**ANTECEDENTES.**

Para la investigación de este proyecto de grado, se tienen en cuenta 3 variables principales como bases para el desarrollo y búsqueda de información los cual son; termografías en módulos fotovoltaicos, inspecciones termografícas módulos fotovoltaicos y procesamiento de imágenes en reconocimiento de objetos o sistemas de paneles fotovoltaicos.

**TERMOGRAFÍAS EN MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.**

Morales Le Roy (2020) en la investigación “Detección de anomalías en paneles fotovoltaicos en base a imágenes multiespectrales”, desarrolla un metodo de analisis de imágenes multiespectrales para detectar fallas en paneles fotovoltaicos utilizando herramientas computacionales, software opensource y redes neuronales. Como metodología utilizo el análisis termográfico y análisis de espectro visible, comparando los resultados con el algoritmos desarrollado usando OpenCV 4.1.0 para estudiar los alcances del sotfware libre. En consecuencia de está investigación se aporta que los algoritmos para el analisis de termografías por método RGB presentan muy buen rendimiento y conforman una gran herramienta no desctrutiva para la inspección de lo paneles fotovoltaicos. (Morales Le Roy, 2020)

Álvarez Tey (2018) en su tesis doctoral “Caracterización de instalaciones fotovoltaicas mediante técnicas de termografía infrarroja”, determina la insteccion termografica como técnica no destructiva habitual para el control de calidad de los módulos Fv y para una adecuada inspeccion es necesario tener en cuenta posicionamiento y configuración del equipo termografico para reducir los errores de medición. Como metodologia se analiza la incidencia de tempetaratura aparente reflejada en la inspección termografica, determinando experimentalmente el valor de la emisividad de los modulos fotovoltaicos. También aporta el posicionamiento de los equipos termograficos para minimizar los reflejos procedentes del sol y del cielo. Por ultimo estudia la distancia de la toma de imágenes termograficas para obtener datos adecuados. El principal aporte que desarrolla esta investicación es una propuesta de procedimiento de inspección termografíca para panales FV. Se concluye que la termografía pasiva es relativamente simple y eficaz para la detección de defectos térmicos en sistemás fotovoltaicos. (Álvarez Tey, 2018)

**INSPECCIONES TERMOGRAFÍCAS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.**

Sánchez Garay (2020) abarcó en su memorial de titulación “Inspección basada en Termografía Aérea para Plantas Fotovoltaicas situadas en Techos” estudios de la termografía aérea para poder establecer caracteristicas usuales que una inspección debe realizar en las instalaciones de paneles fotovoltaicos y aportar a los mantenimientos de dichas generadoras. El desarrollo de esta investigación se dividio en 2 partes; 1) Investigación de las termografías aéreas y, después, se efectuarón pruebas de vuelvo con un RPA DJI Matrice 200 v1.0 y cámara termográfica Zenmuse XT 2. 2) Se desarrolló un experimento emulando un módulo fotovoltaico con puntos calientes. Se concluye que aplicación de esta técnica depende de las tecnologías como los UAVs y cámara termografícas. Lo anteriór de la mano con surgimiento de normativa específica en inspecciones de paneles fotovoltaicos empleando drones. (Sánchez Garay, 2020)

Ituarte, Martínez y Tarifa, (2019) se refienre en el artuculo “Monitoreo en plantas fotovoltaicas: una revisión de técnicas y métodos utilizando imágenes termográficas.” A las diferentes tecnicas y metodos para monitorear módulos FV mediante drones y cámaras. Para lo cual, se analizó experiencias previas de otros paises. Los resultados destacan que el monitorio por drones es una solución acertada. También se debe tener en cuenta la altura de vuelo del drone y el ángulo de enfoque de la cámara termografíca para mejores resultados del monitoreo. (Ituarte, Martínez, & Tarifa, 2019)

Aldana Rodríguez y Muñoz Rodríguez (2017) detallan el proceso de inspección termografíca bajo los estandares ASTM en su tranajo de investigación “Aplicación de la termografía infrarroja como método de inspección no destructivo de un túnel de viento de baja velocidad.” Partiendo de los principios fisicos de la radiación infraroja. Se desarrollo el estudio y la aplicación de la inspección termográfica como herramienta de mantenimiento preventivo. La técnica usada como método de inspección fue el codigo API 580 y 581, También se caracterizo las variables teoricas y físicas. Entre otras conclusiones, se destaca la afirmación que los 2 parametros más importantes al momento de una medición termográficas son la emisividad y la temperatura reflejada. (Aldana Rodríguez & Muñoz Rodríguez, 2017)

Silva, Salazar, Ponce y Herrera (2017) en el articulo “Procedimiento para inspección de tableros eléctricos con termografía infrarroja” describen la instección termográfica como técnica no destructiva para la tomas de medidas a distancia y con exactitud. Tambien presenta un procedimiento para la toma de imágenes termografícas a tableros eléctricos y explica con detalle la configuación del instrumento de medida (cámara termografíca). Realiza un proceso metódico paso a paso empleando una cámara termografíca serie E de FLIR y el análisis de las imagénes con base a la norma ISO 18434-1:2008. Dejando como resultado lo siguiente: Las cámaras termografícas son equipos de alto costo, pero en un futuro, se obtiene el retorno de esta inversión al reducir las fallas imprevistas y los tiempos muertos de los procesos. Los análisis termografícos son 80% más rápidos, precisos y eficientes, que al realizarlos con otros equipos. (Silva, Salazar, Ponce, & Herrera, 2017)

**PROCESAMIENTO DE IMÁGENES EN RECONOCIMIENTO DE OBJETOS O SISTEMAS DE PANELES FOTOVOLTAICOS.**

Alvarez Gonzalez (2020), en la tesis para optar por el tiítulo de grado; “Diseño e implementación de un sistema de detección de sombras y polvo en paneles solares usando tratamiento de imagen por medio de redes convolucionales.” Expone el diseño e implementacción de un sistema de detección de polvo y sombra para paneles fotovoltaicos a partir de modelos computarizados usando “Deep learning” y redes neuronales convolucionales. El motivo es que el sistema sea capaz de determinar las sombras y polvo entregando la forma y el área con tratamiento de redes neuronales. Como resultado, se obtuvo un sistema capaz de identificar formar en los paneles fotovoltaicos de rendimiento aceptable, pero el modelo está sujeto al fondo y ángulo de toma de imagen. (Alvarez Gonzalez, 2020)

Cayllahua Quispe (2019) diseñó en la tesis de maestría “Diseño y construcción de un sistema de seguimiento solar, para sistemas fotovoltaicos, basado en procesamiento de imágenes” un sistema de seguimiento solar con 2 grados de libertad, para lo cual utilizo una webcam como instrumento de medida y mediante imágenes sucesivas determina la posición del sol utilizando técticas de preocesamiento de imágenes. El objetivo de este trabajo, es detarminar las cordenadas del sol, es decir los ángulos zenital y azimutal para implementar segumiento de la trayectoria durante el día. Como metodología se estudió los ángulos zenital y azimutal para hallar los cuadrantes de posición solar. Usando OpenCv y algoritmos en lenguaje Phyton, se procesaron las imágenes generando señales a un arduino – uno para accionar motores paso a paso y, así, posicionar el módulo fotovoltaico un ángulo de mayor eficiencia para la captación de la energía solar. Los resultados detacados son; el diseño y construcción de un sistema hibrido (Se compone de hardware y sotfware), con base a ténicas de procesamientos de imágenes, con una incertidumbre menor a 1° y alta inmunidad a las condiciones climaticas. Las ténicas sobresalientes de procesamiento de imágenes para el desarrollo de esta investigación son la binarización, dilatación y erosión. (Cayllahua Quispe, 2019)

Aranda, Medina, Rodriguez y Gonzalez (2017) exponen en el articulo “Aplicación de Técnicas de Visión Artificial y Sistemas Expertos para la Determinación del Valor de Monedas” un sistema experto identificador de monedas creado apartir de MatLab. El objetivo de esta investigación es utilizar como opción un hardware poco costoso en la implemetación de un sistema de reconocimiento de objetos. Como metodologia se utilizo escalas monocromáticas para la eliminación de ruido y creación de estructuras morfológicas. En conclución, el sistema fue capaz de reconocer la denominación de las monedas al 100% y en diferentes ángulos. El uso de librerias de formas adecuadas son herramientas que ayudan mucho a simplificar los procesos que utilizan técnicas de procesamiento de imágenes. (Aranda, Medina, Rodriguez, & Gonzalez, 2017)

Pascual Arribas (2016), establece en su trabajo de tesis “Captura y procesamento de imágenes de una cámara térmica.” Desarrollo de una interfaz de aplicación de software que permite automatizar la toma de imánes termograficas y la lectura de temperatura. La fnalidad es diseñar un API para cámaras térmicas Flir Tau en versiones 2.0 en adelante. Como metodología, se desarrollo una investigación del hardware utilizado en las cámaras térmicas Flir Tau 2, para implementar los requisitos de API y desarrollar el proceso de obtención de la temperatura apartir de las imágenes. Se consiguio desarrollar una interfaz para el control de los ajustes básicos, permitiendo descargar los datos en una computadora y leer la temperatura pixel a pixel. (Pascual Arribas, 2016)

# **REFERENCIAS ANTECEDENTES**

Aldana Rodríguez, D., & Muñoz Rodríguez, C. J. (2017). *Aplicación de la termografía infrarroja como método de inspección no destructivo de un túnel de viento de baja velocidad.* Tesis de grado., Fundación universitaria los libertadores, Bogotá D.C, Colombia.

Alvarez Gonzalez, F. (2020). *Diseño e implementación de un sistema de detección de sombras y polvo en paneles solares usando tratamiento de imagen por medio de redes convolucionales.* Tesis de grado, Universidad de los andes, Bogotá D.C, Colombia.

Álvarez Tey, G. (2018). *Caracterización de instalaciones fotovoltaicas mediante técnicas de termografía infrarroja.* Tesis de doctorado, Universidad internacional de Valencia., Valencia, España.

Aranda, M., Medina, L., Rodriguez, I., & Gonzalez, S. (2017). *Aplicación de Técnicas de Visión Artificial y Sistemas Expertos para la Determinación del Valor de Monedas.* Articulo científico, Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora, México.

Cayllahua Quispe, L. F. (2019). *Diseño y construcción de un sistema de seguimiento solar, para sistemas fotovoltaicos, basado en procesamiento de imágenes.* Tesis de maestría, Universidad nacional de san agustín de arequipa., Arequipa, Perú.

Ituarte, L., Martínez, S., & Tarifa, E. (2019). *Monitoreo en plantas fotovoltaicas: una revisión de técnicas y métodos utilizando imágenes termográficas.* Articulo científico, Universidad Nacional de Jujuy, Jujuy, Argentina.

Morales Le Roy, P. I. (2020). *Detección de anomalías en paneles fotovoltaicos en base a imágenes multiespectrales.* Tesis de grado., Universidad de Chila., Santiago de Chile, Chile.

Pascual Arribas, R. (2016). *Captura y procesamiento de imágenes de una cámara térmica.* Universidad Politácnica de Madrid, Madrid, España.

Sánchez Garay, J. U. (2020). *Inspección basada en Termografía Aérea para Plantas Fotovoltaicas situadas en Techos.* Tesis de grado, Universidad Técnica Federico Santa María, Santiago de Chile, Chile.

Silva, A., Salazar, M. d., Ponce, J., & Herrera, G. (2017). *Procedimiento para inspección de tableros eléctricos con termografía infrarroja.* Articulo científico, Universidad Tecnológica de Puebla., Puebla, México.