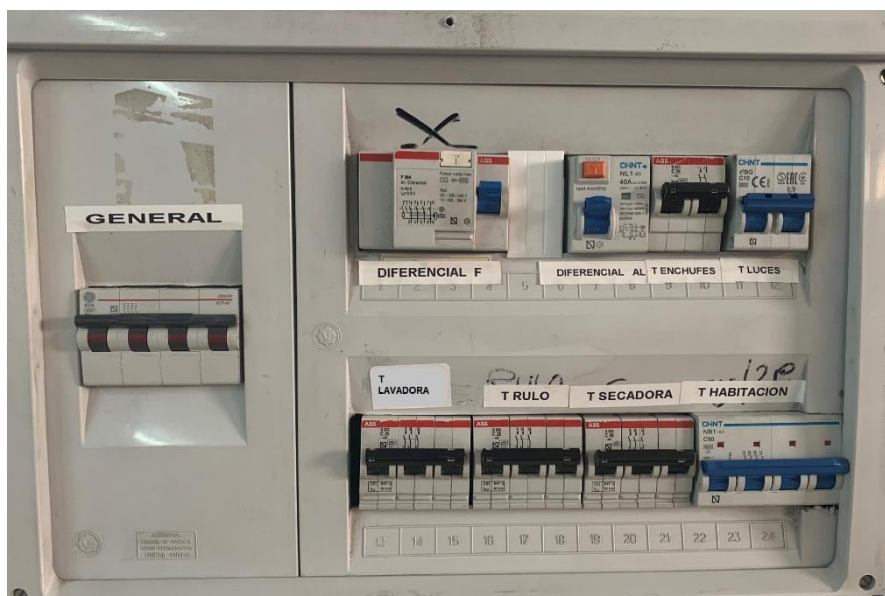


Figura 4: Cuadro general

Está formado por, de izquierda a derecha, y de arriba abajo:

Interrupor General Automático (IGA), de 63 A y un total de 3P+N.

Interrupor Diferencial F ( $ID_F$ ) de 40 A y 4 polos,  $I_{\Delta n}$  de 300mA.

Interrupor Diferencial AL ( $ID_{AL}$ ), de 40 A y 2 polos,  $I_{\Delta n}$  de 30mA.

Interrupor Automática Enchufes (PIA), de 25 A y 2 polos.

Interrupor Automático Luces (PIA), de 10 A y 2 polos, interrupor de todos los puntos de luz del recinto.

Interrupor Automático Lavadora (PIA), de 25 A y 3 polos, corresponde con las lavadoras.

Interrupor Automático Rulo (PIA), de 25 A y 3 polos, perteneciente a la zona de planchado.

Interrupor Automático Secadora (PIA), de 40 A y 3 polos, perteneciente al cuadro secundario zona de secado.

Interrupor Automático Habitación (PIA), de 50 A y 4 polos, perteneciente al cuadro secundario de agua.

Cuadro secundario suministro agua caliente: se presenta a continuación, la Figura 5: Cuadro secundario suministro agua caliente, detallando las características:



Figura 5: Cuadro secundario suministro agua caliente

Interruptor Automático Enchufe (PIA): de 15 A y 2 polos, pertenece al enchufe que aparece en el cuadro.

Interruptor Automático Motobomba (PIA): de 15 A y 2 polos, pertenece la motobomba que distribuye el agua caliente.

Interruptor Automático Motobomba (PIA): de 15 A y 2 polos, pertenece a otra motobomba que sirve de apoyo.

Interruptor Automático Caldera (PIA): de 16 A y 2 polos, pertenece a la caldera, según la ITC-BT-45 del REBT.

Interruptor General (IGA): de 20 A y 4 polos, pertenece al interruptor general perteneciente a la maquinaria para proporcionar el agua caliente.

Interruptor Automático Termo (PIA): de 20 A y 3 polos, perteneciente al termo que proporciona agua caliente a las lavadoras.

Cuadro secundario zona secado: La siguiente Figura 6: Cuadro secundario zona de secado se muestra a continuación, con sus relativos pequeños interruptores automáticos:



Figura 6: Cuadro secundario zona de secado

Interruptor Automático Enchufe (PIA): de 25 A y 2 polos, pertenece a uno de los rodillos de planchado.

Interruptor Automático Plancha (PIA): de 25 A y 2 polos, este interruptor es para uno de los rodillos de planchado.

Interruptor Automático Secadora Pequeña (PIA): de 25 A y 3 polos, pertenece a una secadora

Interruptor Automático Secadora Grande (PIA): de 25 A y 3 polos, pertenece a la segunda secadora.

Se presentan a continuación, las fichas técnicas de los interruptores automáticos, pequeños interruptores automáticos que forman parte del cuadro general:

Interruptor de Control de Potencia	
Familia	Protección de líneas
I	63 A
Nº de polos	3P+N
Nº de módulos	4
Curvas de disparo magnetotérmico	ICP
Grupo	ElfaPlus
Interruptores	EB60 : 6Ka -ICP-M
Terminales-Abajo	Bornes tornillos
Terminales-Arriba	Tornillo
Normas	6kAUNE 20317-88/93
CA/CC	CA
Homologaciones	AENOR;CE;ICP-M
Tensión nominal	230V / 400V
Poder de corte asignado (kA)	6
Capacidad de los bornes: max	25-35 mm <sup>2</sup>
Endurancia eléctrica	20000/1000
Tension mínima de empleo U <sub>bmin</sub>	12V
Temperatura de funcionamiento	-25°C / 55°C
Capacidad de los bornes	0.75 / 1 mm <sup>2</sup>
Tropicalización	95% H.R para 55°C

Tabla 1: Ficha Técnica Interruptor Control de Potencia



Interruptor Diferencial	
$I_n$	40A
Nº de polos	4 polos
$I\Delta n$	300 mA
Rango de disparo	0.5 ... 1· $I\Delta n$
Tiempo de disparo	1x $I\Delta n$ : $\leq 300$ ms; 5x $I\Delta n$ : $\leq 40$ ms
Cortocircuito	6000 A combinados con fuse aguas arriba gL 63A
Sobretension	250 A
$U_n$	230/400V
UBmax	$U_n + 10 \%$
Ubmin	24V
Potencia minima de operación	0.1VA
Voltaje en dispositivos de prueba UT	100 hasta 264V
Frecuencia	50 a 60 Hz
Encapsulado	Plástico moldeado
Homologaciones	IEC 61008, EN 61008 and DIV VDE 0664
Temperatura ambiente	-25°C / 55°C

Tabla 2: Ficha Técnica Interruptor Diferencial F

Interruptor Diferencial AL	
$I_n$	40A
Nº de polos	2 polos
$I\Delta n$	30 mA
Tipo de corriente	CA
Dimensiones	35x85x69mm
Frecuencia de red	50/60 Hz
Tensión nominal	230 V CA 50/60 Hz
Temperatura de funcionamiento	-25°C ~ +55°C
Protección IP	IP20

Tabla 3: Ficha Técnica Interruptor Diferencial AL

Interruptor automático de 3 polos 25A	
$I_n$	25A
Nº de Polos	3
Tensión nominal soportado por impulsos( $U_{imp}$ )	4kV
Capacidad nominal de cortocircuito ( $I_{cu}$ )	6kA en AC, DC y 400 V AC
Capacidad nominal de corte en cortocircuito ( $I_{nc}$ )	20kA en 230 V, 10kA en 400 V AC y 440 V AC
Corriente nominal de corte en cortocircuito en servicio ( $I_{cs}$ )	15kA en 230 V AC, 7.5kA en 400 V AC y 440 V AC
Frecuencia	50/60 Hz
Pérdida de potencia	9.6W
Resistencia Eléctrica	20 000 AC Cycle
Resistencia Mécanica	20 000 cycle
Categoría de sobretension	III
Par de apriete	2.8 N·m
Tipo de montaje	DIN-Rail
Temperatura de ambiente de referencia	30°C
Normas	IEC/EN 60898-1 IEC/EN 60947-2 UL 1077

Tabla 4: Ficha Técnica Interruptor automático de 3 polos 25 A

Interruptor automático de 2 polos 25A	
$I_n$	25A
Nº de Polos	2
Tensión nominal soportado por impulsos( $U_{imp}$ )	4kV
Capacidad nominal de cortocircuito ( $I_{cu}$ )	25 kA en 230 V AC, 15KA en 440 V AC
Corriente nominal de corte en cortocircuito en servicio ( $I_{cs}$ )	18.8 kA en 230 V AC
Frecuencia	50/60 Hz
Pérdida de potencia	6.4W
Resistencia Eléctrica	20 000 AC Cycle
Resistencia Mécanica	20 000 cycle
Categoría de sobretension	III
Par de apriete	2 N·m
Tipo de montaje	DIN-Rail
Temperatura de ambiente de referencia	-25°C / 55°C
Normas	IEC/EN 60898-1 IEC/EN 60947-2

Tabla 5: Ficha Técnica Interruptor automático de 2 polos 25 A

Interruptor automático de 10A	
$I_n$	10A
Nº de Polos	2
Tensión nominal ( $U_e$ )	230/400V 240/415V
Tensión de aislamiento ( $U_i$ )	500 V
Frecuencia	50/60 Hz
Capacidad nominal de corte	6000 A
Tension nominal de retirada de impulso ( $U_{imp}$ )	4000
Grado de contaminación	II
Temperatura de ambiente de referencia	-25°C / 55°C

Tabla 6: Ficha Técnica Interruptor automático de 2 polos y 10A

Interruptor automático de 3 polos 40A	
$I_n$	40 A
Nº de Polos	3
Tensión nominal soportado por impulsos( $U_{imp}$ )	4kV
Capacidad nominal de cortocircuito ( $I_{cu}$ )	20kA en 230 V, 10kA en 400 V AC y 440 V AC
Corriente nominal de corte en cortocircuito en servicio ( $I_{cs}$ )	15 kA en 230 V AC, 7.5 kA en 400 V AC y 440 V AC
Frecuencia	50/60 Hz
Pérdida de potencia	14.4 W
Resistencia Eléctrica	10 000 AC Cycle
Resistencia Mécanica	20 000 cycle
Categoría de sobretension	III
Par de apriete	2.8 N·m
Tipo de montaje	DIN-Rail
Temperatura de ambiente de referencia	-25°C / 55°C
Normas	IEC/EN 60898-1 IEC/EN 60947-2 UL 1077

Tabla 7: Ficha Técnica Interruptor automático de 3 polos y 40 A

Interruptor automático de 50A	
$I_n$	50A
Nº de Polos	4
Tensión nominal ( $U_e$ )	230/400V 240/415V
Tensión de aislamiento ( $U_i$ )	500 V
Frecuencia	50/60 Hz
Capacidad nominal de corte	6000 A
Tension nominal de retirada de impulso ( $U_{imp}$ )	4000
Grado de contaminación	II
Temperatura de ambiente de referencia	-25°C / 55°C

Tabla 8: Ficha Técnica Interruptor automático de 4 polos y 50A

Se muestra ahora, el cuadro secundario suministro de agua caliente, dado que hay algunos interruptores automáticos que son iguales que los del cuadro general, no se ha mostrado su ficha técnica:

Interruptor automático de 2 polos 25A	
Nº de Polos	2P
Corriente nominal	32A
Características de disparo	Tipo K
Tensión nominal AC	400V
Capacidad de ruptura a Vr máx	6 kA
Tipo de disyuntor	MCB
Tipo de montaje	Montaje en Carril DIN
Anchura	35mm
Longitud	88mm
Profundidad	69mm

Tabla 9: Ficha Técnica Interruptor automático de 2 polos y 25 A

Interruptor automático de 2 polos 16A	
Nº de Polos	2P
Corriente nominal	16A
Características de disparo	Tipo C
Tensión nominal AC	230V,400V
Tension nominal DC	80V
Capacidad de ruptura a Vr máx	10 kA
Tipo de disyuntor	MCB
Tipo de montaje	Montaje en Carril DIN
Anchura	36mm
Longitud	86.5mm
Profundidad	80mm

Tabla 10: Ficha Técnica Interruptor automático de 2 polos y 16A

Interruptor automático de 4 polos 20A	
Nº de Polos	4P
Corriente nominal	20A
Características de disparo	Tipo B
Tensión nominal AC	400V
Capacidad de ruptura a Vr máx	10 kA
Tipo de disyuntor	MCB
Tipo de montaje	Montaje en Carril DIN
Anchura	70mm
Longitud	83mm
Profundidad	75mm
Tensión nominal soportado por impulsos (Uimp)	4kV
Capacidad nominal de cortocircuito (Icu)	25 kA en 230 V AC, 15KA en 400 V AC y 440 V AC
Capacidad nominal de corte en cortocircuito (Inc)	15 kA en 230 V AC, 25KA en 400 V AC
Frecuencia	50/60 HZ
Resistencia Eléctrica	20 000 AC Cycle
Resistencia Mécanica	10 000 cycle
Corriente nominal de corte en cortocircuito en servicio (Ics)	7.5kA en 230 V AC

Tabla 11: Ficha Técnica Interruptor automático de 4 polos 20A

El cuadro secundario perteneciente a la zona de secado tiene los mismos interruptores que el cuadro general y el cuadro secundario suministro de agua caliente, por lo que se han omitido sus fichas técnicas.



### 1.3.3. Características de la maquinaria

La maquinaria que se va a estudiar es la siguiente:

- Tres lavadoras industriales tipo FX 180 marca Polimatic de 20 kg.
- Dos secadoras industriales modelo T-25 Polimatic, de 25kg.
- Dos rodillos de planchado, marca S120/18Em marca Polimatic.
- Turbina de secadora tipo SV-125/H.
- Bomba circuladora asíncrona PC-1035.
- Bomba circulatoria UPS 25- 180.
- Caldera Eurofell 20 S.
- Termo Eléctrico PRO B STI.

A continuación, se presenta las especificaciones de la lavadora Industrial, se trata de una lavadora de 20kg, la cual consume entre 12-18kW de potencia. Se encuentran tres ejemplares en la lavandería.

Lavadora Industrial FX 180	
Tambor	
Máxima capacidad 1:9	20 kg
Capacidad 1:10	18kg
Volumen del tambor	180 l
Diametro	750mm
Revoluciones	
Revoluciones de lavado	45rpm
Revoluciones de centrifugación	980 rpm
Factor G	400
Calentamiento	
Eléctrico (estandar)	12 / 18 kW
A vapor	1-8 bar
Agua caliente	90 °C
Ruido	<65 db
Conexión del agua	3/4" BSP
Presión del agua	100 - 800 kPa
Presión del agua de reciclaje	300 - 500 kPa
Caudal del agua por la valvula de alimentación	20 l/min
Válvula de desagüe exterior	76 Ø mm
Caudal del agua por la valvula de desagüe	210 l/min
Steam valve connection	100 - 800 kPa
Dimensiones	
AxAxP	1410x970x970 mm
Peso neto	380kg

Figura 7: Ficha Técnica de Lavadora Industrial FX 180





Figura 8: Lavadora Industrial

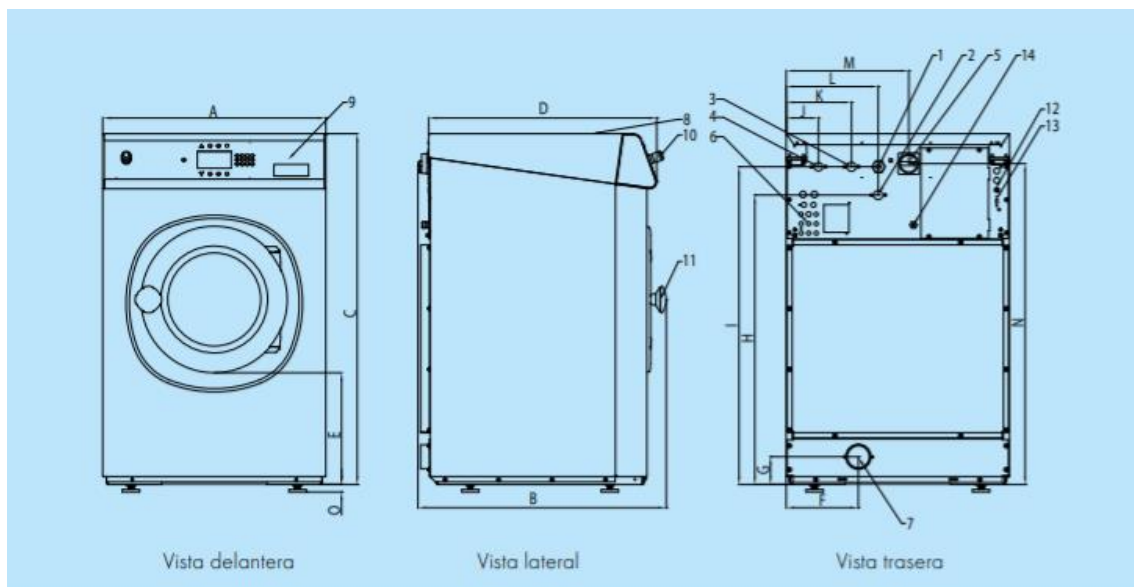


Figura 9: Vistas de la Lavadora Industrial

Leyenda:

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| 1. Conexión eléctrica               | 8. Tolva de detergentes                        |
| 2. Agua caliente                    | 9. Panel de mando                              |
| 3. Agua fría dura                   | 10. Interruptor de emergencia                  |
| 4. Agua fría blanda                 | 11. Diámetro de puerta $\varnothing$ 460 mm    |
| 5. Interruptor principal            | 12. Fusibles                                   |
| 6. Conexión de detergentes líquidos | 13. Entrada USB                                |
| 7. Válvula de desagüe               | 14. Conexión eléctrica de detergentes líquidos |

Las dos secadoras de la instalación presentan las siguientes especificaciones, 25kg de carga, y una potencia de 30kW de calefacción a vapor, ya que es el modo que usan.

Secadora Industrial T-25	
Capacidad Nominal	25kg
Dimension del Tambor	
Volumen del tambor	530l
Diametro del tambor y profundidad	930x780mm
Caudal de aire	1200 m <sup>3</sup> /h
Media de secado	0.384 l/min
Motores	
Ventilador	+
Motor	0.55
Calefacción a gas	
Conexión eléctrica	35 kW
Conexión a gas	119.4 kW
Calefaccion a vapor	
Conexión eléctrica	208V -240V/1/50Hz (380V-415V/3/50Hz) kg/h
Conexión a vapor	3/4" NPT
Calefaccion electrica	30 kW
Conexión eléctrica	380V-415V/3/50Hz
Microprocesador	Estándar
Salidas de vahos	200 mm
Peso	
Neto	276 kg
Bruto	301 kg

Tabla 12: Ficha Técnica de Secadora Industrial T-25



Figura 10: Secadora Industrial

Se disponen de dos rodillos de planchado en la instalación, sus características pueden verse posteriormente:

Rodillo de planchado S120/18EM	
Rotación	
Velocidad	2.1 m/min
Nivel de ruido (dB)	45 dB
Medidas	
Ancho	1350 mm
Fondo	400 mm
Altura	940 mm
Peso	
Neto	110 kg
Bruto	119 kg
Calentamiento	
Eléctrico estandar	4kW
Motores de cilindros potencia	0.05kW
Tensión de alimentación	
Estándar	380 - 415V 3N -50/60Hz
Opcional 1	220 - 240V 3 -50/60 Hz
Opcional 2	220 -240 V 1 - 50/60 Hz
Datos de consumo	2.4kW/h
Programador	ST18 Control

Tabla 13: Ficha Técnica Rodillo de planchado S120/18EM



Figura 11: Plancha de rodillos

La turbina de extracción de gases procedentes de las secadoras posee las siguientes determinaciones:

Turbina SV-125/H	
Velocidad	2720 r/min
Intensidad máxima admisible 230V	0.65 A
Potencia eléctrica máx	0.14 kW
Caudal máximo	400 m <sup>3</sup> /h
Nivel sonoro irradiado	32 db
Peso aprox	5.2 kg

Tabla 14: Ficha Técnica Turbina SV-125/H



Figura 12: Turbina SV-125/H

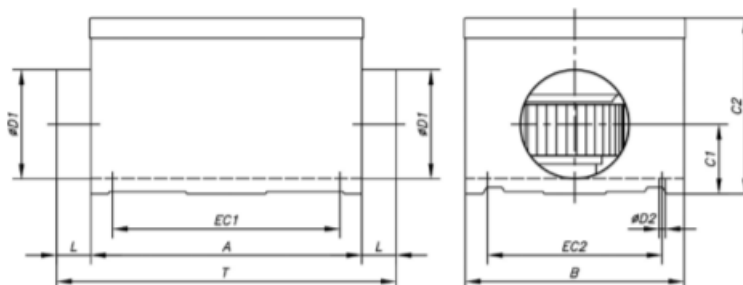


Figura 13: Vistas de la turbina

Dimensiones en mm.

Leyenda:

A = 310 mm  
B = 250 mm  
C1 = 81 mm  
C2 = 201 mm  
ØD1 = 125 mm

L = 36.5 mm  
ØD2 = 7 mm  
EC1 = 260 mm  
EC2 = 200 mm  
T = 383 mm

Se muestra a continuación, las fichas técnicas de la maquinaria perteneciente al equipo de agua caliente:

Bomba Circuladora asíncrona PC-1035	
Q <sub>máx</sub>	4.5m <sup>3</sup> /h
H <sub>máx</sub>	6 m.c.a
Rango T <sup>a</sup> Trabajo	-10 a 110°C
Presión máx de trabajo	10 bar
Diámetro nominal	1 1/4 "" mm
Diametro	2"" mm
Tensión	220-230V
Velocidad	1.150-2.250 rpm
I nominal 230V	0.22-0.42 A
Potencia absorbida	50-95w
Peso	2.6 kg

Tabla 15: Ficha Técnica bomba circuladora PC-1035



Figura 14: Bomba circuladora PC—1035

Bomba Circulatoria UPS 25-60 180	
Técnicas	
Nº de velocidad	2
Altura máxima	60 dm
Clase TF	110
Homologaciones en la placa de características	EAC
Materiales	
Cuerpo hidráulico	Fundición
Carcasa de la bomba	EN-JL1030
	ASTM 30 B
Impulsor	Composite, PES/PP
Instalación	
Amb. Máx con líquido a 80°C	80°C
Presuón de trabajo máxima	10 bar
Tamaño de la conexión	G 1 1/2 inch
Presión nominal para la conexión	PN 10
Longitud puerto a puerto	180 mm
Líquido	
Líquido bombeado	Agua
Rango de temperatura del líquido	2...110°C
Temperatura del líquido durante el funcionamiento	60°C
Densidad	983.2 kg/m3
Datos eléctricos	
Potencia de entrada en velocidad 2	140W
Potencia de entrada máx	130W
Frecuencia de red	50Hz
Tensión nominal	3x400V
Intesidad e velocidad 2	0.24 A
Corriente en velocidad 3	0.21 A
Intesidad de arranque velocidad 2	0.3 A
Grado de protección (IEC 34-5)	IP42
Protección de motor integrada	NONE
Protección térmica	Protección por impedancia
Otros	
Posición de caja de conexiones	9H
Peso neto	2.5kg
Peso bruto	2.7 kg
Volumen de transporte	0.004 m3



Figura 15: Bomba Circulatoria UPS 25-60 180

Tabla 16: Ficha Técnica Bomba Circulatoria UPS 25-60 180

La caldera, es una caldera de gasoil, que presenta las siguientes características:

Caldera Eurofell 20 S	
Potencia calorífica nominal	18kW
Potencia calorífica útil al 100%	16.7kW
Potencia calorífica útil al 30%	5.3 kW
Eficiencia	
Eficiencia energética estacional	87%
Eficiencia energética útil al 100%	87.60%
Eficiencia energética útil al 30%	89.80%
Circuito de calefacción	
Temperatura regulable en calefacción	60-80 °C
Temperatura máxima de funcionamiento	97°C
Presión máxima de trabajo	3 bar
Capacidad del vaso de expansión	8l
Circuito de ACS	
Temperatura regulable en ACS	35-70 °C
Presión máxima del circuito de ACS	3.5 bar
Dimensiones	
Anchura	500 mm
Profundida	675 mm
Altura	850 mm
Peso bruto	111 kg
Salida de humos	
Tiro natural	125 Ø mm
Tiro forzado	80Ø mm
Longitud máxima de evacuación	17 m
Cámara estanca [tubos separados]	80/80 Ø mm
Longitud máxima de evacuación	14 m
Cámara estanca [tubos concéntricos]	80/125 Ø mm
Longitud máxima de evacuación	5 m
Alimentación eléctrica	
Voltaje - Frecuencia	230V/50Hz
Máximo consumo eléctrico [elmax]	0.167 kW
Potencial calorífica nominal	18 Prated

Tabla 17: Ficha Técnica Caldera Eurofell 20 S

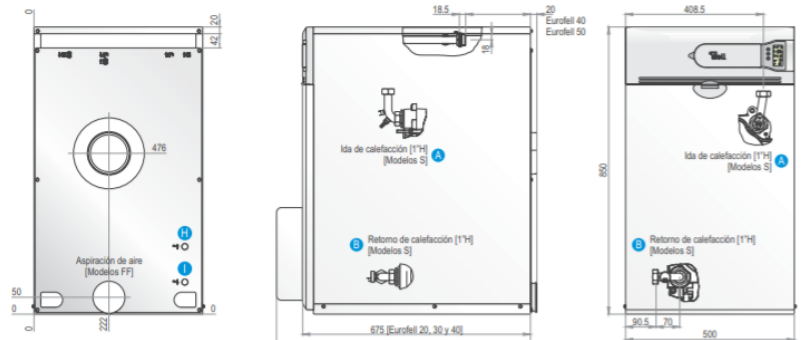


Figura 16: Caldera Eurofell 20 S

El termo eléctrico, es el encargado de mantener el agua calentada por la caldera para que esté disponible para los ciclos de lavado, presenta las siguientes características:

Termo Eléctrico PRO B STI	
Capacidad	500l
Potencia	6 kW
Voltaje	230/400 V
Tiempo de calentamiento	4 horas y media
Tiempo maximo ejercicio	80 °C
Dispersion termica 65°C	3.6kWh/24h
Presión max ejercicio	6 bar
Peso neto	127 kg
Indice de protección	IP25D
Dimensiones de los tubos entrada/salida	1"

Tabla 18: Ficha Técnica Termo Eléctrico PRO B STI



Figura 17: Termo Eléctrico PRO B STI



#### 1.4. Análisis de alternativas y solución adoptada

Tras el estudio de la maquinaria e instalación eléctrica, se presentan las propuestas de mantenimiento para dicha lavandería.

El mantenimiento correctivo o reactivo consiste en reparar la avería una vez que se ha producido. La ventaja que presenta es, cuando se aplica a equipos de baja prioridad, y bajo valor, donde resulta más caro su reparación que su sustitución por ejemplo una bombilla. Las desventajas, si se aplica a un activo de prioridad alta, son que produce paradas inesperadas, ocasionando elevados costes en la reparación y pérdidas en la producción.

El mantenimiento preventivo es buscar minimizar el riesgo de averías o daño causado por el uso, el desgaste o el paso del tiempo en cualquier maquinaria o aparato. Este mantenimiento ocurre de modo cíclico y programado, cuya frecuencia es definida por el gestor del mantenimiento en base a una valoración de vida útil del equipo y en las recomendaciones del fabricante. Algunos ejemplos de mantenimiento preventivo puede ser revisiones periódicas, inspecciones, limpieza y lubricación de piezas. Las ventajas que presenta son averías menos graves, por tanto, menos gasto y tiempo de reparación. Se propone un plan completo sobre el mantenimiento preventivo centrada en la instalación eléctrica y la maquinaria, sobre la lavandería en estudio.

El mantenimiento predictivo consiste en obtener mediante datos y algoritmos, un estudio para prever futuras averías y reducción de accidentes y aumento de la seguridad, las ventajas que presenta son planificación de las paradas, reducción de intervenciones en equipos y gastos en repuestos. Se proponen las siguientes acciones de mantenimiento predictivo: análisis de vibraciones, monitorización de equipos, análisis de aceite, análisis de ruido e imágenes térmicas y estudio termográfico el cual se realiza sobre la instalación eléctrica, y maquinaria en este proyecto. Además, también se realiza el análisis del suministro eléctrico con un comprobador de instalaciones.

En base a lo anterior, se propone un plan de mantenimiento preventivo sobre la instalación eléctrica y maquinaria considerada, el cual incluye una serie de acciones y comprobaciones a efectuar periódicamente, las cuales vienen detalladas en puntos sucesivos. Este plan de mantenimiento preventivo se acompaña de unas posibles acciones de mantenimiento predictivo que pudieran ayudar a mejorar la eficacia del plan propuesto en lo referente a la detección temprana de posibles fallos. Hay que tener en cuenta que se trata de un trabajo académico y se han tratado de proponer acciones que van más allá de lo que se aplicaría a una instalación de este tamaño y características. Todo ello en aras a proponer un plan lo más completo posible que pudiera ser extrapolable a instalaciones más complejas e incluso a la misma instalación en caso de ampliaciones de esta.

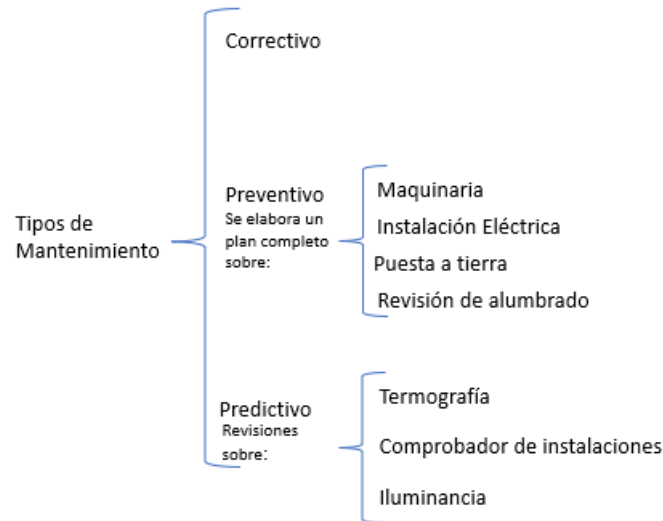


Figura 18: Esquema de la solución adoptada

### 1.5. Planificación del Mantenimiento de la Maquinaria

El objetivo de la planificación de la maquinaria eléctrica está basado en el empleo de protocolos generales de mantenimiento, el objetivo es maximizar la vida útil y la eficiencia de la maquinaria, minimizando los tiempos de inactividad y los costos de reparación.

Para conseguir estos objetivos, se plantean los siguientes pasos:

1. Planificar los objetivos, por ejemplo, incrementar la disponibilidad de los equipos hasta un 60%, reducir los fallos en un 70%.
2. Establecer un presupuesto para cumplir el mantenimiento, teniendo en cuenta la frecuencia recomendada por el fabricante, coste de mantenimientos, fechas de revisión etc...
3. Revisar los mantenimientos previos realizados, para saber que sistemas, equipos, responsables y repuestos se han utilizado, además de la fecha.  
En el caso de no existir, deberán hacerse de nuevo.
4. Consultar los manuales de los equipos, para conocer las especificaciones y recomendaciones de los fabricantes, así como los plazos de garantía. En los manuales se buscará datos como fecha límite de revisión, tiempo de vida útil esperado, las recomendaciones de tipos de aceites y lubricantes a emplear, y medidas de seguridad.
5. Establecer prioridades a los activos más críticos, para obtener una mayor seguridad en las instalaciones, priorizando equipos esenciales, para conseguir una mayor rentabilidad.
6. Designar a los responsables, que pueden estar clasificados en base a grupos y especialidades.
7. Escoger el tipo de mantenimiento a realizar y planificarlo, atendiendo a equipos, fechas y responsables.

Se presenta los mantenimientos de la maquinaria en forma de tabla donde: la primera columna nos muestra la tarea a realizar, la segunda columna la frecuencia con la que debe

realizarse, la tercera la especialidad que puede ser un empleado de la lavandería o un técnico, y el tiempo estimado de duración de dicha tarea.

### 1.5.1. Mantenimiento Lavadoras

El mantenimiento preventivo de las lavadoras se refiere a tareas de cuidado y revisión que se llevan a cabo con el objetivo de prevenir posibles fallas o averías en el funcionamiento. Se presenta por tanto la Tabla 19: Mantenimiento Lavadora, donde cabe destacar la frecuencia para realizar estas tareas es quincenal (en la mayoría de los casos), debido a que el continuo uso puede dejar restos de residuos, sobre todo si se usa detergente en polvo y para evitar malos olores.

El formato de la tabla sigue la distribución indicada anteriormente:

Lavadora			
Tarea	Frecuencia	Especialidad	Tiempo (min)
Limpieza de la puerta, el cristal de la puerta, juntas y partes externas	Quincenal	Empleado	5
Limpieza del deposito de detergente	Quincenal	Empleado	5
Verificar si los tubos presentan fugas	Mensual	Técnico	3
Limpieza profunda del deposito de detergente	Trimestral	Empleado	7
Limpieza de la bomba de desagüe	Quincenal	Empleado	5

Tabla 19: Mantenimiento Lavadora

### 1.5.2. Mantenimiento Secadora

El manual de instrucciones de la secadora establece lo siguiente en referencial al mantenimiento, las secadoras que dispone esta lavandería poseen calefacción eléctrica:

- Filtro Borrás: Es necesario cada 4 o 5 horas de funcionamiento limpiar el filtro de borras para obtener el máximo rendimiento en la máquina.
- Batería Calefactora:
  - En el caso de calefacción eléctrica y fluido térmico, una vez a la semana limpiar la borra y polvo acumulado encima de la batería para evitar riesgos.
  - En el caso de calefacción a gas, también es necesario lo descrito anteriormente y además dar un repaso a los inyectores y quemadores cada dos meses para que no se vayan llenando de borra.

### 1.5.3. Mantenimiento Rodillo de Planchado

Acercas del mantenimiento de los rodillos de planchado, se propone la siguiente tabla. La mayoría de las acciones serán realizadas por un técnico dado que se necesita un ajuste máximo de temperatura, velocidad del rodillo y especificaciones como que el ventilador tiene que estar desconectado dependiendo de la tarea a realizar.

El formato de la tabla sigue la distribución indicada anteriormente:

Rodillo de planchado			
Tarea	Frecuencia	Especialidad	Tiempo (min)
Limpieza y encerado de la teja	Tras 40h de funcionamiento	Técnica	10
Sustitución del paño de planchado	Tras 40h de funcionamiento	Técnica	2
Ajuste de presión del rodillo de presión	Tras 200h de funcionamiento	Técnica	5
Ajuste de la tensión de la cadena de transmisión del rodillo de presión	Tras 200h de funcionamiento	Técnica	5
Verificar que el cilindro está en contacto con el termostato	Diaria	Empleado	1
Inspeccione las etiquetas de seguridad sobre la planchadora	Semanalmente	Empleado	1
Engrase del cojinete, cadenas y ruedas	Trimestral	Técnico	5

Tabla 20: Mantenimiento Rodillo de Planchado

#### 1.5.4. Mantenimiento Turbina

Puesto que la turbina de extracción de gas de la secadora posee residuos y gran cantidad de pelusas al tratarse de ropa de hotel como toallas, la frecuencia de estas actividades es de tres meses, la mayoría de estas tareas serán realizadas por un empleado, menos la actividad de comprobación de caudales de aire que se realizara con un anemómetro digital.

El formato de la tabla sigue la distribución indicada anteriormente:

Turbina			
Tarea	Frecuencia	Especialidad	Tiempo (min)
Limpieza de filtro	Trimestral	Empleado	5
Limpieza de conductores y aberturas	Trimestral	Empleado	3
Limpieza de los ventiladores	Trimestral	Empleado	3
Limpieza bocas de aire	Trimestral	Empleado	3
Comprobacion de caudales de aire	Trimestral	Técnico	3

Tabla 21: Mantenimiento Turbina

#### 1.5.5. Mantenimiento Bombas

Se muestra en la Tabla 22: Mantenimiento Bombas, el mantenimiento diario y mensual se puede realizar por un empleado de dicha empresa, pero una vez al año las bombas serán revisadas por un profesional/técnico que realice un examen de vibraciones para detectar prones anormales en el movimiento del agua, utilizar un analizador de ultrasonidos para detectar problemas en las bombas o tuberías, y realizar un análisis de temperatura para asegurarse de que el motor funciona en óptimas condiciones.

El formato de la tabla sigue la distribución indicada anteriormente:

Bombas			
Tarea	Frecuencia	Especialidad	Tiempo (min)
Comprobar que la velocidad de la bomba de agua se corresponde con la salida.	Diaria	Empleado	3
Examinar las bridas por si existen fugas, fisuras, desgastes o partes oxidadas que puedan hacer peligrar el funcionamiento.	Diaria	Empleado	3
Examinar y reparar sellos.	Mensual	Empleado	2
Lubricación de cojinetes	Mensual	Empleado	3
Comprobar que los puntos de montaje son seguros.	Mensual	Empleado	3
Comprobar los acoplamientos.	Mensual	Empleado	3
Limpieza los filtros.	Mensual	Empleado	5
Eliminar la acumulación de polvo y suciedad de los motores.	Mensual	Empleado	5
Exámenes de vibraciones	Anual	Técnico	30
Estudio con analizador de ultrasonidos	Anual	Técnico	30
Análisis de la temperatura	Anual	Técnico	30

Tabla 22: Mantenimiento Bombas

#### 1.5.6. Mantenimiento Caldera

El mantenimiento de una caldera de gasoil está regulado por ley (Real Decreto 238/2013), obligando al usuario a realizarlo anualmente por medio de un instalador profesional de calderas. Siendo este, el responsable de su revisión y puesta a punto bajo posibles problemas derivados de mala limpieza. Existen a su vez, dos tipos de mantenimientos obligatorios: La revisión de la caldera, y la inspección periódica obligatoria.

El proceso de mantenimiento de una caldera de gasoil será realizado por un profesional y contará de los siguientes pasos, siguiendo la distribución anterior:

Caldera			
	Frecuencia	Especialidad	Tiempo (min)
Limpieza, regulación y comprobación del quemador	Anual	Técnica	45
Limpieza de boquilla inyectora	Anual	Técnica	30
Comprobar correcto funcionamiento caldera de gasoil	Anual	Técnica	60
Comprobación del funcionamiento de la bomba y los termostatos de la caldera	Anual	Técnica	30
Puesta a punto de los organos y regulación y seguridad, contando con la limpieza de los filtros de gasoil para evitar la acumulación de impurezas	Anual	Técnica	60
Comprobación del caudal de combustible de una caldera de gasoil.	Anual	Técnica	15
Medición y regulación del caudal de agua	Anual	Técnica	15
Comprobación de la estanqueidad de las instalaciones de combustible: incluida la revisión de la llama de la caldera, el nivel del tiro, los sistemas de ventilación y las posibles fugas que pueda causar.	Anual	Técnica	30
Cambiar la boquilla inyectora	Mensual	Técnica	30
Realizar una limpieza del interior de la caldera	Bianual	Técnica	60

Tabla 23: Mantenimiento Caldera

### 1.5.7. Mantenimiento Termoeléctrico

Se muestra a continuación el mantenimiento del termoeléctrico, dada la dureza del agua de Alhama de Granada, se debe cambiar el ánodo de magnesio cada año, el ánodo de magnesio es una pieza que ayuda a retener la cal para que no sea sometida a corrosión. Se recomienda aprovechar la sustitución de esta pieza para una limpieza del interior del termo.

El formato de la tabla sigue la distribución indicada anteriormente:

Termoeléctrico			
Tarea	Frecuencia	Especialidad	Tiempo (min)
Sustitución del ánodo de magnesio, y limpieza	Anual	Técnico	90
Purgar	Anual	Técnico	30
Revisión de piezas como resistencia o termostato	Anual	Empleado	5
Revisión de manguitos eléctricos	Anual	Empleado	5

Tabla 24: Mantenimiento Termo

#### 1.5.7.1. Resistencia de aislamiento

Se introduce en este apartado la primera medida con el comprobador de instalaciones, dado que nos guiará sobre la resistencia de aislamiento, en el apartado Medidas proporcionadas por el comprobador de instalaciones se explicará más en detalle cómo se utiliza este instrumento.

Las fugas de corrientes se producen a través del aislamiento que rodea los conductores y por los filtros que protegen los equipos. Estas corrientes pueden disparar las protecciones diferenciales de manera intermitente e innecesaria, provocando así una tensión elevada en la maquinaria.

Para realizar esta medida, se desconecta la maquinaria receptora, presentando en la siguiente imagen la resistencia de aislamiento:



Figura 19: Medida de corrientes de fuga



Se han realizado sobre todas las cargas, y se ha obtenido el mismo valor  $>999\text{M}\Omega$ , para un valor de 519V.

Atendiendo a la Tabla 25: Valores mínimos de la resistencia de aislamiento de la norma de seguridad UNE 20460:

Tensión Nominal de la instalación (V).	Tensión de ensayo en corriente continua (V).	Resistencia de aislamiento ( $\text{M}\Omega$ )
Muy baja tensión de seguridad. (MBTS)	250	$\geq 0,25$
Muy baja tensión de protección (MBTP)	250	$\geq 0,25$
Inferior o igual a 500 V excepto caso anterior	500	$\geq 0,5$
Superior a 500 V	1000	$\geq 1,0$

Tabla 25: Valores mínimos de la resistencia de aislamiento

La medida de aislamiento obtenida ( $>999\text{M}\Omega$ ), cumple la establecida por la norma ( $>1\text{M}\Omega$ ).

### 1.6. Planificación de Mantenimiento de la Instalación Eléctrica

En este apartado, se va a estudiar el mantenimiento técnico de los cuadros eléctricos, puesta a tierra y revisión del alumbrado.

Estará organizado en forma de tablas, donde la primera columna muestra el tipo de acciones preventivas que ha de realizarse.

La segunda columna indica la frecuencia con la que ha de realizarse la tarea, la tercera tabla trata sobre de la especialidad es la encargada del mantenimiento.

Y la cuarta columna es el tiempo estimado en realizar dicha tarea, tiempo en minutos.

### 1.6.1. Mantenimiento de cuadros y cuadros secundarios eléctricos

La siguiente tabla, contempla el plan de mantenimiento de los cuadros y cuadro secundarios eléctricos de la empresa:

Mantenimiento Preventivo			
Tarea de Mantenimiento	Frecuencia	Especialidad	Tiempo estimado
Inspección visual de los mecanismos de mando y protección.	Semestral	Electricidad	3 min
Comprobación del accionamiento mecánico	Semestral	Electricidad	3 min
Verificar que no aparezcan sobrecalentamientos	Semestral	Termógrafo	3 min
Comprobación de cables interiores	Semestral	Electricidad	10 min
Medir el consumo de cada circuito y comprobar que no sobrepasa la nominal del interruptor	Anual	Electricidad	20 min
Accionar el pulsador de prueba	Semestral	Electricidad	3 min
Verificar la continuidad del cuadro eléctrico	Anual	Electricidad	10 min
Comprobar el estado y apriete de los tornillos	Anual	Electricidad	5 min
Comprobar el estado y apriete de los bornes	Anual	Electricidad	3 min
Limpiar el interior del cuadro eléctrico con aire a presión	Anual	Electricidad	4 min

Verificar por muestreo el funcionamiento y dimensionamiento de diferenciales según el REBT	Anual	Electricidad	5 min
Verificar aislamiento dentro del cuadro eléctrico	Anual	Electricidad	5 min
Verificar aislamiento de las líneas de salida	Anual	Electricidad	5 min
Inspeccionar que la pintura se encuentre en correcto estado	Anual	Electricidad	3 min
Verificar que no se detectan olores anormales	Anual	Electricidad	3 min
Verificar existencia y correcto estado de cartelería, etiquetas identificativas y placas de característica del cuadro	Anual	Electricidad	5 min
Verificar una correcta apertura y cierre del cuadro	Anual	Electricidad	3 min
Verificar un correcto estado de gomas y elementos de estanqueidad	Anual	Electricidad	3 min
Verificar la correcta ventilación del cuadro	Anual	Electricidad	5 min
Verificar ausencia de vibraciones del cuadro	Anual	Electricidad	4 min
Aplicar limpiacontactos a todas las conexiones	Anual	Electricidad	10 min
Verificar ausencia de humedad en el cuadro	Anual	Electricidad	10 min

Tabla 26: Mantenimiento de cuadro y cuadro secundarios eléctricos

### 1.6.2. Puesta a Tierra

Durante la revisión de la puesta a tierra se llevará a cabo una verificación exhaustiva para asegurarse de que el mecanismo de seguridad de la instalación eléctrica está funcionando correctamente y cumple su función de conducir cualquier desvío ocasional de corriente hacia la tierra.

Puesta a Tierra			
Tarea de Mantenimiento	Frecuencia	Especialidad	Tiempo estimado
Contraste entre los valores de cálculo de sección y el conductor de salida-entrada de red de tierras	Anual	Electricidad	10
Verificar la puesta a tierra de elementos, herrajes, etc	Anual	Electricidad	20
Cálculo de la sección equivalente a través del valor ohmico y longitud de red	Anual	Electricidad	20
Medición de las resistencias de toda la tierra, tensión de paso de contacto entre diferentes circuitos que componen la red de tierras	Anual	Electricidad	10
Definición de tierra mediante verificación de sistemas de medidas de valor óhmico	Anual	Electricidad	20
Verificación de continuidad del sistema de puesta a tierra de todos los elementos integrantes de la instalación	Anual	Electricidad	30

Tabla 27: Comprobación para el mantenimiento de la Puesta a Tierra

### 1.6.3. Revisión del alumbrado

Para garantizar la vida útil y su efectividad manteniendo una iluminación de calidad, se propone la siguiente revisión de alumbrado:

Revisión de alumbrado			
Tarea de Mantenimiento	Frecuencia	Especialidad	Tiempo estimado
Limpiar todas las partes de suciedad y polvo.	Anual	Empleado	45
Cambiar tubos fluorescentes deficientes (baja iluminación, parpadeo en arranque).	Anual	Empleado	30
Verificar que no exista un ruido o calentamiento excesivo en balastro.	Anual	Empleado	20
Verificar caja de conexiones, sus empalmes, y que estén libre de polvo y telarañas.	Anual	Electricidad	30
Comprobar con un luxómetro que el nivel de intensidad luminosa es el adecuado para el ambiente.	Anual	Electricidad	15

Tabla 28: Revisión de alumbrado

### 1.7. Acciones propuestas de mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo consiste en a través de un análisis procedente del equipamiento y los procedimientos, detectar tendencias y patrones de funcionamiento, con el fin de detectar los errores con facilidad. Algunas técnicas son:

- Análisis de circuitos del motor: Se obtienen anomalías en el motor eléctrico, a través del análisis del circuito y componentes, además de la evaluación del voltaje y corriente que entra en dicho motor.
- Análisis de aceite: Comprueba la viscosidad, la cantidad de agua y la presencia de otros materiales (incluye metales) para determinar el desgaste.
- Análisis de vibraciones: Comprueba la alineación de los componentes, detecta desequilibrios, holguras, resonancias o fallos de los engranajes entre otros.
- Análisis de ruido: Detectando las diferencias en las frecuencias del sonido se pueden detectar fallos en el rendimiento de los materiales y así, localizar el origen y ampliar la salud del equipo.
- Análisis termográfico: permite detectar anomalías térmicas de la maquina e instalaciones eléctricas de forma no intrusiva. Se utiliza una cámara termográfica que es un dispositivo que mide la temperatura y ofrece una imagen térmica de los objetos, sin a partir de emisiones de radiación infrarroja de estos.

En este trabajo se realiza un análisis termográfico, por lo que se va a introducir en que consiste este análisis. La termografía es una de las tecnologías más utilizadas en el sector de las instalaciones, ya que permite obtener información sobre la temperatura de un objeto a distancia, sin necesidad de contacto físico. Se basa en la captación de la radiación infrarroja del espectro electromagnético a través de cámaras especializadas, que transforman esta energía radiada en datos sobre la temperatura de los elementos analizados. Esta técnica no destructiva es de gran utilidad.

La termografía proporciona datos reales sobre los elementos y permite la detección de anomalías y patrones térmicos. Para llevar a cabo este proceso, se utiliza una cámara termográfica que funciona mediante un detector de radiación infrarroja. La radiación captada por el detector es interpretada por la cámara, generando una imagen en la que los diferentes colores representan señales de radiación infrarroja de onda larga emitida, absorbida y reflejada por los elementos analizados. Esto permite obtener un patrón de temperatura y analizar el comportamiento térmico de dichos elementos.

En la siguiente imagen se puede ver el espectro electromagnético, junto con una cámara termográfica:

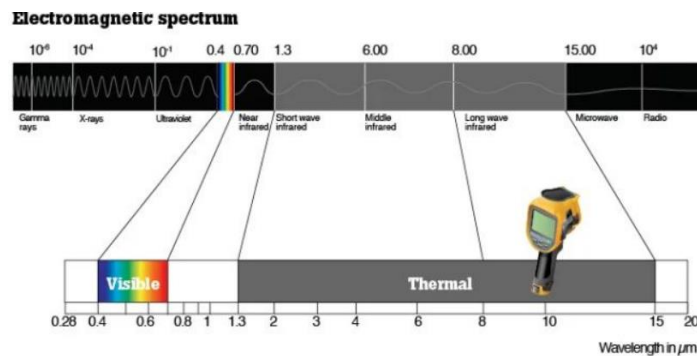


Figura 20: Espectro electromagnético captado por una cámara termográfica [23]

## 1.8. Medidas reales efectuadas sobre la instalación

En este punto se van a presentar las medidas reales efectuadas en la instalación. Estas medidas son un análisis termográfico, medidas con un comprobador de instalaciones y justificación de los valores obtenidos, y medias sobre iluminancia apoyado en la norma UNE-EN 12464-1:2022.

### 1.8.1. Medidas proporcionadas por el comprobador de instalaciones

Un comprobador de instalaciones eléctricas es un instrumento utilizado para medir y comprobar el estado de una instalación eléctrica.

Este dispositivo puede realizar las siguientes pruebas para evaluar diferentes aspectos de la instalación:

- Prueba de diferenciales
- Detector de fases RST
- Prueba de impedancia
- Comprobador de instalaciones

El uso de un comprobador de instalaciones es fundamental para garantizar la seguridad de la instalación eléctrica y de las personas que la utilizan. Las medidas realizadas y su interpretación pueden verse en los siguientes subapartados.

Los ensayos se han realizado con el comprobador de instalaciones GSC53, pinzas amperimétricas HT96U, medidor de resistencia KRA-4000M, y un multímetro codell DT266.

### 1.7.1.1. Prueba de diferenciales

Esta prueba confirma el correcto funcionamiento de los interruptores diferenciales. Se realizan, por tanto, dos ensayos puesto que la instalación dota de un interruptor diferencial de 40 A con una sensibilidad de 0.3A, y un diferencial trifásico de 40A con una sensibilidad de 40A. Ambos diferenciales son tipo AC.

Para ello, el comprobador de instalaciones se ha configurado en RCD, como se indica en la figura adjunta:



Figura 21: Configuración comprobador de instalaciones para prueba de diferenciales

La configuración de las teclas F1, F2, F3, y F4 será la siguiente:

F1: se selecciona x1, el instrumento realiza la prueba con corriente de dispersión igual a una vez el valor de la corriente nominal programada.

F2: da la posibilidad de elegir la sensibilidad del diferencial, se selecciona por tanto 30 mA para el primer ensayo y 300mA para el segundo.

F3: se selecciona el tipo RCD (dispositivo de corriente residual que protege contra los peligros de descarga eléctrica), en este caso general tipo AC (corriente dispersa sinusoidal)

F4: para seleccionar  $U_L$  (tensión por debajo de la cual no hay riesgo para las personas, según la norma UNE 20460), se trabaja con 24V ya que es un local húmedo.

Para el diferencial monofásico de 30mA, el tiempo máximo de disparo debe ser 0.3s, según la tabla 2 de la norma 61009-1:

**Tabla 2 – Valores límite del tiempo de funcionamiento y del tiempo de no respuesta para corrientes diferenciales alternas (valores eficaces) de los AD tipo AC y A**

		Valores límite del tiempo (s) de funcionamiento y del tiempo de no respuesta para los AD tipo AC y A en presencia de corrientes diferenciales alternas iguales a (valores eficaces)							
Tipo	$I_n$ A	$I_{\Delta n}$ A	$I_{\Delta n}$	$2 I_{\Delta n}$	$5 I_{\Delta n}$	$5 I_{\Delta n}$ o $0,25 A^a$	$5 A - 200 A, 500 A^b$	$I_{\Delta t}^c$	
General	Cualquier valor	< 0,03	0,3	0,15		0,04	0,04	0,04	Tiempos de funcionamiento máximos
		0,03	0,3	0,15		0,04	0,04	0,04	
		> 0,03	0,3	0,15	0,04		0,04	0,04	
S	$\geq 25$	> 0,03	0,5	0,2	0,15		0,15	0,15	Tiempos de no-actuación mínimos
		> 0,03	0,13	0,06	0,05		0,04	0,04	

<sup>a</sup> Valor a escoger por parte del fabricante para este ensayo.  
<sup>b</sup> Los ensayos sólo se realizan durante la verificación de funcionamiento correcto como se menciona en el apartado 9.9.12 d), pero en cualquier caso, no se ensayan los valores por encima del límite inferior del rango de sobreintensidades de desconexión instantánea.  
<sup>c</sup> El ensayo se efectúa con una corriente  $I_{\Delta n}$  igual al límite inferior del rango de sobreintensidades de desconexión instantánea de los tipos B, C o D, según el caso.

Tabla 29: Valores máximos del tiempo de funcionamiento para corrientes diferenciales pulsantes

Se realizó la prueba mediante el comprobador de instalaciones y se obtuvo un tiempo de disparo de 19 ms que se estima adecuado cumpliendo con la norma. Por otro lado, la corriente de disparo se situaba en un valor intermedio entre 15 y 30 mA lo que también corresponde a un valor correcto.



Figura 22: Prueba de diferencial monofásico



En la siguiente imagen, se observa el valor de la prueba de diferencial trifásico para ello se realizó la prueba mediante el comprobador de instalaciones y se obtuvo un tiempo de disparo de 23 ms que se estima adecuado cumpliendo con la norma. Por otro lado, la corriente de disparo se situaba en un valor intermedio entre 150 y 300 mA lo que también corresponde a un valor correcto.



Figura 23: Prueba de diferencial trifásico

#### 1.8.1.1.1. Detector de Giro de fases RST

Esta medida nos indica la secuencia de las fases, es necesaria por si se desea conectar motores trifásicos, para asegurar que la secuencia de fases es directa antes de conectar dicho motor.

Para ello, el comprobador de instalaciones se configura colocándose en Loop, y presionando F1 hasta que aparezca Rotación de fases. Se insertan los cocodrilos en los conductores del sistema trifásico y se presiona start.



Figura 24: Configuración comprobador de instalaciones para giro de fases RST

Aparece la siguiente medida, en la figura adjunta:



Figura 25: Detector de Giro de Fases RST

Como se puede observar el sentido es directo RST y los valores de las tensiones también, por lo que estaría correcto según el anexo 4 de la Guía de Baja Tensión

#### 1.8.1.1.2. Medida de la resistencia de puesta a tierra

Existen dos tipos de impedancia: la impedancia de defecto y la impedancia de línea. La primera nos permite determinar rápidamente el valor de la resistencia de puesta a tierra, mientras que la segunda nos informa sobre la posible corriente de cortocircuito. Dado que la instalación cuenta con dispositivo de protección contra sobrecorrientes, es necesario medir la impedancia de bucle de defecto y la posible corriente de cortocircuito ( $I_{pcc}$ ) según la norma EN-61557-3.

Para ello, el comprobador de instalaciones se configura como se indica en la figura adjunta:



Figura 26: Configuración del comprobador de instalaciones para la prueba de la impedancia.

Donde se presionará cíclicamente F1 para seleccionar la medida, que será:

P-PE (impedancia de puesta a tierra): el instrumento mide la resistencia Global de Tierra y calcula la corriente de cortocircuito entre Fase-Tierra. Esta prueba se realiza para valorar la coordinación de las protecciones contra los contactos indirectos mediante interrupción automática de la alimentación y para medir el valor de la Resistencia de Tierra.

La impedancia de bucle de defecto es  $23.3\Omega$ , y su  $I_{pcc}$  de 5 A.

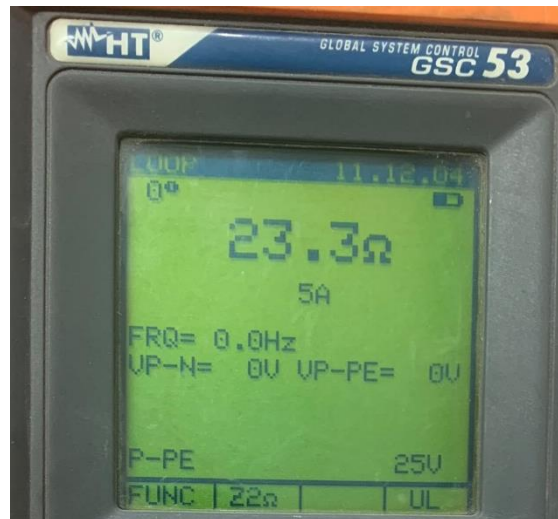


Figura 27: Impedancia de bucle de defecto (P-PE)

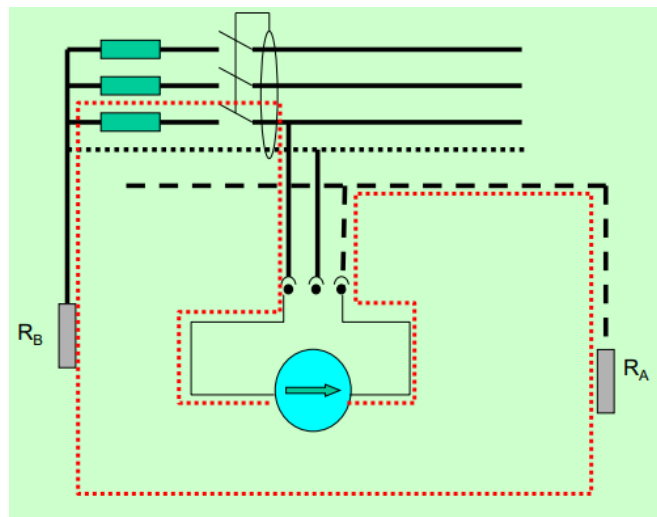


Figura 28: Esquema TT

Según el RD 842/2002, se establece que “todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra”. Se tiene que cumplir por tanto la siguiente condición:

$$R_A \times I_A \leq U$$

*Ecuación 1: Ley de Ohm*

Donde:

Ra es la suma de las resistencias de toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

Ia es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección, en este caso 0.3A

U es la tensión de contacto límite, en este caso 24V por ser un local húmedo.

Por tanto, se obtiene el valor de Ra máximo debe ser:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{24V}{0.3A} = 80\Omega$$

*Ecuación 2: Ley de Ohm*

El valor obtenido es de 23,3Ω, siendo menor que 80 Ω

#### 1.8.1.1.3. Prueba de impedancias

Para la prueba de impedancia de bucle y de bucle de línea, el comprobador de instalaciones está en la misma posición que el apartado anterior, pero se debe presionar cíclicamente F1 hasta seleccionar una de las medidas disponibles a continuación:

- P-N: impedancia de bucle medida entre fase y neutro, y calcula la corriente de corto circuito presunta Fase- Neutro. Esta prueba se realiza para valorar si el poder de interrupción de los interruptores es superior a la corriente de cortocircuito en el punto de la instalación.
- P-P (impedancia de bucle de línea entre fase y fase): el instrumento mide la impedancia entre los dos conductores de Fase, y calcula la corriente de cortocircuito entre ellos. La finalidad de esta prueba es comprobar si el poder de la interrupción de los interruptores es superior a la corriente de cortocircuito en el punto de la instalación.

La impedancia de bucle se mide entre los terminales de fase (P) y neutro (N), el fin de esta medición es verificar la protección de los circuitos por parte de las protecciones instaladas, en caso de un posible cortocircuito.

Por tanto, la impedancia de bucle medida entre fase y neutro se puede observar en la siguiente figura:



Figura 29: Impedancia de línea P-N

Impedancia de línea ( $Z_{\text{Línea}}$ ) = 0.48  $\Omega$ , y la  $I_{\text{pcc}} = 264$  A.

De la norma EN-61557-3, se extrae la siguiente tabla:

Corriente nominal del dispositivo de protección (A)	Interruptor magnetotérmico tipo B		Interruptor magnetotérmico tipo C		Interruptor magnetotérmico tipo D	
	$I_a=5 \cdot I_n$ (A)	$Z_s$ ( $\Omega$ ) (0,2s)	$I_a=10 \cdot I_n$ (A)	$Z_s$ ( $\Omega$ ) (0,2s)	$I_a=20 \cdot I_n$ (A)	$Z_s$ ( $\Omega$ ) (0,2s)
2	10	22	20	11	40	5,5
4	20	11	40	5,5	80	2,8
6	30	7,3	60	3,65	120	1,83
10	50	4,4	100	2,2	200	1,1
16	80	2,8	160	1,4	320	0,7
20	100	2,2	200	1,1	400	0,55
25	125	1,8	250	0,9	500	0,45
32	160	1,4	320	0,7	640	0,34
35	175	1,3	350	0,65	700	0,31
40	200	1,1	400	0,55	800	0,27
50	250	0,9	500	0,45	1000	0,22
63	315	0,7	630	0,35	1260	0,17

Tabla 30: Valores máximos permitidos en la impedancia de bucle norma EN-61557-3

El interruptor que se está estudiando es de 40 A, tipo B. La posible corriente de cortocircuito medida debe ser mayor que la indicada en la tabla, para asegurar la protección del circuito.

Por tanto,  $I_{\text{pcc}} = 264$  A, y la indicada en la tabla es de 200 A.

Se aplica igual para la corriente de bucle de línea entre fase y fase, y se obtienen los siguientes resultados:

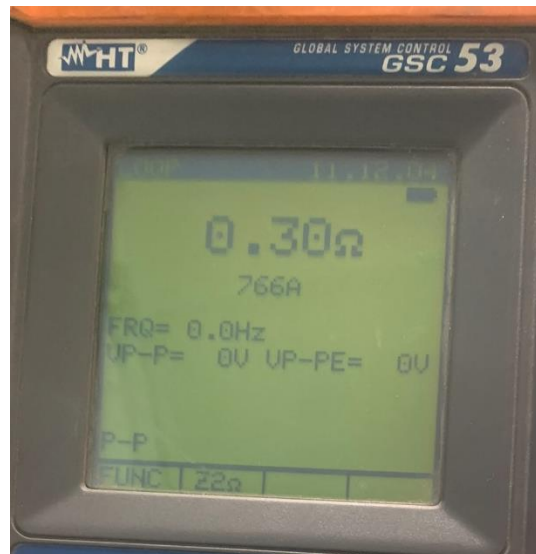


Figura 30: Impedancia de línea P-P

Donde la Impedancia de línea ( $Z_{\text{Línea}}$ ) =  $0.30\Omega$ , y la  $I_{\text{pcc}} = 766 \text{ A}$ .

Se comprueba, siguiendo el mismo procedimiento con la Tabla 30: Valores máximos permitidos en la impedancia de bucle Asegurando la protección del equipo.

#### 1.8.1.2. Analizador de redes

Presionando la tecla Analyzer, se accede al menú configurable para el analizador de redes.

El estudio se llevará a cabo en el cuadro principal de baja tensión durante la jornada laboral, para detectar posibles fallas en algunas líneas.

Para realizar estas medidas, el comprobador de instalaciones se ha configurado en Analyzer, y se ha jugado con las teclas F1, F2, F3, F4 para cambiar de pantallas, las cuales se muestran a continuación:

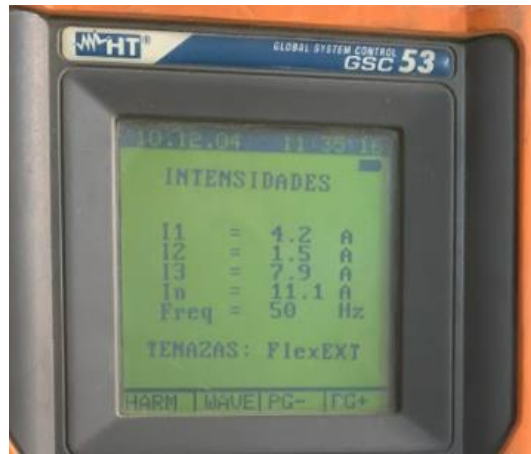


Figura 31: Medidas de intensidades con Comprobador de instalaciones

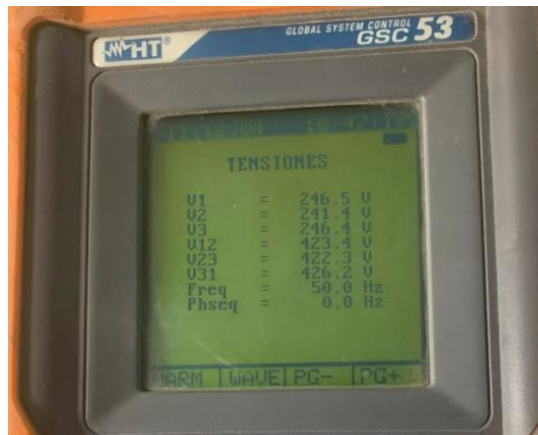


Figura 32: Medidas de Tensiones con el Comprobador de instalaciones

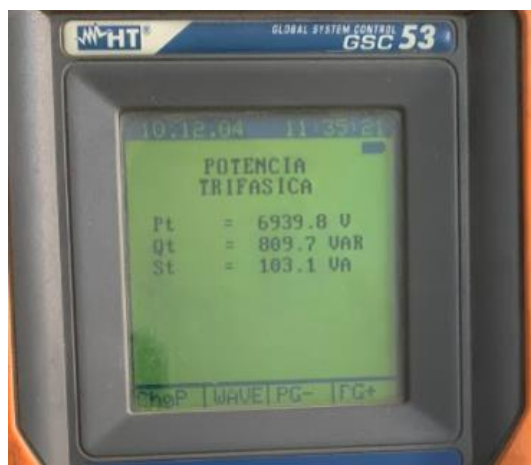


Figura 33: Medidas de Potencia Trifásica con el Comprobador de instalaciones

Según los datos obtenidos, se concluye que la frecuencia, tensión e intensidades se encuentran dentro de unos parámetros adecuados (desviación inferior al  $\pm 7$ ), siendo la calidad del suministro adecuada.

### 1.8.2. Medidas de Iluminancia

Las medidas de la iluminancia se van a realizar con un luxómetro, estará apoyado en la norma UNE-EN 12464-1:2022. Parte 1: Lugares de trabajo en interiores (Normativa europea sobre la iluminación para interiores).

Se muestra, a continuación, la siguiente tabla, donde la tercera columna nos indica el valor requerido de lúmenes con la actividad a desarrollar:

**Tabla 24 – Actividades industriales y artesanales. Lavanderías y limpieza en seco**

Nº ref.	Tipo de tarea/área de actividad	$\bar{E}_m$ lx		$U_o$	$R_a$	$R_{UGL}$	$\bar{E}_{max}$ lx	$\bar{E}_{m,pared}$ lx	$\bar{E}_{m,techo}$ lx	Requisitos específicos
		requerido <sup>a</sup>	modificado <sup>b</sup>							
24.1	Marcado y clasificación de artículos	300	500	0,60	80	25	100	100	50	
24.2	Lavado y limpieza en seco	300	500	0,60	80	25	100	100	50	
24.3	Planchado, planchado a vapor	300	500	0,60	80	25	100	100	50	
24.4	Inspección y reparaciones	750	1 000	0,70	80	19	150	150	100	

a Requerido: valor mínimo.  
b Modificado: considera los modificadores de contexto comunes del apartado 5.3.3.

Tabla 31: Tabla 24 de la norma UNE-EN 12464-1:2022 para lavanderías

De la siguiente tabla, obtenida de la misma norma, en el número de referencia 34.6, se obtiene los lúmenes que debería tener el mostrador de recepción, y el 34.2 para la oficina:

**Tabla 34 - Oficinas**

Nº ref.	Tipo de tarea/área de actividad	$\bar{E}_m$ lx		$U_o$	$R_a$	$R_{UGL}$	$\bar{E}_{max}$ lx	$\bar{E}_{m,pared}$ lx	$\bar{E}_{m,techo}$ lx	Requisitos específicos
		requerido <sup>a</sup>	modificado <sup>b</sup>							
34.1	Archivo, copias, etc.	300	500	0,40	80	19	100	100	75	
34.2	Escritura, escritura a máquina, lectura, tratamiento de datos	500	1 000	0,60	80	19	150	150	100	Trabajo en DSE, véase 5.9 Luminosidad de la sala, véanse 6.7 y el anexo B La iluminación debería ser controlable, véase 6.2.4. Para las oficinas celulares más pequeñas, el requisito de la pared se aplica a la pared frontal Para otras paredes, se podría aceptar un requisito menor de un mínimo de 75 lx.
34.3	Dibujo técnico	750	1 500	0,70	80	16	150	150	100	Trabajo en DSE, véase 5.9 Luminosidad de la sala, véase 6.7
34.4	Puestos de trabajo de CAD	500	1 000	0,60	80	19	150	150	100	Trabajo en DSE, véase 5.9
34.5.1	Salas de conferencias y reuniones	500	1 000	0,60	80	19	150	150	100	La iluminación se debería poder controlar, véase 6.2.4.
34.5.2	Mesa de reuniones	500	1 000	0,60	80	19	150	150	100	La iluminación se debería poder controlar, véase 6.2.4.
34.6	Mostrador de recepción	300	750	0,60	80	22	100	100	75	Si el mostrador de recepción incluye tareas de puestos de trabajo regulares, éste debe estar iluminado de forma adecuada.
34.7	Archivos	200	300	0,40	80	25	75	75	50	

a Requerido: valor mínimo.  
b Modificado: considera los modificadores de contexto comunes del apartado 5.3.3.

Tabla 32: Tabla 34 de la norma UNE-EN 12464-1:2022 para oficinas



En esta tabla, se obtiene el valor que debería haber en los aseos con el número de referencia 10.4:

Tabla 10 - Áreas generales en el interior de los edificios. Salas de descanso, sanitarias y de primeros auxilios

Nº ref.	Tipo de tarea/área de actividad	$\dot{E}_m$ lx		$U_e$	$R_a$	$R_{occ}$	$\dot{E}_{m,x}$ lx	$\dot{E}_{m,pared}$ lx	$\dot{E}_{m,techo}$ lx	Requisitos específicos
		requerido <sup>a</sup>	modificado <sup>b</sup>							
10.1	Cantinas, despensas	200	500	0,40	80	22	75	75	50	
10.2	Salas de descanso	100	200	0,40	80	22	50	50	30	
10.3	Salas para ejercicio físico	300	500	0,40	80	22	100	100	75	
10.4	Guardarropa (área) baños, vestuarios, taquillas, duchas, lavabos y aseos	200	300	0,40	80	25	75	75	50	En cada aseo individual, si están completamente cerrados.
10.5	Iluminación facial en frente de los espejos.	200	300	0,40	80	-	-	-	-	Iluminancia vertical, 0,5 m en frente del espejo a la altura de la cabeza.
10.6	Enfermería	500	750	0,60	80	19	150	150	100	
10.7	Salas para atención médica	500	1 000	0,60	90	19	150	150	100	4 000 K $\leq$ $T_{cp}$ $\leq$ 5 000 K
10.8	Limpieza general	100	150	0,40	-	-	50	50	30	Aplicable cuando es necesaria una limpieza periódica.

a Requerido: valor mínimo.  
b Modificado: considera los modificadores de contexto comunes del apartado 5.3.3.

Tabla 33: Tabla 10 de la norma UNE-EN 12464-1:2022 para áreas generales en el interior de edificios

Por tanto, se muestran los valores obtenidos con los requeridos:

Ubicación	Valores obtenidos	Valores requeridos
Mostrador de recepción	362	300
Zona de Lavado	357	300
Zona de Secado	651	300
Zona de Planchado	772	300
Zona de Empaquetado	354	300
Aseo	327	200
Almacén	229	200

Tabla 34: Valores obtenidos y valores requeridos

Se observa, que todos los valores obtenidos son mayores que los valores requeridos, por tanto, cumple con dicha norma.

### 1.8.3. Termografía

En el mantenimiento industrial, la termografía se utiliza para detectar y prevenir posibles fallos en los equipos, ya que los componentes que se sobrecalientan pueden sufrir daños irreparables y comprometer el funcionamiento de todo el sistema.

El objetivo del mantenimiento predictivo con termografía es detectar anomalías térmicas en los equipos antes de que se conviertan en fallos o averías, lo que permite tomar acciones preventivas antes de que sea demasiado tarde. Además, también puede ayudar a detectar problemas de aislamiento, fugas de energía o problemas de distribución de calor, presentando la ventaja de hacerlo de forma no intrusiva, es decir, sin ninguna interferencia.

El objetivo principal del mantenimiento predictivo con termografía es aumentar la eficiencia y seguridad de los equipos, reducir el tiempo de parada y prolongar su vida útil.

Se presentan a continuación las imágenes termográficas que se han tomado sobre la maquinaria y, los cuadros y cuadro secundarios eléctricos. Para ello, se ha usado una cámara termográfica RO PRO 988, cuya ficha técnica se especifica en Anexo nº 2: Fichas Técnicas.

Para la interpretación de estas imágenes, hay que fijarse en el cursor denominado (P1), o si hay varios (P2, P3), y a la parte izquierda superior de la imagen aparecerá la temperatura asociada a ese cursor. A la derecha de la imagen, aparece una barra con la temperatura máxima y mínima que no está referenciada al cursor.

Las siguientes figuras 20, 21 y 22 muestran las imágenes termográficas de las tuberías que desplazan el agua caliente para el suministro de las lavadoras.

Se realiza una termografía en las tuberías para:

- 1) **Buscar fugas:** La termografía puede ayudar a detectar fugas en las tuberías. Al realizar una inspección térmica, es posible identificar áreas de temperatura anormalmente alta o baja que podría indicar una fuga en la tubería. Esto permite una detección temprana y evita problemas mayores, como daños por agua o pérdida de productos.
- 2) **Identificación de obstrucciones:** Las termografías también pueden ayudar a identificar obstrucciones en las tuberías. Al analizar los patrones de temperaturas a lo largo de una tubería, es posible detectar áreas donde el flujo de líquido, en este caso agua, está restringido debido a la presencia de obstrucciones, como sedimentos o bloqueos.
- 3) **Optimización de la eficiencia energética:** Mediante el uso de termografías, es posible identificar puntos de pérdida de calor en las tuberías, lo que puede conducir a un uso ineficiente de la energía. Al identificar estas áreas problemáticas, se pueden tomar medidas para mejorar el aislamiento de la tubería y reducir las pérdidas de energía. Esto ayuda a optimizar la eficiencia energética y reducir costos operativos.
- 4) **Monitoreo de temperatura:** Las termografías permiten monitorear la temperatura en las tuberías de manera no invasiva y en tiempo real. Esto es especialmente útil en sistemas donde se requiere un control preciso de la temperatura, como es el caso para realizar los procesos de lavado. El monitoreo termográfico ayuda a asegurar que la temperatura se mantenga dentro de los rasgos deseados y a detectar posibles problemas de sobrecalentamiento o enfriamiento suficientes.



Figura 34: Termografía Tuberías



Figura 35: Termografía Tuberías 2



Figura 36: Termografía Tubería de salida del Termo

Analizando estas figuras y en relación con los puntos anteriormente tratados, se concluyen que no presentan fugas, no se identifican obstrucciones y presentan un buen aislamiento.

La siguiente figura muestra la termografía de la secadora, se plantean los siguientes puntos de estudio:

- 1) Detección de problemas de calentamiento: La termografía puede ayudar a identificar posibles problemas de calentamiento en una secadora. Al realizar una inspección térmica es posible detectar áreas de temperatura anormalmente alta que podrían indicar un mal funcionamiento en el sistema de calefacción. Esto permitirá una detección temprana de posibles fallas y evita daños mayores o incluso incendios.
- 2) Identificación de puntos de pérdida de calor: Mediante el uso de la termografía, es posible identificar puntos de pérdida de calor en la secadora. Esto puede ser especialmente útil para identificar áreas en las que el aislamiento está dañado o insuficiente. Al corregir estos puntos de calor, se puede mejorar la eficiencia energética de la secadora y reducir costos de funcionamiento.
- 3) Verificación de la distribución de calor: La termografía puede ayudar a evaluar la distribución del calor en el interior de la secadora. Esto puede ser útil para asegurarse de que la temperatura se está distribuyendo de manera uniforme, evitando así áreas frías o calientes en el proceso de secado. Una distribución adecuada del calor contribuye a un secado más eficiente y uniforme.



Figura 37: Termografía Secadora

Observando la termografía de la secadora, se concluye que no presenta ninguna anomalía.

Las siguientes imágenes presentan las capturas termográficas de los rulos de planchado, se estudian los siguientes puntos:

- 1) Detección de desequilibrios de temperatura: La termografía puede ayudar a identificar desequilibrios de temperatura en el rulo de planchado. Al realizar una inspección térmica, es posible detectar áreas de temperatura anormalmente alta o baja que podrían indicar problemas de distribución de calor. Esto permite realizar ajustes para lograr una distribución de temperatura uniforme y un planchado eficiente y homogéneo.
- 2) Evaluación del rendimiento térmico: Mediante el uso de la termografía, es posible evaluar el rendimiento térmico del rulo de planchado. Esto implica analizar la temperatura en diferentes zonas del rulo para asegurarse que se alcancen y mantengan las temperaturas deseadas. Si se detectan áreas con temperatura inadecuadas, se pueden realizar ajustes en los elementos como el control de temperatura, para mejorar la eficiencia del proceso de planchado.
- 3) Identificación de puntos de sobrecalentamiento: La termografía puede ayudar a identificar puntos de sobrecalentamiento en el rulo de planchado. La detección temprana de puntos de sobrecalentamiento ayuda a prevenir daños en el rulo y a garantizar la seguridad en el entorno de trabajo.
- 4) Análisis de la calidad del planchado. La termografía también puede ser utilizada para analizar la calidad del planchado realizado por el rulo. Al inspeccionar la superficie de la tela planchada con una cámara termográfica, se pueden identificar posibles áreas con deficiencias de planchado, como pliegues, arrugas o zonas de temperaturas inadecuadas. Esto permite ajustar los parámetros de planchado y mejorar la calidad del resultado final.



Figura 38: Termografía Rulo 1

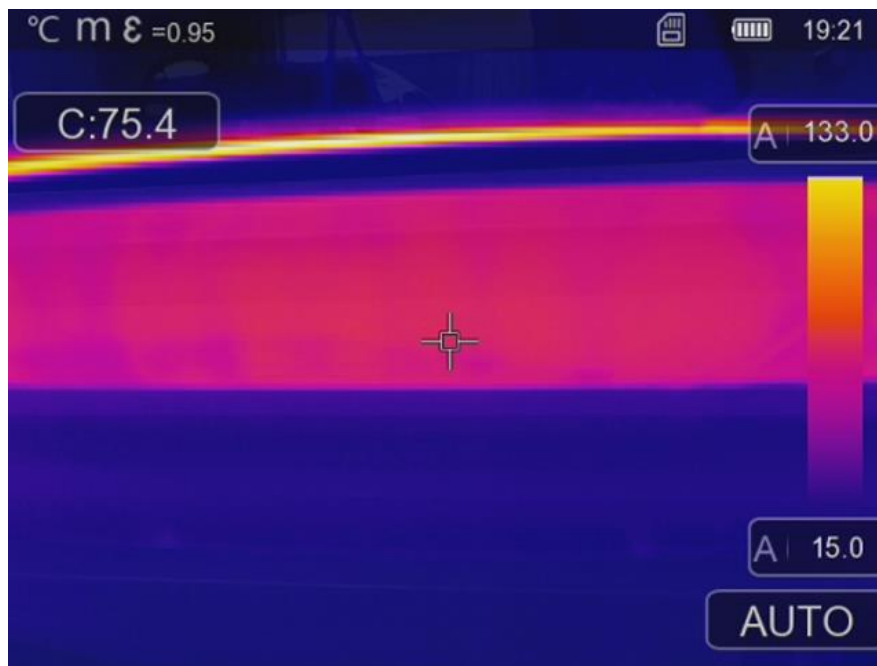


Figura 39: Termografía Rulo 2

La primera foto, pertenece a un rulo que está trabajando a una temperatura de 100°C, la temperatura de sus rodillos es de 72.6°C. Esta diferencia de temperatura puede deberse al aislamiento que recubre este rodillo de metal.

La segunda foto, está tomada a un rulo que trabaja a 150°C, tanto el rodillo superior e inferior presentan una buena distribución del calor. Ninguno de los dos rulos presenta desequilibrios de temperatura.

Las siguientes imágenes muestran la termografía de los cuadros eléctricos, se consideran los siguientes puntos de estudio:

- 1) Detección de puntos calientes: la termografía permite identificar puntos calientes en el cuadro eléctrico, que podrían indicar conexiones defectuosas, sobrecargas o componentes en mal estado. Estas anomalías pueden generar riesgos de sobrecalentamiento, fallos eléctricos o incluso incendios.
- 2) Evaluación del equilibrio térmico: La termografía permite evaluar el equilibrio térmico en el cuadro eléctrico, es decir, si las temperaturas son uniformes en todos los componentes. Un desequilibrio térmico puede identificar problemas de carga desigual o problemas de ventilación. Identificarlo ayuda a optimizar la distribución de la carga y evaluar su estado térmico.



Figura 40: Termografía Cuadro General



Figura 41: Termografía Cuadro secundario suministro agua caliente

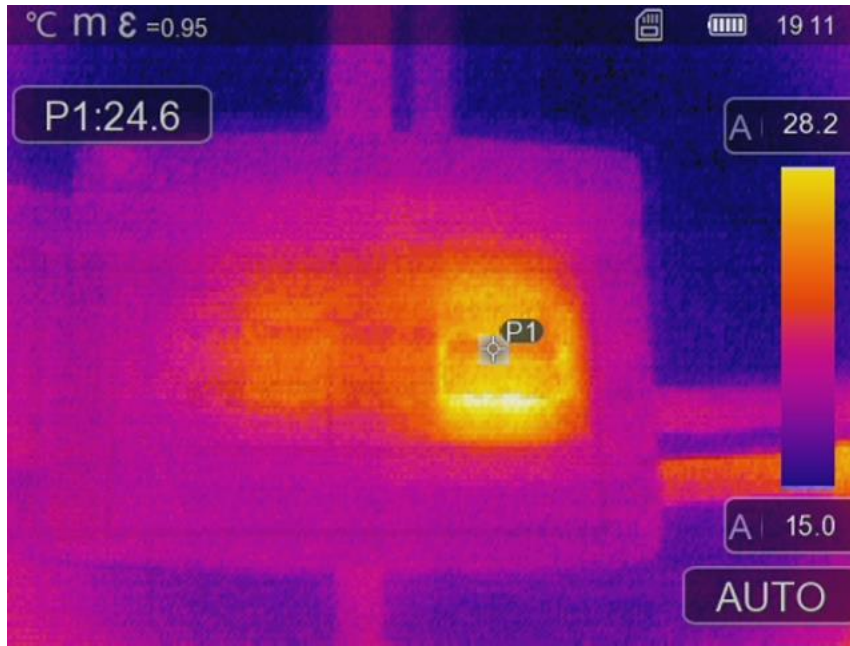


Figura 42: Termografía cuadro secundario zona de secado

No se observa detección de puntos calientes peligrosos, y presenta un buen equilibrio térmico.



### 1.9. Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Este proyecto contribuye a varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU. Se presentan en la siguiente tabla, detallando posteriormente los más significativos:

Objetivos de Desarrollo Sostenibles	Alto	Medio	Bajo	No Procede
ODS 1. Fin de la pobreza.				X
ODS 2. Hambre cero.				X
ODS 3. Salud y bienestar.				X
ODS 4. Educación de calidad.				X
ODS 5. Igualdad de género.				X
ODS 6. Agua limpia y saneamiento.		X		
ODS 7. Energía asequible y no contaminante.	X			
ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico.		X		
ODS 9. Industria, innovación e infraestructuras.	X			
ODS 10. Reducción de las desigualdades.				X
ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles.				X
ODS 12. Producción y consumo responsables.	X			
ODS 13. Acción por el clima.		X		
ODS 14. Vida submarina.				
ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres.				
ODS 16. Paz, justicia e instituciones sólidas.				
ODS 17. Alianzas para lograr objetivos.	X			

Tabla 35: Objetivos de Desarrollo Sostenible

ODS 7: Energía asequible y no contaminante: Al implementar este plan de mantenimiento eficiente en la instalación eléctrica, se promueve un uso eficiente de la energía, reducción de contaminantes, contribuyendo a un sistema energético más sostenible.

ODS 9: Industria, innovación e infraestructura: el proyecto se enfoca en el mantenimiento y mejora de la maquinaria e instalaciones eléctricas de una lavandería industrial, lo que fomenta el desarrollo de infraestructuras resilientes y promueve la innovación en la industria.

ODS 12: Producción y consumo responsables: un plan de mantenimiento adecuado garantiza el uso responsable de los recursos al prolongar la vida útil de la maquinaria y reducir la generación de residuos, contribuyendo a una producción y consumo más sostenibles.

ODS 17: Alianzas para lograr los objetivos: El proyecto fomenta la colaboración entre la empresa de lavandería y proveedores de equipos y servicios de mantenimiento, en la búsqueda de soluciones conjuntas para alcanzar los objetivos de sostenibilidad.



---

# TRABAJO FINAL DE GRADO: PLAN DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA E INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA LAVANDERÍA INDUSTRIAL.

---

Documento nº 2: Planos

Titulación: Grado en Ingeniería Eléctrica.

*Autora: Gálvez Ortiz, Noelia*

*Tutora: Molina Palomares, María Pilar*

*Co-Tutor: Antonino Daviu, José Alfonso*

Curso: 2022/2023



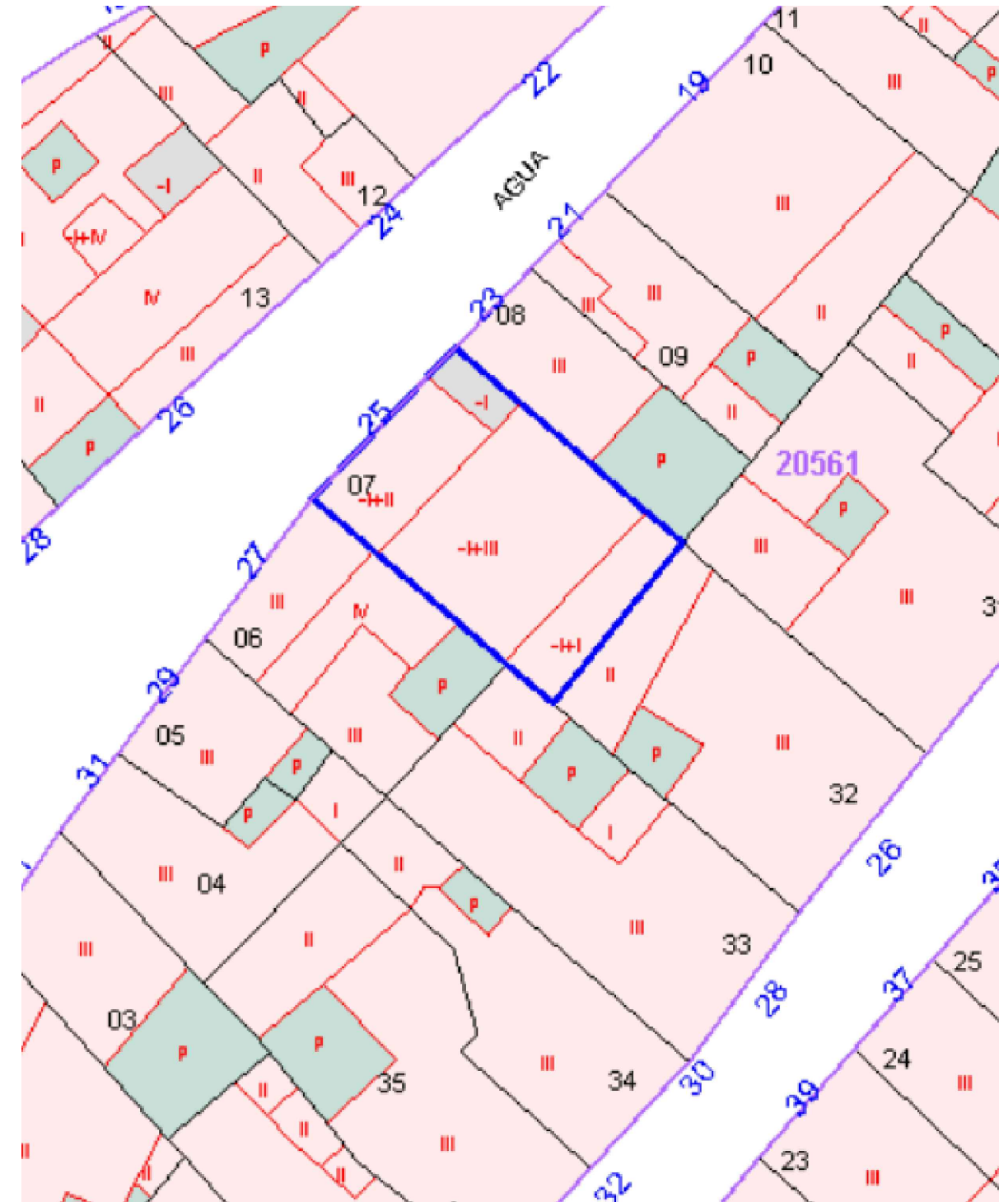
## 2. Planos

Se presentan a continuación, los planos en la siguiente orden:

- Plano de situación y emplazamiento
- Plano de distribución de receptores
- Plano de distribución de alumbrado
- Plano de cuadro general
- Plano de cuadro secundario de suministro de agua caliente
- Plano de cuadro secundario de zona de secado



Escala de plano de situación 1:200000



Escala de plano de emplazamiento 1:1000

	NOMBRE	FECHA	FIRMA	ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO
PROYECTADO	N.GÁLVEZ	19/04/2023		TRABAJO FIN DE GRADO: Plan de mantenimiento de maquinaria e instalación eléctrica de una lavandería industrial
DIBUJADO	N.GÁLVEZ	19/04/2023		TÍTULO: Grado en Ingeniería Eléctrica
CONFORMADO				ALUMNO: Noelia Gálvez Ortiz
ESCALA: S/E	DENOMINACIÓN DEL PLANO : Situación y emplazamiento			Nº de Plano 1/6

# Leyenda



3 x lavadora 18kW



2 x secadora de 30kW



termo eléctrico de 6kW



2 x rodillo de planchado 4kW



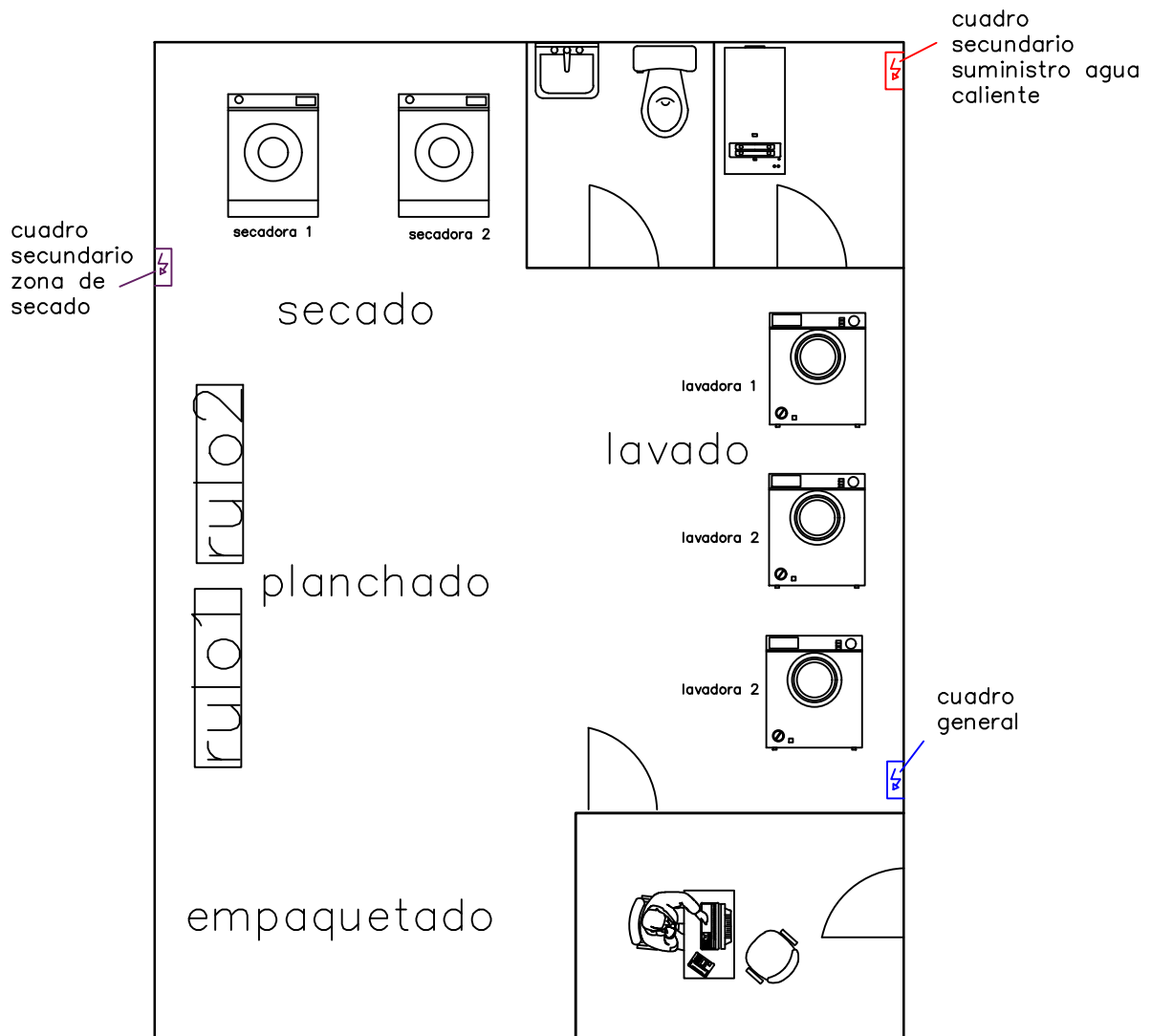
cuadro general



cuadro secundario suministro agua caliente





cuadro secundario zona de secado

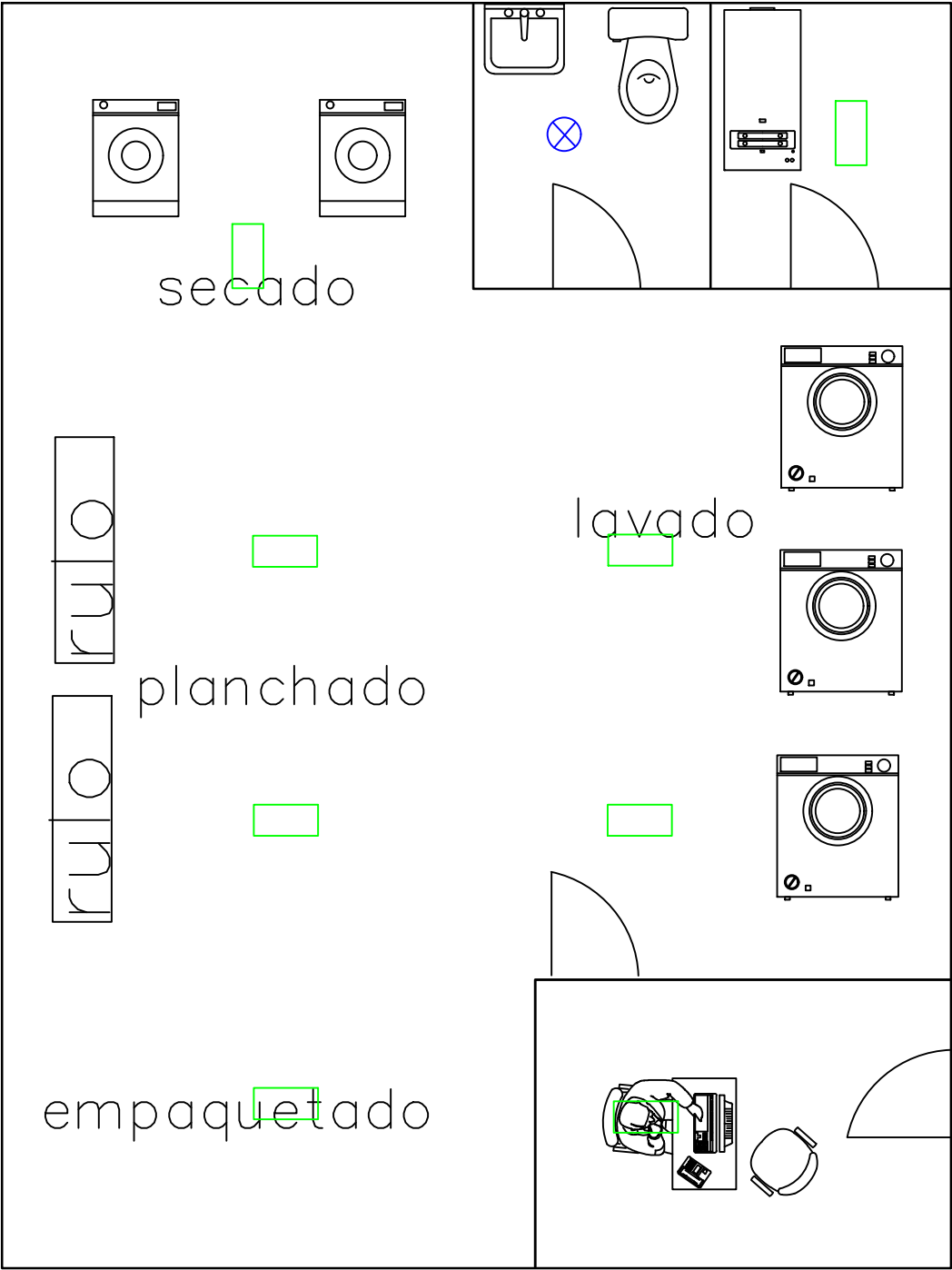


	NOMBRE	FECHA	FIRMA	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO
PROYECTADO	N.GÁLVEZ	19/04/2023		TRABAJO FIN DE GRADO: Plan de mantenimiento de maquinaria e instalación eléctrica de una lavandería industrial
DIBUJADO	N.GÁLVEZ	19/04/2023		TÍTULO: Grado en Ingeniería Eléctrica
CONFORMADO				ALUMNO: Noelia Gálvez Ortiz
ESCALA: 1/2	DENOMINACIÓN DEL PLANO : Distribución de receptores y cuadros eléctricos			Nº de Plano 2/6

# Leyenda

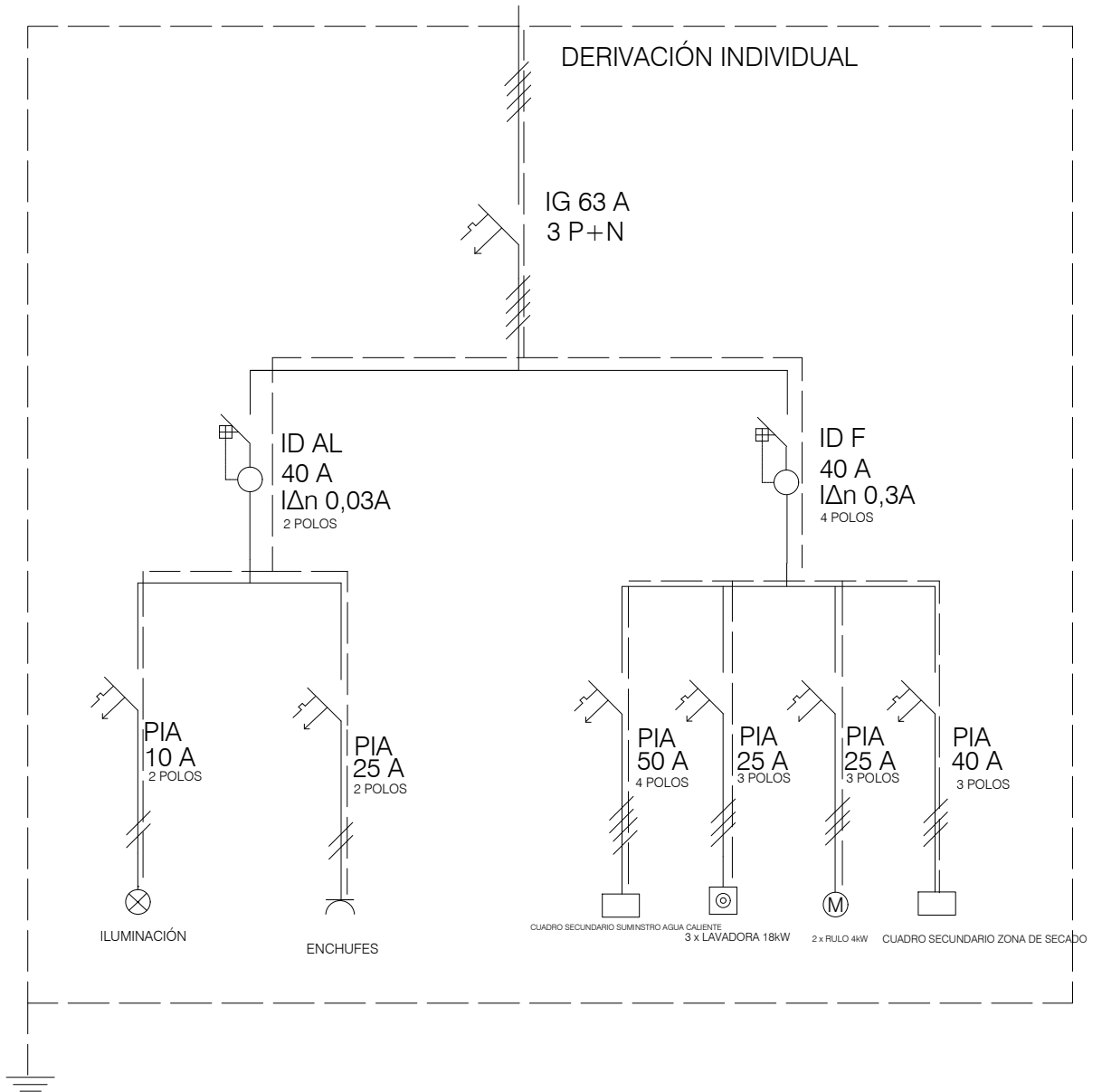
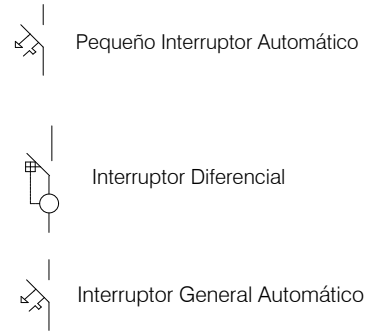
 Luminaria estancia LED 40W

 Empotrable LED 11W



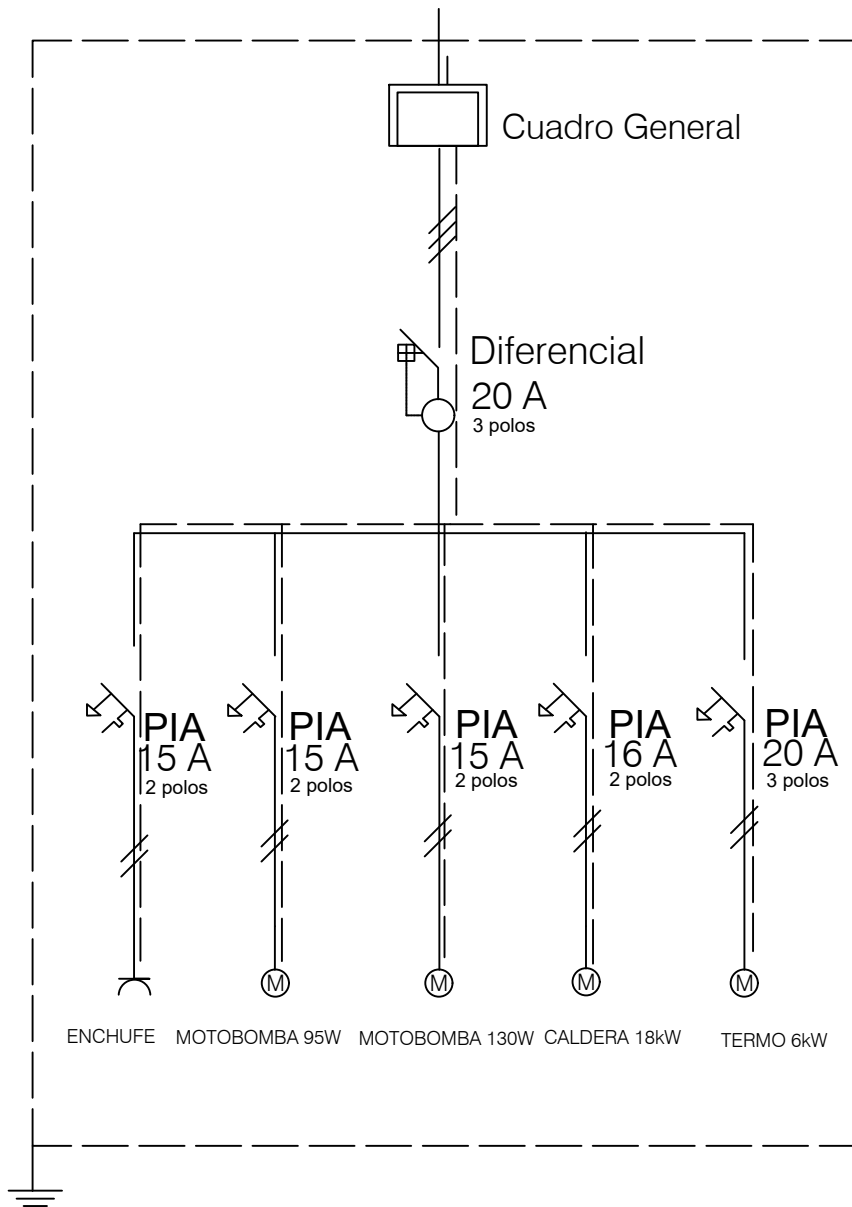
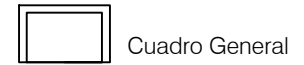
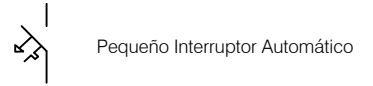
	NOMBRE	FECHA	FIRMA	ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO
PROYECTADO	N.GÁLVEZ	19/04/2023		TRABAJO FIN DE GRADO: Plan de mantenimiento de maquinaria e instalación eléctrica de una lavandería industrial
DIBUJADO	N.GÁLVEZ	19/04/2023		TÍTULO: Grado en Ingeniería Eléctrica
CONFORMADO				ALUMNO: Noelia Gálvez Ortiz
ESCALA: 3/4	DENOMINACIÓN DEL PLANO : Plano de distribución de alumbrado			Nº de Plano 3/6

# Leyenda



	NOMBRE	FECHA	FIRMA	ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO
PROYECTADO	N.GÁLVEZ	19/04/2023		TRABAJO FIN DE GRADO: Plan de mantenimiento de maquinaria e instalación eléctrica de una lavandería industrial
DIBUJADO	N.GÁLVEZ	19/04/2023		TÍTULO: Grado en Ingeniería Eléctrica
CONFORMADO				ALUMNO: Noelia Gálvez Ortiz
ESCALA: S/E	DENOMINACIÓN DEL PLANO : Cuadro General			Nº de Plano 4/6

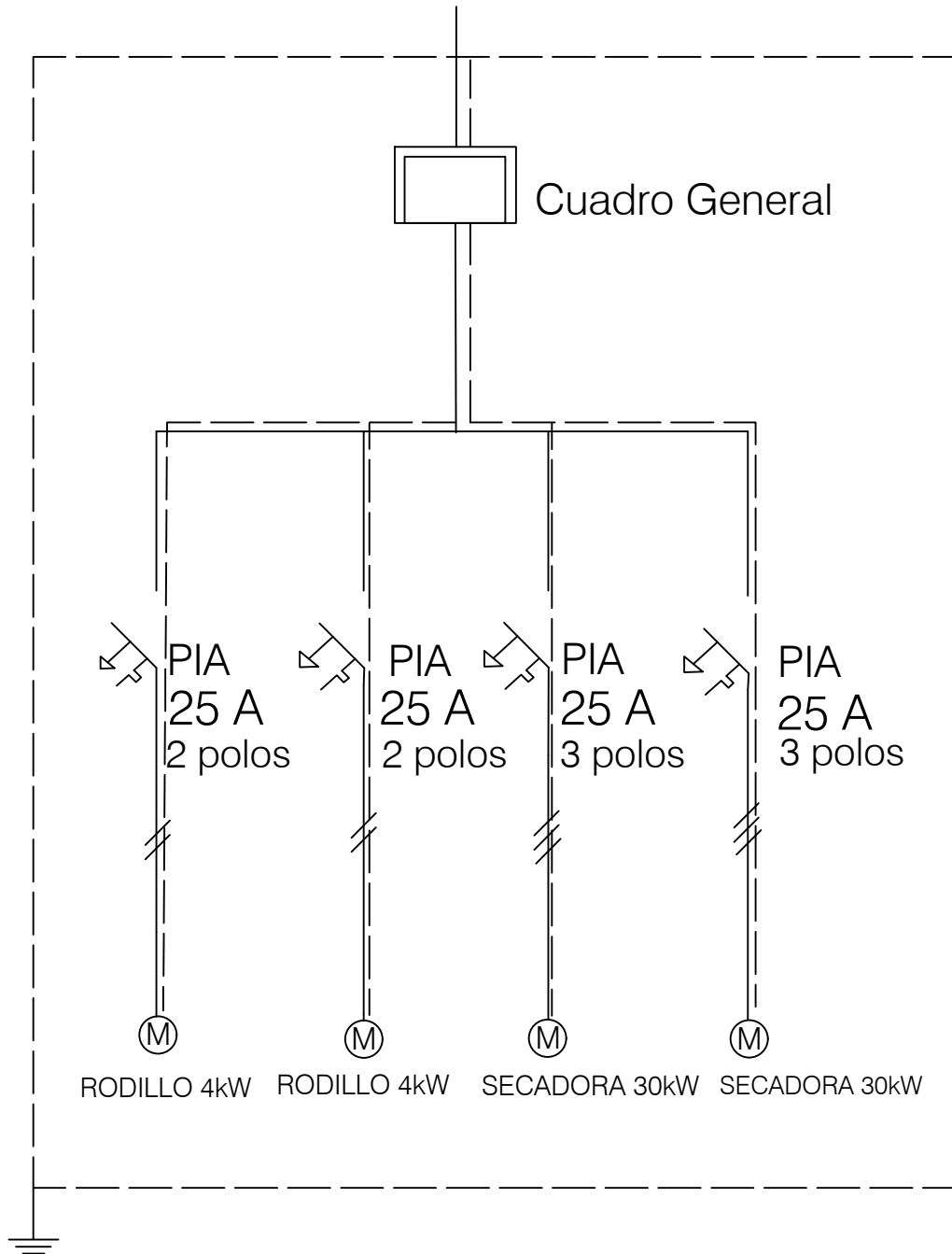
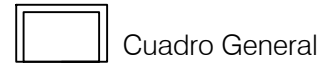
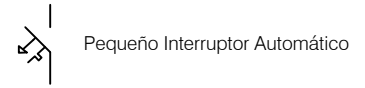
# Leyenda



	NOMBRE	FECHA	FIRMA	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO
PROYECTADO	N.GÁLVEZ	19/04/2023		TRABAJO FIN DE GRADO: Plan de mantenimiento de maquinaria e instalación eléctrica de una lavandería industrial
DIBUJADO	N.GÁLVEZ	19/04/2023		TÍTULO: Grado en Ingeniería Eléctrica
CONFORMADO				ALUMNO: Noelia Gálvez Ortiz
ESCALA: S/E	DENOMINACIÓN DEL PLANO : Cuadro secundario suministro de agua caliente			Nº de Plano 5/6



# Leyenda



	NOMBRE	FECHA	FIRMA	ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO
PROYECTADO	N.GÁLVEZ	19/04/2023		TRABAJO FIN DE GRADO: Plan de mantenimiento de maquinaria e instalación eléctrica de una lavandería industrial
DIBUJADO	N.GÁLVEZ	19/04/2023		TÍTULO: Grado en Ingeniería Eléctrica
CONFORMADO				ALUMNO: Noelia Gálvez Ortiz
ESCALA: S/E	DENOMINACIÓN DEL PLANO : Cuadro secundario de zona de secado			Nº de Plano 6/6



---

TRABAJO FINAL DE GRADO:  
PLAN DE MANTENIMIENTO DE  
MAQUINARIA E INSTALACIÓN ELÉCTRICA  
DE UNA LAVANDERÍA INDUSTRIAL.

---

Documento nº 3: Pliego de Condiciones

Titulación: Grado en Ingeniería Eléctrica.

*Autora: Gálvez Ortiz, Noelia*

*Tutora: Molina Palomares, María Pilar*

*Co-Tutor: Antonino Daviu, José Alfonso*

Curso: 2022/2023

## 3. Pliego de Condiciones

### 3.1. Objeto

El propósito del “Pliego de Condiciones para el Mantenimiento de Maquinaria e Instalación de una Lavandería Industrial” es establecer los requisitos de personal y equipo que debe cumplir la empresa contratada para llevar a cabo el mantenimiento eléctrico y mecánico de dicha industria.

Las instalaciones existentes son:

- Baja Tensión
- Maquinaria
  - Maquinaria de lavandería
  - Maquinaria para el suministro de agua caliente

Los trabajos serán elaborados conforme al Plan de Mantenimiento y se realizarán con la persona detallada posteriormente denominado “Personal”.

Los principales objetivos son:

- Asegurar que los cables, equipos y componentes que forman la instalación del edificio estén en buen estado de conservación.
- Lograr que los equipos funcionen de manera continua y se adapten a las necesidades de la empresa.
- Realizar un mantenimiento preciso y necesario para reducir el tiempo y el número de averías.
- Cumplir con las normativas obligatorias en vigor.
- Contribuir a la sostenibilidad del medio ambiente mediante el uso adecuado de los recursos y bienes.

Este pliego tiene como finalidad mantener los servicios del edificio en óptimas condiciones de seguridad y funcionamiento. Para ello, es necesario contar con los recursos humanos y materiales adecuados para llevar a cabo las actividades descritas en el Pliego de Prestaciones Técnicas, ya sea mediante el personal interno o a través de empresas externas.



### 3.2. Normativa aplicable

El cumplimiento de la normativa aplicable, así como de los reglamentos e instrucciones técnicas vigentes o que puedan ser promulgados en el futuro, es esencial y deberá ser garantizado por la empresa adjudicataria.

Entre las normativas aplicables se considerarán especialmente aquellas relacionadas con las instalaciones objeto de este pliego, aunque no se limitarán a ellas:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, REBT.
- Norma Tecnológica de la Edificación: NTE y NTE-IEB “Instalaciones de electricidad: baja tensión”, NTE-IEP “Instalaciones de electricidad: puesta a tierra”
- Real Decreto 614/2001 sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico
- Normas Básicas para las instalaciones interiores de suministro de agua. NBIIISA.
- R.D. 909/2001, Criterios Higiénico-Sanitarios para la Prevención y Control de la Legionelosis y Ordenes Autonómicas.
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Ley de Protección del Ambiente Atmosférico.
- Normativa de ámbito autonómico y nacional sobre Medio Ambiente que sea de obligado cumplimiento.
- Reglamento de aparatos que utilizan combustibles gaseosos y anexos.
- Normativa de ámbito autonómico y nacional sobre Seguridad Industrial que sea de obligado cumplimiento.
- UNE-EN 12464, Iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo.

### 3.3. Requisitos de la empresa mantenedora

La empresa encargada del servicio de mantenimiento debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Debe contar con la certificación correspondiente como empresa mantenedora de instalaciones de baja tensión.
- Es esencial que cuente con experiencia en cada uno de los apartados mencionados anteriormente en edificios con características similares en un periodo de cinco años previos al presente pliego, y debe proporcionar detalles sobre el tipo de mantenimiento que ha llevado a cabo y aportar certificados de satisfacción de otros clientes.

### 3.4. Trabajos a realizar

La empresa encargada del servicio de mantenimiento debe realizar los siguientes trabajos:

- Revisar mensualmente si los tubos de las lavadoras presentan fugas
- Para los rodillos de planchado deberá:
  - Tras cuarenta horas de funcionamiento limpiar y encerar la teja, y sustituir el paño de planchado
  - Tras doscientas hora de funcionamiento deberá realizar un ajuste de presión del rodillo, y un ajuste de la tensión de la cadena de transmisión del rodillo.
  - Cada tres meses, deberá engrasar el cojinete, las cadenas y las ruedas.
- Para la turbina, trimestralmente deberá comprobarse que el caudal de aire es el correcto.
- Para las bombas, deberá anualmente realizar un examen de vibraciones, un estudio con el analizador de ultrasonidos y un análisis de la temperatura.
- Para la caldera, deberá realizar de forma bianual una limpieza del interior de la caldera, y de forma anual deberá realizar:
  - Una limpieza, regulación y comprobación del quemador.
  - Una limpieza de la boquilla inyectora.
  - Comprobar el funcionamiento de la bomba y los termostatos de la caldera.
  - Una puesta a punto de los órganos y una limpieza de los filtros de gasoil.
  - Comprobación del caudal del combustible
  - Medición y regulación del caudal del agua
  - Revisión de la llama de la caldera, el nivel de tiro, de los sistemas de ventilación y las posibles fugas.

Mensualmente se deberá cambiar la boquilla inyectora.

- Una sustitución del ánodo de magnesio y purgación anualmente al termoeléctrico.

Acerca del cuadro y subcuadros se deberá realizar los siguientes trabajos:

- Inspección visual de los mecanismos de mando y protección, comprobación del accionamiento mecánico, verificar que no aparezcan sobrecalentamientos y



comprobación de cables interiores, Accionar el pulsador de prueba con periodicidad semestral.

- Una vez al año:
  - Medición del consumo cada circuito y comprobar que no sobrepasa la nominal del interruptor.
  - Verificar la continuidad del cuadro eléctrico
  - Comprobar el estado y apriete de los tornillos
  - Comprobar el estado y apriete de los bornes
  - Limpiar el interior del cuadro eléctrico con aire a presión
  - verificar por muestreo el funcionamiento y dimensionamiento de diferenciales según el REBT
  - Verificar aislamiento dentro del cuadro eléctrico
  - Verificar aislamiento de las líneas de salida
  - Inspeccionar que la pintura se encuentre en correcto estado
  - Verificar que no se detectan olores anormales y existencia y correcto estado de cartelería, etiquetas identificativas y placas de característica del cuadro
  - Verificar una correcta apertura y cierre del cuadro, y un correcto estado de gomas y elementos de estanqueidad,
  - Verificar la correcta ventilación del cuadro, y la ausencia de vibraciones del cuadro, Aplicar limpiacontactos a todas las conexiones y verificar ausencia de humedad en el cuadro
  - Contraste entre los valores de cálculo de sección y el conductor de salida entrada de red de tierras.
  
- Una vez al año, se realiza las siguientes acciones sobre el mantenimiento de puesta a tierra:
  - Verificar la puesta a tierra de elementos, herrajes, etc
  - Cálculo de la sección equivalente a través del valor óhmico y longitud de red.
  - Medición de las resistencias de toda la tierra, tensión de paso de contacto entre diferentes circuitos que componen la red de tierras.
  - Definición de tierra mediante verificación de sistemas de medidas de valor óhmico.
  - Verificación de continuidad del sistema de puesta a tierra de todos los elementos integrantes de la instalación.
  
- Acerca del alumbrado, se deberán realizar las siguientes actividades de manera anual:
  - Verificar caja de conexiones, sus empalmes, y que estén libre de polvo y telarañas
  - Comprobar con un luxómetro que el nivel de intensidad luminosa es el adecuado para el ambiente.

### 3.5. Personal

El equipo de mantenimiento para el edificio deberá contar con conocimientos y experiencia demostrable en el mantenimiento eléctrico y mecánico, así como tener una formación acreditada en prevención de riesgos laborales.

El personal deberá tener la certificación de baja tensión correspondiente, dividido en dos categorías:

- Ingeniero técnico industrial con al menos 5 años de experiencia
- Oficiales de primera con formación técnica mínima de FP2 y al menos 5 años de experiencia.

El servicio se dividirá en dos referencias:

- El servicio A, desempeñado por el ingeniero, se llevará a cabo en horario de oficina y consistirá en la elaboración de estudios, presupuestos, valoración y entrega de resultados sobre revisiones, así como mantener el suministro de ropa, equipo de protección personal, herramientas, repuestos y equipos. Su función principal será ser el punto de contacto de la empresa.
- El servicio B, llevado a cabo por los oficiales de primera, se realizará las 24 horas del día, todos los días de la semana, y será responsable del mantenimiento preventivo, correctivo y modificación de la instalación eléctrica y mecánica del edificio.

Los oficiales eléctricos y la empresa externa estarán disponibles para proporcionar servicio técnico las 24 horas del día, los 7 días de la semana, durante todo el año, incluyendo fines de semana y días festivos.

### 3.6. Jornada Laboral

La compañía responsable del mantenimiento del edificio proporcionará los horarios laborales con una antelación de quince días antes del inicio del mes correspondiente.

El número de horas hábiles de trabajo será de ocho horas a excepción del oficial. Un ejemplo, podría ser:

Ingeniero: de lunes a viernes de 8:00 a 17:00 h.

Oficial: lunes y miércoles de 5:00 a 13:00 h.

Martes, jueves y viernes de 8:00 a 17:00.

### 3.7. Vacaciones

La empresa encargada del servicio de mantenimiento deberá reemplazar al personal que se encuentre de vacaciones con trabajadores de igual calificación y categoría durante todos los días de ausencia, asegurándose de que estos cuenten con la capacitación necesaria en prevención de riesgos laborales.



### 3.8. Uniformes y EPIS

El personal encargado del servicio de mantenimiento deberá utilizar ropa de trabajo que incluya el nombre de la empresa y llevar consigo los elementos de seguridad necesarios para desempeñar su trabajo en cumplimiento de las normas de prevención de riesgos laborales. La empresa proveerá a los trabajadores de los equipos y materiales de seguridad necesarios y homologados para realizar las labores de mantenimiento, en todo momento respetando las medidas de seguridad establecidas. Cada operario de mantenimiento deberá contar con equipos de protección individual homologados, que cumplan con las normas de seguridad vigentes y se encuentren en perfectas condiciones. En caso contrario, se sustituirán los elementos defectuosos o deteriorados.

El equipamiento mínimo de cada operario de mantenimiento constará de:

- Casco de seguridad: Para el uso de trabajar que pueda implicar caídas de objetos o golpes en la cabeza. Similares al Climber Abs, que cumpla con la normativa EN397, EN50365.



Figura 43: Casco de seguridad

- Casco de protección auditiva, certificados según norma ANSI S3.19- 1974.



Figura 44: Casco de protección auditiva

- Lentes de seguridad que cumpla con la normativa ANSI Z87.1, para alto impacto. Para proteger los ojos de partículas, polvo y otros elementos que puedan causar daño en el área de trabajo. Deben cumplir con la normativa EN166



*Figura 45: Lentes de seguridad*

- Guantes de protección: Para proteger las manos de lesiones y cortes en el manejo de herramientas y maquinaria. Se recomienda guantes de seguridad con recubrimiento de nitrilo o látex, que cumplan con la normativa EN388.



*Figura 46: Guantes de protección*

- Guantes aislantes para trabajos en tensión eléctrica de clase 00 con tensión de trabajo 500V AC. Obligatorio que cumpla con la norma EN 60903.



*Figura 47: Guantes aislantes de la tensión eléctrica*

- Calzado de seguridad: Para proteger los pies de lesiones causadas por caídas de objetos, cortes y otros peligros en el lugar de trabajo. Se recomienda calzado con puntera de acero y suela antideslizante, que cumplan con la normativa EN20345.



Figura 48: Calzado de seguridad

- chaleco reflectante: Para aumentar la visibilidad del operario en situaciones de poca luz y en zonas de tráfico. Debe cumplir con la normativa EN471.



Figura 49: Chaleco reflectante

Se proveerá a los operarios de cualquier otra herramienta o equipo de protección individual que sea necesario para llevar a cabo las tareas de mantenimiento de manera segura y efectiva.

Además, la industria dispondrá siempre de:

- Pantallas faciales antimpactos con visor transparente. Debe cumplir con la norma EN 166.



Figura 50: Pantalla facial

- Guantes de nitrilo de examen, que cumplan con el Mercado CE producto sanitario clase I según reglamento (UE) 2017/745, Clase I, probado de acuerdo con EN 455 partes 1,2,3 y 4.



Figura 51: Guantes de nitrilo

- Mascarillas desechables de polipropileno factor de protección FFP3.



Figura 52: Mascarilla desechable

Es importante que la empresa de mantenimiento cumpla con su responsabilidad de garantizar que todo el personal bajo su cargo utilice correctamente el equipamiento de seguridad suministrado. Asimismo, la empresa debe asegurarse de que todo el equipamiento de seguridad cumple con las normativas y regulaciones pertinentes para garantizar la seguridad y salud de los trabajadores.

### 3.9. Servicios de Guardia

La empresa encargada del mantenimiento deberá contar con un servicio de guardia disponible a través de teléfono móvil, que incluirá horarios nocturnos, fines de semana y festivos. Este servicio garantizará una atención eficaz e inmediata, con una duración de respuesta menor a una hora, para resolver cualquier avería o tomar medidas necesarias para evitar posibles peligros en la industria.

El personal encargado del servicio de guardia deberá ser técnico y poseer conocimientos sobre el edificio y las tareas de mantenimiento realizadas en él. Asimismo, la empresa mantenedora será responsable de asegurar que el personal de guardia tenga acceso a la documentación necesaria y a la información relevante para realizar sus tareas con eficacia.

### 3.10. Organización de Servicio

La empresa encargada del mantenimiento eléctrico y mecánico del edificio será responsable de organizar y ejecutar los procesos necesarios para garantizar un trabajo óptimo de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo. Asimismo, deberá gestionar

adecuadamente los recursos humanos y materiales para ofrecer un servicio de máxima calidad.

Durante el primer mes de servicio, se llevará a cabo una revisión general de todas las instalaciones eléctricas y mecánicas del edificio. Se elaborará un informe detallado que servirá como punto de partida para iniciar un proceso de mejora continua que incluirá ajustes, reparaciones y mejoras necesarias.

El ingeniero técnico será responsable de supervisar el trabajo del personal de mantenimiento a su cargo, así como de garantizar el correcto funcionamiento de los equipos de protección individual. Además, coordinará y planificará los próximos proyectos de mantenimiento, controlará las medidas de seguridad e higiene, elaborará planos y redactará informes. También se encargará de estudiar posibles mejoras de las instalaciones y controlar el inventario de repuestos y herramientas en el almacén.

Además, el oficial de mantenimiento deberá cumplir con los protocolos y medidas de seguridad establecidos en la empresa, utilizando adecuadamente los equipos de protección personal y cuidando la integridad física propia y de los demás trabajadores. También deberá realizar los registros y documentación necesarios de los trabajos realizados, así como mantener actualizada la información técnica y manuales de los equipos e instalaciones del edificio. Será responsable de coordinar y supervisar las labores del personal a su cargo, asegurando que se cumplan los plazos establecidos y se realicen con la calidad requerida. En caso de necesitar asistencia técnica, deberá contactar con el ingeniero técnico para recibir la ayuda necesaria y coordinar las acciones correspondientes. También será responsable de asegurar el correcto funcionamiento y uso de las instalaciones, equipos e instrumentos utilizados en su trabajo, informando de cualquier anomalía o daño importante al ingeniero técnico y realizando reparaciones o ajustes menores cuando sea posible. Además, deberá mantener el área de trabajo, los equipos y herramientas limpios y en orden, solicitar y retirar los materiales necesarios, inspeccionar y mantener la maquinaria, realizar reparaciones y mantenimiento de sistemas eléctricos y coordinar el mantenimiento de la caldera. El oficial también deberá ejecutar las actividades asignadas en concordancia con las leyes, políticas, normas y reglamentos, mantenerse actualizado, proponer acciones para la mejora de los equipos e instalaciones y cumplir con el Plan de Seguridad y Salud.

Las órdenes de mantenimiento se planificarán y prepararán semanalmente bajo la supervisión del ingeniero responsable, quien clasificará y entregará las órdenes al oficial de mantenimiento. Una vez que se completen las órdenes de trabajo, el ingeniero las archivará junto con la fecha de realización, horas empleadas, nombre del operario y materiales utilizados. Asimismo, se llevarán a cabo reuniones semanales entre el ingeniero y el oficial de mantenimiento para decidir y priorizar las áreas del edificio en las que puedan surgir averías. Además, el ingeniero mantendrá una comunicación constante para actualizar los trabajos en desarrollo

La empresa de servicio de mantenimiento proporcionará a la empresa un listado del personal que se asignará al servicio para su autorización previa a su incorporación. Todo el personal deberá tener los conocimientos necesarios y experiencia demostrable, además de una formación adecuada en prevención de riesgos laborales.

### 3.11. Contratación

Es importante que la empresa del servicio de mantenimiento cumpla con los requisitos legales y de seguridad en la subcontratación de otras empresas para realizar mantenimiento específico. La empresa debe verificar que las empresas subcontratadas posean la formación y experiencia necesarias en el área específica de mantenimiento, así como la formación adecuada en prevención de riesgos laborales. Además, debe asegurarse de que las subcontrataciones estén autorizadas por la empresa y se realicen de acuerdo con los términos y condiciones acordados. De esta manera, se garantiza una correcta gestión y coordinación de los servicios de mantenimiento y se minimizan los riesgos laborales.

### 3.12. Obligaciones de la empresa de mantenimiento

Además de las obligaciones mencionadas, es importante que la empresa de mantenimiento cumpla con los siguientes requisitos:

- Asegurarse de que todo el personal asignado al servicio tenga los conocimientos y experiencia necesarios para realizar su trabajo de manera eficiente y segura.
- Contar con un sistema de gestión de calidad que garantice la eficacia del servicio prestado.
- Disponer de un plan de emergencia y contingencia para actuar ante situaciones imprevistas o de riesgo.
- Asegurarse de que todo el personal asignado al servicio cumpla con la normativa vigente en materia de prevención de riesgos laborales y disponga de los equipos de protección necesarios.
- Informar a la empresa cliente sobre las posibles mejoras o actualizaciones que se puedan llevar a cabo en la instalación para mejorar su eficiencia y durabilidad.

### 3.13. Almacén

Se dispondrá de un almacén dentro del edificio para el almacenamiento de repuestos y materiales necesarios para el mantenimiento eléctrico y mecánico. La empresa de mantenimiento debe ser responsable de verificar el stock y asegurarse de que haya suficiente cantidad de materiales disponibles para cubrir las posibles averías o mejoras que deban realizarse.

Además, es recomendable que la empresa de mantenimiento determine en el plazo de un mes el stock necesario de materiales, encargándose completamente de su adquisición. Esto permitirá garantizar que los repuestos y materiales necesarios estén disponibles de manera oportuna y asegurar la continuidad de las operaciones de la empresa.

### 3.14. Gestión de residuos

La empresa de mantenimiento es la encargada de gestionar y retirar los residuos tóxicos, peligrosos y no peligrosos generados en las tareas de mantenimiento.

Se expone un listado de dichos residuos que se pueden generar en un servicio de mantenimiento:

- Residuos Urbanos:
  - Papel y cartón
  - Plásticos
  - Metales
  - Vidrios
- Residuos Peligrosos:
  - Aceites usados de motor
  - Líquidos refrigerantes
  - Filtros
  - Baterías
  - Pilas
  - Gases refrigerantes
  - Detectores radioactivos
  - Productos de limpieza
  - Tubos fluorescentes
  - Selladores de silicona, vaselinas y recipientes
  - Pinturas y envases de pintura
  - Toners y cartuchos de limpieza

La empresa encargada del mantenimiento debe identificar y clasificar correctamente los residuos generados y peligrosos, para garantizar una gestión adecuada de los mismos según la normativa estatal, autonómica y local correspondiente. En colaboración con el personal del edificio, se establecerá un plan de gestión de residuos peligrosos.

La empresa de mantenimiento será responsable de coordinar la retirada de los residuos mediante un contrato con una empresa autorizada para su tratamiento. Además, se encargará de proporcionar contenedores o sistemas de almacenamiento adecuados para los diferentes tipos de residuos, acondicionar las zonas de recogida para evitar accidentes o emergencias ambientales y etiquetar correctamente los contenedores según las normas de seguridad.

Las etiquetas deben incluir el código del residuo, la fecha de envasado, el nombre, la dirección y el teléfono del titular, así como los pictogramas de los riesgos asociados al residuo.

ENVASES METÁLICOS CONTAMINADOS	
Datos del titular del residuo	
Nombre :	
Dirección:	
Teléfono:	
Fecha de envasado: __/__/__	Nocivo
Código de identificación del residuo: Q __ //D, R __ //S36//C __ //H5//A __ //B __	
Código LER: 150110	

\*C variará en función de la sustancia peligrosa que haya contenido el envase

Figura 53: Etiqueta de Envases Metálico Contaminado

Cuando los contenedores destinados a la recogida de residuos alcancen su capacidad máxima, el ingeniero encargado de la gestión de residuos deberá llevar a cabo las siguientes acciones:

- Contactar a la empresa autorizada para la retirada de los residuos y notificarles la necesidad de retirar los contenedores con al menos diez de antelación.
- Archivar una copia de la notificación realizada.
- Solicitar la correspondiente acreditación al transportista que realizará el transporte de los residuos.
- Aplicar los protocolos establecidos para la gestión de residuos, de acuerdo con las normas ISO 14001.
- Realizar y gestionar la documentación necesaria para el control y seguimiento de la gestión de residuos.

Se expone a continuación, los documentos necesarios para rellenar:





## DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN DE RESIDUOS SIN NOTIFICACIÓN PREVIA

(Artículo 6.1 y Anexo III del R.D. 553/2020, de 2 de junio, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado. B.O.E. nº 171 del 19/07/2020)

Documento de Identificación nº <sup>1</sup>	
Fecha inicio de traslado <sup>2</sup>	

INFORMACIÓN RELATIVA AL OPERADOR DEL TRASLADO			
NIF	Razón social/Nombre		
NIMA <sup>3</sup>	Nº inscripción <sup>3</sup>		Tipo Operador Traslado <sup>4</sup>
Dirección			C.P.
Municipio	Provincia		
Teléfono	Correo electrónico		
Firma operador de traslado			

INFORMACIÓN RELATIVA AL ORIGEN DEL TRASLADO			
Información del centro productor o poseedor de residuos o de la instalación origen del traslado:			
NIF <sup>5</sup>	Razón social/Nombre		
NIMA <sup>3</sup>	Nº inscripción <sup>3</sup>		Tipo centro Productor <sup>6</sup>
Dirección <sup>7</sup>			C.P.
Municipio	Provincia		
Teléfono	Correo electrónico		
Información de la empresa autorizada para realizar operaciones de tratamiento de residuos, incluido el almacenamiento, en caso de que el origen del traslado sea una instalación de tratamiento de residuos			
NIF	Razón social/Nombre		
NIMA	Nº inscripción		
Dirección			C.P.
Municipio	Provincia		
Teléfono	Correo electrónico		

INFORMACIÓN RELATIVA AL DESTINO DEL TRASLADO			
Información de la instalación de destino <sup>15</sup>			
NIF	Razón social/Nombre		
NIMA	Nº inscripción		Tipo centro gestor <sup>8</sup>
Dirección			C.P.
Municipio	Provincia		
Teléfono	Correo electrónico		
Información de la empresa autorizada para realizar operaciones de tratamiento de residuos, incluido el almacenamiento, en la instalación de destino			
NIF	Razón social/Nombre		
NIMA	Nº inscripción		
Dirección			C.P.
Municipio	Provincia		
Teléfono	Correo electrónico		

### 3.14 Herramientas

Las herramientas para la realización de los trabajos de mantenimiento tanto eléctrico como mecánico, será homologada, aislada y cumpliendo las normas vigentes, siendo sustituidas en el momento en caso de rotura, pérdida o deterioro.

Se distinguen tres tipos de herramientas requeridas:

- Herramientas individuales: cada operario deberá tener:
  - Caja de herramientas o cartuchera
  - Linterna LED
  - Alicates universal aislante 1000v
  - Alicates de corte aislante 1000v
  - Alicates de puntas planas aislante 1000v
  - Juego de destornilladores planos y estrella aislante 1000V
  - Martillo de bola
  - Llave inglesa pequeña
  - Llave inglesa grande
  - Flexómetro
  - Juego de llaves Allen Nº 1 a Nº 17
  - Pinza amperimétrica Fluke o similar
  - Navaja de electricista
  - Guantes aislantes clase 00
  - Cartuchera portaherramientas
  
- Herramientas colectivas: disponible siempre en el edificio para su uso exclusivo por parte del personal de mantenimiento eléctrico:
  - Alicates prensaterminales
  - Alicates prensapunteras
  - Alicates para retenes exteriores
  - Alicates para retenes interiores
  - Alicates de presión
  - Soldador eléctrico por arco
  - Careta de soldar
  - Amoladora Hilti mod. DEG 125 D ó similar
  - Amoladora Hilti mod. DC 230 S ó similar
  - Sierra caladora Hilti mod WSJ 750 ET ó similar
  - Lijadora Hilti mod WFO 280 ó similar
  - Escaleras de mano altura de trabajo 2 metros
  - Escaleras de mano altura de trabajo 5 metros
  - Atornillador taladro a batería Hilti mod.SF 121 A o similar
  - Martillo perforador a batería Hilti mod.TE 6 o similar con puntas
  - Taladro Hilti mod.TE 7 o similar con brocas
  - Juegos de brocas de acero para obra, metal y madera.
  - Juegos de brocas de widia para obra, metal y madera.
  - Juego de carraca con vasos de NO 10 a NO 32
  - Juego de llaves fijas NO 6-7 a NO 24-27
  - Juego de llaves de tubo NO 6-7 a NO 24-27

- Juego de limas plana y de media caña.
- Llave grifa 14"
- Trazador
- Cinta métrica
- Martillo rompedor tipo HILTI mod.1-805 o similar.
- Aspirador industrial polvo y líquidos Hilti mod.VCU 40 o similar
- Decapador aire caliente.
- Campana perforada con recogida de polvos para agujeros escayola.
- Juego de coronas PG 9-11-13-16-21-29-36-42-48
- Juego de perforadores de chapa PG 9-11-13-16-21-29-36-42-48
- Alicates cortavarillas
- Guías pasa-hilos. 25 mts (2 uds)
- Cortafríos con protector 2xl50mm (2 uds)
- Soldador de estaño
- Juego de llaves inglesas aislante 1000V

Reponer los elementos consumibles o desechables será responsabilidad de la empresa de mantenimiento.

- Equipamiento y herramientas especiales, estas herramientas no se encontrarán en la localización, se podrá usar de forma gratis y avisando con antelación
  - Herramienta de trabajo y protección en alta tensión
  - Cámara termográfica
  - Comprobador de instalaciones
  - Luxómetro
  - Medidor de aislamiento
  - Telurómetro
  - Comprobador de instalaciones

### 3.15. Mantenimientos especializados

Este tipo de mantenimiento requiere de trabajos especializados que solo pueden ser realizados por empresas con una cualificación específica. Estas empresas deberán presentar certificados que acrediten su experiencia en mantenimiento especializado, Además, deberán proporcionar un servicio de guardia con atención telefónica y asistencia inmediata. La mano de obra necesaria para realizar este mantenimiento correrá a cargo de la empresa de mantenimiento, y en caso de una emergencia, la empresa deberá presentar un presupuesto y esperar la aceptación por parte de la propiedad antes de proceder.



---

TRABAJO FINAL DE GRADO:  
PLAN DE MANTENIMIENTO DE  
MAQUINARIA E INSTALACIÓN ELÉCTRICA  
DE UNA LAVANDERÍA INDUSTRIAL.

---

Documento nº 4: Presupuesto

Titulación: Grado en Ingeniería Eléctrica.

*Autora: Gálvez Ortiz, Noelia*

*Tutora: Molina Palomares, María Pilar*

*Co-Tutor: Antonino Daviu, José Alfonso*

Curso: 2022/2023

## 4. Presupuesto

En el siguiente apartado, se desarrolla el presupuesto:

### 4.1. Personal de mantenimiento

Cuando se realiza este cálculo de presupuesto para el personal de mantenimiento, es importante considerar el tipo de tareas que se van a realizar, así como la especificidad y complejidad del puesto. En este caso, el mantenimiento será llevado a cabo por un ingeniero y un oficial.

Para presupuestar el costo del mantenimiento, es necesario estimar las horas dedicadas a esta tarea y añadir un valor que dependerá de las posibles horas extras en la instalación. También es importante tener en cuenta cualquier costo adicional, como el suministro de materiales y equipos necesarios para llevar a cabo las tareas de mantenimiento de manera efectiva.

En el caso de estudio, la empresa cuenta con una persona de mantenimiento que trabaja 8 horas al día, lo que equivale a un total de 1760 horas (8 horas · 220 días) trabajadas por ambos trabajadores y 160 horas trabajadas por los sustitutos proporcionados por la empresa durante las vacaciones.

Es importante tener en cuenta que, si se realizan tareas de mantenimiento nocturnas, se debe agregar un incremento de 40 euros, además de las horas extras correspondientes.

El número total de horas de mantenimiento será igual a  $2 \times 1760$  horas +  $2 \times 160$  horas, lo que da un total de 3840 horas.

Se estima que se dedicará el 60% del tiempo de mantenimiento a tareas preventivas, y un 40% al mantenimiento correctivo. Estos porcentajes son importantes para tener en cuenta al estimar los costos y el tiempo de mantenimiento de las instalaciones.

En resumen, al calcular el presupuesto para el personal de mantenimiento, se deben considerar las horas trabajadas, las horas de mantenimiento nocturnas y los diferentes tipos de mantenimiento a realizar.

## 4.2. Medios materiales

Es importante tener en cuenta los medios materiales necesarios para realizar las labores de mantenimiento de manera eficaz. Los principales medios que se necesitan son:

- Equipos electrónicos, tales como ordenadores, teclados, ratones pantallas, rúters, teléfonos fijos y móviles, walkie talkies, entre otros.
- Equipos de Protección Individual (EPI's) necesarios para garantizar la seguridad del personal de mantenimiento.
- Herramientas necesarias para realizar las tareas de mantenimiento, como destornilladores, llaves inglesas, alicates, taladros, entre otras.
- Pequeño material, como tornillos, clavos, tuercas, entre otros.

Es importante considerar estos elementos en el presupuesto del mantenimiento para garantizar que el personal de mantenimiento tenga todo lo necesario para realizar su trabajo de manera eficiente y segura.

## 4.3. Desglose económico del servicio de mantenimiento

Se presenta un desglose de los costos mencionados en el primer apartado del presupuesto, mostrando el monto de cada partida:

El coste de persona hora normal = (Salario x 1.37 (Seguridad Social)) x nº de trabajadores

Ingeniero:  $24000 \times 1.37 + 2000 \times 1.37 = 35620 \text{ €}$

Oficial:  $18000 \times 1.37 + 1500 \times 1.37 = 26715 \text{ €}$

Horario nocturno:  $20 \text{ veces} \times 40 + (100 \times 1.7 \times 1.42) = 1041.4 \text{ €}$

## 4.4. Desglose económico de los medios materiales

La selección de los medios materiales y herramientas necesarios para llevar a cabo el servicio de mantenimiento se basará en el precio actual del mercado de estos bienes. Se espera que los aparatos de medición tengan una vida útil de cinco años.

Los medios materiales para utilizar incluyen:

- Analizador de corrientes
- Cámara termográfica
- Luxómetro
- Soplador
- Telefono fijo y móvil
- Walkie Talkie
- Ordenadores
- Pantallas
- Ratones
- Teclados
- Router
- Impresora

- EPI's
- Herramientas

Coste de materias = PVP x 1.21

La oferta de mantenimiento se calculará sumando un 15% de gastos financieros generales a la suma de ambas partidas, y agregando un 10% de beneficio industrial al resultado. Esto dará como resultado el total de la oferta de mantenimiento.

Gasto	Unidades	Precio Unitario	Coste	Total
<b>Personal</b>				
Ingeniero	1,00	33.400,70	38.410,81	38.410,81
Oficial	1,00	25.180,70	28.957,81	28.957,81
Ingeniero Suplente	1,00	2.740,00	3.151,00	3.151,00
Oficial Suplente	1,00	2.055,00	2.363,25	2.363,25
Gasto de dedicación (15%)	0,15		36.441,42	5.566,21
<b>Total Personal</b>				<b>78.449,07</b>
<b>Materiales</b>				
PC sobremesa	1,00	700,00	847,00	847,00
PC portátil	1,00	600,00	726,00	726,00
Monitor ordenador	1,00	140,00	169,40	169,40
Teclados	2,00	32,42	39,23	78,46
Ratones	2,00	10,00	12,10	24,20
Teléfono fijo	2,00	80,00	96,80	193,60
Teléfono móvil	1,00	180,00	217,80	217,80
Walkie Talkie	2,00	82,00	99,22	198,44
Impresora	1,00	240,00	290,40	290,40
EPI's	2,00	360,00	435,60	871,20
Herramientas	4,00	1.000,00	1.210,00	4.840,00
Comprobador de instalaciones	1,00	3.297,15	3.989,55	3.989,55
Cámara termográfica	1,00	363,61	439,97	439,97
Luxómetro	1,00	138,51	167,60	167,60
Soplador	1,00	111,85	135,34	135,34
<b>Total Ejecución del material</b>				<b>13.188,95</b>
<b>Gastos financieros (15%)</b>				<b>1.978,34</b>
<b>Beneficio industria (10%)</b>				<b>1.318,90</b>
<b>Total Presupuesto</b>				<b>16.486,19</b>
<b>IVA (21%)</b>				<b>3.462,10</b>
<b>Total Presupuesto con IVA</b>				<b>19.948,29</b>
<b>Total Presupuesto</b>				<b>98.397,36</b>

Tabla 36: Presupuesto



El total de presupuesto es de dieciséis mil cuatrocientos ochenta y cuatro euros con dieciséis céntimos (16.484,16€).

Cualquier acción que no esté incluida en el servicio de mantenimiento será presupuestada aparte. A continuación, se describen los supuestos más comunes:

- Si se necesita reemplazar un equipo o componente de la instalación, el servicio de mantenimiento presupuestará el precio del material, que será el PVP del proveedor más un 10% de gastos de gestión y un 5% de beneficio industrial.
- Si el cliente necesita nuevo equipamiento que requiera mano de obra extra, se solicitará un presupuesto al proveedor del material, que incluirá el precio del material y el coste de las horas extras del trabajador.
- Si se superan las 305 horas de trabajo nocturno pactadas o las 72.5 horas de movilización en caso de urgencia, se aplicará una tarifa por hora.
- Si el cliente necesita un trabajo realizado por un estudio de ingeniería, se presentará un presupuesto que incluirá el precio del material, las horas extras del ingeniero y un 10% de gastos de gestión.

Para llevar a cabo cualquiera de estas acciones es necesario el acuerdo y la firma del cliente en el presupuesto detallado partida por partida. Todas las compras necesarias por parte de los trabajadores deberán estar autorizadas por su superior.



## 5. Conclusiones

En este proyecto, se ha llevado a cabo un plan de mantenimiento eléctrico y de maquinaria para una lavandería industrial. Se ha elaborado un plan que incluye importantes mejoras, como la verificación a través de termografía infrarroja y el análisis de corrientes en los cuadros eléctricos mediante un comprobador de instalaciones. Además, se ha establecido una periodicidad adecuada según el tipo de maquinaria o elemento eléctrico, cumpliendo con la normativa vigente.

Se han incluido planos detallados de los cuadros eléctricos, que no estaban disponibles hasta ahora.

Después de elaborar el plan y llevar a cabo las medidas necesarias, se han identificado y notificado las siguientes opciones de mejora en las instalaciones:

- En cuanto a las luminarias, se ha comprobado que cumplen con la normativa vigente. Sin embargo, se sugiere la instalación de pantallas LED para ahorrar energía y mejorar la visibilidad, especialmente en la zona de empaquetado, zona de lavado, en el almacén y mostrador de recepción.
- Los resultados de la termografía indican la presencia de puntos calientes en las bobinas de los contactores.
- En las siguientes revisiones, se aconseja el reapriete de los componentes, la limpieza de los cuadros.
- Se sugiere la implementación de un software GMAO para llevar un control más riguroso de la empresa.
- Etiquetar el subcuadro de zona de secado.

Se prevé que el trabajo realizado será de utilizada en el futuro para un mantenimiento más efectivo de la instalación, lo que ayudará a reducir la ocurrencia de problemas imprevistos.

El proyecto académico desarrollado supera las expectativas de un plan de mantenimiento para una empresa de este tamaño, además ha permitido que la autora adquiriera gran cantidad de conocimientos y habilidades en el ámbito de la planificación y gestión de mantenimiento.

## 6. Bibliografía

1. Becker, J. (s/f). Definición de valores de cortocircuito para los interruptores. [https://library.e.abb.com/public/aae46c27d4ae45fc80bdef2a79ddb09e/70-75%20m8014\\_ES\\_72dpi.pdf?xsign=jdY2aBCJY7rMSdFsQdkBuNK22ViLmRXvQrWEdDE7V1LZuHd3Dgf7rdiOF6TIUmh3](https://library.e.abb.com/public/aae46c27d4ae45fc80bdef2a79ddb09e/70-75%20m8014_ES_72dpi.pdf?xsign=jdY2aBCJY7rMSdFsQdkBuNK22ViLmRXvQrWEdDE7V1LZuHd3Dgf7rdiOF6TIUmh3).
2. Cárcel-Carrasco, F.-J. (c 2016). EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL EN RELACIÓN A LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO.
3. Universitat Politècnica de València (España). <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/93477/REV01-ART%20DYNA-EVOL-HISTORICA-MANTEN.pdf?sequence=1>
4. de Bona Numancia, J. M. (s/f). Gestión del mantenimiento. Agapea. 4. De educación y formación profesional, M. (s/f). CUALIFICACIÓN PROFESIONAL: MONTAJE Y MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN.
5. Garrido, S. G. (s/f). Ingeniería de Mantenimiento. Renovetec.
6. Historia del mantenimiento industrial. (2022, octubre 12). <https://mintforpeople.com/noticias/historia-mantenimiento-industrial/>
7. Ing. José Manrique Castro Ing. Edgard Bernal Muñoz. (s/f). Administración Moderna de Mantenimiento. [ps://soportec.files.wordpress.com/2010/06/administracion-moderna-demantenimiento.pdf](https://soportec.files.wordpress.com/2010/06/administracion-moderna-demantenimiento.pdf)
8. Interruptores automáticos para actuar por corriente residual, con dispositivo de protección contra sobrecorrientes incorporado. (2013).
9. Ley 31/1995, Prevención de Riesgos Laborales y modificaciones y desarrollo normativo posterior, (8 de noviembre 2022). [https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A1995-24292\\_1](https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A1995-24292_1)
10. Ministerio de Industria, C. y. T. (2020). Guías Técnicas de aplicación del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
11. Ministerio de Industria, E. y. T. (15 de abril 2013). NOTA ACLARATORIA SOBRE LA APLICACIÓN DEL REAL DECRETO 238/2013, DE 5 DE ABRIL PARA AQUELLAS INSTALACIONES TÉRMICAS DE EDIFICIOS EN EJECUCIÓN EN EL MOMENTO DE ENTRADA EN VIGOR DEL CITADO REAL DECRETO
12. Real Decreto 486/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, (13 de noviembre de 2004). <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1997-8669>
13. Real Decreto 909/2001, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis, (28 de Julio 2001). <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2001-14770>
14. Reglamento Electrotécnico para baja tensión. (23 de marzo de 2023).
15. SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN SISTEMAS DE SEGURIDAD, ELÉCTRICO Y CLIMATIZACIÓN DEL CETA-CIEMAT. [https://contrataciondelestado.es/wps/wcm/connect/69ba68cf-908b-4a7a-9d01-498ff596680f/DOC20200922153003282791\\_PPT\\_signed.pdf?MOD=AJPERES](https://contrataciondelestado.es/wps/wcm/connect/69ba68cf-908b-4a7a-9d01-498ff596680f/DOC20200922153003282791_PPT_signed.pdf?MOD=AJPERES)
16. Souris, J.-P. (1992). El mantenimiento, fuente de beneficios. Ediciones Diaz de Santos.
17. UNE 21056:1981. Electrodo de puesta a tierra. Picas cilíndricas acoplables de acerocobre. (15 de marzo de 1981).



18. UNE 21089-1:2002. Identificación de los conductores aislados de los cables. (30 de mayo de 2002).
19. UNE 202002:2000 IN. Guía para la determinación de la sección de los conductores y la selección de los dispositivos de protección. (4 de septiembre de 2000a).
20. UNE 202002:2000 IN. Guía para la determinación de la sección de los conductores y la selección de los dispositivos de protección. (4 de septiembre de 2000b).
21. UNE-EN 61140:2017, Protección contra los choques eléctricos. Aspectos comunes a las instalaciones y a los equipos. (3 de mayo de 2017).
22. UNE-HD 60364-5-52:2022. Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5-52: Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones. (8 de noviembre de 2022).



---

TRABAJO FINAL DE GRADO:  
PLAN DE MANTENIMIENTO DE  
MAQUINARIA E INSTALACIÓN ELÉCTRICA  
DE UNA LAVANDERÍA INDUSTRIAL.

---

*Anexo nº 1: Hoja de encargo.*

Titulación: Grado en Ingeniería Eléctrica.

*Autora: Gálvez Ortiz, Noelia*

*Tutora: Molina Palomares, María Pilar*

*Co-Tutor: Antonino Daviu, José Alfonso*

Curso: 2022/2023



## HOJA DE ENCARGO

ES **OBLIGATORIO** RELLENAR TODOS LOS CAMPOS EXCEPTO LOS INDICADOS,  
IMPRIMIR A DOBLE CARA Y PRESENTAR POR TRIPLICADO EN EL CASO DEL VISADO FÍSICO.

### DATOS GENERALES

NOMBRE DEL COLEGIADO	NÚMERO DE COLEGIADO
<b>Gálvez Ortiz, Noelia</b>	
NOMBRE DEL COLEGIADO 2 (SI PROCEDE)	NÚMERO DE COLEGIADO 2 (SI PROCEDE)
NOMBRE DEL COLEGIADO 3 (SI PROCEDE)	NÚMERO DE COLEGIADO 3 (SI PROCEDE)
RAZÓN SOCIAL DE LA EMPRESA (SI PROCEDE)	CÓDIGO EMPRESA (SI PROCEDE)
CLIENTE	C.I.F. / N.I.F. DEL CLIENTE
<b>Lavandería Silvia</b>	
DIRECCIÓN DEL CLIENTE	POBLACIÓN
<b>C/Agua Nº25</b>	<b>Alhama de Granada, 18120</b>
TITULAR	C.I.F. DEL TITULAR
<b>Silvia Mº Ortiz Villarraso</b>	
DIRECCIÓN DEL TITULAR	POBLACIÓN
<b>C/Agua Nº25</b>	<b>Alhama de Granada, 18120</b>

### DATOS GENERALES

DESCRIPCIÓN DEL ENCARGO		
<b>PLAN DE MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA E INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA LAVANDERÍA INDUSTRIAL.</b>		
EMPLAZAMIENTO		
POBLACIÓN	PROVINCIA	C.P.
ORGANISMO/S A PRESENTAR		
HONORARIOS (CAMPO NO OBLIGATORIO)		

EL CLIENTE ENGARGA AL GRADUADO/A O INGENIERO TÉCNICO/A INDUSTRIAL LAS GESTIONES ADMINISTRATIVAS DERIVADAS DE LA TRAMITACIÓN DEL TRABAJO PROFESIONAL.

#### OBSERVACIONES (CAMPO NO OBLIGATORIO)

- 1) Ambos partes, cliente e Ingeniero Técnico y/o de Grado, en caso de discrepancia o para resolución de cualquier conflicto que pudiera surgir por la prestación del presente encargo profesional, manifiestan su voluntad de someterse al dictamen de los Tribunales de Valencia y a la renuncia de Fianza si la hubiere.
- 2) El percibo de los honorarios profesionales se realizará en el momento de la entrega del trabajo encargado.
- 3) La minuta de honorarios está sujeta al régimen fiscal del IVA.
- 4) En el supuesto de que quien encarga el trabajo actúe en representación de otra persona física o jurídica, tendrá constancia de la totalidad del mandato o del cargo que ostente y, en caso de ausencia o defecto de representación se hará responsable de esta declaración y responderá personalmente de todas las obligaciones derivadas del presente encargo.
- 5) En el caso de que el cliente decidiese dejar sin efecto el encargo, antes de que resulte cumplimentado, lo comunicará fehacientemente al Ingeniero Técnico y/o de Grado. En este supuesto, habrá de hacer efectivos los honorarios de la parte del trabajo y de los gestiones que el Ingeniero ya haya realizado y los gastos legítimos que haya ocasionado éste.
- 6) El Ingeniero Técnico y/o de Grado podrá dar por resuelto el encargo por alguna de las siguientes causas:
- Inoperancia, en el plazo máximo, de la documentación y de los datos de que debe disponer el cliente, para cumplir el trabajo encomendado.
  - Impago por el cliente de alguna de las minutas de honorarios debidamente presentadas al cobro, en los plazos pactados o los hubiere, sin perjuicio de las reclamaciones o que hubiese lugar.
- 7) La responsabilidad del Ingeniero Técnico y/o de Grado respecto de la obra o de la instalación realizada no comenzará hasta que le sea comunicado fehacientemente por el cliente la obtención de la licencia de obras o instalaciones y la fecha de su inicio, salvo que el cliente encomiende también al Ingeniero Técnico y/o de Grado dicha obtención.
- 8) Los honorarios profesionales del encargo no incluyen los trabajos que corresponden a la toma de datos necesarios para su realización, ni los desplazamientos, ni dietas, ni otros gastos generados, todos los cuales se abonarán aparte de los honorarios y nunca después del pago de éstos.
- 9) La intervención de personal técnico cualificado en los citados trabajos será necesaria cuando así lo establezca alguna disposición normativa o cuando el Ingeniero Técnico lo estime imprescindible. Los honorarios profesionales y gastos que correspondan a este personal serán a cargo del cliente e independientes de los honorarios y gastos del Ingeniero Técnico y/o de Grado.
- 10) Se establece expresamente que el titular de la propiedad intelectual de los trabajos objeto del encargo es el Ingeniero Técnico y/o de Grado que los realiza, de acuerdo con la legislación vigente. El cliente tiene el derecho de materializar la obra una sola vez y en el emplazamiento que se señala en el presente contrato.
- 11) Si el cliente contratare otro profesional para este mismo trabajo, deberá abonar los honorarios devengados hasta ese momento por el Ingeniero Técnico y/o de Grado aquí contratante, más los intereses de demora, al tipo legal del dinero, y los gastos que se acrediten.
- 12) Ambos partes suscriben este contrato, una vez leídas todas y cada una de sus cláusulas, como conformidad del presupuesto o como nota de encargo a que hace referencia el párrafo j) del apartado 3 del artículo 6.º de la Ley 7/1987, de 14 de abril, de medidas libertadoras en materia de sueldo y de Colegios profesionales (BOE 13-4-87 núm.80), procediendo el Ingeniero Técnico y/o de Grado a su registro en el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Valencia.
- 13) Cualquier controversia derivada de la interpretación, aplicación, cumplimiento y ejecución del presente Contrato, incluyendo cualquier discrepancia relativa a su existencia, validez o extinción, así como, en general, toda cuestión conexa con el mismo, será gestionada y resuelta a través de la mediación, con un mediador profesional designado por el Institut Valencià de Mediació del COGIT. En el supuesto de que la mediación no terminara en un acuerdo consentido de las partes en el plazo máximo de cinco meses, a contar desde el inicio efectivo de la mediación, la controversia en cuestión será resuelta definitivamente mediante arbitraje de derecho, por un solo árbitro designado conforme al procedimiento previsto legalmente. El Tribunal Arbitral designado será el Tribunal Arbitral de Valencia (IAV).
- 14) Información básica sobre protección de datos:
- El responsable del tratamiento de sus datos es el Ingeniero Técnico y/o de Grado que encabeza este escrito con la finalidad de gestionar el encargo profesional y su facturación. La base legitimadora es la ejecución del contrato de prestación de servicios. Su datos personales serán conservados mientras dure la prestación del servicio; una vez finalizado lo mismo, sus datos serán conservados durante los plazos legales. No se cedrán datos a terceros, salvo obligación legal. Derechos: Puede ejercer sus derechos de acceso, rectificación, supresión, limitación u oposición al tratamiento de sus datos así como otros derechos, como se explica en la información adicional. Información adicional: Puede solicitar información detallada sobre el tratamiento de sus datos consultando nuestro política de privacidad mediante escrito dirigido a la dirección arriba indicada.

Valencia, a 17 de noviembre de 20 22

#### EL CLIENTE

Firmado por : \_\_\_\_\_

#### EL COLEGIADO

GALVEZ  
ORTIZ NOELIA  
- 15516881T

Firmado digitalmente  
por GALVEZ ORTIZ  
NOELIA - 15516881T  
Fecha: 2022.11.17  
12:21:41 +01'00'

Firmado por : \_\_\_\_\_



---

TRABAJO FINAL DE GRADO:  
PLAN DE MANTENIMIENTO DE  
MAQUINARIA E INSTALACIÓN ELÉCTRICA  
DE UNA LAVANDERÍA INDUSTRIAL.

---

*Anexo nº 2: Fichas Técnicas.*

Titulación: Grado en Ingeniería Eléctrica.

*Autora: Gálvez Ortiz, Noelia*

*Tutora: Molina Palomares, María Pilar*

*Co-Tutor: Antonino Daviu, José Alfonso*

Curso: 2022/2023

Se presenta las fichas técnicas de los equipos de medición:


Luxómetro LX 1010B	
	
Especificaciones técnicas	
Rango de medición	0-100,000 Lux
Precisión	±5%
Tasa de muestreo	0.4 segundos
Potencia	batería de 9V
Temperatura de funcionamiento	32-122 grados F
Duración de la batería	200 horas
Dimensiones	4.6x2.7x1.1 pulgadas
Pantalla	LCD de 3-1/2 dígitos de 18mm
Normativa	IEC61000-4-3(2006) + (2007) ; JIS C1609 : 1993 ; CNS 5519

Tabla 37: Ficha Técnica Luxómetro LX10108




Analizador de redes GSC53	
	
Especificaciones técnicas	
Dimensiones	225x165x105 mm
Alimentador Externo	Cod. A0050 (sólo para funciones AUX y analizador)
Tensión de Red	230V ~ 50 Hz
Memoria	2Mb
Seguridad Instrumentos de medida	EN 61010-1 + A2 (1997)
Normas de producto	IEC61557-1, -2, -3, -4, -5, -6
Aislamiento	clase 2
EMC	EN61326-1 (1998) + A1 (1999)
Normativa de la medidas de verificación	
LOW $\Omega$ (>200mA)	RBT, CEI 64-8 612.2, IEC 61557-4
M $\Omega$	RBT BT019, CEI 64-8 612.3, IEC 61557-2
RCD	UNE 20-383/75, CEI 64-8 612.9 e ap.D , IEC 61557-6
LOOP P-P, P-N, P-PE	RBT, CEI 64-8 612.6.3, IEC 61557-3
PHASE SEQUENCE	IEC 61557-7
EARTH	RBT, CEI 64-8 612.6.2, IEC 61557-5
LOW $\Omega$ 10A	EN60439-1, EN60204-1, CEI 64-8/7; CEI 64-4, CEI81-1

Tabla 38: Ficha Técnica Comprobador de instalaciones

Prueba de verificación :

● **MEDIDA DE LA CONTINUIDAD DE LOS CONDUCTORES DE PROTECCIÓN Y EQUIPOTENCIALES (Modalidad AUTO, RT+, RT-)**

Escala [ $\Omega$ ]	Resolución [ $\Omega$ ]	Precisión*
0.01 ÷ 9.99	0.01	±(2% Lectura + 2 dgts)
10.0 ÷ 99.9	0.1	

\* Se ha tenido en cuenta la calibración que elimina la resistencia del cable

Corriente de prueba > 200mA CC para R<5 $\Omega$  (incluida la calibración)  
Resolución medida de la corriente: 1mA  
Tensión en vacío 4V ≤ V<sub>0</sub> ≤ 24V

● **MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO (Mod. MAN, TIMER)**

Tensión de prueba [V]	Escala [M $\Omega$ ]	Resolución [M $\Omega$ ]	Precisión
50	0.01 ÷ 9.99	0.01	±(2% Lectura + 2 dgt) si V/R>1 $\mu$ A
	10.0 ÷ 49.9	0.1	
	50.0 ÷ 99.9	0.1	
100	0.01 ÷ 9.99	0.01	±(2% Lectura + 2 dgt) si V/R<1 $\mu$ A
	10.0 ÷ 99.9	0.1	
	100.0 ÷ 199.9	0.1	
250	0.01 ÷ 9.99	0.01	±(2% lectura + 2 digit) si V/R>1 $\mu$ A
	10.0 ÷ 199.9	0.1	
	200 ÷ 249	1	
500	0.01 ÷ 9.99	0.01	±(5% Lectura + 2 dgt) si V/R<1 $\mu$ A
	10.0 ÷ 199.9	0.1	
	200 ÷ 499	1	
1000	0.01 ÷ 9.99	0.01	±(2% lectura + 2 digit) si V/R>1 $\mu$ A
	10.0 ÷ 199.9	0.1	
	200 ÷ 999	1	
	1000 ÷ 1999	1	±(5% Lectura + 2 dgt) si V/R<1 $\mu$ A

Tensión de vacío <1.3 x Tensión de Prueba nominal  
Corriente de cortocircuito <6.0mA a 500V programado  
Corriente de medida nominal 500V >2.2mA sobre 230k $\Omega$   
otras >1mA sobre 1k $\Omega$ \*Vnom

● **PRUEBA DE INTERVENCIÓN DIFERENCIAL (RCD)**

Corriente de intervención nominal (I $\Delta$ N) 10mA, 30mA, 100mA, 300mA, 500mA  
Tipo de Diferencial AC, A Generales y Selectivos  
Tensiones fase-tierra 100V ÷ 255V  
Frecuencia 50Hz +/- 0.5Hz

**Tiempo de intervención t<sub>ΔN</sub>**

Escala [ms]	Resolución [ms]	Precisión
½ I $\Delta$ N, I $\Delta$ N 1÷999	1	±(2%Lectura+2digit)
2 I $\Delta$ N 1÷200 generales		
1÷250 selectivos		
5 I $\Delta$ N RCD 1÷50 generales		
1÷160 selectivos		

**Tensión de Contacto Ut**

Escala [V]	Resolución [V]	Precisión
0 ÷ 2U <sub>lim</sub>	0.1	- 0%, +(5% Lectura + 3dgt)

Ut LIM (UL): 25V o 50V

**Resistencia de tierra R<sub>Δ</sub> sin la intervención del diferencial**

Escala [ $\Omega$ ]	Resolución [ $\Omega$ ]	Precisión I $\Delta$ N
1 ÷ 1999	1	- 0%, +(5% Lectura + 3dgt)

Corriente de prueba 0.5 I $\Delta$ N programada en la prueba Ut  
15mA en la prueba Ra 15mA

**Medida de la Corriente de Intervención**

Tipo RCD	I $\Delta$ N	Escala I $\Delta$ N [mA]	Resolución [mA]	Precisión I $\Delta$ N
AC	I $\Delta$ N ≤ 10mA	(0.5 ÷ 1.4) I $\Delta$ N	0.1 I $\Delta$ N	- 0%, +5% I $\Delta$ N
A		(0.5 ÷ 2.4) I $\Delta$ N	0.1 I $\Delta$ N	- 0%, +5% I $\Delta$ N
AC	I $\Delta$ N > 10mA	(0.5 ÷ 1.4) I $\Delta$ N	0.1 I $\Delta$ N	- 0%, +5% I $\Delta$ N
A		(0.5 ÷ 2) I $\Delta$ N	0.1 I $\Delta$ N	- 0%, +5% I $\Delta$ N

● **MEDIDA DE LA FRECUENCIA**

Escala [Hz]	Resolución [Hz]	Precisión
47.0 ÷ 63.6	0.1	±(0.1%Lectura+1 dgt)

Las medidas de RCD y LOOP son activas sólo para 50Hz +/- 0.5Hz

● **MEDIDA DE TENSIÓN (RCD, LOOP, SENTIDO CÍCLICO)**

Escala [V]	Resolución [V]	Precisión
0 ÷ 460V	1	±(3%Lectura + 2dgts)

● **MEDIDA DE LA IMPEDANCIA DE LÍNEA (fase-fase, fase-neutro)**

Escala [Ω]	Resolución [Ω]	Precisión
0.01 ÷ 9.99	0.01	±(5% lectura + 3dgts)
10.0 ÷ 199.9	0.1	

Corriente de pico máxima a la tensión de prueba  
 127V 3.65A  
 230V 6.64A  
 400V 11.5A  
 Tensión de prueba fase-neutro/fase-fase  
 100÷255/100÷440V 50Hz  
 Frecuencia 50Hz +/- 0.5Hz

● **MEDIDA IMPEDANCIA DEL BUCLE DE AVERÍA (fase-terra)**

Escala [Ω]	Resolución [Ω]	Precisión
0.01 ÷ 19.99	0.01	±(5% lectura + 3dgts)
20.0 ÷ 199.9	0.1	
200 ÷ 1999	1	

Corriente de pico máxima a la tensión de prueba  
 127V 3.65A  
 230V 6.64A  
 Tensión de prueba fase-terra  
 100÷255V 50Hz  
 Frecuencia 50Hz +/- 0.5Hz

● **MEDIDA IMPEDANCIA DEL BUCLE DE AVERÍA SIN LA INTERVENCIÓN DEL DIFERENCIAL (fase-terra R<sub>s</sub> 15mA)**

Escala [Ω]	Resolución [Ω]	Precisión
1 ÷ 1999	1	-0% +5% lectura + 3dgts

Corriente de prueba 15mA  
 Tensión de prueba fase-terra 100÷255V 50Hz  
 Frecuencia 50Hz +/- 0.5Hz

● **MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE TIERRA A TRAVÉS DE PICAS**

Escala RE [Ω]	Resolución [Ω]	Precisión
0.01 ÷ 19.99	0.01	±(5% lectura + 3 dgts)
20.0 ÷ 199.9	0.1	
200 ÷ 1999	1	

Corriente de prueba <10mA - 77.5Hz  
 Tensión de vacío <20V RMS

● **MEDIDA DE LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO**

Escala ρ (*)	Resolución	Precisión
0.60 ÷ 19.99 Ωm	0.01 Ωm	±(5% lectura + 3 dgts)
20.0 ÷ 199.9 Ωm	0.1 Ωm	
200 ÷ 1999 Ωm	1 Ωm	
2.00 ÷ 99.99 kΩm	0.01 kΩm	
100.0 ÷ 125.5 kΩm	0.1 kΩm	

(\*) con distancia = 10m  
 Escala de programación distancia: d: 1÷10m  
 Corriente de prueba <10mA - 77.5Hz  
 Tensión de vacío <20V RMS

● **MEDIDA DE LA CONTINUIDAD SEGÚN EN60439-1; EN60204-1**

Escala [Ω]	Resolución [Ω]	Precisión
0.001 ÷ 0.999	0.001	±(1% lectura + 2 dgts)

Corriente de prueba > 10A CA para R< 0.45Ω  
 Resolución medida de la corriente: 0.1A  
 Tensión en vacío Comprendida entre 6 y 12V-  
 Alimentación 230V- 50Hz

● **MEDIDA DE LA CONTINUIDAD SEGÚN EN60439-1; EN60204-1 (Sólo paraGSC57)**

Escala [V]	Resolución [V]	Precisión
0.01 ÷ 9.99	0.01	±(1% lectura + 2 dgts)

Corriente de prueba > 10A CA para R< 0.45Ω  
 Resolución medida de la corriente: 0.1A  
 Tensión de vacío Menor de 12V-  
 Alimentación 230V- 50Hz

Función analizador y AUX:

● **MEDIDA DE TENSIÓN – SISTEMA MONOFÁSICO Y TRIFÁSICO (AUTORANGO)**

Escala [V]	Resolución [V]	Precisión	Impedancia de entrada
15 ÷ 310	0.2	±(0.5% lectura + 2 dgts)	300kΩ (Fase-Neutro)
310 ÷ 600	0.4		300kΩ (Fase-Fase)

● **MEDIDA DE ANOMALÍAS DE TENSIÓN – SISTEMA MONOFÁSICO Y TRIFÁSICO (selección MANUAL de la ESCALA)**

Escala [V]	Resolución (Tensión)	Resolución (Tiempo)	Precisión (Tensión)	Precisión (ref. 50Hz) (Tiempo)	Impedancia de entrada
15 ÷ 310	0.2V	½ periodo (10ms)	±(1.0% lectura + 2 dgts)	± 10ms	300kΩ (Fase-Neutro)
30 ÷ 600	0.4V				300kΩ (Fase-Fase)

● **MEDIDA DE LA CORRIENTE A TRAVÉS DE PINZA EXTERNA – SISTEMA MONOFÁSICO Y TRIFÁSICO**

Fondo Escala(*)	Resolución [mV]	Precisión	Impedancia de entrada	Protección contra sobrecargas
0.005 ÷ 0.26V	0.1	±(0.5% lectura + 2 dgts)	200kΩ	5V
0.26 ÷ 1V	0.4			

(\*) Ejemplo: utilizando una pinza con fondo de escala igual a 1000A/1V, el instrumento mide corrientes superiores a 5A

● **MEDIDA DE POTENCIA – SISTEMA MONOFÁSICO Y TRIFÁSICO**

Tipo Medida	Escala	Precisión	Resolución
POTENCIA ACTIVA	0 ÷ 999.9W 1 ÷ 999.9kW 1 ÷ 999.9MW 1000 ÷ 9999MW	±(1.0%Lectura + 2 dgts)	0.1W 0.1kW 0.1MW 1MW
POTENCIA REACTIVA	0 ÷ 999.9VAR 1 ÷ 999.9kVAR 1 ÷ 999.9MVAR 1000 ÷ 9999MVAR		0.1VAR 0.1kVAR 0.1MVAR 1MVAR
POTENCIA APARENTE	0 ÷ 999.9VA, 1 ÷ 999.9kVA, 1 ÷ 999.9MVA 1000 ÷ 9999MVA		0.1VA 0.1kVA 0.1MVA 1MVA
ENERGÍA ACTIVA (Clase2 EN61036)	0 ÷ 999.9Wh, 1 ÷ 999.9kWh, 1 ÷ 999.9MWh 1000 ÷ 9999MWh		0.1Wh 0.1kWh 0.1MWh 1MWh
ENERGÍA REACTIVA (Clase3 IEC1268)	0 ÷ 999.9VARh, 1 ÷ 999.9kVARh, 1 ÷ 999.9MVARh 1000 ÷ 9999MVARh		0.1VARh 0.1kVARh 0.1MVARh 1MVARh

● **MEDIDA DE Cos φ – SISTEMA MONOFÁSICO Y TRIFÁSICO**

Cos φ	Resolución	Precisión expresada en grados [°]
0.20	0.01	0.6
0.50		0.7
0.80		1.0

● **MEDIDA DE ARMÓNICOS – SISTEMA MONOFÁSICO Y TRIFÁSICO**

Escala	Precisión base	Resolución Máxima
DC – 25H	±(5% + 2 dgts)	0.1V / 0.1A
26H – 33H	±(10% + 2 dgts)	
34H – 49H	±(15% + 2 dgts)	

Los armónicos son puestos a cero los siguientes umbrales:

DC: si <2% del 1º armónico o si < 0.2% del Fondo Escala de las Pinzas

1º armónico: si <0.2% del Fondo Escala de las Pinzas

2º ÷ 49º: si <2% de la 1ª armónico o si < 0.2% del Fondo Escala de las Pinzas

La programación FLEX deshabilita la medida de la Componente DC

● **MEDIDA DE LOS PARÁMETROS AMBIENTALES (Función AUX)**

Escala	Precisión	Resolución
-20°C ÷ 80 °C	±(2% Lectura + 2 dgts)	0.1 °C
0 ÷ 100% HR		0.1% HR
0.001Lux ÷ 20.00 Lux		0.001 ÷ 0.02 Lux
0.1Lux ÷ 2000 Lux		0.1 ÷ 2 Lux
1Lux ÷ 20 kLux		1 ÷ 20 Lux

● **MEDIDA DE LA CORRIENTE DE FUGA (a través de Pinza HT96U opcional GSC57)**

Escala [mA] (*)	Resolución [mA]	Precisión	Impedancia de entrada	Protección contra sobrecargas
0.5 ÷ 999.9	0.1	±(5% lectura + 2 dgts)	200kΩ	5V

(\*) Durante el registro el instrumento memoriza sólo valores de corriente > 5mA con resolución 1mA

Pinza Amperimetrica HT96U	
	
Especificaciones técnicas	
Rango de medida	0.001÷1.2A , 0.1÷120A ,1A÷1200A
Precisión base	± 1.0% lectura
Categoría de medida	CAT III 600V
Diámetro interno pinza	54mm
Conector de salida	Hypertac
Señal de salida	1V
Relación	1mV/mA – 10mV/A - 1mV/A
Rango de frecuencia	40Hz ÷ 10 000 Hz
Resistencia dieléctrica	5,5 KV 50 Hz 1 min
Dimensiones (mm)	105 x 225 x 31 mm
Peso	720 g

Tabla 39: Ficha Técnica Pinza Amperimétrica

Multímetro codell DT266	
	
Especificaciones técnicas	
Rangos de voltaje DC	1000V
Rangos de voltajes	750V
Rangos de corriente AC	200A, 1000A
Rangos resistencia	200 Ω, 20 kΩ
Rangos de resistencia de aislamiento	20 MΩ, 2000 MΩ (2 GΩ)
Batería	Cuadrada de 9V
Tamaño	23.5 cm x 9 cm x 4 cm

Tabla 40: Ficha Técnica Multímetro Codell

Cámara Termográfica RS PRO 988	
	
Especificaciones técnicas	
Rangos de Temperatura Medida	Rango bajo: -20°C a 150°C Rango alto: 0°C a 650°C
Precisión	± 2°C
Resolución del detector	160x120
Resolución de pantalla	640x480
Tipo de pantalla	LCD
Tamaño de pantalla	3.5 in
Distancia de enfoque	0.5m
Mejor precisión de medición de temperatura	± 2°C
Interfaces de datos	USB-Tipo C /Wifi
Formato de archivo	JPEG,HIR
Almacenamiento de Memoria	8Gbytes Micro SD card o 3.4GB internal EMMC
Disparo automático	Sí

Tabla 41: Ficha Técnica Cámara Termográfica