

UCUENCA

Facultad de Ingeniería

Carrera de Ingeniería Eléctrica

Estudio y Aplicación de Técnicas de Mantenimiento Predictivo con uso de Termografía, Caso de Estudio Laboratorio de Microrred Eléctrica de la Universidad de Cuenca

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniera Eléctrica.

Autora:

María Isabel Larriva Durán

CI:1104995459

Correo electrónico: marisalarriba@gmail.com

Director:

Ing. Juan Bautista Sanango Fernández

CI: 0301522892

Cuenca, Ecuador

15-diciembre-2022

Resumen:

El presente trabajo muestra un análisis termográfico realizado en el Laboratorio de Microrred Eléctrica de la Universidad de Cuenca. En base a los equipos que se encuentran en el laboratorio, se realiza una inspección termográfica en cada uno de ellos para conocer el estado actual de los mismos.

Se detalla el procedimiento a seguir, el material y los instrumentos necesarios para realizar inspecciones termográficas en los equipos que conforman el Laboratorio. También se presenta una guía de cómo realizar la termografía, considerando factores como la temperatura ambiente y humedad relativa, para poder realizar una corrección de valores usando el software de análisis compatible con la cámara termográfica de mano, que el laboratorio posee. Una herramienta extra que se usó fue un dron con cámara térmica, para analizar de manera general el funcionamiento de la planta de generación fotovoltaica que posee la Microrred.

Se muestran también todos los termogramas obtenidos durante el proceso de análisis junto con recomendaciones para realizar inspecciones termográficas en el futuro. Con lo que se comprueba la presencia de fallos y la necesidad de realizar este tipo de mantenimiento, buscando no solo garantizar la calidad y continuidad del servicio, sino la reducción de accidentes, y un ahorro significativo en los costos de mantenimiento correctivo.

Palabras clave: Termografía infrarroja. Microrred eléctrica. Mantenimiento predictivo. Mantenimiento preventivo. Mantenimiento correctivo. Cámara termográfica. Termogramas.

Abstract:

The present work shows a thermographic analysis carried out in the Electric Microgrid Laboratory of the University of Cuenca. Based on the equipment found in the laboratory, a thermographic inspection is carried out on each one of them to know their current status.

The procedure to follow, the material and the instruments necessary to carry out thermographic inspections in the equipment that make up the Laboratory are detailed. A guide on how to perform thermography is also presented, considering factors such as ambient temperature and relative humidity, in order to perform a correction of values using the analysis software compatible with the handheld thermographic camera, which the laboratory has. An extra tool that was used was a drone with a thermal camera, to generally analyze the operation of the photovoltaic generation plant that the Microgrid has.

All thermograms obtained during the inspection process are also displayed along with recommendations for future thermographic inspections. With which the presence of failures and the need to carry out this type of maintenance are verified, seeking not only to guarantee the quality and continuity of the service, but also the reduction of accidents, and significant savings in corrective maintenance costs.

Keywords: Infrared thermography. Electrical microgrid. Predictive maintenance. Preventive maintenance. Corrective maintenance. Thermographic camera. Thermograms.

Índice de contenido

1. Capítulo 1.	13
1.1. Introducción.....	13
1.2. Antecedentes.....	13
1.3. Justificación.....	14
1.4. Objetivo General.....	14
1.5. Objetivos Específicos	14
2. Capítulo 2. Marco Teórico.....	16
2.1. Mantenimiento Eléctrico	16
2.1.1. Mantenimiento Correctivo	16
2.1.2. Mantenimiento Preventivo	17
2.1.3. Mantenimiento Predictivo	17
2.2. Termografía.....	20
2.2.1. Fundamentos de temperatura y transferencia de calor	20
2.2.2. Intercambio de energía infrarroja	23
2.2.3. Termografía Infrarroja	24
2.2.4. Cámara Termográfica	31
2.2.5. Imágenes térmicas.....	32
2.2.6. Termografía en Instalaciones Eléctricas.....	34
2.3. Microrred	35
2.3.1. Energía Eólica.....	36
2.3.2. Energía Fotovoltaica	38
2.3.3. Grupo Electrónico.....	40
2.3.4. Baterías.....	40
2.3.5. Supercondensadores	43
2.3.6. Inversores	44
3. Capítulo 3. Análisis de imágenes.....	45
3.1. Materiales y Métodos.....	45

3.2.	Proceso de inspección termográfica.....	47
3.3.	Análisis de imágenes.....	48
3.3.1.	Bloque de Generación	49
3.3.2.	Almacenamiento	54
3.3.3.	Consumo.....	57
4.	Capítulo 4. Resultados.....	61
4.1.	Análisis de los resultados.....	61
4.2.	Plan de trabajo y Metodología de reparación	69
4.3.	Conclusiones	73
4.4.	Recomendaciones.....	74
	Bibliografía.....	76
	Anexo 1. Termogramas.....	78
	Anexo 2. Plan de mantenimiento Generación Fotovoltaica. Inspección termográfica de suelo y EPP necesario.	235
	Anexo 3. Plan de mantenimiento Generación Fotovoltaica. Inspección termográfica aérea y EPP necesario.	236
	Anexo 4. Plan de mantenimiento Generación Celda de Hidrógeno. Inspección termográfica y EPP necesario.	237
	Anexo 5. Plan de mantenimiento Grupo Electrónico Diesel. Inspección termográfica y EPP necesario.	238
	Anexo 6. Plan de mantenimiento Conexión Red eléctrica pública. Inspección termográfica y EPP necesario.	239
	Anexo 7. Plan de mantenimiento Baterías de Plomo Ácido. Inspección termográfica y EPP necesario.	240
	Anexo 8. Plan de mantenimiento Baterías de Ión-Litio. Inspección termográfica y EPP necesario.	241
	Anexo 9. Plan de mantenimiento Banco Supercondensadores. Inspección termográfica y EPP necesario.	242
	Anexo 10. Plan de mantenimiento Carga Programable. Inspección termográfica y EPP necesario.	243

Anexo 11. Plan de mantenimiento Sistemas de Control y Servicios Auxiliares. Inspección termográfica y EPP necesario.....244

Índice de figuras

Fig. 2.1. Tipos de mantenimiento.....	16
Fig. 2.2. Técnicas de mantenimiento.....	17
Fig. 2.3. Formas de transferencia de calor.	21
Fig.2.4. Espectro electromagnético	24
Fig. 2.5. Radiación incidente.....	25
Fig.2.6. Radiación incidente y saliente.	26
Fig. 2.7. Diagrama de las ondas transmitidas por un objeto.....	26
Fig. 2.8. Diagrama de las ondas reflejadas por un objeto.	27
Fig. 2.9. Diagrama de las ondas emitidas por un objeto.	27
Fig. 2.10. Partes fundamentales de una cámara termográfica.	31
Fig. 2.11. Termograma.....	32
Fig. 2.12. Termograma con indicadores de puntos fríos y calientes en zonas delimitadas.	32
Fig. 2.13. Termograma de una habitación con humedad.	33
Fig. 2.14. Termograma de un poste con una red trifásica, donde se aprecian puntos calientes en dos de los conectores.	34
Fig. 2.15. Esquema Microrred	36
Fig. 2.16. Turbina de eje vertical ubicada en la Granja Irquis de la Universidad de Cuenca	37
Fig. 2.17. Turbina eje horizontal ubicados en la Granja Irquis de la Universidad de Cuenca.	38
Fig. 2.18. Esquema de una instalación solar térmica.	38
Fig. 2.19. Tipos de células fotovoltaicas	39
Fig.2.20. Diagrama de un grupo electrógeno con sus partes.	40
Fig. 2.21. Esquema del funcionamiento de una batería de Hidrógeno.	41
Fig. 2.22. Ciclo de carga/descarga de la batería de ion litio.	42
Fig. 2.23. Ciclo de carga/descarga de la batería de plomo ácido	43
Fig. 2.24. Supercondensadores.	43
Fig. 2.25. Tipos de onda	44
Fig. 3.1 Cámara térmica FLUKE Ti480p.....	45
Fig. 3.2. Proceso realizado para la inspección termográfica	47
Fig. 3.3. Sistema SCADA del laboratorio de microrred de la Universidad de Cuenca.	49
Fig. 3.4. Arreglo de paneles solares fotovoltaicos en el laboratorio de microrred a) imagen RGB b) imagen térmica.....	50
Fig. 3.5. Distribución de los paneles fotovoltaicos y su numeración.	50
Fig. 3.6. Deterioro en panel a5 del arreglo A5.	51
Fig. 3.7. Deterioro de panel b4 del arreglo A2.	51
Fig. 3.8. Deterioro en el panel c2 del arreglo A7.....	51

Fig. 3.9. Imagen térmica y RGB. Electrolizador para generación mediante Celdas de Hidrógeno.	52
Fig. 3.10. Imagen térmica y RGB. Grupo electrógeno alimentado a Diesel.	52
Fig. 3.11. Imagen térmica y RGB. Grupo electrógeno alimentado a Diesel.	53
Fig. 3.12. Imagen térmica y RGB. Transformador para acople a la red pública.	53
Fig. 3.13. Imágenes térmica y RGB. Inversor de las baterías de Plomo Ácido.	54
Fig. 3.14. Imágenes térmica y RGB. Inversor de las baterías de Ión-Litio.	55
Fig. 3.15. Imagen térmica y RGB. Armario Supercondensadores.	56
Fig. 3.16. Imagen térmica y RGB. Inversor Supercondensadores.	56
Fig. 3.17. Imágenes térmica y RGB. Carga programable.	57
Fig. 3.18. Imagen térmica y RGB. Panel 1A.	58
Fig. 3.19. Imágenes térmica y RGB. Panel 2A.	58
Fig. 3.20. Imágenes térmica y RGB. Panel 1B.	59
Fig. 3.21. Imágenes térmica y RGB. Panel 2B.	59
Fig. 3.22. Imágenes térmica y RGB. Panel 3B.	60

Índice de tablas

Tabla 2.1. Valores de emisividad de metales para longitudes de onda de 8 a 14.	29
Tabla 2.2 Valores de emisividad de materiales comunes para longitudes de onda de 8 a 14	30
Tabla 2.3. Estudio termográfico. Acciones sugeridas en función del aumento de la temperatura.	35
Tabla 3.1. Especificaciones técnicas de las cámaras termográficas FLUKE.....	46
Tabla 4.1. Resultados de los termogramas de los arreglos fotovoltaicos. (Parte 1/2)	61
Tabla 4.2. Resultados de los termogramas de los arreglos fotovoltaicos. (Parte 2/2)	62
Tabla 4.3. Resultados de los termogramas del electrolizador.	62
Tabla 4.4. Resultados de los termogramas del Generador a Diesel.	63
Tabla 4.5. Resultados de los termogramas del transformador de conexión a la red pública y de la barra de conexión del Panel 1A.....	63
Tabla 4.6. Resultados de los termogramas del inversor de la batería de Plomo Ácido.....	64
Tabla 4.7. Resultados de los termogramas del inversor de la batería de Ion-Litio. (Parte1/2)	64
Tabla 4.8. Resultados de los termogramas del inversor de la batería de Ion-Litio. (Parte 2/2) ...	65
Tabla 4.9. Resultados de los termogramas del Banco de Supercondensadores.....	65
Tabla 4.10. Resultados de los termogramas del Panel 2A.	66
Tabla 4.11. Resultados de los termogramas del Panel 3A.	67
Tabla 4.12. Resultados de los termogramas del Panel 1B.	67
Tabla 4.13. Resultados de los termogramas del Panel 2B.	67
Tabla 4.14. Resultados de los termogramas del Panel 3B.	68
Tabla 4.15. Plan de mantenimiento para el grupo de generación. (Parte 1/2)	69
Tabla 4.16. Plan de mantenimiento para el grupo de generación. (Parte 2/2)	70
Tabla 4.17. Plan de mantenimiento para el grupo de almacenamiento.....	71
Tabla 4.18. Plan de mantenimiento para el grupo de carga.	72

Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

María Isabel Larriva Durán en calidad de autor/a y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación “Estudio y Aplicación de Técnicas de Mantenimiento Predictivo con uso de Termografía, Caso de Estudio Laboratorio de Microrred Eléctrica de la Universidad de Cuenca”, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 15 de diciembre de 2022

María Isabel Larriva Durán

C.I: 1104995459

Cláusula de Propiedad Intelectual

María Isabel Larriva Durán, autora del trabajo de titulación "Estudio y Aplicación de Técnicas de Mantenimiento Predictivo con uso de Termografía, Caso de Estudio Laboratorio de Microrred Eléctrica de la Universidad de Cuenca", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 15 de diciembre de 2022

María Isabel Larriva Durán

C.I: 1104995459

Agradecimientos y dedicatoria

La vida generosa me ha brindado la oportunidad de cumplir esta meta y conocer a gente maravillosa en esta linda ciudad.

Creo firmemente que Dios bendice a diario mi caminar, y que me dio la luz necesaria para concluir éste gran sueño. Agradezco a mis padres Fabián y Greta, por todo el amor que me dan, por su impulso y por su esfuerzo tan válido. A mis hermanos Fabián y Alejandra, por siempre apoyarme y ser la mejor compañía.

Encontré gente maravillosa que me permitió con su amistad, cariño y amor, sentirme tan acogida: July, Josué, Esteban, Santiago, Mateo, Bernardo, Bryam, Ivonne, Javier, Víctor, Marcos; mis amigos. Dani y Michu; mis hermanas, mi familia en tierra lejana. Jaime mi amor. Gracias todo fue más fácil.

Finalmente agradezco al Ingeniero Juan Sanango, por su generoso aporte técnico y profesional durante el desarrollo y culminación del presente trabajo de titulación. Así como a los distinguidos profesionales del Laboratorio de la Microrred Eléctrica, que colaboraron de manera ágil, brindándome información y apoyo.

1. Capítulo 1.

1.1. Introducción

En la actualidad, el mercado eléctrico debe procurar un servicio que garantice continuidad y calidad de energía al usuario, y el desarrollo tecnológico permite que, mediante las diferentes técnicas de mantenimiento, ya sea este preventivo, predictivo o correctivo, se reduzcan los tiempos de intervención sobre los equipos, con el fin de ofrecer el mejor servicio posible.

En base a ofrecer una continuidad en el servicio, salvo causas de fuerza mayor, el mantenimiento predictivo de forma programada, busca evaluar el estado y predecir el comportamiento de los equipos e instalaciones, para, de ser necesario realizar las correcciones pertinentes y a tiempo, ya que este tipo de mantenimiento busca anteponerse a la avería.

Una de las técnicas de mantenimiento predictivo que más auge ha tenido, es la termografía infrarroja, gracias a que esta permite detectar fallas sin necesidad de contacto físico con el elemento, debido a la radiación infrarroja que los objetos emiten. Basándose en el fundamento que, los objetos que poseen una falla electromecánica producen una elevación de temperatura que asciende gradualmente conforme la gravedad de la falla, la termografía infrarroja es una herramienta que facilita su análisis y permite una pronta identificación de posibles fallos en el sistema, pudiendo evitar siniestros del personal o de los componentes que conforman un sistema eléctrico, así como, reducir el tiempo de parada de servicio, minimizando la probabilidad de salidas de servicio imprevistas y daños de los equipos.

Es importante considerar que, evitando estos fallos, no sólo se busca garantizar la calidad y continuidad del servicio, sino implica reducción de accidentes, y un ahorro significativo en los costos de mantenimiento correctivo, mano de obra, piezas de repuesto y seguros industriales. Todo esto conlleva a una reducción en el número de intervenciones en los equipos, la prolongación de la vida útil de los mismos, reducción en los tiempos de parada para reparación, permite optimizar la gestión del personal de mantenimiento y tener mejor conocimiento del comportamiento de los equipos, en este caso en particular, en el Laboratorio de Microrred Eléctrica de la Universidad de Cuenca.

1.2. Antecedentes

La Universidad de Cuenca, en busca de construir un Centro de Investigación de la energía sostenible de referencia nacional, lanza un proyecto llamado CENTRO CIENTÍFICO, TECNOLÓGICO Y DE INVESTIGACIÓN “BALZAY”, (CCTI-B), el cual busca una transformación integral de las áreas

técnicas, e “implica el desarrollo del talento humano, la ciencia y la cultura de investigación, la consecución de recursos económicos y técnicos, ...” [18].

En 2013 la Universidad de Cuenca presenta el proyecto “Centro Científico y Tecnológico Balzay: Equipamiento para el Centro de Energía” al Programa de Canje de la Deuda Externa del Ecuador frente a España, del cual en el 2014 resulta ganador, y se le asigna la cantidad de USD 2 500 000. [22]

El proyecto está compuesto por seis laboratorios, en donde se estudia e investiga sobre diferentes fuentes de energía sostenible. De ellos la Microrred eléctrica es uno de los que mayor inversión tiene y mayores resultados ha brindado, enfocándose en tres líneas de investigación, que son la energía solar fotovoltaica, la electromovilidad y la bioenergía.

1.3. Justificación

El mantenimiento predictivo busca anticipar y planificar trabajos que se requieren hacer con el fin de garantizar un óptimo funcionamiento de los diferentes componentes con los que cuenta un sistema eléctrico en general. Esto permitirá mantener a los equipos en condiciones óptimas de operación, y asegurar un alto grado de confiabilidad al momento de su funcionamiento.

Debido a la importancia que tiene el Laboratorio de la Microrred Eléctrica de la Universidad como Centro de Investigación de la energía sostenible, de referencia nacional e internacional, es necesario anticipar fallos y planificar mantenimientos para evitar poner en riesgo el funcionamiento de los equipos o al personal que operan los mismos.

1.4. Objetivo General

Realizar un estudio para la aplicación de técnicas de mantenimiento predictivo en el Laboratorio de la Microrred Eléctrica de la Universidad de Cuenca, mediante el uso de termografía infrarroja.

1.5. Objetivos Específicos

- Revisar las técnicas más importantes de mantenimiento eléctrico, usando la termografía infrarroja, por medio de la revisión bibliográfica.
- Aplicar las técnicas de termografía en los diferentes equipos del Laboratorio de Micro Red Eléctrica, mediante el uso de la cámara termográfica, para obtener los termogramas a analizar.
- Evaluar los diferentes termogramas obtenidos, haciendo uso del software de análisis de la cámara termográfica, con el fin de conocer el estado de los equipos y elementos existentes en el laboratorio.

- Recomendar las acciones de mantenimiento para los equipos del Laboratorio de Micro Red Eléctrica

2. Capítulo 2. Marco Teórico

2.1. Mantenimiento Eléctrico

Son las acciones que se realizan para mejorar aspectos como funcionalidad, seguridad, productividad, confort, imagen corporativa, salubridad e higiene de un establecimiento, generando a su vez la posibilidad de optimizar costos de operación. Estos mantenimientos pueden ser preventivos, predictivos o correctivos, y todos ellos buscan prevenir accidentes y prolongar la vida útil de los bienes. [1]

El mantenimiento es de suma importancia ya que entre sus principales objetivos está, prevenir y/o corregir fallos, evaluar el estado de las instalaciones y equipos y reducir costos, ya sea en mantenimiento, equipos y hasta en recursos humanos.

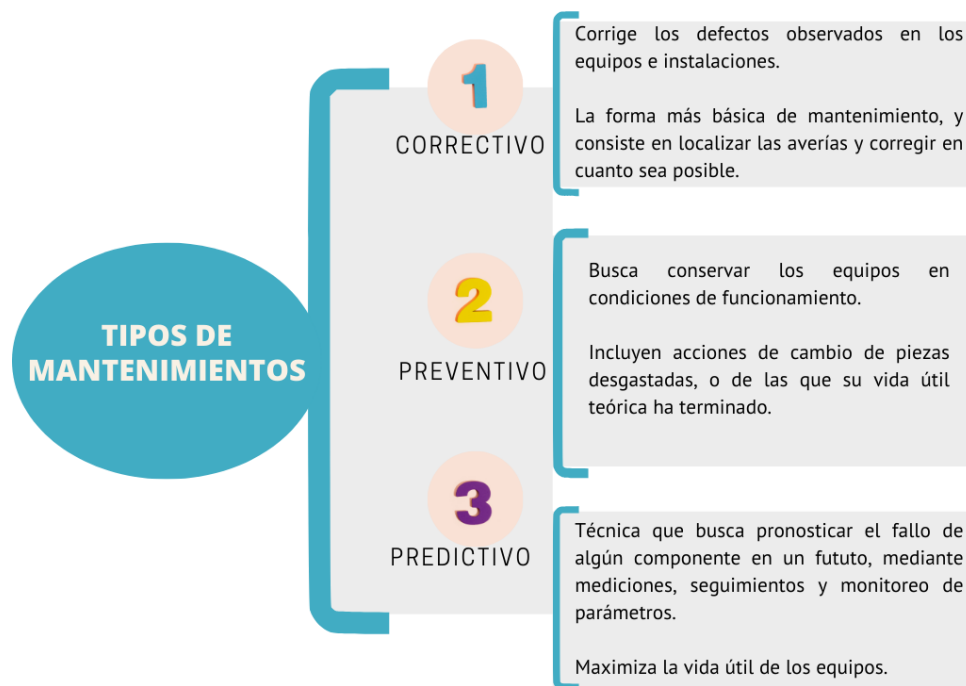


Fig. 2.1. Tipos de mantenimiento.

2.1.1. Mantenimiento Correctivo

Es aquel que se realiza cuando se ha producido un fallo en una máquina o instalación y esto conlleva a una salida de servicio de los equipos. Debido a que este tipo de mantenimiento es de manera repentina, muchas veces las salidas de servicio generan pérdidas en tiempos de operación de la maquinaria, así como daños imprevisibles que afectan de manera incontrolada la planificación.

2.1.2. Mantenimiento Preventivo

Este tipo de mantenimiento tiene como objetivo reducir la necesidad de realizar reparaciones, al realizar inspecciones periódicas y renovar elementos dañados. Para esto es necesario un amplio conocimiento de las máquinas a inspeccionar y conocimiento de los históricos de las mismas. Este tipo de mantenimiento es necesario programarlo, con el fin de realizar el paro de las instalaciones generando las menores pérdidas posibles.

Este tipo de mantenimiento se da a equipos de naturaleza mecánica o electromecánica sometidos a desgaste seguro, y cuando la relación fallo-duración de vida es bien conocida.

2.1.3. Mantenimiento Predictivo

En este tipo de mantenimiento se busca predecir la falla antes de que esta se produzca, al analizar cuando el equipo o elemento deja de trabajar en sus condiciones óptimas. Para este tipo de mantenimiento es necesario métodos científicos de trabajo, lo que puede requerir equipos y personal capaz de generar e interpretar los datos. [1]

2.1.3.1. Técnicas de Mantenimiento Predictivo



Fig. 2.2. Técnicas de mantenimiento.

Inspección visual

Comprende desde una inspección visual directa del equipo hasta la utilización de complicados sistemas de observación como pueden ser microscopios, endoscopios, etc. Permite detectar fallos que se manifiestan físicamente mediante grietas, desgaste, soltura de elementos de fijación, cambios de color, etc. Se aplica a zonas que se pueden observar directamente. [1][19][23]

Líquidos penetrantes

Permite encontrar fisuras o fallos internos del material que presentan alguna apertura en la superficie. Consiste en la aplicación de una tinta especial sobre la superficie limpia. Se deja transcurrir un cierto tiempo para que penetre bien en todos los posibles defectos. Se elimina la tintura mediante limpieza superficial. Finalmente se trata de nuevo la superficie con un líquido muy absorbente que extrae toda la tintura que quedó atrapada en poros o grietas superficiales, revelando la presencia y forma de tales defectos. Existen asimismo tinturas fluorescentes que se revelan con el uso de una luz ultravioleta. [1][19][23]

Partículas magnéticas

Permite descubrir fisuras tanto superficiales como no superficiales. Su principio se basa en la magnetización de un material ferromagnético al ser sometido a un campo magnético. Para realizar este procedimiento se somete la superficie del elemento a un campo magnético uniforme y, se esparcen partículas magnéticas pequeñas. Debido al efecto del campo magnético, las partículas se orientan en base a este. Se podrán ver los defectos en base a las discontinuidades que se forman en la distribución de partículas. [1][19][23]

Inspección radiográfica

Técnica especialmente usada en el control de calidad de uniones soldaduras. Se pueden identificar defectos internos como grietas, burbujas o impurezas. Consiste en intercalar el elemento a radiografiar entre una fuente radioactiva y una pantalla fotosensible a dicha radiación. [1][19][23]

Análisis de lubricantes

Debido al papel fundamental de los lubricantes en las máquinas eléctricas, su análisis es importante. Cuando disminuye la lubricación, se produce una capa de lubricante entre los elementos mecánicos que realizan movimiento relativo entre sí, lo que provoca un desgaste, aumento de las fuerzas de rozamiento o de la temperatura, lo que provoca dilataciones y fusión de materiales o bloque de piezas móviles. Incluso si hubiera un nivel correcto de aceite, este se degrada debido a la contaminación puede tener. El control de estado del lubricante se realiza mediante el análisis físico- químico de muestras de aceite en servicio y el análisis de partículas de

desgaste contenidas en el aceite (ferrografía), los cuales pueden alertar fallos incipientes en los órganos lubricados. [1][19][23]

Análisis de vibraciones

Debido a pequeños desequilibrios, rozamientos, etc., todas las máquinas presentan un cierto nivel de vibraciones, el cual aumenta debido a desequilibrios mecánicos, elementos defectuosos, desalineaciones, etc. Es por esto que se puede analizar el nivel vibratorio como mantenimiento predictivo de máquinas, para poder establecer niveles de alerta y conocer cuando puede existir fatiga debido a esfuerzos debidos a un fallo inminente de los elementos. [1][19][23]

Medida de la presión

Mediante la presión se puede obtener información sobre defectos como la cavitación, condensación de vapores o existencia de golpes de ariete. En otros casos es la presión de lubricación para detectar deficiencias funcionales en los cojinetes o problemas en los cierres por una presión insuficiente o poco estable. [1][19][23]

Medida de temperatura

Este control se usa especialmente para controlar los elementos de máquinas que por medio de su temperatura de funcionamiento se puede saber si este es normal o no. Un claro ejemplo de esto es la temperatura del lubricante, ya que su temperatura cambiará su viscosidad, ya que, si la temperatura del lubricante aumenta excesivamente, la viscosidad descenderá y podría romperse la película del lubricante. Esto podría hacer que las superficies en movimiento puedan tener un contacto directo, por lo que aumentará la temperatura generada por la fricción, provocando daños en la máquina.

En los rodamientos y cojinetes de deslizamiento cuando aparece algún deterioro en los mismos, aumenta la temperatura de las pistas. También se eleva la temperatura cuando existe exceso o falta de lubricante. Cuando existen sobrecargas, se dan aumentos de temperatura. La temperatura en bobinados de grandes motores se mide para predecir la presencia de fallos como sobrecargas, defectos de aislamiento y problemas en el sistema de refrigeración.

Se puede observar el por qué la medición de temperatura es tan útil para poder realizar mantenimiento predictivo, siendo muy utilizado para la detección temprana de defectos y su diagnóstico. [1][19][23]

Termografía

La termografía es un tipo de mantenimiento predictivo donde se adquieren datos mediante cámaras termográficas, las cuales captan la radiación infrarroja que emiten los objetos a analizar,

la cual permite saber dónde existen puntos calientes, mediante la transformación de esta radiación en medidas de temperatura, lo que permite encontrar fallos. [2]

2.2. Termografía

La termografía es una técnica de mantenimiento que permite obtener datos de temperaturas de manera no invasiva, es decir que no hay necesidad de contacto físico. Esta técnica permite obtener una imagen que representa la temperatura superficial de un objeto. Mediante una cámara infrarroja, se capta la radiación infrarroja del espectro electromagnético, y se convierte esa energía captada en temperatura. “Termografía Infrarroja, etimológicamente significa Escritura con calor de lo que está debajo del rojo” [2]. Las imágenes que se obtienen por medio de esta cámara se llaman termogramas o imagen termográfica, y muestran la distribución de temperatura en la superficie de un objeto.

Esta técnica permite identificar los componentes eléctricos y mecánicos que están trabajando a una temperatura mayor a su temperatura de operación normal, indicando fallas inminentes.

Entre otras, las razones para estos defectos en equipos eléctricos, pueden venir dadas por:

- Conexiones flojas
- Conexiones afectadas por corrosión
- Suciedad en conexiones y/o en contactos
- Degradación de los materiales aislantes

2.2.1. Fundamentos de temperatura y transferencia de calor

Todo objeto cuya temperatura sea superior al cero absoluto (0 Kelvin = -273.15°C) emite radiación infrarroja.

“Calor es la transferencia de energía entre diferentes cuerpos o diferentes zonas de un mismo cuerpo que se encuentran a distintas temperaturas. Este flujo siempre ocurre desde el cuerpo de mayor temperatura hacia el cuerpo de menor temperatura, ocurriendo la transferencia de calor hasta que ambos cuerpos se encuentren en equilibrio térmico” [2]

Las moléculas de los objetos se mueven constantemente, donde las más calientes se moverán más rápidamente, mientras que las más frías lo harán más despacio. Por lo tanto, la temperatura dependerá del nivel de movimiento de sus moléculas.

La temperatura es una medida del movimiento de moléculas de un cuerpo, en cambio el calor es la energía térmica que se transfiere de un cuerpo a otro.

Existen varias escalas de temperatura, que se dividen en dos grupos, las escalas absolutas (Kelvin y Rankine) y las relativas (Celsius, Fahrenheit), donde para pasar de una a otra se pueden usar las ecuaciones de la 2.1 a la 2.4:

$$^{\circ}C = \frac{5}{9}(^{\circ}F - 32) \quad (2.1)$$

$$K = ^{\circ}C + 273.16 \quad (2.2)$$

$$^{\circ}F = \frac{9}{5}(^{\circ}C) + 32 \quad (2.3)$$

$$R = ^{\circ}F + 459.7 \quad (2.4)$$

2.2.1.1. Transmisión de calor

Se puede transferir calor de tres maneras distintas:

- Conducción
- Convección
- Radiación

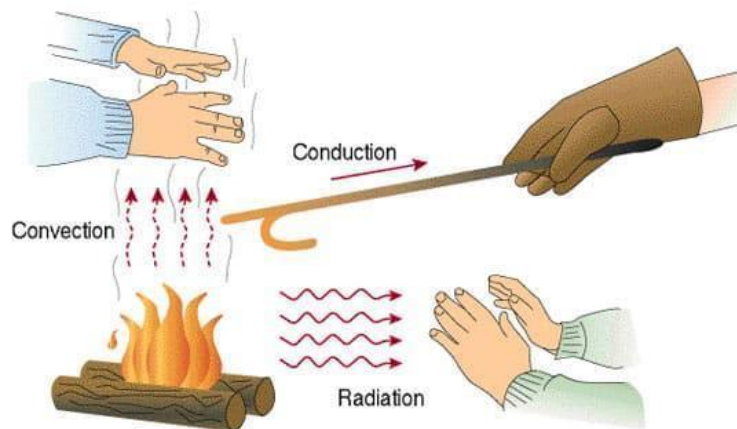


Fig. 2.3. Formas de transferencia de calor. [3]

Conducción

Cuando dos moléculas entran en contacto, usualmente entre sólidos o sólidos con fluidos, el objeto de mayor movimiento en sus moléculas (mayor temperatura) transmitirán parte de esa energía a las moléculas que se mueven más despacio, debido a los choques que hay entre ellas.

Se puede determinar el calor transmitido por conducción, mediante la ecuación 2.5:

$$\frac{Q}{A} = \frac{k(T_1 - T_2)}{L} \quad (2.5)$$

Donde:

$\frac{Q}{A}$ es la razón de transferencia de calor a través de un cuerpo por unidad de área (W/m^2)

L es la longitud del cuerpo (m)

T_1 es la temperatura más alta ($^{\circ}C$)

T_2 es la temperatura más baja ($^{\circ}C$)

k es la conductividad térmica del material del cuerpo ($W/m \cdot K$)

La conductividad térmica es más alta para los metales y más baja para materiales con textura porosa.

La conductividad térmica es inversamente proporcional a la resistencia térmica, como se ve en la ecuación 2.6.

$$k = \frac{L}{R_t} \quad (2.6)$$

Convección

En este caso la transmisión de calor se da en las masas circulantes dentro de un fluido, líquido o gas. Esta se puede explicar de la siguiente manera: cuando el fluido está caliente, las moléculas se encuentran más alejadas entre ellas debido a su movimiento, lo que hace que haya una menor densidad, en cambio si el fluido está más frío, su densidad es mayor, por lo tanto, los fluidos calientes tenderán a elevarse y los más fríos se hundirán, es decir, la convección es el transporte del calor por medio de los fluidos. El efecto gravitatorio que provoca el movimiento del fluido se llama convección natural, en cambio, si se usan elementos como ventiladores o bombas, se la conoce como convección forzada. Al igual que en la conducción, se necesita de un material para la transferencia de calor.

Para determinar cuánto es el calor que se transmite por convección, se usa la ecuación 2.7:

$$\frac{Q}{A} = h(T_s - T_o) \quad (2.7)$$

Donde:

$\frac{Q}{A}$ es la razón de transferencia de calor por unidad de área (W/m^2)

T_s es la temperatura del cuerpo en contacto con el fluido (K)

T_o es la temperatura del fluido lejos del cuerpo (K)

h es el coeficiente convectivo de transferencia de calor (W/m^2K)

$$R_c = \frac{1}{h} \quad (2.8)$$

R_c es la resistencia al flujo de calor convectivo (ecuación 2.8).

Radiación

Esta forma de transmisión se basa en la emisión de energía por la materia, que se da por los cambios de los átomos transportadas por ondas electromagnéticas, siendo así radiación electromagnética, de esta existen dos tipos

- Radiación térmica: debido a la temperatura de los cuerpos, estos emiten radiación térmica, por lo tanto, todos los cuerpos lo hacen, donde a mayor temperatura, mayor radiación térmica emite el cuerpo. Esta, dependerá del material del que esté formado el cuerpo y de su capacidad de emitir o absorber radiación térmica.
- Radiación infrarroja: todo objeto que tenga una temperatura por encima del cero absoluto (0 K) emite energía, las cuales se dan en forma de radiación infrarroja, las cuales se encuentran entre el espectro de las zonas visibles e invisibles del espectro electromagnético.

2.2.2. Intercambio de energía infrarroja

Max Planck demostró que existe una relación directa entre la temperatura de un cuerpo y la intensidad de la radiación infrarroja que emite.

Las cámaras termográficas se encargan de medir la onda larga de la radiación infrarroja recibida, y transforma esta radiación en temperatura.

2.2.2.1. Espectro electromagnético

El espectro electromagnético es como se clasifican y ordenan las ondas electromagnéticas en función a sus longitudes de onda y frecuencia.

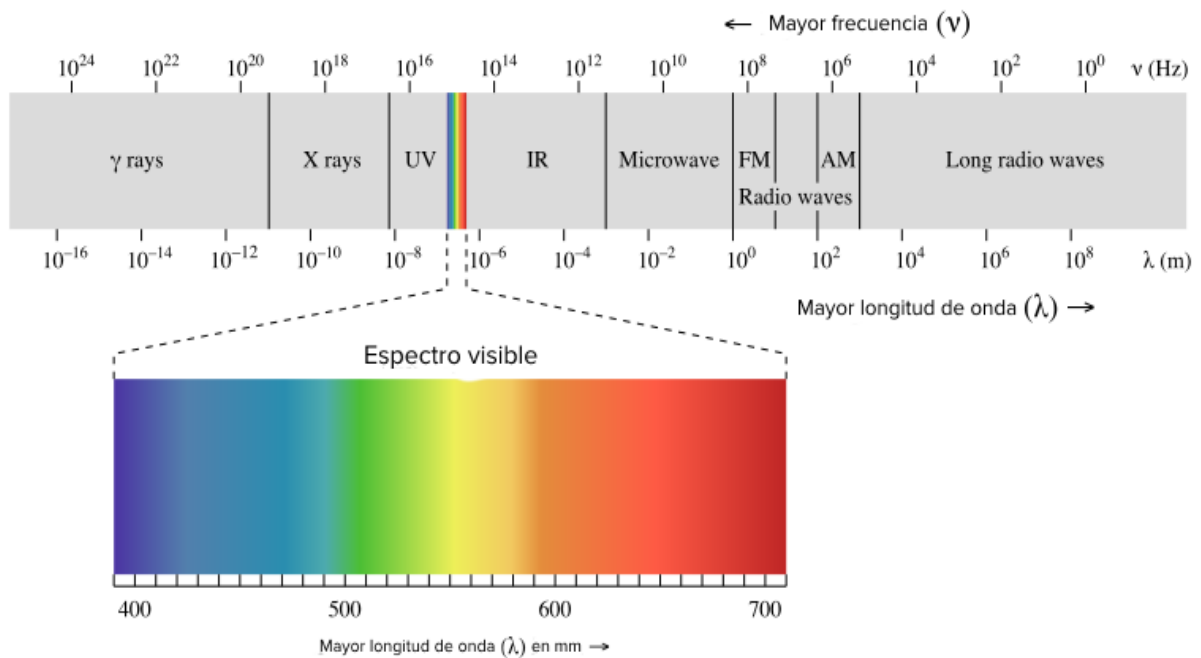


Fig.2.4. Espectro electromagnético [4]

Se puede ver que el rango visible se encuentra entre 0,4 y 0,7 μm .

Los rayos infrarrojos que se capturan con la cámara se encuentran en la banda infrarroja de longitud de ondas largas, que se encuentran entre 7,5 y 14 μm . A partir de estas ondas se calcula la temperatura del objeto a medir.

2.2.3. Termografía Infrarroja

La termografía es un método de inspección de equipos eléctricos y mecánicos basado en la obtención de imágenes de distribución de calor. Al obtener imágenes termográficas (termogramas) se puede observar los patrones de calor en los componentes del sistema, lo que permite ubicar las fallas y evaluar su gravedad, basándose en el hecho de que la mayoría de los componentes de un sistema muestran un aumento de temperatura cuando hay un mal funcionamiento, como por ejemplo puede deberse a conexiones flojas o un rodamiento desgastado en el caso de equipos mecánicos.

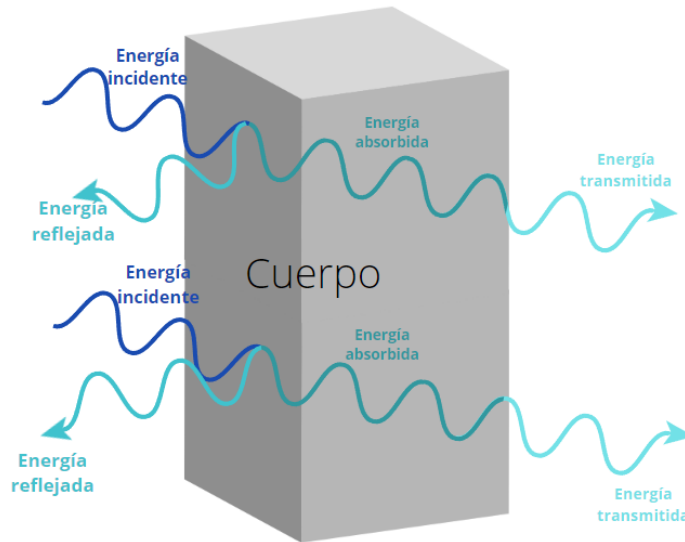


Fig. 2.5. Radiación incidente.

A partir de una fuente de radiación, la cual incide en un objeto, se puede ver como esa energía se transforma de diferentes maneras, como es energía absorbida W_α , energía reflejada W_ρ y la energía transmitida W_τ .

$$W_\alpha + W_\rho + W_\tau = W_{\text{incidente}} \quad (2.9)$$

Teniendo que la radiación incidente se reparte en función de las propiedades del cuerpo, teniendo la ecuación 2.10:

$$\alpha + \rho + \tau = 1 \quad (2.10)$$

La cámara termográfica mide las ondas largas de radiación infrarroja captada en el campo de visión de la misma, a partir de la cual calcula la temperatura del objeto analizado, a esta radiación se la llama radiación saliente, que es la que abandona la superficie de un objeto. Este cálculo considera la emisividad (ϵ), la reflectividad (ρ), y la transmisibilidad (τ) de la superficie del objeto medido.

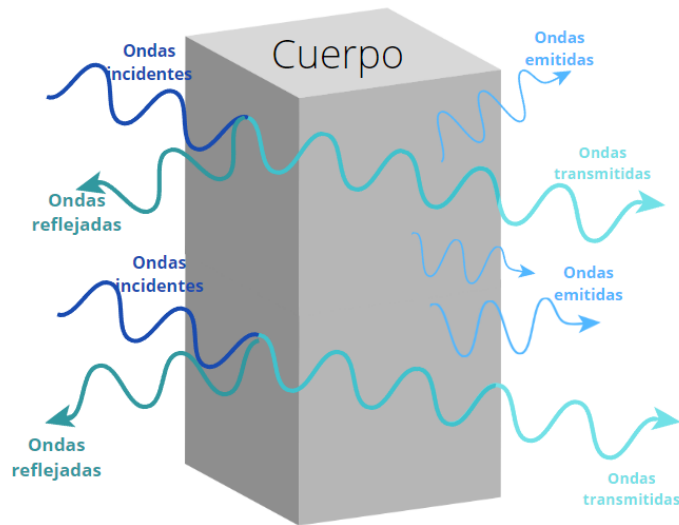


Fig.2.6. Radiación incidente y saliente.

La radiación que la cámara registra, es la radiación emitida por el objeto medido, la reflexión de la radiación ambiente y la transmisión del objeto medido, y la suma de estos factores debe ser 1, como se ve en la ecuación 2.11:

$$\varepsilon + \rho + \tau = 1 \quad (2.11)$$

Transmisibilidad (τ)

Es la medida de la capacidad de un material para permitir el paso de la radiación infrarroja. Muchos materiales no son transmisivos, es decir, son impermeables a la radiación infrarroja de onda larga.

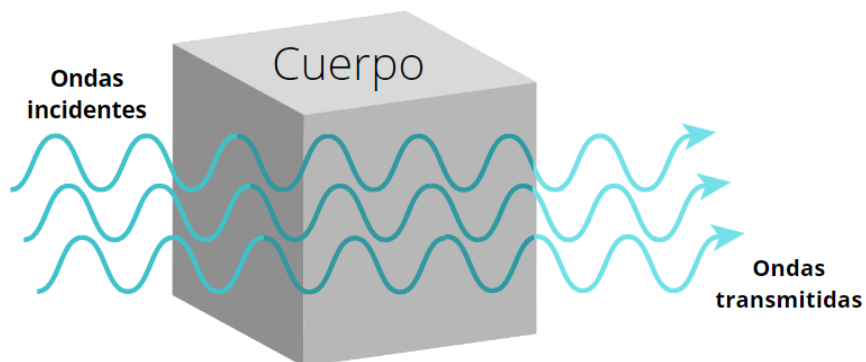


Fig. 2.7. Diagrama de las ondas transmitidas por un objeto.

Reflectividad (ρ)

La reflexión es la medida de la capacidad de un objeto de reflejar la radiación infrarroja. Esta también depende de las propiedades de la superficie, la temperatura y el tipo de material. Usualmente las superficies pulidas o brillantes tienen reflectividades altas.

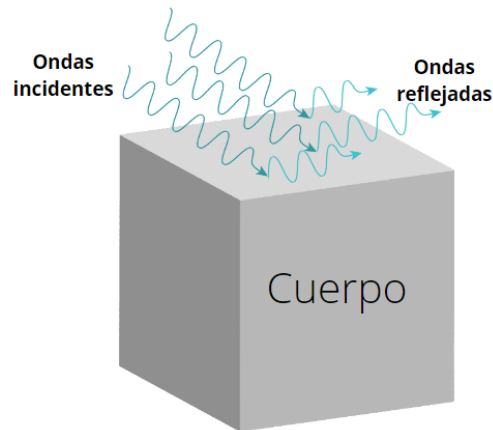


Fig. 2.8. Diagrama de las ondas reflejadas por un objeto.

Emisividad (ϵ)

Es la medida de la capacidad de un material de emitir radiación infrarroja. Expresa la relación de la energía radiante emitida desde la superficie de un cuerpo real ($\epsilon < 1$) a la energía emitida por una superficie de un cuerpo negro ($\epsilon = 1$) a la misma temperatura y longitud de onda.

Esta varía según las propiedades de la superficie de cada material, por ejemplo, materiales con superficies brillantes tienen una baja emisividad, en cambio materiales con superficies opacas o rugosas, poseen emisividades altas.

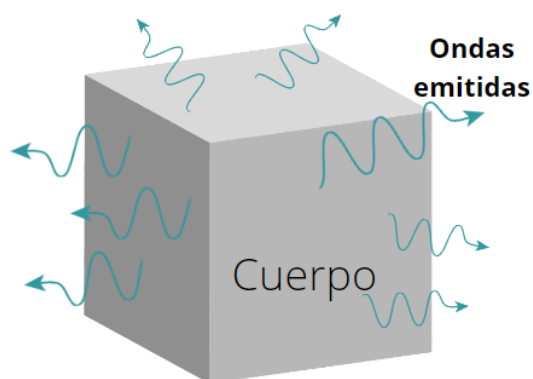


Fig. 2.9. Diagrama de las ondas emitidas por un objeto.

Debido a que en la práctica la mayoría de objetos la transmisibilidad es despreciable, la ecuación 2.11 se reduce a la 2.12:

$$\varepsilon + \rho = 1 \quad (2.12)$$

Lo que quiere decir que, a menor emisividad, existe mayor reflexión, lo que conlleva a mayor dificultad en la toma de mediciones precisas de temperatura.

Al realizar termogramas, la emisividad es el factor más importante a considerar, ya que muestra la capacidad que tiene el objeto de emitir su energía en forma de radiación. A pesar que en algunos esquemas se puede ver la energía emitida representada por flechas, esta sale en todas las direcciones.

En base a la longitud de onda en la que se analiza un objeto, su emisividad será diferente, sin embargo, las cámaras termográficas de onda larga receptan las emisividades que se encuentran en longitudes de onda entre 8 y 14 μm .

Tabla 2.1. Valores de emisividad de metales para longitudes de onda de 8 a 14. [5]

Material	Valores de emisividad de metales	Material	Valores de emisividad de metales
	8-14 μ m		8-14 μ m
<i>Acero</i>		<i>Hierro</i>	
Rolado en frío	0.7-0.9	Oxidado	0.5-0.9
Lámina en bruto	0.4-0.6	No oxidado	n.r.
Lámina pulida	0.1	Corroído	0.5-0.7
Fundido	n.r.	Fundido	n.r.
Oxidado	0.7-0.9	<i>Hierro, fundido</i>	
Inoxidable	0.1-0.8	Oxidado	0.6-0.95
<i>Aluminio</i>		No oxidado	0.2
No oxidado	n.r.	Fundido	0.2-0.3
Oxidado	0.2-0.4	<i>Hierro, forjado</i>	
<i>Aleación A3003</i>		En bruto	0.9
Oxidado	0.3	<i>Inconel</i>	
Áspero	0.1-0.3	Oxidado	0.7-.95
Pulido	n.r.	Acabado con arena	0.3-0.6
<i>Bloques de Terminales Eléctricas</i>	0.6	Electropulido	0.15
<i>Bronce</i>		<i>Magnesio</i>	n.r.
Pulido	n.r.	<i>Mercurio</i>	n.r.
Bruñido	0.3	<i>Molibdeno</i>	
Oxidado	0.5	Oxidado	0.2-0.6
<i>Cinc</i>		No oxidado	
Oxidado	0.1	<i>Níquel</i>	
Pulido	n.r.	Oxidado	0.2-0.5
<i>Cobre</i>		Electrolítico	n.r.
Pulido	n.r.	<i>Oro</i>	n.r.
Áspero	n.r.	<i>Platino</i>	
Oxidado	0.4-0.8	Negro	0.9
<i>Cromo</i>	n.r.	Plata	n.r.
<i>Estaño (no oxidado)</i>	n.r.	<i>Plomo</i>	
<i>Haynes</i>		Pulido	n.r.
Aleación	0.3-0.8	Rough	0.4
		Oxidado	0.2-0.6

n.r.: no recomendado

Tabla 2.2 Valores de emisividad de materiales comunes para longitudes de onda de 8 a 14 . [6]

Material	Valores de emisividad materiales comunes	Material	Valores de emisividad materiales comunes
	8-14 μm		
Agua	0.93	Madera (natural)	0.9-0.95
Arcilla	0.95	Nieve	0.9
Arena	0.9	Papel (cualquier color)	0.95
Asbesto	0.95	Piedra caliza	0.98
Asfalto	0.95	Pintura (no-alum)	
Basalto	0.7	Papel (cualquier color)	0.95
Carbón		Plásticos	
No oxidado	0.8-0.9	Opaco	0.95
Carburo de Silicio	0.9	Mayor a 20 milésimas	
Cerámica	0.95	Tela	0.95
Concreto	0.95	Tierra	0.9-0.98
Grafito	0.7-0.8	Vidrio	
Hielo	0.98	Laminado	0.85
Hule	0.95	Yeso	0.8-0.95

n.r.: no recomendado

2.2.4. Cámara Termográfica

Las cámaras termográficas, también llamadas cámaras infrarrojas, detectan y miden la energía infrarroja que emiten las superficies de los objetos, para luego convertir esta información en una imagen que muestra la temperatura aparente de la superficie del objeto medido.

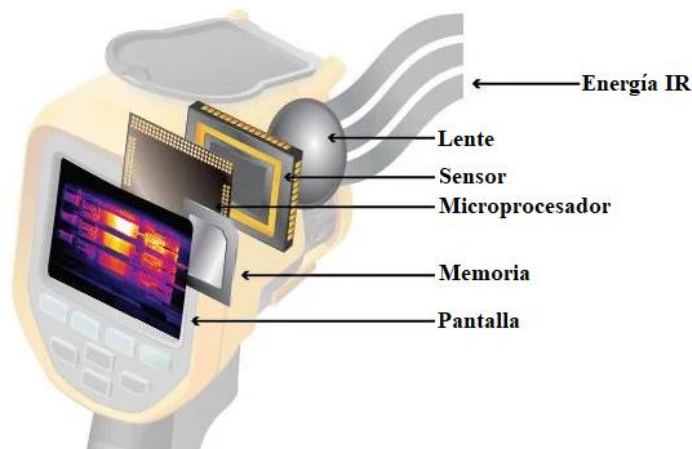


Fig. 2.10. Partes fundamentales de una cámara termográfica.

Las cámaras termográficas constan de tres partes principales: el lente, el sensor y el microprocesador. El lente y el sensor forman un sistema óptico que se encarga de enfocar la energía infrarroja en un detector especial (parte del sensor) que contiene miles de píxeles, los que se encargan de reaccionar a la energía infrarroja que llega a él y producir una señal electrónica. Luego el microprocesador toma estas señales y por medio de un cálculo matemático, crea un mapa de color de la temperatura aparente de la superficie del objeto, donde a cada valor de temperatura se le asigna un diferente color. Esta matriz de colores se envía a la memoria y a la pantalla, para poder mostrar la imagen térmica.

En base a este proceso y la tecnología de cada cámara, podrán tener incluidas cámaras que capturen imágenes digitales, así también se podrán combinar con micrófonos, las cuales permitan tomar anotaciones de voz, permitirán tomar videos, ofrecen análisis e informes, etc.

Usualmente los fabricantes de cámaras termográficas crean softwares que permiten realizar un análisis detallado de los termogramas obtenidos con las cámaras, pudiendo así modificar algunos parámetros, dependiendo del software y del modelo de la cámara.

2.2.5. Imágenes térmicas

Las imágenes térmicas o termogramas, son las imágenes obtenidas mediante una cámara termográfica, y muestran la distribución de la temperatura en las superficies de los objetos, estos muestran un color diferente para los diferentes valores de temperatura, dependiendo de su emisividad.

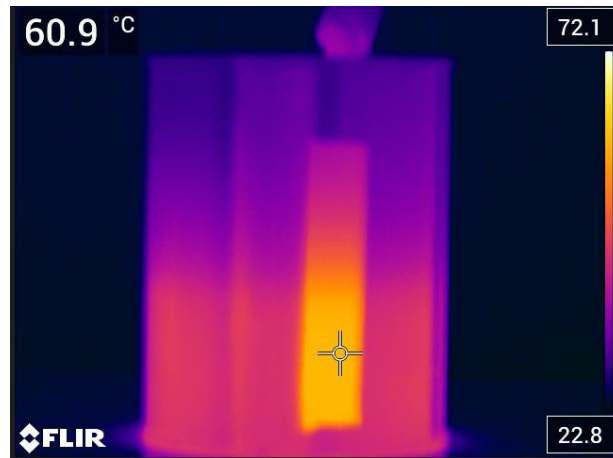


Fig. 2.11. Termograma.

Una vez adquirida la imagen, en el software de análisis se puede modificar el contraste térmico, que es el intervalo de temperatura que se ve en la imagen, pudiendo resaltar más o menos partes que sean o no importantes en la imagen. Así también se puede usar un análisis por áreas para estudiar zonas específicas, y en ellas identificar el punto más caliente o frío.

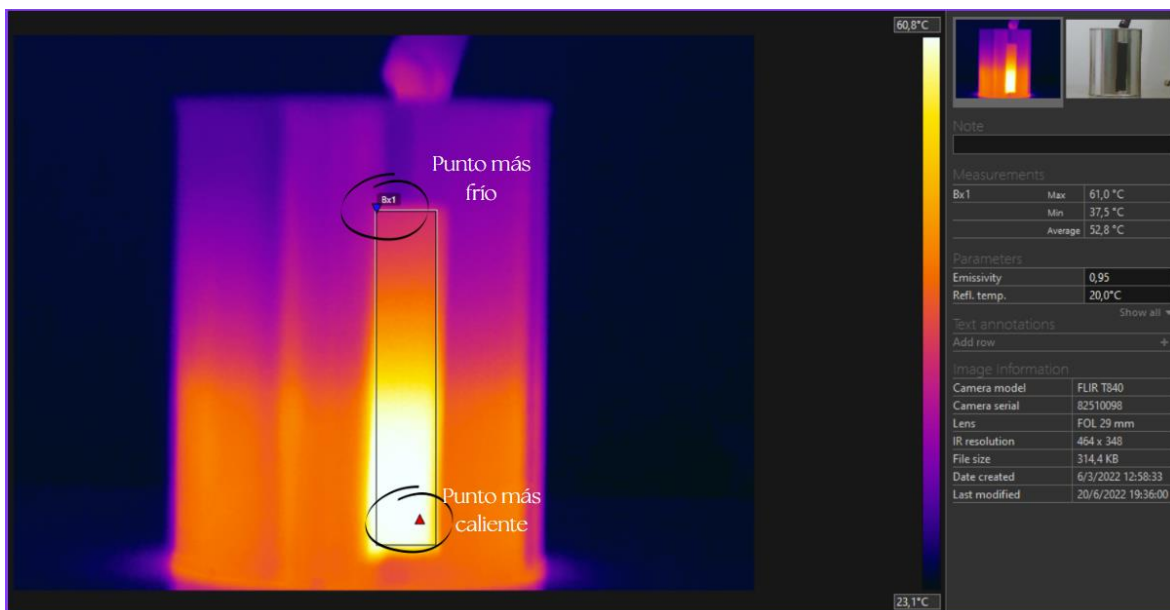


Fig. 2.12. Termograma con indicadores de puntos fríos y calientes en zonas delimitadas.

Se pueden realizar dos tipos de análisis a partir de las imágenes termográficas:

Análisis cualitativo

La imagen es analizada para distinguir anomalías de distinta magnitud, localizarlas y evaluar su gravedad, siendo este el primer análisis que se debe realizar.

Por ejemplo, a continuación se puede ver una imagen infrarroja de una esquina de una habitación en donde se ve la humedad que tiene la misma.



Fig. 2.13. Termograma de una habitación con humedad. [2]

En la figura 2.13 se observa la presencia de humedad, aquí se ve que no es necesario saber cuánta humedad existe, sino dónde está el problema.

Análisis cuantitativo

Este análisis busca determinar las temperaturas de los objetos analizados para en base a esta información poder obtener conclusiones.

En la siguiente sección se revisará la práctica recomendada ANSI/NETA, la cual expone una guía del análisis cuantitativo que se debe realizar para conocer la urgencia de realizar un mantenimiento a una instalación eléctrica.

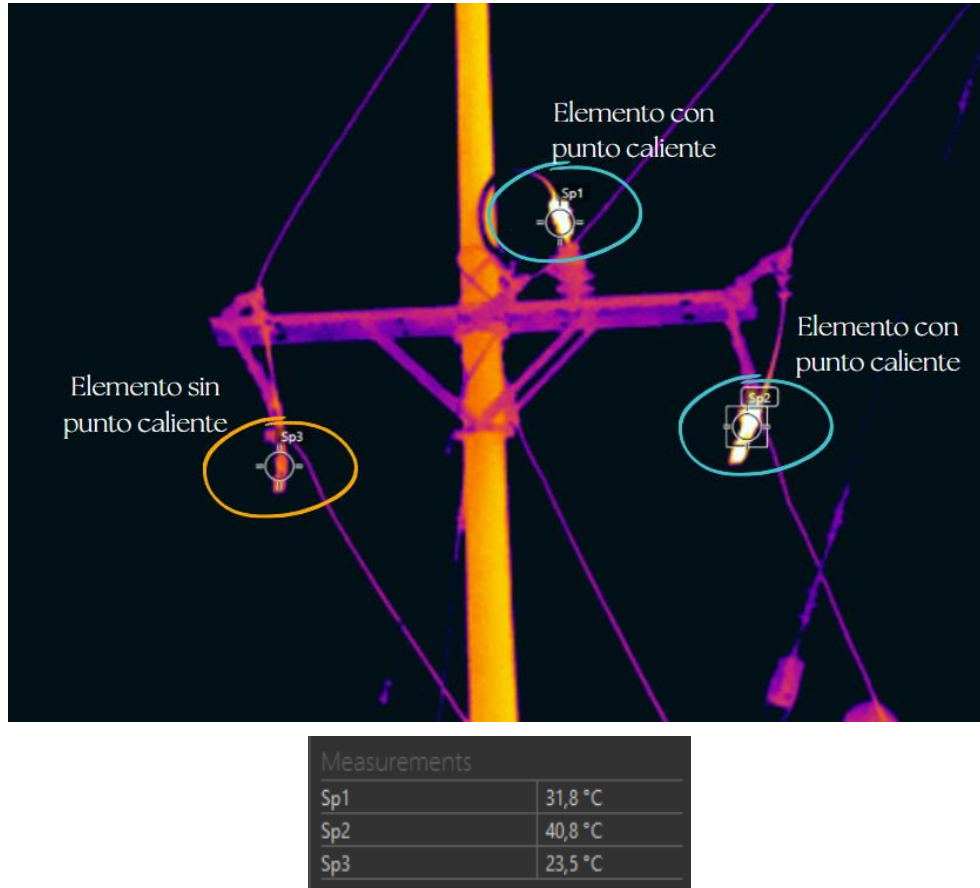


Fig. 2.14. Termograma de un poste con una red trifásica, donde se aprecian puntos calientes en dos de los conectores.

En la figura 2.14 se puede ver dos puntos calientes, por medio del análisis cuantitativo que se puede realizar con los datos de las temperaturas de los elementos, se podrá planificar mantenimiento, evitando así pérdidas en el sistema.

2.2.6. Termografía en Instalaciones Eléctricas

La norma ANSI/NETA es un documento donde se exponen las especificaciones de las pruebas de mantenimiento de los equipos y sistemas de energía eléctrica, que busca garantizar el funcionamiento fiable y seguro de los equipos y sistemas de energía eléctrica, de acuerdo a normas y tolerancias de los equipos.

En lo que respecta a termografía infrarroja, establece lo mostrado en la tabla 2.3:

Tabla 2.3. Estudio termográfico. Acciones sugeridas en función del aumento de la temperatura. [7]

Diferencia de temperatura (ΔT) basada en comparaciones entre componentes similares bajo cargas similares	Diferencia de temperatura (ΔT) basada en comparaciones entre las temperaturas del componente y temperaturas del ambiente o su temperatura normal de funcionamiento	Acción recomendada
1°C-3°C	1°C-10°C	Posible deficiencia; se justifica investigación
4°C-15°C	11°C-20°C	Indica probable deficiencia; reparar cuando el tiempo lo permita
---	21°C-40°C	Vigilar hasta que las medidas correctivas puedan ser realizadas
>15°C	>40°C	Discrepancia importante; reparar inmediatamente

2.3. Microrred

Una microrred comprende sistemas de distribución en media y baja tensión, junto con fuentes de generación distribuida, y dispositivos de almacenamiento. Estos sistemas pueden interconectarse con la red eléctrica convencional y funcionar de manera independiente o en paralelo con el sistema principal de suministro de energía, lo que permite un funcionamiento flexible y fiable.

Una gran ventaja que tienen las microrredes es que al contar con generación distribuida y generalmente de fuentes de energía renovables, es que se encuentran cerca de las cargas, por lo que se logra disminuir las pérdidas por transmisión, además de reducir las emisiones de carbono.

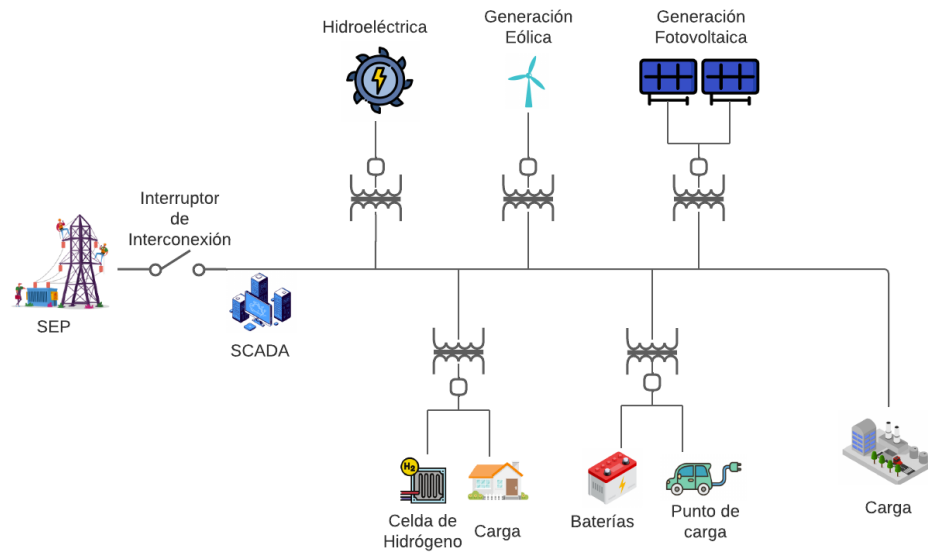


Fig. 2.15. Esquema Microrred

2.3.1. Energía Eólica

Esta es la energía que se obtiene del viento. Su principio radica en aprovechar la energía cinética producida por las corrientes de aire, que luego será convertida en electricidad a través de un generador.

Se considera que este recurso puede ser muy variable, ya que va a depender de características como la velocidad y clase del viento, además de la geografía del lugar donde se analiza el recurso.

Los aerogeneradores (turbina), son el sistema captador de viento y convertidor de energía cinética en energía eléctrica. Para realizar la conexión a la red de distribución es necesario hacer una conversión de corriente continua a corriente alterna que se la realiza mediante un inversor que, a su vez, permite regular la tensión, y así poder conectarse a la red satisfactoriamente.

Se los puede clasificar:

Según su velocidad de rotación:

- Aerogeneradores de velocidad constante: el generador está conectado directamente a la red eléctrica, y la frecuencia de la red determina las revoluciones de giro del generador y del rotor. [8]
- Aerogeneradores de velocidad variable: el generador eléctrico está conectado indirectamente a la red eléctrica, por lo que la velocidad de rotación del rotor y del

generador están desacoplados de la frecuencia de la red y giran libremente. Para la conexión a la red, se usa un convertidor de frecuencia. [8]

Según su eje de rotación:

- Turbina de eje vertical: las palas o aspas giran con la fuerza que el viento las impulsa. Su turbina es más pequeña y liviana que la de eje horizontal, lo que a su vez significa que generan menos energía.



Fig. 2.16. Turbina de eje vertical ubicada en la Granja Iruquis de la Universidad de Cuenca [9]

- Turbina de eje horizontal: son los más utilizados y los que se encuentran en los parques eólicos. Usualmente tienen tres aspas conectadas al rotor, las cuales reciben el viento. El movimiento rotacional que se produce es transmitido y multiplicado por un multiplicador de velocidad hacia un generador que es el que se encarga de producir la energía eléctrica. A excepción de las palas y el rotor, todos los elementos mencionados, además de los elementos de control, se encuentran en una carcasa también llamada góndola.



Fig. 2.17. Turbina eje horizontal ubicados en la Granja Iruis de la Universidad de Cuenca. [9]

2.3.2. Energía Fotovoltaica

Este tipo de energía se obtiene al aprovechar la radiación electromagnética que procede del sol. Las formas de obtener energía solar de forma activa son dos:

- Energía solar térmica: consiste en aprovechar la energía procedente del sol, que por medio de su concentración se transforma en calor, que puede servir para cocción de alimentos, calentamiento de agua, o para producir energía mecánica. Su captación se da a través de colectores, los cuales permiten absorber gran parte de radiación solar incidente y, por medio de la capacidad que tienen los cuerpos negros de absorber calor, devolver la menos posible.

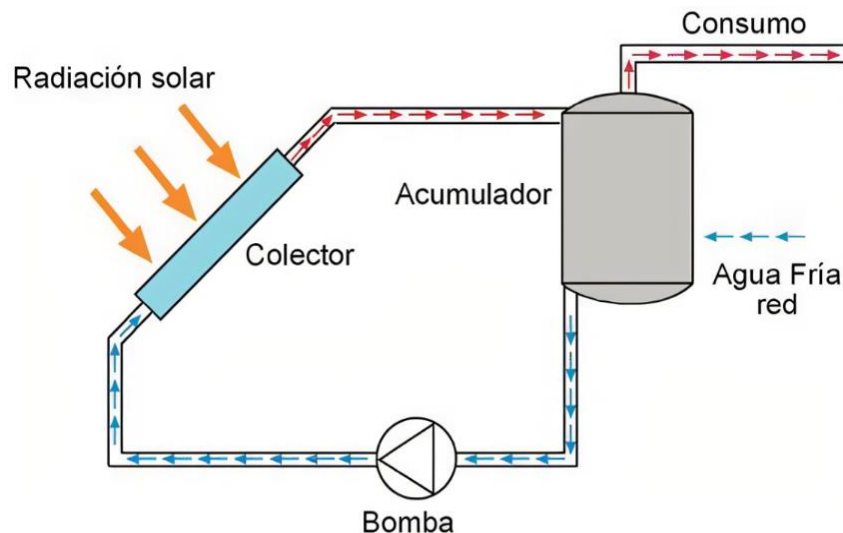


Fig. 2.18. Esquema de una instalación solar térmica. [10]

- Energía solar fotovoltaica: consiste en la conversión directa de la radiación solar en electricidad, la misma que se realiza por medio de paneles o generadores fotovoltaicos. Estos generadores están formados por varios módulos fotovoltaicos que pueden estar conectados en serie o en paralelo, y a su vez estos módulos se encuentran conformados por células fotovoltaicas.

La conversión se da en las células fotovoltaicas o células solares, que están formadas por semiconductores, los cuales permiten la circulación de corriente a través de él bajo ciertas condiciones, haciendo que pueda operar como un conductor o un aislante. Cuando un fotón choca contra la célula fotovoltaica, este es absorbido por el material semiconductor, los electrones salen desprendidos recorriendo el semiconductor y produciendo electricidad, de forma complementaria, también se crean los huecos, que fluyen en dirección opuesta a la de los electrones. La numerosa agrupación de células solares dará lugar a la creación de corriente eléctrica.

Se puede clasificar las células fotovoltaicas dependiendo de su composición:

- Células de silicio monocristalino: alrededor del 50% del mercado actual, debido a su buena relación rendimiento-precio. Llega a un rendimiento de 15% aproximadamente.
- Células de silicio policristalino: tiene un menor costo que las células monocristalinas, sin embargo, su rendimiento se encuentra entre el 7% y 8%.
- Células de arseniuro de galio: su rendimiento teórico alcanza hasta 28% en su versión monocristalina, sin embargo, su material es poco abundante.
- Células de silicio amorfo: su gran ventaja es que su material puede ser 50 veces más fino que su equivalente en silicio monocristalino con costos bajos, sin embargo, su rendimiento no es tan bueno (5%-6%),

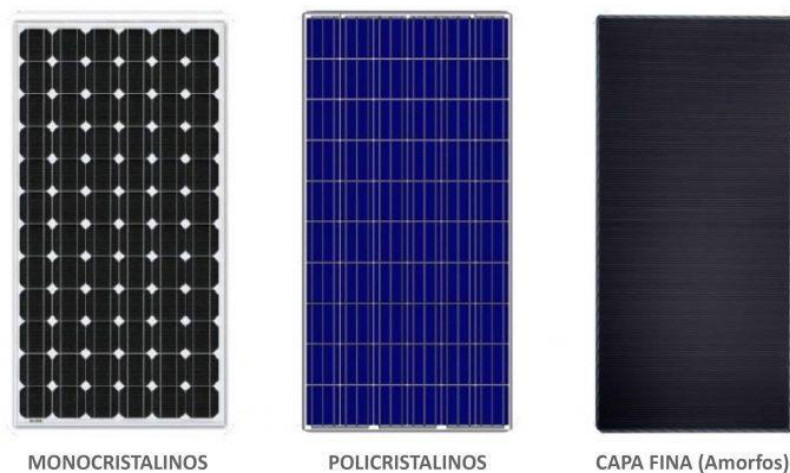


Fig. 2.19. Tipos de células fotovoltaicas [11]

2.3.3. Grupo Electrónico

Un grupo electrónico es un motor de combustión interna que hace girar un generador, convirtiendo así la energía mecánica del motor en energía eléctrica, todo esto con el fin de abastecer una demanda.

Estos pueden servir tanto como para un sistema de emergencia en caso de que no se pueda abastecer energía desde la red pública, o también a un sistema que no está conectado a la red eléctrica pública, para hacerlo en horarios pico, con el fin de disminuir la demanda en un horario determinado, o realizar cogeneración y abastecer el sistema con autogeneración y la red pública a la vez.

Para realizar la combustión interna se pueden usar diferentes tipos de combustibles, como son el Diesel, gasolina, gas o bifuel, que es una mezcla de Diesel y gas. [12]

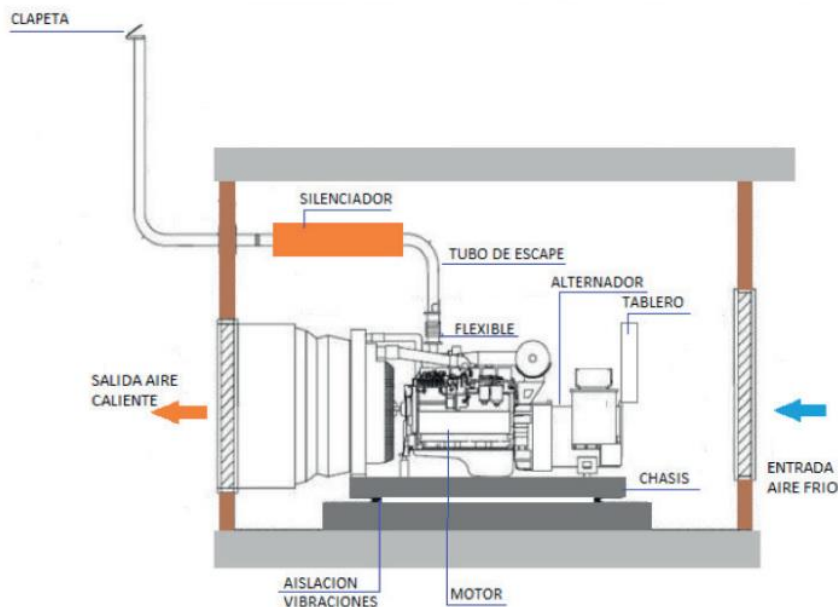


Fig.2.20. Diagrama de un grupo electrónico con sus partes. [12]

2.3.4. Baterías

Celdas de Hidrógeno

El hidrógeno no es una fuente primaria de energía, sino que se puede liberar energía disponible en él de manera controlada. Se puede obtener de fuentes como el carbón mineral, hidrocarburos, biomasa, agua, etanol, metanol, etc.

Obtener hidrógeno a partir de la electrólisis del agua, es un método muy efectivo cuando se lo hace a partir de fuentes renovables, lo que lo hace un “combustible universal”.

El hidrógeno presurizado (H_2) se encuentra en el ánodo, lo que fuerza este gas a través del catalizador mediante presión, al entrar en contacto con el catalizador, se divide en 2 iones (H^+) y 2 electrones. Los electrones llegan al circuito externo a través del ánodo, ahí realizan la labor necesaria (como alimentar a un motor eléctrico) y vuelven a la pila por el cátodo. En el cátodo, el oxígeno (O_2) pasa a través del catalizador y forma 2 átomos de oxígeno cargados negativamente, lo que atrae a los iones (H^+) y se combinan junto con dos electrones que vuelven del circuito externo, formando agua (H_2O).

Las celdas de hidrógeno son diferentes a las baterías debido a que sus reactivos no se encuentran dentro de ella, es decir, el combustible se suministra de manera externa para producir electricidad y su funcionamiento no tiene interrupciones. [13]

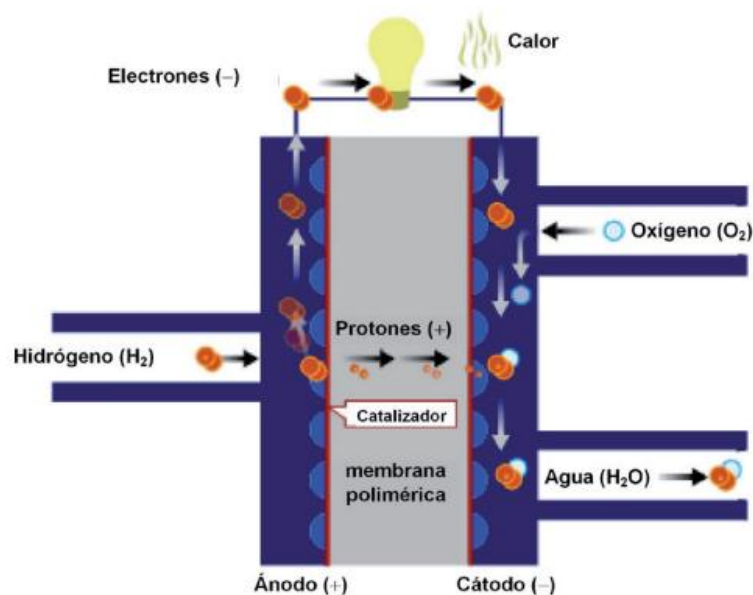


Fig. 2.21. Esquema del funcionamiento de una batería de Hidrógeno. [14]

Batería de Flujo-Vanadio

Esta tecnología se basa en un sistema electroquímico donde dos electrolitos de vanadio líquido, y son bombardeados a través de dos semiceldas separadas por una membrana para evitar que los diferentes fluidos se mezclen. Se realiza un bombeo continuo desde los depósitos de acumulación de fluido generando de esta manera corriente eléctrica. [15]

Esta tecnología ha expandido la posibilidad de almacenamiento de energía electroquímica a gran escala, debido a sus características como larga vida útil, respuesta rápida, menor manejo térmico.

Su eficiencia es un poco más alta que la de las tecnologías convencionales. Sin embargo, son propensas a tener fugas. [13]

Batería de Ion-Litio

La celda de ion litio está compuesta de celdas que emplean compuestos de intercalación de litio como los materiales positivos y negativos. Al realizar un ciclo, los iones de litio se intercambian entre el electrodo positivo (cátodo) y negativo (ánodo). El material del cátodo varía según el tipo de tecnología de litio y se encuentra recubierto de una lámina de aluminio. El material del ánodo es típicamente grafito, el cual se reviste sobre una lámina de cobre. El electrolito conductor iónicamente es generalmente de tipo líquido y está hecho de una solución de sales de litio en disolventes. El separador aislante está hecho con capas compuestas de polietileno y polipropileno, que se coloca entre el ánodo y el cátodo para evitar un cortocircuito. [15]

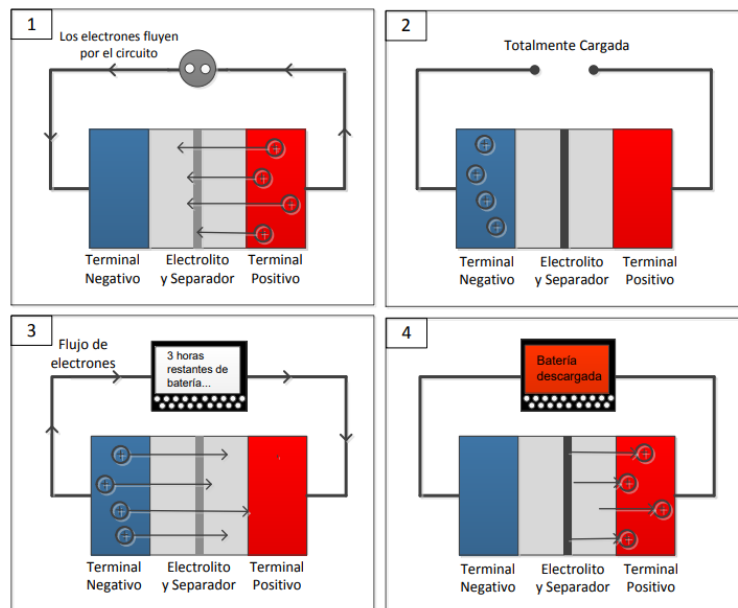


Fig. 2.22. Ciclo de carga/descarga de la batería de ion litio. [15]

Batería de Plomo Ácido

La tecnología de plomo ácido produce energía a través de reacciones electroquímicas del dióxido de plomo y del plomo con el ácido sulfúrico. El material activo del electrodo positivo es el óxido de plomo y del electrodo negativo, es plomo metálico, una estructura altamente porosa para facilitar la formación y disolución del plomo. Los electrodos están sumergidos en una solución electrolítica de ácido sulfúrico y de agua. Para que los electrodos no entren en contacto por movimientos físicos, existe un aislamiento eléctrico con una membrana química permeable, la cual evita cortocircuitos a través del electrolito. El proceso de carga se realiza a través de un

generador de corriente continua (CC) colocado en los polos de la batería y del generador. Al circular corriente por los elementos provoca reacciones químicas en los electrodos, ocasionando que almacene energía. Esta tecnología es muy utilizada, debido a su tamaño y rápida respuesta a cargas pequeñas, también son sensibles a las altas corrientes o sobrecargas de las baterías, corriendo el riesgo de reducir su vida útil. [15] [13]

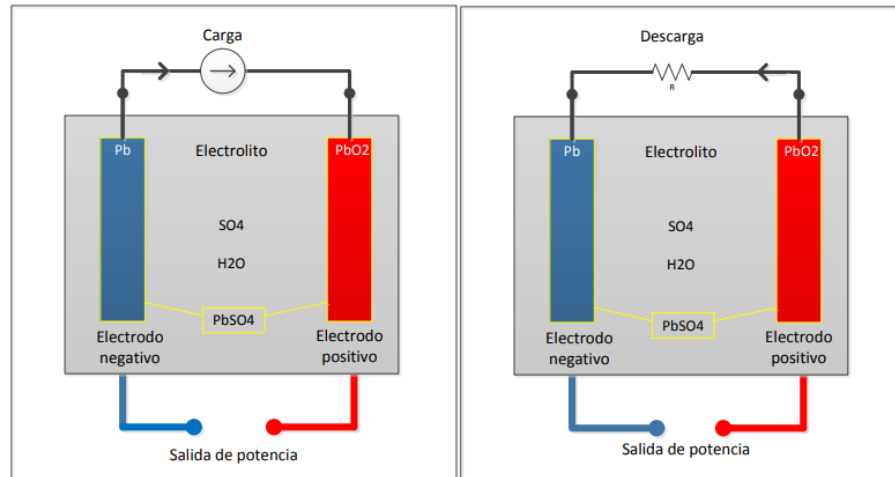


Fig. 2.23. Ciclo de carga/descarga de la batería de plomo ácido [15]

2.3.5. Supercondensadores

Son dispositivos de almacenamiento de energía eléctrica en forma de cargas electrostáticas, que se diferencian de los condensadores regulares en que su capacitancia es muy alta. Están formados por pares de placas conductoras que se encuentran separadas por un medio dieléctrico, llegando a tener capacidad de miles de faradios. Una de sus grandes ventajas es que pueden ser cargados y descargados en periodos cortos de tiempo, lo que los hace útiles para responder ante sobrevoltajes o interrupciones del servicio de corta duración. [16]



Fig. 2.24. Supercondensadores.

2.3.6. Inversores

Es un dispositivo electrónico capaz de convertir corriente continua en corriente alterna, modular la onda alterna de salida, y regular el valor eficaz del voltaje de salida. Estos pueden clasificarse en forma de la onda de tensión de salida:

- De onda cuadrada: son los más económicos, también la señal de salida posee una distorsión armónica (THD) en torno del 40%, lo que significa que tiene gran presencia de armónicos, los cuales son no deseados y una regulación de voltaje muy baja.
- De onda de 12 escalones: presentan una distorsión armónica del 15% y un mejor rendimiento que el de onda cuadrada, se puede usar en electrificación rural para los electrodomésticos más comunes, sin embargo, cargas como microondas o relojes pueden presentar problemas de operación.
- De onda sinusoidal: su señal de salida es cuidadosamente filtrada para evitar los armónicos, siendo esta la mejor opción para las cargas AC, siendo necesaria para cargas inductivas como los motores, que necesitan una onda lo más parecida una senoidal. [16]

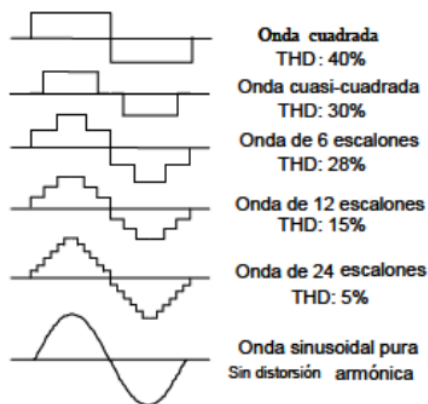


Fig. 2.25. Tipos de onda [16]

3. Capítulo 3. Análisis de imágenes

3.1. Materiales y Métodos

3.1.1. Cámara termográfica FLUKE Ti480P

Es una cámara termográfica de mano apta para realizar mantenimiento preventivo y predictivo, diagnóstico de edificios, investigación y desarrollo, y detección de fuga gases. Esta se puede ver en la figura 3.1.



Fig. 3.1 Cámara térmica FLUKE Ti480p

La cámara muestra imágenes termográficas en una pantalla táctil LCD, con capacidad de guardar las imágenes en la memoria interna, en una tarjeta de memoria extraíble o en un dispositivo de almacenamiento USB.[17]

Tabla 3.1. Especificaciones técnicas de las cámaras termográficas FLUKE. [17]

Característica	Ti300 PRO	Ti300+	Ti400 PRO	Ti401 PRO	Ti450 PRO	Ti450 SF6	Ti480 PRO
Enfoque/Mejora de la imagen							
Enfoque manual avanzado	●	●	●	●	●	●	●
Sistema de LaserSharp™ Auto Focus	●	●	●	●	●	●	●
Modo de filtro					●	●	●
MultiSharp™ Focus					●	●	●
SuperResolution™					●	●	●
Zoom digital							
2X					●	●	●
4X					●	●	●
Tecnología IR-Fusion™							
Visible	●	●	●	●	●	●	●
Imagen dentro de imagen (PIP)	●	●	●	●	●	●	●
IR Autoblend™ de pantalla completa (selección de porcentaje predefinida)	●	●	●	●	●	●	●
Anotaciones de imágenes							
IR-PhotoNotes™	●	●	●	●	●	●	●
Audio (voz)	●	●	●	●	●	●	●
Texto	●	●	●	●	●	●	●
Modo de vídeo	●		●		●	●	●
Modo de captura automática	●		●		●	●	●
Marcadores de puntos	●		●		●	●	●
Conectividad inalámbrica							
Wi-Fi™	●	●	●	●	●	●	●
Bluetooth®	●	●	●	●	●	●	●
Fluke Connect	●	●	●	●	●	●	●
Conectividad HDMI™							
	●	●	●	●	●	●	●
Software SmartView							
Transmisión de vídeo (visualización remota)	●	●	●	●	●	●	●
Funcionamiento remoto de cámara			●		●	●	●
Detección de fugas de gas						●	
Humedad relativa y ajuste de temperatura	●	●	●	●	●	●	●

La cámara incluye el software Fluke Connect, que es un conjunto de aplicaciones profesionales y de alto rendimiento creadas para realizar análisis e informes de calidad.

La cámara se alimenta con una batería inteligente de ión-litio, recargable y muy resistente. [17]

3.1.2. Metodología

El presente trabajo es un proyecto técnico, en el cual la obtención de datos es primaria. Para poder realizarlo, es necesario conocer el fundamento teórico sobre termografía, el funcionamiento de la cámara termográfica, conocer el software para el análisis de termogramas, conocimiento de los equipos a los que se va a realizar el análisis y realizar los reportes de datos.

3.2. Proceso de inspección termográfica

Para poder llevar a cabo una inspección termográfica de infrarrojos se debe seguir una serie de procedimientos y planificación.

Como parte de la planificación previa, es necesario tener instalado en el computador el software de análisis y edición de imágenes infrarrojas, que en este caso es Fluke Connect (también disponible para teléfono móvil). Así como revisar previamente el estado de carga de baterías de la cámara termográfica.

Para realizar la inspección termográfica se debe cumplir los siguientes pasos:

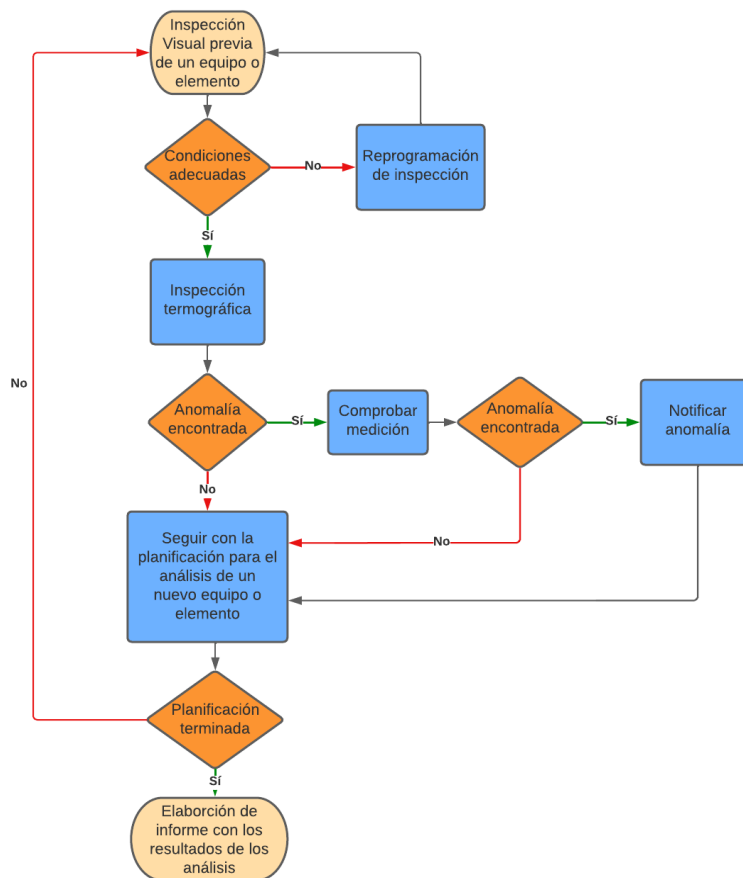


Fig. 3.2. Proceso realizado para la inspección termográfica

Detalle del proceso:

1. Inspección visual previa: en este paso se comprueba que haya una accesibilidad adecuada al equipo o elemento que se desea analizar, además de considerar que las condiciones ambientales sean las correctas, como son la no presencia de lluvia o neblina. Considerar factores ambientales como humedad relativa (HR), incidencia del sol sobre el elemento a analizar y temperatura ambiente (TA); información que servirá al momento de analizar las imágenes en el software.
2. Inspección termográfica: para este paso se recomienda colocarse a una distancia donde se pueda tener total visibilidad del objeto a analizar, considerando la ventana PIP (imagen dentro de imagen), ya que sólo se podrá realizar el análisis termográfico de la porción de imagen que se encuentra dentro de esta ventana. También se recomienda considerar el ángulo que tiene el termógrafo con relación a la incidencia del sol o la luz artificial sobre el objeto a analizar, para poder evitar falsos puntos calientes. Una vez considerados estos factores se obtiene el termograma.
3. Comprobar medición: en caso de encontrar un punto caliente, se recomienda volver a obtener otro termograma, pero esta vez desde otro ángulo, para así comprobar que realmente se tiene un punto caliente.
4. Notificar anomalía: se recomienda hacer un análisis rápido en el software de termografía, para identificar la severidad de la anomalía y en base a eso se pueda planificar una corrección adecuada de la falla.
5. Seguir con la planificación: se continúa con el siguiente equipo que se tiene planificado analizar.
6. Elaboración de informe: en el paso final se procede a ingresar toda la información adquirida durante la inspección, como son los datos de TA, HR, emisividad de los elementos, modificar rangos de temperatura, especificar los puntos en los que se desea analizar, establecer el ΔT , etc. Una vez realizado este proceso se realizan los reportes, en donde se mostrarán todos los datos obtenidos por cada imagen.

3.3.Análisis de imágenes

En base a la bibliografía revisada, se conoce que los puntos calientes permiten tener conocimiento de elementos que trabajan de forma diferente a lo normal, por lo tanto, en este capítulo se realiza el análisis de los termogramas obtenidos de los diferentes equipos que constan en el laboratorio de microrred eléctrica de la Universidad de Cuenca, el cual está ubicado en el campus Balzay.

El laboratorio de microrred eléctrica se encuentra diseñado en tres grupos, descritos como Generación, Almacenamiento y Consumo, los mismos que se pueden configurar en diferentes estructuras, en base a lo que se desee usar o analizar, permitiendo así una gran maniobrabilidad y facilidad de configuración. [18]

El tablero principal del sistema dispone de un doble embarrado. El esquema principal de gestión de la energía del laboratorio de microrred se observa en la Fig. 3.3.

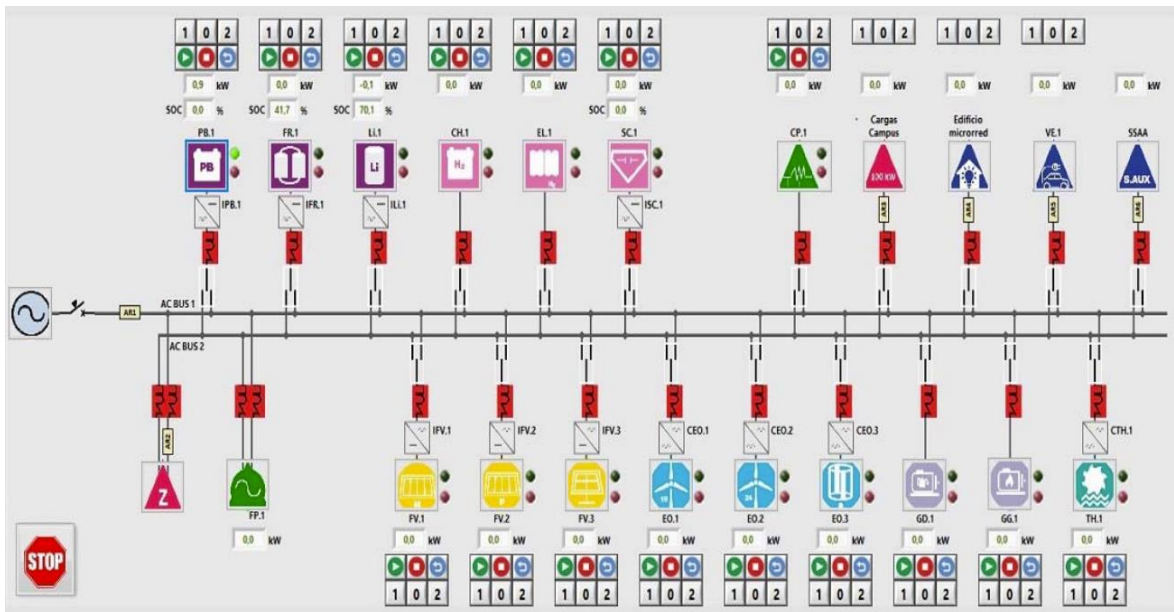


Fig. 3.3. Sistema SCADA del laboratorio de microrred de la Universidad de Cuenca. [18]

El análisis termográfico se presenta en base a cada grupo y la disponibilidad de los diferentes equipos del laboratorio.

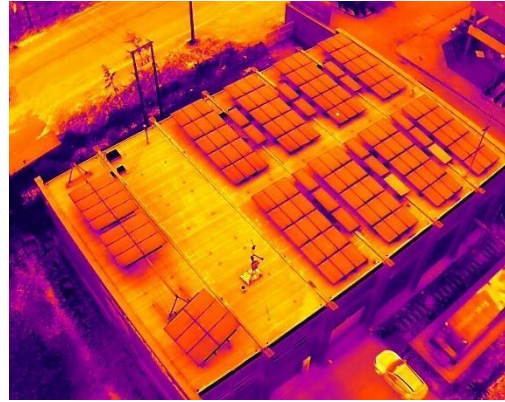
3.3.1. Bloque de Generación

- Generación Fotovoltaica

La planta de generación fotovoltaica cuenta con una capacidad nominal de 40 kWp, conformada por 140 paneles solares fotovoltaicos de 250 Wp c/u, y 15 paneles solares fotovoltaicos de 335 Wp c/u, los mismos que se encuentran distribuidos como se puede ver en la figura 29. 60 paneles fijos tipo monocristalino de 15 kW, 60 paneles fijos tipo policristalino de 15kW, ambos conectados a un inversor independiente, 15 paneles fijos tipo policristalino de 5.025kW, conectados a inversores independientes, 14 paneles con capacidad de 3.5 kWp de tipo policristalino móvil en un eje en sentido Este-Oeste y 1.5 kWp en 6 paneles de tipo policristalino con capacidad de movimiento en 2 ejes. [18]



a)



b)

Fig. 3.4. Arreglo de paneles solares fotovoltaicos en el laboratorio de microrred a) imagen RGB b) imagen térmica.

Para realizar el análisis de los paneles solares, se los distribuye de la siguiente manera:



Fig. 3.5. Distribución de los paneles fotovoltaicos y su numeración.

Las fallas en los paneles solares fotovoltaicos pueden presentarse como se pueden ver en las figuras 3.6, 3.7 y 3.8. Estos pueden mostrarse como celdas completas dañadas, parte específica en una o varias celdas de un panel o daño en una serie de celdas.

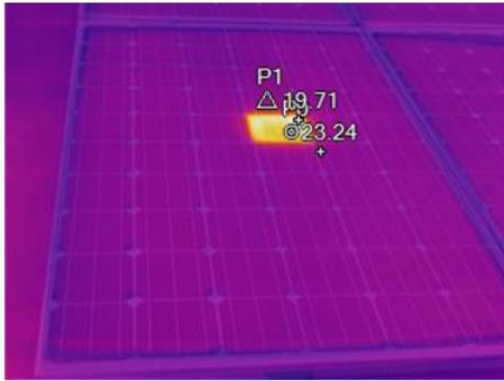


Fig. 3.6. Deterioro en panel a5 del arreglo A5.

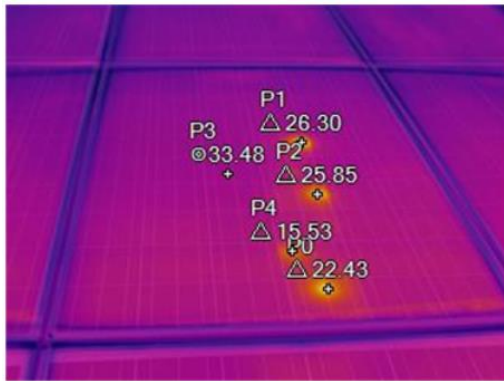


Fig. 3.7. Deterioro de panel b4 del arreglo A2.

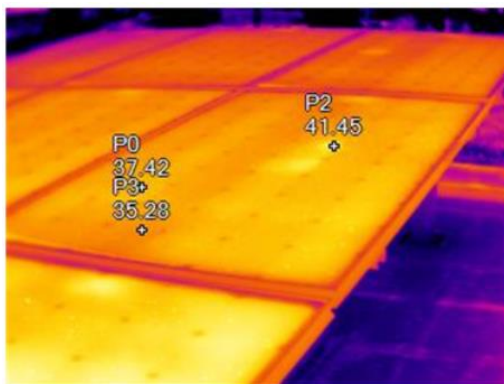


Fig. 3.8. Deterioro en el panel c2 del arreglo A7.

- Generación con Celda de Hidrógeno

La celda de hidrógeno presente en el laboratorio tiene una capacidad de 3kW. Este opera con una PEM o membrana de intercambio de protones, que genera una reacción química a partir del hidrógeno, produciendo 48V DC y para luego inyectar mediante un inversor la energía al bus AC de la microrred. [18]

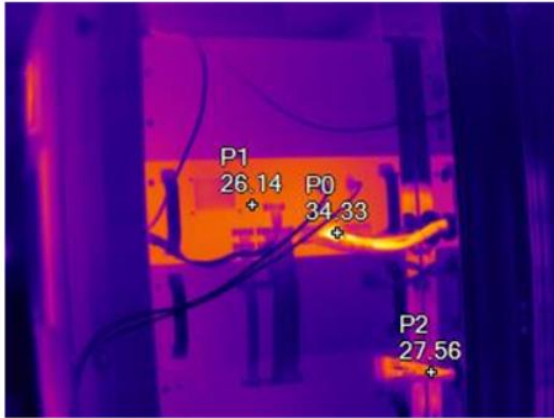


Fig. 3.9. Imagen térmica y RGB. Electrolizador para generación mediante Celdas de Hidrógeno.

- Grupo Electrónico alimentado a Diesel

El grupo electrógeno a Diesel cuenta con una capacidad de 35kVA, este equipo cuenta con un motor de combustión interna acoplado a un generador síncrono de 4 polos regulados para girar a 1800 rpm, y por medio de un regulador de voltaje automático se encargan de mantener un voltaje constante de 220V. [18]

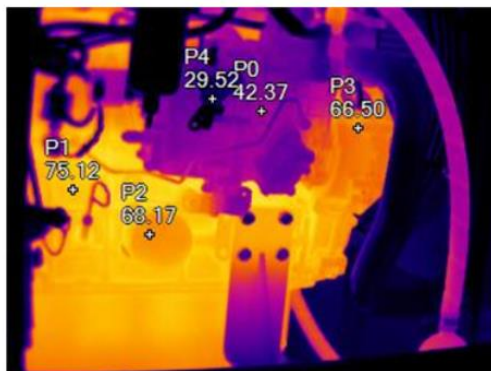


Fig. 3.10. Imagen térmica y RGB. Grupo electrógeno alimentado a Diesel.



Fig. 3.11. Imagen térmica y RGB. Grupo electrógeno alimentado a Diesel.

- Red eléctrica pública

La micro red está conectada al alimentador 0523 de la S/E 5 de la ciudad de Cuenca, acoplada mediante un transformador trifásico con capacidad nominal de 150kVA.

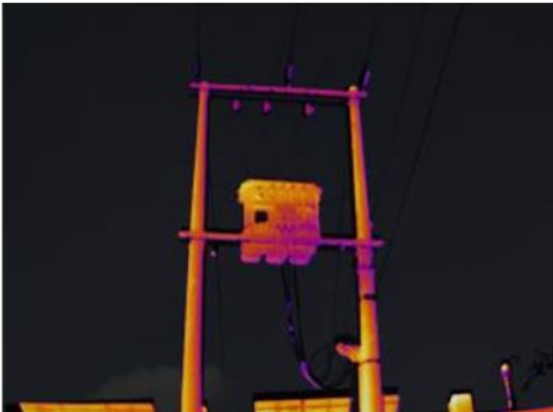


Fig. 3.12. Imagen térmica y RGB. Transformador para acople a la red pública.

3.3.2. Almacenamiento

- Baterías de Plomo Acido

Se dispone de un banco de baterías de tipo plomo acido, compuesto por 84 celdas colocadas en serie, con un voltaje de 2V y capacidad de 1130Ah cada una. Esto permite obtener un voltaje de 168V DC, que con la ayuda de un convertidor de potencia permite realizar tareas de carga y descarga al banco de baterías. [18]

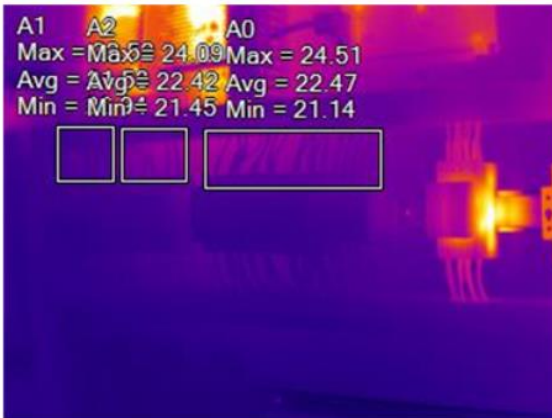


Fig. 3.13. Imágenes térmica y RGB. Inversor de las baterías de Plomo Ácido.

- Batería de Ion-Litio

Se cuenta con un banco de baterías recargable de Ión-Litio junto con sistemas de gestión de energía. Este se encuentra compuesto por 11 celdas en serie, lo que permite obtener un voltaje de 642V DC, permitiendo manejar 88kW y 44kWh de potencia y energía, respectivamente. Posee además un convertidor de potencia bidireccional, para así gestionar la carga y descarga de energía a los buses AC de la micro red. [18]

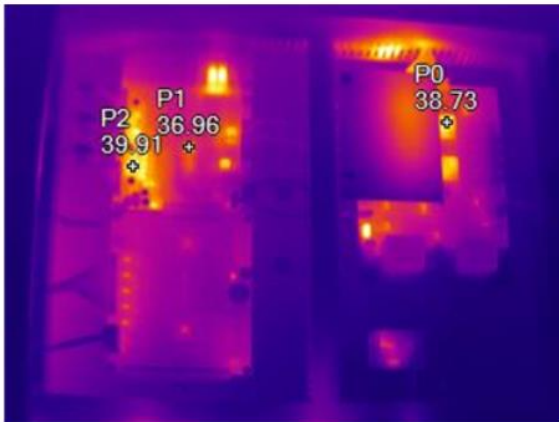


Fig. 3.14. Imágenes térmica y RGB. Inversor de las baterías de Ión-Litio.

- Banco de Supercondensadores

Este elemento del laboratorio, tiene como función realizar la compensación de energía en transitorios, y cuenta con 10 condensadores, instalados en serie, obteniendo una capacidad de 13F, con un voltaje nominal de 560V DC. Se sirve de un convertidor de potencia bidireccional de 15kW. [18]



Fig. 3.15. Imagen térmica y RGB. Armario Supercondensadores.



Fig. 3.16. Imagen térmica y RGB. Inversor Supercondensadores.

3.3.3. Consumo

- Carga programable

En el laboratorio se encuentra un banco de cargas trifásicas resistivas con capacidad de 150 kW variable con pasos de 5kW, programable.

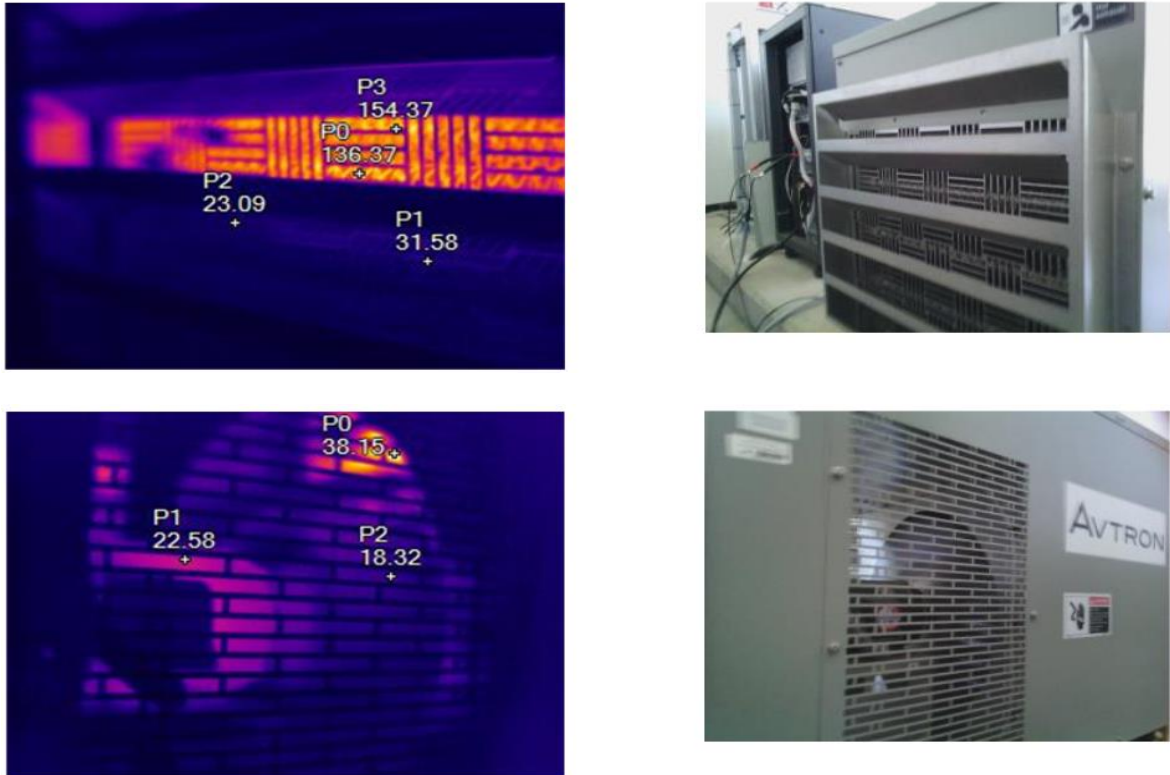


Fig. 3.17. Imágenes térmica y RGB. Carga programable.

- Alimentación del Edificio del Laboratorio, sistemas de control y servicios auxiliares

Desde los paneles de servicios auxiliares se alimentan las cargas de iluminación y oficinas del laboratorio, además del sistema de respaldo de energía con capacidad de 10kVA que alimenta al control SCADA, y las comunicaciones de los componentes. [18]

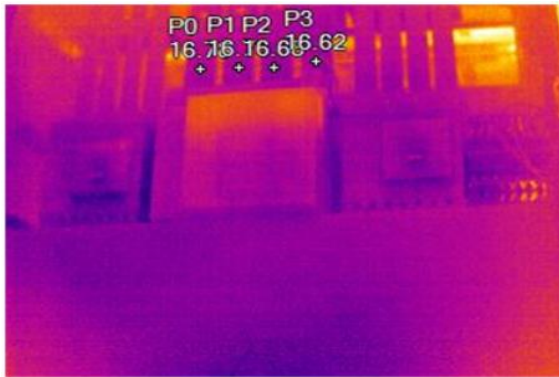


Fig. 3.18. Imagen térmica y RGB. Panel 1A.

En el Panel 1A se encuentra el barraje de conexión del laboratorio de la microrred con la red eléctrica pública.

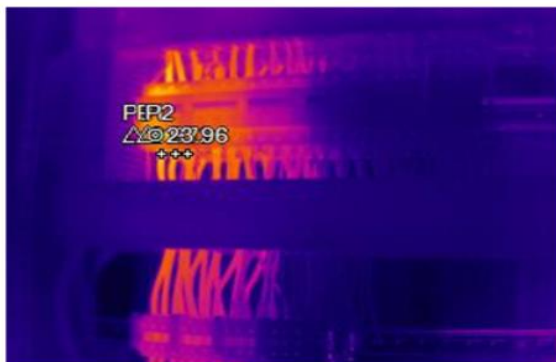
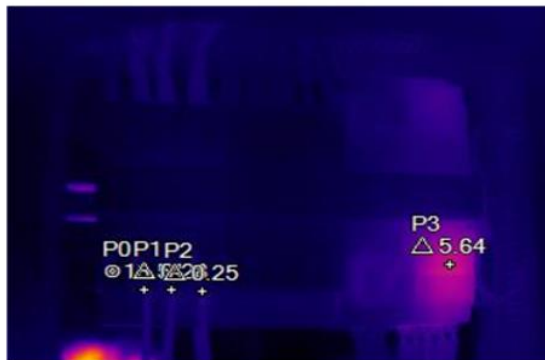


Fig. 3.19. Imágenes térmica y RGB. Panel 2A.

En el Panel 2A se encuentra el control de los arreglos fotovoltaicos, y del vehículo de carga eléctrico.

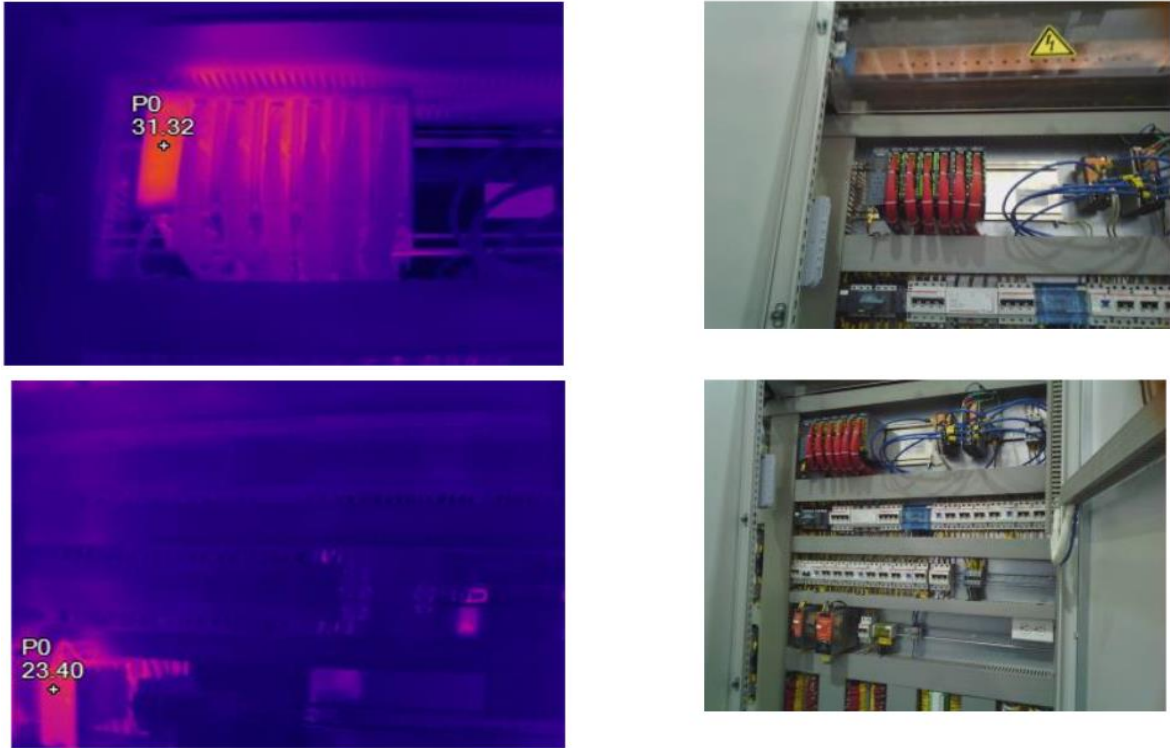


Fig. 3.20. Imágenes térmica y RGB. Panel 1B.



Fig. 3.21. Imágenes térmica y RGB. Panel 2B.

En el Panel 2B se encuentra el control del Generador de Diesel y de Gas, de la Turbina Hidráulica, de la fuente regulable, de las Celdas de Hidrógeno, y del Vehículo Eléctrico.



Fig. 3.22. Imágenes térmica y RGB. Panel 3B.

En el Panel 3B se encuentra el control de la iluminación del laboratorio, de la carga programable.

4. Capítulo 4. Resultados

4.1. Análisis de los resultados

Siguiendo la metodología descrita en la sección 3.2., y realizando análisis tanto cualitativos como cuantitativos, según corresponda se obtienen los reportes mostrados en el Anexo 1.

También se presentan tablas con los datos tabulados:

- Generación Fotovoltaica

Tabla 4.1. Resultados de los termogramas de los arreglos fotovoltaicos. (Parte 1/2)

Elemento	Observación	ΔT	Severidad
Arreglo fotovoltaico 1 eje	No presenta variaciones del gradiente de temperatura en las celdas o conexiones.	-	-
Arreglo fotovoltaico 2 ejes	No presenta variaciones del gradiente de temperatura en las celdas o conexiones.	-	-
Arreglo fotovoltaico A1	Variaciones de temperatura en los paneles c1, a2, a3, c3, b4, a5, b5 y c5.	-	-
Arreglo fotovoltaico A2	Variaciones de temperatura en los paneles b1, a4, b4 y a5.	-	-
Arreglo fotovoltaico A3	Variaciones de temperatura en los paneles a4, b4, c4, a5, b5 y c5.	-	-
Arreglo fotovoltaico A4	Variaciones de temperatura en los paneles a1, a2, a3 b3, c3 y b4.	-	-
Arreglo fotovoltaico A5	Variaciones de temperatura en los paneles b1, c1, b2, b3, a4, b4 a5, b5 y c5.	-	-
Arreglo fotovoltaico A6	Variaciones de temperatura en los paneles a1, b1, c1, a2, b2, a3, c3, c4, y b5.	-	-
Arreglo fotovoltaico A7	Variaciones de temperatura en los paneles a2, b2, c2, a3, a4, a5, b5 y c5.	-	-
Arreglo fotovoltaico A8	Variaciones de temperatura en los paneles b1, c1, a2, b3, c3, b4, c4, a5, b5 y c5.	-	-

Tabla 4.2. Resultados de los termogramas de los arreglos fotovoltaicos. (Parte 2/2)

Elemento	Observación	ΔT	Severidad
Arreglo fotovoltaico A9	Punto caliente en el panel 1.	-	-
Arreglo fotovoltaico A10	Punto caliente en el panel 2.	-	-
Arreglo fotovoltaico A11	No presenta variaciones del gradiente de temperatura en los paneles.	-	-
Arreglo fotovoltaico A12	Desconexión del panel 3.	-	-
Arreglo fotovoltaico A13	Punto caliente en el panel 2.	-	-
Arreglo fotovoltaico A14	Punto caliente en el panel 2 y desconexión del panel 3.	-	-

Se observa que todos los arreglos fotovoltaicos, excepto el arreglo sobre 1 eje, sobre 2 ejes y el arreglo 11, presentan variaciones de temperatura en algunos de sus paneles, estas se deben principalmente a degradaciones por potencial inducido, agrietamientos en las celdas o puntos calientes, todos estos factores afectan el funcionamiento de los paneles, reduciendo la capacidad de generación fotovoltaica. Se observa también que en los arreglos 12 y 14 se encuentra un panel desconectado en cada uno de ellos, siendo esto visible en los termogramas debido a la variación de coloración de los mismos.

- Generación con Celda de Hidrógeno

Tabla 4.3. Resultados de los termogramas del electrolizador.

Elemento	Observación	ΔT	Severidad
Electrolizador	No presenta temperaturas diferentes a las temperaturas normales de funcionamiento.	-	-

No se observa que los elementos del electrolizador se encuentran funcionando con temperaturas fuera de lo normal, tampoco se encuentran conexiones que presenten puntos calientes. No es necesario mantenimiento correctivo.

- Grupo Electrónico alimentado a Diesel

Tabla 4.4. Resultados de los termogramas del Generador a Diesel.

Elemento	Observación	ΔT	Severidad
Generador a Diesel	No presenta temperaturas diferentes a las temperaturas normales de funcionamiento.	-	-

No se observan elementos del generador a Diesel que se encuentre funcionando con temperaturas fuera de la temperatura normal, no se observan puntos de conexión con puntos calientes. No es necesario mantenimiento correctivo.

- Red eléctrica pública

Tabla 4.5. Resultados de los termogramas del transformador de conexión a la red pública y de la barra de conexión del Panel 1A.

Elemento	Observación	ΔT (°C)	Severidad
Bushings de alta tensión	No presenta temperaturas diferentes a las temperaturas normales de funcionamiento.	0,2	No existe fallo
Bushings de baja tensión	No presenta temperaturas diferentes a las temperaturas normales de funcionamiento.	0,6	No existe fallo
Barraje	No presenta temperaturas diferentes a las temperaturas normales de funcionamiento.	0,2	No existe fallo

Los gradientes de temperatura, tanto en los bushings de alta como de baja tensión son inferiores a 1°C, así como en los barrajes, no se observan puntos calientes. No es necesario mantenimiento correctivo.

- Batería de Plomo Ácido

Tabla 4.6. Resultados de los termogramas del inversor de la batería de Plomo Ácido.

Elemento	Observación	ΔT (°C)	Severidad
IPB1	No presenta temperaturas diferentes a las temperaturas normales de funcionamiento.	0,1	No existe fallo
IPB5	No presenta temperaturas diferentes a las temperaturas normales de funcionamiento.	0,3	No existe fallo
IPB6	No presenta temperaturas diferentes a las temperaturas normales de funcionamiento.	0,4	No existe fallo
IPB6	No presenta temperaturas diferentes a las temperaturas normales de funcionamiento.	0,1	No existe fallo
IPB6	No presenta temperaturas diferentes a las temperaturas normales de funcionamiento.	0,3	No existe fallo

No se observan elementos con temperatura fuera de la temperatura normal de funcionamiento, además que tampoco se encuentran variaciones de temperatura entre elementos similares o puntos de conexión donde se observen puntos calientes. No es necesario mantenimiento correctivo.

- Batería de Ion-Litio

Tabla 4.7. Resultados de los termogramas del inversor de la batería de Ion-Litio. (Parte1/2)

Elemento	Observación	ΔT (°C)	Severidad
IL2	No presenta temperaturas diferentes a las temperaturas normales de funcionamiento.	0,4	No existe fallo
IL3	No presenta temperaturas diferentes a las temperaturas normales de funcionamiento.	0,4	No existe fallo
IL4	No presenta temperaturas diferentes a las temperaturas normales de funcionamiento.	0,7	No existe fallo
IL5	No presenta temperaturas diferentes a las temperaturas normales de funcionamiento.	0,1	No existe fallo

Tabla 4.8. Resultados de los termogramas del inversor de la batería de Ion-Litio. (Parte 2/2)

Elemento	Observación	ΔT (°C)	Severidad
IL5	No presenta temperaturas diferentes a las temperaturas normales de funcionamiento.	0,3	No existe fallo
IL6	No presenta temperaturas diferentes a las temperaturas normales de funcionamiento.	0,3	No existe fallo

No se observan elementos trabajando con temperaturas fuera de lo normal, tampoco se identifican conexiones que presenten puntos calientes. No es necesario mantenimiento correctivo.

- Banco de Supercondensadores

Tabla 4.9. Resultados de los termogramas del Banco de Supercondensadores.

Elemento	Observación	ΔT (°C)	Severidad
ARMSC3	No presenta temperaturas diferentes a las temperaturas normales de funcionamiento.	0,4	No existe fallo
ISC1	No presenta temperaturas diferentes a las temperaturas normales de funcionamiento.	-	No existe fallo
ISC2	No presenta temperaturas diferentes a las temperaturas normales de funcionamiento.	0,5	No existe fallo
ISC3	No presenta temperaturas diferentes a las temperaturas normales de funcionamiento.	0,3	No existe fallo
ISC4	No presenta temperaturas diferentes a las temperaturas normales de funcionamiento.	0,2	No existe fallo

No se observan elementos trabajando con temperaturas fuera de lo normal, tampoco se identifican conexiones que presenten puntos calientes, o desbalances de fases. No es necesario mantenimiento correctivo.

- Carga Programable

Dado que este equipo posee una protección externa, debido a las altas temperaturas que maneja, no es posible hacer un análisis cuantitativo de este equipo, sin embargo, en los termogramas, (Anexo 1), se puede observar que no existen puntos calientes, siendo la coloración anaranjada predominante en la carga resistiva programada.

- Alimentación del Edificio del Laboratorio, sistemas de control y servicios auxiliares

Tabla 4.10. Resultados de los termogramas del Panel 2A.

Elemento	Observación	ΔT (°C)	Severidad
Panel 2A-1	No presenta variaciones de temperaturas anormales entre elementos similares.	0,3	No existe fallo
Panel 2A-2	No presenta variaciones de temperaturas anormales entre elementos similares.	0,3	No existe fallo
Panel 2A-3	No presenta variaciones de temperaturas anormales entre elementos similares.	0,3	No existe fallo
Panel 2A-4	No presenta variaciones de temperaturas anormales entre elementos similares.	0,3	No existe fallo
Panel 2A-5	No presenta variaciones de temperaturas anormales entre elementos similares.	-	No existe fallo
Panel 2A-6	No presenta variaciones de temperaturas anormales entre elementos similares.	0,3	No existe fallo
Panel 2A-7	No presenta variaciones de temperaturas anormales entre elementos similares.	0,6	No existe fallo

No se identifican puntos calientes en los termogramas obtenidos, tampoco existen gradientes mayores a 1°C, no es necesario mantenimiento correctivo.

Tabla 4.11. Resultados de los termogramas del Panel 3A.

Elemento	Observación	ΔT (°C)	Severidad
Panel 3A	No presenta variaciones de temperatura.	-	-

No se identifican puntos calientes en los termogramas obtenidos, tampoco existen gradientes mayores a 1°C, no es necesario mantenimiento correctivo.

Tabla 4.12. Resultados de los termogramas del Panel 1B.

Elemento	Observación	ΔT (°C)	Severidad
Panel 1B	Se observan puntos calientes en la barra inferior.	-	-

Se observan puntos calientes en la barra inferior del panel, estas se deben probablemente a malas conexiones de las mismas.

Tabla 4.13. Resultados de los termogramas del Panel 2B.

Elemento	Observación	ΔT (°C)	Severidad
Panel 2B-1	No presenta variaciones de temperaturas anormales entre elementos similares.	0,1	No existe fallo
Panel 2B-2	No presenta variaciones de temperaturas anormales entre elementos similares.	0,3	No existe fallo
Panel 2B-3	No presenta variaciones de temperaturas anormales entre elementos similares.	0,1	No existe fallo
Panel 2B-4	No presenta variaciones de temperaturas anormales entre elementos similares.	0,1	No existe fallo
Panel 2B-5	No presenta variaciones de temperaturas anormales entre elementos similares.	0,3	No existe fallo

Se puede observar un posible punto caliente en la barra inferior del panel en el termograma 8 (Anexo 1), sin embargo en el 9 se puede observar que este desapareció, lo que significa, era un punto caliente falso.

Tabla 4.14. Resultados de los termogramas del Panel 3B.

Elemento	Observación	ΔT (°C)	Severidad
Panel 3B-1	No presenta variaciones de temperatura.	-	-
Panel 3B-2	No presenta variaciones de temperaturas anormales entre elementos similares.	0,2	No existe fallo
Panel 3B-3	No presenta variaciones de temperatura.	-	-
Panel 3B-4	Se presenta variaciones de temperaturas anormales entre elementos similares.	2,8	Posible deficiencia; se justifica investigación.
Panel 3B-5	Comprobación del termograma mostrado en Panel 3B-4	2,8	Posible deficiencia; se justifica investigación.
Panel 3B-6	Variación de temperatura en la misma fase que se muestra en el termograma 3B-4	1,2	Posible deficiencia; se justifica investigación.
Panel 3B-7	Se observan puntos calientes en la barra inferior, debido a posibles malas conexiones	-	-
Panel 3B-8	Se observan puntos calientes en la barra inferior, debido a posibles malas conexiones	-	-

En los termogramas PANEL3B-4 y PANEL3B-5 (Anexo 1), se puede observar una variación de temperatura mayor a 1°C en relación del P0 al P2.

En los termogramas PANEL3B-7 y PANEL3B-8, se observan puntos calientes en las conexiones con la barra.

4.2. Plan de trabajo y Metodología de reparación

En lo que respecta a los paneles fotovoltaicos, donde se encuentra la mayor cantidad de puntos calientes, se recomienda limpiezas más continuas, debido a que estas permitirán una generación energética más efectiva, con respecto a los daños generados por la Degradación de Potencial Inducido (PID), que es un efecto causado por la diferencia de potencial eléctrico entre los módulos y el resto de los elementos existentes en el sistema respecto a tierra, estas condiciones se agravan cuando la instalación solar está expuesta a grandes cambios climáticos y contaminación en la superficie de los módulos.

En cuanto al Panel 1B, se observan puntos calientes en la barra inferior de conexión, se recomienda volver a realizar estas conexiones para evitar pérdidas de energía.

Finalmente, en el Panel 3B de servicios auxiliares, se identifica un punto caliente en uno de los conductores que permite encender las luminarias del laboratorio, este punto caliente se puede deber a una mala conexión de los conductores en alguna bornera, o también puede significar una sobrecarga de una fase, para esto se recomienda revisar las conexiones o analizar la distribución de cargas que llegan a este panel, así también, revisar las conexiones a la barra inferior, donde también existen puntos calientes.

Como parte de la metodología de reparación se recomienda realizar un plan de mantenimiento, categorizando los elementos de la microrred.

Tabla 4.15. Plan de mantenimiento para el grupo de generación. (Parte 1/2)

Equipo	Elemento	Frecuencia inspección	Acciones a tomar
Generación Fotovoltaica	Paneles	mensual	Limpiezas continuas de los paneles
		anual	Revisión de la puesta a tierra de los paneles
	Inversores	-	Debido al recubrimiento físico de los inversores, no es posible hacer un análisis termográfico de los elementos de los inversores.
Generación con Celdas de Hidrógeno	Electrolizador	-	Debido al recubrimiento físico del electrolizador, no es posible hacer un análisis termográfico de los elementos internos del mismo.
		6 meses	Limpieza de las conexiones.

Tabla 4.16. Plan de mantenimiento para el grupo de generación. (Parte 2/2)

Equipo	Elemento	Frecuencia de inspección	Acciones a tomar
Grupo electrógeno a Diesel		4 meses	Analizar conexiones. Limpieza de las conexiones.
Red eléctrica	Transformador	4 meses	Análisis de bushings de alta y baja tensión.
	Barras Panel 1A	4 meses	Análisis en las barras del Panel 1A.

Se recomienda la limpieza de los paneles solares de forma mensual, además de esto revisar la correcta conexión a tierra de los mismos, debido a que se puede evitar los daños por PID considerando esta medida. (Plan operativo en el Anexo 2 y 3). Es importante destacar, que, al momento de realizar la inspección térmica, debido al riesgo que representa esta actividad, es necesario utilizar puntos de anclaje tipo faja, y que este sea colocado mediante líneas de restricción.

El recubrimiento físico que posee el electrolizador dificulta el análisis termográfico de los elementos internos del mismo, sin embargo, se recomienda la limpieza de conexiones cada seis meses. (Plan operativo en el Anexo 4).

Para el grupo electrógeno a Diesel se recomienda analizar mediante termografía cada 4 meses el estado de sus elementos, además de una limpieza de sus conexiones. (Plan operativo en el Anexo 5). En el caso de la inspección al generador es indispensable el uso de protectores auditivos.

Con respecto a la conexión a la red eléctrica, se recomienda su análisis termográfico cada 4 meses debido a la exposición que el transformador tiene con la intemperie, y por la importancia de la continuidad de servicio que se requiere para alimentar con energía eléctrica a las instalaciones del laboratorio. (Plan operativo en el Anexo 6). En este caso, debido a la necesidad de ascender a la terraza del edificio, es necesario el uso de puntos de anclaje por seguridad de la persona que hace la inspección.

Tabla 4.17. Plan de mantenimiento para el grupo de almacenamiento.

Equipo	Elemento	Frecuencia de inspección	Acciones a tomar
Baterías Litio	Baterías	6 meses	Revisión y limpieza de las conexiones.
	Inversor	6 meses	Análisis de los elementos en el panel del inversor. Revisión y limpieza de las conexiones.
Baterías Plomo	Baterías	6 meses	Revisión y limpieza de las conexiones.
	Inversor	6 meses	Análisis de los elementos en el panel del inversor. Revisión y limpieza de las conexiones.
Supercondensadores	Armario Supercondensadores	6 meses	Revisión y limpieza de las conexiones del armario de supercondensadores.
	Inversor	6 meses	Análisis de los elementos en el panel del inversor. Revisión y limpieza de las conexiones.

Se recomienda la inspección termográfica de las baterías y sus inversores cada 6 meses, así como la limpieza de las conexiones.

En los anexos 7, 8 y 9 se especifica el plan operativo al momento de realizar las inspecciones termográficas, así como el equipo de protección personal necesario en cada una de las inspecciones.

Tabla 4.18. Plan de mantenimiento para el grupo de carga.

Equipo	Elemento	Frecuencia de inspección	Acciones a tomar
Panel 2A	-	4 meses	Revisión y limpieza de las conexiones.
Panel 3A	-	4 meses	Revisión y limpieza de las conexiones.
Panel 1B	-	4 meses	Revisión y limpieza de las conexiones.
Panel 2B	-	4 meses	Revisión y limpieza de las conexiones.
Panel 3B	-	4 meses	Revisión y limpieza de las conexiones.
Carga programable	Carga programable	6 meses	Debido al recubrimiento físico de la carga, no es posible hacer un análisis termográfico de los elementos internos de la misma. Revisión y limpieza de las conexiones.

Se recomienda el análisis termográfico de los paneles cada 4 meses debido a la importancia de la continuidad de servicio que se necesita de parte de los sistemas de control y servicios auxiliares. (Plan operativo en el Anexo 11).

El recubrimiento físico que posee la carga programable dificulta el análisis termográfico de los elementos internos del mismo, sin embargo, es importante considerar que la temperatura de funcionamiento de este equipo es alta, debido su naturaleza resistiva. (Plan operativo en el Anexo 10).

El uso correcto del equipo de protección personal es indispensable, el mismo se detalla para cada actividad desde el Anexo 2 al Anexo 11.

5. Capítulo 5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

La termografía infrarroja es una herramienta con gran potencial para realizar mantenimiento, ya que permite conocer el estado de funcionamiento actual de equipos que conforman los sistemas eléctricos. Evalúa de forma cualitativa y cuantitativa, cómo se encuentran los elementos de estos sistemas y en base a los termogramas obtenidos, conocer dónde hay fallos, su severidad y con eso planificar mantenimientos preventivos o correctivos, según corresponda.

Una de las mayores ventajas que se destaca de la termografía infrarroja es que es una metodología de evaluación que se realiza en elementos electrónicos y de potencia mientras estos se encuentran trabajando, sin la necesidad de detener los procesos de funcionamiento de los mismos, lo que brinda seguridad tanto al personal que realiza el mantenimiento y a los equipos.

El análisis termográfico cualitativo es de gran utilidad cuando se requiere conocer el estado de los equipos sin la necesidad de conocer los gradientes de temperatura específicos que estos tienen, los paneles solares son un ejemplo de esto; sin embargo el análisis cuantitativo permite saber y comparar las diferencias de temperaturas entre elementos específicos y en base a esto reconocer si existe o no un fallo, como se busca analizar en líneas trifásicas, donde el desbalance de las cargas ocasiona diferencias de coloración en las líneas.

Los diferentes softwares disponibles para realizar análisis termográfico, poseen funciones de gran utilidad para realizar un análisis preciso de los termogramas. Tal es el caso de Fluke Connect, el software utilizado para realizar el presente trabajo, este permite realizar mediciones puntuales de los diferentes elementos obtenidos en los termogramas, evaluar los puntos calientes y fríos, que representan posibles fallas en los equipos, y crear reportes para la presentación de resultados.

El procedimiento para realizar en este tipo de mantenimiento predictivo se basa en hacer una planificación previa de la inspección, revisar que los instrumentos y equipos se encuentren listos para ser usados, asegurarse que el acceso a los equipos sea adecuado, proceder con la inspección termográfica y finalmente realizar el reporte respectivo de la tarea ejecutada. La frecuencia de las inspecciones variará dependiendo del equipo analizado y de la prioridad en uso que estos tengan en el laboratorio. El uso correcto del equipo de protección personal es indispensable.

El factor climático es de suma importancia al momento de realizar inspecciones termográficas, es necesario tomar la temperatura ambiente y de ser posible humedad relativa, para que el software realice una corrección en temperatura, y específicamente, cuando la termografía se

hace en exteriores es necesario comprobar que la probabilidad de lluvia y la presencia de neblina sea baja, ya que son factores que alteran por completo los resultados.

Los resultados obtenidos permiten observar que efectivamente la termografía infrarroja es una herramienta de gran utilidad para detectar puntos donde existen variaciones de temperatura que representan fallos, como es el caso de los paneles solares fotovoltaicos, donde se observa gran variedad de coloraciones en estos, las cuales se deben principalmente a las condiciones climáticas que presenta la ciudad, factores como la correcta conexión a tierra, el correcto transporte e instalación de los mismos, influyen en su estado de funcionamiento y la eficiencia que tienen estos para generar energía.

Dentro del análisis realizado se detecta un punto caliente en el breaker que controla las luminarias del laboratorio de la microrred, para corregirlo es necesario revisar que las conexiones de los cables en las borneras estén correctamente realizadas, caso contrario se debe analizar que no exista un desbalance de carga, o en su defecto indagar alguna otra posible causa.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda ejecutar el plan de mantenimiento sugerido, buscando optimizar la utilidad y la inversión que el laboratorio de la microrred representa para la educación de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cuenca.

Al momento de realizar el análisis termográfico, se recomienda basarse en el flujograma descrito en el subcapítulo 3.2. Proceso de Inspección Termográfica. Así como también en los planes operativos mostrados en los Anexos del 2 al 11, donde se detalla para cada equipo el procedimiento completo a realizar antes y después de la inspección, considerando también el equipo de protección personal recomendado para las actividades a ejecutar.

Así también se recomienda seguir invirtiendo en equipos para realizar inspecciones termográficas como son cámaras y drones, y la capacitación correspondiente al personal.

Es importante recalcar que la termografía infrarroja puede ser implementada de manera exitosa en el análisis para un correcto funcionamiento de los Sistemas Eléctricos de Potencia, por lo que se recomienda que, en un futuro cercano, se considere como una materia dentro de pensum de estudios, la formación a los estudiantes para la ejecución de mantenimientos termográficos, considerando estar a la vanguardia del avance tecnológico.

Se recomienda proponer la realización de un plan de seguridad industrial para el laboratorio de la microrred como un tema de tesis, debido a que es necesario que el personal que trabaja en este edificio cuente con el equipo necesario para poder ejecutar su trabajo bajo estándares de seguridad establecidos y que cuente con los espacios, accesorios y equipamiento que permita realizar trabajos de manera segura.

Bibliografía

- [1] J. D. Navarro, «Tipos y Niveles de Mantenimiento,» de *Técnicas de Mantenimiento Industrial*, Calpe Institute of Technology, 2004.
- [2] Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, «Guía de la termografía infrarroja. Aplicaciones en ahorro y eficiencia energética.,» Consejería de Economía y Hacienda de la comunidad de Madrid, Madrid.
- [3] «Nergiza,» 01 Febrero 2015. [En línea]. Available: <https://nergiza.com/radiacion-conduccion-y-conveccion-tres-formas-de-transferencia-de-calor/>.
- [4] Khan Academy, «Khan Academy,» [En línea]. Available: <https://es.khanacademy.org/science/ap-chemistry/electronic-structure-of-atoms-ap/bohr-model-hydrogen-ap/a/light-and-the-electromagnetic-spectrum>.
- [5] Fluke Process Instruments, «Valores de Emisividad para Metales,» [En línea]. Available: <https://www.flukeprocessinstruments.com/es/service-and-support/knowledge-center/infrared-technology/emissivity-metals>.
- [6] Fluke Process Instruments, «Valores de Emisividad para Superficies Comunes,» [En línea]. Available: <https://www.flukeprocessinstruments.com/es/service-and-support/knowledge-center/infrared-technology/emissivity-non-metals>.
- [7] InterNational Electrical Testing Association; American National Standards Institute, «Standard for Maintenance Testing Specifications for Electrical Power Equipment & Systems,» *Mainte*, 2015.
- [8] M. Peláez y J. L. Espinoza, *Energías Renovables en el Ecuador*, Cuenca, 2015.
- [9] S. Méndez, «Análisis técnico del mini-parque eólico de la Universidad de Cuenca: comparación de aerogeneradores de eje horizontal y vertical,» Universidad de Cuenca, 2018.
- [10] «Cómo funciona una instalación solar térmica - Energía Solar Térmica,» [En línea]. Available: <https://www.aulafacil.com/cursos/medio-ambiente/energia-solar-termica/como-funciona-una-instalacion-solar-termica-l37649>.
- [11] T. Intervento, «TIPOS DE PANELES FOTOVOLTAICOS,» [En línea]. Available: <https://tritec-intervento.cl/tipos-de-paneles-fotovoltaicos/>.

- [12] CChC, «Grupos Electr6genos- Conceptos y Aplicaciones,» *Ediciones T6cticas*, n6 6.
- [13] A. Chica y J. Guam6n, «Modelo de estado estacionario de la microrred del Laboratorio de Balzay de la Universidad de Cuenca,» Universidad de Cuenca, 2017.
- [14] F. Barreras y A. Lozano, «Hidr6geno. Pilas de combustible tipo PEM,» Zaragoza.
- [15] N. Montezuma, «Problema de predespacho de unidades con representaci6n de almacenamiento a base de bater6as,» Universidad de Chile, 2014.
- [16] P. Andreu, C. Beatriz, A. Cavero, P. Grajeda P6rez, D. Real y F. Bel6n, «TECNOLOG6A EN LA PR6CTICA SIV007. TECNOLOG6A FOTOVOLTAICA».
- [17] Fluke, «Manual de uso Ti300 PRO, Ti300+, Ti400 PRO, Ti401 PRO, Ti450 PRO, Ti480 PRO. Professional Series Thermal Imagers,» Fluke.
- [18] J. Espinoza, L. Gonz6lez y R. Semp6rtegui, «Micro grid Laboratory as a Tool for Research on Non-Conventional Energy Sources in Ecuador.,» *2017 IEEE International Autumn Meeting on Power, Electronics and Computing* , 2017.
- [19] Testo, «Termograf6a, gu6a de bolsillo,» 2008.
- [20] «Turbinas,» [En l6nea]. Available: <https://www.troyer.it/es/products/turbinas/>.
- [21] «Minicentrales Hidroel6ctricas - IDAE,» [En l6nea]. Available: https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_2.1.7_Minicentrales_hidroelectricas_125f6cd9.pdf.
- [22] «Se cierra el Programa de Canje de Deuda con Espa;a con importantes resultados para la U. de Cuenca» [En l6nea]. Available: <https://www.ucuenca.edu.ec/servicios/sala-de-prensa/noticias-institucional/2622-se-cierra-el-programa-de-canje-de-deuda-con-espana-con-importantes-resultados-para-la-u-de-cuenca>
- [23] Certificaci6n en termograf6a reconocida por The American Society For Non Destructive Testing.

Anexo 1. Termogramas

Arreglo Fotovoltaico 1

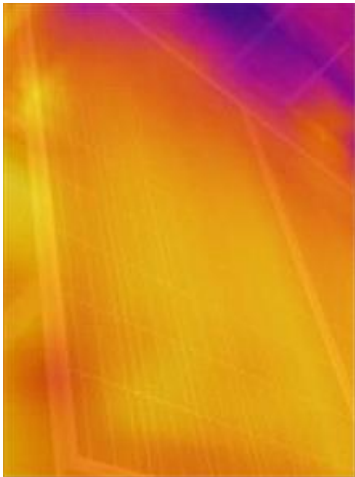


Image Info

Name	FVA1-a1.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C

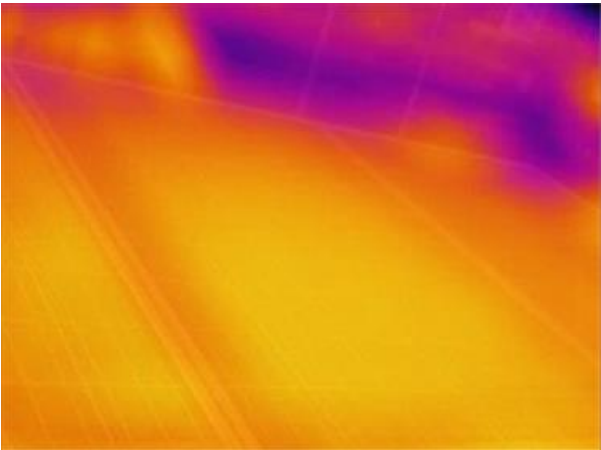


Image Info

Name	FVA1-b1.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C

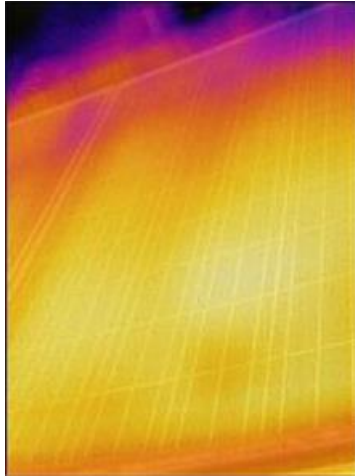


Image Info

Name	FVA1-c1.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C

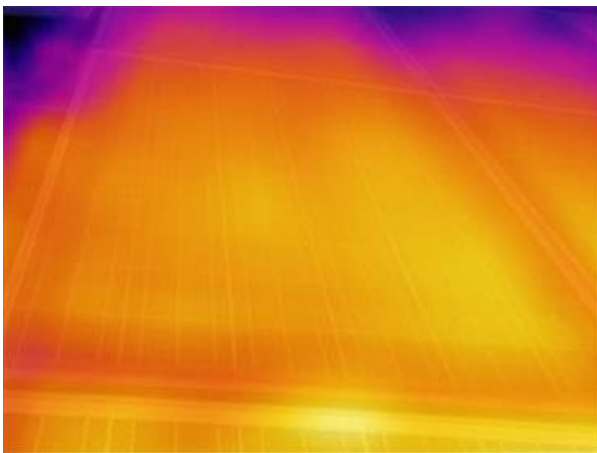


Image Info

Name	FVA1-a2.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C

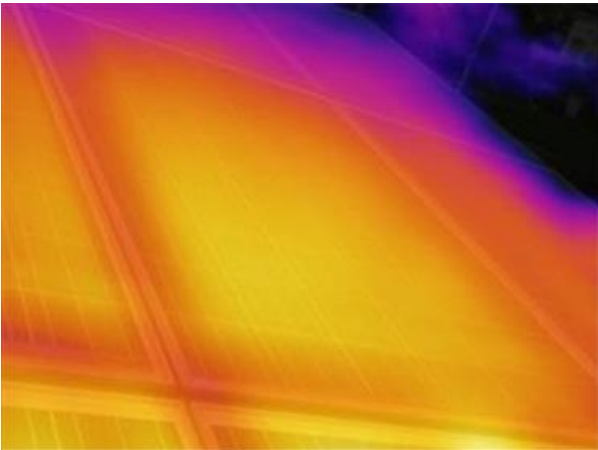


Image Info

Name	FVA1-b2.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C

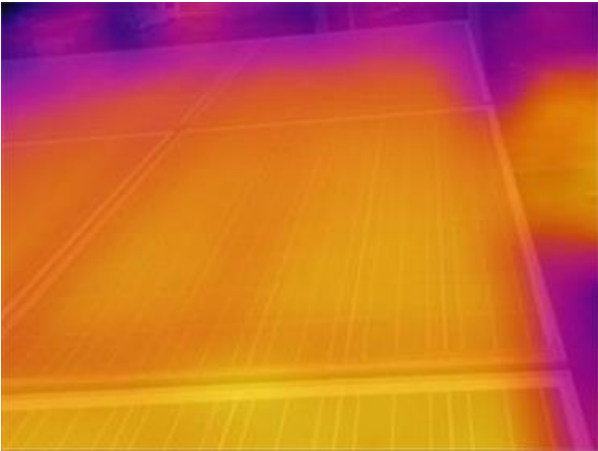


Image Info

Name	FVA1-c2.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C

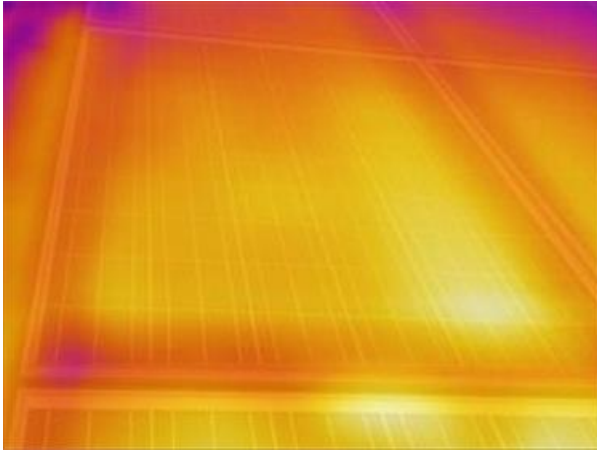


Image Info

Name	FVA1-a3.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C

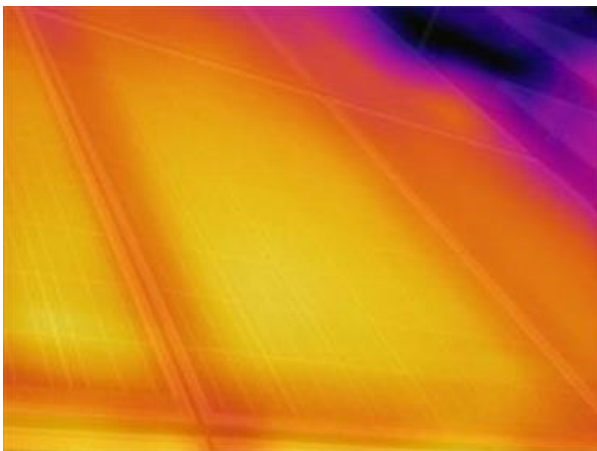


Image Info

Name	FVA1-b3.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C

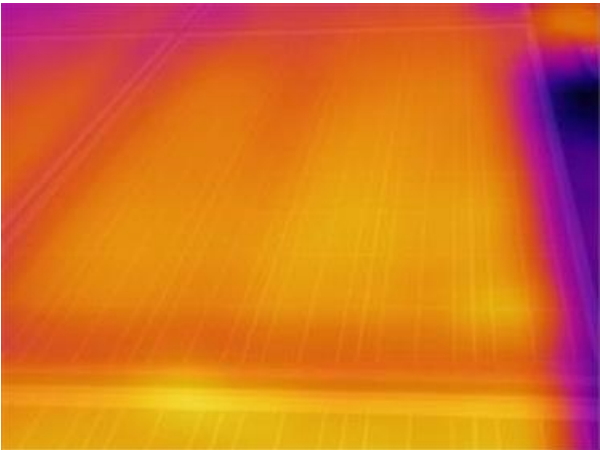


Image Info

Name	FVA1-c3.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C

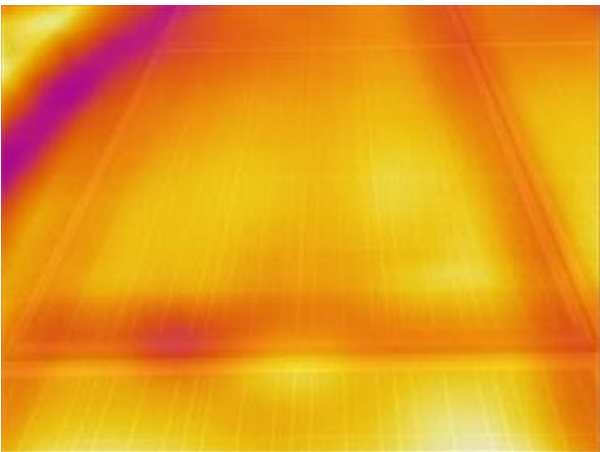


Image Info

Name	FVA1-a4.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C

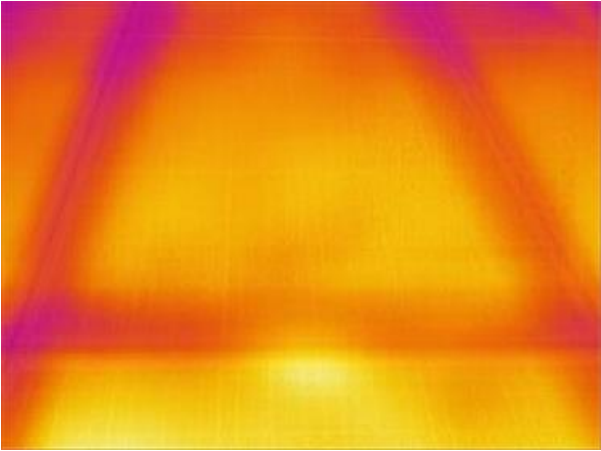


Image Info

Name	FVA1-b4.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C

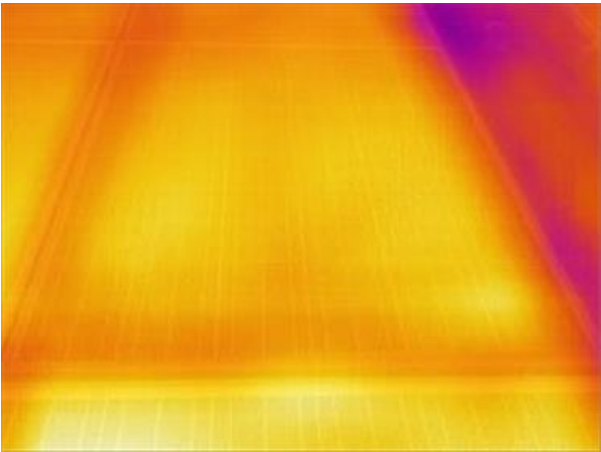


Image Info

Name	FVA1-c4.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C

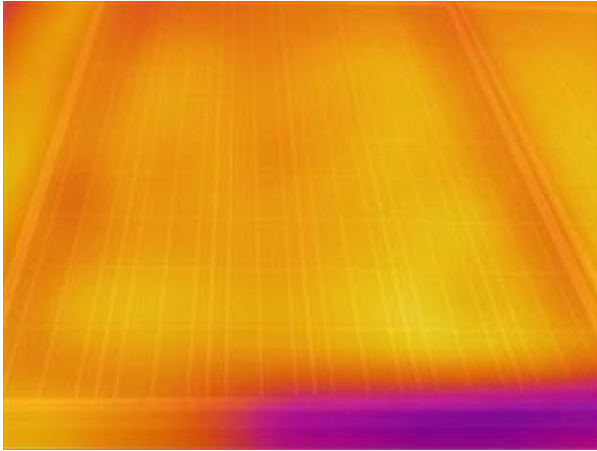


Image Info

Name	FVA1-a5.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.0 °C

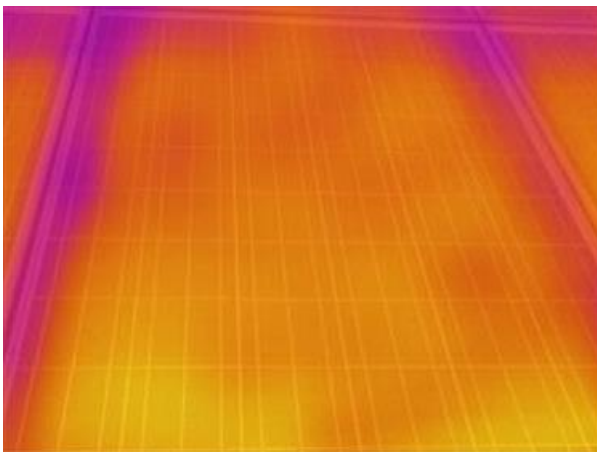


Image Info

Name	FVA1-b5.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C

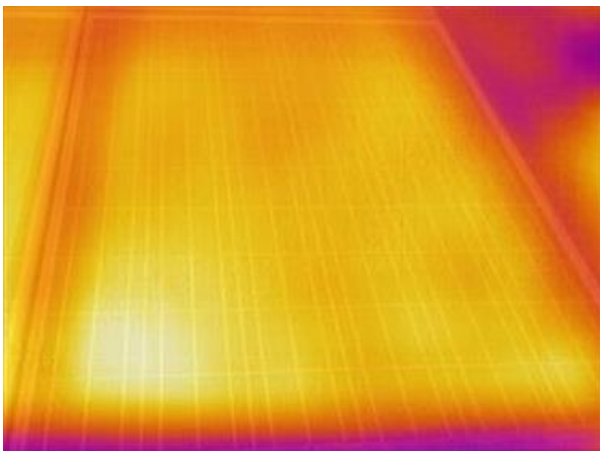


Image Info

Name	FVA1-c5.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C

Resumen:

Se encuentran variaciones de temperatura en los paneles c1, a2, a3, c3, b4, a5, b5 y c5, se observan principalmente degradaciones por potencial inducido, y en el caso específico del panel c5 un punto caliente sobre la esquina inferior izquierda.

Arreglo Fotovoltaico 2

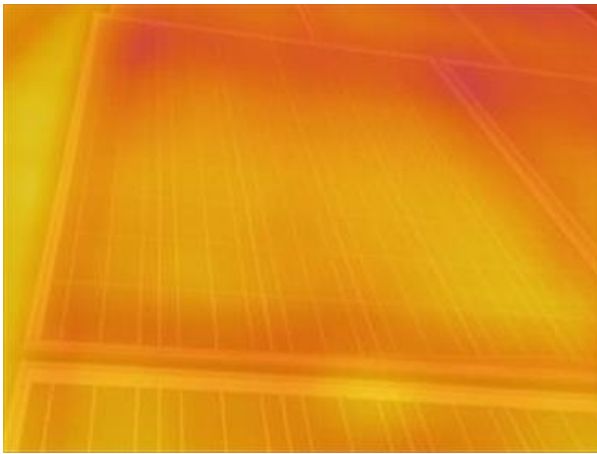


Image Info

Name	FVA2-a1.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C

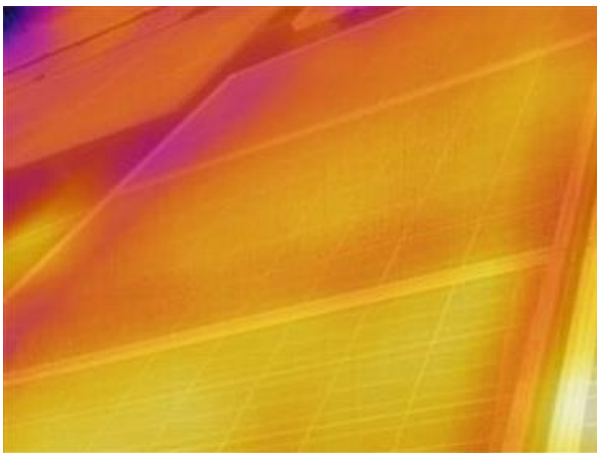


Image Info

Name	FVA2-b1.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C

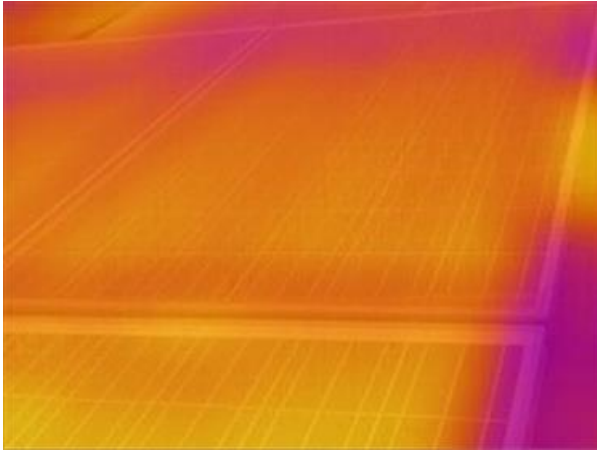


Image Info

Name	FVA2-c1.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C

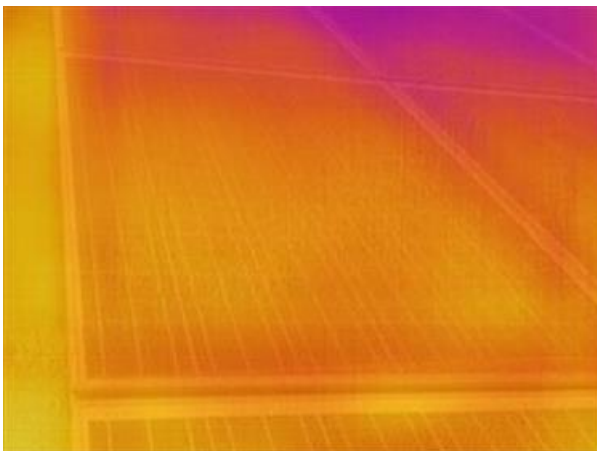


Image Info

Name	FVA2-a2.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C

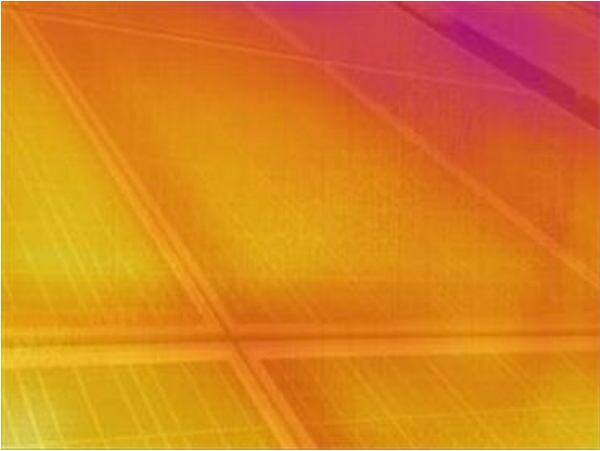


Image Info

Name	FVA2-b2.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C

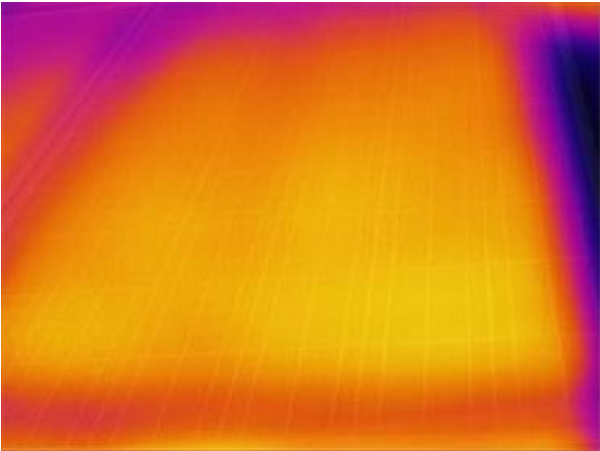


Image Info

Name	FVA2-c2.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C

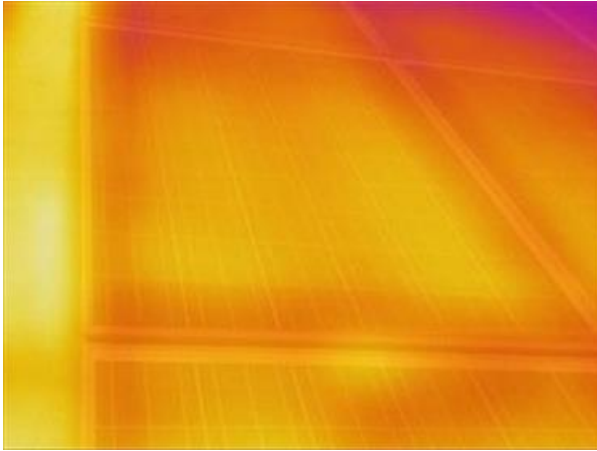


Image Info

Name	FVA2-a3.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C

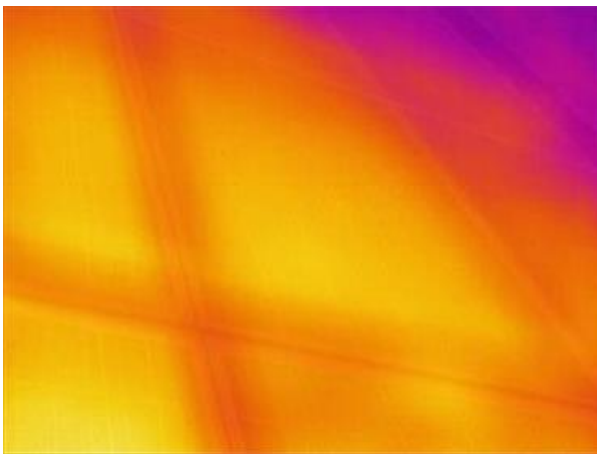


Image Info

Name	FVA2-b3.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C



Image Info

Name	FVA2-c3.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C

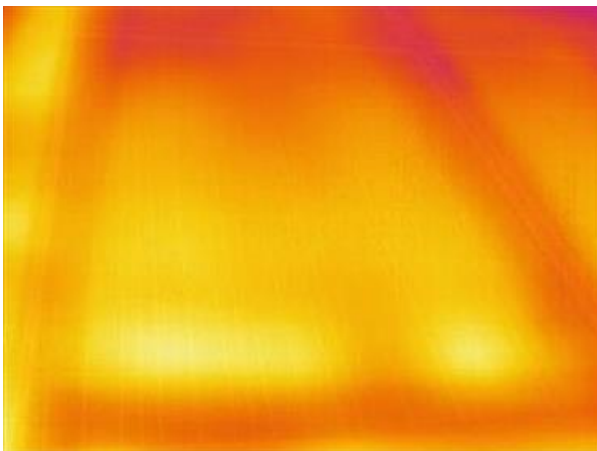


Image Info

Name	FVA2-a4.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C

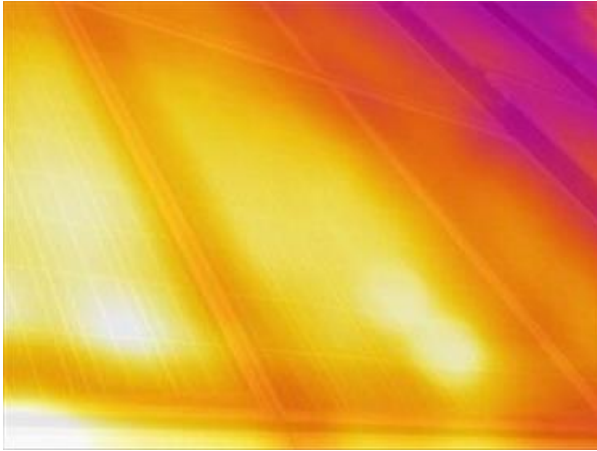


Image Info

Name	FVA2-b4.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C



Image Info

Name	FVA2-c4.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C

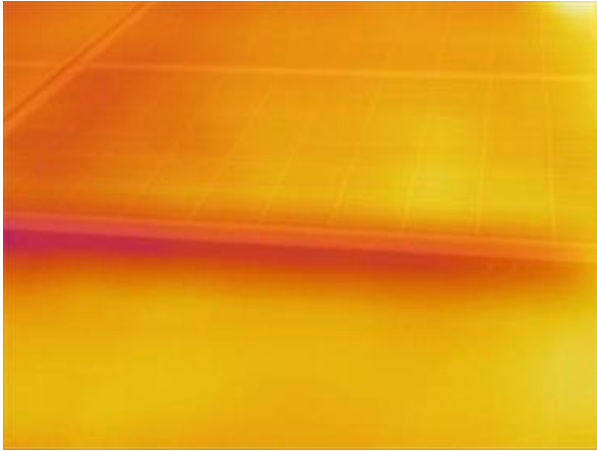


Image Info

Name	FVA2-a5.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C

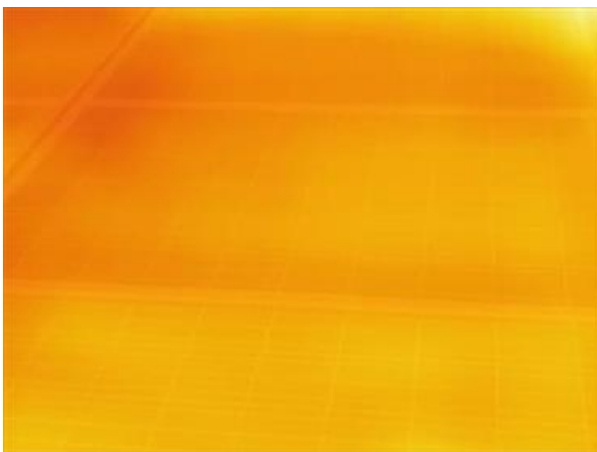


Image Info

Name	FVA2-b5.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C

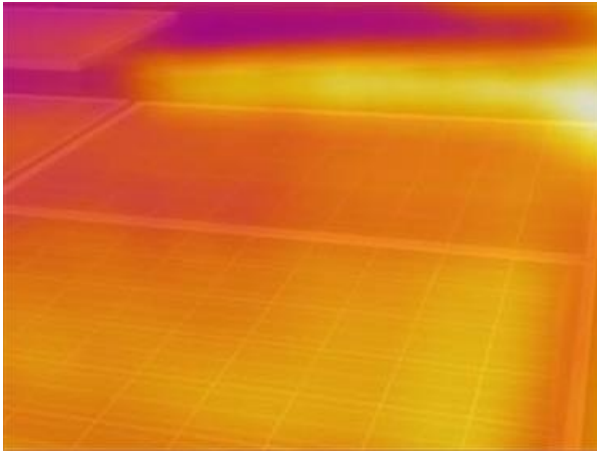


Image Info

Name	FVA2-c5.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C

Resumen:

Se encuentran variaciones de temperatura en los paneles b1, a4, b4 y a5, se observan principalmente degradaciones por potencial inducido, y en el panel b4 un punto caliente en la parte inferior del mismo.

Arreglo Fotovoltaico 3

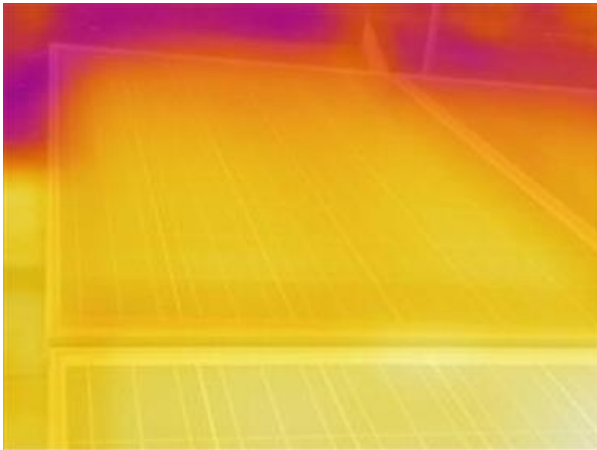


Image Info

Name	FVA3-a1.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	22.00 °C

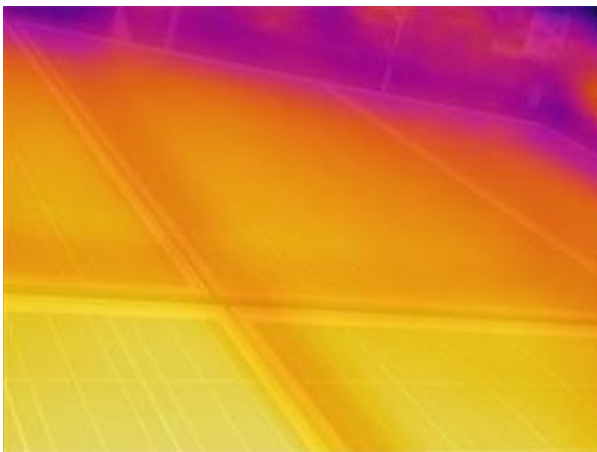


Image Info

Name	FVA3-b1.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C

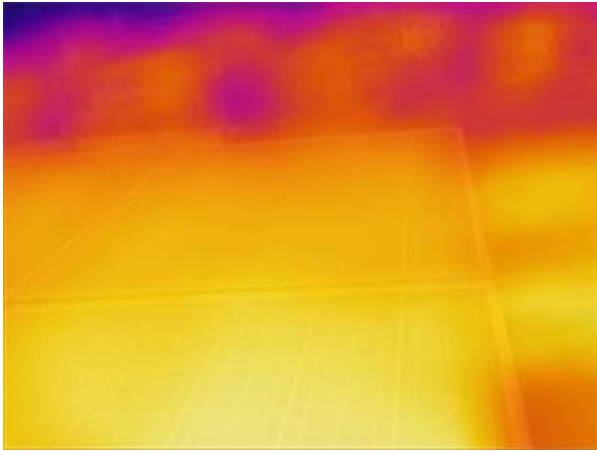


Image Info

Name	FVA3-c1.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C

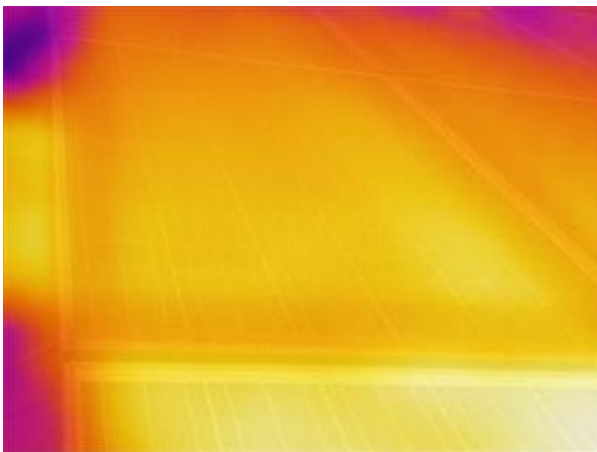


Image Info

Name	FVA3-a2.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C

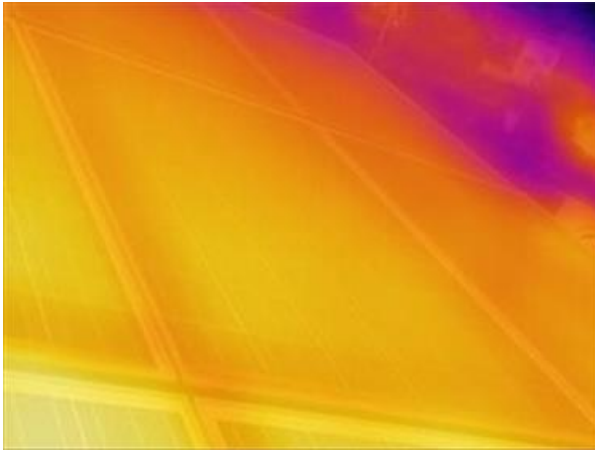


Image Info

Name	FVA3-b2.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C

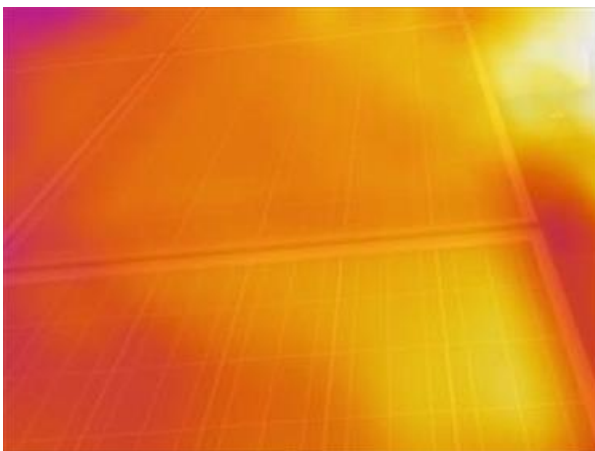


Image Info

Name	FVA3-c2.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C

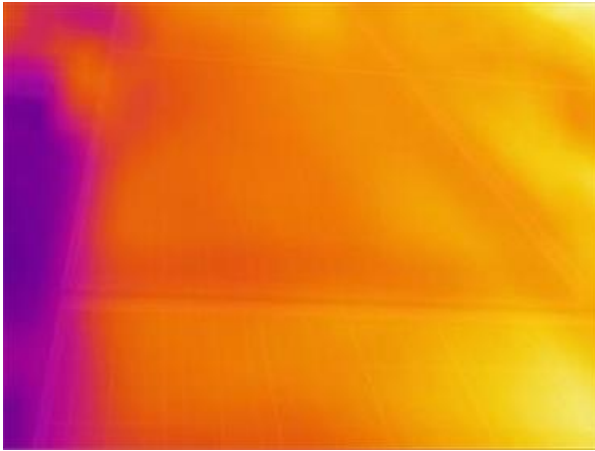


Image Info

Name	FVA3-a3.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C



Image Info

Name	FVA3-b3.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C

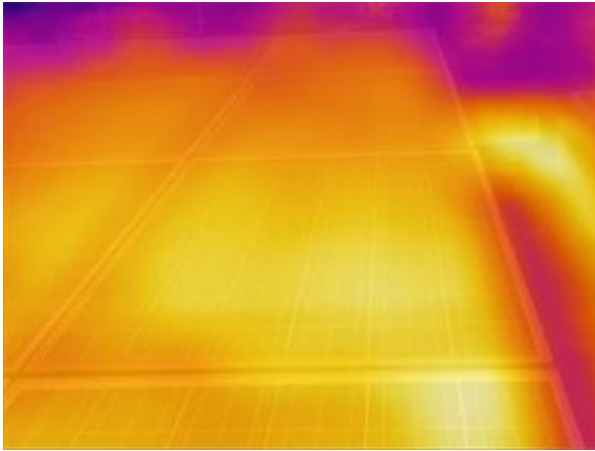


Image Info

Name	FVA3-c3.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C

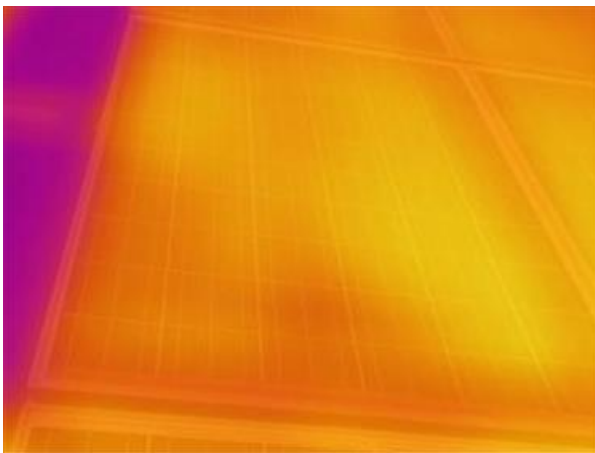


Image Info

Name	FVA3-a4.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C

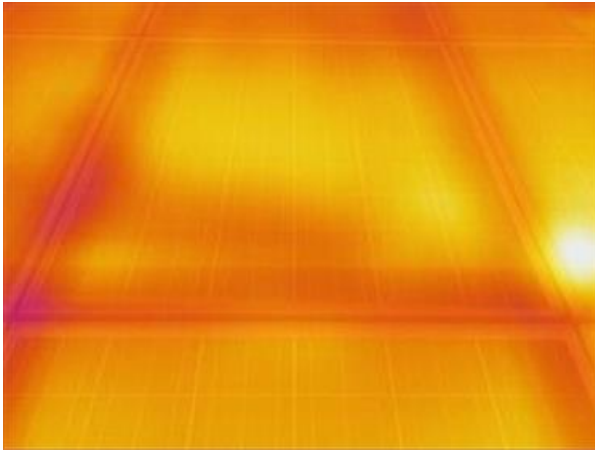


Image Info

Name	FVA3-b4.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C

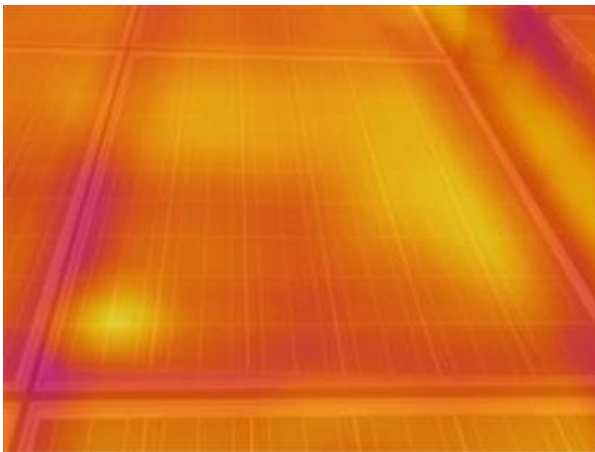


Image Info

Name	FVA3-c4.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

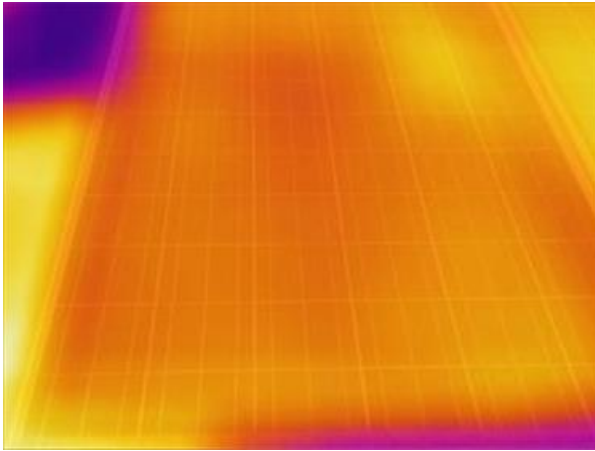


Image Info

Name	FVA3-a5.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C

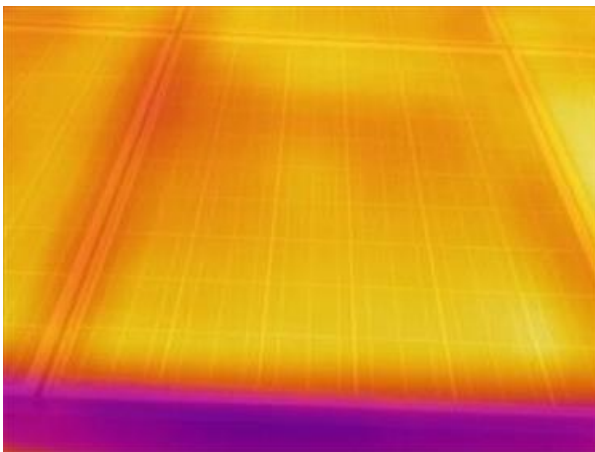


Image Info

Name	FVA3-b5.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C

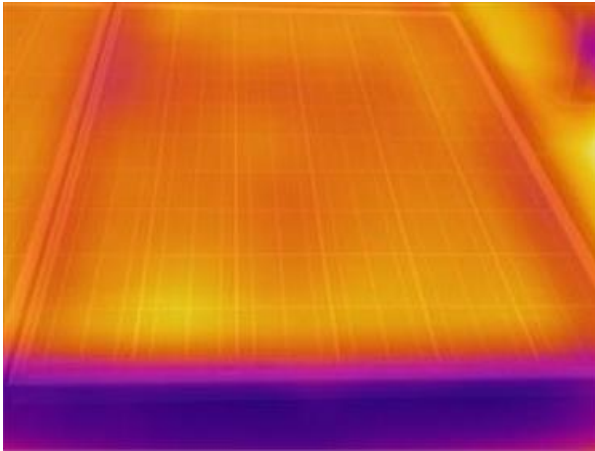


Image Info

Name	FVA3-c5.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C

Resumen:

Se encuentran variaciones de temperatura en los paneles a4, b4, c4, a5, b5 y c5, se observan degradaciones por potencial inducido.

Arreglo Fotovoltaico 4

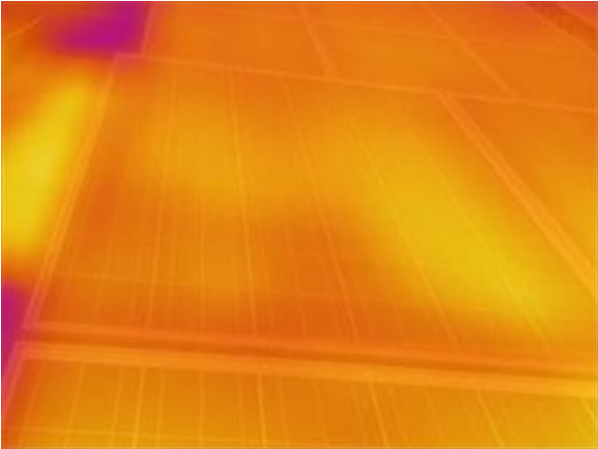


Image Info

Name	FVA4-a1.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	22.00 °C



Image Info

Name	FVA4-b1.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C

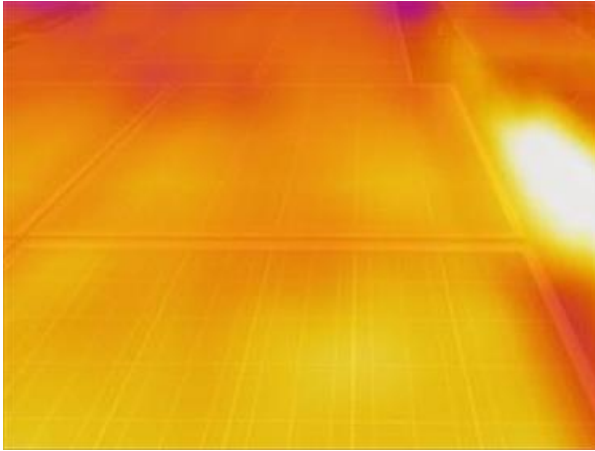


Image Info

Name	FVA4-c1.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C

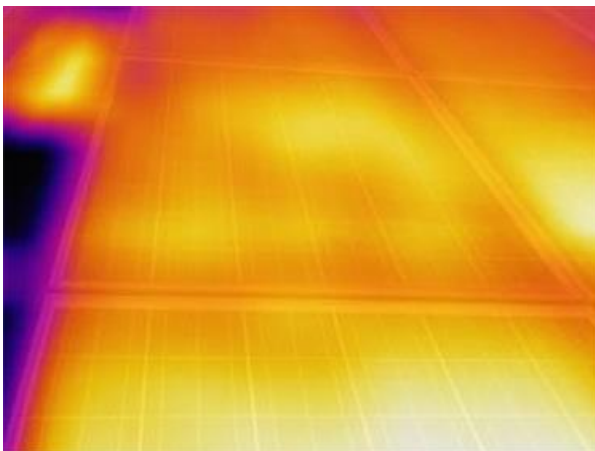


Image Info

Name	FVA4-a2.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C



Image Info

Name	FVA4-b2.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

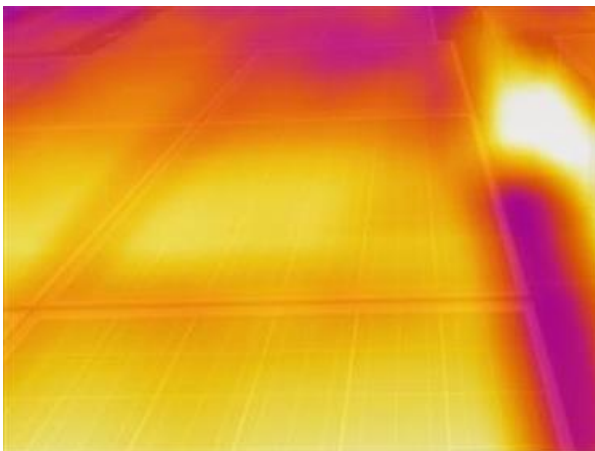


Image Info

Name	FVA4-c2.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

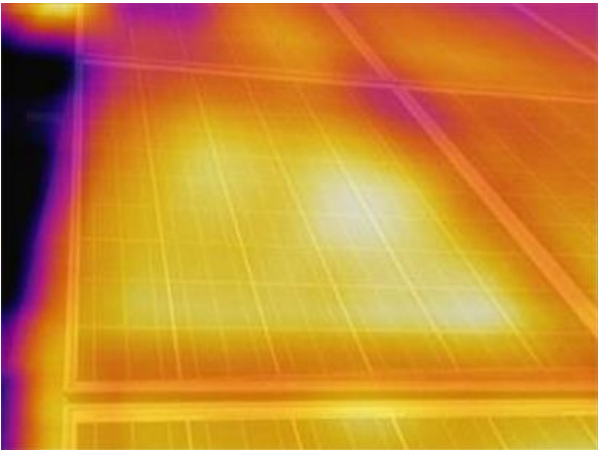


Image Info

Name	FVA4-a3.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

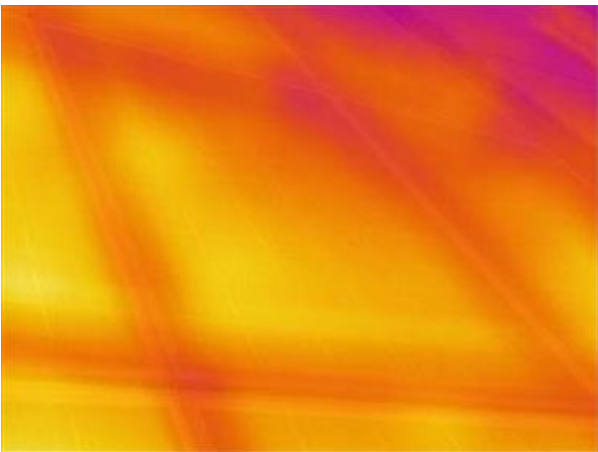


Image Info

Name	FVA4-b3.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

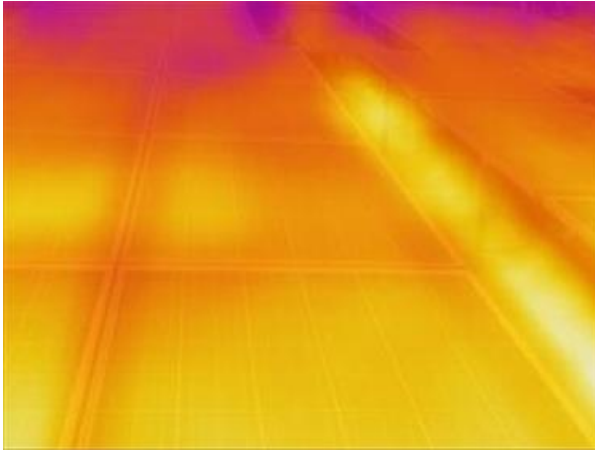


Image Info

Name	FVA4-c3.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

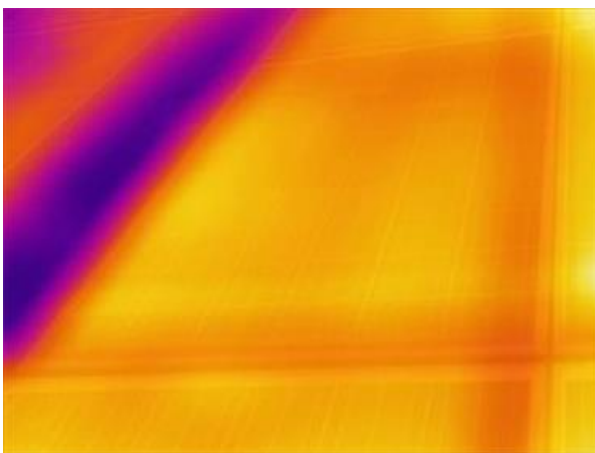


Image Info

Name	FVA4-a4.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

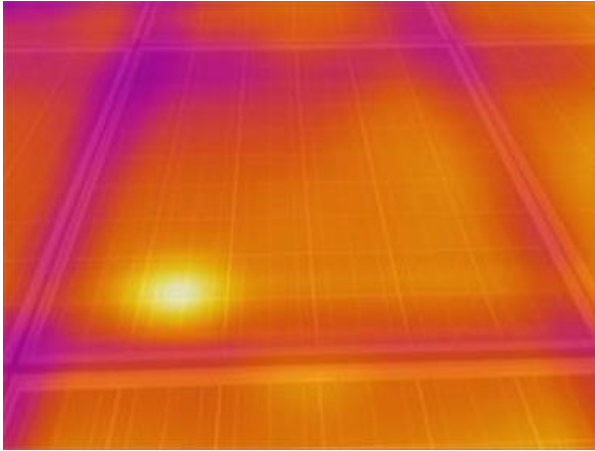


Image Info

Name	FVA4-b4.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

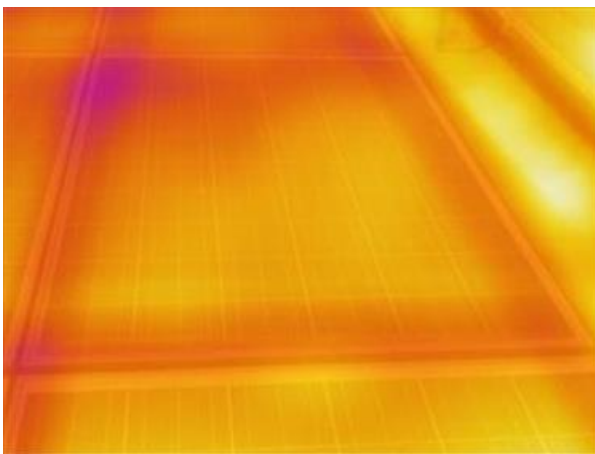


Image Info

Name	FVA4-c4.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

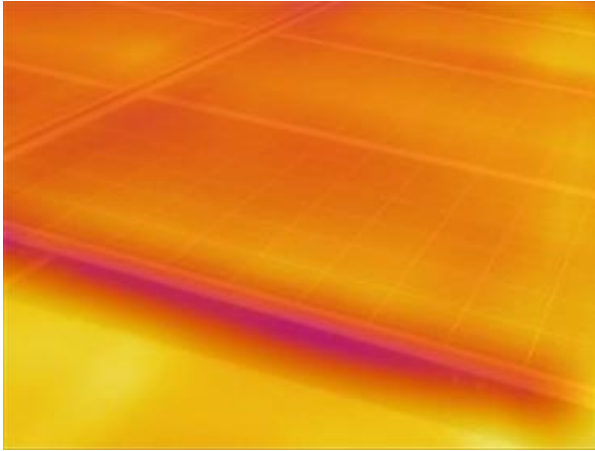


Image Info

Name	FVA4-a5.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

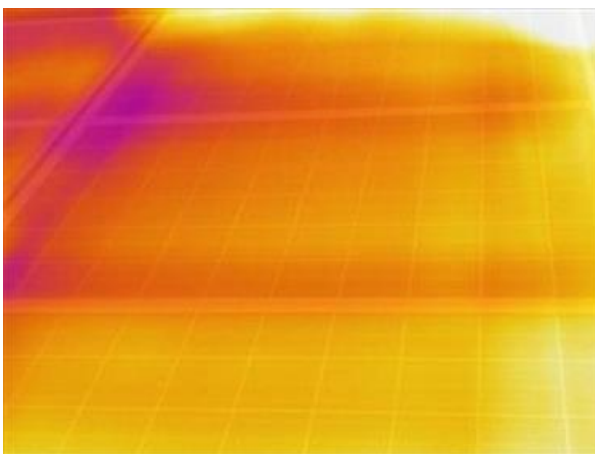


Image Info

Name	FVA4-b5.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

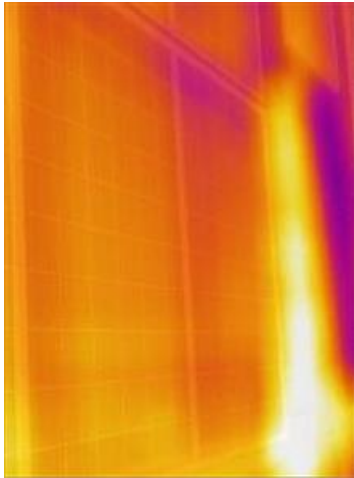


Image Info

Name	FVA4-c5.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

Resumen:

Se encuentran variaciones de temperatura en los paneles a1, a2, a3 b3, c3 y b4, se observan degradaciones por potencial inducido, y en el panel b4 se observa un punto caliente sobre la esquina inferior izquierda.

Arreglo Fotovoltaico 5

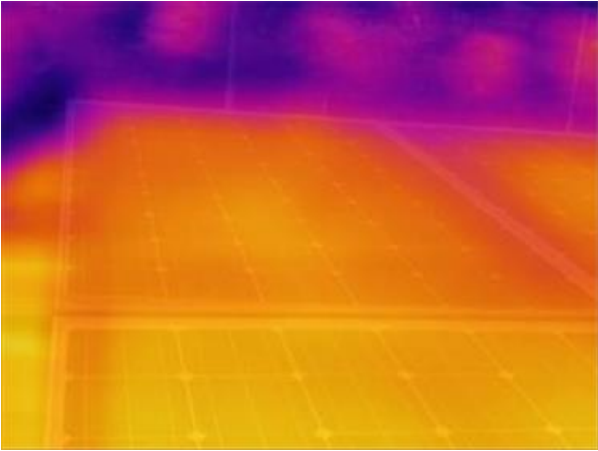


Image Info

Name	FVA5-a1.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

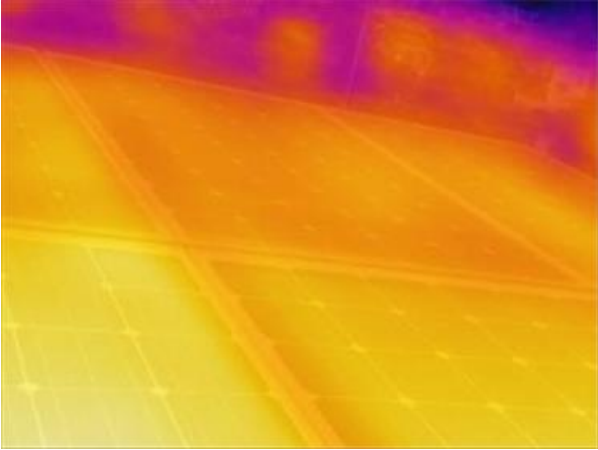


Image Info

Name	FVA5-b1.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

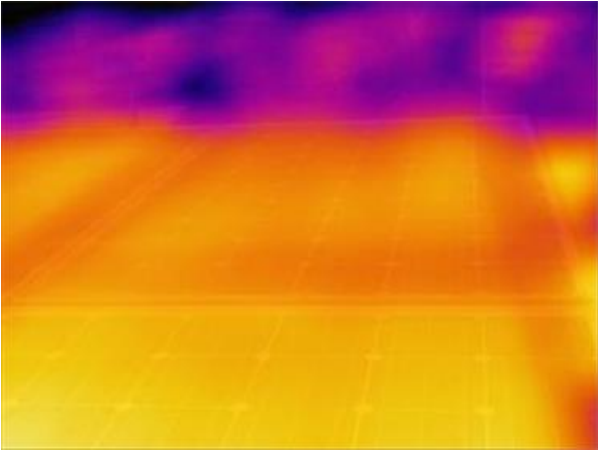


Image Info

Name	FVA5-c1.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

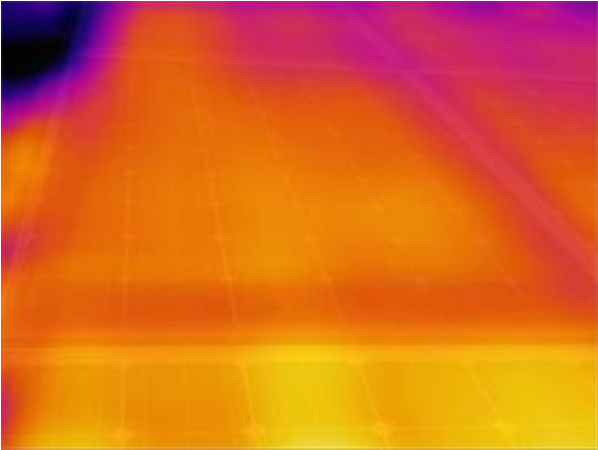


Image Info

Name	FVA5-a2.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

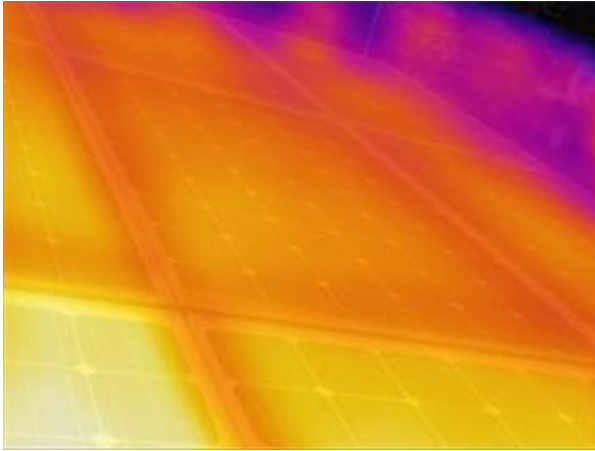


Image Info

Name	FVA5-b2.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

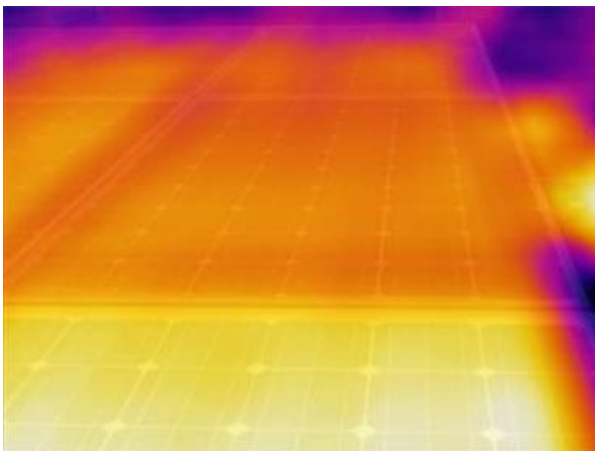


Image Info

Name	FVA5-c2.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

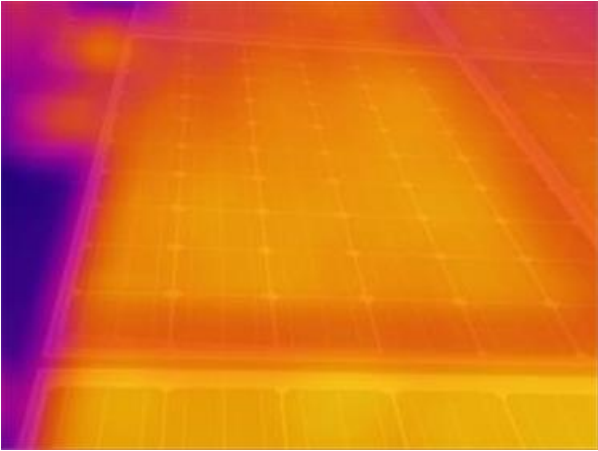


Image Info

Name	FVA5-a3.is2
Emissivity	0.94
Background Temperature	24.00 °C

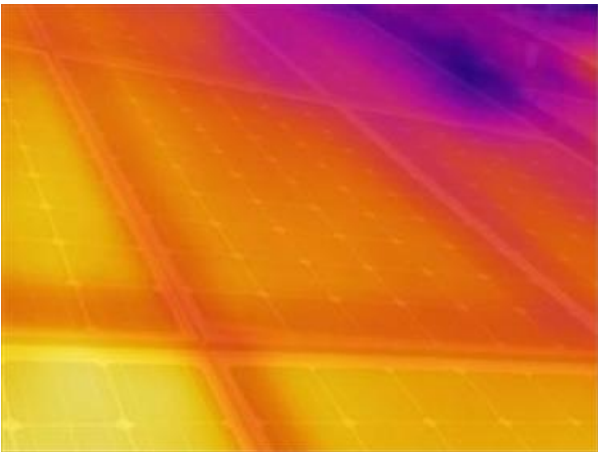


Image Info

Name	FVA5-b3.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

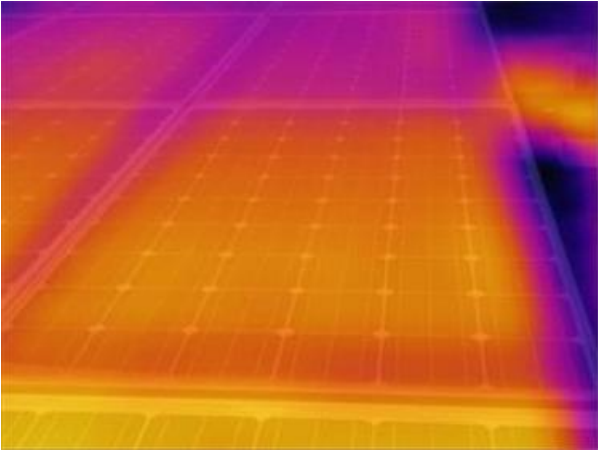


Image Info

Name	FVA5-c3.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

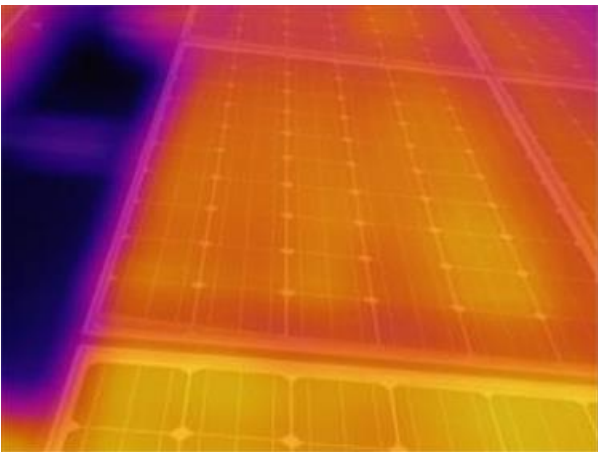


Image Info

Name	FVA5-a4.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

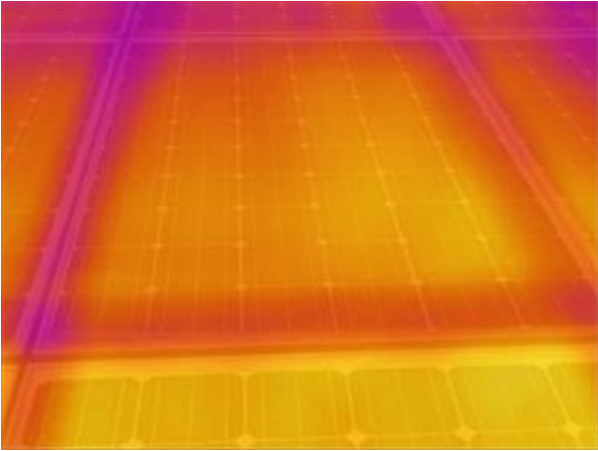


Image Info

Name	FVA5-b4.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

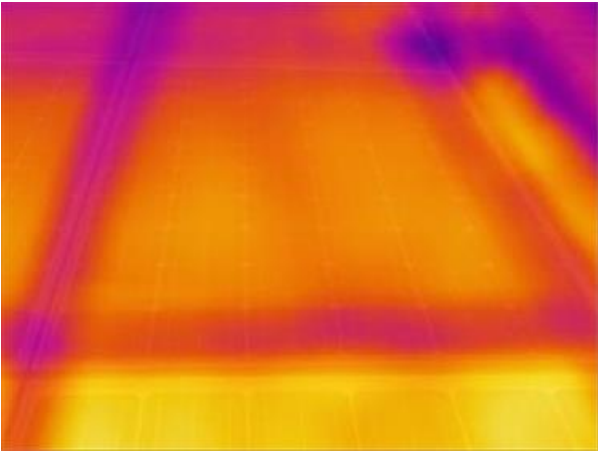


Image Info

Name	FVA5-c4.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

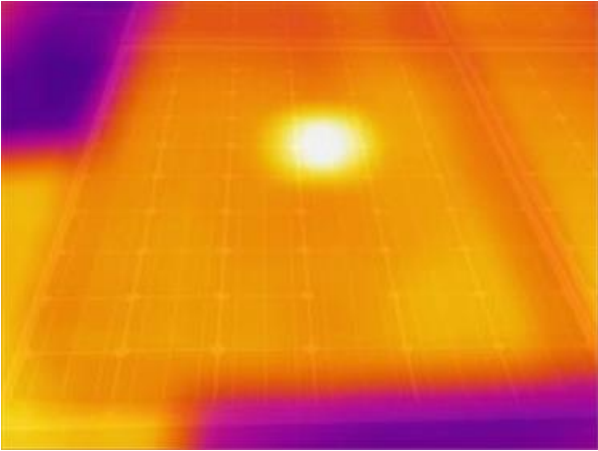


Image Info

Name	FVA5-a5.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

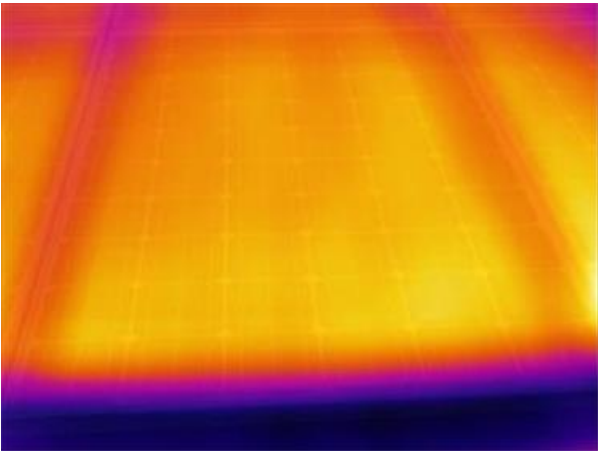


Image Info

Name	FVA5-b5.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

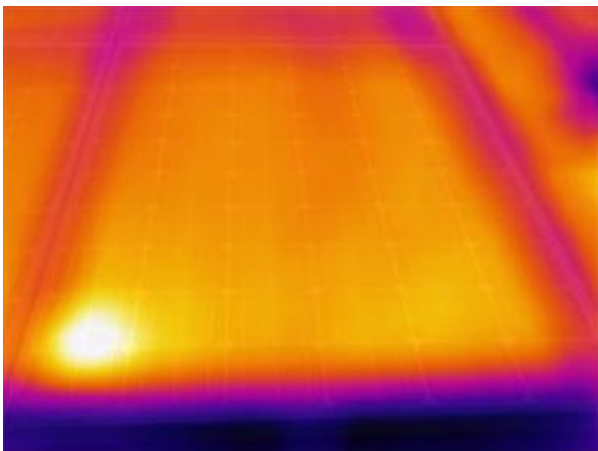


Image Info

Name	FVA5-c5.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

Resumen:

Se encuentran variaciones de temperatura en los paneles b1, c1, b2 , b3, a4, b4 a5, b5 y c5, se observan degradaciones por potencial inducido, así como grietas en algunos de ellos, y en los paneles a5 y c5 se observan puntos calientes sobre el centro y esquina inferior izquierda respectivamente

Arreglo Fotovoltaico 6

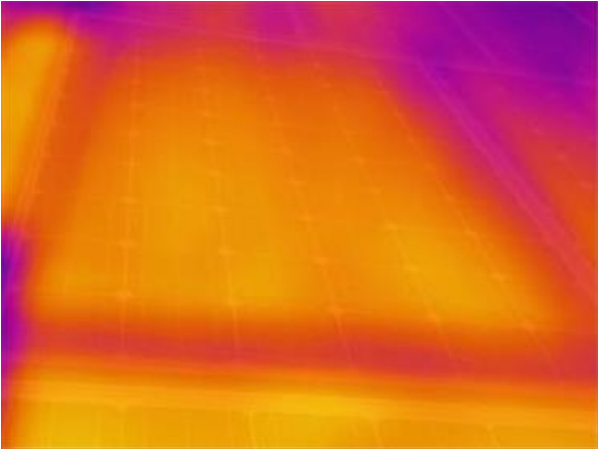


Image Info

Name	FVA6-a1.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

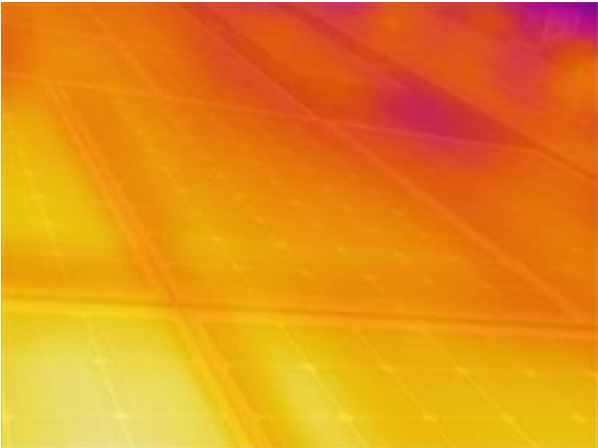


Image Info

Name	FVA6-b1.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

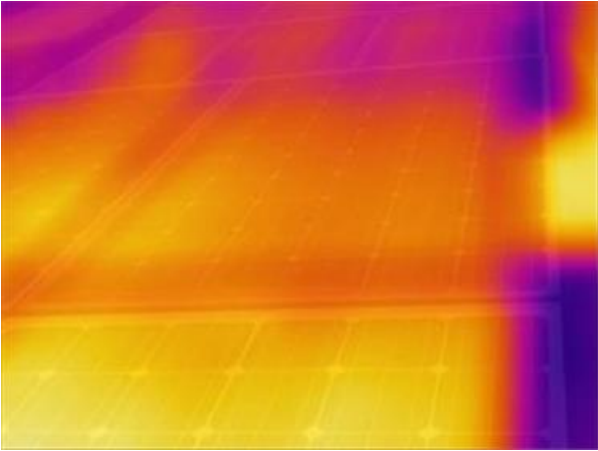


Image Info

Name	FVA6-c1.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

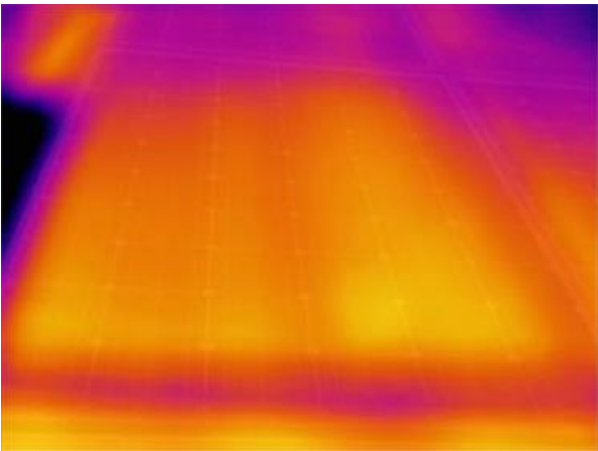


Image Info

Name	FVA6-a2.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

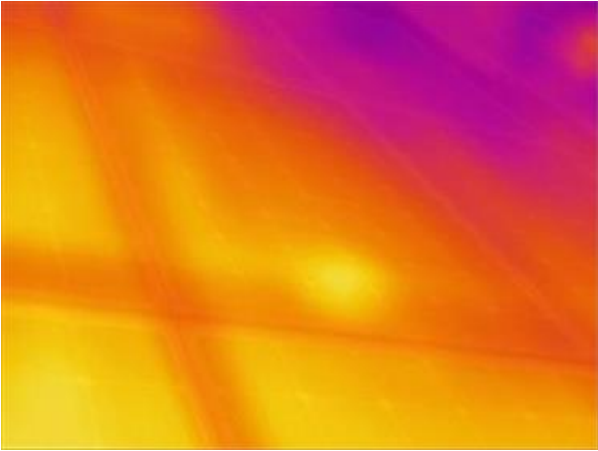


Image Info

Name	FVA6-b2.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

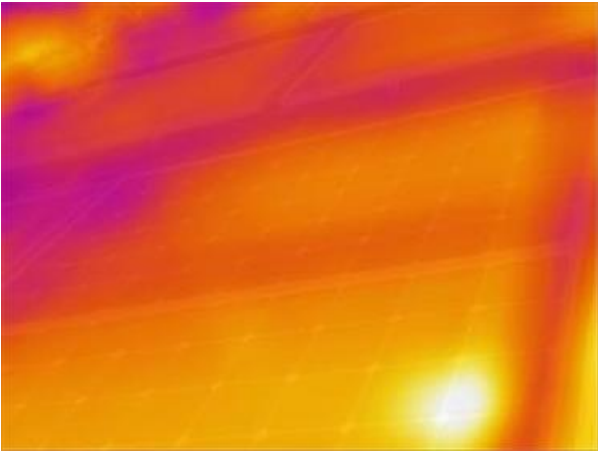


Image Info

Name	FVA6-c2.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

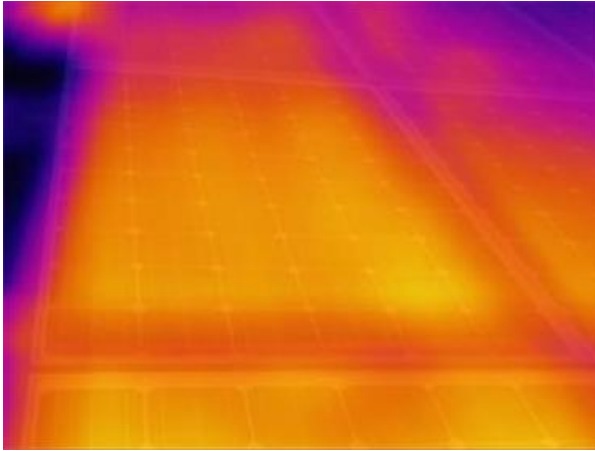


Image Info

Name	FVA6-a3.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

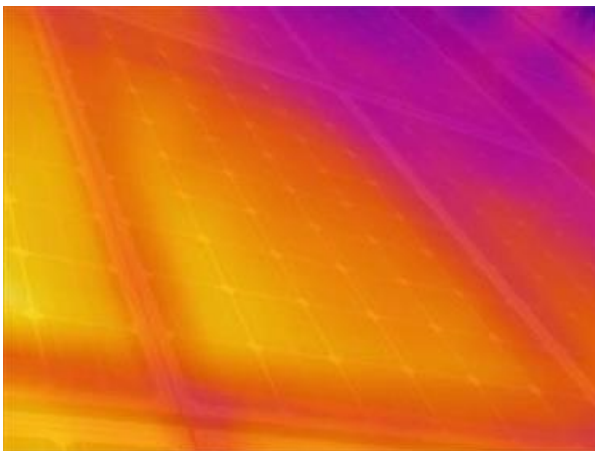


Image Info

Name	FVA6-b3.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

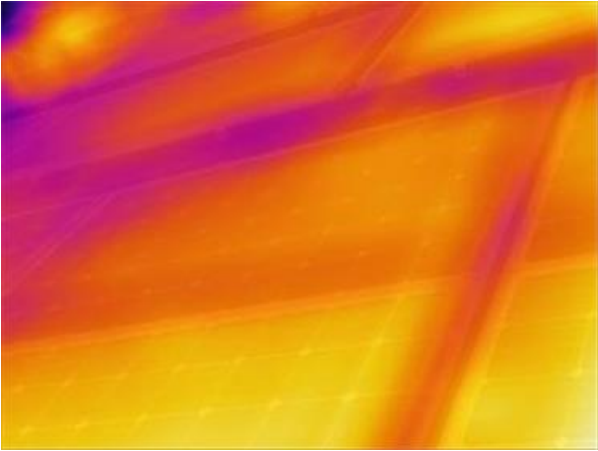


Image Info

Name	FVA6-c3.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

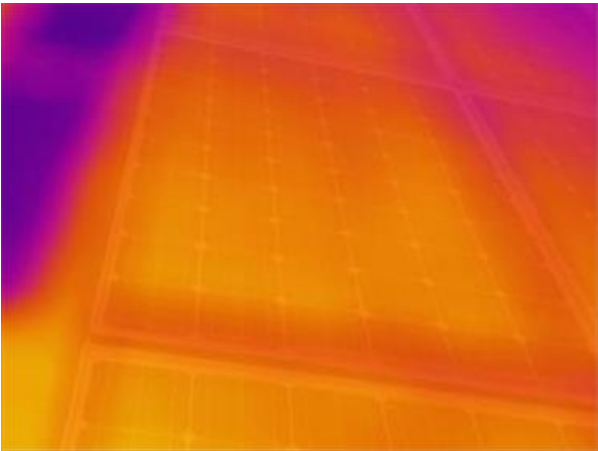


Image Info

Name	FVA6-a4.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

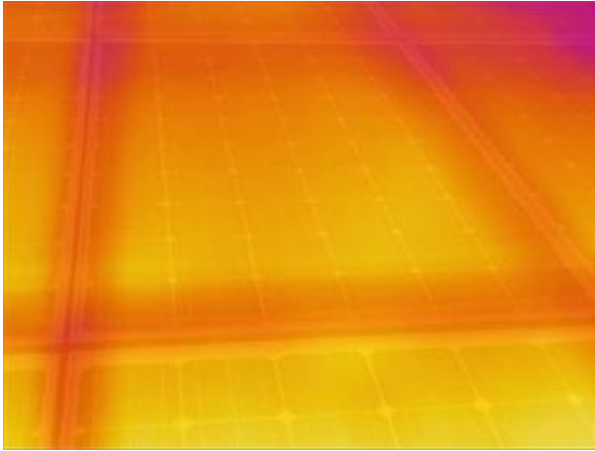


Image Info

Name	FVA6-b4.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

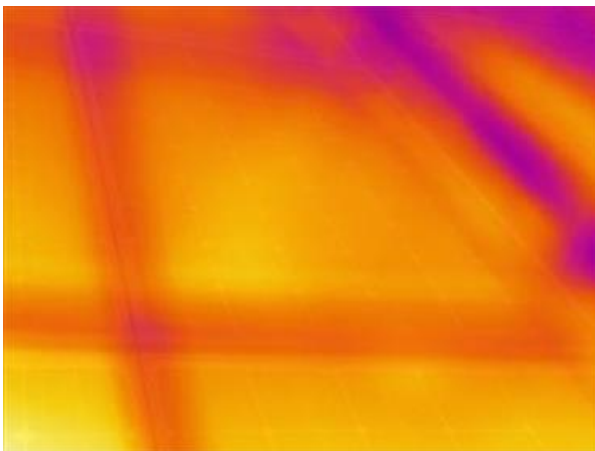


Image Info

Name	FVA6-c4.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

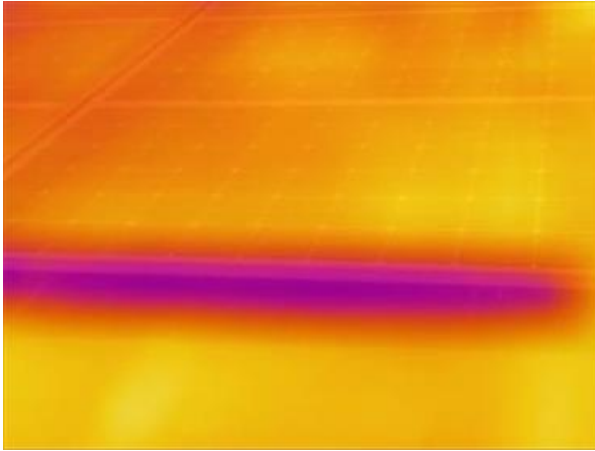


Image Info

Name	FVA6-a5.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C

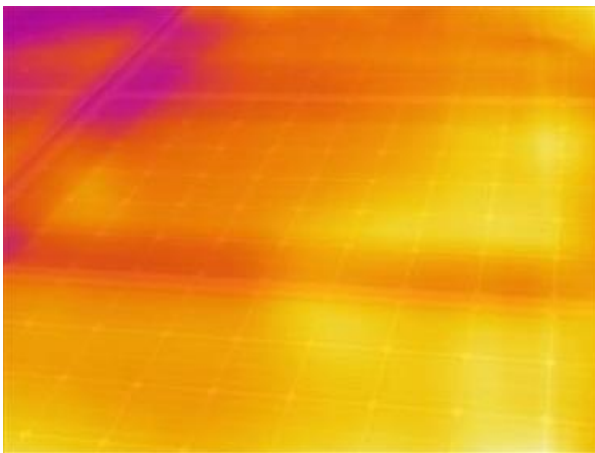


Image Info

Name	FVA6-b5.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

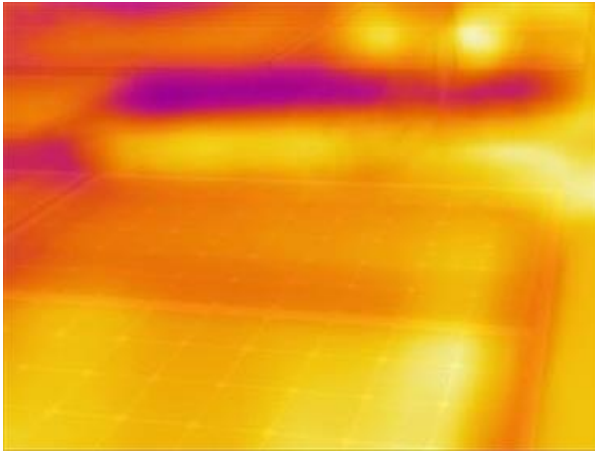


Image Info

Name	FVA6-c5.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	25.00 °C

Resumen:

Se encuentran variaciones de temperatura en los paneles a1, b1, c1, a2, b2, a3, c3, c4, y b5 se observan degradaciones por potencial inducido, grietas, puntos calientes, y en algunos casos un poco de decoloración del encapsulante.

Arreglo Fotovoltaico 7

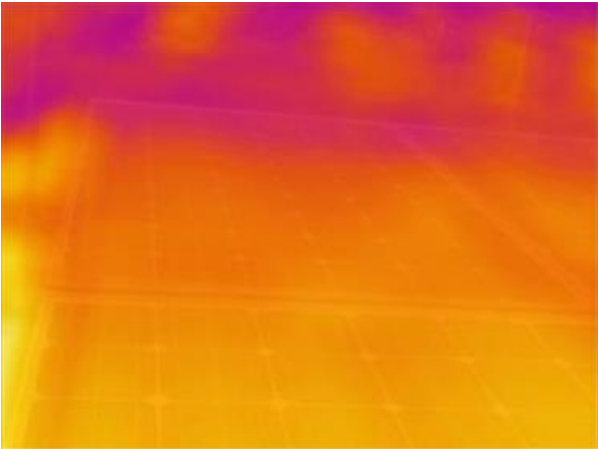


Image Info

Name	FVA7-a1.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	26.00 °C

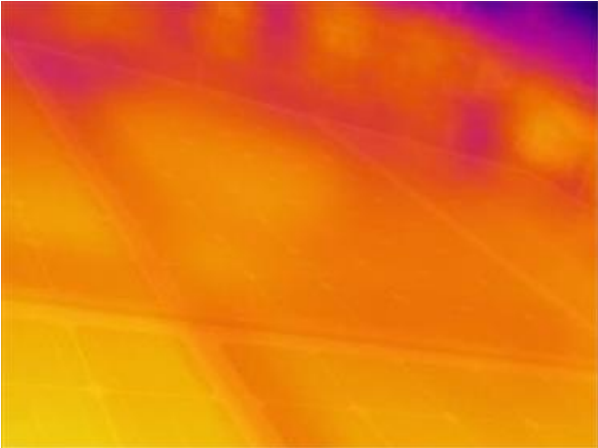


Image Info

Name	FVA7-b1.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

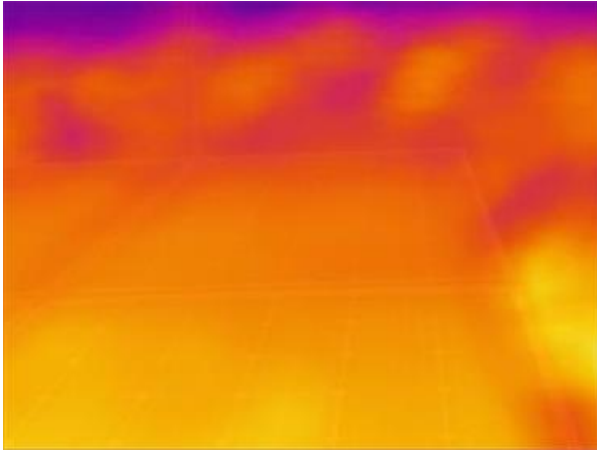


Image Info

Name	FVA7-c1.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

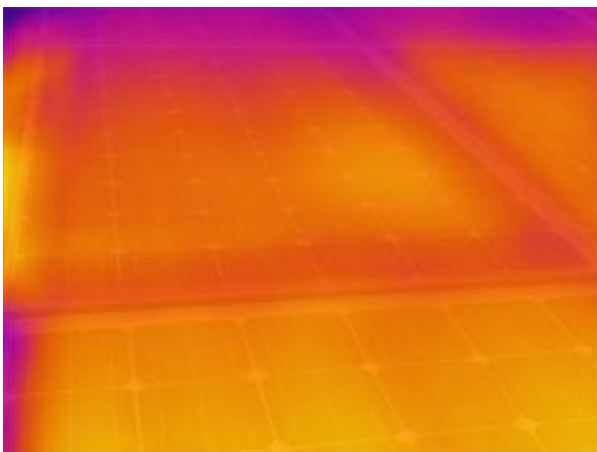


Image Info

Name	FVA7-a2.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

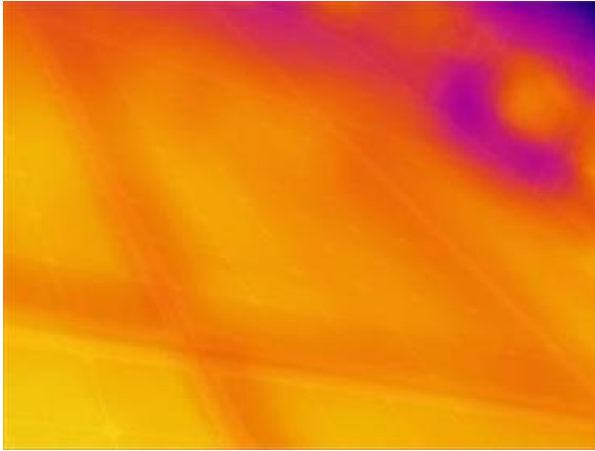


Image Info

Name	FVA7-b2.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

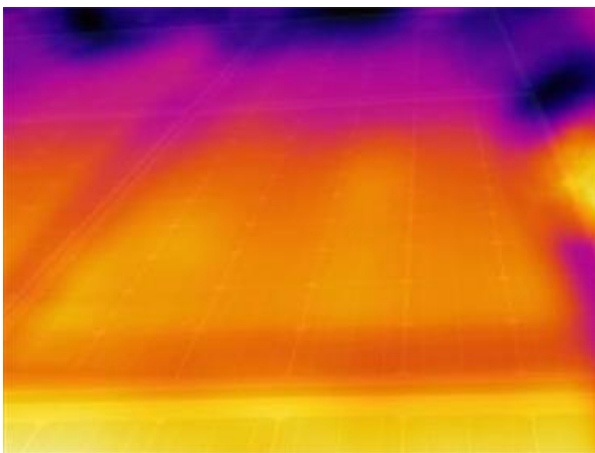


Image Info

Name	FVA7-c2.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

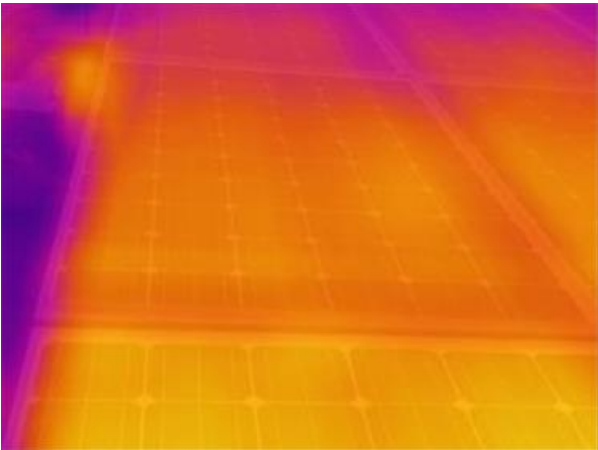


Image Info

Name	FVA7-a3.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

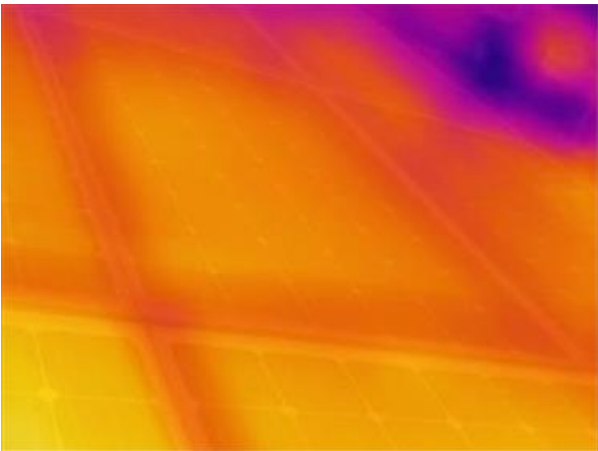


Image Info

Name	FVA7-b3.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

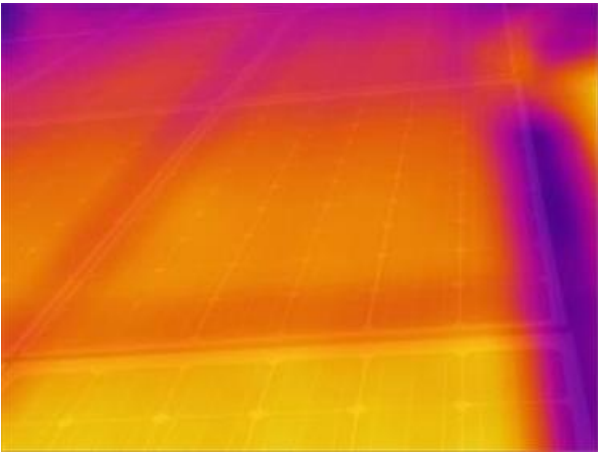


Image Info

Name	FVA7-c3.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

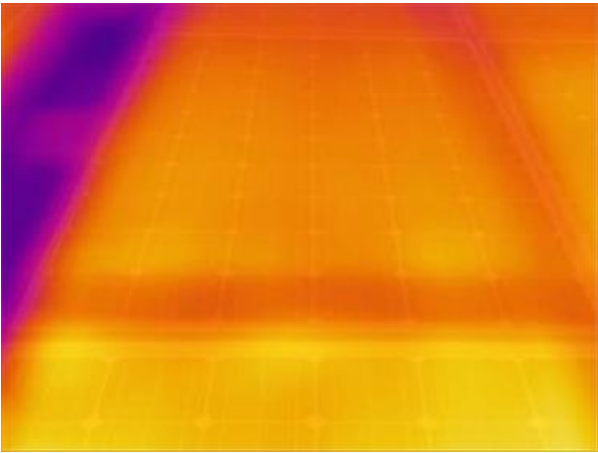


Image Info

Name	FVA7-a4.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

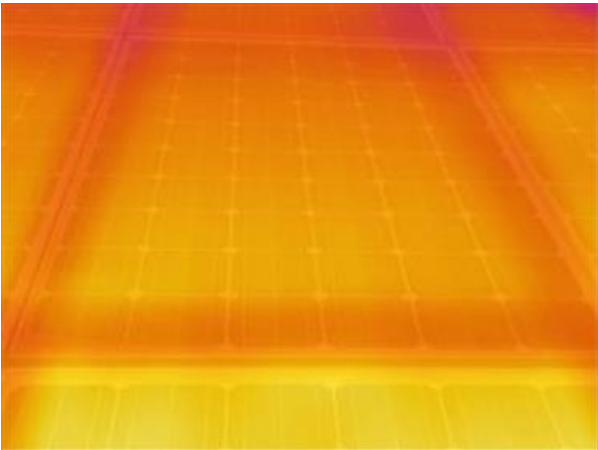


Image Info

Name	FVA7-b4.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

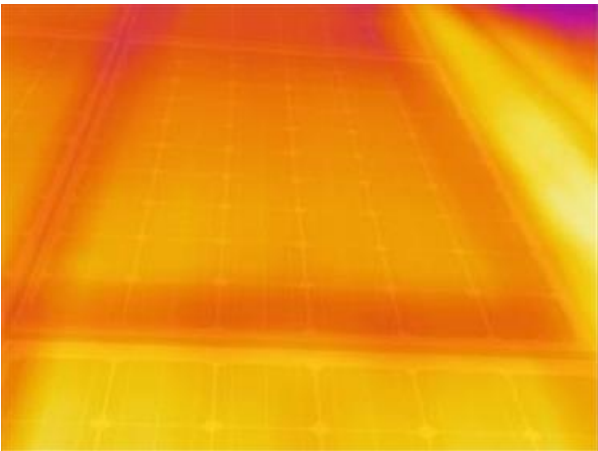


Image Info

Name	FVA7-c4.is2
Emissivity	0.92
Image Range	26.17 °C to 44.67 °C

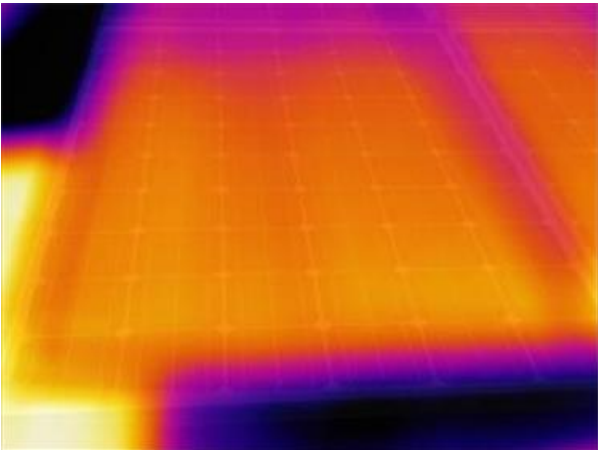


Image Info

Name	FVA7-a5.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

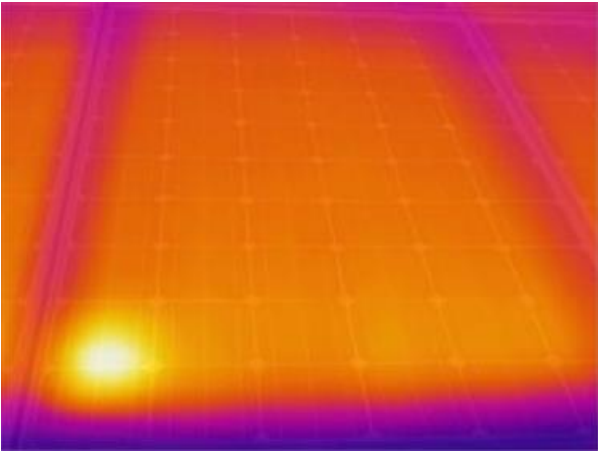


Image Info

Name	FVA7-b5.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

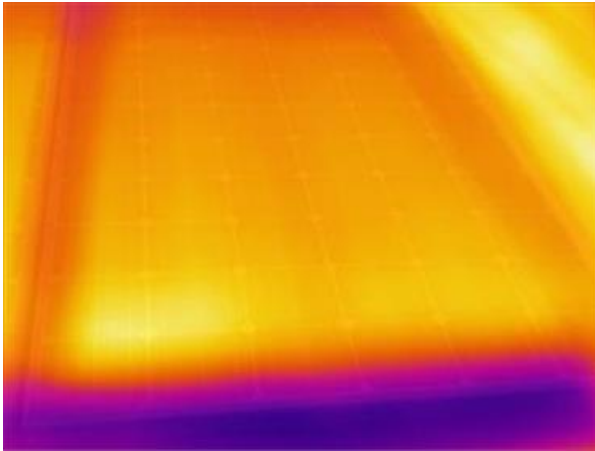


Image Info

Name	FVA7-c5.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

Resumen:

Se encuentran variaciones de temperatura en los paneles a2, b2 y c2 se observan degradaciones por potencial inducido, y en el panel b5 se observa un punto caliente sobre la esquina inferior izquierda.

Arreglo Fotovoltaico 8

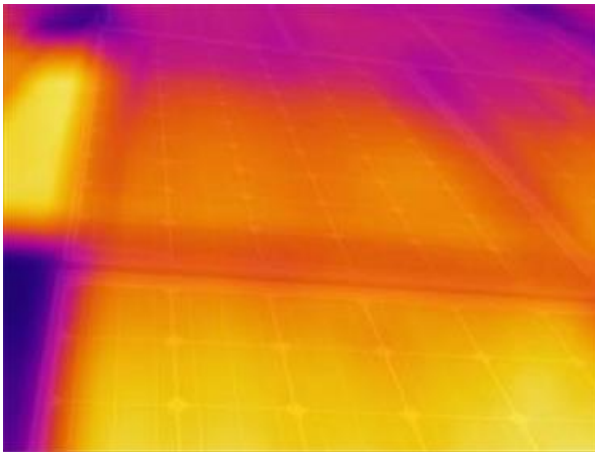


Image Info

Name	FVA8-a1.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

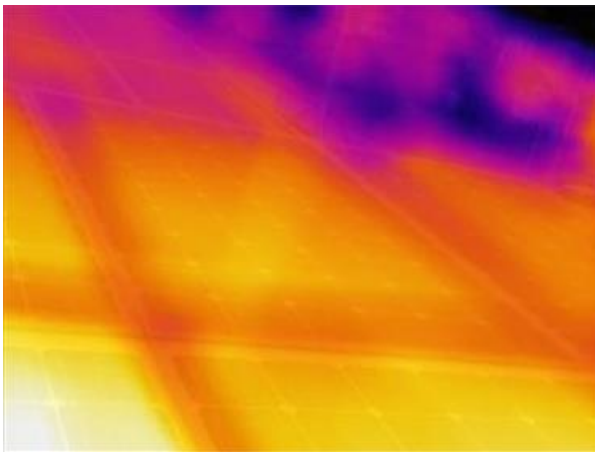


Image Info

Name	FVA8-b1.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

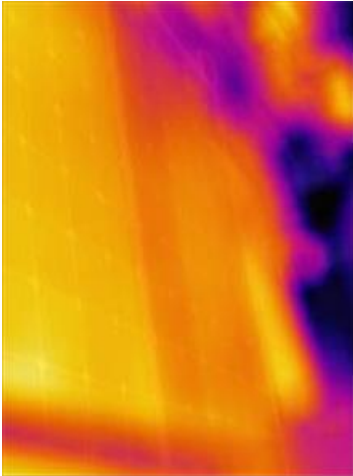


Image Info

Name	FVA8-c1.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

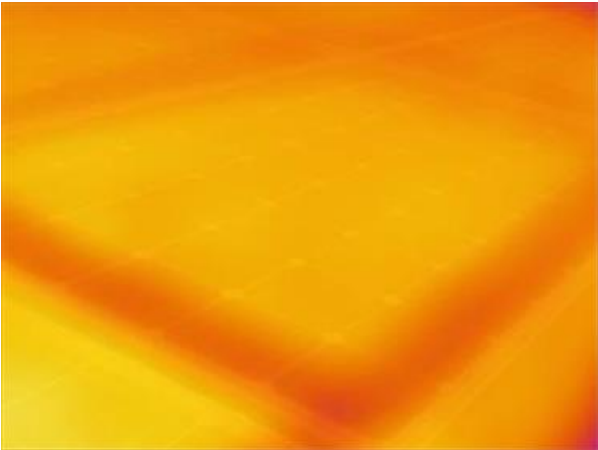


Image Info

Name	FVA8-a2.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

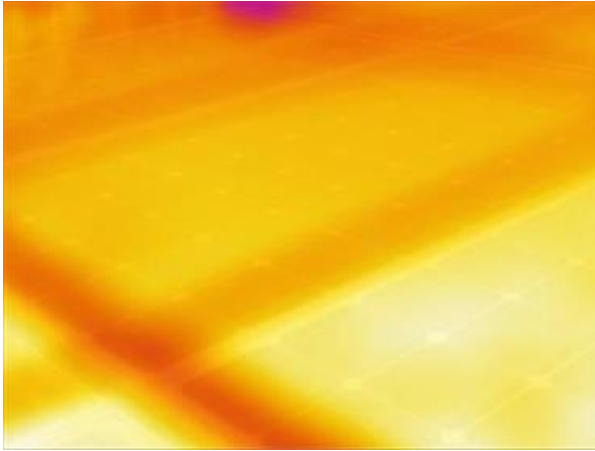


Image Info

Name	FVA8-b2.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

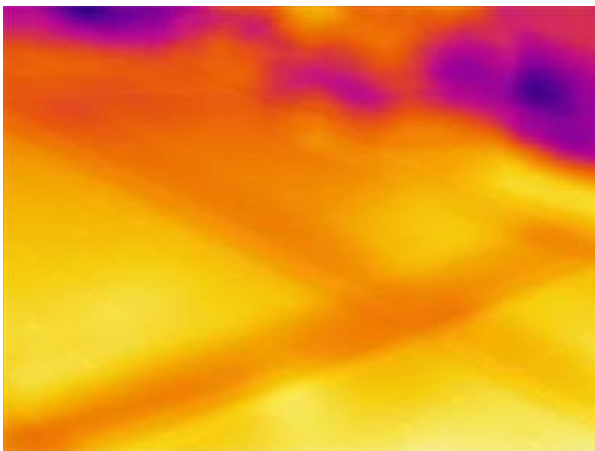


Image Info

Name	FVA8-c2.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

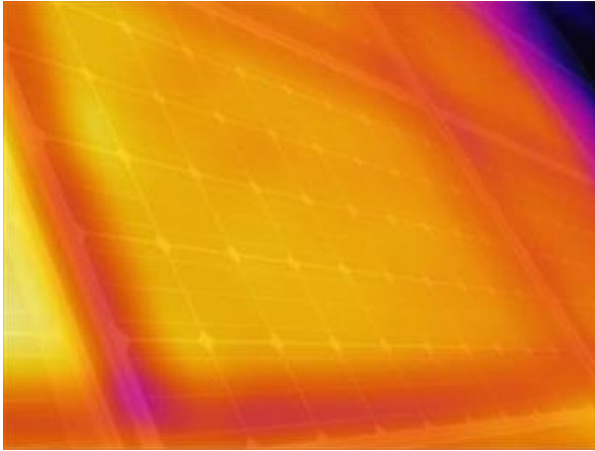


Image Info

Name	FVA8-a3.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

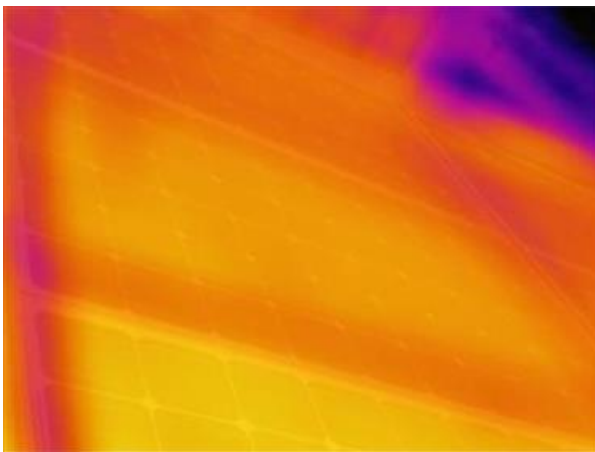


Image Info

Name	FVA8-b3.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

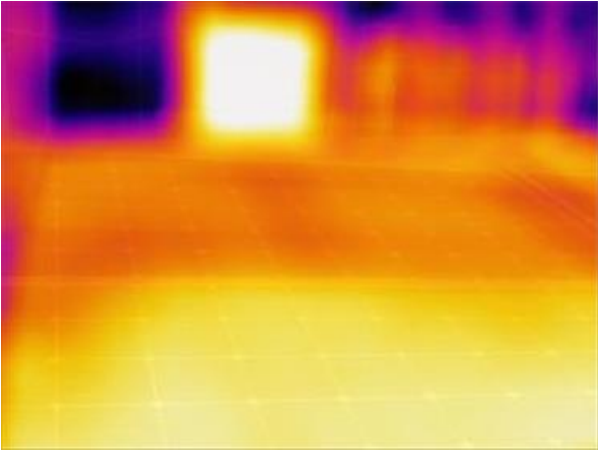


Image Info

Name	FVA8-c3.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

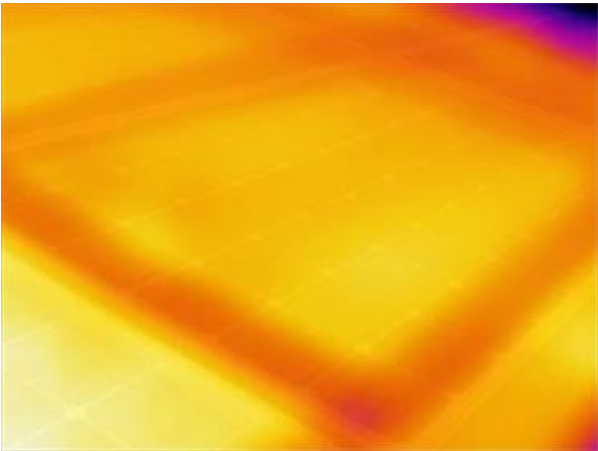


Image Info

Name	FVA8-a4.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

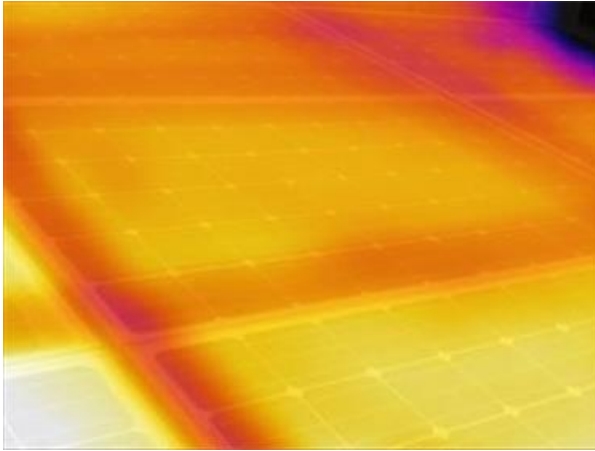


Image Info

Name	FVA8-b4.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

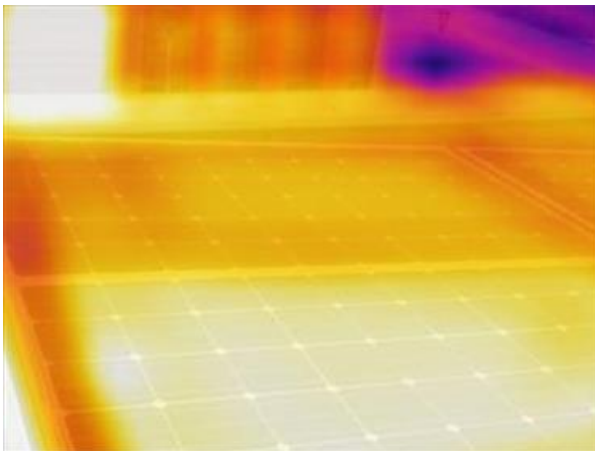


Image Info

Name	FVA8-c4.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

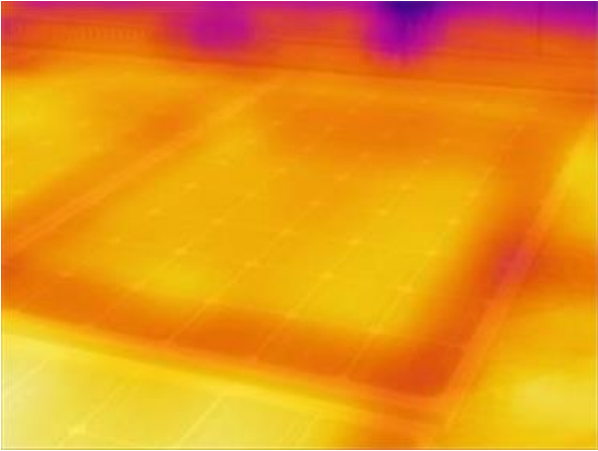


Image Info

Name	FVA8-a5.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

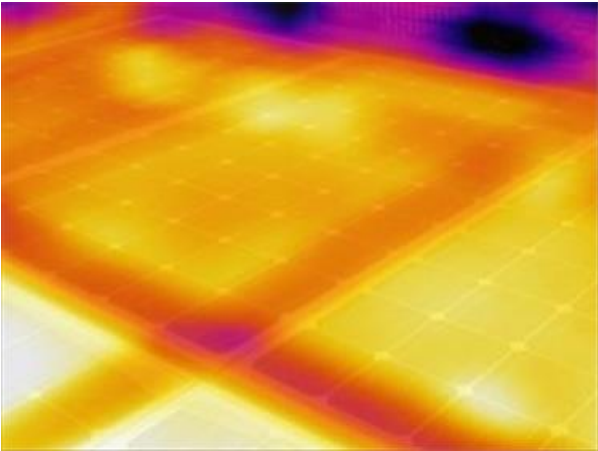


Image Info

Name	FVA8-b5.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

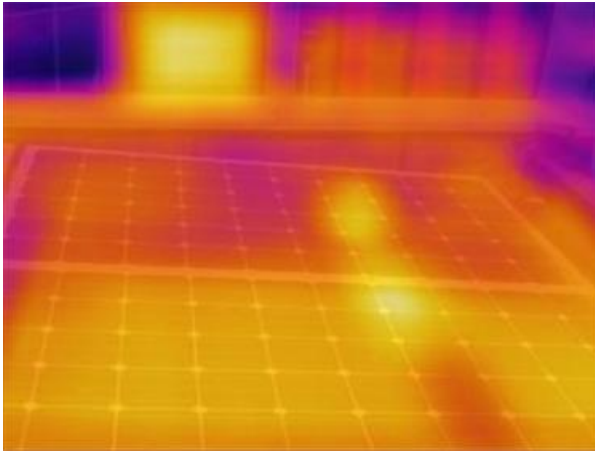


Image Info

Name	FVA8-c5.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	24.00 °C

Resumen:

Se encuentran variaciones de temperatura en los paneles b1, c1, a2, b3, c3, b4, c4 y a5 se observan degradaciones por potencial inducido, y en los paneles b5 y c5 se observan puntos calientes sobre la parte lateral inferior derecha y la parte lateral izquierda, respectivamente.

Arreglos Fotovoltaicos 9, 10, 11, 12, 13 y14.

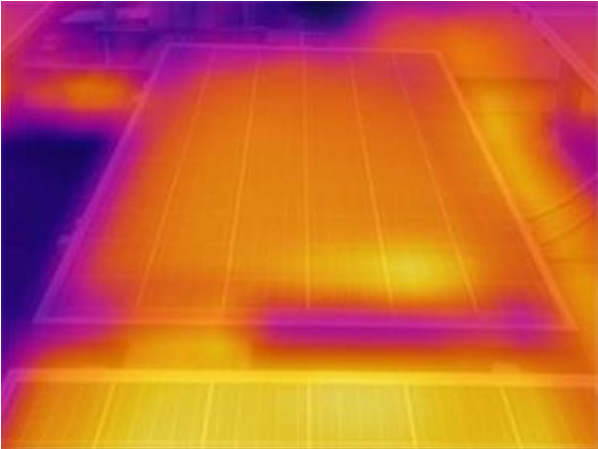


Image Info

Name	FVA9-1.is2
Background Temperature	24.80 °C
Image Range	22.08 °C to 46.33 °C

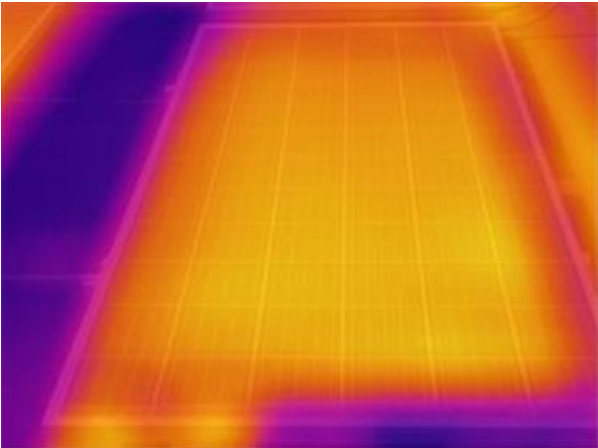


Image Info

Name	FVA9-2.is2
Background Temperature	24.70 °C
Image Range	23.24 °C to 43.56 °C

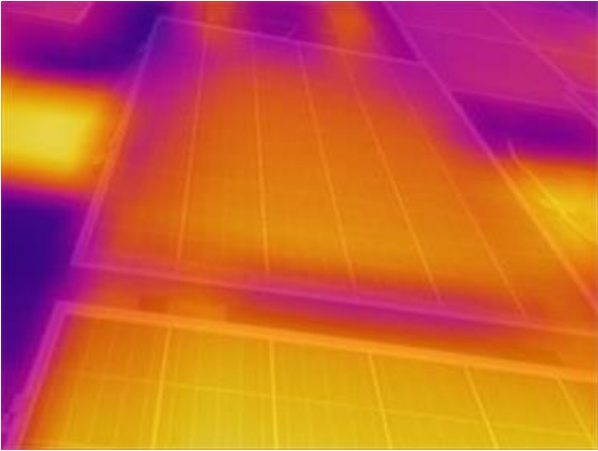


Image Info

Name	FVA10-1.is2
Background Temperature	24.00 °C
Image Range	24.09 °C to 45.91 °C

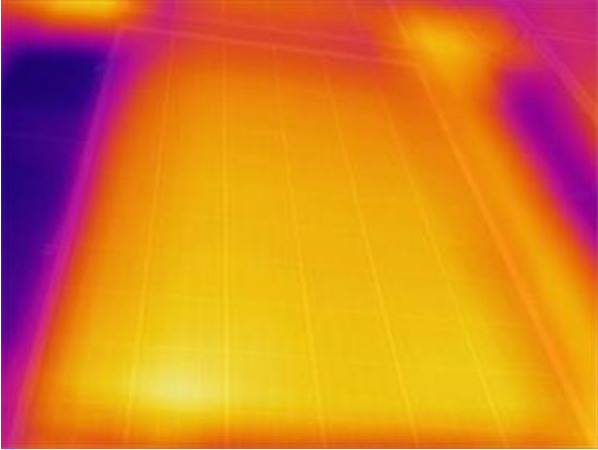


Image Info

Name	FVA10-2.is2
Background Temperature	24.80 °C
Image Range	23.67 °C to 48.20 °C

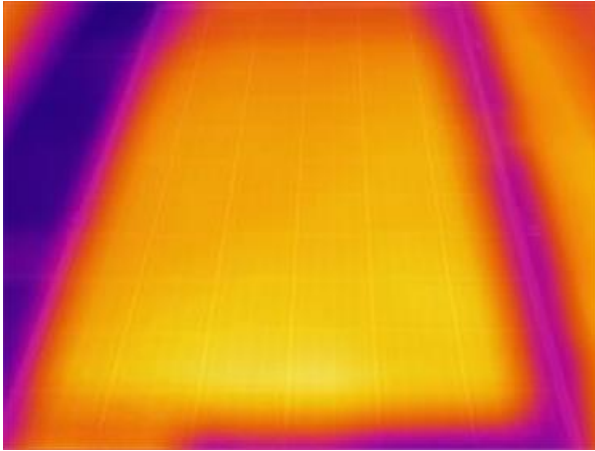


Image Info

Name	FVA10-3.is2
Background Temperature	24.80 °C
Image Range	23.90 °C to 48.44 °C

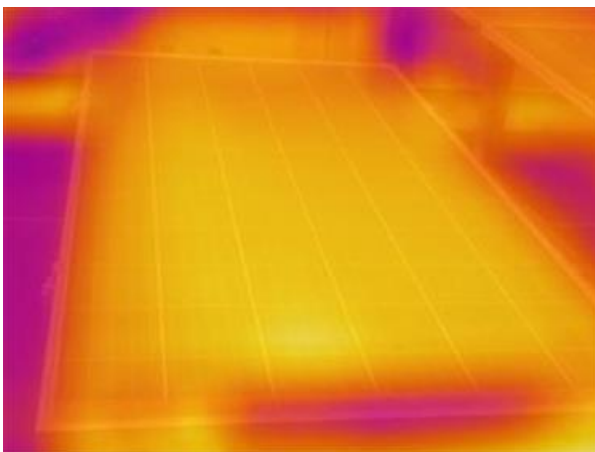


Image Info

Name	FVA11-1.is2
Background Temperature	24.00 °C
Image Range	21.99 °C to 45.93 °C

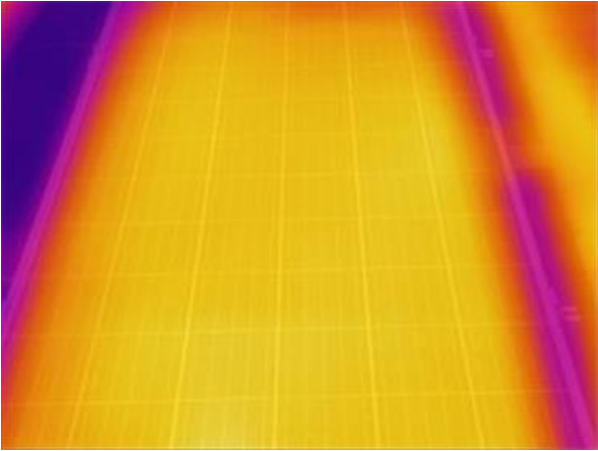


Image Info

Name	FVA11-2.is2
Background Temperature	24.00 °C
Image Range	24.12 °C to 45.94 °C

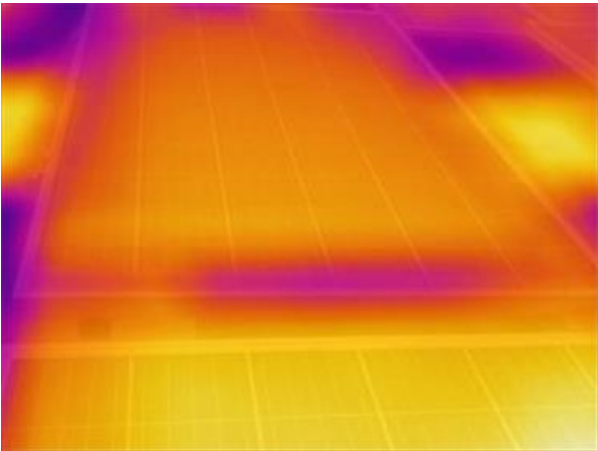


Image Info

Name	FVA12-1.is2
Background Temperature	24.00 °C
Image Range	25.21 °C to 48.40 °C

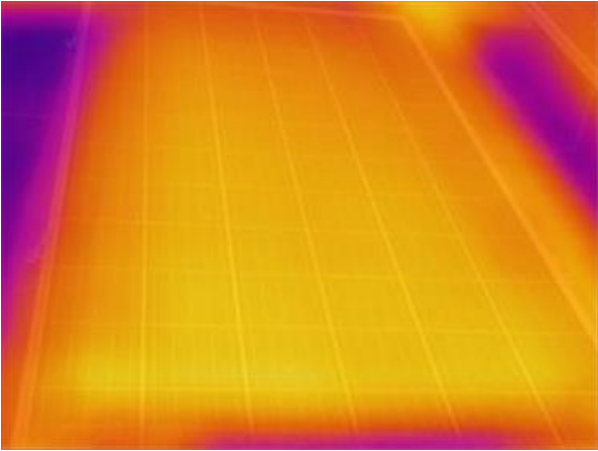


Image Info

Name	FVA12-2.is2
Background Temperature	24.00 °C
Image Range	24.32 °C to 45.81 °C

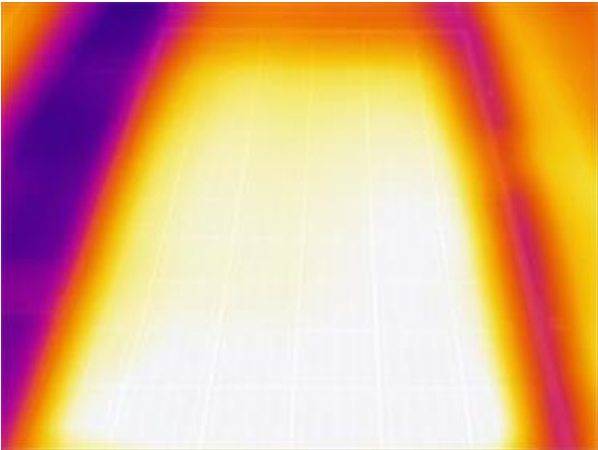


Image Info

Name	FVA12-3.is2
Background Temperature	24.00 °C
Image Range	24.34 °C to 51.90 °C

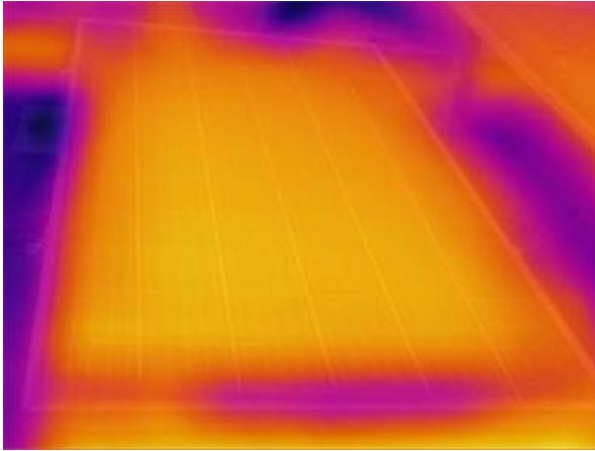


Image Info

Name	FVA13-1.is2
Background Temperature	24.00 °C
Image Range	20.93 °C to 45.06 °C

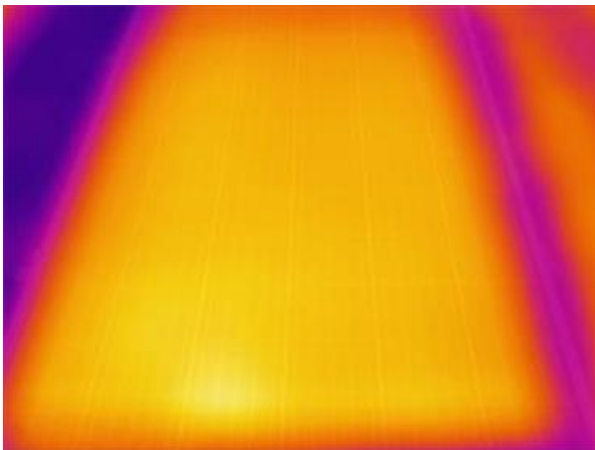


Image Info

Name	FVA13-2.is2
Background Temperature	24.00 °C
Image Range	24.23 °C to 46.65 °C

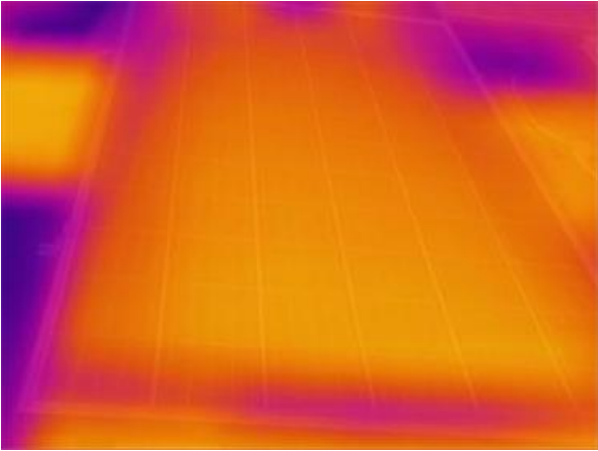


Image Info

Name	FVA14-1.is2
Background Temperature	24.00 °C
Image Range	24.69 °C to 41.89 °C

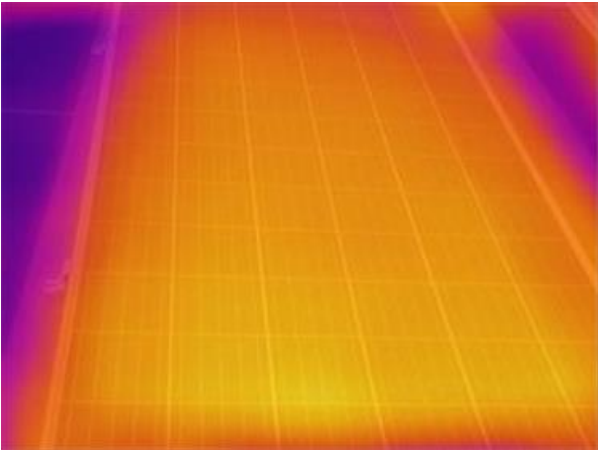


Image Info

Name	FVA14-2.is2
Background Temperature	24.00 °C
Image Range	23.90 °C to 45.57 °C

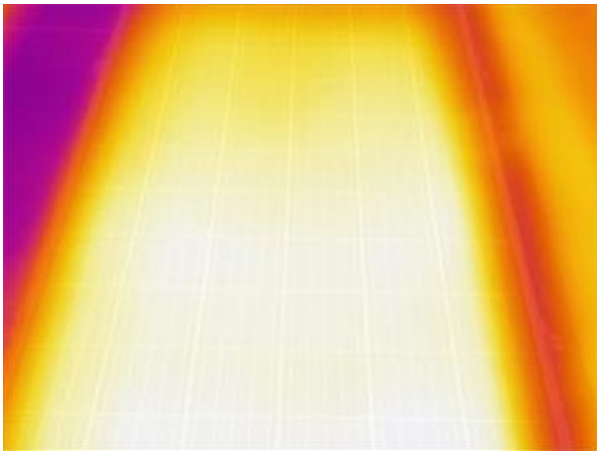


Image Info

Name	FVA14-3.is2
Background Temperature	24.00 °C
Image Range	24.81 °C to 50.83 °C

Resumen:

Se observa:

- * En el arreglo 9 un punto caliente en el panel 1.
- * En el arreglo 10 un punto caliente en la parte inferior del panel 2.
- * En el arreglo 12 se ve que el panel 3 se encuentra desconectado.
- * En el arreglo 13 un punto caliente en el panel 2.
- * En el arreglo 14 se observa un punto caliente en el panel 2 y el panel 3 desconectado.

Arreglo Fotovoltaico 1 eje

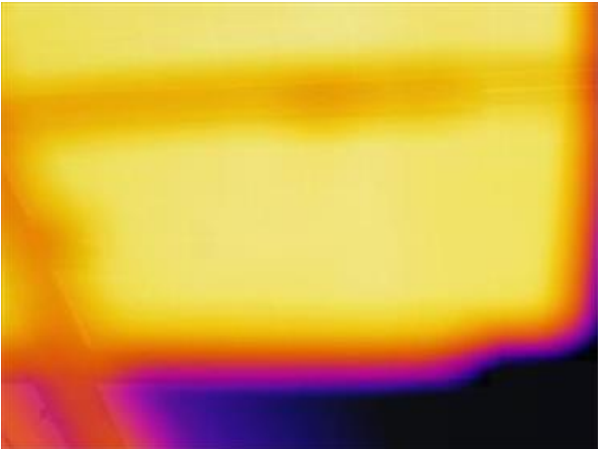


Image Info

Name	FV1E-1.is2
Background Temperature	20.00 °C

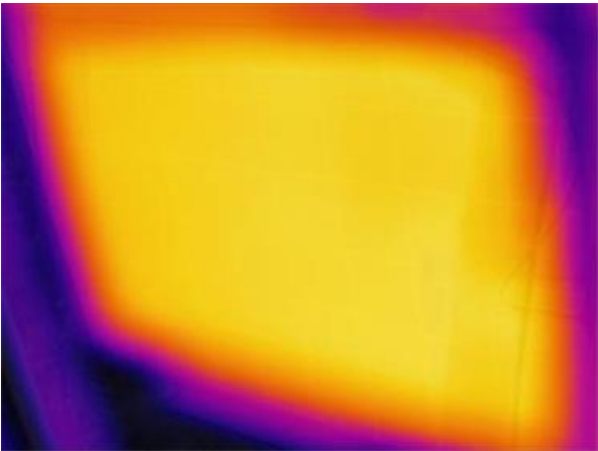


Image Info

Name	FV1E-2.is2
Background Temperature	20.00 °C



Image Info

Name	FV1E-3.is2
Background Temperature	20.00 °C

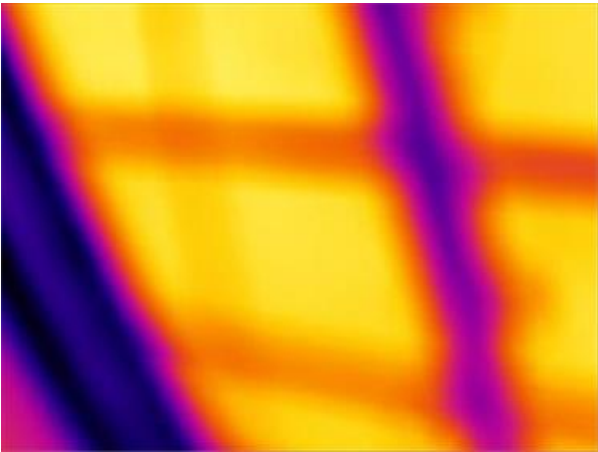


Image Info

Name	FV1E-4.is2
Background Temperature	20.00 °C



Image Info

Name	FV1E-5.is2
Background Temperature	20.00 °C

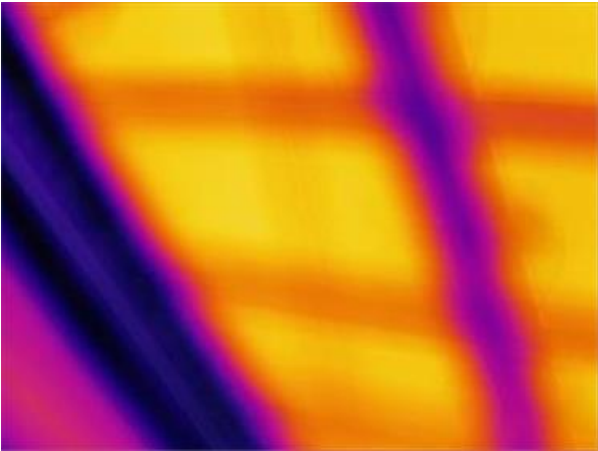


Image Info

Name	FV1E-6.is2
Background Temperature	20.00 °C

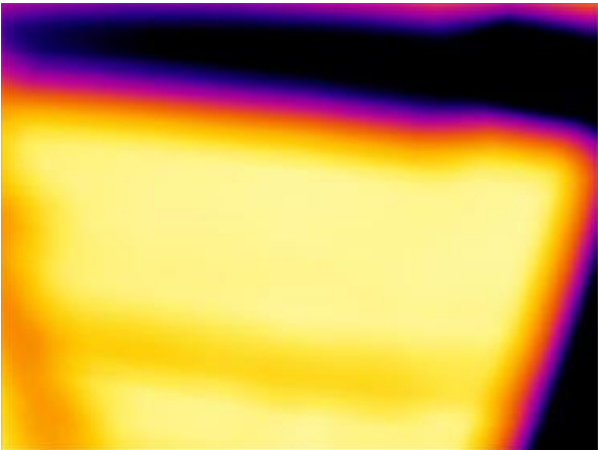


Image Info

Name	FV1E-7.is2
Background Temperature	20.00 °C

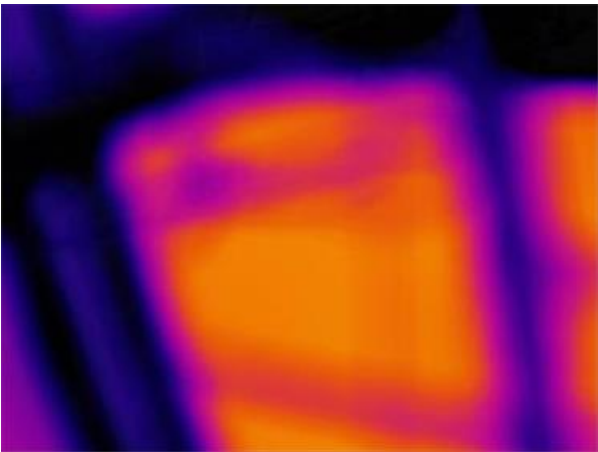


Image Info

Name	FV1E-8.is2
Background Temperature	22.00 °C

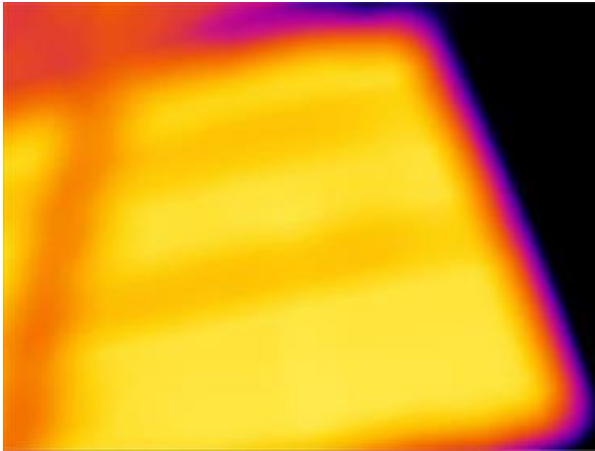


Image Info

Name	FV1E-9.is2
Background Temperature	22.00 °C

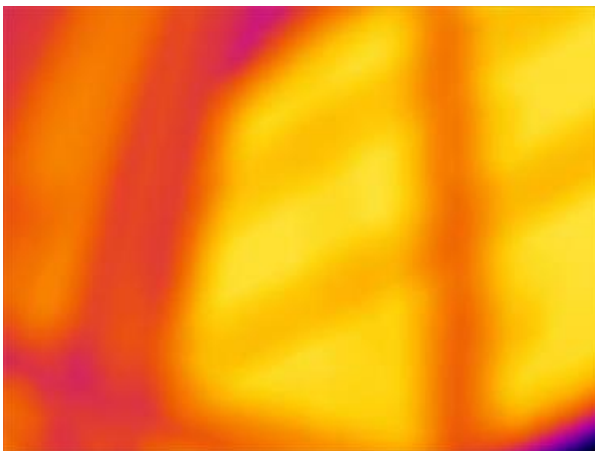


Image Info

Name	FV1E-10.is2
Background Temperature	22.00 °C

Resumen:

No se observan elementos con variaciones de temperatura.

Arreglo Fotovoltaico 2 ejes

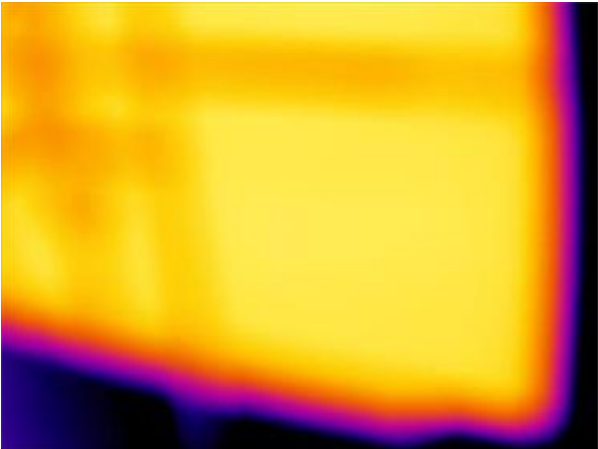


Image Info

Name	FV2E-1.is2
Emissivity	0.92
Background Temperature	22.00 °C

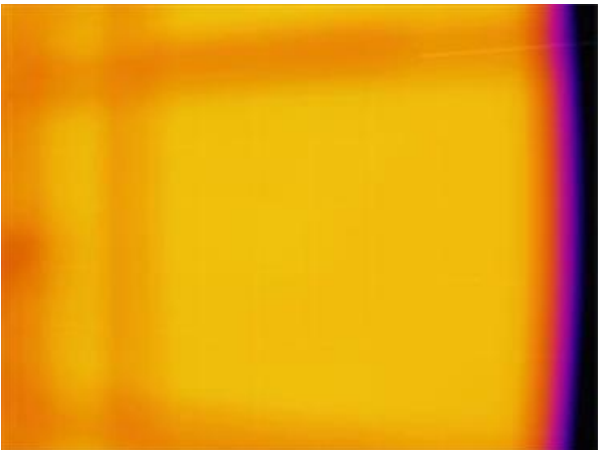


Image Info

Name	FV2E-3.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	22.00 °C

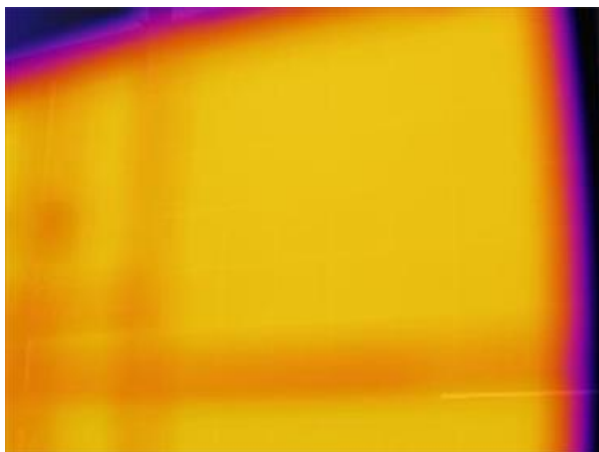


Image Info

Name	FV2E-4.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	22.00 °C

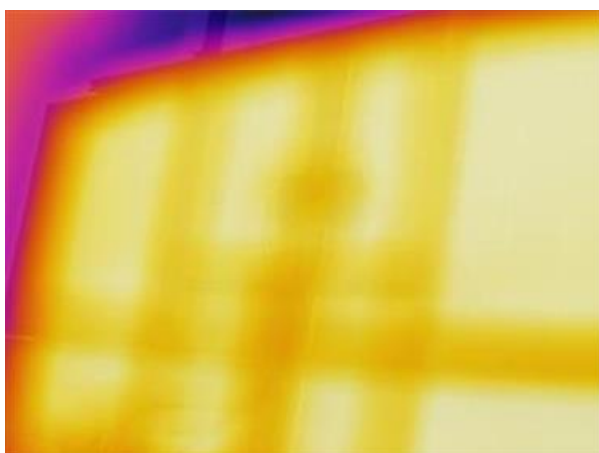


Image Info

Name	FV2E-5.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	22.00 °C

Resumen:

No se observan elementos con variaciones de temperatura diferente a la normal de funcionamiento.

Electrolizador



Image Info

Name	EL1.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	22.0 °C

Resumen:

No se observan temperaturas de funcionamiento fuera de lo normal.

Generador Diesel

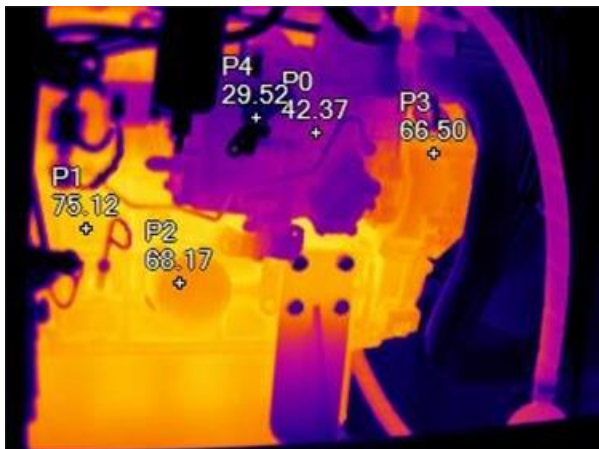


Image Info

Name	GD-1.is2
Emissivity	0.96
Background Temperature	21.00 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	42.4 °C	42.4 °C	42.4 °C	0.96	21.0 °C	0.00	
P1	75.1 °C	75.1 °C	75.1 °C	0.96	21.0 °C	0.00	
P2	68.2 °C	68.2 °C	68.2 °C	0.95	21.0 °C	0.00	
P3	66.5 °C	66.5 °C	66.5 °C	0.95	21.0 °C	0.00	
P4	29.5 °C	29.5 °C	29.5 °C	0.95	21.0 °C	0.00	



Image Info

Name	GD-2.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	21.00 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	35.4 °C	35.4 °C	35.4 °C	0.95	23.0 °C	0.00	
P1	62.6 °C	62.6 °C	62.6 °C	0.95	23.0 °C	0.00	
P2	67.2 °C	67.2 °C	67.2 °C	0.95	23.0 °C	0.00	



Image Info

Name	GD-3.is2
Emissivity	0.98
Background Temperature	21.00 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	69.6 °C	69.6 °C	69.6 °C	0.95	21.0 °C	0.00	
P1	26.1 °C	26.1 °C	26.1 °C	0.95	21.0 °C	0.00	

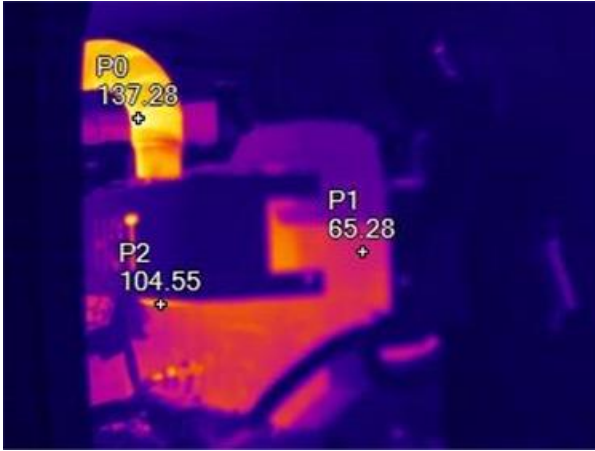


Image Info

Name	GD-4.is2
Emissivity	0.98
Background Temperature	23.00 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	137.3 °C	137.3 °C	137.3 °C	0.95	23.0 °C	0.00	
P1	65.3 °C	65.3 °C	65.3 °C	0.95	23.0 °C	0.00	
P2	104.6 °C	104.6 °C	104.6 °C	0.95	23.0 °C	0.00	



Image Info

Name	GD-5.is2
Emissivity	0.98
Background Temperature	23.00 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	28.3 °C	28.3 °C	28.3 °C	0.95	23.0 °C	0.00	
P1	22.6 °C	22.6 °C	22.6 °C	0.95	23.0 °C	0.00	
P2	21.5 °C	21.5 °C	21.5 °C	0.95	23.0 °C	0.00	

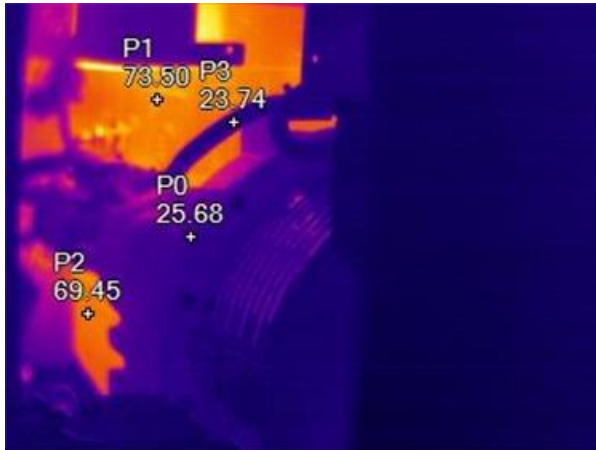


Image Info

Name	GD-6.is2
Emissivity	0.98
Background Temperature	23.00 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	25.7 °C	25.7 °C	25.7 °C	0.95	23.0 °C	0.00	
P1	73.5 °C	73.5 °C	73.5 °C	0.95	23.0 °C	0.00	
P2	69.5 °C	69.5 °C	69.5 °C	0.95	22.0 °C	0.00	
P3	23.7 °C	23.7 °C	23.7 °C	0.98	23.0 °C	0.00	



Image Info

Name	GD-7.is2
Emissivity	0.98
Background Temperature	23.00 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	77.3 °C	77.3 °C	77.3 °C	0.95	23.0 °C	0.00	
P1	66.7 °C	66.7 °C	66.7 °C	0.95	23.0 °C	0.00	
P2	22.3 °C	22.3 °C	22.3 °C	0.95	23.0 °C	0.00	
P3	22.9 °C	22.9 °C	22.9 °C	0.98	23.0 °C	0.00	



Image Info

Name	GD-8.is2
Emissivity	0.98
Background Temperature	23.00 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	51.9 °C	51.9 °C	51.9 °C	0.95	23.0 °C	0.00	
P1	70.5 °C	70.5 °C	70.5 °C	0.95	23.0 °C	0.00	
P2	42.6 °C	42.6 °C	42.6 °C	0.95	23.0 °C	0.00	
P3	65.8 °C	65.8 °C	65.8 °C	0.95	23.0 °C	0.00	
P4	44.8 °C	44.8 °C	44.8 °C	0.95	23.0 °C	0.00	

Resumen:

No se encuentran elementos con temperaturas fuera de lo normal.

Conexión con la Red Eléctrica



Image Info

Name	TR01.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	22.00 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	28.1 °C	28.1 °C	28.1 °C	0.95	22.0 °C	0.00	
P1	27.9 °C	27.9 °C	27.9 °C	0.95	22.0 °C	0.00	
P2	28.1 °C	28.1 °C	28.1 °C	0.95	22.0 °C	0.00	
P3	28.7 °C	28.7 °C	28.7 °C	0.95	22.0 °C	0.00	
P4	29.0 °C	29.0 °C	29.0 °C	0.95	22.0 °C	0.00	
P5	28.7 °C	28.7 °C	28.7 °C	0.95	22.0 °C	0.00	



Image Info

Name	TR03.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	22.00 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	30.2 °C	30.2 °C	30.2 °C	0.95	22.0 °C	0.00	Ref
P1	30.6 °C	30.6 °C	30.6 °C	0.95	22.0 °C	0.00	0.4 °C
P2	30.5 °C	30.5 °C	30.5 °C	0.95	22.0 °C	0.00	0.3 °C

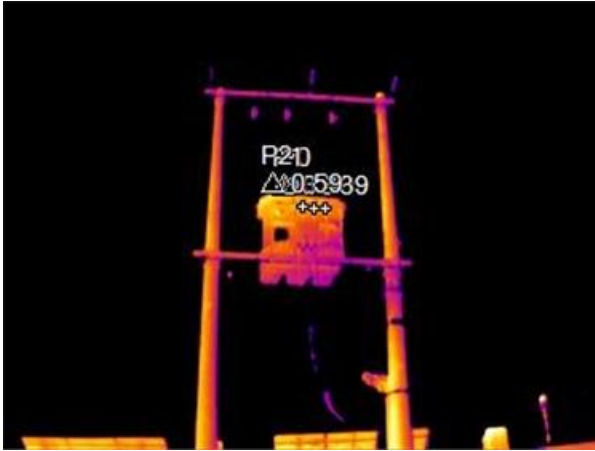


Image Info

Name	TR02.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	22.00 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	33.0 °C	33.0 °C	33.0 °C	0.95	22.0 °C	0.00	Ref
P1	33.4 °C	33.4 °C	33.4 °C	0.95	22.0 °C	0.00	0.4 °C
P2	33.6 °C	33.6 °C	33.6 °C	0.95	22.0 °C	0.00	0.6 °C



Image Info

Name	PANEL1A-BARRA2.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	16.90 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	17.3 °C	17.3 °C	17.3 °C	0.95	16.9 °C	0.00	
P1	17.1 °C	17.1 °C	17.1 °C	0.95	16.9 °C	0.00	
P2	17.2 °C	17.2 °C	17.2 °C	0.95	16.9 °C	0.00	
P3	17.1 °C	17.1 °C	17.1 °C	0.95	16.9 °C	0.00	



Image Info

Name	PANEL1A-BARRA1.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	16.90 °C

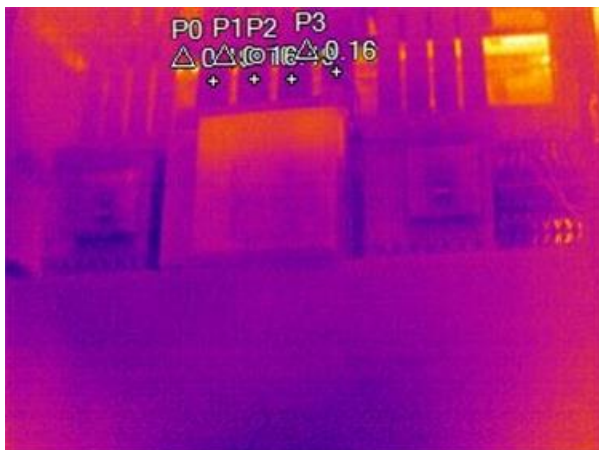


Image Info

Name	PANEL1A-1.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	16.00 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	16.7 °C	16.7 °C	16.7 °C	0.95	16.0 °C	0.00	0.2 °C
P1	16.6 °C	16.6 °C	16.6 °C	0.95	16.0 °C	0.00	0.1 °C
P2	16.5 °C	16.5 °C	16.5 °C	0.95	16.0 °C	0.00	Ref
P3	16.7 °C	16.7 °C	16.7 °C	0.95	16.0 °C	0.00	0.2 °C

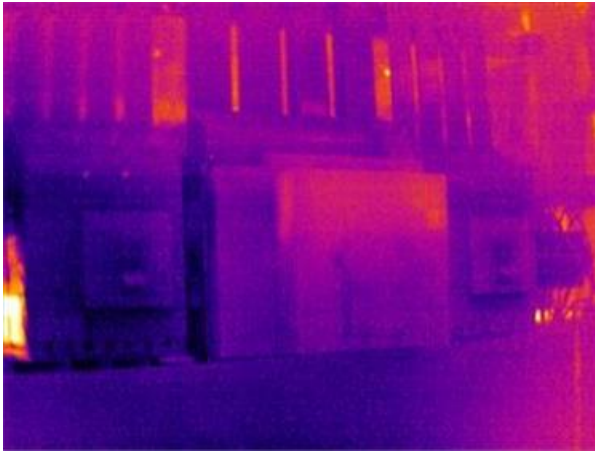


Image Info

Name	PANEL 1A-2.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	16.00 °C

Resumen:

Se puede observar que las variaciones de temperatura entre fases, no sobrepasa de 1°C, lo que significa que no existe problema alguno en el transformador como en las barras de la microrred.

Inversor Baterías Plomo



Image Info

Name	IPB1-1.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	17.40 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P3	33.6 °C	33.6 °C	33.6 °C	0.95	17.4 °C	0.00	
P4	33.4 °C	33.4 °C	33.4 °C	0.95	17.4 °C	0.00	
P5	33.4 °C	33.4 °C	33.4 °C	0.95	17.4 °C	0.00	
P2	21.1 °C	21.1 °C	21.1 °C	0.95	17.4 °C	0.00	
P1	21.2 °C	21.2 °C	21.2 °C	0.95	17.4 °C	0.00	
P0	21.2 °C	21.2 °C	21.2 °C	0.95	17.4 °C	0.00	

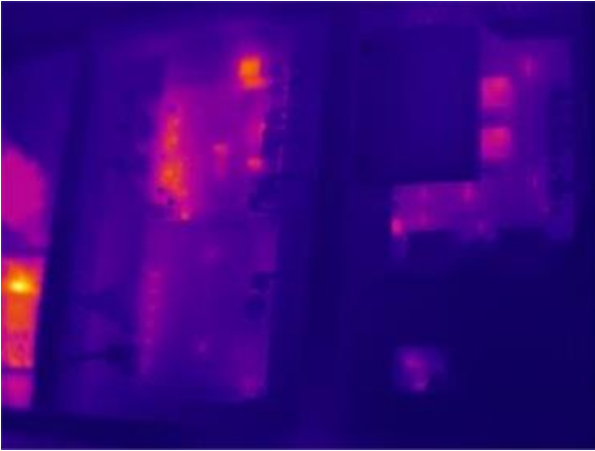


Image Info

Name	IPB1-2.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	17.40 °C

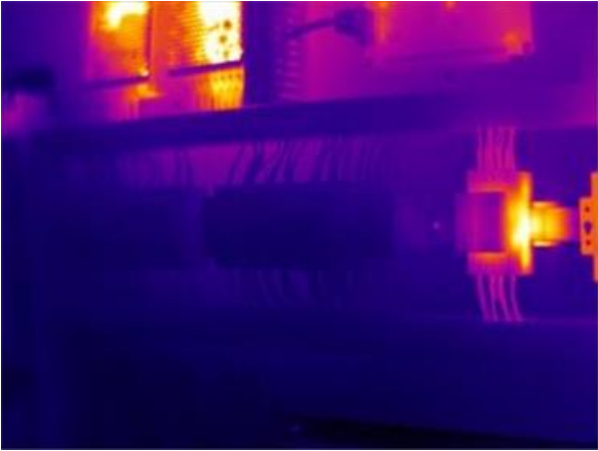


Image Info

Name	IPB1-3.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	17.40 °C



Image Info

Name	IPB1-4.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	17.40 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	36.9 °C	36.9 °C	36.9 °C	0.95	17.4 °C	0.00	
P1	36.9 °C	36.9 °C	36.9 °C	0.95	17.4 °C	0.00	
A0	22.7 °C	18.8 °C	20.0 °C	0.95	17.4 °C	0.28	



Image Info

Name	IPB1-5.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	17.40 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	20.3 °C	20.3 °C	20.3 °C	0.95	17.4 °C	0.00	
P1	20.5 °C	20.5 °C	20.5 °C	0.95	17.4 °C	0.00	
P2	20.2 °C	20.2 °C	20.2 °C	0.95	17.4 °C	0.00	



Image Info

Name	IPB1-6.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	17.40 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	19.0 °C	19.0 °C	19.0 °C	0.95	17.4 °C	0.00	
P1	19.4 °C	19.4 °C	19.4 °C	0.95	17.4 °C	0.00	
P2	19.0 °C	19.0 °C	19.0 °C	0.95	17.4 °C	0.00	
P3	19.1 °C	19.1 °C	19.1 °C	0.95	17.4 °C	0.00	
P4	19.0 °C	19.0 °C	19.0 °C	0.95	17.4 °C	0.00	
P5	19.1 °C	19.1 °C	19.1 °C	0.95	17.4 °C	0.00	

Resumen:

No se observan variaciones en la temperatura, con respecto a su temperatura normal de funcionamiento, así como tampoco se ven puntos calientes por malas conexiones.

Inversor batería Litio

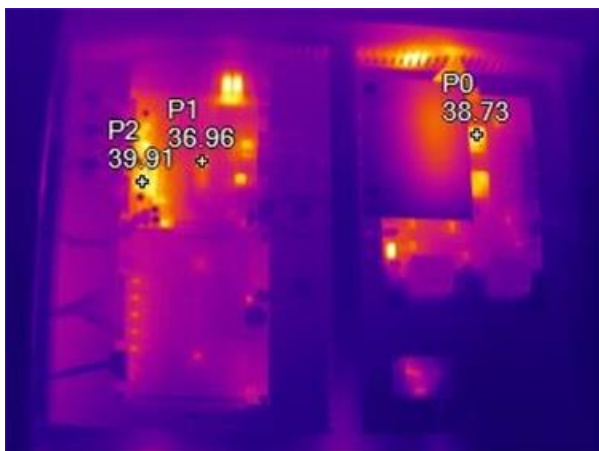


Image Info

Name	ILI1-1.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	17.4 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	38.7 °C	38.7 °C	38.7 °C	0.95	17.4 °C	0.00	
P1	37.0 °C	37.0 °C	37.0 °C	0.95	17.4 °C	0.00	
P2	39.9 °C	39.9 °C	39.9 °C	0.95	17.4 °C	0.00	



Image Info

Name	IL11-2.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	17.00 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	21.2 °C	21.2 °C	21.2 °C	0.95	17.0 °C	0.00	
P1	21.0 °C	21.0 °C	21.0 °C	0.95	17.0 °C	0.00	
P2	21.4 °C	21.4 °C	21.4 °C	0.95	17.0 °C	0.00	
P3	30.6 °C	30.6 °C	30.6 °C	0.95	17.0 °C	0.00	
P4	37.2 °C	37.2 °C	37.2 °C	0.95	17.0 °C	0.00	



Image Info

Name	IL11-3.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	17.40 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	20.6 °C	20.6 °C	20.6 °C	0.95	17.4 °C	0.00	0.2 °C
P1	20.8 °C	20.8 °C	20.8 °C	0.95	17.4 °C	0.00	0.4 °C
P2	20.4 °C	20.4 °C	20.4 °C	0.95	17.4 °C	0.00	Ref



Image Info

Name	ILI1-4.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	17.40 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	52.2 °C	52.2 °C	52.2 °C	0.95	17.4 °C	0.00	
P1	50.5 °C	50.5 °C	50.5 °C	0.95	17.4 °C	0.00	
P2	22.7 °C	22.7 °C	22.7 °C	0.95	17.4 °C	0.00	
P3	23.9 °C	23.9 °C	23.9 °C	0.95	17.4 °C	0.00	
P4	23.6 °C	23.6 °C	23.6 °C	0.95	17.4 °C	0.00	
P5	23.2 °C	23.2 °C	23.2 °C	0.95	17.4 °C	0.00	

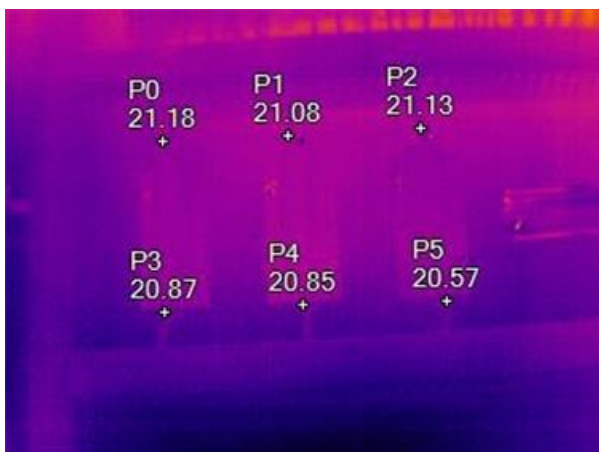


Image Info

Name	ILI1-5.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	17.40 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	21.2 °C	21.2 °C	21.2 °C	0.95	17.4 °C	0.00	
P1	21.1 °C	21.1 °C	21.1 °C	0.95	17.4 °C	0.00	
P2	21.1 °C	21.1 °C	21.1 °C	0.95	17.4 °C	0.00	
P3	20.9 °C	20.9 °C	20.9 °C	0.95	17.4 °C	0.00	
P4	20.8 °C	20.8 °C	20.8 °C	0.95	17.4 °C	0.00	
P5	20.6 °C	20.6 °C	20.6 °C	0.95	17.4 °C	0.00	



Image Info

Name	IL11-6.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	17.40 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	19.1 °C	19.1 °C	19.1 °C	0.95	17.4 °C	0.00	
P1	19.0 °C	19.0 °C	19.0 °C	0.95	17.4 °C	0.00	
P2	18.8 °C	18.8 °C	18.8 °C	0.95	17.4 °C	0.00	

Resumen:

No se identifican temperaturas fuera de lo normal en los equipos.

Supercondensadores e Inversor Supercondensadores

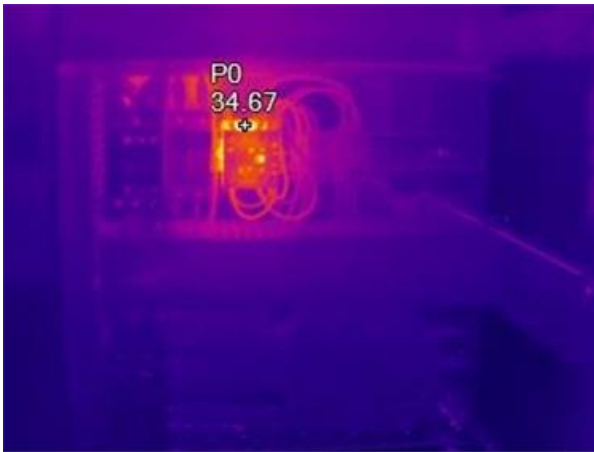


Image Info

Name	ARMSC-1.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	17.0 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	34.7 °C	34.7 °C	34.7 °C	0.95	17.0 °C	0.00	



Image Info

Name	ARMSC-2.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	17.00 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	35.1 °C	35.1 °C	35.1 °C	0.95	17.0 °C	0.00	
A0	21.7 °C	19.6 °C	20.8 °C	0.95	17.0 °C	0.27	
A1	21.5 °C	19.7 °C	20.6 °C	0.95	17.0 °C	0.23	



Image Info

Name	ARMSC-3.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	22.00 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	32.5 °C	32.5 °C	32.5 °C	0.95	22.0 °C	0.00	
P1	22.9 °C	22.9 °C	22.9 °C	0.95	22.0 °C	0.00	
P2	22.6 °C	22.6 °C	22.6 °C	0.95	22.0 °C	0.00	
P3	22.5 °C	22.5 °C	22.5 °C	0.95	22.0 °C	0.00	

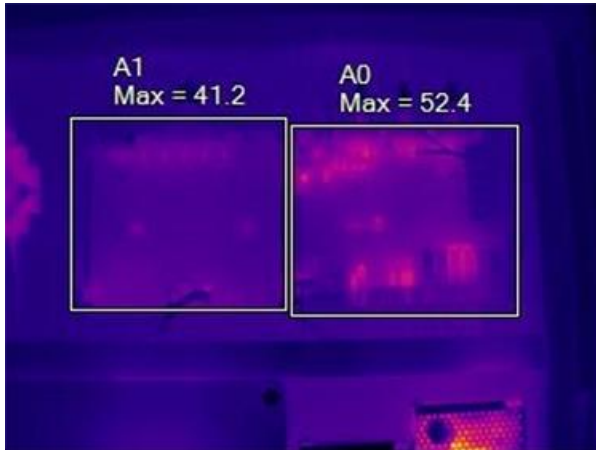


Image Info

Name	ISC-1.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	17.0 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
A0	52.4 °C	27.6 °C	35.0 °C	0.95	17.0 °C	3.05	
A1	41.2 °C	26.8 °C	33.4 °C	0.95	17.0 °C	1.49	



Image Info

Name	ISC-2.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	17.00 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	34.8 °C	34.8 °C	34.8 °C	0.95	17.0 °C	0.00	
P1	25.5 °C	25.5 °C	25.5 °C	0.95	17.0 °C	0.00	
P2	25.8 °C	25.8 °C	25.8 °C	0.95	17.0 °C	0.00	
P3	26.3 °C	26.3 °C	26.3 °C	0.95	17.0 °C	0.00	



Image Info

Name	ISC-3.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	17.00 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	25.3 °C	25.3 °C	25.3 °C	0.95	17.0 °C	0.00	
P1	25.4 °C	25.4 °C	25.4 °C	0.95	17.0 °C	0.00	
P2	25.1 °C	25.1 °C	25.1 °C	0.95	17.0 °C	0.00	
P3	25.5 °C	25.5 °C	25.5 °C	0.95	17.0 °C	0.00	
P4	25.7 °C	25.7 °C	25.7 °C	0.95	17.0 °C	0.00	
P5	25.8 °C	25.8 °C	25.8 °C	0.95	17.0 °C	0.00	



Image Info

Name	ISC-4.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	17.00 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	24.2 °C	24.2 °C	24.2 °C	0.95	17.0 °C	0.00	
P1	24.4 °C	24.4 °C	24.4 °C	0.95	17.0 °C	0.00	
P2	24.2 °C	24.2 °C	24.2 °C	0.95	17.0 °C	0.00	
P3	24.5 °C	24.5 °C	24.5 °C	0.95	17.0 °C	0.00	
P4	24.3 °C	24.3 °C	24.3 °C	0.95	17.0 °C	0.00	
P5	24.5 °C	24.5 °C	24.5 °C	0.95	17.0 °C	0.00	

Resumen:

No se observan elementos trabajando con temperaturas fuera de lo normal, tampoco se identifican conexiones que presenten puntos calientes, o desbalances de fases.

Carga Programable

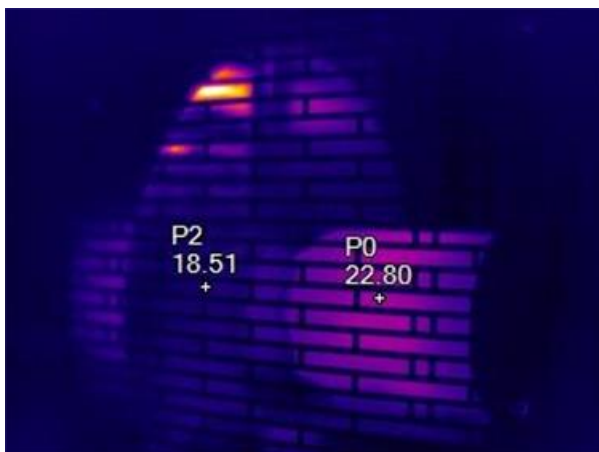


Image Info

Name	CP-1.is2
Emissivity	0.98
Background Temperature	23.00 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	22.8 °C	22.8 °C	22.8 °C	0.95	23.0 °C	0.00	
P2	18.5 °C	18.5 °C	18.5 °C	0.95	23.0 °C	0.00	

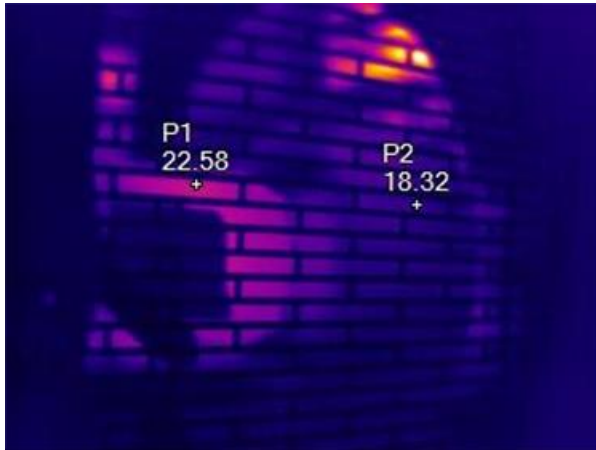


Image Info

Name	CP-2.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	23.00 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P1	22.6 °C	22.6 °C	22.6 °C	0.95	23.0 °C	0.00	
P2	18.3 °C	18.3 °C	18.3 °C	0.95	23.0 °C	0.00	

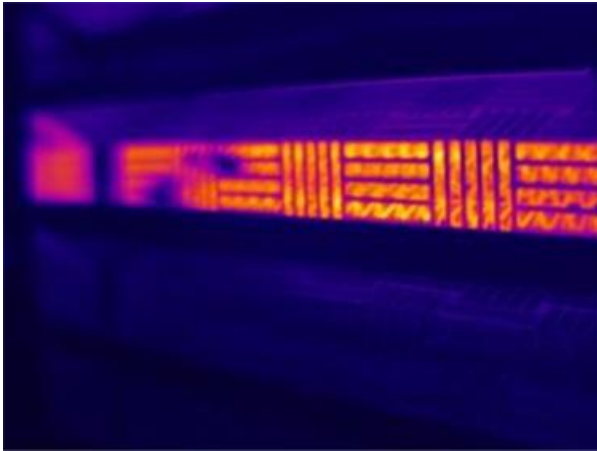


Image Info

Name	CP-3.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	23.00 °C

Resumen:

No se encontraron elementos con temperaturas fuera de lo normal.

Panel 1B



Image Info

Name	PANEL1B-1.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	17.00 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	31.3 °C	31.3 °C	31.3 °C	0.95	17.0 °C	0.00	

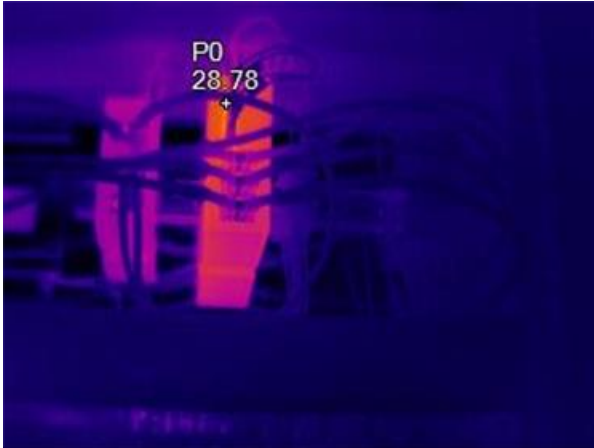


Image Info

Name	PANEL1B-2.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	16.00 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	28.8 °C	28.8 °C	28.8 °C	0.95	16.0 °C	0.00	

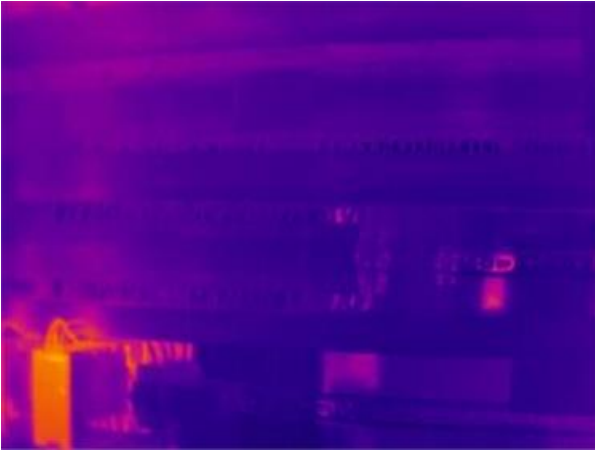


Image Info

Name	PANEL1B-3.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	16.00 °C

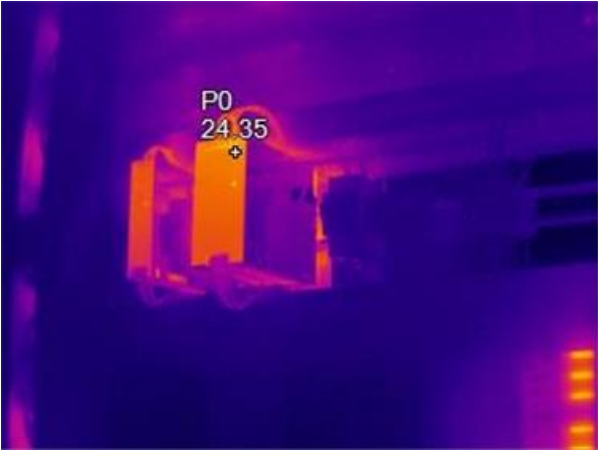


Image Info

Name	PANEL1B-4.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	16.00 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	24.3 °C	24.3 °C	24.3 °C	0.96	16.0 °C	0.00	

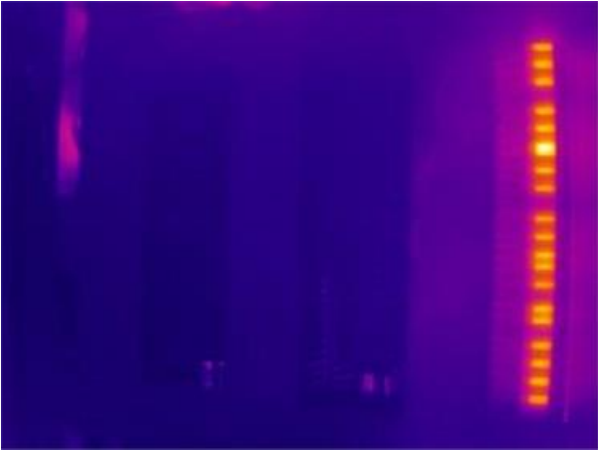


Image Info

Name	PANEL1B-5.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	17.00 °C

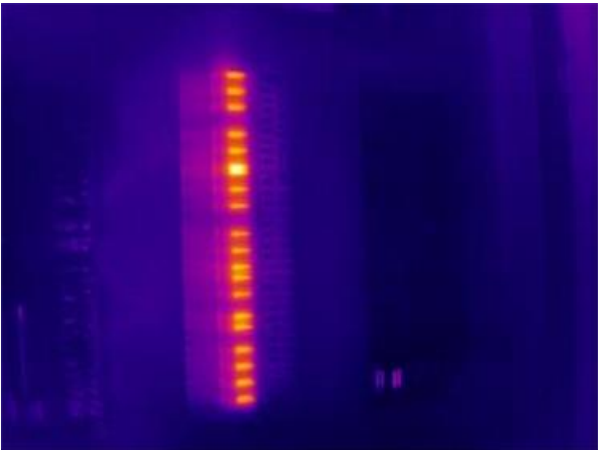


Image Info

Name	PANEL1B-6.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	17.00 °C



Image Info

Name	PANEL1B-7.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	16.00 °C



Image Info

Name	PANEL1B-8.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	16.00 °C



Image Info

Name	PANEL1B-9.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	17.00 °C

Resumen:

Se observan puntos calientes en la barra inferior, debido a posibles malas conexiones.

Panel 2A

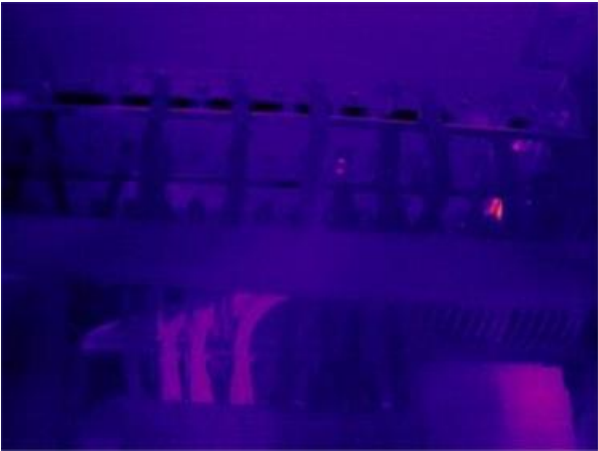


Image Info

Name	PANEL2A-BARRA1.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	16.8 °C

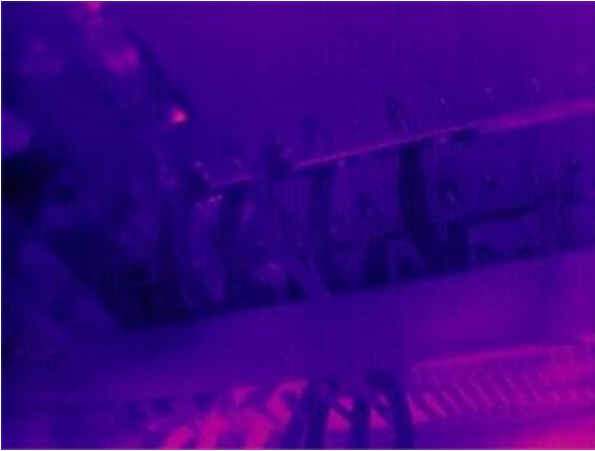


Image Info

Name	PANEL2A-BARRA2.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	16.80 °C



Image Info

Name	PANEL2A-1.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	16.0 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	16.8 °C	16.8 °C	16.8 °C	0.95	22.0 °C	0.00	
P1	17.1 °C	17.1 °C	17.1 °C	0.95	22.0 °C	0.00	
P2	17.1 °C	17.1 °C	17.1 °C	0.95	22.0 °C	0.00	
P3	22.3 °C	22.3 °C	22.3 °C	0.95	17.0 °C	0.00	



Image Info

Name	PANEL2A-2.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	16.00 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	16.5 °C	16.5 °C	16.5 °C	0.95	16.0 °C	0.00	Ref
P1	16.8 °C	16.8 °C	16.8 °C	0.95	16.0 °C	0.00	0.3 °C
P2	16.8 °C	16.8 °C	16.8 °C	0.95	16.0 °C	0.00	0.2 °C
P3	22.2 °C	22.2 °C	22.2 °C	0.95	16.0 °C	0.00	5.6 °C

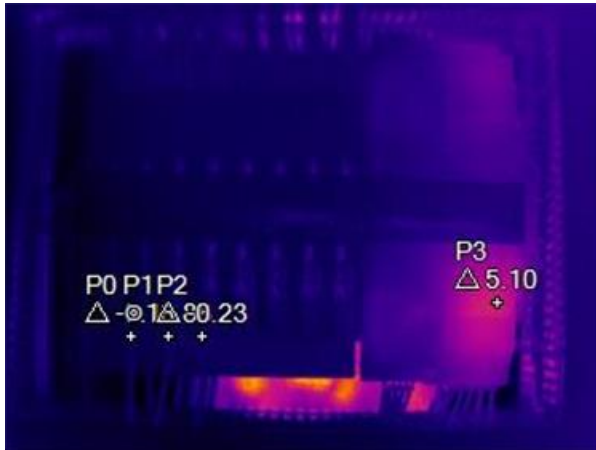


Image Info

Name	PANEL2A-3.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	16.00 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	16.7 °C	16.7 °C	16.7 °C	0.95	16.0 °C	0.00	-0.1 °C
P1	16.9 °C	16.9 °C	16.9 °C	0.95	16.0 °C	0.00	Ref
P2	16.6 °C	16.6 °C	16.6 °C	0.95	16.0 °C	0.00	-0.2 °C
P3	22.0 °C	22.0 °C	22.0 °C	0.95	16.0 °C	0.00	5.1 °C



Image Info

Name	PANEL2A-4.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	16.00 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	16.6 °C	16.6 °C	16.6 °C	0.95	16.0 °C	0.00	Ref
P1	16.5 °C	16.5 °C	16.5 °C	0.95	16.0 °C	0.00	-0.1 °C
P2	16.8 °C	16.8 °C	16.8 °C	0.95	16.0 °C	0.00	0.2 °C
P3	22.0 °C	22.0 °C	22.0 °C	0.95	16.0 °C	0.00	5.4 °C

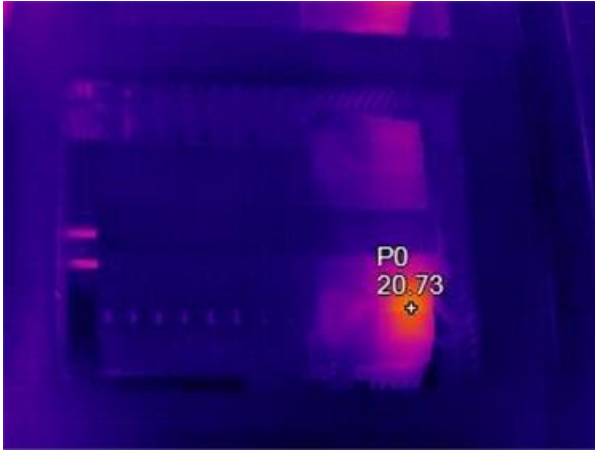


Image Info

Name	PANEL2A-5.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	16.00 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	20.7 °C	20.7 °C	20.7 °C	0.95	16.0 °C	0.00	



Image Info

Name	PANEL 2A-6.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	22.00 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	29.2 °C	29.2 °C	29.2 °C	0.95	16.8 °C	0.00	Ref
P1	29.3 °C	29.3 °C	29.3 °C	0.95	16.8 °C	0.00	0.1 °C
P2	29.3 °C	29.3 °C	29.3 °C	0.95	16.8 °C	0.00	0.1 °C
P3	29.5 °C	29.5 °C	29.5 °C	0.95	16.8 °C	0.00	0.3 °C
P4	29.4 °C	29.4 °C	29.4 °C	0.95	16.8 °C	0.00	0.2 °C
P5	29.5 °C	29.5 °C	29.5 °C	0.95	16.8 °C	0.00	0.3 °C

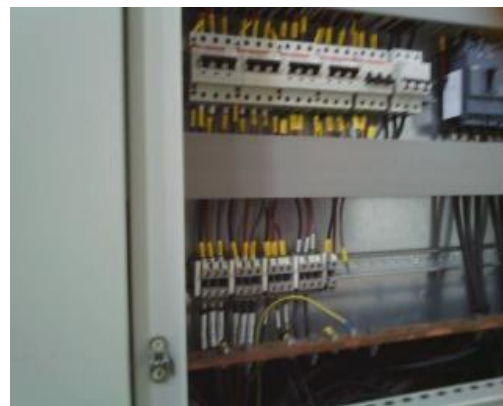


Image Info

Name	PANEL 2A-7.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	16.80 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	26.6 °C	26.6 °C	26.6 °C	0.95	16.8 °C	0.00	0.3 °C
P1	26.7 °C	26.7 °C	26.7 °C	0.95	16.8 °C	0.00	0.4 °C
P2	26.7 °C	26.7 °C	26.7 °C	0.95	16.8 °C	0.00	0.4 °C
P3	26.8 °C	26.8 °C	26.8 °C	0.95	16.8 °C	0.00	0.5 °C
P4	26.9 °C	26.9 °C	26.9 °C	0.95	16.8 °C	0.00	0.6 °C
P5	26.3 °C	26.3 °C	26.3 °C	0.95	16.8 °C	0.00	Ref

Resumen:

No se observan elementos trabajando con temperaturas fuera de lo normal, tampoco se identifican conexiones que presenten puntos calientes, o desbalances de fases.

Panel 2B



Image Info

Name	PANEL2B-1.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	16.00 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	15.7 °C	15.7 °C	15.7 °C	0.95	16.0 °C	0.00	
P1	15.8 °C	15.8 °C	15.8 °C	0.95	16.0 °C	0.00	
P2	15.8 °C	15.8 °C	15.8 °C	0.95	16.0 °C	0.00	
P3	20.8 °C	20.8 °C	20.8 °C	0.95	16.0 °C	0.00	



Image Info

Name	PANEL2B-2.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	16.00 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	16.2 °C	16.2 °C	16.2 °C	0.95	16.0 °C	0.00	
P1	16.1 °C	16.1 °C	16.1 °C	0.95	16.0 °C	0.00	
P2	16.4 °C	16.4 °C	16.4 °C	0.95	16.0 °C	0.00	
P3	21.7 °C	21.7 °C	21.7 °C	0.95	16.0 °C	0.00	

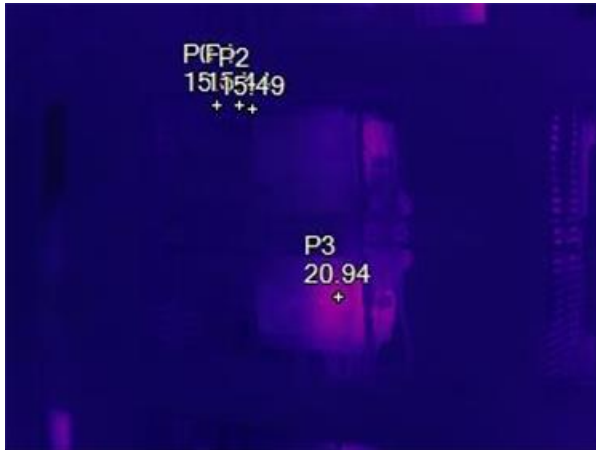


Image Info

Name	PANEL2B-3.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	16.00 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	15.4 °C	15.4 °C	15.4 °C	0.95	16.0 °C	0.00	
P1	15.4 °C	15.4 °C	15.4 °C	0.95	16.0 °C	0.00	
P2	15.5 °C	15.5 °C	15.5 °C	0.95	16.0 °C	0.00	
P3	20.9 °C	20.9 °C	20.9 °C	0.95	16.0 °C	0.00	

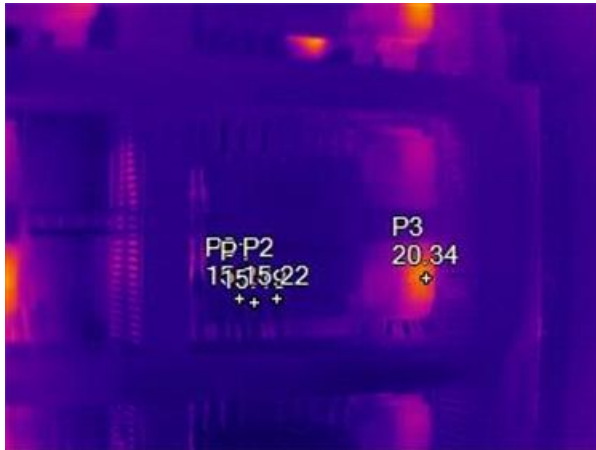


Image Info

Name	PANEL2B-4.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	16.00 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	15.3 °C	15.3 °C	15.3 °C	0.95	16.0 °C	0.00	
P1	15.2 °C	15.2 °C	15.2 °C	0.95	16.0 °C	0.00	
P2	15.2 °C	15.2 °C	15.2 °C	0.95	16.0 °C	0.00	
P3	20.3 °C	20.3 °C	20.3 °C	0.95	16.0 °C	0.00	



Image Info

Name	PANEL2B-5.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	16.00 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	15.7 °C	15.7 °C	15.7 °C	0.95	16.0 °C	0.00	
P1	15.4 °C	15.4 °C	15.4 °C	0.95	16.0 °C	0.00	
P2	15.4 °C	15.4 °C	15.4 °C	0.95	16.0 °C	0.00	
P3	15.2 °C	15.2 °C	15.2 °C	0.95	16.0 °C	0.00	
P4	15.4 °C	15.4 °C	15.4 °C	0.95	16.0 °C	0.00	
P5	15.5 °C	15.5 °C	15.5 °C	0.95	16.0 °C	0.00	
P6	21.2 °C	21.2 °C	21.2 °C	0.95	16.0 °C	0.00	

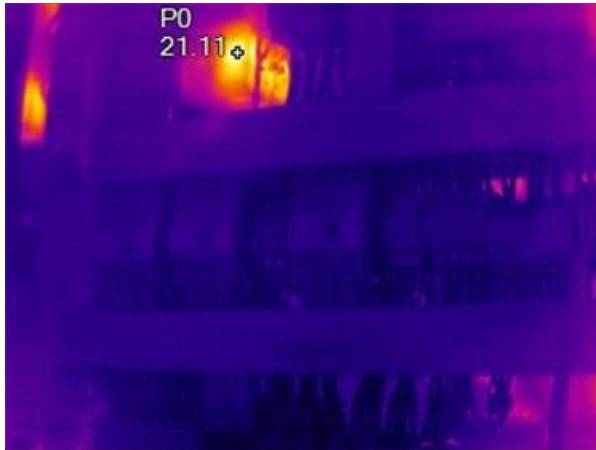


Image Info

Name	PANEL2B-6.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	16.00 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	21.1 °C	21.1 °C	21.1 °C	0.95	16.0 °C	0.00	



Image Info

Name	PANEL2B-7.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	16.00 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	20.7 °C	20.7 °C	20.7 °C	0.95	16.0 °C	0.00	

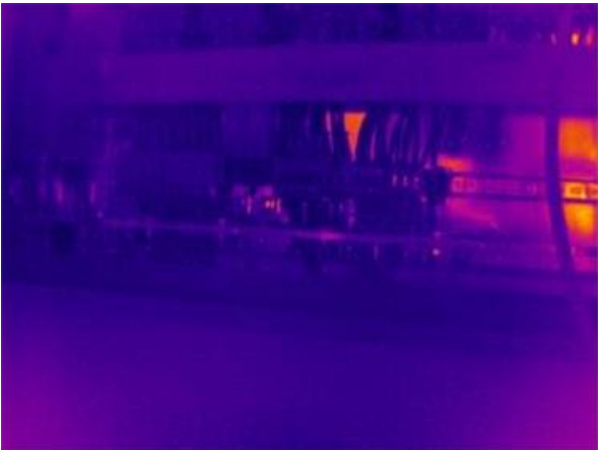


Image Info

Name	PANEL2B-8.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	16.00 °C



Image Info

Name	PANEL2B-9.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	16.00 °C

Resumen:

No se identifican puntos calientes o desbalances de cargas.

Panel 3A

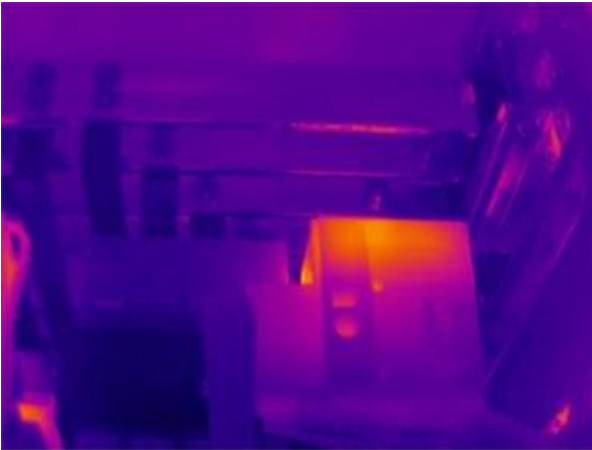


Image Info

Name	PANEL3A-01.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	18.8 °C

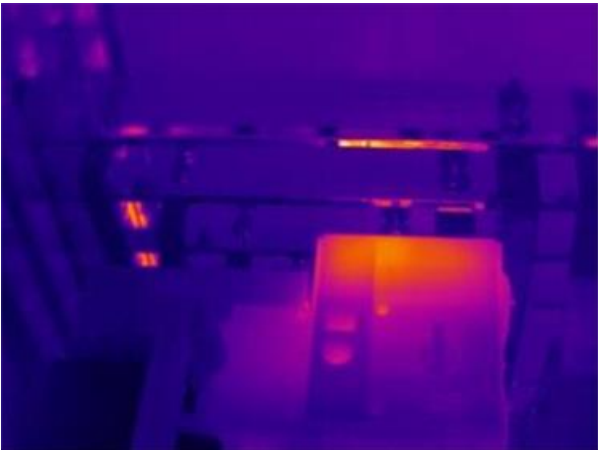


Image Info

Name	PANEL3A-02.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	18.80 °C

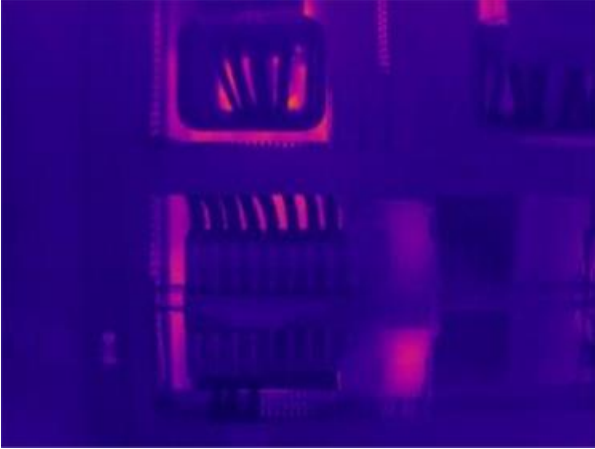


Image Info

Name	PANEL3A-03.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	17.60 °C

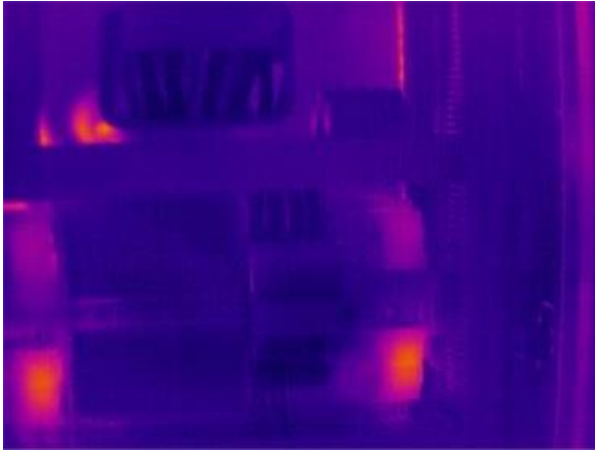


Image Info

Name	PANEL3A-04.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	17.60 °C

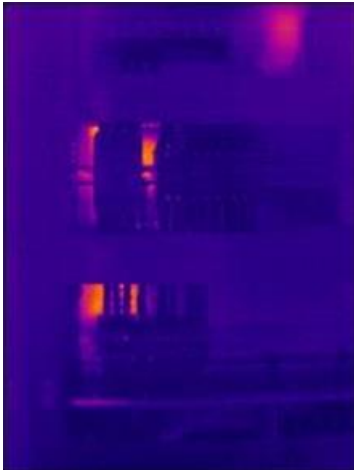


Image Info

Name	PANEL3A-05.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	17.40 °C

Resumen:

No se observan variaciones de temperatura en los termogramas del panel 3A.

Panel 3B



Image Info

Name	PANEL3B-1.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	16.00 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	29.8 °C	29.8 °C	29.8 °C	0.95	16.0 °C	0.00	
P1	32.0 °C	32.0 °C	32.0 °C	0.95	16.0 °C	0.00	

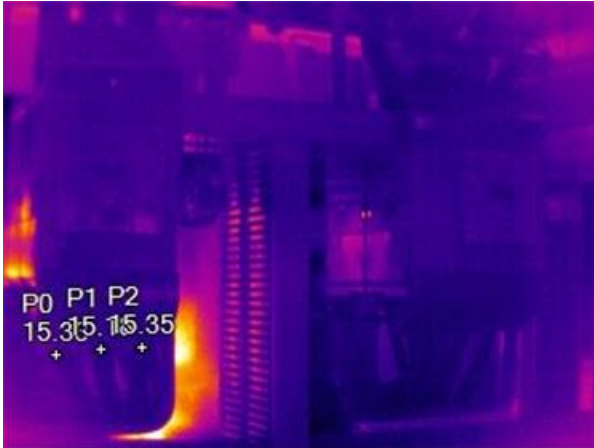


Image Info

Name	PANEL3B-2.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	16.00 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	15.3 °C	15.3 °C	15.3 °C	0.95	16.0 °C	0.00	
P1	15.2 °C	15.2 °C	15.2 °C	0.95	16.0 °C	0.00	
P2	15.4 °C	15.4 °C	15.4 °C	0.95	16.0 °C	0.00	

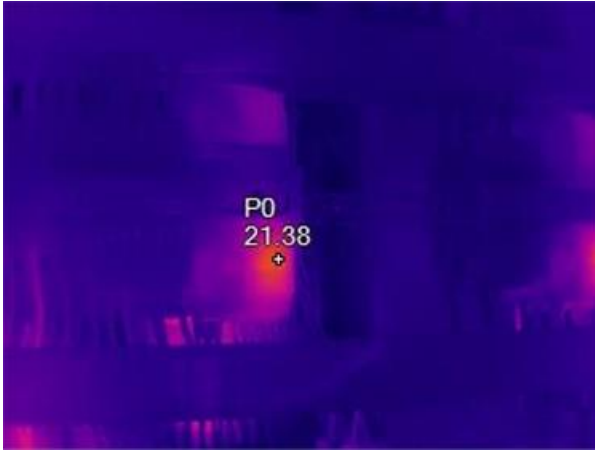


Image Info

Name	PANEL3B-3.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	16.00 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	21.4 °C	21.4 °C	21.4 °C	0.95	16.0 °C	0.00	



Image Info

Name	PANEL3B-4.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	16.00 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	19.4 °C	19.4 °C	19.4 °C	0.95	22.0 °C	0.00	
P1	16.9 °C	16.9 °C	16.9 °C	0.95	22.0 °C	0.00	
P2	16.6 °C	16.6 °C	16.6 °C	0.95	22.0 °C	0.00	



Image Info

Name	PANEL3B-5.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	17.00 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	19.7 °C	19.7 °C	19.7 °C	0.95	17.0 °C	0.00	2.8 °C
P1	17.3 °C	17.3 °C	17.3 °C	0.95	17.0 °C	0.00	0.5 °C
P2	16.8 °C	16.8 °C	16.8 °C	0.95	17.0 °C	0.00	Ref



Image Info

Name	PANEL3B-6.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	16.00 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	16.2 °C	16.2 °C	16.2 °C	0.95	16.0 °C	0.00	
P1	16.7 °C	16.7 °C	16.7 °C	0.95	16.0 °C	0.00	
P2	15.8 °C	15.8 °C	15.8 °C	0.95	16.0 °C	0.00	
P3	15.5 °C	15.5 °C	15.5 °C	0.95	16.0 °C	0.00	



Image Info

Name	PANEL3B-7.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	16.00 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	15.6 °C	15.6 °C	15.6 °C	0.95	16.0 °C	0.00	
P1	15.9 °C	15.9 °C	15.9 °C	0.95	16.0 °C	0.00	
P2	16.0 °C	16.0 °C	16.0 °C	0.95	16.0 °C	0.00	
P3	15.5 °C	15.5 °C	15.5 °C	0.95	16.0 °C	0.00	
P4	17.0 °C	17.0 °C	17.0 °C	0.95	16.0 °C	0.00	
P5	17.8 °C	17.8 °C	17.8 °C	0.95	16.0 °C	0.00	



Image Info

Name	PANEL3B-8.is2
Emissivity	0.95
Background Temperature	16.0 °C

Marker Info

Marker Name	Maximum	Minimum	Average	Emissivity	BG Temp	Std.Dev	Delta-T
P0	22.2 °C	22.2 °C	22.2 °C	0.95	16.0 °C	0.00	
P1	16.0 °C	16.0 °C	16.0 °C	0.95	16.0 °C	0.00	

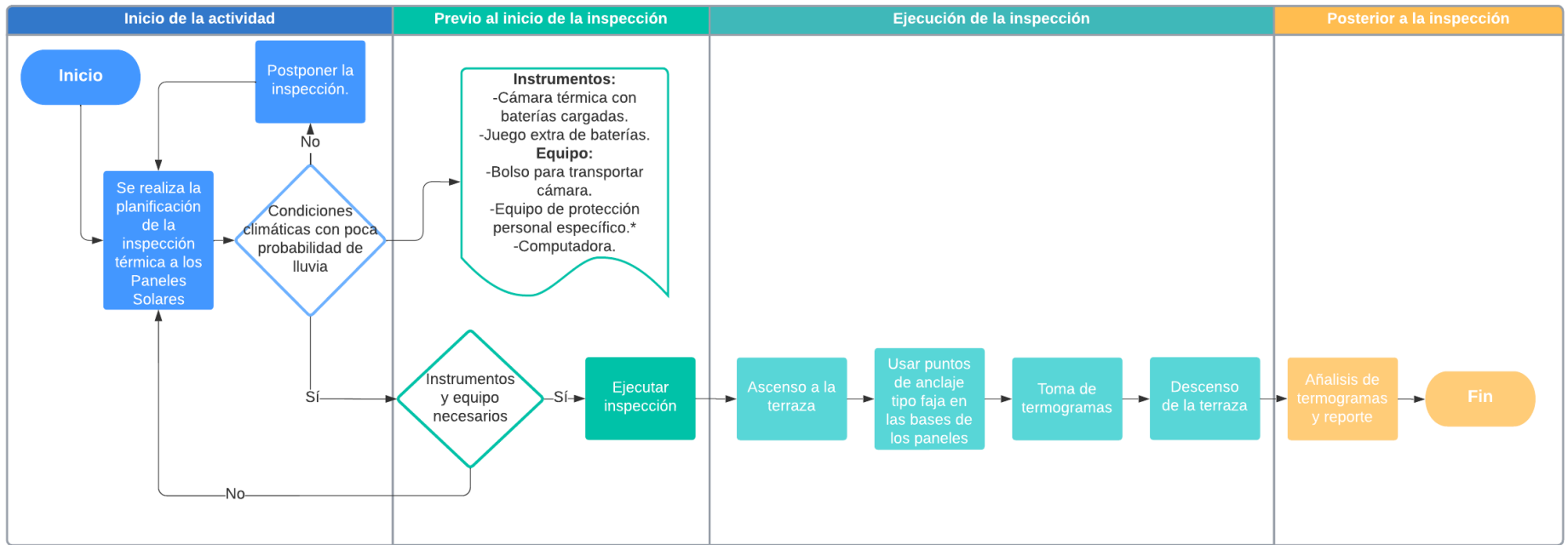
Resumen:

En los termogramas PANEL3B-4 y PANEL3B-5, se puede observar una variación de temperatura mayor a 1°C en relación del P0 al P2.

En los termogramas PANEL3B-7 y PANEL3B-8, se observan puntos calientes en las conexiones con la barra

Anexo 2. Plan de mantenimiento Generación Fotovoltaica. Inspección termográfica de suelo y EPP necesario.

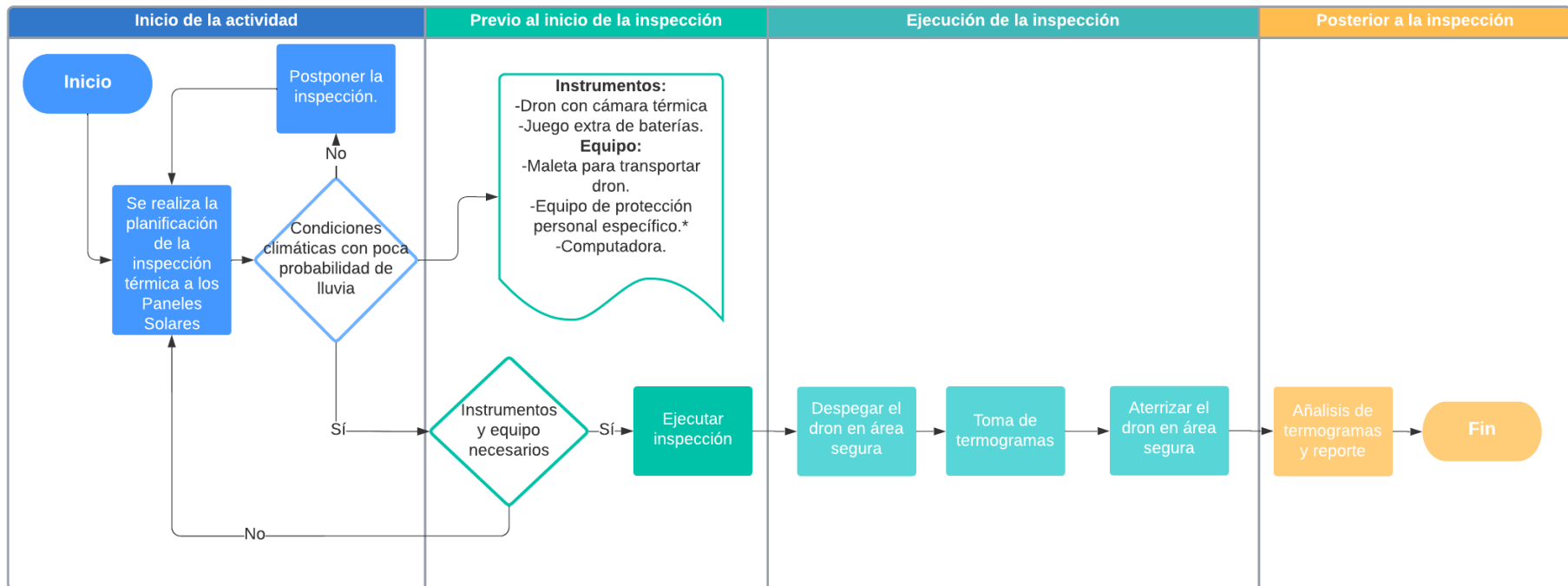
GENERACIÓN FOTOVOLTAICA INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA DE SUELO



Cantidad	Unidad	DESCRIPCION DEL EPP PARA ANÁLISIS TÉRMICO GEN. FOTOVOLTAICO	ESPECIFICACION
1	U	CASCO DE SEGURIDAD COLOR BLANCO	ANSI/ISEA Z89.1-2014, Tipo I Clase E
1	PAR	GUANTES DIELECTRICOS	NORMA EN 60903 TIPO 00
1	PAR	CALZADO DE SEGURIDAD DIELECTRICO	NORMA NTE 50321, Tipo 00
1	U	GAFAS DE SEGURIDAD LENTE OSCURO	NORMA ANSI Z87.1 (Z87+)
1	U	ARNES CUERPO ENTERO EN H 3 ARGOLLAS	NORMA ANSI Z359.1-2007
1	U	ESLINGA DOBLE GANCHO CON ABSORVEDOR DE ENERGÍA	NORMA ANSI Z359.1-2007
1	U	LÍNEA ANTI CAÍDA AUTO RETRÁCTIL	NORMA ANSI Z359.1-2007
1	U	CONECTOR DE ANCLE TIPO FAJA - 3 PIES	NORMA ANSI Z359.1-2007
1	U	BARBUQUEJO DOS PUNTOS DE APOYO	

Anexo 3. Plan de mantenimiento Generación Fotovoltaica. Inspección termográfica aérea y EPP necesario.

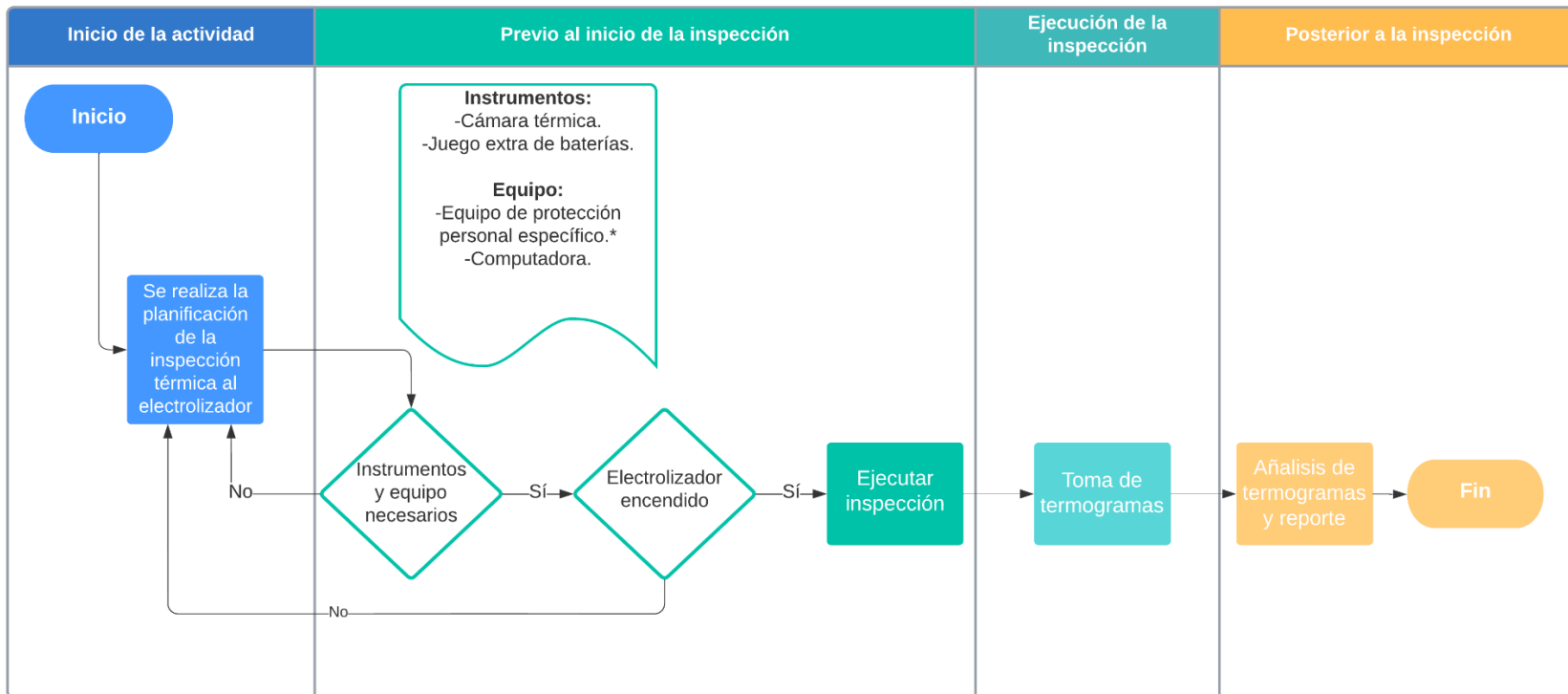
GENERACIÓN FOTOVOLTAICA INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA AÉREA



Cantidad	Unidad	DESCRIPCION DEL EPP PARA ANÁLISIS TÉRMICO AÉREO GEN. FOTOVOLTAICO	ESPECIFICACION
1	U	CASCO DE SEGURIDAD	ANSI/ISEA Z89.1-2014, Tipo I Clase E
1	PAR	GUANTES DIELECTRICOS	NORMA EN 60903 TIPO 00
1	PAR	CALZADO DE SEGURIDAD DIELECTRICO	NORMA NTE 50321, Tipo 00
1	U	GAFAS DE SEGURIDAD LENTE OSCURO	NORMA ANSI Z87.1 (Z87+)
1	U	BARBUQUEJO DOS PUNTOS DE APOYO	

Anexo 4. Plan de mantenimiento Generación Celda de Hidrógeno. Inspección termográfica y EPP necesario.

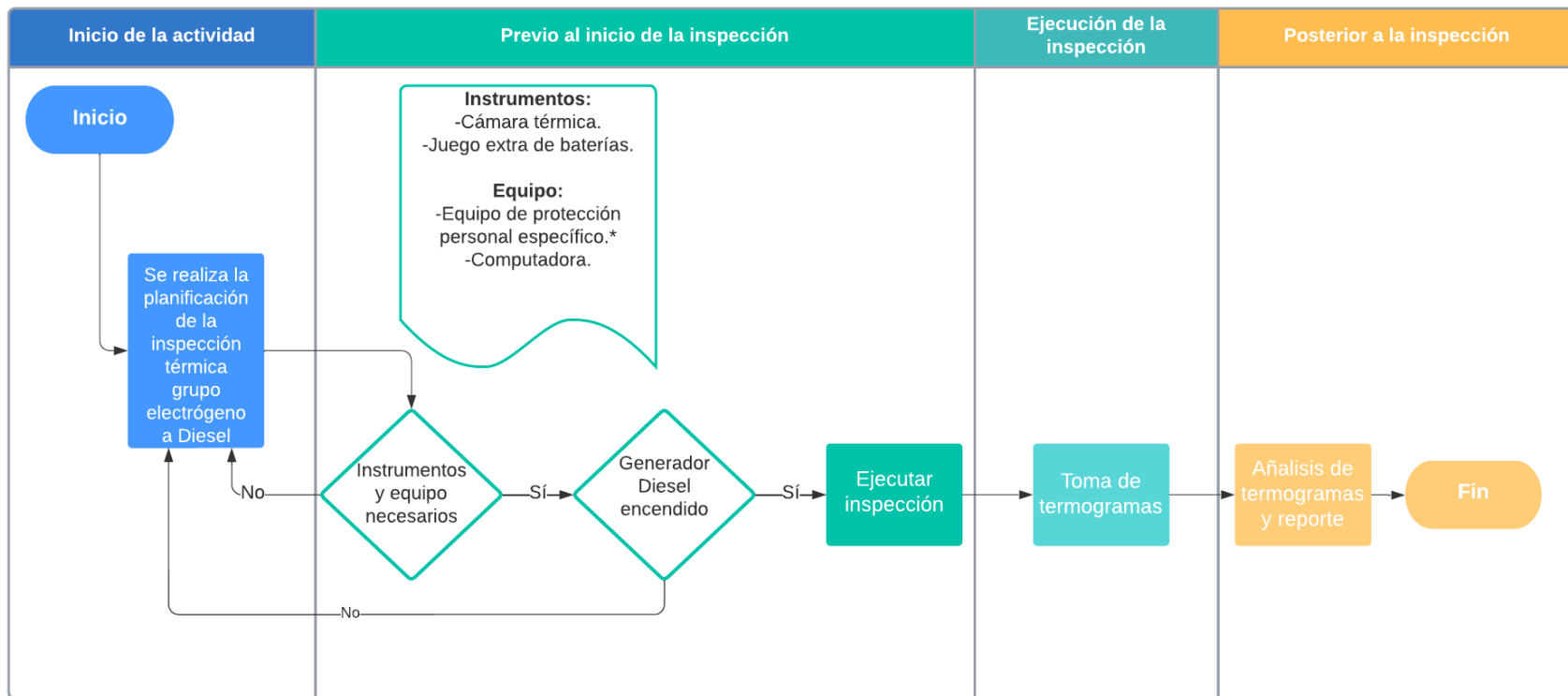
GENERACIÓN HIDRÓGENO INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA DE SUELO



Cantidad	Unidad	DESCRIPCION DEL EPP PARA ANÁLISIS TÉRMICO GEN. HIDRÓGENO	ESPECIFICACION
1	U	CASCO DE SEGURIDAD	ANSI/ISEA Z89.1-2014, Tipo I Clase E
1	PAR	GUANTES DIELECTRICOS	NORMA EN 60903 TIPO 00
1	PAR	CALZADO DE SEGURIDAD DIELECTRICO	NORMA NTE 50321, Tipo 00
1	U	GAFAS DE SEGURIDAD LENTE CLARO	NORMA ANSI Z87.1 (Z87+)
1	U	BARBUQUEJO DOS PUNTOS DE APOYO	

Anexo 5. Plan de mantenimiento Grupo Electrónico Diesel. Inspección termográfica y EPP necesario.

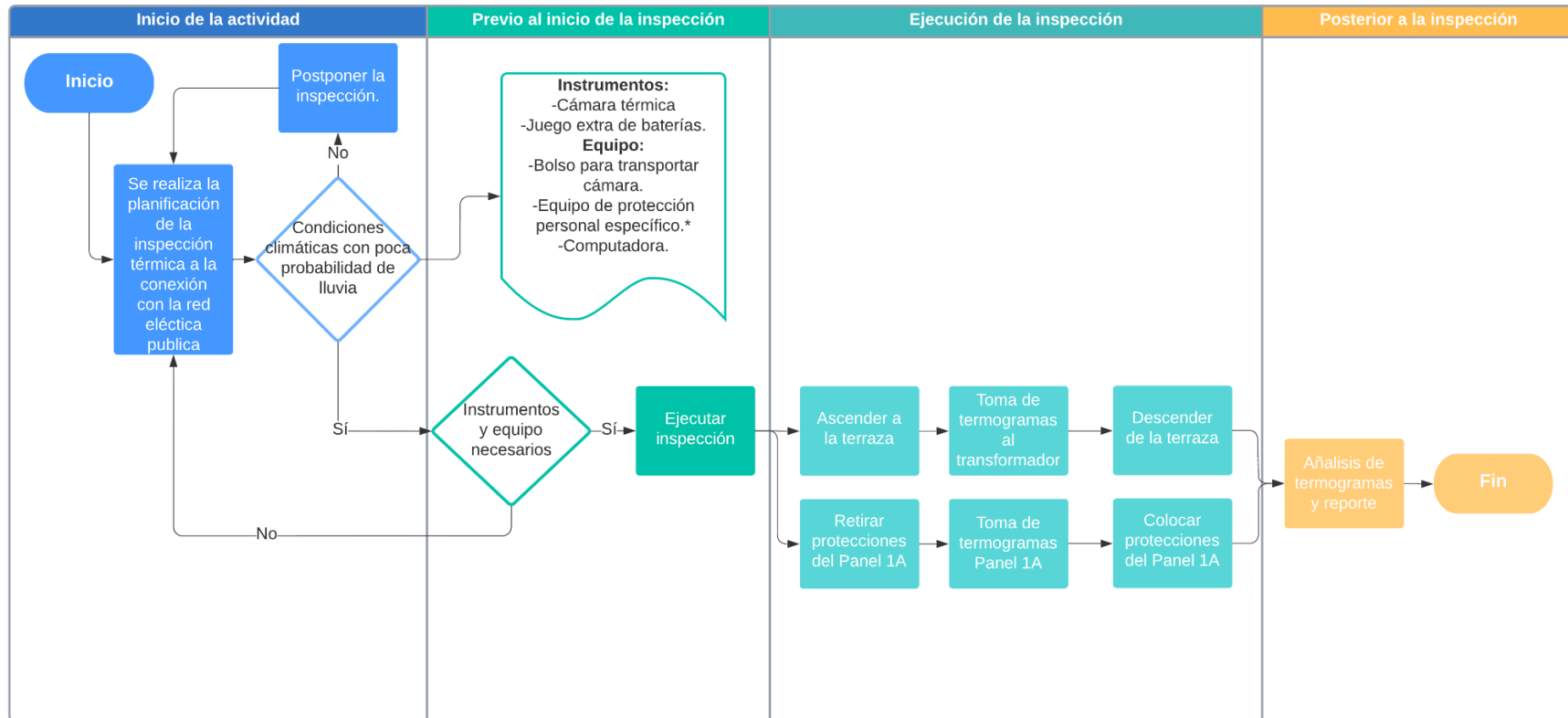
GENERACIÓN GRUPO ELECTRÓNICO DIESEL INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA DE SUELO



Cantidad	Unidad	DESCRIPCION DEL EPP PARA ANÁLISIS TÉRMICO GRUPO ELECTRÓNICO DIESEL	ESPECIFICACION
1	U	CASCO DE SEGURIDAD	ANSI/ISEA Z89.1-2014, Tipo I Clase E
1	PAR	GUANTES DIELECTRICOS	NORMA EN 60903 TIPO 00
1	PAR	CALZADO DE SEGURIDAD DIELECTRICO	NORMA NTE 50321, Tipo 00
1	PAR	PROTECTOR AUDITIVO TIPO COPA PARA CASCO	ANSI S3.19-1974, UNE EN 352-1 y 2
1	U	GAFAS DE SEGURIDAD LENTE CLARO	NORMA ANSI Z87.1 (Z87+)
1	U	BARBUQUEJO DOS PUNTOS DE APOYO	

Anexo 6. Plan de mantenimiento Conexión Red eléctrica pública. Inspección termográfica y EPP necesario.

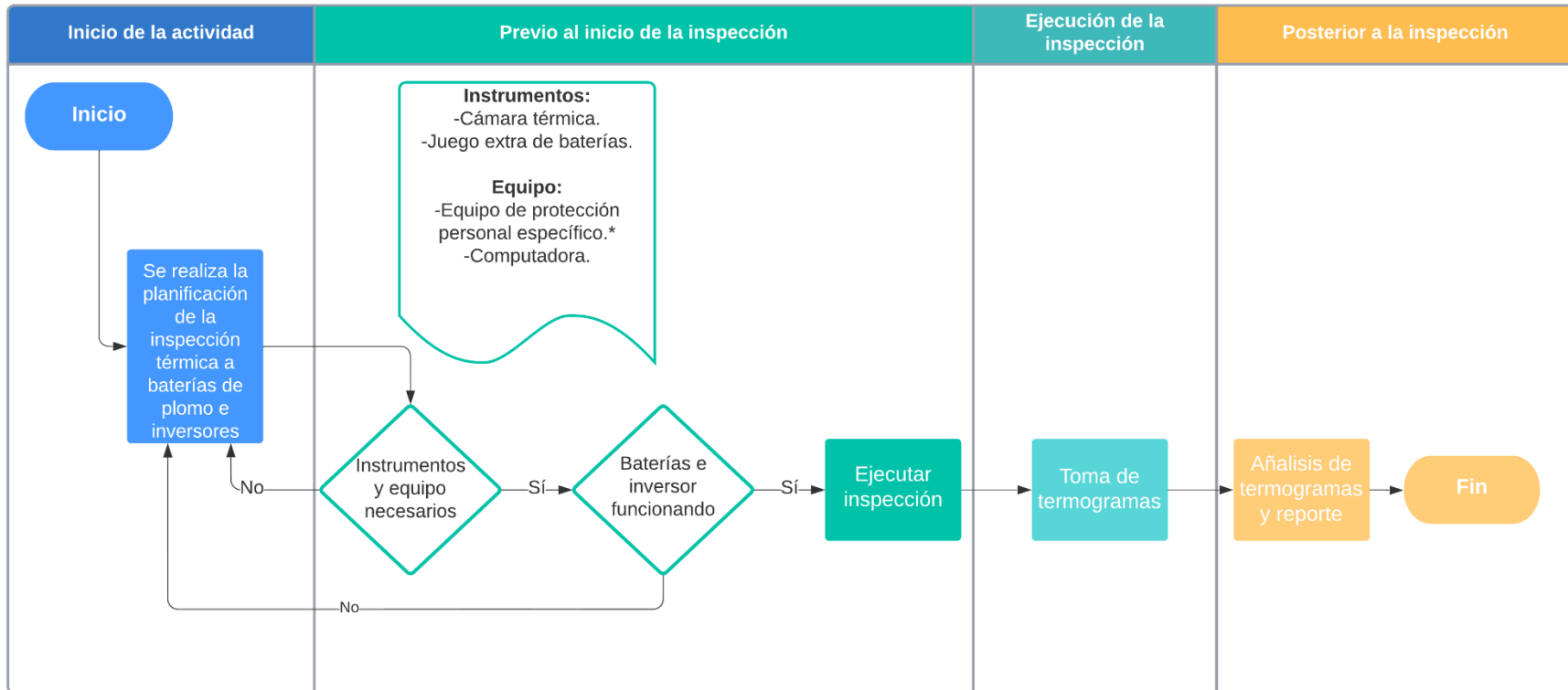
CONEXIÓN A LA RED ELÉCTRICA PÚBLICA INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA DE SUELO



Cantidad	Unidad	DESCRIPCION DEL EPP PARA ANÁLISIS TÉRMICO CONEXIÓN RED PÚBLICA	ESPECIFICACION
1	U	CASCO DE SEGURIDAD	ANSI/ISEA Z89.1-2014, Tipo I Clase E
1	PAR	GUANTES DIELECTRICOS	NORMA EN 60903 TIPO 00
1	PAR	CALZADO DE SEGURIDAD DIELECTRICO	NORMA NTE 50321, Tipo 00
1	U	GAFAS DE SEGURIDAD LENTE OSCURO	NORMA ANSI Z87.1 (Z87+)
1	U	ARNES CUERPO ENTERO EN H 3 ARGOLLAS	NORMA ANSI Z359.1-2007
1	U	ESLINGA DOBLE GANCHO CON ABSORVEDOR DE ENERGÍA	NORMA ANSI Z359.1-2007
1	U	LÍNEA ANTI CAÍDA AUTO RETRÁCTIL	NORMA ANSI Z359.1-2007

Anexo 7. Plan de mantenimiento Baterías de Plomo Ácido. Inspección termográfica y EPP necesario.

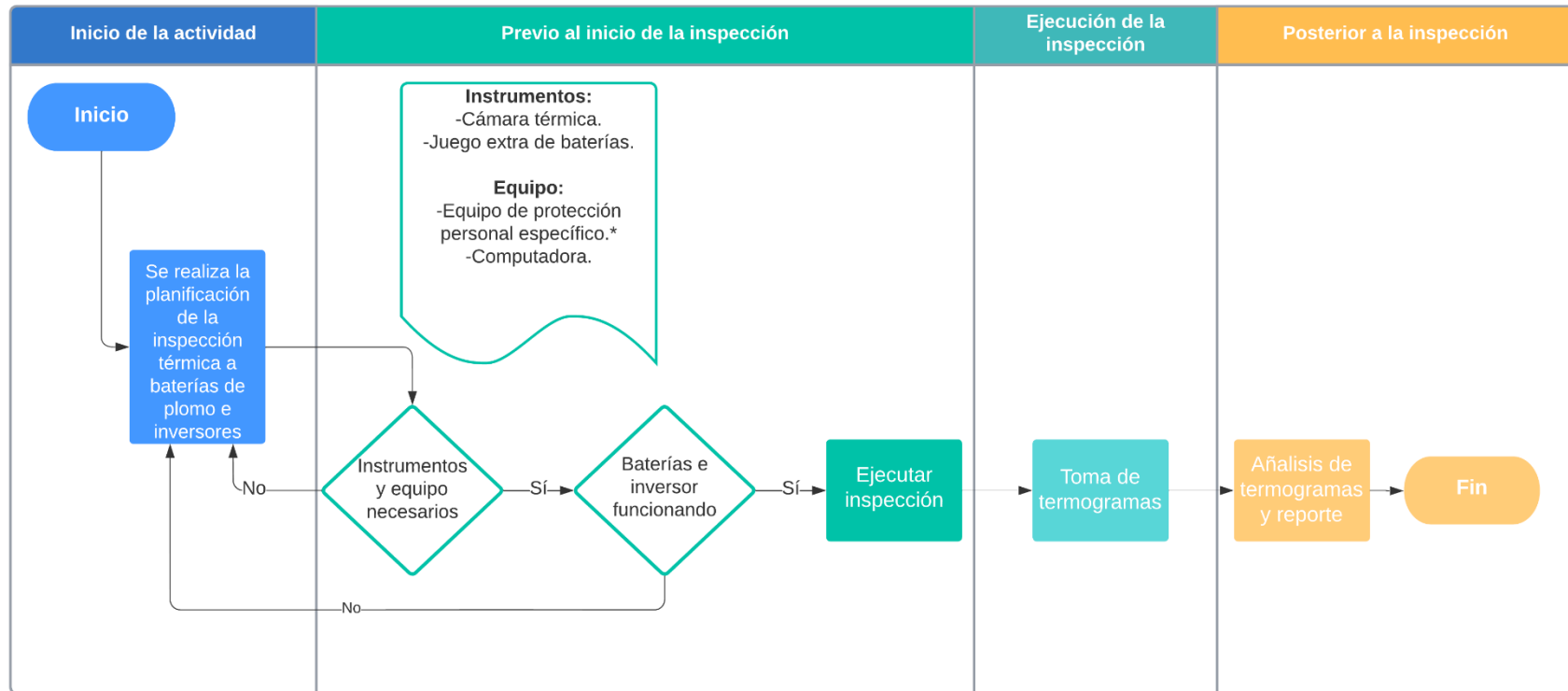
BATERÍA PLOMO INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA DE SUELO



Cantidad	Unidad	DESCRIPCION DEL EPP PARA BATERÍAS PLOMO	ESPECIFICACION
1	U	CASCO DE SEGURIDAD	ANSI/ISEA Z89.1-2014, Tipo I Clase E
1	PAR	GUANTES RIESGOS MECÁNICOS NIVEL 4	NORMA EN 388 2016
1	PAR	CALZADO DE SEGURIDAD DIELECTRICO	NORMA NTE 50321, Tipo 00
1	U	GAFAS DE SEGURIDAD LENTE CLARO	NORMA ANSI Z87.1 (Z87+)
1	U	BARBUQUEJO DOS PUNTOS DE APOYO	

Anexo 8. Plan de mantenimiento Baterías de Ión-Litio. Inspección termográfica y EPP necesario.

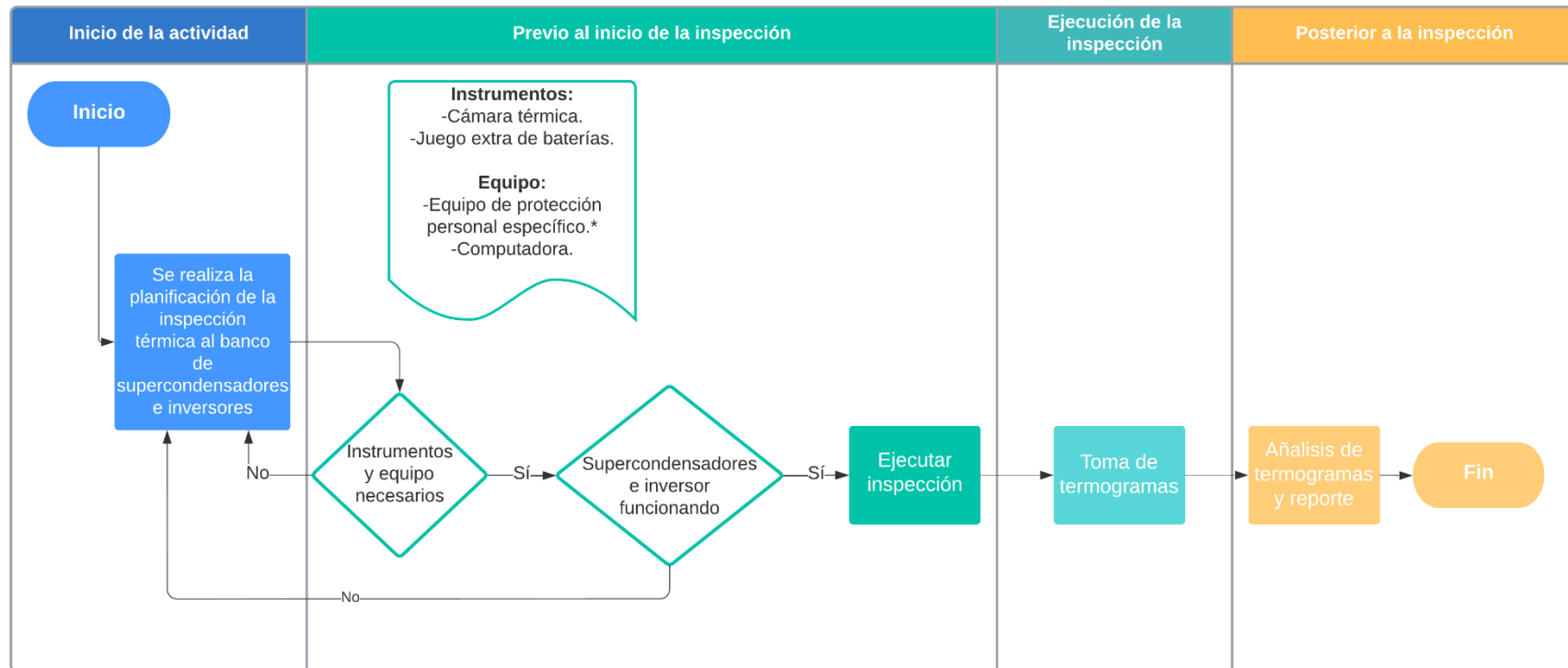
BATERÍA ION-LITIO INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA DE SUELO



Cantidad	Unidad	DESCRIPCION DEL EPP PARA BATERÍAS PLOMO ION-LITIO	ESPECIFICACION
1	U	CASCO DE SEGURIDAD	ANSI/ISEA Z89.1-2014, Tipo I Clase E
1	PAR	GUANTES RIESGOS MECÁNICOS NIVEL 4	NORMA EN 388 2016
1	PAR	CALZADO DE SEGURIDAD DIELECTRICO	NORMA NTE 50321, Tipo 00
1	U	GAFAS DE SEGURIDAD LENTE CLARO	NORMA ANSI Z87.1 (Z87+)
1	U	BARBUQUEJO DOS PUNTOS DE APOYO	

Anexo 9. Plan de mantenimiento Banco Supercondensadores. Inspección termográfica y EPP necesario.

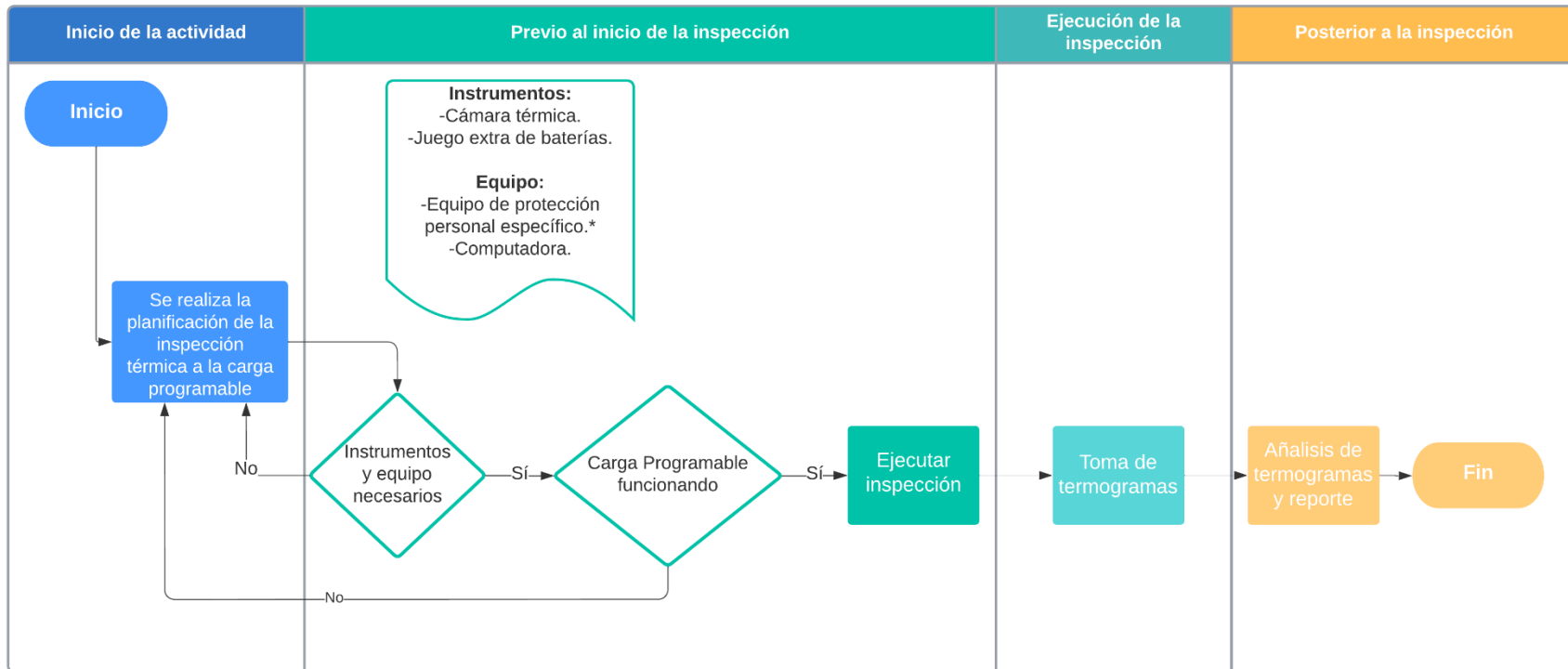
BANCO SUPERCONDENSADORES INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA DE SUELO



Cantidad	Unidad	DESCRIPCION DEL EPP PARA BANCO SUPERCONDENSADORES	ESPECIFICACION
1	U	CASCO DE SEGURIDAD	ANSI/ISEA Z89.1-2014, Tipo I Clase E
1	PAR	GUANTES RIESGOS MECÁNICOS NIVEL 4	NORMA EN 388 2016
1	PAR	CALZADO DE SEGURIDAD DIELECTRICO	NORMA NTE 50321, Tipo 00
1	U	GAFAS DE SEGURIDAD LENTE CLARO	NORMA ANSI Z87.1 (Z87+)
1	U	BARBUQUEJO DOS PUNTOS DE APOYO	

Anexo 10. Plan de mantenimiento Carga Programable. Inspección termográfica y EPP necesario.

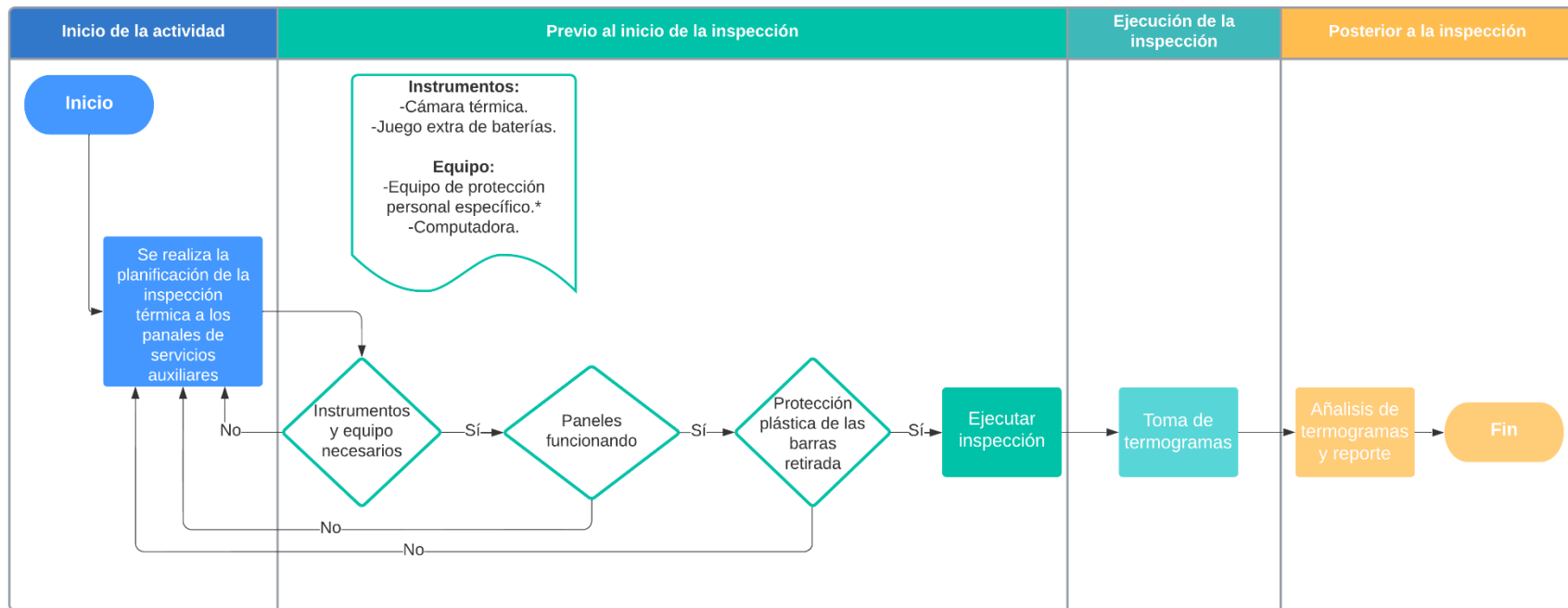
CARGA PROGRAMABLE INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA DE SUELO



Cantidad	Unidad	DESCRIPCION DEL EPP PARA CARGA PROGRAMABLE	ESPECIFICACION
1	U	CASCO DE SEGURIDAD	ANSI/ISEA Z89.1-2014, Tipo I Clase E
1	PAR	GUANTES RIESGOS MECÁNICOS NIVEL 4	NORMA EN 388 2016
1	PAR	CALZADO DE SEGURIDAD DIELECTRICO	NORMA NTE 50321, Tipo 00
1	U	GAFAS DE SEGURIDAD LENTE CLARO	NORMA ANSI Z87.1 (Z87+)
1	U	BARBUQUEJO DOS PUNTOS DE APOYO	

Anexo 11. Plan de mantenimiento Sistemas de Control y Servicios Auxiliares. Inspección termográfica y EPP necesario.

ALIMENTACION DEL EDIFICIO, SISTEMAS DE CONTROL Y SERVICIOS
AUXILIARES
 INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA DE SUELO



Cantidad	Unidad	DESCRIPCION DEL EPP PARA ANÁLISIS TÉRMICO SERVICIOS AUXILIARES	ESPECIFICACION
1	U	CASCO DE SEGURIDAD	ANSI/ISEA Z89.1-2014, Tipo I Clase E
1	PAR	GUANTES DIELECTRICOS	NORMA EN 60903 TIPO 00
1	PAR	CALZADO DE SEGURIDAD DIELECTRICO	NORMA NTE 50321, Tipo 00
1	U	GAFAS DE SEGURIDAD LENTE OSCURO	NORMA ANSI Z87.1 (Z87+)
1	U	ARNES CUERPO ENTERO EN H 3 ARGOLLAS	NORMA ANSI Z359.1-2007
1	U	ESLINGA DOBLE GANCHO CON ABSORVEDOR DE ENERGÍA	NORMA ANSI Z359.1-2007
1	U	LÍNEA ANTI CAÍDA AUTO RETRÁCTIL	NORMA ANSI Z359.1-2007