



PURIFICADOR DE AIRE ALIMENTADO POR ENERGIA SOLAR

JOHN JAIRO CARVAJAL FERNANDEZ

JOHAN NICOLAS MARTIN ALFONSO

TUTOR

JHON JAIRO PORRAS

INGENIERÍA DE SISTEMAS

BOGOTA D.C.

19 DE FEBRERO 2025

Contenido

Introducción.....	3
Objetivos.....	8
Objetivo General.....	8
Objetivos Específicos	8
Definición del Problema.....	9
Justificación.....	10
Análisis de Requerimientos.....	12
Requerimientos Funcionales:.....	12
Requerimientos no funcionales:.....	12
Requerimientos técnicos:	13
Marco Teórico.....	14
Análisis de Restricciones.....	18
Restricciones Técnicas.....	18
Restricciones de Usabilidad.....	18
Restricciones de Privacidad	18
Restricciones Financieras	19
Restricciones de Tiempo.....	19
Metodología de Selección y desarrollo de la Solución.....	20
Generación de Ideas.....	21
Diseño Preliminar (Prototipo).....	28
Requerimientos de la Propuesta.....	33
Necesidades y Requerimientos	34
PROTOTIPO.....	39
Análisis de Costos del Prototipo.....	41
Listado de materiales	42
Mano de Obra	43
Costos Adicionales.....	43

Costo Total del Prototipo	44
Distribución de costos del proyecto.....	44
Conclusiones.....	45
Referencias	46

Figuras

Figura 1. Diagrama de Contaminación del Aire.....	11
Figura 2. Metodología de Selección.....	21
Figura 3. Diagrama de Flujo. Necesidad de Solución.....	21
Figura 4. Purificador Industrial NJORD AIR CLEAN.....	22
Figura 5. Filtro de Micro partículas.....	22
Figura 6. Escatimacizacion de partículas y vectores en el ambiente.....	23
Figura 7. Xiaomi Smart.....	24
Figura 8. Phillips Serie 600.....	25
Figura 9. Beurer LR – 200.....	25
Figura 10.: Rowenta Intense.....	25
Figura 11.: Dyson.....	26
Figura 12. Coway.....	26
Figura 13. Levoit.....	27
Figura 14. Blueair.....	27
Figura 15. Winix Zero.....	27
Figura 16. Mitsubishi Electric.....	28
Figura 17. Torre Smog Free.....	29
Figura 18. Cubo con polucion concentrada, Smog Free Tower.....	30
Figura 19. Bicicleta Ligthfog Creative.....	30
Figura 20. Filtro de Aire.....	31
Figura 21. Purificación del aire de forma natural.....	32
Figura 22. Diagrama Calidad – Precio.....	32
Figura 23. Diagrama Conceptual de Solución.....	33
Figura 24. Isométrico de Prototipo.....	34
Figura 25. Filtro de Papel.....	35
Figura 26. Filtro Micro phill.....	36
Figura 27. : Filtro Moto Agilty.....	36
Figura 28. Espuma filtro externo. Fuente Salve adentro (2022).....	37
Figura 29. Panel Solar Monocristalino de 450 Watts.....	38
Figura 30. Prototipo.....	39
Figura 31. Esquema conceptual de Purificación de Aire.....	39
Figura 32. Ducto con residuos recolectados.....	40
Figura 33. : Banco de modulos de filtros en prototipo.....	40

Figura 34. Entrada de Turbina de absorción.....	40
-------------------------------------------------	----

Tablas

Tabla 1. Compuestos de Purificador de Aire.	41
Tabla 2. Costos de elementos	42
Tabla 3. Mano de Obra. costos	43
Tabla 4. Costo Total de Prototipo.	43
Tabla 5. Costos totales de Prototipo	44
Tabla 6. Distribución de los costos del Proyecto.....	44

Abstract

Este proyecto de grado tiene como objetivo principal el diseño y desarrollo de un purificador de aire alimentado por energía solar, con el propósito de mejorar la calidad del aire en espacios cerrados, aprovechando la energía renovable como una fuente de alimentación. Este dispositivo está enfocado en ofrecer una solución ecológica y sostenible para la purificación del aire, especialmente en áreas donde la energía eléctrica convencional es inaccesible o se busca reducir el impacto ambiental. La forma más efectiva y económica de abordar la contaminación del aire interior es generalmente reducir o eliminar las fuentes evitables de contaminación y después sacar hacia el exterior las inevitables partículas, gases, y vapor de agua excesivo que se produce por actividades normales en interiores, como cocinar, hacer la limpieza y tomar duchas.

El proyecto surge de la necesidad urgente de encontrar soluciones accesibles y sostenibles para mejorar la calidad del aire en espacios interiores, especialmente en contextos donde la electricidad no es estable o el acceso a tecnologías de purificación es limitado. Por lo tanto, este se enfoca en una investigación detallada sobre los beneficios de un purificador de aire autónomo y económico. Además, se analizan las especificaciones técnicas de los componentes, como la efectividad de un panel solar y la capacidad de filtración, para así garantizar un rendimiento óptimo del dispositivo. El purificador es ideal para el uso en hogares, oficinas, escuelas y áreas rurales, ofreciendo una alternativa sostenible frente a la creciente preocupación por la contaminación ambiental.

Palabras clave:

- Purificador de aire
- Energía solar
- Calidad del aire
- Energías renovables
- Diseño sostenible
- Tecnología limpia

Abstract

The main objective of this thesis is to design and develop a solar-powered air purifier, with the aim of improving indoor air quality by leveraging renewable energy as a power source. This device aims to offer an environmentally friendly and sustainable solution for air purification, especially in areas where conventional electricity is inaccessible or where environmental impact is sought. The most effective and cost-effective way to address indoor air pollution is generally to reduce or eliminate avoidable sources of pollution and then exhaust the unavoidable particles, gases, and excessive water vapor produced by normal indoor activities, such as cooking, cleaning, and showering, to the outside.

The project stems from the urgent need to find affordable and sustainable solutions to improve indoor air quality, especially in contexts where electricity is unreliable or access to purification technologies is limited. Therefore, it focuses on detailed research into the benefits of a cost-effective, autonomous air purifier. In addition, the technical specifications of the components, such as the effectiveness of a solar panel and filtration capacity, are analyzed to ensure optimal device performance. The purifier is ideal for use in homes, offices, schools, and rural areas, offering a sustainable alternative to the growing concern about environmental pollution.

Key Words:

- Air purifier
- Solar energy
- Air quality
- Renewable energy
- Sustainable design
- Clean technology

Introducción

La calidad del aire es un factor determinante en la salud y bienestar de las personas, especialmente en zonas urbanas en donde la contaminación atmosférica alcanza niveles altos de peligro. Los contaminantes del aire, como las partículas finas, gases tóxicos y microorganismos, pueden generar diversas enfermedades respiratorias y cardiovasculares. Ante esta problemática, los sistemas de purificación de aire han cobrado importancia en los últimos años, no solo como una opción para mitigar los efectos de la contaminación en espacios cerrados, sino también como una estrategia para mejorar la calidad de vida en el hogar y en lugares de trabajo.

El uso de energías renovables, especialmente la energía solar, ha ganado importancia como una alternativa limpia y sostenible para satisfacer las necesidades en energía del mundo moderno. La energía solar es abundante, accesible y no genera emisiones contaminantes, lo que la convierte en una gran opción ideal para las aplicaciones tecnológicas que buscan reducir el impacto ambiental y promover el uso de recursos naturales renovables.

Este proyecto de grado se enfoca en el desarrollo e implementación de un purificador de aire alimentado por energía solar. La idea principal de este proyecto es juntar dos necesidades fundamentales: la purificación del aire y la utilización de fuentes de energía renovable. El purificador de aire propuesto no solo busca mejorar la calidad del aire interior al eliminar contaminantes como polvo, ácaros, humo y otros agentes patógenos, sino también ofrecer una solución autónoma, económica y respetuosa con el medio ambiente.

A lo largo de este trabajo, se analizarán tipos de filtros utilizados en la purificación del aire, los beneficios del uso de la energía solar como fuente de alimentación para el dispositivo, y la viabilidad técnica y económica del proyecto. Además, se explorarán los impactos sociales y ambientales de implementar una solución tecnológica que aproveche las energías limpias, contribuyendo al bienestar de la comunidad y al cuidado del medio ambiente.

El objetivo fundamental es realizar un sistema de purificación de aire que sea accesible, eficiente y sostenible, ofreciendo una alternativa viable frente a los sistemas convencionales que dependen de la energía eléctrica tradicional. De esta manera, el proyecto busca no solo mejorar la calidad del aire, sino también fomentar el uso de energías renovables en dispositivos de uso diario.

Objetivos

Objetivo General

Implementar un prototipo de purificador de aire alimentado por energía solar, con el propósito de mejorar la calidad del aire en espacios cerrados mediante el uso de tecnologías sostenibles y energías renovables.

Objetivos Específicos

- Diseñar un sistema de filtración que permite eliminar partículas contaminantes, polvo, ácaros del aire.
- Determinar el sistema adecuado para alimentar el purificador de aire, garantizando la eficiencia energética y la autonomía del dispositivo sin depender de la red eléctrica convencional.
- Construir un prototipo funcional del purificador de aire alimentado por energía solar, integrando los componentes de filtración y paneles solares, y asegurando su funcionamiento continuo durante el día.
- Presupuestar los costos de fabricación y mantenimiento del purificador de aire solar y compararlos con alternativas convencionales de purificación de aire.

Definición del Problema

La concentración de contaminantes en ambientes interiores, como partículas suspendidas (PM2.5 y PM10), compuestos orgánicos volátiles (COV), dióxido de carbono (CO₂), y agentes microbiológicos, representa un factor crítico que incide negativamente en la salud y el bienestar de los ocupantes. En muchos espacios cerrados, especialmente aquellos con deficiente ventilación o alta ocupación, estos niveles superan los límites recomendados por organismos internacionales como la OMS.

Si bien existen en el mercado diversas soluciones tecnológicas para la purificación del aire, muchas de ellas presentan limitaciones importantes: alto consumo energético, dependencia total de la red eléctrica, elevados costos de operación o mantenimiento, y poca adaptabilidad a contextos donde se requiere autonomía energética o sostenibilidad ambiental. Además, pocas integran fuentes de energía renovable que mitiguen su impacto ecológico, lo que genera una contradicción entre el beneficio sanitario que ofrecen y su huella ambiental.

En este contexto, se identifica la necesidad de desarrollar una alternativa tecnológicamente viable, energéticamente eficiente y ambientalmente sostenible, que aborde de manera directa la purificación del aire interior mediante la eliminación de los contaminantes más comunes, y que se alimente a través de energía solar fotovoltaica, permitiendo su uso en zonas con infraestructura eléctrica limitada o con alto compromiso ambiental. Esta propuesta busca posicionarse como una solución innovadora frente a los sistemas convencionales, integrando filtrado avanzado y energía limpia en un solo dispositivo autónomo.

Una problemática general que afecta la salud tanto humana como del medio ambiente se ha denominado en la contaminación del aire. En el aire se puede encontrar contaminantes como materiales con partículas de diferentes tamaños casi a ser imperceptibles para el ojo humano, pero se sabe de su presencia que muchas de las veces son ingredientes que desencadena enfermedades que deterioran la vitalidad del ser viviente en el planeta. En gran medida los más afectados son los espacios urbanos, semiindustrial e industrial, donde las mayores emisiones de estos gases contaminantes se generan de las actividades del ser humano, le siguen las a actividades de las naturales como los incendios forestales y aquellos que se originan del a naturaleza.

A pesar de la existencia de purificadores de aire comerciales, muchos dependen de energía eléctrica convencional, lo que implica un alto consumo energético y costos operativos, además de una huella de carbono indirecta; por lo tanto, surge la necesidad de desarrollar un purificador de aire autonomía y sostenible, alimentado con energía limpia, capaz de reducir la contaminación del aire en espacio interiores y exteriores de manera eficiente.

Con base en lo anteriormente expuesto se plantea la siguiente pregunta la cual orienta el proyecto:

¿Como diseñar y desarrollar un sistema de purificación de aire alimentado con energía limpia que se ha eficiente en la reducción de contaminantes atmosféricos en entornos urbanos?

Justificación

La creciente preocupación por la calidad del aire, tanto en entornos urbanos como rurales, ha impulsado la necesidad de soluciones sostenibles que contribuyan al bienestar de la población. La contaminación atmosférica, especialmente en espacios interiores, representa un riesgo significativo para la salud humana, siendo causa de enfermedades respiratorias, cardiovasculares y otros problemas graves, según lo indica la Organización Mundial de la Salud. (OMS. 2020)

Principales focos de contaminación del aire

Motores de combustión: Todo tipo de transporte, como vehículos, barcos, aviones son los mayores actores en la contaminación del aire debido a las emisiones de partículas al ambiente. La mayoría de los combustibles al ser quemado genera Co, Co₂, Pb, So₂ y No₂, los cuales se convierten en gases de efecto invernadero, siendo una mezcla de contaminantes dañinos para los humanos y la naturaleza. (Environmental Protection Agency)

Quema de Carbón: Las grandes calderas que consumen enormes cantidades de este mineral hacen un enorme aporte de material particulado y contaminante al ambiente entre ellos los dióxidos de azufre y carbono que se reposan directamente en la atmosfera. En este caso no solo son los que resultan de la quema de basuras, sino también de la quema en la generación de energía.

Plantas Químicas Petroquímicas: En este sector hay una participación importante con la emisión de metano que son un contaminante de importante participación con los compuestos más conocidos formaldehído y el metanol que impactan directamente en la capa de ozono.

Consecuencias del aire contaminado

El punto de no retorno es la acumulación de gases en cantidades destructivas en la atmosfera que son un compuesto dañino para la capa de ozono, esa misma que nos protege de los rayos del sol. Aunque gases hay en todo lo que se ha de realizar por las actividades humanas, pero las más representativas son las derivadas de químicos que no se pueden degradar fácilmente. **Dióxidos concentrados:** El más conocido es el CFC - 11, es destructivo directo con la capa de ozono, de la mano de los dióxidos de carbono. (PAHO. 2022)

Lluvias Acidas: Son los resultados en la atmosfera de la acumulación de los ácidos sulfúricos y nítricos, que hacen un aporte importante con los vapores del agua en las nubes, regresan a la tierra en forma de agua acida, o de otra manera, dañina y mortal para todo ser viviente, ya que afecta directamente el pH de los organismos vivos.

SMOG: En otras palabras, es un humo o neblina cargada con agentes contaminantes que al ser de efecto contaminante se demora en disipar, lo que se genera un espejo de efecto invernadero y no permite que la atmosfera respire y haga su trabajo con la capa de ozono. Este químico nebuloso está compuesto de partículas fotoquímicas y sulfurosas que no permite que la luz solar, haga su recorrido normal de entrada y salida a la superficie de la

tierra, en cambio al ser un bloqueador de luz, es un amigo de las olas de calor y de la concentración de calor en la superficie terrestre.

Ante este panorama, el desarrollo de un purificador de aire alimentado con energía solar se presenta como una alternativa viable, ecológica y eficiente. Esta propuesta integra dos ejes fundamentales: el mejoramiento de la calidad del aire mediante tecnologías de filtración avanzadas, y el uso de energías limpias para su funcionamiento. La energía solar, al ser renovable y de bajo impacto ambiental, permite que el dispositivo sea autónomo, funcional en zonas sin acceso a la red eléctrica y económicamente sostenible a largo plazo. (Zhang, T. 2021)

El proyecto responde a la necesidad de soluciones tecnológicas que reduzcan la dependencia de energías no renovables y promuevan una vida más saludable. Además, busca generar conciencia sobre el uso responsable de los recursos naturales y la implementación de tecnologías limpias en contextos donde tradicionalmente no se han utilizado.

Con este prototipo, se pretende demostrar que es posible diseñar dispositivos accesibles, funcionales y amigables con el ambiente, ofreciendo un aporte significativo tanto para el entorno doméstico como institucional, especialmente en regiones vulnerables. A partir del problema generado por la humanidad, la contaminación del aire, se ha llevado a cabo una identificación de este. Añadiendo cuáles son los principales gases contaminantes, donde se generan y donde se encuentra una mayor concentración de estos en el planeta y se ha concluido que en los principales lugares donde la encontramos es en las ciudades, está provocada principalmente por la industria y los motores de combustión y los más comunes son los óxidos, dióxidos y sulfuros. Indagando en la forma de frenar estas emisiones o darle la vuelta al gran problema, se ha llegado a la conclusión de que la única forma en que se puede ayudar es purificando este aire. Para ello se debería plantear la idea de crear unos dispositivos purificadores de aire que ayuden a mitigar la emisión de estos contaminantes al ambiente. (Roberge, P. R. 2020).

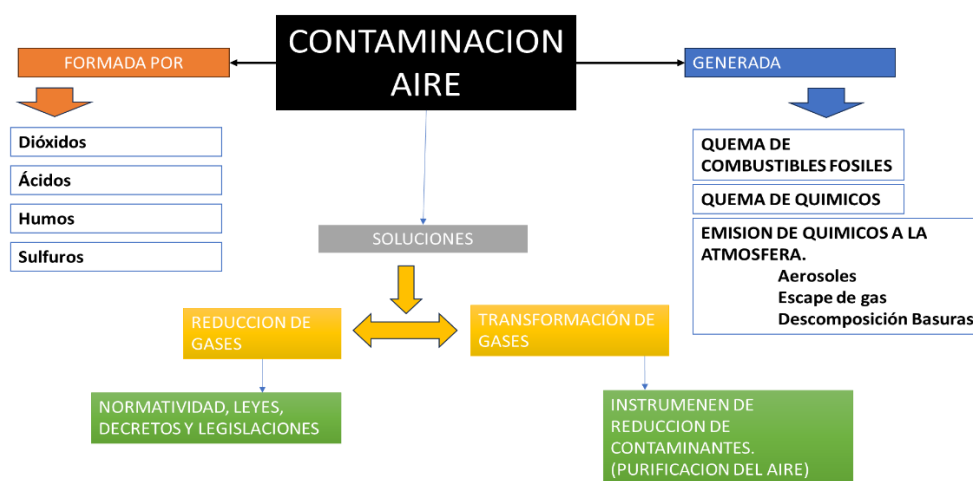


Figura 1. Diagrama de Contaminación del Aire.

Fuente: Creación Autores

Análisis de Requerimientos

Requerimientos Funcionales:

- El sistema debe ser capaz de purificar el aire en un espacio cerrado de al -menos 12 m².
- El purificador debe aspirar aire a través de un ventilador alimentado por energía solar.
- El sistema debe filtrar partículas grandes (polvo), partículas finas (PM2.5 y PM10) y gases contaminantes (COVs, CO₂, entre otros) usando un conjunto de filtros (prefiltro, HEPA y carbón activado).
- El sistema debe funcionar de manera autónoma, alimentado exclusivamente por energía solar.

Requerimientos no funcionales:

- El sistema debe tener una autonomía mínima de 8 horas en ausencia de luz solar.
- El ruido generado por el ventilador debe ser inferior a 40 dB para no afectar el confort en interiores.
- El sistema debe tener un mantenimiento sencillo, permitiendo el reemplazo de filtros sin necesidad de herramientas especializadas.
- El tiempo de respuesta del sistema desde el encendido hasta la operación completa no debe superar los 10 segundos.

Requerimientos técnicos:

- El sistema debe contar con un panel solar fotovoltaico de al menos 20W y un voltaje adecuado (12V) para alimentar el sistema completo.

- El microcontrolador debe ser un Arduino Uno (o equivalente), capaz de gestionar múltiples sensores y salidas.

- El ventilador debe ser de corriente continua (12V DC), con un flujo de aire mínimo de 150 m³/h.

- El sistema debe estar montado en una carcasa resistente y ventilada, preferentemente en material reciclable o liviano (acrílico, PVC o madera MDF).

Marco Teórico

La llegada de una nueva experiencia para el ambiente deja entrever que tan frágil es el sistema, ya que mostro su mayor incidencia con los cambios profundos en la modificación del ambiente de la especie humana; hasta antes del covid-19, el ambiente estaba ya fracturado, como los daños ambientales que se conocen y están documentados, pero a partir de este evento se mostró que los ambientes son muy cambiantes, es por ello que, lo que creíamos que el aire no se contaminaba esta muy lejos de la realidad.

Lo preocupante del asunto es que entre un 80 y 90% de nuestro tiempo transcurre en espacios interiores (Oficinas, aulas, centros comerciales, hogares, etc.) La mayor parte de las actividades de la vida diaria de una persona tiene lugar en espacios cerrados. Rodriguez, D. (2023)

Para comprender, la existencia de los contaminantes en el aire a medida que crece el movimiento global, también se hacen esfuerzos grandes en la forma de como prevenir no solo para los humanos sino el ambiente en general de esta contaminación, se ha documentado de distintas formas, soluciones audaces pero efectivas, con la que tenemos como los purificadores de aire, tecnología vanguardista y hasta la modificación de las construcciones en busca de la mejor forma de limpiar el aire. Rodriguez, D. (2023)

1. Introducción a la Calidad del Aire

La calidad del aire es esencial para la salud humana, ya que los contaminantes atmosféricos pueden causar enfermedades respiratorias, cardiovasculares e incluso cáncer. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2021), más de 85% de la población mundial vive en áreas donde la calidad del aire no cumple con los estándares recomendados. Los contaminantes más comunes en interiores incluyen polvo, moho, humo, compuestos orgánicos y gases como el dióxido de nitrógeno (NO₂), que son perjudiciales para la salud humana (Alves et al., 2018).

2. Tecnologías de Purificación del Aire

Los purificadores de aire están diseñados para eliminar o reducir la concentración de contaminantes en el aire. Las tecnologías más comunes incluyen filtros HEPA (High-Efficiency Particulate Air), carbón activado, ionizadores y sistemas UV (ultravioleta) para destruir microorganismos (Gao et al., 2019). Los filtros HEPA son reconocidos por su alta eficacia para eliminar partículas microscópicas (como polvo, polen y esporas de moho) que son perjudiciales para la salud respiratoria (Lee et al., 2020). Los sistemas de carbón activado, por otro lado, son efectivos para absorber gases y malos olores (Roberge, 2020).

2.1 Carbón Activado

El carbón activado se utiliza en la adsorción de gases y olores, un proceso en el que las moléculas de los contaminantes se adhieren a la superficie porosa del carbón (Roberge, 2020). Es especialmente útil para eliminar compuestos como el formaldehído y otros COV que pueden estar presentes en los interiores.

3. Energía Solar

La energía solar es una fuente renovable que convierte la radiación solar en electricidad mediante paneles fotovoltaicos. Esta fuente de energía es particularmente atractiva debido a su bajo impacto ambiental, su capacidad de ser utilizada en ubicaciones remotas y su continua mejora en eficiencia (Liu et al., 2021).

3.1 Funcionamiento de los Paneles Solares

Los paneles solares convierten la luz solar en electricidad mediante el efecto fotovoltaico. Este proceso genera corriente continua (CC), la cual puede ser almacenada en baterías para su uso posterior o convertida en corriente alterna (CA) mediante inversores (Liu et al., 2021). Los sistemas fotovoltaicos son cada vez más eficientes y rentables, lo que ha favorecido su adopción en diversas aplicaciones, incluidas las soluciones de purificación de aire.

3.2 Ventajas de la Energía Solar

Las ventajas de utilizar energía solar incluyen la sostenibilidad, la reducción de costos operativos a largo plazo, y la reducción de la huella de carbono (Singh et al., 2020). Además, la energía solar es accesible para comunidades que carecen de infraestructura eléctrica, brindando una solución ecológica y eficiente (Kumar et al., 2022).

3.3 Energía Solar Fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica convierte la luz solar en electricidad mediante el efecto fotovoltaico, principalmente utilizando paneles solares de silicio. Esta fuente energética es limpia, renovable y sostenible. La implementación de sistemas autónomos solares es clave en aplicaciones fuera de red, como purificadores de aire portátiles o en zonas rurales. (Green, 2020)

4. Integración de Energía Solar en Sistemas de Purificación de Aire

La integración de un sistema de purificación de aire alimentado por energía solar combina la eficiencia de la purificación del aire con las ventajas de la energía renovable. Este sistema es particularmente útil en áreas rurales o zonas sin acceso a la red eléctrica, ya que no depende de la electricidad convencional, sino que se alimenta de una fuente limpia y gratuita: la luz solar (Patel & Zhang, 2021).

4.1 Beneficios de un Purificador de Aire Solar

Los purificadores de aire alimentados por energía solar no solo mejoran la calidad del aire en interiores, sino que también contribuyen a la sostenibilidad al eliminar la necesidad de fuentes de energía no renovables. Su uso puede reducir considerablemente los costos operativos y las emisiones de gases contaminantes (Patel & Zhang, 2021). Además, al operar de manera autónoma, estos dispositivos pueden ser utilizados en regiones donde la red eléctrica no está disponible.

4.2 Consideraciones Técnicas

Es importante considerar la eficiencia energética de los paneles solares y la capacidad de almacenamiento en baterías para garantizar un suministro constante de energía, especialmente en áreas donde la radiación solar es variable (Liu et al., 2021). La selección de los componentes adecuados, como los filtros HEPA y las baterías de almacenamiento, es crucial para garantizar el rendimiento y la durabilidad del sistema.

5. Aplicaciones y Desafíos

Los purificadores de aire solares tienen aplicaciones potenciales en hogares, oficinas y vehículos, especialmente en lugares con altos niveles de contaminación o zonas sin acceso a electricidad (Kumar et al., 2022). Sin embargo, algunos desafíos incluyen el costo inicial de instalación de los paneles solares y la eficiencia en áreas con menor radiación solar (Singh et al., 2020).

6. Aplicaciones de Purificadores de Aire Solares

Se han desarrollado proyectos de bajo costo para purificación en escuelas rurales, viviendas afectadas por contaminación de interiores (por cocinas a leña) y entornos urbanos. Estos sistemas han demostrado ser eficaces al integrarse con sensores para monitoreo de calidad del aire en tiempo real. (J. Perez,2020).

7. Integración de Energía Solar en Dispositivos Electrónicos

Combinar tecnologías de purificación con energía solar permite reducir el consumo energético de la red eléctrica, aumentar la autonomía de los dispositivos y contribuir a los objetivos de desarrollo sostenible. La integración requiere el uso de controladores de carga, baterías, inversores y diseño eficiente de consumo.

8. Sistemas autónomos e híbridos

Un sistema autónomo de purificación de aire alimentado por energía solar requiere componentes clave como:

- **Paneles solares** (generadores fotovoltaicos)
- **Batería (Li-ion o AGM)**
- **Sistema de purificación** (motor, ventilador, filtros)

Estos sistemas pueden complementarse con **energía eólica o de red eléctrica**, formando una solución híbrida para asegurar continuidad operativa en condiciones de baja irradiación solar (Dursun & Kilic, 2012).

9. Ventajas ambientales y sostenibilidad

Los sistemas de purificación solar contribuyen a reducir la huella de carbono, disminuir el uso de energía no renovable y promover comunidades más saludables y sostenibles. Según los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU, este tipo de tecnologías se alinea con el ODS 3 (Salud y bienestar), ODS 7 (Energía asequible y no contaminante) y ODS 13 (Acción por el clima) (Naciones Unidas, 2015).

Análisis de Restricciones

Restricciones Técnicas

- Capacidad de generación solar limitada: El sistema depende de un panel solar de baja potencia (20W aprox.), lo que impone límites al consumo eléctrico permitido por los componentes.
- Espacio físico reducido: dado que el dispositivo está diseñado para ser portátil, el espacio interno para integrar todos los componentes (paneles, filtros, ventiladores, batería y controladores) es limitado, lo que complica el diseño estructural y térmico.
- Capacidad de procesamiento limitada: El microcontrolador utilizado (Arduino Uno) tiene memoria y capacidad de procesamiento modestas, lo cual limita el uso de sensores más complejos o sistemas de conectividad.

Restricciones de Usabilidad

- Reemplazo manual de filtros: Los filtros deben ser reemplazados periódicamente de forma manual, lo cual requiere que el usuario tenga acceso a repuestos compatibles y conocimientos mínimos para abrir el dispositivo sin dañarlo.
- Sin integración a redes inteligentes: Por cuestiones de presupuesto y complejidad, no se integró conectividad IoT, lo que impide monitoreo remoto, automatización avanzada o almacenamiento de datos en la nube.

Restricciones de Privacidad

- Ausencia de datos personales: El sistema no almacena, procesa ni transmite información personal del usuario, por lo que no representa un riesgo directo para la privacidad.
- Futuras ampliaciones (IoT): Si se decidiera integrar funciones IoT o de monitoreo remoto, se deberían considerar políticas de gestión de datos, encriptación y autorización de acceso para preservar la privacidad del usuario.

Restricciones Financieras

- Presupuesto limitado: El proyecto fue desarrollado con un presupuesto estudiantil restringido, lo cual limitó la selección de componentes de alta gama o soluciones tecnológicas más sofisticadas.
- Costo de mantenimiento: Aunque el consumo energético es casi nulo gracias a la energía solar, el reemplazo periódico de los filtros y de carbón activado representa un gasto recurrente que podría ser una barrera para su adopción masiva en comunidades de bajos recursos.
- Accesibilidad de componentes: Algunos sensores y módulos electrónicos deben ser importados o no están disponibles localmente, lo cual puede encarecer el mantenimiento o la réplica del sistema en otras regiones.

Restricciones de Tiempo

- Plazo académico definido: El desarrollo del proyecto estuvo restringido por el calendario académico (entre 6 y 12 semanas), lo que limitó la posibilidad de realizar pruebas prolongadas de campo, validaciones externas o rediseños iterativos del prototipo.
- Tiempo de carga solar: La energía solar requiere exposición prolongada a la luz del sol. En días nublados o durante temporadas de baja irradiación, el tiempo de carga de la batería se ve comprometido, lo que afecta la disponibilidad del dispositivo.
- Montaje y pruebas: El diseño, armado e integración de los componentes electrónicos, así como las pruebas de funcionamiento y validación de eficiencia, tuvieron que realizarse en paralelo, afectando la profundidad del análisis experimental.

Metodología para la selección y desarrollo de la Solución

Esta es la mejor forma de hacer una planeación previa en la selección de uno o varios productos que se tenga en mente para lanzar al mercado como emprendimiento o como una idea de negocio. Los criterios utilizados en la selección de un nuevo producto se dividen en tres categorías, Generación de Ideas, Evaluación de mercado y La elección de negocios.

En la primera etapa, en cada una de las partes tiene que ver con la idea de negocio. Muchas empresas generan ideas a partir de noticias como periódicos y revistas, firmas consultoras, investigaciones e incluso centros de pensamiento donde se concentra los bancos de ideas en las universidades o instituciones de educación.

La segunda parte, detalla la viabilidad y la aceptabilidad de un producto o idea propuesta a la luz de los acontecimientos actuales. Una oportunidad de inversión se debe analizar cuidadosamente antes del lanzamiento, un estudio de factibilidad revelara todo lo que se requiere antes de hacer un movimiento.

La elección de que hacer, donde hacerlo y el costo esta netamente amarrado a los resultados de las investigaciones de viabilidad comercial, técnica y las perspectivas económicas del producto. De hecho, sabido que el mayor fracaso en la creación de un producto fracasa por qué:

- La investigación inicial no se realiza o que da incompleta para determinar la viabilidad y rentabilidad de un producto.
- Cambios de los productos en el mercado que afectan los gustos y preferencias.
- Falta de juicio al momento de determinar cuál es el más adecuado para su comercialización en un punto determinado en el tiempo.
- hay poca visibilidad con el producto, o que este no se ajuste a las necesidades de los usuarios o no permitirse el lujo de comprarlo debido a los costos prohibitivos.
- La falta de conciencia en los consumidores del producto en el mercado.

El rendimiento de un producto en el mercado, el productor debe mantener un valor de la producción y la utilidad del producto y hacerlo accesible a los consumidores que se han hecho conscientes de su utilidad.

En base de la investigación realizada y a sabiendas que el producto es una solución a la problemática de la contaminación del aire, el mercado cuenta con gran variedad de estos equipos, como purificadores de aire de diferentes especificaciones y para sus diversos usos según la figura se ha contemplado una metodología para la obtención de esta idea que se ha desarrollado.

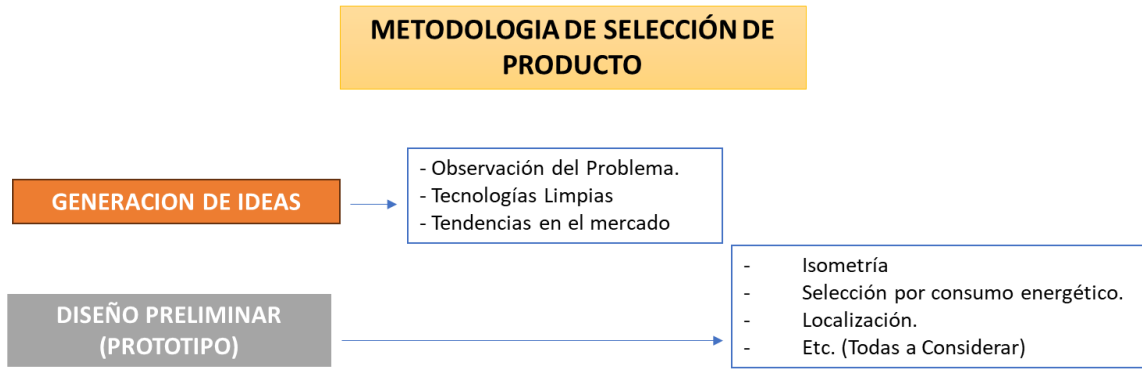


Figura 2. Metodología de Selección.

Fuente: Creación Autores

Generación de Ideas

Como uno de los principales elementos se permite desde esta óptica canalizar todas las ideas que lo integrantes del grupo he concluido para la generación de un equipo que se ha versátil y que su trabajo sea optimo en la obtención de una mejor calidad del aire, ya que posee un sistema novedoso de filtrado de las partículas del aire contaminado.

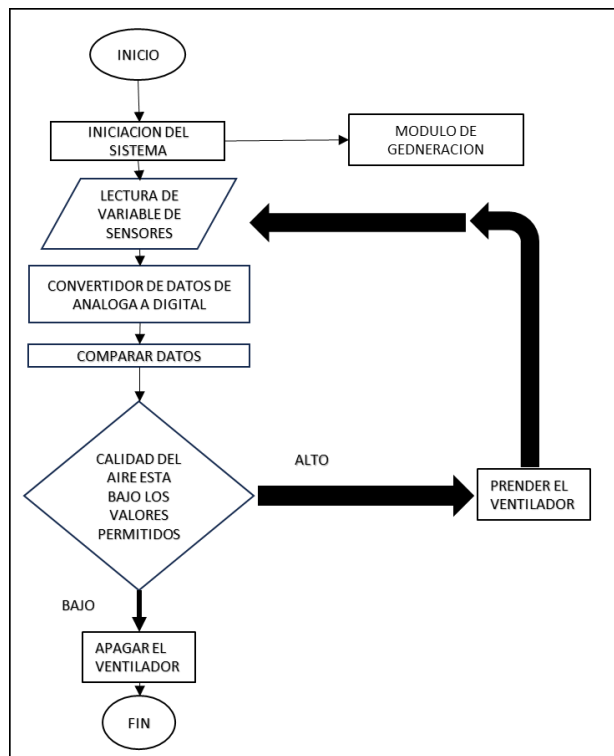


Figura 3. Diagrama de Flujo. Necesidad de Solución.

Fuente: Autores

En el mercado se puede encontrar purificadores de aire de diferentes indoles de tipo doméstico. Los de tipo industrial están enfocados para empresas con naves industriales grandes para poder limpiar la propia creación de partículas y contaminantes, eliminando el riesgo para sus propios trabajadores. En este espacio no se puede indagar en el mercado, ya que no es una información expuesta al público corriente. Un ejemplo de empresa dedicada a este sector es la NJORD AIR CLEAN, fabricante sueco que se especializa en este sector. A continuación, se pueden ver algunos de los sistemas que fabrican:



Figura 4. Purificador Industrial NJORD AIR CLEAN.

Fuente: nJORD

Además de sus estructuras de naves industriales, posee un sistema de filtrado especial, con elementos tan micro filtrado novedoso que permite tener la capacidad de limpiar el aire del área de intervención como las zonas domésticas.

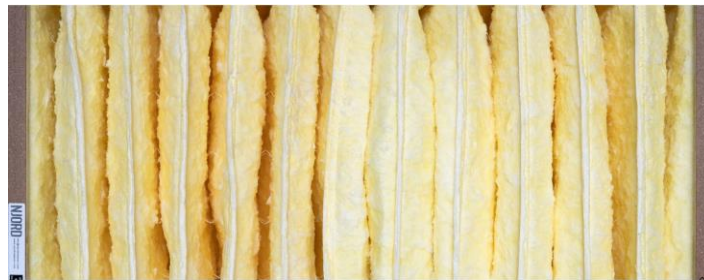


Figura 5. Filtro de Micro partículas.

Fuente: Mundimotos (2022)

Aparte de su estructura diferenciadora y versátil, se evidencia que no es compleja, en cambio es versátil porque tiene acceso y salida fáciles de intervención. Los filtros de tipo HEPA han evolucionado en diferentes categorías en las cuales se encuentran en el mercado que son de fácil recambio. Los filtros de aire se han convertido en objetos indispensables a la hora de

higienizar el ambiente y elevar su salubridad. Según Siber (2016) Los filtros de aire son mecanismos destinados a mejorar la calidad del ambiente en interiores. Como veremos un poco más adelante, existen varios tipos, pero todos ellos cumplen con la misma función: eliminar las impurezas presentes y proporcionar un aire más limpio y puro.

El problema de estos elementos nocivos es que tienen un tamaño muy reducido. Nuestro cuerpo está preparado para filtrar de manera natural las partículas con un tamaño superior a las 10 micras (μm), pero no es eficaz ante las más pequeñas. Por suerte, los mejores filtros de aire que hay disponibles actualmente son capaces de retener partículas de hasta $0,03 \mu\text{m}$. Esto quiere decir que ofrecen una eficacia que roza el 100 %.

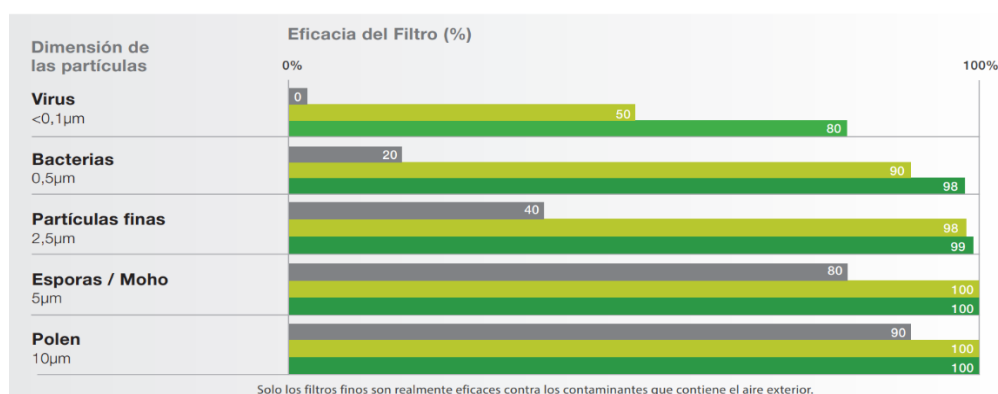


Figura 6. Escatimacizacion de partículas y vectores en el ambiente.

Fuente: Siberzone.es/blog

En el mercado podemos encontrar, fundamentalmente, **cinco tipos de filtros de aire**:

- **Filtros de carbón activo.** Los más útiles a la hora de acabar con los malos olores y con partículas de virus y bacterias. Por este motivo, se suelen instalar en la mayoría de sistemas de recirculación de aire.
- **Filtros húmedos.** En este caso, el material filtrante se empapa de un aceite responsable de retener los agentes contaminantes. Es muy eficaz contra el polvo y el polen.
- **Filtros secos.** Funcionan igual que los anteriores, pero utilizando una red de fibras a través de las cuales los contaminantes del aire no pueden pasar.
- **Filtros electrostáticos.** Su principal ventaja es que no reducen ni un ápice el flujo de aire. Esto se debe a que funcionan mediante una serie de placas electrónicas imantadas que atraen las partículas. Resultan muy recomendables contra el humo del tabaco y el hollín.

- **Filtros HEPA.** Se hicieron especialmente populares durante la pandemia de COVID-19, puesto que las autoridades sanitarias recomendaban su uso por su elevada eficiencia. Son los únicos capaces de retener partículas de 0,3 μm de diámetro, dentro de las cuales están casi todas las presentes en el aire.

Según un estudio realizado en 2021 por una web llamada guiadeproductos.com, han recogido los 10 purificadores de aire comerciales mejor valorados y más vendidos. Se presentarán por valoración de mejor a peor. Todos se caracterizan por diseños y tamaños similares, utilizan filtros tipo HEPA e intentan integrarse lo mejor posible en el aspecto de un hogar. Guiaproductos (2021).

Algunos de los purificadores de aire más reconocidos y populares incluyen marcas como Xiaomi, Philips, Beurer, Rowenta, Dyson, y Coway. Modelos específicos incluyen el Xiaomi Smart Air Purifier 4 Lite, el Philips Serie 600, el Beurer LR-200, el Rowenta Intense Pure Air Connect XL, el Dyson Purifier Cool, y el Coway Airmega AP-1512HH(W).

Purificadores de aire reconocidos:

- **Xiaomi:**

Conocidos por su tecnología innovadora y su compatibilidad con asistentes virtuales.

Eje: **Xiaomi Smart Air Purifier 4 Lite:** Compatible con Alexa y Google Assistant.



Figura 7. Xiaomi Smart

Fuente: Guiaproductos (2021)

- **Philips:**

Ofrecen modelos compactos y fáciles de usar, con opciones para control a través de aplicación.

Eje: **Philips Serie 600:** Ideal para usar de día o de noche.



Figura 8. Phillips Serie 600.

Fuente: Guiaproductos (2021)

- **Beurer:**

Destacan por su sencillez y diseño compacto, con opciones para programación y control.

Eje: **Beurer LR-200:** Sencillo, compacto y programable.



Figura 9. Beurer LR – 200

. Fuente: Guiaproductos (2021)

- **Rowenta:**

Ofrecen purificadores para diferentes tamaños de habitaciones, incluyendo modelos con conectividad.

Eje: **Rowenta Intense Pure Air Connect XL:** Purificador para diferentes tamaños de habitación.



Figura 10.: Rowenta Intense.

Fuente: Guiaproductos (2021)

- **Dyson:**

Reconocidos por su diseño único y su tecnología de purificación de aire, con modelos que incluyen funciones de enfriamiento.

Eje: **Dyson Purifier Cool:** Purificador con diseño original y conectividad WiFi.



Figura 11.: Dyson.

Fuente: Guiaproductos (2021)

- **Coway:**

Se especializan en purificadores con filtros HEPA, ideales para espacios con mascotas o alergias.

Eje: **Coway Airmega AP-1512HH(W):** Purificador con filtro HEPA para espacios grandes.



Figura 12. Coway.

Fuente: Guiaproductos (2021)

- **Levoit:**

Ofrecen opciones económicas y efectivas, con modelos como el Core 300-P.

Eje: **Levoit Core 300-P:** Purificador económico y básico.



Figura 13. Levoit.

Fuente: Guiaproductos (2021)

- **Blueair:**

Son reconocidos por su alta calidad de filtración y su diseño elegante.

Eje: **Blueair Pure Mini Max:** Purificador para habitaciones pequeñas.



Figura 14. Blueair

. Fuente: Guiaproductos (2021)

- **Winix:**

Ofrecen purificadores con tecnología para espacios grandes, como el Winix Zero.

Eje: **Winix Zero:** Purificador para espacios grandes.



Figura 15. Winix Zero.

Fuente: Guiaproductos (2021)

- **Mitsubishi Electric:**

Son conocidos por su alta capacidad de purificación y su tecnología HEPA, ideal para espacios con alta rotación de personas.

Eje: **Mitsubishi Electric Purificadores con filtro HEPA:** Ideal para aulas y oficinas.

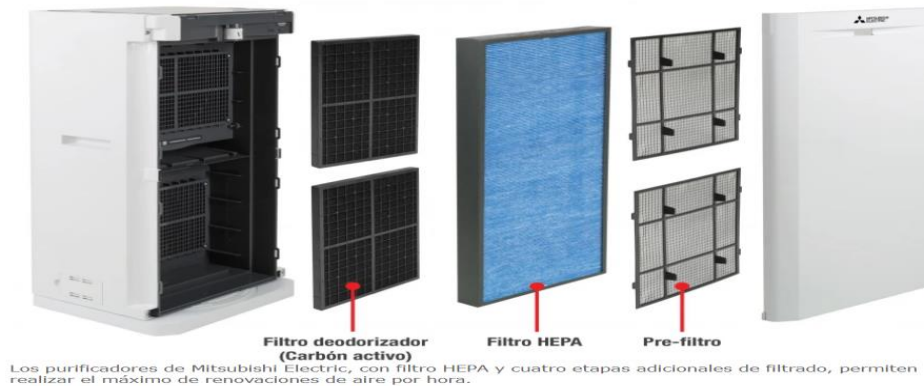


Figura 16. Mitsubishi Electric.

Fuente: Guiaproductos (2021)

Estos ejemplos ofrecen una variedad de opciones para diferentes necesidades y presupuestos, desde purificadores compactos y económicos hasta modelos con tecnología avanzada y capacidad para espacios grandes.

Como se evidencia de igual manera el mercado ofrece una alta gama de productos purificadores de usos personal son aquellos que cumplen ciertas condiciones y modalidades como también algunas limitaciones, como espacios a cubrir, tiempos y sobre todo la alimentación eléctrica. En cada uno de ellos hay características específicas, para el uso correcto de todo su potencial.

Diseño Preliminar (Prototipo)

Ya mostrado lo que el mercado tiene en disposición de estos productos y las empresas comercializan, se debe aclarar que la idea de este proyecto se enfoca de otra manera en un mercado diferente. Todas estas empresas que diseñan purificadores de aire domestico están enfocadas a la purificación en pequeñas medias en su mayor extinción los purificadores de

aire de bodegas industriales purifican el ambiente de sus propios residuos que son perjudiciales para los trabajadores; En cambio, la idea propuesta busca una solución en mucha mayor escala y más dirigida al medio ambiente, donde no existe un mercado ni empresas que compitan entre sí para hacer purificadores que puedan ayudar a ciudades enteras.

Aunque no exista un mercado, claro que existen ideas, conceptos y hasta los diseños de los purificadores de aire masivos integrados en otros objetos o vehículos para mejorar la calidad del aire mientras nos movemos.

- Proyecto Smog Free

Esta es una idea de Daan Roosegaarde, artista e innovador holandés, la cual consiste en el purificadores de aire mas grande del mundo destinado para ciudades con el objetivo de eliminar el smog de estas.



Figura 17. Torre Smog Free.

Fuente: Dan Rosegaarde (2015)

Este dispositivo es capaz de limpiar 30.000 metros cúbicos de aire contaminado por hora y utiliza este aire para crear cubos de resina en cuyo interior contienen 1.000 metros cúbicos de partículas de smog comprimidas. *Dan Roosegaarde, (2015).*



Figura 18. Cubo con polucion concentrada, Smog Free Tower.

Fuente: Smog Free Tower de Dan Roosegaarde, 2015.

- Bicicleta Ligthfog Creative

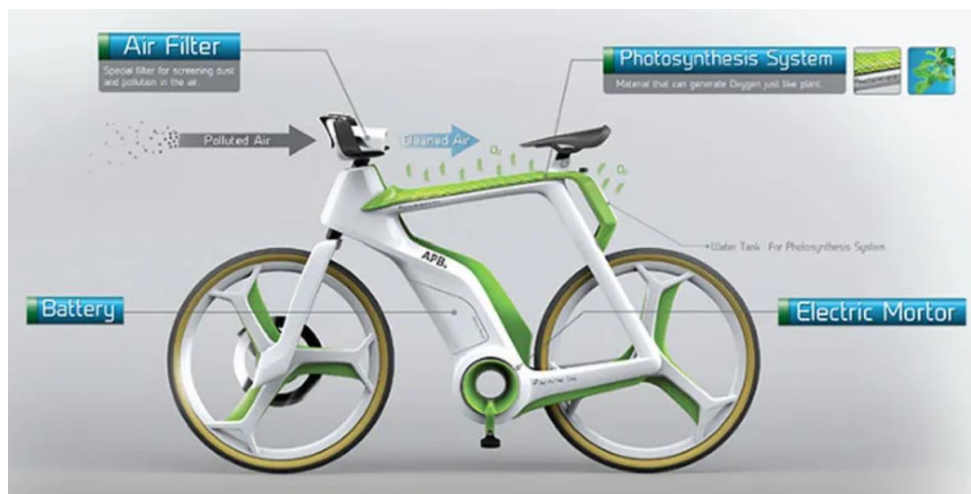


Figura 19. Bicicleta Ligthfog Creative.

Fuente: Ecoesfera. (2022).

Las bicicletas ya son una gran idea urbana, y esta se está esparciendo con rapidez. Pero ¿qué pasaría si una bicicleta pudiera reducir el smog y limpiar el aire? Un grupo de diseñadores e ingenieros de la firma Lightfog Creative and Design, en Bangkok, ganaron un premio Red Dot por su bicicleta purificadora de aire diseñada para limpiar la polución mientras se mueve entre el tráfico.

La idea, la cual aún no es un prototipo, es que haya un filtro entre el manubrio que filtre el aire contaminado, despojándolo de sus partículas sucias. El director creativo Silawat Virakul

apuntó que: “Andar en bicicleta puede reducir el tráfico en una ciudad. Pero más allá de eso, al añadirle habilidad para reducir contaminación, queríamos añadir más valor a una bicicleta”. Ecoesfera (2022)

En esta parte se analizan las problemáticas que presentan los componentes principales del producto. Concretamente, se ha realizado un análisis de las problemáticas de los filtros de aire y de la agricultura sostenible. La problemática del filtro hace referencia a varios aspectos que pueden ser mejorados potencialmente para obtener un producto de mayor calidad. El aspecto más evidente en un filtro de aire es la eficacia con la que puede realizar su función.

La eficacia de un filtro de aire disminuye con demasiada rapidez debido a la acumulación de suciedad, lo cual genera que este se sature produciendo un desgaste del producto notable. La calidad del aire puede afectar gravemente al filtro de aire. Todo y que su propia función es purificar el aire, un filtro que trabaja en un ambiente donde se encuentra un exceso de partículas contaminantes puede acabar saturado sin la capacidad de realizar su función principal de manera correcta. Otro aspecto muy importante a tener en cuenta es la humedad. El crecimiento de bacterias y hongos es favorecido por la humedad, lo que significa que, si hay mucha humedad, el aire estará más contaminado y afectará a la calidad del aire.



Figura 20. Filtro de Aire.

Fuente: Ecoesfera (2022)

En cuanto a la problemática de la planta, está por naturaleza, tiene como función filtrar el aire. Esta función proporciona muchos beneficios, pero estos también podrían ser mejorados de varias maneras. Una planta debe ser regada constantemente, para poder sobrevivir y llevar una vida sana, lo cual conlleva a un consumo de agua. Al mismo tiempo, la luz solar es también muy esencial para el crecimiento de la planta. Depende del lugar donde se encuentre la planta, puede ser complicado recibir luz solar directa, lo cual debilita a la planta y ralentiza su crecimiento.

Al igual que la luz solar, otro aspecto a tener en cuenta es el aire. La circulación del aire puede ser reducida o incluso eliminada también debido a la ubicación de la planta, viéndose así afectada negativamente. Por último, algo que daña gravemente las plantas son las plagas,

las cuales afectan el crecimiento y el desarrollo de estas. Las plagas pueden presentarse en forma de patógenos, artrópodos, vertebrados e incluso otras plantas.

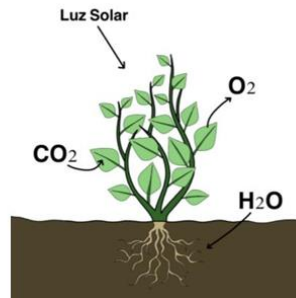


Figura 21. Purificación del aire de forma natural

. Fuente: Ecoesfera (2022)

Tras este estudio, se procede a analizar el mercado, para conocer las principales marcas productoras de purificadores y filtros de aire, así como los productos que ofrecen. También se analizan las patentes de cada una de las marcas, para conocer las nuevas tecnologías y la calidad y gama de precios en las que trabajan, identificando de esta manera el tipo de usuario al que se dirige cada una.

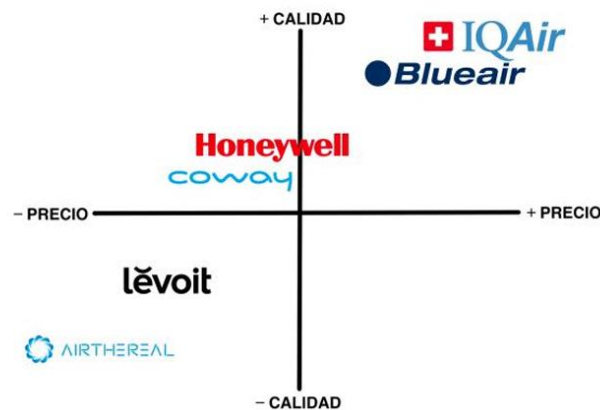


Figura 22. Diagrama Calidad - Precio.

Fuente: Guiaproductos (2022)

Requerimientos de la Propuesta

A continuación, se expondrán en forma de lista ordenada, todos los requisitos o requerimientos que la propuesta debe cumplir necesariamente:

- De contar con una entrada y salida de aire.
- El aire contaminado entrará por la parte anterior y saldrá por la posterior ya purificado.
- Debe recoger aire, a partir de las turbinas que recogerán de los alrededores.
- Estará dividido en módulos.
- Contendrá filtros de aire internos.
- Deberá estar integrado previendo de no dañar la ergonomía visual tanto del lugar como del producto.
- Debe tener una forma aerodinámica, que no le impida el paso del viento.
- El material utilizado para la carcasa exterior debe poder resistir la fuerza del aire que se genere, además no se debe lastimar en contacto con otros agentes externos como los rayos de Sol, la lluvia o en el caso de que pueda ser golpeado con algo.
- Debe tener un buen anclado. No tiene dispositivos de pantalla ni otras formas de interacción.

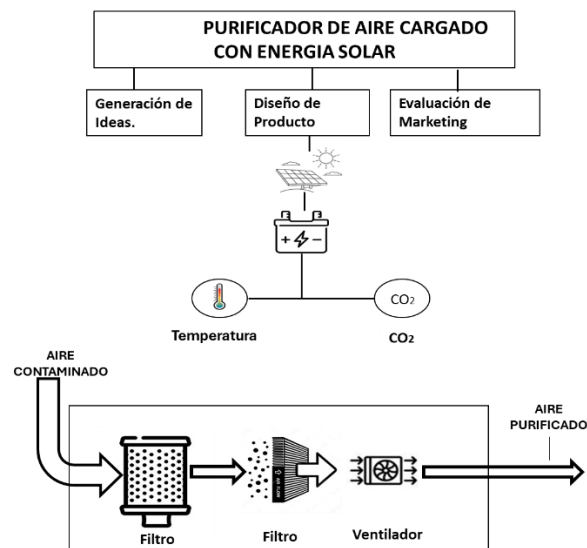


Figura 23. Diagrama Conceptual de Solución.

Fuente: Creación de Autores.

Se plantea una forma viable y factible para el mercado, una solución que no tiene un costo alto pero que se puede comprometer a gran escala, para ello tenemos que el purificador de aire, se alimenta de material particulado, le hace una

Necesidades y Requerimientos

Se ha venido trabajando en la manera mas sencilla, no fácil, pero si la manera en la que el proyecto se aseguir para los compradores e inversores, ya que para tener un mercado amplio se debe publicitar un producto de excelente calidad, contando con ello se hace menester del plano isométrico del prototipo para validar la funcionalidad, es asi que en las siguientes paginas evidenciaremos, cada uno de los elementos que intervinieron en la construcción del prototipo piloto del purificador de aire alimentado con celdas solares.

Isométrico

Plano en detalle lo que se requiere como producto final para la construcción del equipo piloto, aca se evidencia en forma clara y sencilla como queda en la parte final el equipo de pilotaje para el purificador de Aire, con cada uno de los elementos que intervienen en el equipo final.

ISOMETRICO DE PURIFICADOR DE AIRE

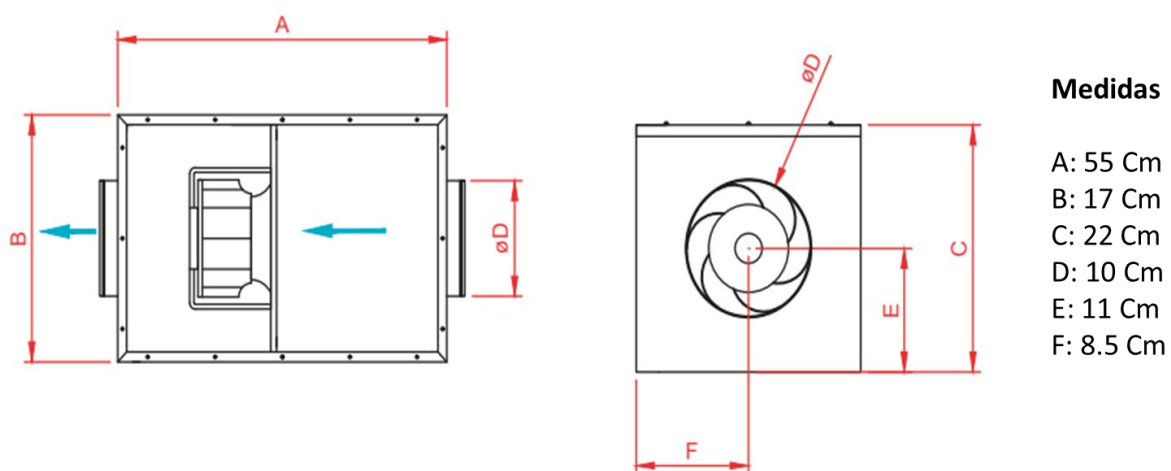


Figura 24. Isométrico de Prototipo.

Fuente: Creación Autores

Estructura

Como general es la carcasa externa donde se evidencia el equipo purificador de aire el que va proteger las partes sensibles del equipo

Turbinas

Son el corazón del proyecto que nos permite hacer la absorción del aire con los contaminantes y en contrapartida la entrega o la expulsión del aire puro o por lo menos un aire que se puede respirar sin ser dañino.

Ductos

Son los orificios de entrada y salida que permite que el aire circule de la manera mas clara y elegante para que no la purificación del aire sea efectiva.

Filtros

Son los implementos que hacen la recolección de las partículas que contaminan el ambiente y aquellas que nos visibles al ojo humano en los que tenemos de diferentes formas y materiales de construcción; en ejemplo tenemos:

- **Filtro Papel Filtrado**

Es un filtro de papel con unas aberturas diminutas que retienes partículas dañinas al ambiente, estas partículas son visibles al ojo humano.



Figura 25. Filtro de Papel

Fuente: Wikipedia (2022)

- **Filtro de Algodón o Microphill**

Es un filtró que ayuda la limpieza de los humos o smog que se encuentra en el ambiente



Figura 26. Filtro Micro phill.

Fuente: La casa del blunt (2025)

- **Filtro de Aire**

Filtro de aire purifica el aire que ingresa al motor, eliminando partículas de suciedad, polvo y otras impurezas que podrían dañar los componentes internos del motor. Ayuda a asegurar que el aire esté limpio y libre de contaminantes. Inspecciona su estado, límpialo o replázalo cuando sea necesario. La clave para un buen rendimiento es el mantenimiento adecuado, es tu escudo contra la suciedad. Mantenlo limpio y sigue rodando con fuerza. Mundimotos (2025)



Figura 27. : Filtro Moto Agilty. .

Fuente: Mundimotos (2022)

- **Filtro Espuma**

Estos filtros, también llamados filtros foam, retienen polvo y partículas más grandes, protegiendo el motor



Figura 28. Espuma filtro externo. Fuente Salve adentro (2022)

- *Filtro Aire textil*

Los filtros textiles están diseñados para capturar partículas de diferentes tamaños, desde polvo hasta partículas más finas. Muchos filtros textiles, especialmente los de alto rendimiento, pueden ser lavados y reutilizados, lo que los convierte en una opción económica a largo plazo. Los filtros textiles de alto rendimiento permiten un flujo de aire más rápido que los filtros de papel, lo que puede mejorar el rendimiento del motor en algunos casos. Se utilizan diferentes tipos de telas, como polipropileno, poliéster, acrílico y telas no tejidas, dependiendo de la aplicación y las partículas a filtra.



Figura: Filtro de Aire Textil

Fuente: intensiv-filter-himenviro (2021)

Panel Solar

Las células fotovoltaicas suelen estar hechas de silicio, un material semiconductor que es muy sensible a la luz. Hay diferentes tipos de paneles solares, como los de silicio monocristalino, policristalino y de capa fina, cada uno con diferentes niveles de eficiencia y rendimiento. Los paneles solares se utilizan para generar electricidad en viviendas, industrias y grandes instalaciones solares. Son una fuente de energía limpia y renovable, que ayuda a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y a ahorrar dinero en la factura de la luz. Pueden tener una inversión inicial alta, su rendimiento puede verse afectado por las condiciones climáticas y requieren espacio para su instalación



Figura 29. Panel Solar Monocristalino de 450 Watts.

Fuente: AutoSolar (2022)

Centrando el estudio de diseño escogido, el purificador de aire captará este aire por la parte enfocada a la parte anterior y la expulsará por la parte posterior. Esto es necesario, ya que cuando capte el aire lo hará las turbinas, el propio movimiento de aceleración ayudara pasar el aire al interior del purificador. La incorporación de ductos, ya sea en la parte anterior o en los costados gracias a estar conectadas a una batería eléctrica propia. Esto hará que la purificación de aire se lleve a cabo mucho más tiempo al día, en contra de hacerlo solo cuando esta de noche.

La siguiente funcionalidad a tratar viene dada por los tipos de filtros, más concretamente por el filtro de textil, y los de papel filtrado; Para hacerlo de una forma de autoabastecimiento sería conveniente añadir a la carcasa exterior; Al hablar de la ergonomía básica del diseño solo nos centraremos en la visual, ya que el dispositivo no tendrá interacción con el usuario excepto la persona que se encargue de su mantenimiento a la hora de cambiar los filtros. La ergonomía visual se basa en que el diseño de la carcasa principalmente, no contraste mucho con las instalaciones del cliente. FM Cabrera (2004).

Modulo Fotovoltaico

El modulo solar es un instrumento que necesita la energía que se deriva del sol que la convierte en energía eléctrica. Los módulos están compuesto por celdas solares de silicio cristalino, la cual puede transformar la luz proveniente del sol en electricidad. Entre Mayor sea la capacidad del panel, mayor será la capacidad de energía que se puede obtener del sol y mayor será la generación eléctrica. (Panel Solar, 2021)

PROTOTIPO



Figura 30. Prototipo

Fuente: Autores



Evidencia conceptual de un purificador de aire comercial.

Figura 31. Esquema conceptual de Purificación de Aire.

Fuente: Mercado Libre. (2020)



Evidencia del material particulado recolectado durante prueba.

Figura 32. Ducto con residuos recolectados.

Fuente: Autores, en zona de la salida del material.



Evidencia del material de los módulos de los filtros en interacción de parte anterior hasta la parte posterior.

Figura 33. : Banco de modulos de filtros en prototipo.

Fuente: Autores.



Evidencia de la entrada de la turbina que hace la absorción del aire contaminado, antes de pasar a los módulos de Filtros.

Figura 34. Entrada de Turbina de absorción.

Fuente: Autores.

VIDEO DEL MONTAJE: <https://youtu.be/mg6bzssLDQ0>

Análisis de Costos del Prototipo

El análisis de costos está enfocado en la cuantificación monetaria de cada uno de los elementos que intervienen en la elaboración del producto final, en físico, esto, nos permite tener clara la ruta de que y como se quiere elaborar el prototipo. Se debe tener en especial cuidado en la identificación de cada una de las partes que intervienen en el producto final

PURIFICADOR DE AIRE ALIMENTADO CON ENERGIA SOLAR

Elementos de construcción del prototipo y su importancia funcional, en la Tabla. 1, se detalla cada uno de los elementos y su importancia en el funcionamiento del prototipo, ya que se debe generar una entrada de aire sucio y una descarga de aire limpio recogiendo las partículas contaminantes.

Tabla 1. Compuestos de Purificador de Aire.

COMPONENTE	FUNCIÓN	IMPORTANCIA
Panel solar	Convierte la luz solar en electricidad.	Fuente principal de energía limpia y renovable.
Batería recargable	Almacena la energía generada por el panel solar.	Permite el funcionamiento continuo, incluso sin luz solar directa.
Controlador de carga (opcional)	Regula la entrada de energía hacia la batería.	Protege el sistema de sobrecargas y extiende la vida útil de los componentes.
Ventilador o extractor	Aspira el aire del entorno y lo hace circular por los filtros.	Mantiene el flujo de aire constante dentro del purificador.
Filtros (HEPA, carbón, caseros)	Limpian el aire de partículas, olores y contaminantes.	Son el núcleo del proceso de purificación.
Estructura o carcasa	Soporta y organiza todos los componentes.	Aporta estabilidad y permite un diseño funcional y seguro.
Conductos de aire	Permiten la entrada y salida del aire.	Aseguran un flujo eficiente de aire limpio hacia el ambiente.
Interruptor o control	Enciende/apaga el sistema (puede incluir sensores).	Facilita el uso y puede optimizar el consumo energético.

Fuente: Creación propia de Autores.

Listado de materiales

Partes de un purificador de aire alimentado con energía solar

1. Panel solar
2. Batería Recargable
3. Controlador de carga
4. Ventiladores de entrada
5. Ventiladores de Salida
6. Filtración
 - a. Filtros de papel
 - b. Filtros de Carbono
 - c. Filtros de Algodón
 - d. Filtro micropartículas
7. Estructura o Carcasa
8. Conducto de entrada
9. Conducto de salida

Se hace una distribución de cada uno de los elementos que se utilizan en el prototipo según las necesidades de funcionalidad.

Tabla 2. Costos de elementos

CUADRO DE COSTOS DE LOS ELEMENTOS A USAR				
ITEM	ELEMENTO	CANTIDAD	PRECIO UNI	SUBTOTAL
1	Panel solar	1	\$ 350.000	\$ 350.000
2	Batería Recargable	1	\$ 153.000	\$ 153.000
3	Controlador de carga	1	\$ 75.100	\$ 75.100
4	Ventiladores de entrada	2	\$ 65.000	\$ 130.000
5	Ventiladores de Salida	2	\$ 80.000	\$ 160.000
6	Filtros de papel	3	\$ 15.000	\$ 45.000
7	Filtros de Carbono	2	\$ 30.000	\$ 60.000
8	Filtros de Algodón	3	\$ 13.000	\$ 39.000
9	Filtro micropartículas	3	\$ 85.000	\$ 255.000
10	Estructura o Carcasa	1	\$ 255.000	\$ 255.000
11	Conducto de entrada	1	\$ 120.000	\$ 120.000
12	Conducto de salida	1	\$ 120.000	\$ 120.000
TOTAL			\$ 1.361.100	\$ 1.762.100

Fuente: Creación de Autores

En la tabla 2, se ha mostrado los valores mercado que se ha generado los elementos para poder hacer la instalación del prototipo.

Mano de Obra

En la Mano de obra hemos intervenido como grupo de trabajo, pero más aun, se ha recibido ayuda externa en el ensamble, sobre todo en las partes que son mas delicadas por ello en la creación de la estructura o carcasa, la ubicación de los conductos de entrada y salida, la instalación de los ventiladores de entrada y salida y la obtención de los filtros ya que algunos son especiales.

Tabla 3. Mano de Obra. costos

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT. Hr.	PRECIO UNI	SUBTOTAL
1	Soldador	8	\$ 20.000	\$ 160.000
2	Ensamblador	30	\$ 13.000	\$ 390.000
TOTAL		38	\$ 33.000	\$ 576.000

Fuente: Creación de Autores

En la tabla 3. Se describe las personas que tuvieron parte de la intervención en el ensamble del prototipo aun que se define un total de horas de ejecución, hay mas horas en la investigación de los autores del proyecto.

Costos Adicionales

Los costos adicionales para nuestro caso hacen referencia a todos aquellos que son parte del proceso pero que nos se ve se tiene presente en los costos.

Tabla 4. Costo Total de Prototipo.

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	PRECIO UNI	SUBTOTAL
1	Mensajero	1	\$ 22.000	\$ 22.000

2	Envío de piezas especiales	1	\$ 35.000	\$ 35.000
3	Herramientas	1	\$ 150.000	\$ 150.000
4	Alquiler Taller (Espacio, servicios públicos y seguridad)	1	\$ 120.000	\$ 120.000
TOTAL		4	\$ 327.000	\$ 327.000

Fuente: Creación de Autores

En la tabla 4, se ha definido los costos adicionales que hemos definido como aquellos que intervienen de forma indirecta en la realización del prototipo.

Costo Total del Prototipo

En esta oportunidad vamos a reunir todos los valores que hemos conseguido en la distribución de cada una de las partes que intervienen en el desarrollo de este proyecto y que como producto final conseguimos un prototipo como muestra de funcionalidad del proyecto.

Tabla 5. Costos totales de Prototipo

ITEM	DESCRIPCIÓN	SUBTOTAL
1	Materiales	\$ 1.762.100
2	Mano de Obra	\$ 576.000
3	Adicionales	\$ 324.000
TOTAL		\$ 2.692.100

Fuente: Creación de Autores

En la tabla 5. Se evidencia como queda cada uno de los valores en consideración a los ítems que intervienen y que se han descrito con antelación.

Distribución de costos del proyecto

En esta etapa del proyecto e evidencia que cantidad y como se distribuyen los costos dentro del proyecto y cual es su peso dentro del valor final del prototipo

Tabla 6. Distribución de los costos del Proyecto

ITEM	CATEGORIA	COSTO	PORCENTAJE
------	-----------	-------	------------

1	Materiales	\$ 1.762.100	65%
2	Mano de Obra	\$ 576.000	22%
3	Transporte / Logística	\$ 162.000	6%
4	Desperdicios / Pruebas	\$ 162.000	6%
TOTAL		\$ 2.662.100	100%

Fuente: Creación de Autores

En esta tabla se observa el peso de cada una de las partes que han intervenido en el proceso de la creación del prototipo, para que se de una claridad se observa que el mayor peso en este producto final se tiene en los materiales ya que, aunque son de uso cotidiano, tiene un costo comercial y que se puede conseguir con mayor facilidad.

Conclusiones

- El desarrollo de un purificador de aire alimentado por energía solar demuestra que es posible integrar tecnologías limpias y renovables en soluciones ambientales. La utilización de paneles solares permite operar el dispositivo sin dependencia de la red eléctrica, reduciendo así su huella de carbono.

- Este sistema contribuye a la mejora de la calidad del aire en espacios interiores o exteriores, disminuyendo la presencia de partículas contaminantes, lo cual es especialmente relevante en zonas urbanas o industriales. Al mismo tiempo, se promueve una alternativa ecológica frente a purificadores convencionales que consumen electricidad de fuentes no renovables.

- Los resultados del proyecto evidencian que es viable construir un purificador de aire solar con materiales accesibles y tecnologías existentes, lo que sugiere un alto potencial de replicabilidad, tanto en contextos residenciales como comunitarios, especialmente en regiones con alto nivel de radiación solar.

- Las pruebas realizadas muestran que el sistema tiene un desempeño eficiente en la reducción de partículas contaminantes, siempre y cuando las condiciones de irradiación solar sean adecuadas. En condiciones óptimas, la autonomía energética se mantiene estable, permitiendo una operación continua durante las horas de luz solar.

- Aunque el sistema funcionó adecuadamente, se identifican oportunidades de mejora, como el almacenamiento de energía para funcionamiento nocturno, la incorporación de sensores de calidad del aire automáticos, o el uso de materiales más livianos y sostenibles. Esto abre la puerta a futuras investigaciones y mejoras del prototipo.

Referencias

Arnabat, Idoia (27 Julio 2022). Purificar el aire en casa ▷ Tecnologías para mejorar la calidad del aire con la climatización. Caloryfrio. <https://www.caloryfrio.com/aire-acondicionado/aire-acondicionado-domestico/purificar-aire-casa-tecnologias-mejorar-calidad-del-aire-climatizacion.html>. Recuperado el 20 de mayo de 2025 de <https://www.caloryfrio.com>

1. "Air purification using renewable energy", "Solar-powered air purifier", "PM2.5 and indoor air quality improvement". **Google Scholar** (<https://scholar.google.com/>).
2. Normas de calidad del aire y efectos en la salud: <https://www.who.int/es/>. **Organización Mundial de la Salud (OMS)**.
3. Datos sobre contaminación del aire y filtración eficiente: <https://www.epa.gov/>. **EPA (Environmental Protection Agency, EE.UU.)**
4. David W. Bearg (sobre sistemas de purificación de aire). "**Indoor Air Quality and HVAC Systems**".
5. Organización Mundial de la Salud (OMS). (2021). *La contaminación del aire*. [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
6. Thomas Ackermann (sobre energías limpias aplicadas a dispositivos). "**Renewable Energy Systems**".
7. Skulberg KR, Skyberg K, Kruse K, Eduard W, Levy F, Kongerud J, Djupesland P. 2005. The effects of intervention with local electrostatic air cleaners on airborne dust and the health of office employees. *Indoor Air* 15(3):152–159.
8. Sulser C, Schulz G, Wagner P, Sommerfeld C, Keil T, Reich A, Wahn U, Lau S. 2009. Can the use of HEPA cleaners in homes of asthmatic children and adolescents sensitized to cat and dog allergens decrease bronchial hyperresponsiveness and allergen contents in solid dust? *International Archives of Allergy and Immunology* 148:23–30. doi:10.1159/000151502
9. EPA. (2020). Indoor Air Quality (IAQ) Scientific Findings Resource Bank. Retrieved from <https://www.epa.gov/iaq-sciences/indoor-air-quality-iaq-scientific-findings-resource-bank>
10. **(Environmental Protection Agency, EE.UU.)** <https://www.paho.org/es/temas/calidad-aire-salud/contaminacion-aire-ambiental-exterior-vivienda-preguntas->

[frecuentes#:~:text=La%20contaminaci%C3%B3n%20del%20aire%20puede,impactos%20adversos%20en%20la%20salud.\)](#)

11. Fisk, W. J., & Mendell, M. J. (2002). Indoor Air Quality and Worker Productivity. Lawrence Berkeley National Laboratory.
12. Arias, C., & Mendoza, D. (2021). Diseño y construcción de un purificador de aire casero con materiales reciclables. Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
13. Chen, C., Zhao, B. (2011). Review of relationship between indoor and outdoor particles: I/O ratio, infiltration factor and penetration factor. *Atmospheric Environment*, 45(2), 275–288. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2010.09.048>
14. González, J. M., & Pérez, L. F. (2020). Uso de la energía solar en dispositivos de bajo consumo: Una revisión técnica. *Revista de Energías Renovables*, 9(1), 45-53.
15. Greenpeace. (2019). Guía de energía solar para proyectos comunitarios. <https://www.greenpeace.org>
16. International Renewable Energy Agency (IRENA). (2022). Renewable Power Generation Costs in 2021. <https://www.irena.org>
17. Zhang, G., & Fei, Y. (2019). An intelligent indoor air quality monitoring system based on machine learning and internet of things. *Applied Sciences*, 9(10), 2142.
18. Alves, C. A., Martins, F. S., & Ferreira, P. (2018). **Indoor air pollution and its effect on human health: A review of air quality in residential environments.** *Environmental Health Perspectives*, 126(4), 1-12. <https://doi.org/10.1289/ehp.1705563>
19. Gao, J., Wang, S., & Li, Y. (2019). **Review of air purification technologies and their applications in household air quality management.** *Journal of Environmental Engineering*, 145(6), 1-12. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EE.1943-7870.0001492](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EE.1943-7870.0001492)
20. Kumar, R., Sharma, M., & Meena, S. K. (2022). **Solar-powered air purifiers: Innovations and potential for rural electrification.** *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 145, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111069>
21. Lee, J., Kim, K., & Yoon, H. (2020). **Effectiveness of HEPA filters in removing particulate matter from indoor air: A review.** *Environmental Science & Technology*, 54(11), 7262-7270. <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c02175>
22. Liu, Y., Chen, S., & Wang, X. (2021). **Advancements in photovoltaic energy and solar-powered applications.** *Renewable Energy*, 173, 61-73. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.02.049>

23. Patel, A. N., & Zhang, T. (2021). **A study on the integration of solar energy in residential air purification systems.** *Energy and Buildings*, 229, 110490. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110490>
24. Roberge, P. R. (2020). **Handbook of air filtration.** *Academic Press*.
25. Singh, A., Singh, J., & Kumar, P. (2020). **Solar energy applications for sustainable development: Challenges and opportunities.** *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 119, 109579. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109579>
26. World Health Organization (WHO). (2021). **Air quality and health.** *World Health Organization*. [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
27. Pérez, J. A., & Martínez, R. (2020). *Desarrollo de un purificador de aire de bajo costo alimentado con energía solar para zonas rurales.* *Revista de Energías Renovables y Medio Ambiente*, 12(3), 45–53.
28. Kalogirou, S. A. (2013). *Solar Energy Engineering: Processes and Systems.* Academic Press. ISBN: 9780123972705.

<https://www.fastcompany.com/3023176/purify-the-air-as-you-ride-with-this-photosynthesis-bike>



Shirley, J.E., *Diseño en ingeniería Mecánica*, Mc Graw Hill, Mexico. 2002

Castany, J., *Principios de diseño Enel proyecto de maquinas*, Zaragoza (España) 1999

Cascajosa, M., *Ingenieria de Vehiculos*, Tebar, Madrid (España) 2000

Definición de Panel Solar. (2021). Obtenido de //Conceptodefinicion.de/panel-solar/.

EOI, W. (2012). Editor EOI. Obtenido de http://www.eoi.es/wiki/index.php/Radiacion_directa_difusa_y_reflejada_en_ecomateriales_y_cosntrucción_sostenible

Smog: qué es, c. and Aldariz, I., 2021. ▷ Qué es el Smog: Tipos, Causas, Consecuencias y Soluciones  . [online] Greentech. Disponible en: [10 enero 2021].

Guiasdeproductos.com. 2021. Mejores Purificadores de Aire 2020 - guiasdeproductos.com. [online] Disponible en: [10 enero 2021]. 2021. [online] Disponible en: [10 enero 2021].

Álvarez, R., 2021. Este enorme purificador de aire es capaz de transformar el smog en piezas de joyería. [online] Xataka.com. Disponible en: [10 enero 2021].

ComputerHoy. 2021. Dyson patenta un purificador de aire que también funciona como auriculares. [online] Disponible en: [10 enero 2021].

Rodriguez, Diana (2024). Limpieza del Aire Interior. <https://theconversation.com/limpieza-del-aire-interior-cuales-son-las-tecnologias-mas-seguras-202245>. Recuperado el 23 de mayo de 2025 de [www.The ConversationUK.com](http://www.TheConversationUK.com)