



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

**Influencia del filtro frontal de poliéster en el control de agentes
ambientales en las cabinas de inversión de una planta
fotovoltaica de Moquegua-2022.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL INGENIERO MECÁNICO
ELÉCTRICISTA**

AUTORES:

Bach. Lira Badoino, Javier Alonso (0000-0002-6117-3680)

Bach. Córdova Flores, Roosevelt José (0000-0002-5977-1673)

ASESOR:

Dr. Fredy Dávila Hurtado (0000-0001-8604-8811)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistemas y planes de mantenimiento

CHICLAYO – PERÚ

2022

DEDICATORIA

Dedicamos la presente investigación a nuestros padres, porque nos supieron dirigir hacia la autosuperación, además de habernos brindado el apoyo emocional que nos ayudó a no perder la mira de nuestros objetivos en momentos difíciles.

AGRADECIMIENTO

Queremos aprovechar esta oportunidad para agradecer a Dios por darnos salud y proveernos de los recursos que nos permitieron estar culminando nuestra carrera profesional. Asimismo, a la Universidad César Vallejo que hace posible graduarnos de una casa de estudio de prestigio.

Índice de contenidos

I.	INTRODUCCIÓN	3
II.	MARCO TEÓRICO	6
III.	METODOLOGÍA	11
3.1.	Tipo y diseño de investigación	11
3.1.1.	Tipo de investigación	11
3.1.2.	Diseño de investigación	11
3.2.	Variables y operacionalización	12
3.2.1.	Variables	12
3.2.2.	Operacionalización	12
3.3.	Población, muestra y muestreo	12
3.3.1.	La población	12
3.3.2.	Criterios de inclusión y exclusión	13
	Criterios de inclusión	13
	Criterios de exclusión	13
3.3.3.	La muestra	13
3.3.4.	El muestreo	13
3.3.5.	Unidad de análisis	13
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	13
	Recolección de datos	13
	Instrumentos	14
3.5.	Procedimiento	14
3.6.	Métodos de análisis estadístico	16
3.7.	Aspectos éticos	17
4.	RESULTADOS	18
4.1.	Sobre el objetivo 1: Determinar la influencia del filtro frontal de poliéster en las partículas de polvo.	19
4.1.1.	Medición de las partículas de polvo (pretest).	19

4.1.2. Medición de las partículas de polvo (postest).	21
4.1.3. Contrastación la hipótesis 1	21
4.2. Sobre el objetivo 2: Determinar la influencia del filtro frontal de poliéster en la temperatura.	23
4.2.1. Medición de la temperatura (pretest).	23
4.2.2. Medición de la temperatura (postest).	24
4.2.3. Contrastación de la hipótesis 2	25
4.3. Sobre el objetivo 3: Determinar la influencia del filtro frontal de poliéster en la humedad	26
4.3.1. Medición de la humedad (pretest).	27
4.3.2. Medición de la humedad (postest).	28
4.3.3. Contrastación de la hipótesis 3	29
5. DISCUSIÓN	31
6. CONCLUSIONES	35
7. RECOMENDACIONES	36
REFERENCIAS	37
ANEXOS	41

Índice de tablas

Tabla 1: Baremos percentiles de Partículas de polvo	17
Tabla 2: Nivel de Partículas de polvo en el inversor	18
Tabla 3: Rangos de temperatura del funcionamiento del inversor	18
Tabla 4: Rangos de humedad de funcionamiento del inversor	18
Tabla 5: Partículas de polvo (pretest)	21
Tabla 6: Partículas de polvo (postest)	22
Tabla 7: Estadísticos de grupo. Partículas de polvo	23
Tabla 8: Prueba t para muestras relacionadas del Pre y post test de Partículas de polvo	23
Tabla 9: Temperatura (pretest)	24
Tabla 10: Temperatura (postest)	25
Tabla 11: Estadística de muestras relacionadas. Temperatura	27
Tabla 12: Prueba t para muestras relacionadas del Pre y post test de Temperatura	27
Tabla 13: Humedad (pretest)	28
Tabla 14: Humedad (postest)	29
Tabla 15: Estadística de muestras relacionadas. Humedad	30
Tabla 16: Prueba t para muestras relacionadas del Pre y post test de Humedad	31

Índice de figuras

Figura 1: Partículas de polvo (pretest)	21
Figura 2: Partículas de polvo	22
Figura 3: Temperatura (pretest)	25
Figura 4: Temperatura (postest)	26
Figura 5: Humedad (pretest)	29
Figura 6: Humedad (postest)	30

RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo determinar la influencia de un filtro frontal de poliéster en el control de los agentes ambientales en el interior de las cabinas de inversión de una planta fotovoltaica en la ciudad de Moquegua. Metodológicamente, la presente investigación es de enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, alcance explicativo y diseño preexperimental, teniendo como población 41 cabinas de inversión de energía continua, aplicando un muestreo no probabilístico intencionado, se decidió trabajar con una muestra de una sola cabina, dado que es la única en la que se les brindó facilidades a los investigadores. El procedimiento se realizó en el interior de la cabina, en el cual se realizarán dos mediciones de los agentes ambientales, ambas consistentes en seguimientos diarios de los valores de los agentes ambientales (partículas de polvo suspendidas, humedad y temperatura). La primera medición se denominó medición de pretest, esta consistió en un registro de los valores de los agentes ambientales durante una semana, posteriormente se implementó el filtro frontal de poliéster y luego de ello, se procedió a efectuar una nueva medición denominada postest, a través de un nuevo seguimiento y registro de los valores diarios de los agentes ambientales durante otra semana. Para las labores antes mencionadas se empleó como técnica el análisis documental y como instrumento la ficha de seguimiento, esta última recabó los valores diarios de los agentes ambientales: partículas de polvo, humedad y temperatura. Otro instrumento que se empleó fue un medidor de agentes ambientales que se adquirió para el desarrollo de la presente investigación. Para la prueba de hipótesis se hizo uso del estadístico T de Student para muestras relacionadas, que es el adecuado para estudios preexperimentales en los que se busca determinar la influencia de una variable independiente en otra variable dependiente, determinándose que el filtro frontal de poliéster influye significativamente en los tres agentes ambientales estudiados.

Palabras clave: polvo atmosférico, material particulado, partículas de polvo, filtro de poliéster, inversor de corriente alterna.

ABSTRACT

The objective of this study is to determine the influence of a polyester front filter in the control of environmental agents inside the investment cabins of a photovoltaic plant in the city of Moquegua. Methodologically, the present investigation is of a quantitative approach, of an applied type, explanatory scope and pre-experimental design, having as a population 41 cabins of continuous energy investment, applying an intentional non-probabilistic sampling, it was decided to work with a sample of a single cabin, given which is the only one in which facilities were provided to researchers. The procedure was carried out inside the cabin, in which two measurements of the environmental agents will be made, both consisting of daily monitoring of the values of the environmental agents (suspended dust particles, humidity and temperature). The first measurement was called pretest measurement, this consisted of a record of the values of environmental agents for a week, later the polyester front filter was implemented and after that, a new measurement called posttest was carried out, through of a new follow-up and recording of the daily values of the environmental agents during another week. For the tasks mentioned above, documentary analysis was used as a technique and the monitoring sheet as an instrument, the latter collecting the daily values of environmental agents: dust particles, humidity and temperature. Another instrument that was used was a meter of environmental agents that was acquired for the development of this investigation. For the hypothesis test, the Student's T statistic was used for related samples, which is adequate for pre-experimental studies in which it is sought to determine the influence of an independent variable on another dependent variable, determining that the polyester front filter significantly influences in the three environmental agents studied.

Keywords: atmospheric dust, particulate matter, dust particles, polyester filter, alternating current inverter..

I. INTRODUCCIÓN

Con el avance de la sociedad, el advenimiento del Estado (Galván y Ori 2021), la aparición de la ciencia y los avances en la tecnología, el hombre ha logrado poner en marcha megaciudades, que cuentan con servicios que antes eran impensables, logrando hoy en día el uso de la tecnología en el día a día del hombre, pero al mismo tiempo, este estilo de vida ha vuelto al ser humano dependiente del empleo de fuentes energéticas y circuitos electrónicos (Aragón Estrada 2019), siendo estos últimos susceptibles a perjuicios que les pueden ocasionar diversos factores ambientales, como son la temperatura y la humedad, más aún si no se les practica el mantenimiento correspondiente.

Tal situación constituye un problema a nivel global, como lo señala la Organización de las Naciones Unidas (2021), dado que el incremento del calor y la humedad en Asia-Pacífico estarían poniendo en riesgo a la tercera parte de las centrales eléctricas y al 42% de las principales infraestructuras que principalmente operan con este tipo de energía. Agregado a lo anterior, el Consejo Nacional de Protección Contra Incendios, citado por Molina (2021), señala que los fallos eléctricos a causa de la desatención de los efectos de los agentes ambientales en circuitos eléctricos son la principal causa de los incendios en México, los cuales han llevado al deceso de más de 6 mil personas en los últimos 10 años.

Este problema se parecía también en Centro América, donde la FM Global, citada por Yancy (2021), indica que en Costa Rica los agentes ambientales y la falta de mantenimiento de los equipos eléctricos llegan a ocasionar hasta el 56% de los incendios por fallas en equipos eléctricos. Además, esta situación problemática se aprecia también en América del Sur, donde el Colegio de Ingenieros de Venezuela y la Asociación Venezolana de Ingenieros Eléctricos, Mecánicos y Profesionales Afines, citados por León (2019), declaran que la falta de un adecuado mantenimiento y el arribo de los agentes ambientales en Venezuela vienen ocasionando tal deterioro en las principales redes eléctricas, lo cual viene causando una afectación al 30% de la población venezolana.

Este problema llega incluso al territorio peruano, conforme refiere Careces, citado por Andina (2018), en el Perú ocurren más de 30 incendios al día, de los cuales al menos el 70% se debe a problemas eléctricos, por falta de mantenimiento y

perjuicios ocasionados por agentes ambientales. Asimismo, este problema se viene presentando en la Planta Fotovoltaica RUBI, en donde las condiciones climáticas como la humedad y la polución vienen perjudicando el funcionamiento de la planta solar, conforme lo refieren los trabajadores de dicha entidad.

Por lo antes expuesto, queda en evidencia que el problema de estudio está acreditado a nivel global, de Latinoamérica y también en el ámbito nacional, por lo cual es coherente indagar en el mismo en pro de mitigar sus efectos perjudiciales. Asimismo, conforme señala (nVent HOFFMAN 2019) los sistemas de filtrado pueden ayudar a prevenir los efectos de los agentes ambientales. Además, esta investigación cuenta con justificación teórica, dado que, sus aportes sirven para incrementar el cúmulo de conocimientos respecto al estudio de las partículas o material particulado y su daño hacia los circuitos eléctricos. Además, el presente estudio cuenta también con justificación económica, puesto que, a raíz de la implementación de los filtros se consiguió una reducción en los gastos de mantenimiento de las cabinas de inversión de la empresa de energía fotovoltaica donde se desarrolló este estudio.

Por lo tanto, se planteó como problema general: ¿De qué manera influye un filtro frontal de poliéster en el control de los agentes ambientales en el interior de las cabinas de inversión de una planta fotovoltaica de Moquegua, 2022?

Asimismo, como problemas específicos: PE01: ¿De qué manera influye un filtro frontal de poliéster en el control de las partículas de polvo suspendidas en el interior de las cabinas de inversión de una planta fotovoltaica de Moquegua, 2022?; PE02: ¿De qué manera influye un filtro frontal de poliéster en el control de la humedad en el interior de las cabinas de inversión de una planta fotovoltaica de Moquegua, 2022?; PE03: ¿De qué manera influye un filtro frontal de poliéster en el control de la temperatura en el interior de las cabinas de inversión de una planta fotovoltaica de Moquegua, 2022?

Teniendo como objetivo general: Determinar la influencia del filtro frontal de poliéster en el control de los agentes ambientales en el interior de las cabinas de

inversión de una planta fotovoltaica de Moquegua, 2022. Asimismo, como objetivos específicos: OE01: Determinar la influencia del filtro frontal de poliéster en el control de las partículas de polvo suspendidas en el interior de las cabinas de inversión de una planta fotovoltaica de Moquegua, 2022; OE02: Determinar la influencia del filtro frontal de poliéster en el control de la humedad en el interior de las cabinas de inversión de una planta fotovoltaica de Moquegua, 2022; OE03: Determinar la influencia del filtro frontal de poliéster en el control de la temperatura en el interior de las cabinas de inversión de una planta fotovoltaica de Moquegua, 2022.

Y contando con las hipótesis siguientes: HE01: El filtro frontal de poliéster influye significativamente en el control de las partículas de polvo suspendidas en las cabinas de inversión de una planta fotovoltaica de Moquegua, 2022; HE02: El filtro frontal de poliéster influye significativamente en el control de la humedad en las cabinas de inversión de una planta fotovoltaica de Moquegua, 2022; HE03: El filtro frontal de poliéster influye significativamente en el control de la temperatura en las cabinas de inversión de una planta fotovoltaica de Moquegua, 2022.

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes de la presente investigación se tienen:

Angulo et al. (2020), investigaron: “Estudio del efecto del polvo y estimación de la potencia nominal en un string fotovoltaico”, realizada en 3 strings tándem (a-Si / μ -Si) de 1,15 kW de Lima. Metodológicamente se realizó en 2 periodos temporales, el primero de un año en el que se limpió dos veces a la semana, en el segundo periodo cuya duración también fue de un año, se dejó que el polvo se depositara de modo natural, para con ello estudiar sus efectos en la generación de energía, todo lo anterior empleando condiciones estándar de medida. Los resultados indicaron que puede llegar a haber una pérdida de hasta el 40% de la capacidad de generar energía como consecuencia de la acumulación de polvo.

Javed et al. (2017), investigaron: “Caracterización del polvo acumulado en paneles fotovoltaicos en Doha, Qatar”, esta investigación fue realizada en los paneles de varios centros fotovoltaicos de Qatar. Metodológicamente se procedió a la recolección de muestras de polvo acumulado naturalmente durante varios tiempos de exposición en paneles fotovoltaicos, se aplicó la tasa de acumulación de polvo (DAR) durante el tiempo de exposición se determinó gravimétricamente. Las muestras de polvo se caracterizaron a través del análisis del tamaño de partículas de rayos X (XRF), difracción de rayos X (XRD) y microscopía electrónica de barrido (SEM). Los resultados señalaron que el calcio resultó ser el elemento más abundante en el polvo acumulado, seguido del silicio, el hierro, el magnesio y el aluminio. La calcita, la dolomita y el cuarzo fueron los minerales dominantes en el polvo acumulado, siendo el yeso un componente menor. El polvo recolectado después de las tormentas de polvo tenía proporciones más altas de contenido de halita y cuarzo que los días sin tormentas de polvo.

Ilse et al. (2018), investigaron: “Fundamentos de los procesos de ensuciamiento en módulos fotovoltaicos”, esta investigación buscó una descripción general de los parámetros macro y microscópicos que influyen en la suciedad. El método que empleó fue la revisión de la literatura, a través del cual se efectuó un análisis de otras investigaciones para llegar a un conjunto de conclusiones relevantes para el entendimiento de este tema. Los resultados de este estudio indican que la suciedad puede ser un grave problema para los sistemas de energía solar, principalmente en

lugares polvorientos con poca lluvia. Las correlaciones teóricas entre la acumulación de polvo y los factores ambientales se validaron mediante la evaluación estadística de experimentos al aire libre. La distribución del tamaño de las partículas parece ser ampliamente comparable para la mayoría de las regiones del mundo con tamaños de partículas dominantes en el rango de tamaños de limo (diámetro de partículas entre 2 y 63 μm). Además, los módulos fotovoltaicos pueden enfriarse por debajo de la temperatura ambiente durante la noche debido al enfriamiento radiativo.

Gupta et al. (2019), investigaron: “Revisión exhaustiva sobre el efecto del polvo en el sistema solar fotovoltaico y técnicas de mitigación”, esta investigación buscó revisar los trabajos acerca de las causas de la deposición de polvo en la superficie de módulos fotovoltaicos. Los resultados apreciados demuestran que el polvo degrada el rendimiento del módulo fotovoltaico al afectar las características eléctricas, las características ópticas y las características térmicas del módulo fotovoltaico. Los dos elementos, la irradiación orientada al sol y la temperatura, asumen un papel crucial a la hora de decidir el rendimiento energético del módulo fotovoltaico. El polvo degrada el rendimiento del módulo fotovoltaico al influir en la fuerza de la radiación solar, la temperatura de la superficie y producir sombra parcial.

En esta investigación se recogen conceptos como:

Partículas de polvo

También conocidas como polvo atmosférico o material particulado, según la Consejería de Salud Región de Murcia (s.f.), son el principal componente de las brumas, polvo suspendido y humo, implican problemas en la calidad del aire, representan un tipo de contaminación que también puede poner en peligro la salud de las personas. Se componen de componentes como los sulfatos y nitratos, cloruro sódico, amoníaco, químicos orgánicos, alérgenos, partículas de polvo y metales.

Han et al. (2017), citados por Verma, Subbiah y Kota (2019), indican que el material particulado se define como pequeñas sustancias arenosas sólidas y líquidas suspendidas que existen en la atmósfera. Estas partículas en el aire se clasifican en función del diámetro aerodinámico en partículas suspendidas totales.

(<10metrom), partículas respirables (PM10, <10metrom), partículas finas (PM2.5, <2.5metrom) y partículas ultrafinas (<0,1metrom)

Los diámetros o tamaños de las partículas

Las partículas presentes en el aire son tan diminutas que no se pueden ver a simple vista. Es una mezcla compleja de hollín, humo, metales, nitratos, sulfatos, polvo, agua, caucho y otras partículas (Kalia y Ansari 2020).

La principal clasificación de partículas se hace según su diámetro, clasificándolas en PM₁₀ (cuyo diámetro aerodinámico es menor a las 10 micras) o PM_{2.5} (con un diámetro aerodinámico menor a 2,5 micras). Las fuentes donde se originan las partículas finas están en toda clase de combustión, incluyendo a los automóviles, plantas de energía, incendios forestales, quema de madera, entre otros.

Respecto a la capacidad de afectación del polvo en equipos eléctricos

En general todos los equipos electrónicos y eléctricos necesitan un idóneo mantenimiento para ampliar su capacidad de vida útil, y con ello gozar de un adecuado funcionamiento. Sin embargo, hay elementos capaces de dañar estos sistemas, dentro de estos elementos se pueden encontrar la temperatura, la humedad y las partículas en el aire. Tales elementos al depositarse en las partes electrónicas y eléctricas perjudican el funcionamiento de los equipos, pues degradan los componentes de las tarjetas electrónicas, dado que, al estar estas partículas conformadas por gases, materia orgánica, metales, entre otros, se van adhiriendo a las superficies, y con el paso del tiempo, se puede notar el daño ocasionado en los equipos (Instituto Nacional de Aprendizaje 2020). Sus efectos más comunes son: al acumularse el polvo de manera continua en las superficies y componentes internos, se da un aumento de la temperatura interna y disminuyendo la vida del equipo; las partículas instaladas dentro y fuera de los equipos electrónicos se pueden llegar a cargar de agua si la humedad no es controlada, lo cual genera oxidación y corrosión de los componentes metálicos, lo que a su vez mengua el rendimiento del equipo; y los cortocircuitos causados por la acumulación del polvo en los equipos, pues este sirve como conductor eléctrico (nVent HOFFMAN 2019).

Uno de los factores más importantes que afectan la eficiencia de los paneles fotovoltaicos es el polvo acumulado en la superficie del panel. El polvo y otras partículas (Dogan et al. 2020).

Otros agentes que afectan los equipos eléctricos

Existen elementos capaces, al igual que el polvo, de afectar la producción y el rendimiento de la electricidad, dentro de estos podemos encontrar a la irradiación, la temperatura, pues estos también afectan la producción de energía, además el humo en particular afecta la acumulación de suciedad en la superficie de los módulos fotovoltaicos. También la irradiación solar acumulada, la potencia nominal del módulo en STC, la temperatura de funcionamiento, la tensión de potencia máxima, la suciedad, la variación en el espectro solar y las pérdidas ópticas también son importantes en la afectación que estos aparatos pueden tener. Algunos autores llegan a sugerir que existen más de 30 factores que afectan el rendimiento de los paneles fotovoltaicos, todos los cuales se encuentran en el medio ambiente, asimismo, la temperatura del aire exterior es un factor crítico en términos de temperatura del módulo fotovoltaico. Por ejemplo, a medida que aumenta la radiación solar, disminuye la eficiencia eléctrica del módulo fotovoltaico, mientras que aumenta la potencia del módulo fotovoltaico (Narkwatchara, Ratanatamskul y Chandrachai 2020).

Respecto al medidor de agentes ambientales

Fue creado por la marca PCE Instruments (s.f.), este dispositivo está diseñado para la medición de parámetros medioambientales como el CO₂, formaldehído, partículas, temperatura y humedad relativa, así como el TVOC. Su pantalla puede mostrar toda esta data de manera alterna, puede controlar el medioambiente hasta por 5 horas sin conectarse a una red eléctrica, en caso de necesitarse una medición continua se puede enchufar a una red eléctrica mediante interfaz USB. Su cargado máximo se obtiene en dos horas. Los rangos de medición de dióxido de carbono van de 0 a 9999 ppm. Este dispositivo cuenta con una barra de color para la lectura de concentración con información sobre la calidad del aire. Además, puede medir las concentraciones de formaldehído, mide de manera orientativa la concentración de partículas, distinguiendo a las partículas gruesas con un diámetro máximo de 10

μm (PM10) y las partículas finas con un diámetro máximo de 2,5 μm (PM2,5). Tiene una memoria para hasta cinco mil grupos de medición e indicación de hora y fecha.

Parámetros de protección de sistemas eléctricos contra agentes externos sólidos (Ministerio de Energía y Minas 2006)

Tabla IP Protección contra ingreso de objetos sólidos	
Número	Descripción
0	Sin protección
1	Objetos mayores de 50 mm
2	Objetos mayores de 12 mm
3	Objetos mayores de 2,5 mm
4	Objetos mayores de 1 mm
5	Protección contra polvo
6	Hermético al polvo

Sobre el filtro

Filtro del material poliéster adecuado para la protección de las cabinas contenedoras de los inversores de corriente alterna de una planta fotovoltaica (nVent HOFFMAN 2019). El filtro de poliéster se ha convertido en uno de los medios filtrantes más utilizados debido a su bajo costo y durabilidad a largo plazo (Xie et al. 2020). A este elemento se le hicieron numerosos estudios de evaluación de su rendimiento, dentro de los cuales se puede destacar el rendimiento antiestático al aplicarle un tratamiento de plasma, el empleo de chorl para mejorar su absorción electrostática, entre otros.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

La presente investigación es de enfoque cuantitativo, dado que sus resultados se expresan en cifras numéricas, además que se contó con pruebas de hipótesis comprobadas a través de procesamientos estadísticos.

Es de tipo aplicada, conforme al CONCYTEC (2019), dado que está enfocada en dar solución a un problema práctico correspondiente a la situación problemática previamente advertida.

Según su alcance es explicativa, dado que busca explicar la ocurrencia de un fenómeno, en la medida que se manifiesta y el efecto que una variable independiente tiene en una variable dependiente. Además, según su corte es longitudinal, dado que se efectuó más de una medición de la variable dependiente a lo largo del tiempo (Hernández, Fernández y Baptista 2014).

3.1.2. Diseño de investigación

Considerando a Carrasco (2019), la presente investigación corresponde al diseño preexperimental de preprueba posprueba con una sola medición, que deberá recaer en la variable dependiente: agentes ambientales. Lo que se puede expresar:

$$G \quad O_1 \quad X \quad O_2$$

Donde:

G: Muestra

X: Variable independiente: filtro frontal de poliéster

O1: Medición en pretest de los agentes ambientales

O2: Medición postest de los agentes ambientales

Lo que se interpreta en que se realizará una medición de las partículas de polvo (pretest), posteriormente se aplicó el filtro frontal de poliéster, seguidamente se volvieron a medir las partículas de polvo (postest), con lo cual se pudo tener información que procesar estadísticamente para así evidenciar la influencia que los filtros de poliéster ejercen en el control de los agentes ambientales.

3.2. Variables y operacionalización

3.2.1. Variables

Considerando que el presente estudio es de diseño preexperimental con pretest y postest, se cuenta con dos variables, una independiente y otra dependiente. Pero, aunque sean dos, las mediciones deben recaer solamente en una, la variable dependiente.:

- Variable independiente: Filtro frontal de poliéster
- Variable dependiente: Agentes ambientales

3.2.2. Operacionalización

- La variable independiente denominada Filtro frontal de poliéster, se operacionaliza en dos dimensiones: eficacia y efectividad.
- La variable dependiente denominada Agentes ambientales, se operacionaliza en tres dimensiones: partículas de polvo suspendidas, temperatura y humedad.

(La matriz de operacionalización de variables se encuentra en el anexo 1).

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. La población

En esta investigación la población de estudio se conformó por las 41 cabinas de inversión de energía continua a energía alterna.

3.3.2. Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión

- Que la cabina de inversión se encuentre funcionando en la planta fotovoltaica RUBI.
- Que la cabina se encuentre en buen funcionamiento.
- Que la cabina sea seleccionada de acuerdo con las facilidades del investigador.

Criterios de exclusión

- Cabinas situadas fuera de la planta fotovoltaica RUBI.
- Cabinas averiadas o que vengan presentando problemas que les impidan su funcionamiento.
- Cabinas que no sean seleccionadas conforme a las facilidades del investigador.

3.3.3. La muestra

La muestra de este estudio está constituida por una de las cabinas de inversión de energía, a la cual se le hará seguimiento para aplicarle múltiples mediciones a lo largo del tiempo.

3.3.4. El muestreo

El muestreo es no probabilístico intencionado, conforme a lo señalado por Carrasco (2019), quien indica que este tipo de muestreo se da por criterio del investigador, cuando considera que la muestra seleccionada logra ser representativa, y para este estudio, también se tomará en cuenta la disponibilidad y las facilidades que tiene el investigador.

3.3.5. Unidad de análisis

Las cabinas de inversión mentadas cuentan con 4 unidades de inversión cada una con 10 inversores, haciendo un total de 40 módulos inversores por cabina.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Recolección de datos

El análisis efectuado en este estudio preexperimental recayó en la variable dependiente “Agentes ambientales”, la cual está conformada por tres dimensiones: las partículas de polvo suspendido, la temperatura y la humedad.

Para este estudio se empleó el análisis documental, el que según Carrasco (2019) se da al examinar documentos que también pueden los registros de un aparato de medición, por lo tanto, se adecua al presente estudio.

Instrumentos

Conforme a la técnica antes mencionada, correspondió aplicar como instrumento la Ficha de seguimiento también conocida como ficha de registro, con la que se llevó un registro diario de las mediciones de partículas de polvo en el interior de las cabinas de inversión durante un periodo de una semana como pretest y una semana como post test. Así como el aparato de medición denominado Medidor de agentes ambientales el cual es un dispositivo encargado del análisis y visualización de agentes ambientales dentro de los que se destacan la humedad, el calor y las partículas de polvo suspendidas y brindando su visualización mediante una pantalla integrada al dispositivo.

3.5. Procedimiento

Al ser este un estudio preexperimental, es decir una investigación en la que se determinan los efectos o influencia de una variable independiente en otra variable dependiente, se realizó inicialmente una primera medición, la cual consistió en los registros diarios de los valores de los agentes ambientales por un periodo de una semana, tal información se recogió empleando un dispositivo de medición de agentes ambientales que fue adquirido por cuenta de los investigadores. Tal información se pasó a una base de datos en formato Excel que sirvió para la posterior prueba de hipótesis. Cabe agregar que el registro en cuestión fue de las dimensiones de la variable dependiente, que son: partículas de polvo, humedad y temperatura, las cuales según el principio de congruencia mencionado por autores como Carrasco (2019) sirven para establecer las hipótesis, objetivos y problemas de una investigación

Posteriormente se procedió a aplicar el filtro frontal de poliéster en la cabina en la cual se les ha brindado facilidades a los investigadores, luego de corroborar que se cumplió el proceso de instalación del filtro, se pasó a efectuar una segunda etapa de medición de los valores de los agentes ambientales.

Como se mencionó en el párrafo anterior, tras la instalación del filtro frontal de poliéster, mismo que actuó como variable independiente, se procedió a realizar nuevamente los registros diarios de los valores de los agentes ambientales por un plazo de también una semana, tal información procedió automáticamente a considerarse como la prueba de postest, siendo al igual que la información del pretest, almacenada en una base de datos en Excel para su posterior tratamiento estadístico.

Considerando las hipótesis planteadas, en esta investigación se efectuaron pruebas de hipótesis para cada una de las hipótesis-objetivos específicos, es decir que se realizó un procesamiento estadístico para determinar la influencia del filtro frontal de poliéster en las diferentes dimensiones de la variable dependiente (agentes ambientales), los cuales fueron tres: partículas de polvo, humedad y temperatura; siendo por tanto tres también las hipótesis, problemas y objetivos específicos.

Para la prueba de hipótesis, que es una parte de todo estudio preexperimental con alcance explicativo, se emplearon las bases de datos almacenadas como pretest y postest, a las cuales se les aplicó el estadístico conocido como T de student para muestras relacionadas, al tratarse de una medición que se efectuó en una misma población antes y después de la aplicación de una variable independiente. Con lo cual se pudo determinar estadísticamente si la variable independiente en cuestión logró o no influir significativamente en las dimensiones de la variable dependiente.

Sobre la frecuencia de las mediciones

Esta se efectuó considerando el Método de Altos Volúmenes aceptado por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, referido por Sosa-Echeverría et al. (2007), para mediciones de partículas de polvo en suspensión, haciéndose dos mediciones diarias, la primera de las 8:00 h a las 20:00 h, y la segunda de las 20:00 h a las 8:00 h del día siguiente. Tiempo durante el cual el medidor de partículas suspendidas se encontró tomando datos, conectado a una fuente de energía eléctrica.

3.6. Métodos de análisis estadístico

Cada medición diaria registrada en las fichas de seguimiento fue considerada como una unidad, las cuales en conjunto sirvieron para crear dos bases de datos en Excel, la primera conteniendo 14 mediciones de la primera semana que fueron consideradas como pretest, posteriormente tras la aplicación de los filtros frontales de poliéster, se efectuaron nuevamente 14 mediciones posteriores correspondientes a la semana posterior a la aplicación, que fueron consideradas como postest. Ambas bases de datos se sometieron al estadístico Shapiro Wilk para muestras de hasta 50 unidades.

Para el análisis estadístico de contrastación de hipótesis del pretest y el postest (prueba de hipótesis) se aplicó la prueba estadística T de student para muestras relacionadas, considerando que las mediciones se hicieron en la misma cabina de inversión. Asimismo, los procesamientos mentados se efectuaron mediante el software estadístico SPSS.

Cabe agregar que, para el análisis descriptivo de las dimensiones, se tuvieron como referencia los valores contenidos en las cuatro siguientes tablas:

Tabla 1: Baremos percentiles de Partículas de polvo

Percentiles	µg/m ³	Niveles
5	13,00	Muy bajo
10	14,00	
15	14,00	
20	15,00	
25	16,00	Bajo
30	17,00	
35	18,00	
40	20,80	
45	22,00	Medio
50	25,50	
55	37,35	
60	41,00	
65	43,00	Alto
70	46,00	
75	48,75	
80	51,00	
85	58,00	Muy alto
90	63,00	
95	70,00	
100	93,00	

Válido	336
Perdidos	0
Media	33,91
Desv. Desviación	19,53
Mínimo	11,00
Máximo	93,00

Fuente: Normas percentiles obtenidas a través del análisis de frecuencia del programa SPSS. 2022

Tabla 2: Nivel de Partículas de polvo en el inversor

Partículas suspendidas	Denominación
52 - 93 µg/m ³	Muy alto
42 - 51 µg/m ³	Alto
22 - 41 µg/m ³	Medio
16 - 21 µg/m ³	Bajo
13 - 15 µg/m ³	Muy bajo

Fuente: Baremos percentiles elaborados por análisis de frecuencias. 2022

Tabla 3: Rangos de temperatura del funcionamiento del inversor

Temperatura °C	Denominación
10°C – 89°C	Temperatura del ambiente
>= 90°C	Temperatura de corte

Fuente: Manual de uso de los inversores de corriente alterna. s.f.

Tabla 4: Rangos de humedad de funcionamiento del inversor

Humedad relativa	Denominación
25% - 30%	Soleado
55% - 60%	Nublado
99%	Lloviendo
100%	Humedad de corte

Fuente: Manual de uso de los inversores de corriente alterna. s.f.

3.7. Aspectos éticos

En esta investigación se veló por el cumplimiento de los principios éticos como el principio de beneficencia, dado que con la presente se buscó generar un aporte que sirva para la solución de la problemática advertida. y el principio de justicia, pues los alcances académicos que derivaron de la presente podrán ser consultados de manera equitativa por todo público que busque informarse sobre los temas estudiados.

4. RESULTADOS

La empresa donde se ejecutó este estudio es la Planta Solar Rubí, ubicada en la pampa de la Clemesí en el km 1115 de la panamericana provincia de Mariscal Nieto ciudad de Moquegua, productora de 180 MWp, cuenta con 560880 paneles solares y 41 cabinas de inversión, convirtiéndose en la planta solar más grande del Perú.

La pampa de la Clemesí tiene una altitud de 1288 msnm y cuenta con una irradiación admirable para la producción de energía solar, Rubí evita la emisión de aproximadamente 209343 toneladas de CO₂ a la atmósfera.

Solarig Peru SAC es la empresa responsable del mantenimiento y funcionamiento de la parte estructural, consistente en los paneles solares y las cabinas de inversión. Siendo uno de los investigadores integrantes del grupo de manteniendo en ambos campos. Durante el ejercicio de sus funciones, el investigador pudo observar cómo los agentes climáticos desfavorecen al libre funcionamiento de los diversos sistemas, de manera más clara, el polvo, la humedad y la temperatura son agentes climáticos que perjudican a todos los sistemas eléctricos y electrónicos de las cabinas de inversión siendo esta la problemática advertida que promovió la realización de la presente investigación, teniendo en mente que sería bueno el reforzamiento de los filtros de las cabinas de inversión con un material de fibra de algodón de poliéster o nappa; con lo que estuvo de acuerdo el cliente ENEL GREEN POWER, dándoles a los investigadores la autorización para poder realizar este estudio, para lo cual se les brindó la cabina número 33, que sirve para pruebas e instalación de nuevos sistemas

Las mencionadas cabinas son herméticas, pero hasta cierto punto, ya que cuentan con filtros frontales de fabricación ubicados en la parte frontal de las mismas, los cuales permiten la refrigeración de la cabina, pero a la vez permiten el ingreso de los agentes ambientales, ya que dichos elementos venían ocasionando desperfectos y fallas, que resultaban mucho más comunes de lo habitual.

Para la realización de la presente investigación se indagó en las diferentes metodologías que se podían aplicar con base a la idea de los investigadores, siendo así que se optó por la realización de una investigación preexperimental con diseño de pretest y postest. Para realizar dichas mediciones fue necesaria la adquisición

de un medidor de agentes ambientales, para así recabar la información de los tres factores ya mencionados.

Luego de indagar en el mercado de medidores se optó por el medidor AIR QUALITY DETECTOR PCE-RCM 05, siendo dificultosa su adquisición, pues no se encontraba a la venta en la ciudad de Moquegua, tampoco en la ciudad de Arequipa, ni en el resto del sur del país, por lo que, fue necesario realizar su adquisición de la ciudad de Lima, presentándose problemas para la llegada del equipo, ya que en esos días, el país pasó por momentos difíciles debido a huelgas y el bloqueo de carreteras, por lo que dio un retraso en la llegada del producto y en el inicio de las primeras mediciones de los agentes ambientales, por lo que los investigadores tuvieron que realizar una segunda solicitud de los permisos a la empresa ENEL, que al asentir a esta segunda solicitud, hizo posible el inicio de las mediciones.

4.1. Sobre el objetivo 1: Determinar la influencia del filtro frontal de poliéster en las partículas de polvo.

Para establecer la influencia del filtro frontal de poliéster en las partículas de polvo suspendidas se realizaron dos mediciones de las partículas de polvo suspendidas, una en pretest y otra en postest, empleando un medidor de agentes ambientales de la marca PCE. Luego de las mediciones los datos de pretest y el postest se sometieron a la contrastación estadística mediante el empleo de la prueba estadística T de Student para muestras relacionadas, para con ello poner a prueba la hipótesis del estudio 1.

4.1.1. Medición de las partículas de polvo (pretest).

Los niveles de partículas de polvo suspendido se realizaron empleando el análisis de frecuencias con SPSS (Ver tablas 1 y 2), tomando los datos de 168 mediciones efectuadas durante los 14 días de evaluación, a razón de una medición por hora durante las 24 horas de cada día.

Los resultados de las mediciones de pretest y postest, se calificaron de manera cualitativa ordinal con los siguientes intervalos (Ver tablas 1 y 2):

nivel muy alto (52 - 93 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

nivel alto (42 – 51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

nivel medio (22 – 41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

nivel bajo (16 – 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

nivel muy bajo (13 – 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

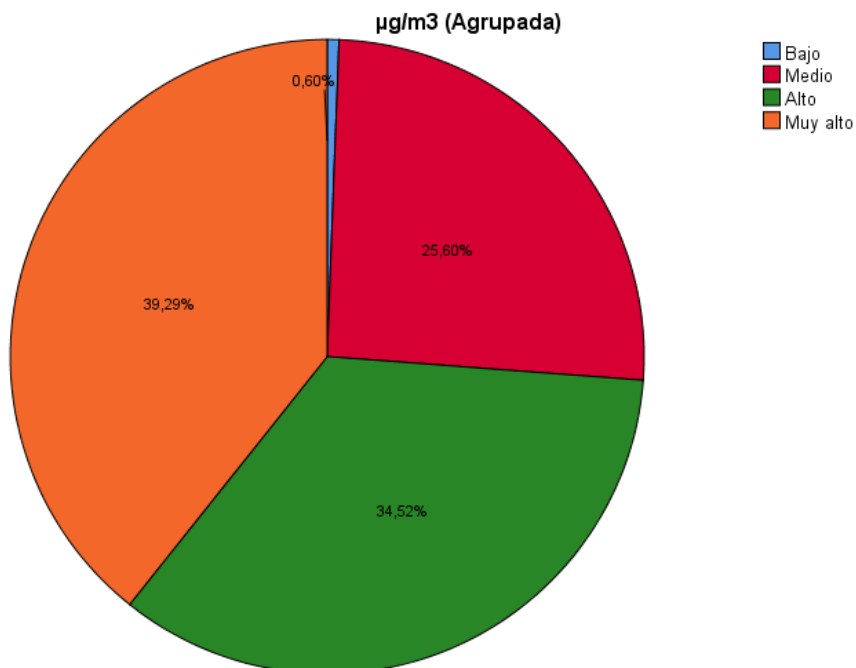
Tabla 5: Partículas de polvo (pretest)

Nivel	Frecuencia	Porcentaje
Bajo	1	0,6%
Medio	43	25,6%
Alto	58	34,5%
Muy alto	66	39,3%
Total	168	100%

Fuente: Procesamiento estadístico con SPSS.

Conforme a la tabla 5, se aprecia que, en el pretest, los resultados evidenciaron que, el 73,8% de las mediciones corresponden a niveles alto y muy alto de partículas de polvo suspendidas.

Figura 1: Partículas de polvo (pretest)



Fuente: Procesamiento estadístico con SPSS.

La figura 1 resalta la presencia de niveles altos (34,52%) y muy altos (39,29%) de partículas de polvo suspendidas.

4.1.2. Medición de las partículas de polvo (postest).

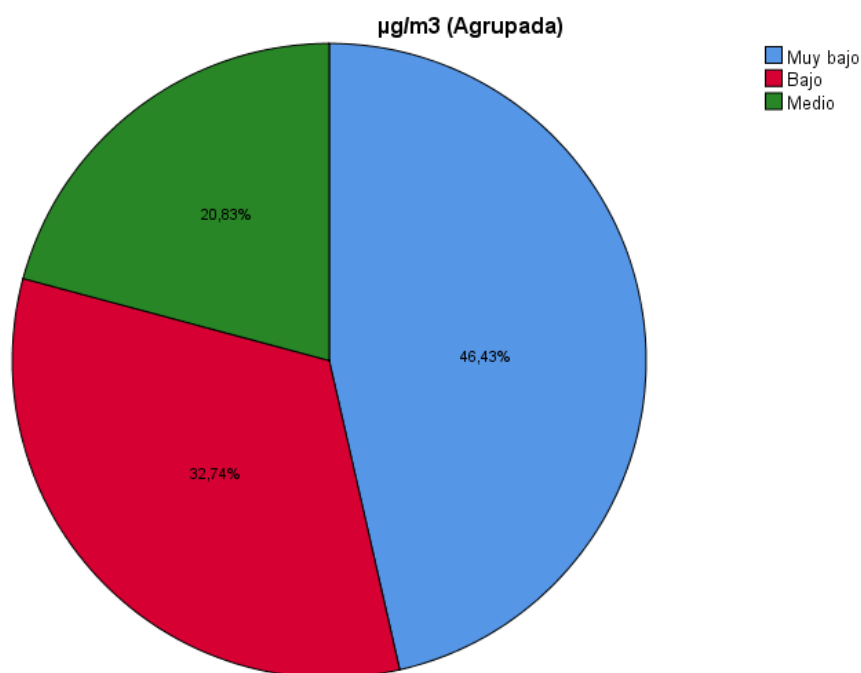
Tabla 6: Partículas de polvo (postest)

Nivel	Frecuencia	Porcentaje
Muy bajo	78	46,4%
Bajo	55	32,7%
Medio	35	20,9%
Total	168	50%

Fuente: Procesamiento estadístico con SPSS.

Conforme a la tabla 6, se aprecia que, en el postest, los resultados evidenciaron que, el 79,1% de las mediciones corresponden a niveles bajo y muy bajo de Partículas de polvo suspendidas.

Figura 2: Partículas de polvo



Fuente: Procesamiento estadístico con SPSS.

La figura 2 resalta la presencia de niveles bajos (32,74%) y muy bajos (46,43%) de partículas de polvo suspendidas.

4.1.3. Contrastación la hipótesis 1

Hipótesis 1

H_a: El filtro frontal de poliéster influye significativamente en el control de las partículas de polvo suspendidas en las cabinas de inversión de una planta fotovoltaica de Moquegua, 2022.

H₀: El filtro frontal de poliéster no influye significativamente en el control de las partículas de polvo suspendidas en las cabinas de inversión de una planta fotovoltaica de Moquegua, 2022.

Regla de decisión

Si Valor $p < 0,05$, se acepta la H_a y se rechaza la H₀

Si Valor $p \geq 0,05$, se acepta la H₀ y se rechaza la H_a

Tabla 7: Estadísticos de grupo. Partículas de polvo

	Media	N
Partículas de polvo (pretest)	51,08	14
Partículas de polvo (postest)	16,75	14

Fuente: Procesamiento estadístico con SPSS.

Del análisis de la tabla 7, se distingue que, las muestras con relación a las partículas de polvo son iguales en el pretest y en el postest. Asimismo, se aprecia que el promedio de las mediciones de las partículas de polvo en el pretest fue de 51,08 y el promedio de las mediciones de las partículas de polvo en el postest fue de 16,75.

Tabla 8: Prueba t para muestras relacionadas del Pre y post test de Partículas de polvo

	Media	IC 95% Inferior	Superior	t	gl	Sig. (bilateral)
Partículas de polvo (pretest) - Partículas de polvo (postest)	34,32571	30,80968	37,84175	21,091	13	0,000

Fuente: Procesamiento estadístico con SPSS.

Del análisis de la tabla 8, se observa el resultado de la prueba t de student en los resultados en pretest y postest de las partículas de polvo, distinguiéndose un valor $p = 0,000 < 0,05$ por consiguiente se acepta la H_a y se rechaza la H₀, es decir que las medidas entre el pretest y el postest son significativamente distintas, por lo cual, se concluye que el filtro frontal de poliéster influye significativamente en el control de las partículas de polvo suspendidas en las cabinas de inversión de una planta fotovoltaica de Moquegua, 2022.

4.2. Sobre el objetivo 2: Determinar la influencia del filtro frontal de poliéster en la temperatura.

Para establecer la influencia del filtro frontal de poliéster en la temperatura se realizaron dos mediciones de la temperatura, una en pretest y otra en postest, empleando un medidor de agentes ambientales de la marca PCE. Luego de las mediciones los datos de pretest y el postest se sometieron a la contrastación estadística mediante el empleo de la prueba estadística T de Student para muestras relacionadas, para con ello poner a prueba la hipótesis del estudio 2.

4.2.1. Medición de la temperatura (pretest).

Los niveles de la temperatura se realizaron empleando las especificaciones técnicas de los convertidores de corriente alterna, los cuales son los equipos que se encuentran dentro de las cabinas de inversión (Ver tabla 3), tomando los datos de 168 mediciones efectuadas durante los 14 días de evaluación, a razón de una medición por hora durante las 24 horas de cada día.

Los resultados de las mediciones de pretest y postest, se calificaron de manera cualitativa ordinal con los siguientes intervalos (Ver tabla 3):

Temperatura del ambiente (10 °C - 89 °C).

Temperatura de corte ($\geq 90^{\circ}\text{C}$)

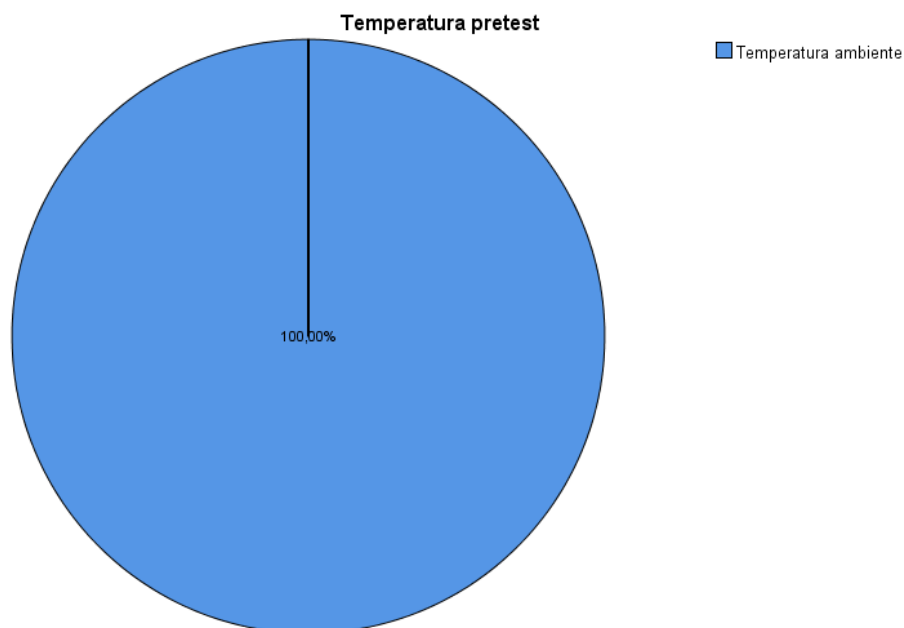
Tabla 9: Temperatura (pretest)

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Temperatura ambiente	168	100%	100%
Temperatura de corte	0	0%	100%

Fuente: Aplicación de los instrumentos de investigación. 2022.

Conforme a la tabla 9, se aprecia que, en el pretest, los resultados evidenciaron que, el 100% de las mediciones corresponden a la categoría de Temperatura ambiente.

Figura 3: Temperatura (pretest)



Fuente: Aplicación de los instrumentos de investigación. 2022.

La figura 10 resalta que la totalidad (100%) de las mediciones de temperatura (pretest) corresponden a la categoría temperatura ambiente.

4.2.2. Medición de la temperatura (postest).

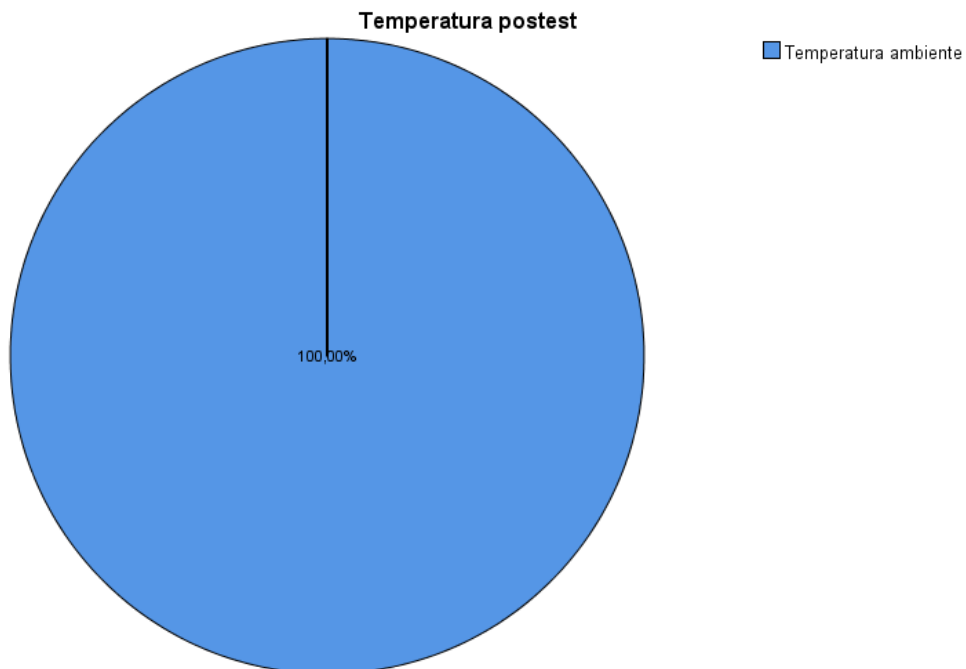
Tabla 10: Temperatura (postest)

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Temperatura ambiente	168	100%	100%
Temperatura de corte	0	0%	100%

Fuente: Aplicación de los instrumentos de investigación. 2022.

Conforme a la tabla 10, se aprecia que, en el postest, los resultados evidenciaron que, el 100% de las mediciones corresponden a la categoría de Temperatura ambiente.

Figura 4: Temperatura (postest)



Fuente: Aplicación de los instrumentos de investigación. 2022.

La figura 4 resalta que la totalidad (100%) de las mediciones de temperatura (postest) corresponden a la categoría temperatura ambiente.

4.2.3. Contrastación de la hipótesis 2

Hipótesis 2

H_a: El filtro frontal de poliéster influye significativamente en el control de la temperatura en las cabinas de inversión de una planta fotovoltaica de Moquegua, 2022.

H₀: El filtro frontal de poliéster no influye significativamente en el control de la temperatura en las cabinas de inversión de una planta fotovoltaica de Moquegua, 2022.

Regla de decisión

Sí Valor $p < 0,05$, se acepta la H_a y se rechaza la H₀

Si Valor $p \geq 0,05$, se acepta la H₀ y se rechaza la H_a

Tabla 11: Estadística de muestras relacionadas. Temperatura

	Media	N
Temperatura (pretest)	18,69	14
Temperatura (postest)	17,58	14

Fuente: Procesamiento estadístico con SPSS.

Del análisis de la tabla 11, se distingue que, las muestras con relación a la temperatura son iguales en el pretest y en el postest. Asimismo, se aprecia que el promedio de las mediciones de la temperatura en el pretest fue de 18,69 y el promedio de las mediciones de la temperatura en el postest fue de 17,58.

Tabla 12: Prueba t para muestras relacionadas del Pre y post test de Temperatura

	Media	IC 95% Inferior	Superior	t	gl	Sig. (bilateral)
Temperatura (pretest) - Temperatura (postest)	1,11000	,43233	1,78767	3,539	13	0,004

Fuente: Procesamiento estadístico con SPSS.

Del análisis de la tabla 12, se observa el resultado de la prueba t de student en los resultados en pretest y postest de la temperatura, distinguiéndose un valor $p = 0,004 < 0,05$ por consiguiente se acepta la H_a y se rechaza la H_0 , es decir que las medidas entre el pretest y el postest son significativamente distintas, por lo cual, se concluye que el filtro frontal de poliéster influye significativamente en el control de la temperatura en las cabinas de inversión de una planta fotovoltaica de Moquegua, 2022.

4.3. Sobre el objetivo 3: Determinar la influencia del filtro frontal de poliéster en la humedad

Para establecer la influencia del filtro frontal de poliéster en la humedad se realizaron dos mediciones de la humedad, una en pretest y otra en postest, empleando un medidor de agentes ambientales de la marca PCE. Luego de las mediciones los datos de pretest y el postest se sometieron a la contrastación estadística mediante el empleo de la prueba estadística T de Student para muestras relacionadas, para con ello poner a prueba la hipótesis del estudio 3.

4.3.1. Medición de la humedad (pretest).

Los niveles de la humedad se realizaron empleando las especificaciones técnicas de los conversores de corriente alterna, los cuales son los equipos que se encuentran dentro de las cabinas de inversión, (Ver tabla 4), tomando los datos de 168 mediciones efectuadas durante los 14 días de evaluación, a razón de una medición por hora durante las 24 horas de cada día.

Los resultados de las mediciones de pretest y postest, se calificaron de manera cualitativa ordinal con los siguientes intervalos:

- Soleado (25% - 30%).
- Nublado (55% - 60%)
- Lloviendo (99%)
- Humedad de corte (100%)

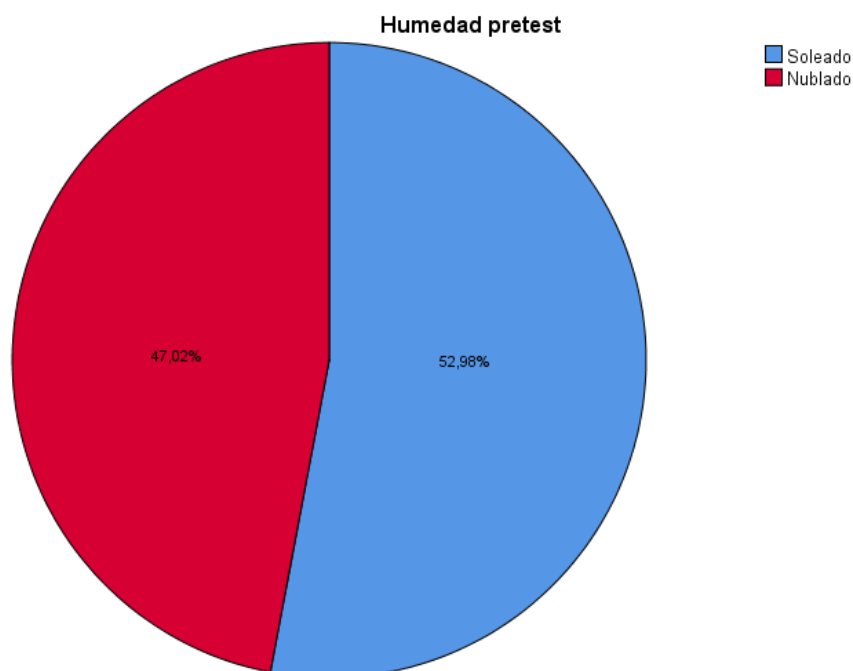
Tabla 13: Humedad (pretest)

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Soleado (25-30% RH)	89	53%	53%
Nublado (55-60% RH)	79	47%	100%
Lloviendo (100%)	0	0%	100%
Total	168	100%	

Fuente: Aplicación de los instrumentos de investigación. 2022.

Conforme a la tabla 13, se aprecia que, en el pretest, los resultados evidenciaron que, el 53% de las mediciones de la humedad corresponden a la categoría "Soleado".

Figura 5: Humedad (pretest)



Fuente: Aplicación de los instrumentos de investigación. 2022.

La figura 5 resalta que la totalidad de las mediciones de humedad corresponden a las categorías “soleado” (52,98%) y “nublado” (47,02%).

4.3.2. Medición de la humedad (postest).

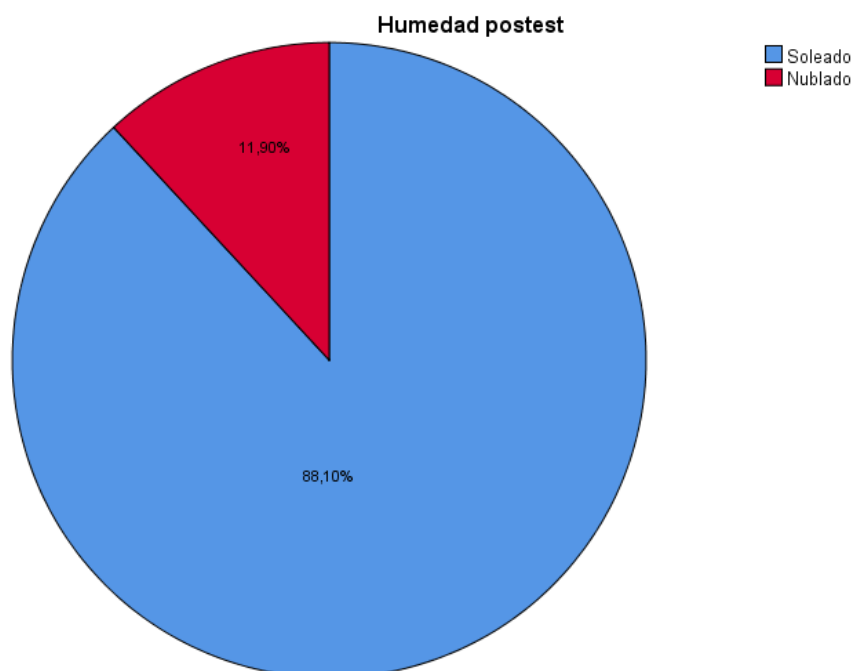
Tabla 14: Humedad (postest)

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Soleado (25-30% RH)	148	88,1%	88,1%
Nublado (55-60% RH)	20	11,9%	100%
Lloviendo (100%)	0	0%	100%
Total	168	100%	

Fuente: Aplicación de los instrumentos de investigación. 2022.

Conforme a la tabla 14, se aprecia que, en el postest, los resultados evidenciaron que, el 88,1% de las mediciones de la humedad corresponden a la categoría “Soleado”.

Figura 6: Humedad (postest)



Fuente: Aplicación de los instrumentos de investigación. 2022.

La figura 6 resalta que casi la totalidad de las mediciones de humedad corresponden a la categoría “soleado” (88,18%).

4.3.3. Contrastación de la hipótesis 3

Hipótesis 3

H_a: El filtro frontal de poliéster influye significativamente en el control de la humedad en las cabinas de inversión de una planta fotovoltaica de Moquegua, 2022.

H₀: El filtro frontal de poliéster no influye significativamente en el control de la humedad en las cabinas de inversión de una planta fotovoltaica de Moquegua, 2022.

Regla de decisión

Sí Valor $p < 0,05$, se acepta la H_a y se rechaza la H_0

Si Valor $p \geq 0,05$, se acepta la H_0 y se rechaza la H_a

Tabla 15: Estadística de muestras relacionadas. Humedad

	Media	N
Humedad (pretest)	30,74	14
Humedad (postest)	27,96	14

Fuente: Procesamiento estadístico con SPSS.

Del análisis de la tabla 15, se distingue que, las muestras con relación a la humedad son iguales en el pretest y en el posttest. Asimismo, se aprecia que el promedio de las mediciones de la humedad en el pretest fue de 30,74 y el promedio de las mediciones de la humedad en el posttest fue de 27,96.

Tabla 16: Prueba t para muestras relacionadas del Pre y post test de Humedad

	Media	IC 95% Inferior	Superior	t	gl	Sig. (bilateral)
Humedad (pretest) - Humedad (postest)	2,77429	1,46242	4,08615	4,569	13	0,001

Fuente: Procesamiento estadístico con SPSS.

Del análisis de la tabla 16, se observa el resultado de la prueba t de student en los resultados en pretest y posttest de la humedad, distinguiéndose un valor $p = 0,001 < 0,05$ por consiguiente se acepta la H_a y se rechaza la H_0 , es decir que las medidas entre el pretest y el posttest son significativamente distintas, por lo cual, se concluye que el filtro frontal de poliéster influye significativamente en el control de la humedad en las cabinas de inversión de una planta fotovoltaica de Moquegua, 2022.

5. DISCUSIÓN

Los resultados de la presente investigación se lograron a través de mediciones efectuadas con un instrumento tecnológico denominado medidor de agentes ambientales de la marca PCE, el cual proporcionó mediciones en pretest y postest de las tres dimensiones consideradas para la variable agentes ambientales (partículas de polvo en suspensión, temperatura y humedad). Los datos recabados se sometieron a la prueba estadística T de Student para muestras relacionadas, considerando que las mediciones de pretest y postest se hicieron en una misma unidad de estudio. Obteniéndose como resultados siguientes por cada dimensión:

i) Respecto a la primera dimensión denominada Partículas de polvo suspendido, se apreció que en la medición pretest se obtuvo una media de $51,08 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y en la medición postest se obtuvo una media de $16,75 \mu\text{g}/\text{m}^3$, apreciándose una notable diferencia entre ambas medias equivalente a $34,33 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Además, se distinguió un P valor = $0,00 < 0,05$, confirmándose la H_a , es decir que el filtro frontal de poliéster influye significativamente en el control de las partículas de polvo suspendidas en las cabinas de inversión de una planta fotovoltaica de Moquegua, 2022.

ii) Respecto a la segunda dimensión denominada Temperatura, se apreció que en la medición pretest se obtuvo una media de $18,69 \text{ }^\circ\text{C}$ y en la medición postest se obtuvo una media de $17,58 \text{ }^\circ\text{C}$, distinguiéndose una pequeña diferencia de medias entre el pretest y el postest igual a $1,11 \text{ }^\circ\text{C}$. Además, se distinguió un P valor = $0,004 < 0,05$, confirmándose la H_a , es decir que el filtro frontal de poliéster influye significativamente en el control de la temperatura en las cabinas de inversión de una planta fotovoltaica de Moquegua, 2022.

iii) Respecto a la tercera dimensión denominada Humedad, se apreció que en la medición pretest se obtuvo una media de $30,74 \%$ y en la medición postest se obtuvo una media de $27,96 \%$, evidenciándose una leve diferencia de medias igual a $2,77 \%$. Además de un P valor = $0,001 < 0,05$, confirmándose la H_a , es decir que el filtro frontal de poliéster influye significativamente en el control de la humedad en las cabinas de inversión de una planta fotovoltaica de Moquegua, 2022.

Asimismo, cabe agregar que, el motivo por el cual se realizó la presente investigación se debió a la reciente aparición de corrientes de viento que circulaban por los exteriores de la empresa, trayendo consigo notables cantidades de polvo

que, lamentablemente procedían a ingresar en el lugar donde se encontraban ubicadas las cabinas de inversión; frente a lo cual, se procedió a implementar los filtros frontales de poliéster con el fin de disminuir el ingreso del polvo, es decir probar su efectividad en la disminución del polvo y demás agentes ambientales.

De la comparación de los resultados obtenidos con otras investigaciones semejantes, cabe señalar que, en la investigación efectuada por Angulo et al. (2020), donde se analizó el efecto del polvo y la estimación de la potencia nominal en un string fotovoltaico. Emplearon una metodología que implicó dejar que el polvo se deposite de manera natural durante un periodo largo de tiempo, para posteriormente estudiar sus efectos en la generación de energía; lo cual difiere con la metodología empleada en la presente investigación, en donde se ha procurado analizar el polvo suspendido empleando un medidor de partículas. Asimismo, la referida investigación indica que las acumulaciones de polvo en paneles fotovoltaicos pueden traer consigo problemas de gran importancia, pues su acumulación ha probado llegar a disminuir hasta un 40% la capacidad máxima de generación de energía solar, siendo así, un factor crucial el generar mecanismos que prevengan tal acumulación, variable que no ha sido abordada en la presente investigación, donde se empleó como variable dependiente a los agentes ambientales.

De igual manera, en la investigación efectuada por Ilse et al. (2018), quienes analizaron los fundamentos de los procesos de ensuciamiento en módulos fotovoltaicos, indagando en los parámetros micro y macroscópicos que influyen en la suciedad. Empleando como método la revisión de la literatura, es decir un análisis de otras investigaciones publicadas, arribando a la conclusión de que la suciedad constituye un grave inconveniente para los sistemas de energía solar, principalmente en lugares polvorientos con poca lluvia, además de que la correlación teórica entre la acumulación de polvo y los factores ambientales se ha comprobado estadísticamente. Siendo que, los aportes de este estudio constituyen un sustento para el análisis preventivo de los efectos del polvo, pues estudiar tal variable en su estado en suspensión constituye un análisis previo a su posterior acumulación, siendo que, a mayor polvo en suspensión, mayor tendencia habrá a su rápida acumulación; asimismo. Esta investigación añade que, los entornos de

mayor peligro para la acumulación del polvo son aquellos donde existe poca lluvia y una alta concentración de polvo, lo cual encaja a la perfección con el entorno ambiental que se viene viviendo en el lugar donde se encuentran operando los paneles de energía solar en este estudio. por lo cual, nuevamente cobra importancia el tema preventivo. Asimismo, cabe resaltar que, en la investigación referida, nuevamente se indica que la manera en que se mide el polvo es a través de su acumulación, lo cual difiere de la forma en que se le midió para el presente estudio, destacándose nuevamente el aporte metodológico que la presente investigación constituye.

Algo similar se aprecia en la investigación efectuada por Gupta et al. (2019), que indagó en los efectos del polvo en el sistema solar fotovoltaico y técnicas de mitigación, analizando las causas de la deposición del polvo en la superficie de los módulos fotovoltaicos, llegando a la conclusión de que el polvo era capaz de degradar el rendimiento de los módulos fotovoltaicos al alterar sus características eléctricas, ópticas y térmicas y afectar sus características eléctricas, ópticas y térmicas, lo que a su vez perjudica el rendimiento en la producción de energía de los módulos. Por lo cual, la referida investigación constituye un cimiento para el presente estudio, pues, al destacar la importancia de la prevención de los efectos nocivos que puede tener el polvo, sirve para justificar estudios como el presente, en el cual, se ha indagado en una metodología distinta para medir la cantidad de polvo traído por las corrientes de viento, que ponen en peligro a los sistemas fotovoltaicos. Asimismo, cabe agregar que, en esta investigación nuevamente se emplea al polvo acumulado como variable de estudio, es decir que una vez más la manera en la que se ha abordado el estudio del polvo en la presente investigación resulta ser innovadora.

Asimismo, la investigación efectuada por Javed et al. (2017), que indagó en las características del polvo acumulado en los paneles fotovoltaicos, pudo aportar que, la caracterización del polvo acumulado en los paneles de energía fotovoltaica incluye diversos minerales como el hierro, aluminio, magnesio, silicio, yeso y demás, que estarían dentro de las partículas de polvo que son arrastradas por las tormentas de polvo a las que están expuestas los equipamientos eléctricos con los que trabajan los paneles fotovoltaicos. En el referido estudio, se aprecia que

nuevamente el método de análisis de la variable polvo es a través de su acumulación, añadiendo una caracterización del mismo, por lo cual queda en evidencia nuevamente el aporte metodológico que se brinda con la presente investigación.

Con lo antes expuesto, se ha podido apreciar que en todas las investigaciones referidas la manera de medir el polvo obedece a una forma tradicional por acumulación, por lo cual el enfoque de análisis que se le ha dado al polvo en este estudio resulta novedoso. Además, cabe destacar que, otro aporte metodológico brindado por la presente investigación estaría en el empleo de una contrastación estadística de los efectos del filtro frontal de poliéster. Además, cabe destacar que, la inclusión de otros agentes ambientales además del polvo resulta también destacable. Finalmente, es interesante señalar que este estudio ha sido eminentemente aplicativo ya que se ha realizado con la principal finalidad de dar solución a un problema concreto suscitado en el lugar donde se encuentran las cabinas de inversión, algo que dados los resultados se habría conseguido.

6. CONCLUSIONES

Tras la conclusión de la presente investigación se pudieron alcanzar las siguientes conclusiones:

Los resultados de este estudio lograron confirmar la primera de las hipótesis, la cual estuvo referida a la dimensión partículas de polvo en suspensión, arrojaron datos como que la media en el pretest fue de 51,08 y la media en el postest fue de 16,75; y la diferencia de medias fue igual a 34,33; además de encontrarse un Valor $P = 0,00 < 0,05$, quedando así descartada la H_0 y acreditada la H_a , quedando así demostrado que, el filtro frontal de poliéster influye significativamente en el control de las partículas de polvo suspendidas en las cabinas de inversión de una planta fotovoltaica de Moquegua, en el año 2022.

Se logró también demostrar el cumplimiento de la segunda de las hipótesis, la cual estuvo referida a la dimensión temperatura, arrojaron datos como que la media en el pretest fue de 18,70 y la media en el postest fue de 17,58, y la diferencia de medias fue igual a 1,11; además de encontrarse un Valor $P = 0,004 < 0,05$, quedando así descartada la H_0 y acreditada la H_a , con lo que quedó demostrado que, el filtro frontal de poliéster influye significativamente en el control de la temperatura en las cabinas de inversión de una planta fotovoltaica de Moquegua, en el año 2022.

Además, se consiguió también demostrar el cumplimiento de la tercera de las hipótesis, la cual estuvo referida a la dimensión humedad, arrojaron datos como que la media en el pretest fue de 30,74 y la media en el postest fue de 27,96, y la diferencia de medias fue igual a 2,77; además de encontrarse un Valor $P = 0,004 < 0,05$, quedando así descartada la H_0 y acreditada la H_a , con lo que quedó demostrado que, el filtro frontal de poliéster influye significativamente en el control de la humedad en las cabinas de inversión de una planta fotovoltaica de Moquegua, en el año 2022.

7. RECOMENDACIONES

Con base a los resultados obtenidos en el presente estudio, así como la información teórica que se pudo recopilar a lo largo de este informe, se dan las siguientes recomendaciones:

Se recomienda a los especialistas en el campo electrónico, la valoración de parámetros sobre la afectación que las partículas de polvo suspendidas ejercen en correcto funcionamiento de aparatos electrónicos, dado que, se ha podido evidenciar que esta metodología no ha sido considerada en otros estudios.

Se recomienda a los investigadores de futuras tesis, continuar con el abordaje de la influencia que los agentes ambientales pueden ejercer en mecanismos eléctricos, pues se ha podido notar que son escasas las investigaciones sobre esta temática, por lo que representa un vacío en el conocimiento.

Se recomienda a los representantes de las empresas que operen con cámaras de inversión en ambientes de exposición a agentes ambientales, tal como pasa con las empresas de energía fotovoltaica, que evalúen la necesidad de instalar filtros frontales de materiales como el poliéster, ya que con el presente estudio se ha podido comprobar su efectividad en la disminución de la entrada de material particulado en las cabinas de inversión, sin presentar alteraciones de riesgo en los niveles de temperatura y humedad.

Se recomienda a los representantes de la empresa donde se llevó a cabo la presente investigación que, continúen con la implementación de los filtros frontales de poliéster en las demás cabinas de inversión que funcionan en sus instalaciones.

REFERENCIAS

- ANDINA, 2018. En el país ocurren 31 incendios al día y 7 de cada 10 son por fallas eléctricas. *Agencia Peruana de Noticias* [en línea]. Lima, Perú, 2018. [Consulta: 31 enero 2022]. Disponible en: <https://andina.pe/agencia/noticia-en-pais-ocurren-31-incendios-al-dia-y-7-cada-10-son-fallas-electricas-736735.aspx>.
- ANGULO-ABANTO, J., CALSI-SILVA, B., ALFARO-COLLAZOS, E., CONDE-MENDOZA, L., MUÑOZ-CERÓN, E., GRIESELER, R., GUERRA-TORRES, J., PALOMINO-TÖFFLINGER, J., ESPINOZA-PAREDES, R., CASA-HIGUERAS, J.D. la, ANGULO-ABANTO, J., CALSI-SILVA, B., ALFARO-COLLAZOS, E., CONDE-MENDOZA, L., MUÑOZ-CERÓN, E., GRIESELER, R., GUERRA-TORRES, J., PALOMINO-TÖFFLINGER, J., ESPINOZA-PAREDES, R. y CASA-HIGUERAS, J.D. la, 2020. Estudio del efecto del polvo y estimación de la potencia nominal en un string fotovoltaico. *Tecnia* [en línea], vol. 30, no. 1, pp. 27-33. [Consulta: 9 febrero 2022]. ISSN 2309-0413. DOI 10.21754/tecnica.v30i1.832. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2309-04132020000100027&lng=es&nrm=iso&tlng=es.
- ARAGÓN ESTRADA, A., 2019. Hacia la inutilidad: una crítica a la dependencia digital. *Naturaleza y Libertad. Revista de Estudios Interdisciplinarios* [en línea], no. 12. [Consulta: 31 enero 2022]. ISSN 2659-9228. DOI 10.24310/NATyLIB.2019.v0i12.6266. Disponible en: <https://revistas.uma.es/index.php/naturaleza-y-libertad/article/view/6266>.
- CARRASCO, S., 2019. *Metodología de la investigación científica*. 2. Lima: San Marcos. ISBN 978-9972-38-344-1.
- CONCYTEC, 2019. *Reglamento de calificación, clasificación y registro de los investigadores del SINACYT* [en línea]. 2019. S.l.: s.n. [Consulta: 28 enero 2022]. Disponible en: https://portal.concytec.gob.pe/images/noticias/Propuesta_del_nuevo_Reglamento_del_investigador.pdf.
- CONSEJERÍA DE SALUD REGIÓN DE MURCIA, [sin fecha]. Material particulado. [en línea]. [Consulta: 4 febrero 2022]. Disponible en: <http://www.murciasalud.es/pagina.php?id=244308&>.
- DOGAN, T.R., BEŞLI, N., AKTACIR, M.A., DINÇ, M.N., İLKHAN, M.A., ÖZTÜRK, F. y YILDIZ, M., 2020. Seasonal effects of atmospheric particulate matter on performance of different types of photovoltaic modules in sanliurfa, Turkey. *Atmospheric Pollution Research* [en línea], vol. 11, no. 12, pp. 2173-2181. [Consulta: 10 febrero 2022]. ISSN 1309-1042. DOI 10.1016/j.apr.2020.06.009. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1309104220301653>.
- GALVÁN, B. y ORI, J., 2021. *Literatura y naturaleza: Voces exocríticas en poesía y prosa* [en línea]. España: Ecocrítica. ISBN 978-84-09-27247-1. Disponible en: https://www.selgyc.com/mat/nuevoshorizontes_vol2.pdf#page=108.

- GUPTA, V., SHARMA, M., PACHAURI, R.K. y DINESH BABU, K.N., 2019. Comprehensive review on effect of dust on solar photovoltaic system and mitigation techniques. *Solar Energy* [en línea], vol. 191, no. octubre de 2019, pp. 596-622. [Consulta: 9 febrero 2022]. ISSN 0038-092X. DOI 10.1016/j.solener.2019.08.079. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038092X19308710>.
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C. y BAPTISTA LUCIO, P., 2014. *Metodología de la investigación* [en línea]. México: McGraw Hill Interamericana. ISBN 978-1-4562-2396-0. Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>.
- ILSE, K.K., FIGGIS, B.W., NAUMANN, V., HAGENDORF, C. y BAGDAHN, J., 2018. Fundamentals of soiling processes on photovoltaic modules. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* [en línea], vol. 98, no. diciembre de 2018, pp. 239-254. [Consulta: 9 febrero 2022]. ISSN 1364-0321. DOI 10.1016/j.rser.2018.09.015. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032118306634>.
- INSTITUTO NACIONAL DE APRENDIZAJE, 2020. *Guía: Limpieza y mantenimiento de equipos electrónicos* [en línea]. 2020. S.l.: s.n. [Consulta: 4 febrero 2022]. Disponible en: https://www.ina.ac.cr/inavirtual/Documentos%20compartidos/Guias_COVID/guiaComputo.pdf.
- JAVED, W., WUBULIKASIMU, Y., FIGGIS, B. y GUO, B., 2017. Characterization of dust accumulated on photovoltaic panels in Doha, Qatar. *Solar Energy* [en línea], vol. 142, pp. 123-135. [Consulta: 9 febrero 2022]. ISSN 0038-092X. DOI 10.1016/j.solener.2016.11.053. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038092X1630593X>.
- KALIA, P. y ANSARI, M.A., 2020. IOT based air quality and particulate matter concentration monitoring system. *Materials Today: Proceedings* [en línea], vol. 32, pp. 468-475. [Consulta: 10 febrero 2022]. ISSN 2214-7853. DOI 10.1016/j.matpr.2020.02.179. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785320309305>.
- LEÓN, M., 2019. Deterioro en redes eléctricas afecta a 30% de la población. *El Universal* [en línea]. Diario El Universal. Venezuela, 26 mayo 2019. [Consulta: 31 enero 2022]. Disponible en: <https://www.eluniversal.com/economia/41041/deterioro-en-redes-electricas-afecta-a-30-de-la-poblacion>.
- MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS, 2006. *Código Nacional de Electricidad* [en línea]. 2006. S.l.: s.n. [Consulta: 6 febrero 2022]. Disponible en: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/898623/C%C3%B3digo_Nacional_de_Electricidad_Utilizaci%C3%B3n_.pdf.

- MOLINA, J., 2021. Incendios en empresas por fallas en equipo eléctrico se deben a un mantenimiento inadecuado. *Cuatro Cero* [en línea]. Noticias. México, 27 abril 2021. [Consulta: 31 enero 2022]. Disponible en: <http://cuatro-cero.mx/noticias/incendios-en-empresas-por-fallas-en-equipo-electrico-se-deben-a-un-mantenimiento-inadecuado/>.
- NARKWATCHARA, P., RATANATAMSKUL, C. y CHANDRACHAI, A., 2020. Effects of particulate matters and climate condition on photovoltaic system efficiency in tropical climate region. *Energy Reports* [en línea], vol. 6, pp. 2577-2586. [Consulta: 10 febrero 2022]. ISSN 2352-4847. DOI 10.1016/j.egy.2020.09.016. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484720313287>.
- NVENT HOFFMAN, 2019. Factores ambientales que afectan a tus sistemas eléctricos. [en línea]. [Consulta: 19 enero 2022]. Disponible en: <https://hoffman-latam.com/blog/factores-ambientales-que-afectan-a-tus-sistemas-electricos/>.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS, 2021. El cambio climático y los fenómenos extremos provocaron millones de desplazados y gastos millonarios en Asia durante 2020. *Noticias ONU* [en línea]. Nueva York, 26 octubre 2021. [Consulta: 31 enero 2022]. Disponible en: <https://news.un.org/es/story/2021/10/1498952>.
- PCE INSTRUMENTS, [sin fecha]. Medidor de calidad de aire PCE-RCM 11 y PCE-RCM 12. En: España, *Catálogo virtual* [en línea]. [Consulta: 10 febrero 2022]. Disponible en: <https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-polvo/medidor-calidad-aire-pce-rcm-12.htm>.
- PLUAS ANDRADE, L., 2010. PROTECCIÓN DE SISTENTAS ELÉCTRICOS CONTRA AGENTES AMBIENTALES. En: Accepted: 2016-09-22T14:30:18Z, *Repositorio de la Universidad Estatal de Milagro* [en línea], vol. 3, no. 4, pp. 56-63. [Consulta: 19 enero 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unemi.edu.ec/handle/123456789/2975>.
- SOSA-ECHEVERRÍA, R., BRAVO-ALVAREZ, H., SÁNCHEZ-ALVAREZ, P., SOTO-AYALA, R., ALARCÓN-JIMÉNEZ, A. y W-KAHL, J.D., 2007. Determinación de partículas suspendidas totales durante cinco cruceros de investigación en la plataforma continental del Golfo de México. *Ingeniería, investigación y tecnología* [en línea], vol. 8, no. 2, pp. 71-83. [Consulta: 16 marzo 2022]. ISSN 1405-7743. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1405-77432007000200002&lng=es&nrm=iso&tlng=es.
- VERMA, V.K., SUBBIAH, S. y KOTA, S.H., 2019. Sericin-coated polyester based air-filter for removal of particulate matter and volatile organic compounds (BTEX) from indoor air. *Chemosphere* [en línea], vol. 237, pp. 124462. [Consulta: 10 febrero 2022]. ISSN 0045-6535. DOI 10.1016/j.chemosphere.2019.124462. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653519316868>.

- XIE, B., LI, Y., LI, S., HU, S., JIN, H. y ZHOU, F., 2020. Performance of composite polyester filter with magnetic NdFeB particles on filtering welding fume particles. *Powder Technology* [en línea], vol. 368, pp. 245-252. [Consulta: 10 febrero 2022]. ISSN 0032-5910. DOI 10.1016/j.powtec.2020.04.066. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032591020303521>.
- YANCY AGUILAR, A., 2021. 56% de los incendios por fallas en equipo eléctrico se deben a falta de mantenimiento. *Prensa. El despertar de la información* [en línea]. Costa Rica, 21 abril 2021. [Consulta: 31 enero 2022]. Disponible en: <https://amprensa.com/2021/04/56-de-los-incendios-por-fallas-en-equipo-electrico-se-deben-a-falta-de-mantenimiento/>.

ANEXOS

ANEXO 1

Matriz de operacionalización de variables

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
Influencia del filtro frontal de poliéster en el control de los agentes ambientales en las cabinas inversión de una planta fotovoltaica de Moquegua					
Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Nivel de medición
Variable Independiente: Filtro frontal de poliéster	Filtro del material poliéster adecuado para la protección de las cabinas contenedoras de los inversores de corriente alterna de una planta fotovoltaica (nVent HOFFMAN 2019).	Criterios de calidad	Eficacia Efectividad	En un estudio preexperimental las mediciones recaen en la variable dependiente	En un estudio preexperimental las mediciones recaen en la variable dependiente
Variable dependiente: Agentes ambientales	Son agentes atmosféricos y ambientales aquellos elementos a los que los contactos eléctricos resultan extremadamente sensibles, sobre todo de darse una exposición prolongada (Pluas 2010).	Pluas (2010), menciona dentro de los principales agentes ambientales al polvo, la temperatura y la humedad	Partículas de polvo suspendido Humedad Temperatura	Medidor de partículas	Escala Continua

ANEXO 2

Matriz de consistencia

Influencia del filtro frontal de poliéster en el control de los agentes ambientales en las cabinas inversión de una planta fotovoltaica de Moquegua				
MATRIZ DE CONSISTENCIA				
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS	VARIABLE INDEPENDIENTE	METODOLOGÍA
¿De qué manera influye un filtro frontal de poliéster en el control de los agentes ambientales en el interior de las cabinas de inversión de una planta fotovoltaica de Moquegua, 2022?	Determinar la influencia del filtro frontal de poliéster en el control de los agentes ambientales en el interior de las cabinas de inversión de una planta fotovoltaica de Moquegua, 2022.	H.01: El filtro frontal de poliéster influye significativamente en el control de las partículas de polvo suspendidas en las cabinas de inversión de una planta fotovoltaica de Moquegua, 2022.	Filtro frontal de poliéster	$G \quad O_1 \quad X \quad O_2$ Donde: G: Muestra X: Filtro frontal de poliéster O1: Medición pre-experimental de los valores de los agentes ambientales: partículas de polvo suspendido, humedad y temperatura O2: Medición post-experimental de los valores de los agentes ambientales: partículas de polvo suspendido, humedad y temperatura
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICAS		VARIABLE DEPENDIENTE	
PE.01: ¿De qué manera influye un filtro frontal de poliéster en el control de las partículas de polvo suspendidas en el interior de las cabinas de inversión de una planta	OE.01: Determinar la influencia del filtro frontal de poliéster en el control de las partículas de polvo suspendidas en el interior de las cabinas de inversión de una planta fotovoltaica		Agentes ambientales	

<p>fotovoltaica de Moquegua, 2022? PE.02: ¿De qué manera influye un filtro frontal de poliéster en el control de la humedad en el interior de las cabinas de inversión de una planta fotovoltaica de Moquegua, 2022? PE.03: ¿De qué manera influye un filtro frontal de poliéster en el control de la temperatura en el interior de las cabinas de inversión de una planta fotovoltaica de Moquegua, 2022?</p>	<p>de Moquegua, 2022. OE.02: Determinar la influencia del filtro frontal de poliéster en el control de la humedad en el interior de las cabinas de inversión de una planta fotovoltaica de Moquegua, 2022. OE.03: Determinar la influencia del filtro frontal de poliéster en el control de la temperatura en el interior de las cabinas de inversión de una planta fotovoltaica de Moquegua, 2022.</p>	<p>H.02: El filtro frontal de poliéster influye significativamente en el control de la humedad en las cabinas de inversión de una planta fotovoltaica de Moquegua, 2022. H.03: El filtro frontal de poliéster influye significativamente en el control de la temperatura en las cabinas de inversión de una planta fotovoltaica de Moquegua, 2022.</p>		
--	---	---	--	--



ANEXO 3

Prueba de normalidad

Prueba de normalidad

	Shapiro-Wilk Estadístico	gl	Sig.
Diferencia_Polvo	0,877	14	0,053
Diferencia_Temperatura	0,941	14	0,429
Diferencia_Humedad	0,908	14	0,146

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Procesamiento estadístico con SPSS.

Criterio para determinar Normalidad

Sí Valor $P \geq 0,05$ = Los datos provienen de una distribución normal.

Sí Valor $p < 0,05$ = Los datos no provienen de una distribución normal.

Para la prueba de normalidad se aplicó el estadístico Shapiro-Wilk, aplicable a muestras inferiores a las cincuenta unidades ($14 < 50$). Resultando en la obtención de un Valor $p > 0,05$; por lo tanto, los datos provienen de una distribución normal y corresponde el empleo de la prueba paramétrica T de Student para muestras relacionadas.



ANEXO 4

Instrumentos de investigación aplicados

FICHA DE SEGUIMIENTO DE AGENTES AMBIENTALES DEL 08 DE ABRIL DEL 2022 (Pre-test).							
Horas medidas	Medición de hora por hora	Datos obtenidos "PCE"			Promedio $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Promedio $^{\circ}\text{C}$	Promedio RH
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$^{\circ}\text{C}$	RH			
8am a 8pm	De 8 a 9	42	17	27	59.33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	22.23 $^{\circ}\text{C}$	29.33 RH
	De 9 a 10	41	19.5	27			
	De 10 a 11	44	22.6	27			
	De 11 a 12	45	24.7	28			
	De 12 a 1	58	24.9	29			
	De 1 a 2	64	25.6	29			
	De 2 a 3	88	25.9	29			
	De 3 a 4	76	24	30			
	De 4 a 5	65	23.8	31			
	De 5 a 6	70	20.5	32			
	De 6 a 7	61	19.7	32			
	De 7 a 8	58	18.6	31			
8pm a 8am	De 8 a 9	55	17.6	30	44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	15.76 $^{\circ}\text{C}$	33.25 RH
	De 9 a 10	54	16.8	31			
	De 10 a 11	52	16	34			
	De 11 a 12	53	15.4	34			
	De 12 a 1	49	15.2	34			
	De 1 a 2	46	15.1	35			
	De 2 a 3	41	15	35			
	De 3 a 4	36	15.2	35			
	De 4 a 5	34	15	36			
	De 5 a 6	31	14.7	34			
	De 6 a 7	36	14.9	31			
	De 7 a 8	41	18.2	30			



FICHA DE SEGUIMIENTO DE AGENTES AMBIENTALES DEL 09 DE ABRIL DEL 2022 (Pre-test).

Horas medidas	Medición de hora por hora	Datos obtenidos "PCE"			Promedio $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Promedio $^{\circ}\text{C}$	Promedio RH
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$^{\circ}\text{C}$	RH			
8am a 8pm	De 8 a 9	39	18	25	53.92 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	21.57 $^{\circ}\text{C}$	26.83 RH
	De 9 a 10	41	19	23			
	De 10 a 11	44	20.2	24			
	De 11 a 12	16	23	25			
	De 12 a 1	49	25.6	26			
	De 1 a 2	55	24.9	29			
	De 2 a 3	60	24.5	29			
	De 3 a 4	65	23.6	27			
	De 4 a 5	68	21.6	29			
	De 5 a 6	69	20.6	28			
	De 6 a 7	73	19.5	29			
	De 7 a 8	68	18.3	28			
8pm a 8am	De 8 a 9	60	17.5	31	43.58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	15.88 $^{\circ}\text{C}$	32.42 RH
	De 9 a 10	52	16.6	31			
	De 10 a 11	50	15.6	33			
	De 11 a 12	48	15.1	33			
	De 12 a 1	46	14.3	35			
	De 1 a 2	41	14.9	35			
	De 2 a 3	40	14.8	36			
	De 3 a 4	38	15.1	35			
	De 4 a 5	36	15.6	33			
	De 5 a 6	37	15.9	31			
	De 6 a 7	38	17	29			
	De 7 a 8	37	18.2	27			



FICHA DE SEGUIMIENTO DE AGENTES AMBIENTALES DEL 10 DE ABRIL DEL 2022 (Pre-test).							
Horas medidas	Medición de hora por hora	Datos obtenidos "PCE"			Promedio $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Promedio $^{\circ}\text{C}$	Promedio RH
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$^{\circ}\text{C}$	RH			
8am a 8pm	De 8 a 9	45	17	26	56.67 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20.29 $^{\circ}\text{C}$	29 RH
	De 9 a 10	45	17.6	26			
	De 10 a 11	45	17.8	27			
	De 11 a 12	46	18.8	28			
	De 12 a 1	51	19.6	28			
	De 1 a 2	52	21.8	29			
	De 2 a 3	61	21.6	29			
	De 3 a 4	63	23.3	30			
	De 4 a 5	70	23.1	31			
	De 5 a 6	71	22	32			
	De 6 a 7	70	21.3	32			
	De 7 a 8	61	19.6	30			
8pm a 8am	De 8 a 9	56	23.6	29	44.75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	17.51 $^{\circ}\text{C}$	31.33 RH
	De 9 a 10	51	21.3	28			
	De 10 a 11	49	19.6	29			
	De 11 a 12	47	18.6	31			
	De 12 a 1	46	16.3	32			
	De 1 a 2	44	16.2	33			
	De 2 a 3	38	16.1	31			
	De 3 a 4	39	15.6	36			
	De 4 a 5	41	15.3	35			
	De 5 a 6	41	15.6	33			
	De 6 a 7	42	15.3	31			
	De 7 a 8	43	16.6	28			



FICHA DE SEGUIMIENTO DE AGENTES AMBIENTALES DEL 11 DE ABRIL DEL 2022 (Pre-test).							
Horas medidas	Medición de hora por hora	Datos obtenidos "PCE"			Promedio $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Promedio $^{\circ}\text{C}$	Promedio RH
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$^{\circ}\text{C}$	RH			
8am a 8pm	De 8 a 9	45	18	28	62 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	21.65 $^{\circ}\text{C}$	28.83 RH
	De 9 a 10	48	18.2	28			
	De 10 a 11	48	23.1	28			
	De 11 a 12	49	24	29			
	De 12 a 1	60	24.5	30			
	De 1 a 2	62	24.8	30			
	De 2 a 3	93	24.7	30			
	De 3 a 4	72	24.1	29			
	De 4 a 5	70	22.8	30			
	De 5 a 6	68	19.7	28			
	De 6 a 7	70	18.7	27			
	De 7 a 8	59	17.2	29			
8pm a 8am	De 8 a 9	50	17	31	43.08 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	15.72 $^{\circ}\text{C}$	34.17 RH
	De 9 a 10	50	16	32			
	De 10 a 11	50	16	33			
	De 11 a 12	59	15.9	33			
	De 12 a 1	45	15.8	34			
	De 1 a 2	40	15	35			
	De 2 a 3	38	15	35			
	De 3 a 4	37	15.1	36			
	De 4 a 5	35	15	37			
	De 5 a 6	32	14.8	37			
	De 6 a 7	38	15.3	35			
	De 7 a 8	43	17.7	32			



FICHA DE SEGUIMIENTO DE AGENTES AMBIENTALES DEL 12 DE ABRIL DEL 2022 (Pre-test).

Horas medidas	Medición de hora por hora	Datos obtenidos "PCE"			Promedio $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Promedio $^{\circ}\text{C}$	Promedio RH
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$^{\circ}\text{C}$	RH			
8am a 8pm	De 8 a 9	46	17	25	59.42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	19.83 $^{\circ}\text{C}$	27.75RH
	De 9 a 10	45	17	25			
	De 10 a 11	47	18.2	26			
	De 11 a 12	49	20	27			
	De 12 a 1	55	22	28			
	De 1 a 2	58	23.1	30			
	De 2 a 3	65	23	30			
	De 3 a 4	70	22.7	28			
	De 4 a 5	75	19.8	30			
	De 5 a 6	74	19	29			
	De 6 a 7	70	18.5	27			
De 7 a 8	59	17.7	28				
8pm a 8am	De 8 a 9	50	16.1	32	41.58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	15.45 $^{\circ}\text{C}$	34.42 RH
	De 9 a 10	49	16	32			
	De 10 a 11	50	15.7	31			
	De 11 a 12	46	15.5	33			
	De 12 a 1	41	15.2	33			
	De 1 a 2	39	15	34			
	De 2 a 3	39	15.1	35			
	De 3 a 4	37	14.9	36			
	De 4 a 5	35	14.7	37			
	De 5 a 6	33	14.8	38			
	De 6 a 7	39	15.2	38			
De 7 a 8	41	17.2	34				



FICHA DE SEGUIMIENTO DE AGENTES AMBIENTALES DEL 13 DE ABRIL DEL 2022 (Pre-test).							
Horas medidas	Medición de hora por hora	Datos obtenidos "PCE"			Promedio $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Promedio $^{\circ}\text{C}$	Promedio RH
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$^{\circ}\text{C}$	RH			
8am a 8pm	De 8 a 9	47	18	24	57.75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	19.93 $^{\circ}\text{C}$	27.75 RH
	De 9 a 10	46	17	24			
	De 10 a 11	45	17.2	25			
	De 11 a 12	45	19	27			
	De 12 a 1	52	21	28			
	De 1 a 2	51	22	28			
	De 2 a 3	65	22.8	29			
	De 3 a 4	68	23	28			
	De 4 a 5	70	21.9	30			
	De 5 a 6	74	20	31			
	De 6 a 7	72	19.4	30			
	De 7 a 8	58	17.9	29			
8pm a 8am	De 8 a 9	52	16.2	30	42.25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	15.38 $^{\circ}\text{C}$	33.67 RH
	De 9 a 10	49	16	30			
	De 10 a 11	51	15.9	32			
	De 11 a 12	47	15.7	33			
	De 12 a 1	45	15.2	33			
	De 1 a 2	42	15	34			
	De 2 a 3	39	15	34			
	De 3 a 4	37	14.8	37			
	De 4 a 5	35	14.6	36			
	De 5 a 6	32	14.9	37			
	De 6 a 7	38	15.1	38			
	De 7 a 8	40	16.1	30			



FICHA DE SEGUIMIENTO DE AGENTES AMBIENTALES DEL 14 DE ABRIL DEL 2022 (Pre-test).

Horas medidas	Medición de hora por hora	Datos obtenidos "PCE"			Promedio $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Promedio $^{\circ}\text{C}$	Promedio RH
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$^{\circ}\text{C}$	RH			
8am a 8pm	De 8 a 9	44	19	27	59.42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	23.68 $^{\circ}\text{C}$	28.25 RH
	De 9 a 10	46	21	26			
	De 10 a 11	46	24.6	26			
	De 11 a 12	47	24.9	27			
	De 12 a 1	55	25.6	28			
	De 1 a 2	61	25.9	29			
	De 2 a 3	78	27	29			
	De 3 a 4	76	26	30			
	De 4 a 5	69	25	30			
	De 5 a 6	63	23	29			
	De 6 a 7	65	22.6	28			
	De 7 a 8	63	19.6	30			
8pm a 8am	De 8 a 9	59	20	30	47.33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	16.84 $^{\circ}\text{C}$	33.33 RH
	De 9 a 10	57	18	31			
	De 10 a 11	53	19	32			
	De 11 a 12	55	17.6	34			
	De 12 a 1	49	17.9	33			
	De 1 a 2	47	17.6	36			
	De 2 a 3	43	16	37			
	De 3 a 4	41	14.9	36			
	De 4 a 5	38	13.5	35			
	De 5 a 6	43	13.6	34			
	De 6 a 7	42	16	33			
	De 7 a 8	41	18	29			



FICHA DE SEGUIMIENTO DE AGENTES AMBIENTALES DEL 16 DE ABRIL DEL 2022 (Post-test).

Horas medidas	Medición de hora por hora	Datos obtenidos "PCE"			Promedio $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Promedio $^{\circ}\text{C}$	Promedio RH
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$^{\circ}\text{C}$	RH			
8am a 8pm	De 8 a 9	13	18.3	27	19.17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20.07 $^{\circ}\text{C}$	27.66 RH
	De 9 a 10	13	18.5	26			
	De 10 a 11	14	22	24			
	De 11 a 12	16	23.7	24			
	De 12 a 1	17	26.2	27			
	De 1 a 2	20	24.6	29			
	De 2 a 3	23	23.1	30			
	De 3 a 4	23	21.1	31			
	De 4 a 5	25	17.9	30			
	De 5 a 6	23	16.3	29			
	De 6 a 7	22	14.9	28			
	De 7 a 8	21	14.2	27			
8pm a 8am	De 8 a 9	19	14.5	26	14.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	15.34 $^{\circ}\text{C}$	28.58 RH
	De 9 a 10	17	14.6	26			
	De 10 a 11	15	14.7	29			
	De 11 a 12	15	14.9	30			
	De 12 a 1	15	14.2	29			
	De 1 a 2	14	13.9	29			
	De 2 a 3	13	14.6	30			
	De 3 a 4	13	14.8	32			
	De 4 a 5	12	15.6	29			
	De 5 a 6	13	16.5	28			
	De 6 a 7	14	17.8	28			
	De 7 a 8	14	18	27			



FICHA DE SEGUIMIENTO DE AGENTES AMBIENTALES DEL 17 DE ABRIL DEL 2022 (Post-test).							
Horas medidas	Medición de hora por hora	Datos obtenidos "PCE"			Promedio $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Promedio $^{\circ}\text{C}$	Promedio RH
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$^{\circ}\text{C}$	RH			
8am a 8pm	De 8 a 9	14	18.1	27	17.92 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20.87 $^{\circ}\text{C}$	26.67 RH
	De 9 a 10	14	19.5	27			
	De 10 a 11	15	23.3	26			
	De 11 a 12	14	24.6	27			
	De 12 a 1	17	26.2	25			
	De 1 a 2	19	25.6	29			
	De 2 a 3	20	23.6	30			
	De 3 a 4	22	21.8	27			
	De 4 a 5	21	19.7	27			
	De 5 a 6	21	17.9	26			
	De 6 a 7	20	15.5	25			
	De 7 a 8	18	14.6	24			
8pm a 8am	De 8 a 9	18	13	26	14.67 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	14.01 $^{\circ}\text{C}$	29 RH
	De 9 a 10	17	12.5	27			
	De 10 a 11	17	12.7	28			
	De 11 a 12	16	12.5	28			
	De 12 a 1	14	12.2	29			
	De 1 a 2	14	13.1	30			
	De 2 a 3	13	13.7	30			
	De 3 a 4	12	14.2	31			
	De 4 a 5	13	15.2	32			
	De 5 a 6	13	15.7	29			
	De 6 a 7	14	16	30			
	De 7 a 8	15	17.3	28			



FICHA DE SEGUIMIENTO DE AGENTES AMBIENTALES DEL 18 DE ABRIL DEL 2022 (Post-test).							
Horas medidas	Medición de hora por hora	Datos obtenidos "PCE"			Promedio $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Promedio $^{\circ}\text{C}$	Promedio RH
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$^{\circ}\text{C}$	RH			
8am a 8pm	De 8 a 9	14	18.5	27	17.42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20.71 $^{\circ}\text{C}$	27.33 RH
	De 9 a 10	15	18.6	28			
	De 10 a 11	15	20.2	26			
	De 11 a 12	14	21.4	27			
	De 12 a 1	16	22.1	26			
	De 1 a 2	17	22.2	29			
	De 2 a 3	19	23.5	30			
	De 3 a 4	23	23.2	28			
	De 4 a 5	22	22.6	28			
	De 5 a 6	19	21.1	27			
	De 6 a 7	18	18.6	26			
	De 7 a 8	17	16.6	26			
8pm a 8am	De 8 a 9	16	15.7	27	13.67 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	15.56 $^{\circ}\text{C}$	28.75 RH
	De 9 a 10	15	14.9	28			
	De 10 a 11	16	14.7	28			
	De 11 a 12	14	14.9	29			
	De 12 a 1	14	14.2	30			
	De 1 a 2	13	14.2	30			
	De 2 a 3	12	14.6	31			
	De 3 a 4	11	15.3	30			
	De 4 a 5	11	15.6	29			
	De 5 a 6	13	16.5	28			
	De 6 a 7	14	17.9	28			
	De 7 a 8	15	18.2	27			



FICHA DE SEGUIMIENTO DE AGENTES AMBIENTALES DEL 19 DE ABRIL DEL 2022 (Post-test).

Horas medidas	Medición de hora por hora	Datos obtenidos "PCE"			Promedio $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Promedio $^{\circ}\text{C}$	Promedio RH
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$^{\circ}\text{C}$	RH			
8am a 8pm	De 8 a 9	12	18.1	26	18.75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	19.58 $^{\circ}\text{C}$	26.83 RH
	De 9 a 10	13	18.5	25			
	De 10 a 11	14	19.5	24			
	De 11 a 12	16	21.6	25			
	De 12 a 1	18	22.9	26			
	De 1 a 2	21	23.6	28			
	De 2 a 3	21	22.9	29			
	De 3 a 4	22	21.9	32			
	De 4 a 5	25	19	30			
	De 5 a 6	20	17.9	28			
	De 6 a 7	21	15.1	25			
	De 7 a 8	22	14	24			
8pm a 8am	De 8 a 9	19	13.8	25	14.58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	14.73 $^{\circ}\text{C}$	28.5 RH
	De 9 a 10	17	13.8	26			
	De 10 a 11	18	13.5	28			
	De 11 a 12	15	13.7	30			
	De 12 a 1	14	13.6	31			
	De 1 a 2	15	13.4	33			
	De 2 a 3	13	13.4	29			
	De 3 a 4	12	13.8	27			
	De 4 a 5	14	14.5	30			
	De 5 a 6	13	17.8	28			
	De 6 a 7	12	17.9	28			
	De 7 a 8	13	17.6	27			



FICHA DE SEGUIMIENTO DE AGENTES AMBIENTALES DEL 20 DE ABRIL DEL 2022 (Post-test).							
Horas medidas	Medición de hora por hora	Datos obtenidos "PCE"			Promedio $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Promedio $^{\circ}\text{C}$	Promedio RH
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$^{\circ}\text{C}$	RH			
8am a 8pm	De 8 a 9	15	18.5	28	18.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	21.33 $^{\circ}\text{C}$	27.33RH
	De 9 a 10	15	20.3	26			
	De 10 a 11	16	22.1	27			
	De 11 a 12	17	21.6	27			
	De 12 a 1	19	22.9	28			
	De 1 a 2	21	23.6	29			
	De 2 a 3	23	23.8	31			
	De 3 a 4	25	22.7	30			
	De 4 a 5	22	22.6	27			
	De 5 a 6	18	21.9	25			
	De 6 a 7	16	19.4	26			
	De 7 a 8	15	16.6	24			
8pm a 8am	De 8 a 9	16	15.8	26	14.58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	14.17 $^{\circ}\text{C}$	28.17 RH
	De 9 a 10	18	14.9	27			
	De 10 a 11	15	13.6	29			
	De 11 a 12	14	13.1	30			
	De 12 a 1	14	12.5	31			
	De 1 a 2	12	12.6	32			
	De 2 a 3	15	12.7	30			
	De 3 a 4	13	13	28			
	De 4 a 5	16	13.3	26			
	De 5 a 6	16	14.4	25			
	De 6 a 7	14	16.3	26			
	De 7 a 8	12	17.8	28			



FICHA DE SEGUIMIENTO DE AGENTES AMBIENTALES DEL 21 DE ABRIL DEL 2022 (Post-test).							
Horas medidas	Medición de hora por hora	Datos obtenidos "PCE"			Promedio $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Promedio $^{\circ}\text{C}$	Promedio RH
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$^{\circ}\text{C}$	RH			
8am a 8pm	De 8 a 9	13	18	29	18.17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	19.58 $^{\circ}\text{C}$	27.83 RH
	De 9 a 10	14	18.5	26			
	De 10 a 11	14	19	28			
	De 11 a 12	15	19.2	28			
	De 12 a 1	16	21.1	27			
	De 1 a 2	19	21.3	24			
	De 2 a 3	21	21.7	24			
	De 3 a 4	20	20.8	26			
	De 4 a 5	22	19.9	29			
	De 5 a 6	25	19.6	30			
	De 6 a 7	21	18.6	32			
	De 7 a 8	18	17.3	31			
8pm a 8am	De 8 a 9	17	16.5	30	16.17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	14.73 $^{\circ}\text{C}$	28.92 RH
	De 9 a 10	19	14.9	29			
	De 10 a 11	20	13.5	26			
	De 11 a 12	21	12.8	26			
	De 12 a 1	18	12	29			
	De 1 a 2	16	12.2	30			
	De 2 a 3	15	12.4	31			
	De 3 a 4	12	13	33			
	De 4 a 5	13	15.5	30			
	De 5 a 6	13	17.1	26			
	De 6 a 7	14	18.3	28			
	De 7 a 8	16	18.5	29			



FICHA DE SEGUIMIENTO DE AGENTES AMBIENTALES DEL 22 DE ABRIL DEL 2022 (Post-test).							
Horas medidas	Medición de hora por hora	Datos obtenidos "PCE"			Promedio $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Promedio $^{\circ}\text{C}$	Promedio RH
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$^{\circ}\text{C}$	RH			
8am a 8pm	De 8 a 9	14	19	30	19.25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	21.33 $^{\circ}\text{C}$	28.17RH
	De 9 a 10	14	19.5	32			
	De 10 a 11	15	20.9	33			
	De 11 a 12	16	22.1	33			
	De 12 a 1	18	23.4	31			
	De 1 a 2	19	25.3	29			
	De 2 a 3	22	25.7	27			
	De 3 a 4	23	24.2	25			
	De 4 a 5	26	22.5	25			
	De 5 a 6	23	19.8	23			
	De 6 a 7	22	17.5	24			
	De 7 a 8	19	16.1	26			
8pm a 8am	De 8 a 9	21	15.3	26	17.17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	14.17 $^{\circ}\text{C}$	27.75 RH
	De 9 a 10	22	14.5	28			
	De 10 a 11	24	13.9	29			
	De 11 a 12	21	13.1	29			
	De 12 a 1	18	13	29			
	De 1 a 2	17	12.5	30			
	De 2 a 3	16	12.2	32			
	De 3 a 4	14	12	30			
	De 4 a 5	16	13.5	27			
	De 5 a 6	13	15.1	25			
	De 6 a 7	12	16.9	23			
	De 7 a 8	12	18	25			



ANEXO 5

EVIDENCIA FOTOGRÁFICA:

CABINAS DE INVERSIÓN



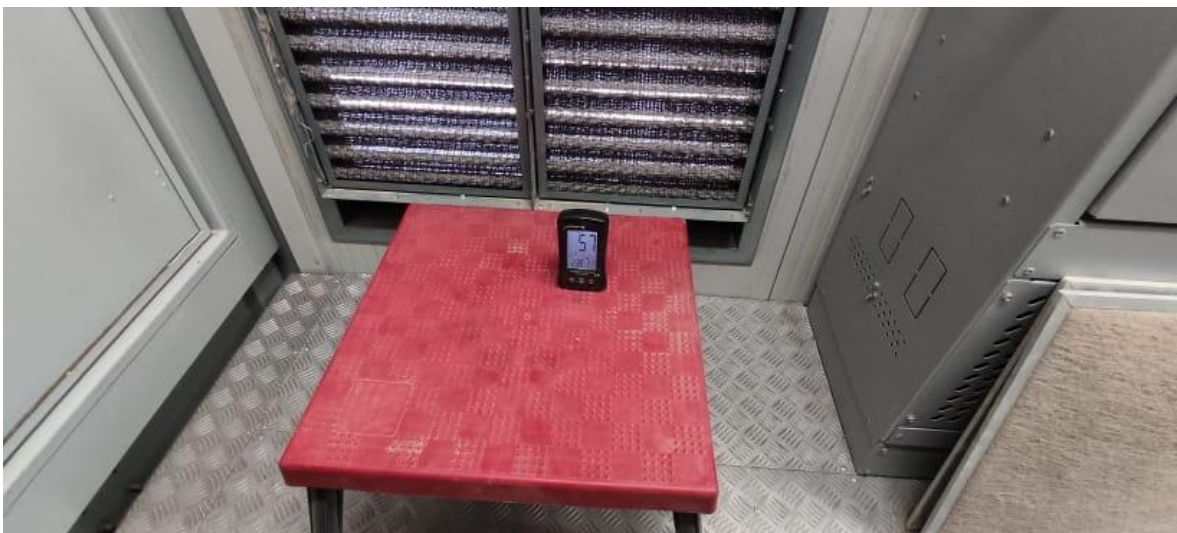


MEDIDOR DE AGENTES AMBIENTALES DE MARCA PCE





MEDICIÓN DE AGENTES AMBIENTALES PRETEST





MEDICIÓN DE AGENTES AMBIENTALES POSTESTS



INSTALACIÓN DE LOS FILTROS





LIMPIEZA DE FILTROS ORIGINALES





COLOCACIÓN DE FILTROS DE NAPA





LIMPIEZA POR FUERA DE LAS RENDIJAS DE LOS FILTROS





SIN FILTROS Y SIN NAPA

