



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Desarrollo de sistemas híbridos SOFC para la generación de
energía eléctrica: Revisión sistemática

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Gonzales Chilon, Cesar Eduardo (orcid.org/0000-0002-7912-6719)

ASESOR:

Dr. Valdiviezo Gonzales, Lorgio Gilberto (orcid.org/0000-0002-8200-4640)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Energía asequible y no contaminante

**TRUJILLO - PERÚ
2022**

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado a mis asesores encargados de brindarme toda la información necesaria para lograr esta meta académica final logrando concluir con satisfacción este proyecto de investigación.

Agradecimiento

Agradecer en primer lugar a la Universidad César Vallejo por brindar todos los aspectos necesarios para convertirme en un profesional, a nuestros docentes por inculcar todos los conocimientos necesarios para formarme como una persona investigadora para desarrollar este proyecto de investigación, el cual es necesario para poder graduarme como ingeniero ambiental.

Declaratoria de autenticidad del asesor



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, VALDIVIEZO GONZALES LORGIO GILBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Desarrollo de sistemas híbridos SOFC para la generación de energía eléctrica: Revisión sistemática", cuyo autor es GONZALES CHILON CESAR EDUARDO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 11.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 15 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
VALDIVIEZO GONZALES LORGIO GILBERTO DNI: 40323063 ORCID: 0000-0002-8200-4640	Firmado electrónicamente por: LVALDIVIEZOG el 15-12-2022 20:44:54

Código documento Trilce: TRI - 0490335

Declaratoria de autenticidad del autor



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, GONZALES CHILON CESAR EDUARDO estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Desarrollo de sistemas híbridos SOFC para la generación de energía eléctrica: Revisión sistemática", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
CESAR EDUARDO GONZALES CHILON DNI: 71533031 ORCID: 0000-0002-7912-6719	Firmado electrónicamente por: GONZALESCHCE el 15-12-2022 01:18:27

Código documento Trilce: TRI - 0490333

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Declaratoria de autenticidad del asesor	iv
Declaratoria de autenticidad del autor	v
Índice de contenidos	vi
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras.....	viii
Resumen	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo de investigación	11
3.2. Categoría, Subcategorías y matriz de categorización	11
3.3. Escenario de estudio.....	11
3.4. Participantes	11
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	12
3.6. Procedimientos	12
3.7. Rigor Científico	13
3.8. Método de análisis de datos.....	14
3.9. Aspectos éticos	16
IV.RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	17
V. CONCLUSIONES	30
VI.RECOMENDACIONES	31
REFERENCIAS	
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1: Lista de bases de datos utilizadas en la investigación	13
Tabla 2: Tipos de diseños de sistemas híbridos SOFC	17
Tabla 3: Condiciones operativas de los diseños de sistemas híbridos SOFC ..	23
Tabla 4: Eficiencia de producción de energía eléctrica de los sistemas híbridos SOFC.....	27

Índice de figuras

Figura 1: Composición de una celda de combustible de óxido sólido, productos de entrada y salida.	7
Figura 2: Componentes y operación de un sistema híbridos SOFC-CCHP.	9
Figura 3: Componentes y operación de un sistema híbridos SOFC-GT.	10
Figura 4: Diagrama de flujo para la eliminación de artículos que se incluyeron en las bases de datos.	15

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo principal, identificar cómo se desarrollan los sistemas híbridos SOFC para la generación de energía mediante un estudio de revisión sistemática. Esta investigación tiene un enfoque cualitativo basado en la estructura de una revisión sistemática, utilizando como referencia las bases de datos de Scopus, Web of Science y ScienceDirect donde se tomó una población de 110 artículos que conformaron toda la investigación. Los resultados indican que los tres tipos de diseños más empleados son las SOFC-GT, SOFC-GT- ST y SOFC-CCHP, así como las condiciones operativas que resaltan son la temperatura en donde se destaca que estos sistemas operan a altas temperaturas debido a las SOFC y que presentan de acuerdo al parámetro eléctrico de eficiencia isoentrópica que los equipos que componen estos sistemas operan a una potencia ideal superiores al 50 %. En cuanto a la eficiencia que presentan estos sistemas se destacan que pueden producir altas cantidades de energía alrededor de 1385 MW. Finalmente, se propone que las futuras investigaciones se centren en proponer tecnologías que reemplacen a algunos equipos para así reducir el costo elevado que propone su aplicación.

Palabras clave: SOFC, Electricidad, SOFC-GT, SOFC-CCHP, SOFC-GT-ST.

Abstract

The main objective of this research was to identify how SOFC hybrid systems are developed for power generation through a systematic review study. This research has a qualitative approach based on the structure of a systematic review, using as reference the Scopus, Web of science and Science Direct databases, where a population of 110 articles was taken to make up the entire research. The results indicate that the three types of designs most used are SOFC-GT, SOFC-GT-ST y SOFC-CCHP, as well as the operating conditions that stand out are the temperature where it is highlighted that these systems operate at high temperatures due to the SOFC and that they present according to the electrical parameter of isentropic efficiency that the equipment that compose these systems operate at an ideal power higher than 50 %. Regarding the efficiency of these systems, it is highlighted that they can produce high amounts of energy around 1385 MW. Finally, it is proposed that future research should focus on proposing technologies to replace some equipment in order to reduce the high cost of their application.

Keywords: SOFC, Electricity, SOFC-GT, SOFC-CCHP, SOFC-GT-ST

I. INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la demanda energética es un problema que está afectando principalmente al medio ambiente debido a que se usan excesivamente los recursos existentes (Nazanin, et al., 2019, p.2), además para la cubrir con el recurso de energía eléctrica se usa los combustibles fósiles que en la actualidad representa el 85% del consumo mundial (Agbulut, 2019, p.1). Entre los combustibles fósiles tenemos el carbón que representa la fuente más usada con un porcentaje de 41% (Hassan, et al., 2021, p.1), mediante la aplicación de los combustibles fósiles se producen niveles elevados de gases nocivos de efecto invernadero (GEI) dentro de estos gases nocivos tenemos al dióxido de carbono que ha tenido un considerable aumento 390,5 ppm dentro de los años del 2000 al 2010 indicando un excesivo crecimiento comparándolo con años anteriores (Akbas, Canikli, 2018, p.2).

Es por ello que ha provocado circunstancias donde lo primordial es implementar nuevas tecnologías para generar y desarrollar electricidad de manera competente y sin contaminación (Damo, et al., 2019, p.1). Es por ello que se ha acrecentado la investigación y fomentación de nuevas formas de generar electricidad (Ogunmodimu, Okoroigwe, 2018, p.2). Entre las nuevas tecnologías en ámbito energético encontramos la energía solar que basa su funcionamiento en la radiación proveniente del sol (Owebor, et al., 2021, p.8), la energía eólica que se presenta como una fuente muy distinta y la energía hidroeléctrica (Raju, Jain, 2019, p.7).

Debido a estas nuevas tecnologías es que se han instaurado políticas para promover la aplicación de nuevas fuentes de energía de carácter renovable donde su objetivo primordial es aumentar su utilidad por encima del 50% hasta el 2050 (Ntanos, et al., 2018, p.1).

Mientras tanto las fuentes de energía renovable aún no son óptimas en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero que se generan en la producción de electricidad (Nyasapoh, Elorm, Derkyi, 2022, p.4). En consecuencia, además de tener que reemplazar a los combustibles, tendrán una

dura tarea de optimizar sus sistemas energéticos para reducir sus emisiones (Dupont, Rembrandt, Hervé, 2018, p.1).

Por otro lado, tenemos deficiencias en las energías renovables debido a cambios o fenómenos en la naturaleza donde restringen la producción de electricidad, estos cambios afectan a la energía eólica que solo funciona cuando hay corrientes de viento y la energía solar se ve afectada por las horas y las estaciones del año debido a que reducen el tiempo y la radiación del sol (Aktas, Kirçiçek, 2021, p.1).

Pedraza (2022), evaluó e indicó que la energía solar representa una producción de energía por debajo del 20% indicando que es una fuente de energía aún deficiente en generación de electricidad, además recalca que para aumentar las cantidades de energía eléctrica se necesitaría excesiva construcción de una planta de tamaños sumamente extensos, así como grandes cantidades de agua debido a que es un elemento importante para su refrigeración.

Vessa (2021), demostró que la producción de energía eléctrica tiene problemas netamente por su intermitencia debido a su incapacidad de generar energía cuando no existe la presencia del viento y por otro lado señaló que su capacidad de eficiencia resulta ser menos de la esperada, es por ello que en el ámbito de mercado energético no es muy atractiva, referida a la energía eólica.

Las celdas de combustible de óxido sólido convierten energía eficientemente mediante reacciones electroquímicas en un ámbito donde se presentan temperaturas muy intensas (Xiang, et al., 2019, p.2). Por otro lado, su alta eficiencia de conversión eléctrica es mayor al 50% siendo óptima para adherir equipos que aumenten en mayor proporción su eficiencia como es el caso de turbina de gas (GT) (Cheng, et al., 2018, p.2) y CCHP (Yan, et al., 2020, p.1). Debido a esto que estos sistemas híbridos son muy prometedores para reemplazar a las técnicas comunes usadas hasta el día de hoy para la generación de energía eléctrica (Mehran, et al., 2022, p.3); sin embargo, presenta una vida útil limitada es por ello que es importante diagnósticos y evaluaciones constantes al sistema (Peng, et al., 2021, p.11).

La presente investigación tiene un aspecto indispensable para brindar una nueva tecnología alternativa para producir energía eléctrica usando celdas de combustible de óxido sólido mejoradas con aditamentos como la turbina de gas y el sistema de trigeneración basada en refrigeración, calor y energía (CCHP) (Yan, et al., 2020, p.1). Así como también identificar los modelos y condiciones óptimas como las eficiencias isentrópicas indicando el consumo total y características del combustible usados en los sistemas híbridos (Baofeng, et al., 2021, p.2).

Se justifica teóricamente debido a que incentiva investigaciones experimentales debido a que se plasmará datos necesarios para que apoyen en proyectos de investigaciones futuras (Zhang, et al., 2022, p.1).

De acuerdo con la operación del sistema de celdas de combustible de óxido sólido (SOFC) híbridas para la generación de electricidad presenta diversos aspectos estructurales, funcionales e interacciones dentro del sistema, planteando la siguiente **pregunta general: PG:** ¿Cómo se desarrollan los sistemas híbridos SOFC para la generación de energía eléctrica?, así como problemas específicos: **PE1:** ¿Cuáles son las estimaciones del potencial de los sistemas híbridos SOFC para la generación de electricidad?, **PE2:** ¿Qué condiciones operativas presentan los sistemas híbridos SOFC para la generación de electricidad? Y **PE3:** ¿Cuál es la eficiencia de producción de energía eléctrica que se genera con la aplicación de los sistemas híbridos SOFC?

Además tenemos como objetivo general tenemos: **OG:** Evaluar cómo se desarrollan los sistemas híbridos SOFC para la generación de energía eléctrica y como objetivos específicos: **OE1:** Analizar el potencial de los diferentes diseños de sistemas SOFC híbridas para la generación de electricidad, **OE2:** Analizar las condiciones operativas que presentan los sistemas híbridos SOFC para la generación de electricidad y **OE3:** Analizar la eficiencia de producción de energía eléctrica que se genera con la aplicación de los sistemas híbridos SOFC.

II. MARCO TEÓRICO

Mediante la investigación sobre las distintas de optimización para la aplicación de celdas de combustible concluyen según los estudios analizados que la agrupación del sistema SOFC con otros componentes es importante la optimización de los parámetros para el correcto funcionamiento del sistema híbrido a implementarse para enfrentar los múltiples problemas que conlleva las SOFC (Ramadhani, et al., 2017, p.2).

Por otro lado, en la revisión sobre las distintas opciones de diseños de centrales combinadas basadas en celdas de combustible y turbina de gas en el cual destacan que el sistema puede lograr su máximo rendimiento a capacidad nominal cercanas al 70% y que en ocasiones son perjudicados por el acortamiento significativo de la carga que se emplea en el sistema además de que pueden lograr una operación mucho más fácil a otros sistemas (Buonomano, et al., 2015, p.48).

Sin embargo, en el siguiente estudio se centró en el diseño, control y optimización del sistema híbrido de celdas de combustible de óxido sólido y turbina de gas (SOFC-GT) que este sistema puede operar en distintas configuraciones y tener una alta eficiencia eléctrica y bajas emisiones comparándolas con otros sistemas (Ali Azizi, Brower, 2018, p.48).

Por otro parte, en la investigación sobre estudios de repotenciación de una central térmica de vapor utilizando el sistema híbrido SOFC y turbina de gas en donde especifican que el uso de las SOFC presenta una eficiencia alta alrededor del 60% en donde la temperatura óptima para la operación del sistema es de 740°C para una 300 mA/cm², además que es posible obtener eficiencias por encima del 65% si la densidad presente es mínima (Rokni, Masoud, 2016, p.19).

En otra exploración sobre el tema de los sistemas híbridos por trigeneración (CCHP) denotan que puede ser apto para la agrupación de diferentes motores para su funcionamiento como ciclos Rankine orgánicos, así como también recuperadores de calor que se especifican en la calefacción y refrigeración; además incorporados con las SOFC pueden obtener eficiencias altas

aproximadamente de un 94% además de que pueden operar a temperaturas sumamente altas cercanas a los 1000°C (Al Moussawi, Fardoun, Gaulous, 2016, p.35).

Para profundizar el tema en cuestión es importante conocer el concepto de energía eléctrica el cuál es uno de los productos más importantes a lo largo de la vida debido a que es la fuente para el funcionamiento de las actividades que realiza la sociedad a lo largo de su vida (Yaroslavtsev, et al., 2019, p.1).

En la actualidad los combustibles fósiles son la mayor fuente para la producción de electricidad representando el 80% (Kanwal, et al., 2021, p.3). Entre los combustibles fósiles tenemos el carbón, petróleo y gas (Hassan, et al., 2021, p.1) que el excesivo uso de los combustibles fósiles como fuente de energía han generado gases de efecto invernadero (GEI) que se caracterizan por ser un grupo de gases que se aglomeran en las capas de la atmósfera donde colaboran con el aumento de la temperatura debido a que absorben la radiación proveniente del sol (Shiva, Hossein, 2020, p.3). Actualmente es el principal problema que genera daños intensos al ambiente y sus ecosistemas (Brodny, Tutak, 2020, p.1).

Sin embargo, en otro estudio evaluaron las emisiones de gases de efecto invernadero generados en el país asiático de Iran, en el cual se identificó que el 87 % se basa en producción de energía mediante la aplicación de hidrocarburos (Javanmard, Ghaderi, 2022, p.1). Es por ello, que en el presente se necesita la aplicación de fuentes de energías renovables, debido a que se logran restaurar de forma natural en determinados tiempos según la fuente que se utilice dentro de las cuales tenemos la energía eólica, solar e hidroeléctrica (Eltamaly, Mohamed, 2018, p.5).

En el presente la energía renovable está creciendo en aplicaciones por los países lo cuales esperan acrecentar y superar el 15% para el año 2020 (Guo, et al., 2018, p.1), como fuentes de energías renovables encontramos a la energía eólica que es un sistema de conversión que utiliza la velocidad con la que viene el viento para la generación de electricidad (Mohammad, Hayati, Jahanra, 2021, p.4). Por esta razón es una fuente de energía renovable que podría reemplazar

a la energía fósil que se utiliza en la actualidad (Pedraza, 2022, p.27). Por otro lado, tenemos la energía solar la cual se divide en dos clases de energía eléctrica solar de las cuales son: Energía solar concentrada (CSP) también llamada energía térmica donde se convierte la energía térmica en energía eléctrica (Nwaigwe, Mutabilwa, Dintwa, 2019, p.3). La CSP está compuesta por materiales de absorción y otros de espejo donde están estructurados para capturar vapor (Dhar, et al., 2020, p.3). Sin embargo, la energía fotovoltaica (PV) está estructurada por sistemas fotovoltaicos que involucran el adherimiento de equipos como baterías, inversores y equipos que ayuden a la generación de electricidad (Cansiz, 2018, p.6). El crecimiento se ha elevado en gran proporción indicando que el 45% de países implementó este sistema (Lili, et al., 2022, p.11). Otro tipo de energía es la energía Hidroeléctrica que es una de las fuentes más eficientes debido a su equilibrada producción de energía que se recalca debido a que es muy controlada en sus facetas operativas para la conversión de energía eléctrica (Saravanan, Emami, 2021, p.1). Los problemas con esta energía renovable es que tiene una condición que el recurso del agua por esta razón para su instalación y operatividad se debe realizar en zonas con altas cantidades de agua además de una economía relativamente alta debido a que se necesita de infraestructuras de gran tamaño (Giraldo, Vacca, Urrego, 2018, p.3).

Ubicándose dentro de lo referente a los sistemas híbridos tenemos que son sistemas compuestos por dos o más sistemas que se integran para mejorar el acondicionamiento y optimización de los productos que generan los sistemas unidos (Al-Othman, et al., 2022, p.3). Así mismo surgieron para abastecer con energía a zonas aisladas sin electricidad (Sorrenti, et al., 2022, p.3). Dentro de los cuales tenemos a los diseños los cuales son: El sistema híbrido SOFC-GT que se instauró en la década de los 70 implementado el primer modelo de esta composición híbrida, para la década de los 80 se identificaron alrededor de más de 10 modelos de este dispositivo (Ali Azizi, Brouwer, 2018, p.6). En los primeros años de los sistemas se evidenciaba un déficit en emisiones que cualquier otro sistema para conversión de energía (Chen, et al., 2020, p.2). Su operacionabilidad de funcionamiento se da a altas temperaturas permiten captar diferentes combustibles (Grasham, et al., 2019, p.2). En el sistema SOFC-GT se basan en el funcionamiento donde las SOFC son las generadoras de electricidad

y la turbina de gas (GT) es la encargada de generar potencia en el sistema para que ejecute una interacción en los elementos involucrados en la operación (Singh, Singh, 2021, p.3). Para perfeccionar la productividad del sistema en los aspectos ambientales y energéticos debe considerar factores como la eficiencia intrínseca de las SOFC, la cantidad de energía producida y el deterioro del combustible en la cámara donde ejecuta la combustión (Hasanzadeh, et al., 2021, p.3). Sin embargo, una de las grandes limitaciones en la operación del sistema es la velocidad con la que ejecuta sus operaciones (Kulor, Markus, Kanzumba, 2021, p.10). Dentro de los componentes de un sistema SOFC-GT tenemos a las celdas de combustible de óxido sólido (SOFC), el cuál es un mecanismo que utiliza el componente energético de los combustibles convirtiéndose en energía eléctrica mediante reacciones electroquímicas donde se oxida el hidrógeno presente y se reduce el oxígeno a un componente óxido (Jaiswal, et al., 2018, p.4). Su estructura presenta una variación respecto a las diferentes celdas existentes en específico por el componente del electrolito que su característica especial es que está fabricado por un material cerámico sólido, cuyo componente es por donde se transporta los iones que se generan en los otros componentes como el ánodo y cátodo, además del interconector por donde se distribuirá la conductividad eléctrica (Lyu, et al., 2020, p.3) (ver figura 1).

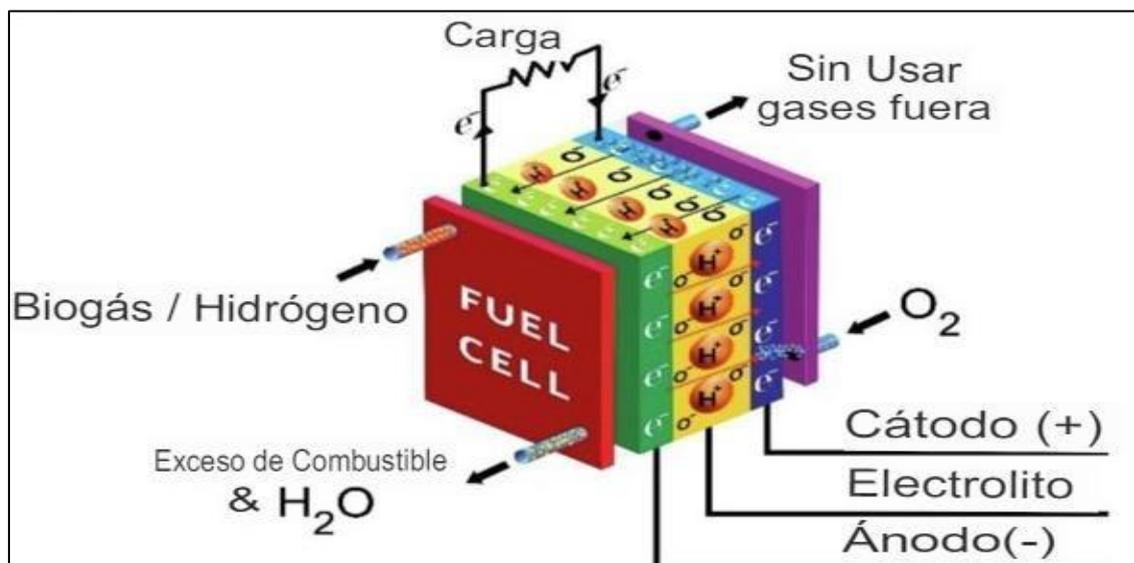


Figura 1: Composición de una celda de combustible de óxido sólido, productos de entrada y salida.

Fuente: Taimoor, et al., 2022

El otro componente del sistema SOFC-GT es la turbina de gas (GT) que es un equipo que está compuesto por dos componentes como un compresor centrífugo y una turbina (Wang, LV y Weng, 2020, p.5). El adherimiento de la turbina de gas es utilizado para conservar la presión atmosférica en el sistema híbrido ejerciendo como una fase de fondo (Rosner, Rao, Samuelsen, 2020, p.3), es por ello que es importante que la temperatura inyectada en el momento de entrada sea inferior la que tolera el material del sistema para evitar complicaciones (Ding, Lv, Weng, 2019, p.4). Por otro lado, una característica significativa es que operan con eficiencias isoentrópicas según el grado que necesiten (Eisavi, et al., 2018, p.5).

Por otra parte, el sistema híbrido se basa en un método que involucra un factor de trigeneración que abarca la refrigeración, calefacción y energía (Cui, Wang, Lior, 2021, p.1). Durante su operacionabilidad se realiza la ignición de biomasa que es el procedimiento más empleado (Asgari, Saray, Mirmasoumi, 2020, p.2). El sistema tiene un costo de inversión elevado y su operación en ocasiones no depende del diseño (Kang, et al., 2021, p.2).

Según (Peng, et al., 2020, p.1) las ventajas del sistema SOFC-CCHP son: Reducción del consumo de insumos en el proceso, reducción en el costo de energía, reducción de emisiones nocivas al ambiente. El sistema SOFC-CCHP puede alterar y mejorar su eficiencia usando enfriadores de absorción (Yuan, Liu, Bucknall, 2021, p.3), así mismo optimizarla para lograr un equilibrio entre la eficiencia y su costo (Zhu, et al., 2021. p.3); el sistema SOFC-CCHP es una nueva alternativa a los diferentes sistemas híbridos (Chen, et al., 2021. p.3). Por otro lado, los sistemas híbridos SOFC-CCHP están siendo aplicados satisfactoriamente por la mayoría de países en la generación de electricidad debido a que es una estructura híbrida que puede funcionar con diferentes motores entre ellos las celdas de combustible (Zhi, et al., 2020, p3). En lo referente a los sistemas de refrigeración se basa en el traspaso de calor de una zona baja a una zona alta para conservar equilibradamente la temperatura de los procesos (Bonilla, et al., 2018, p. 2). Uno de los más usados es el sistema de refrigeración por absorción depende primordialmente de la calidad y porción de calor que puede tener el sistema (Rodríguez, Sagastume, 2018, p.2).

Sin embargo, existen otros componentes importantes como: el ciclo de Refrigeración donde su implementación y operatividad logran eficiencias en la absorción de calor y tienen un impacto positivo al ambiente y un potencial de guardar energía (Bian, et al., 2019, p.1). Respecto a los demás componentes se puede decir que se involucran en todos los sistemas híbridos SOFC en los cuales se resalta la cámara de postcombustión que es donde se deteriora con mayor eficiencia los combustibles y los gases que se emiten en la operación del sistema híbrido SOFC (Ghorbani, et al., 2020, p.4). Por otro lado, tenemos Ciclo Rankine Orgánico (ORC) que es un ciclo óptimo que reduce el uso de combustibles (Jovel, Olmos y Llovell, 2022, p.2) debido a que es altamente eficiente por sus características termodinámicas que convierte cualquier fuente de calor no usada en los procesos de los sistemas en electricidad (Kose, Koc, Yagli, 2022, p.3). Además del compresor de aire que es un sistema de funcionamiento en forma de cascada donde el aire con temperatura ambiente se incorpora al compresor donde se comprime hasta una presión requerida (Broniszewki, Werle, 2018, p.5). No obstante, encontramos los recuperadores de calor compuestos por un intercambiador de calor donde se recobra el calor que se encuentra en los gases de salida al calentar el aire ingresado, estos componentes se acoplan a todos los sistemas híbridos SOFC (Huang, Turan, 2021, p.6) (ver figura 2 y 3).

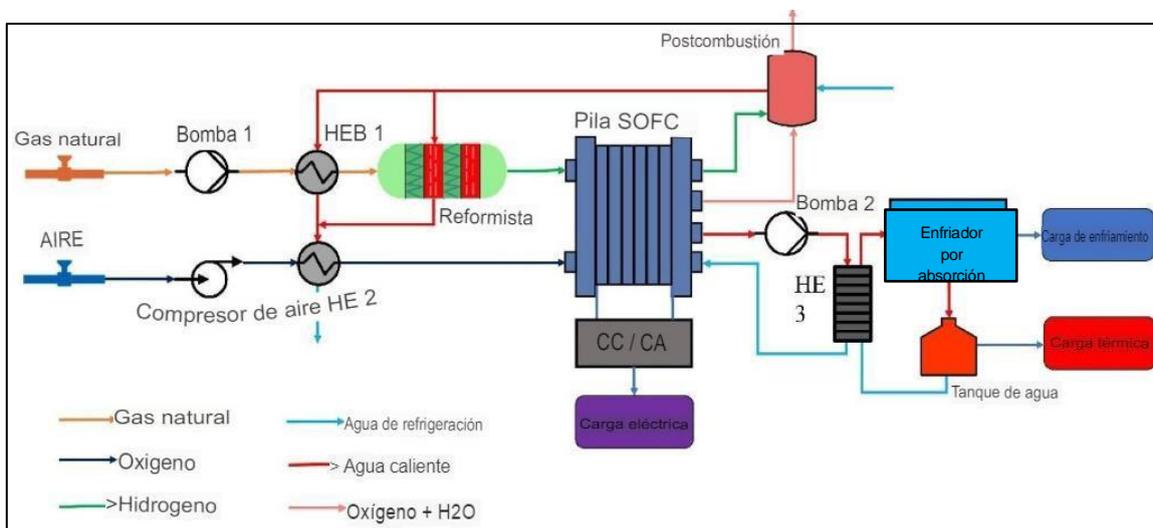


Figura 2: Componentes y operación de un sistema híbridos SOFC-CCHP.

Fuente: Yuhao, Xiaobing, Zhengkai, 2022

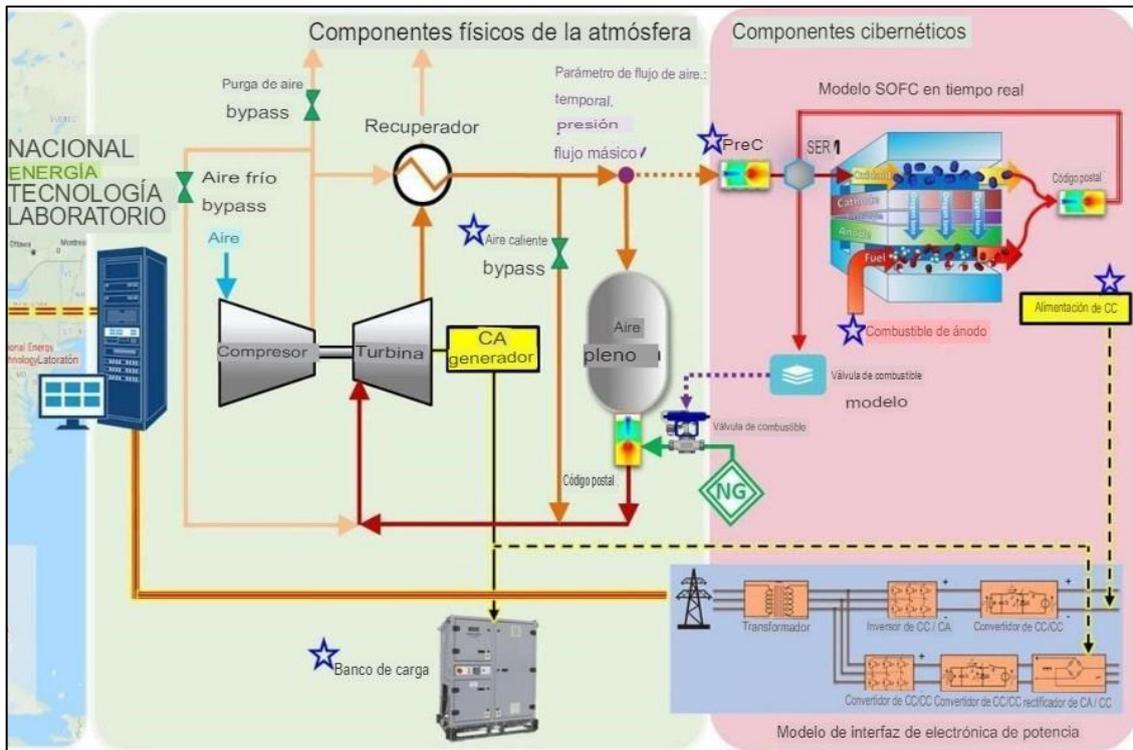


Figura 3: Componentes y operación de un sistema híbridos SOFC-GT.

Fuente: Zhang, et al., 2022

Por otro parte, los sistemas híbridos presentan condiciones operativas al momento de su operación en las que se debe tener una alta asimilación del combustible inyectado al sistema (Jaimes, McDonell, Samuelson, 2021, p.2), entre los parámetros operativos tenemos la temperatura, donde en el sistema híbrido SOFC opera a temperaturas mayores a 600 °C (Xu, et al., 2019, p.2), esto representa positivamente en el rendimiento de los sistemas híbridos SOFC (Corigliano, Fragiaco, 2020, p.3), así como la presión que es un factor que puede reducir y potenciar la operatividad del sistema híbrido SOFC (Chengyuan, Xiaobing, Zhengkai, 2022, p.9). Sin embargo, también presenta las eficiencias isentrópicas que se puede definir como la potencia real o ideal de los distintos equipos que están involucrados en el sistema (Dincer, Bicer, 2020, p. 25). En lo referido la generación de energía eléctrica con los sistemas híbridos se da mediante la conversión química de los combustibles inyectados en el sistema (Gholomian et al, 2020, p. 2) en la que se genera una cantidad pequeña de vatios hasta una gran cantidad de Megavatios empleados en diferentes sectores (Jehandideh, Hassanzade, Shakib, 2021, p.4).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo de investigación

La investigación fue una revisión sistemática debido a que es una síntesis metodológica e integral de la literatura centrada en una pregunta de investigación bien estructurada analizando la evidencia encontrada respecto a la pregunta formulada (Grijalva, et al., 2019, p.3).

Tiene un enfoque cualitativo debido a que se estudiaron las aplicaciones de SOFC híbridas en la generación de electricidad en forma sistemática, iniciando una investigación con el objetivo de generar una teoría de calidad sobre el tema que se está indagando (Hernández, Mendoza, 2018, p.3).

3.2. Categoría, Subcategorías y matriz de categorización

Se precisa los problemas, objetivos, categorías, definición operacional, subcategorías e indicadores que formarán parte de la revisión sistemática realizada sobre el tema de sistemas híbridos SOFC para la generación de energía eléctrica, cuya tabla se observa en anexo 01.

3.3. Escenario de estudio

La presente investigación no fue de carácter experimental por lo cual no se especifica un escenario en concreto, debido a que es una revisión sistemática basada en artículos científicos encontrados en las bases de datos de Scopus, Science Direct y Web of Science sobre la aplicación de los sistemas híbridos SOFC para la generación de energía. Estos artículos fueron de carácter internacional y nacional.

3.4. Participantes

En la investigación los participantes son los artículos de carácter internacional y nacional de las bases de datos Scopus, Web of Science y Science Direct de la cual se extrajo información necesaria para la composición del proyecto involucrando los sistemas de híbrido SOFC para

la generación de electricidad.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica usada en la investigación se basa en un análisis documental donde se recopiló datos de interés relacionados a nuestro tema de investigación. La búsqueda se realizó en las bases de datos de Science Direct, Scielo, Scopus y Web of Science mediante el uso de palabras claves y adicionalmente se agregó los datos referentes a los autores, título, objetivo de la investigación, revista, País de procedencia, objetivos y/o conclusiones (Moreno, et al., 2018, p. 2) (Ver en anexos).

3.6. Procedimientos

Para la presente investigación, se inició mediante el planteamiento del tema de investigación abarcando una realidad problemática en este caso sobre la generación de electricidad utilizando nuevas tecnologías. Para este fin se realizó la búsqueda del tema de investigación en las bases de datos Scopus, Web of Science y Science Direct (ver tabla 1).

Tabla 1: Lista de bases de datos utilizadas en la investigación

BASE DE DATOS	BÚSQUEDA	N° DE ARTÍCULOS
SCOPUS	TITLE-ABS-KEY (sofc AND electricity) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR, 2023) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2022) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2021) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2020) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2019) OR LIMIT-TO (PUBYEAR, 2018)) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, "ar"))	544
WEB OF SCIENCE	"SOFC-GT"OR"SOFC-CCHP"OR"SOFC-GT-ST"AND "ELECTRICITY" (ALL FIELDS) AND 2022 OR 2021 OR 2020 OR 2019 OR 2018 (PUBLICATION YEARS) AND ARTICLE (DOCUMENT TYPES)	116
SCIENCE DIRECT	TITLE-ABS-KEY (SOFC HYBRID AND ELECTRICITY) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR, 2023) OR (PUBYEAR, 2022) OR (PUBYEAR, 2021) OR (PUBYEAR, 2020) OR (PUBYEAR, 2019) OR (PUBYEAR, 2018) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, "ar"))	713

3.7. Rigor Científico

El rigor científico es el correcto desarrollo de un proyecto de investigación estructurando teoría, diseño y ejecución brindando una interpretación sin la

alteración de los datos de los artículos investigados para brindar calidad, validez y una confiabilidad a una investigación (Schiele, et al, 2022, p.3)

Por otro lado, tenemos que se caracteriza por el correcto manejo de los datos obtenidos de los artículos revisados aplicando diferentes procesos como recolección, evaluación y análisis lo cual se realizó para dar confiabilidad de los resultados obtenidos de los artículos de investigación indagados (Espinoza, 2020, p.3).

Es por ello que es importante una correcta lectura y una óptima plasmación de los datos obtenidos de los artículos revisados sin ninguna alteración para brindar calidad a la investigación.

Cornejo, Salas (2019), indicaron que las investigaciones se evalúan mediante cuatro criterios que involucran el rigor científico:

- La dependencia nos recalca que es importante hacer referencia a distintas condiciones en las que los investigadores realizan una equilibrada recolección e interpretación de los descubrimientos.
- La credibilidad donde hace referencia que los hallazgos en la investigación donde se debe hacer una correcta verificación de datos mediante una recopilación.
- La auditabilidad nos hace referencia a que es importante una presentación de resultados de una manera precisa sin modificaciones.
- La transferibilidad resalta que es importante que los resultados no estén acompañados de motivaciones o intereses de los investigadores.

3.8. Método de análisis de datos

Para el análisis de los datos que estructuran el estudio, se plasmó de manera correcta y concisa los artículos de las bases de datos que tuvieran concordancia con nuestros categorías. De tal manera, se examinaron los datos para seleccionar cuales serían los artículos que conformarían

nuestros resultados, cada artículo tenía que estar en concordancia con nuestros objetivos. (ver figura 1).

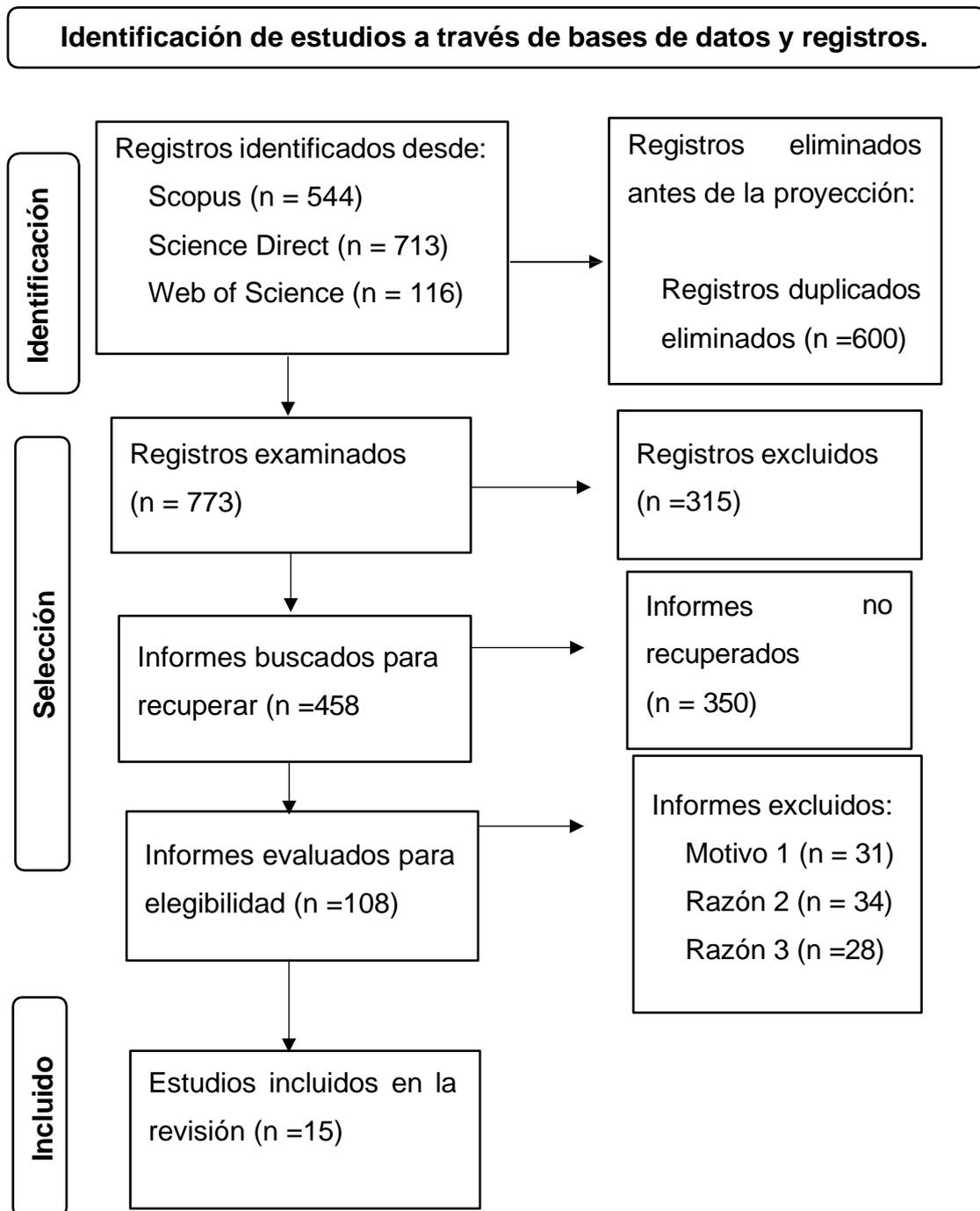


Figura 4: Diagrama de flujo para la eliminación de artículos que se incluyeron en las bases de datos.

3.9. Aspectos éticos

La presente investigación se respetó los aspectos éticos demostrando que es un estudio con bases de datos confiables y de calidad, respetando la literatura expuesta por los investigadores con una correcta referencia bibliográfica para así mantener una objetividad en los resultados, así como un óptimo registro de cada resultado realizado por cada autor revisado.

El cumplimiento del código de ética en esta investigación es importante debido a que se presentara honestidad y respeto hacia los autores de los artículos revisados sino sucede el autor está sujeto a infracciones establecidos en la resolución del Consejo Universitario N° 01-26-2017/UCV, artículo 22, en donde en caso de plagio puede llegar a instancias tribunales con penas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La investigación de diseño, condiciones operativas y la eficiencia en la generación de energía eléctrica son indicadores importantes al momento de integrar o analizar un sistema híbrido SOFC es por ello que de acuerdo a los artículos investigados se obtuvo datos relacionados a estos tres aspectos que fueron cuidadosamente analizados y plasmados (ver tabla 2).

Tabla 2: Tipos de diseños de sistemas híbridos SOFC

Diseño de los sistemas híbridos SOFC				
Autores	Tipo de Sistema	Diseño de sistema híbrido		Energía eléctrica generada (MW)
		Estructura principal	Equipos extras	
Huang et al. (2022)	SOFC-GT	- Celdas de combustible de óxido sólido (SOFC) - Turbina de gas	- Reformador de metano - Compresor - Intercambiador de calor - Pre-Combustor - Bypass	0.1
Chitgar y Emadi (2020)	SOFC-GT	- Celdas de combustible de óxido sólido (SOFC) - Turbina de gas (GT)	- Compresor de aire y combustible - Precalentador de agua y combustible - Intercambiador de calor OFC - Evaporador Flash - Turbina OFC - Bomba OFC - Condensadores	2.5

Chitgar y Mohgimi (2020)	SOFC-GT	<ul style="list-style-type: none"> - Celdas de combustible de óxido sólido (SOFC) - Turbina de gas 	<ul style="list-style-type: none"> - Ciclo Kalian - Ciclo ORC - Corriente de GNL - Unidad de PME y RO 	4.9
Oryshchyn et al. (2018)	SOFC-GT	<ul style="list-style-type: none"> - Celdas de combustible de óxido sólido (SOFC) - Turbina de gas 	<ul style="list-style-type: none"> - Compresor de aire y combustible - Recuperador de aire y calor - Bypass de aire caliente - Colector SOFC HX 	550
Huang, Turan (2019)	SOFC-GT	<ul style="list-style-type: none"> - Celdas de combustible de óxido sólido (SOFC) - Turbina de gas (GT) 	<ul style="list-style-type: none"> - Reformador - Colector HX - Condensador - Bomba 	1385
Wilson et al. (2022)	SOFC-GT	<ul style="list-style-type: none"> - Celdas de combustible de óxido sólido (SOFC) - Turbina de gas (SOFC) 	<ul style="list-style-type: none"> - Reformador - Compresor - Cámara de combustión 	1

Haoxiang et al. (2021)	SOFC-GT	<ul style="list-style-type: none"> - Celdas de combustible de óxido sólido (SOFC) - Turbina de gas (GT) 	<ul style="list-style-type: none"> - Cámara de combustión - Gasificador - Depurador - Reactor de cambio de agua y gas - Generador de vapor - Condensador - Intercambiador de calor 	550
Chen et al. (2022)	SOFC-GT	<ul style="list-style-type: none"> - Celdas de combustible de óxido sólido (SOFC) - Turbina de gas (GT) 	<ul style="list-style-type: none"> - Intercambiador de calor - Eyector - Compresor - Turbina radial - Postquemador 	0.3
Pirkandi, Penhani y Maroufi (2020)	SOFC-GT-ST	<ul style="list-style-type: none"> - Celdas de combustible de óxido sólido (SOFC) - Turbina de gas (GT) - Turbina de Vapor 	<ul style="list-style-type: none"> - Cámara de combustión - Compresor de aire y combustible - Generador de vapor - Regenerador de aire y combustible - Bombas de agua - Condensadores - Calentadores 	1.3

Zhengkuan et al. (2022)	SOFC-GT-ST	<ul style="list-style-type: none"> - Celdas de combustible de óxido sólido (SOFC) - Turbina de gas (GT) - Turbina de vapor (ST) 	<ul style="list-style-type: none"> - Compresor - Cámara de combustión - Caldera - Bomba - Condensadores - Intercambiador de calor 	0.38
Sarmah, Gogoi y Das (2017)	SOFC-GT-ST	<ul style="list-style-type: none"> - Celdas de combustible de óxido sólido (SOFC) - Turbina de gas (GT) - Turbina de vapor (ST) 	<ul style="list-style-type: none"> - Compresor - Generador - Caldera - Condensador - Cámara de combustión 	48.85
Aghaei, Saray (2021)	SOFC-CCHP	<ul style="list-style-type: none"> - Celdas de combustible de óxido sólido (SOFC) - Sistema de Refrigeración, Calefacción y Energía (CCHP) 	<ul style="list-style-type: none"> - Turbina de gas - Ciclo Rankine - Sistema de refrigeración de Tri-efecto - Caldera auxiliar - Intercambiador de energía 	30
Farahbakhsh, Chahartaghi (2020)	SOFC-CCHP	<ul style="list-style-type: none"> - Celdas de combustible de óxido sólido (SOFC) - Sistema de Refrigeración, Calefacción y Energía (CCHP) 	<ul style="list-style-type: none"> - Ciclo Brayton - Ciclo Orgánico Rankine - Enfriador por absorción 	10

Mehr et al. (2018)	SOFC- CCHP	- Celdas de combustible de óxido sólido (SOFC) - Sistema de refrigeración, calefacción y energía (CCHP)	- Ciclo Rankine trilateral - Caldera - Enfriador de absorción - Sistema TLC (Calentador, digestor y condensador)	0.18
Mehrpooya et al. (2019)	SOFC- CCHP	- Celdas de combustible de óxido sólido (SOFC) - Sistema de refrigeración, calefacción y energía	- Ciclo de refrigeración por absorción - Compresor - Intercambiador de calor - Cámara de combustión	0.12

De acuerdo a las investigaciones revisadas relacionadas a los diseños de los sistemas híbridos SOFC se señala que:

Del análisis reportado en la tabla 03, se identifican 3 tipos de diseños de sistemas híbridos lo cuales son: 1) Las celdas de combustible de óxido sólido y turbina de gas (SOFC-GT). 2) Celdas de combustible de óxido sólido, turbina de gas y turbina de vapor (SOFC-GT-ST). 3) Celdas de combustible de óxido sólido y el sistema de refrigeración, calefacción y energía (SOFC-CCHP). Según los tipos de sistemas mencionados, el componente principal de todos los sistemas dentro de su estructura principal involucran a las celdas de combustible de óxido sólido (SOFC), pero varían en el segundo componente principal según el tipo de sistema que se emplee como es el caso de Huang et al. (2022), Chitgar, Emadi (2021) y Chitgar, Mohgimi (2018) tenían a las turbina de gas, Aghaei, Saray (2021) y Farahbakhsh, Chahartaghi (2020) agregan al sistema de refrigeración, calefacción y energía; por otro lado, el diseño de Pirkandi, Penhani, Maroufi

(2020) a parte de la turbina de gas, agregaba a la turbina de vapor como tercer elemento importante en su sistema.

Sin embargo, dentro de los sistemas híbridos revisados presentan otras diferencias importantes que se relacionan a los equipos extras que se agregan a las estructuras principales de los sistemas, los cuales contribuyen a mejorar la eficiencia en la cantidad de energía generada. Dentro de los cuales los compresores es el equipo extra adicional que más se reporta por los autores, debido a que proporciona que el aire de entrada hacia la celda de combustible de combustible óxido tenga una presión mayor a la atmosférica provocando que la potencia y la productividad sean mayores. En consecuencia, dentro de los diseños previamente estudiados se identifica al sistema de Huang, Turan (2018) que presenta una eficiencia energética alta llegando a producir 1385 MW, siendo el modelo más eficiente de todos los propuestos, por la presencia de reformadores y del colector SOFC-HX el cual es el factor clave del sistema debido a que se encuentra disperso en el modelo ayudando a la recuperación del calor residual que se genere durante el funcionamiento del sistema provocando la mejora en la funcionalidad de la estructura principal y equipos extras.

Por otro lado, basándonos en el siguiente objetivo planteado sobre las condiciones operativas que involucra el sistema operativo de los sistemas híbridos SOFC, los cuales están identificados en la tabla 3.

Tabla 3: Condiciones operativas de los diseños de sistemas híbridos SOFC

Condiciones operativas de los sistemas híbridos SOFC						
Autor	Tipo de sistema híbrido	Condiciones operativas				Energía eléctrica generada (MW)
		Física			Eléctrico	
		Temperatura	Densidad	Presión	Eficiencia Isoentrópica	
Huang et al. (2022)	SOFC-GT	- SOFC: 835 °C - Reformador: 727 °C	- 5500 A/m ²	- 390 kPa		0.1
Chitgar, Emadi (2020)	SOFC-GT	- SOFC: 600 °C	- 5500 A/m ²		- Compresor: 85% - Turbina de gas: 85% - Cámara de postcombustión: 99 %	2.5
Chitgar, Mohgimi (2020)	SOFC-GT	- SOFC: 600° - Condensador: 28 °C	- 5500 A/m ²	- Turbina: 3000 kPa - Gas: 3000 kPa	- 75 % (Todo el sistema)	4.9

Oryshchyn et al. (2018)	SOFC- GT	- SOFC: 800 °C	- 5500 A/m ²	- Ánodo: 405 kPa - Turbina de gas: 4000 kPa	- Compresor: 83.6 % - Turbina de gas: 57%	550
Huang, Turan (2019)	SOFC- GT	- SOFC: 798 °C	-	- 700 kPa	- Turbina de gas: 85.5 % - Compresor: 75 %	1385
Wilson et al. (2022)	SOFC- GT	- SOFC: 750 °C - Reformador: 620.5 °C	- 1200 A/m ²	- Compresor: 380 kPa	- Turbina de gas: 81 %	1
Haixiang et al. (2021)	SOFC- GT	- SOFC: 830 °C	- 3 A/m ²	- Turbina de vapor: 2470 kPa, 470 kPa y 110 kPa	- Intercambiador de calor: 89 %	550
Chen et al. (2022)	SOFC- GT	- SOFC: 799 °C - Turbina de gas: 899 °C	- 0.126 A/m ²	-	- 61.88 % (Todo el sistema)	0.3
Pirkandi, Penhani (2020)	SOFC- GT-ST	- SOFC: 402 °C	-	- 390 kPa	- 85 % (Todo el sistema)	1.3

Zhengkuan et al. (2022)	SOFC-GT-ST	- SOFC: 800 °C	-	- 1000 kPa	- Turbina de gas y turbina de vapor: 90 %	0.3
Sarmah, Gogoi y Das (2017)	SOFC-GT-ST	- SOFC: 600 °C	- 3000 A/m2	- Caldera: 4000 kPa - Condensador: 5 kPa	- Turbina de gas: 85 % - Generador: 95 % - Compresor: 85 %	48.85
Aghaei, Saray (2021)	SOFC-CCHP	- SOFC: 600 °C - Condensador: 28 °C	- 550 A/m2	- Turbina: 3000 kPa - Gas: 3000 kPa	- 75 % (Todo el sistema)	30
Farahbakhsh (2020)	SOFC-CCHP	- SOFC: 835 °C - Reformador: 727 °C	- 5500 A/m2	- 390 kPa	- 85,5 % (Todo el sistema)	10
Mehr et al. (2018)	SOFC-CCHP	- SOFC: 850 °C - Condensador: 70 °C	- 5500 A/m2	- 390 kPa	- 75% (Sistema TLC) - 96% (SOFC)	1.8
Mehrpooya et al. (2019)	SOFC-CCHP	- SOFC: 910 °C	- 3682 A/m2	- 800 kPa	- 60% (Todo el sistema)	1.2

De acuerdo con la tabla 3, respecto a las investigaciones revisadas indica que dentro de los 3 tipos de sistemas híbridos SOFC, se identifican las principales condiciones operativas que se reportan por todos los autores las cuales son las siguientes: temperatura, densidad, presión y eficiencia isoentrópica.

Respecto al parámetro de la temperatura tenemos algunas variaciones por ejemplo, en el estudio de Pirkandi, Penhani (2020) indican una temperatura de 432°C y en los demás estudios se observan temperaturas superior que oscilan entre 600°C a 800°C, esto hace referencia de que el sistema de celdas de combustible de óxido sólido (SOFC) puede operar a altas temperaturas debido a que ayuda a una mejor flexibilidad del combustible que se inyecta y por el componente cerámico sólido de las pilas de combustible; es decir que es el factor clave para la eficiencia del sistema. Además, tenemos otro componente como el reformador que presenta una temperatura de 727°C, tal como señalan Huang et al. (2022) y Farahbakhsh (2020), esto indica que la elevada temperatura ayuda a reformar el metanol con vapor de agua obteniendo así el hidrógeno que servirá de impulsor las SOFC para generar energía eléctrica.

Por otro lado, identificamos que el parámetro de densidad reportado por todos los autores es de 5500 A/m², esto se debe a que una densidad alta provoca un crecimiento en la temperatura de los gases de escape del sistema ocasionando un incremento en la cantidad de energía neta generada por el sistema, así como otros emplean densidades bajas por lo cual se visualiza cantidades pequeñas de generación de energía eléctrica.

Otro parámetro importante analizado fue la presión en el aspecto operacional de las celdas de combustible de óxido sólido presente en los sistemas híbridos, en donde Huang et al. (2022) y Pirkandi, Penhani (2020) emplearon una presión relativamente baja de 390 kPa reduciendo la eficiencia del sistema, por otro lado, los demás autores utilizaron presiones altas que oscilan entre los 3000 kPa pero resaltando a Oryshchyn et al. (2018) donde empleó una presión mucho más elevada que abordaba los 4000 kPa es por esta razón aumentó la eficiencia del sistema en cuestión.

Por último, tenemos la eficiencia isoentrópica en el cual su medición se dio por el cálculo de la cantidad de energía que consumía cada equipo es por eso que se observa que en todos los sistemas de los autores revisados existe una eficiencia del sistema alrededor del 50%, es decir que todos los autores utilizaron una alta potencia ideal para los equipos que involucran sus sistemas híbridos. Podemos señalar que de acuerdo a la revisión de estudios se observa que el modelo de Chitgar, Emadi (2020) presenta un alto porcentaje de eficiencia isoentrópicas como, por ejemplo, el postquemador con una potencia ideal del 99%, lo cual ayuda a un mayor deterioro de los combustibles y los gases que se generen en la operación del sistema, en pocas palabras sería un sistema eficiente y amigable con el ambiente.

Después de analizar los diferentes diseños y condiciones operativas es determinante determinar qué cantidad de energía eléctrica pueden generar estos sistemas híbridos SOFC, los cuales se identifican en la tabla 4.

Tabla 4: Eficiencia de producción de energía eléctrica de los sistemas híbridos SOFC

Eficiencia de producción energía eléctrica de los sistemas híbridos SOFC		
Autor	Tipo de sistema híbrido	Energía eléctrica generada (MW)
Huang et al. (2022)	SOFC-GT	0.1
Chitgar, Emadi (2020)	SOFC-GT	2.5
Chitgar, Mohgimi (2020)	SOFC-GT	4.9
Oryshchyn et al. (2018)	SOFC-GT	550
Huang, Turan (2019)	SOFC-GT	1385

Wilson et al. (2022)	SOFC-GT	1
Haoxiang et al. (2021)	SOFC-GT	550
Chen et al. (2022)	SOFC-GT	0.3
Pirkandi, Penhani (2020)	SOFC-GT-ST	1.3
Zhengkuan et al. (2022)	SOFC-GT-ST	1.3
Sarmah, Gogoi y Das (2017)	SOFC-GT-ST	48.85
Zhengkuan et al. (2022)	SOFC-GT-ST	0.3
Aghaei, Saray, (2021)	SOFC-CCHP	30
Farahbakhsh, (2020)	SOFC-CCHP	10
Mehr et al. (2018)	SOFC-CCHP	1.8
Mehrpooya et al. (2019)	SOFC-CCHP	1.2

De acuerdo con la tabla 4, se identifica que la eficiencia en la generación de electricidad en el caso de Huang et al. (2022) se obtuvo un total de 0.1 MW debido a que era la cantidad programada en el programa de simulación.

Por otro lado, tenemos a Pirkandi, Penhani, Maroufi (2020), Chitgar, Emadi (2020) y Chitgar, Moghimi (2020) produjeron una cantidad de energía eléctrica que osciló en 1.3 MW, 2.5 MW Y 4.9 MW según corresponda, esto se debió al diseño experimental que este caso fue a mediana escala; cabe recalcar que la cantidad generada por estos

sistemas estuvo indicada en la simulación realizada en el programa MATLAB es por ello que son niveles.

En el artículo revisado de Oryshchyn et al. (2018) obtuvieron una cantidad de energía eléctrica de 550 MW, debido a que se basó en un diseño experimental de gran proporción utilizando el sistema híbrido SOFC-GT y la integración de reformadores y colectores que ayudaron a recolectar el calor residual para aprovecharlo en su totalidad, es por ello que se obtuvo una elevada cantidad de energía utilizada para diferentes actividades como iluminación de sectores sociales, operar equipos industriales, etc.

Respecto a los sistemas híbridos SOFC-CCHP se basaron en diseños a mediana escala, como es el caso del estudio de Aghaei, Saray (2021) presentaron en su sistema una generación de electricidad de 30 MW y en el diseño de Farahbakhsh, Chahartaghi (2020) se obtuvo 10 MW, esto se debió al cambio en la variable de la temperatura debido a que se realizaron cambios en temperatura; además cabe recalcar que estos diseños se basan en tres aspectos refrigeración, calefacción y energía debido a esto reduce su porcentaje de generación energía debido a que la energía se debe separar en estos tres aspectos.

Resaltando el nivel de eficiencia de cada tipo de sistema híbrido SOFC tenemos Haoxiang et al. 2021 y Huang, Turan (2019), los cuales son diseños empleado actualmente en los cuales se obtuvieron grandes cantidades de energía de 550 MW y 1385 MW según corresponda, siendo una cantidad de energía muy grande que puede abastecer hasta una ciudad por completo.

V. CONCLUSIONES

Mediante el análisis de los distintos tipos de diseños híbridos SOFC, se identificó que el potencial del sistema depende en gran proporción de los equipos extras como los compresores de aire y combustible, así mismo con la adición del bypass, estos se agregan a la estructura principal ; en este caso se indica que el diseño SOFC-GT ofrece una mejora en temas de rendimiento, debido que puede producir una cantidad de 550 MW de energía eléctrica suficientes para iluminar hasta parques, ciudades, etc.

Las condiciones operativas son muy importantes al momento de estimar el potencial que pueden tener los sistemas híbridos SOFC, indicando que los sistemas operan mejor en altas temperaturas cercanas a los 800°C como es el caso de las celdas de combustible óxido (SOFC) debido a su componente cerámico, así mismo otro factor importante son las eficiencias isoentrópicas, donde mediante el análisis se determina que el sistema completo debe oscilar del 50% a más para que funcione con una alta eficiencia.

La cantidad de energía generada depende en gran proporción del diseño del sistema híbrido SOFC y las condiciones operativas que se ejerzan en su operación, es por ello, que el sistema SOFC-GT puede generar hasta 1385 MW implicando una gran cantidad de energía eléctrica generada que puede servir para todo tipo de uso incluso para la eliminación de una ciudad en su totalidad.

VI. RECOMENDACIONES

Es importante que exista una investigación que involucre a mayor profundidad el tema de exergía (cantidad de energía que se puede transformar en electricidad) debido que ayudaría a un mejor análisis centrado en la calidad de energía que se genera en los sistemas híbridos SOFC.

Las investigaciones próximas deberían centrarse en estudios sobre cómo minimizar el aspecto económico en la producción de estos sistemas híbridos.

Evaluar y proponer nuevas tecnologías que ayuden a los sistemas híbridos SOFC a que ayuden a incrementar el potencial de energía eléctrica que pueden generar estos sistemas, debido a que los estudios reflejan que su capacidad óptima oscila entre los 50% a 70%, es por ello que se necesitan estudios para incrementarlas.

REFERENCIAS

1. AGBULUT, Umit. Turkey 's electricity generation problem and nuclear energy policy [en línea]. Vol 41. N° 18. Marzo de 2019. [Fecha de consulta: 15 de junio de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2021.114774>.
2. AGHAEI, Ali Tavakkol y SARAY, Rahim. Optimization of a combined cooling, heating and power (CCHP) system with a gas turbine prime move: A case study in the dairy industry. Energy [en línea]. Vol 229. N° 120788. 15 de agosto de 2021. [Fecha de consulta: 16 de junio de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.120788>.
3. AKBAS, Halil y CANIKLI, Seda. Determinants of voluntary greenhouse gas emission disclosure: An empirical investigation on Turkish firms. Sustainability [en línea]. Vol 11. Edi 1. N° 107. 25 de diciembre de 2019. [Fecha de consulta: 28 de junio de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su11010107>.
4. AKTAS, Ahmet y KIRÇIÇEK, Yagmur. Chapter 2 - Eliminate the disadvantages of renewable energy sources. Solar Hybrid Systems. Pages [en línea]. Pages 25-45. 2021. [Fecha de consulta: 27 de junio de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-88499-0.00002-1>.
5. ALI AZIZI, Mohammad y BROUWER, Jacob. Progress in solid oxide fuel cell- gas turbine hybrid power systems: System design and analysis, transient operation, controls and Optimization. Applied Energy [en línea]. Vol 215. Pages 237-289. 1 de abril de 2018. [Fecha de consulta: 13 de setiembre de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.01.098>.
6. AL-OTHMAN, Amani [et al]. Artificial intelligence and numerical models in hybrid renewable energy systems with fuel cells: Advances and prospects. Energy Conversion and Management [en línea]. Vol 253. N° 115154. 1 de febrero de 2022. [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2021.115154>.
7. AL MOUSSAWI, Houssein, FARDOUN, Farouk y GUALOUS, Hasna. Review of tri-generation technologies: Design evaluation, optimization, decisión- making, and selection approach. Energy Conversion and Management [en línea]. Vol 120. Pages 157-196. 15 de julio de 2016. [Fecha de consulta: 6 de octubre del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/j.enconman.2016.04.085>.

8. ASGARI, Nima, SARAY, Rahim y MIRMASOUMI, Siamak. Energy and exergy analyses of a novel seasonal CCHP system driven by a gas turbine integrated with a biomass gasification unit and a LiBr-water absorption chiller. *Energy Conversion and Management* [en línea]. Vol 2020. N°113096. 15 de septiembre de 2020. [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2020.113096>.
9. BAOFENG, Tu [et al]. Effects of methane processing strategy on fuel composition, electrical and thermal efficiency of solid fuel cell. *International Journal of Hydrogen Energy* [en línea]. Vol 46. Edi. 29. 29 de julio de 2021. [Fecha de consulta: 03 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.05.128>.
10. BIAN, Yongning [et al]. Performance análisis of a combined power and refrigeration cycle. *Energy Conversion and Management* [en línea]. Vol 185. 1 de abril de 2019. [Fecha de consulta: 18 de junio de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2019.01.072>.
11. BONILLA, Sayuri. Análisis del funcionamiento de sistemas de refrigeración por compresión y absorción. *Observatorio de Economía Latinoamericana* [en línea]. Marzo de 2018. [Fecha de consulta: 15 de junio de 2022]. Disponible en: <https://www.eumed.net/rev/oel/2018/03/sistemas-refigeracion.html>.
12. BRONISZEWKI, Mariusz y WERLE, Sebastian. The estudy on the heat recovery from air compressors. *E3S Web of Conferences* [en línea]. Enero de 2018. [Fecha de consulta: 15 de junio de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20187003001>.
13. BUONOMANO, Annamaria [et al]. Energy and economic analysis of geothermal-solar trigeneration systems: A case study for a hotel building in Ischia. *Applied Energy* [en línea]. Vol 138. Pages 224-241. Enero de 2015. [Fecha de consulta: 13 de setiembre de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2014.10.076>.
14. CANSIZ, Ahmet. 4.14 Electromechanical Energy Conversion. *Comprehensive Energy Systems* [en línea]. Vol 4. Pages 598-635. 2018. [Fecha de consulta: 26 de junio de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809597-3.00425-9>.
15. CHEN, Jialing [et al]. Energetic, economic and environmental assesment of a Stirling engine-based gasification CCHP system. *Applied Energy* [en línea]. Vol 281. N° 116067. 1 de enero de 2021. [Fecha de consulta: 4 de junio de 2022]. Disponible en: <https://10.1016/j.apenergy.2020.116067>.

16. CHEN, Jinwei [et al]. A novel control Strategy with an anode variable geometry ejector for a SOFC-GT hybrid system. Energy [en línea]. Vol 261. Part A. N° 125281. 15 de diciembre de 2022. [Fecha de consulta: 24 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.125281>.
17. CHENG, Bao [et al]. Macroscopic modeling of solid oxide fuel cell (SOFC) and model-based control of SOFC and gas turbine hybrid system. Progress in Energy and Combustion Science [en línea]. Vol 66. Pages 83-140. Mayo de 2018. [Fecha de consulta: 26 de abril de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2017.12002>.
18. CHENGYUAN, Gong, XIAOBING, Luo y ZHENGKAI, Tu. Performance evaluation of a solid oxide fuel cell multi-stack combined heat and power system with two power distribution strategies. Energy Conversion and Management [en línea]. Vol 254. N° 115302. 15 de febrero de 2022. [Fecha de consulta: 11 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2022.115302>.
19. CHITGAR, Nazanin y EMADI, Mohammad. Development and exergoeconomic evaluation of a SOFC-GT driven multi-generation system to supply residential demands: Electricity, fresh water and hydrogen. International Journal of Hydrogen [en línea]. Vol 46. N° 34. 17 de mayo de 2021. [Fecha de consulta: 24 de abril 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.02.191>.
20. CHITGAR, Nazanin y MOGHIMI, Mahdi. Desing and evaluation of a novel multi-generation system based on SOFC-GT for electricity, fresh water and hydrogen production. Energy [en línea]. Vol 197. N° 117162. 15 de abril de 2020. [Fecha de consulta: 19 de abril de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.117162>.
21. CORIGLIANO, Orlando y FRAGIACOMO, Petronilla. Extensive analysis of SOFC fed by direct syngas at different anodic compositions by using two numerical approaches. Energy Conversion and Management [en línea]. Vol 209. N° 112664. 1 de abril de 2020. [Fecha de consulta: 26 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2020.112664>.
22. CORNEJO, Marcela y SALAS, Natalia. Rigor y Calidad Metodológicos: Un Reto a la Investigación Social Cualitativa. Psicoperspectivas [en línea]. Vol 10. N° 2. Pages 12-34. 2011. [Fecha de consulta: 16 de junio de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.5027/psicoperspectivas-Vol10-Issue2- fulltext-144>.

23. CUI, Zhiheng, WANG, Jiangjiang, LIOR, Noam. Thermodynamic análisis of a solid oxide fuel cell based combined cooling, heating and power system integrated with biomass gasification. *Entropy* [en línea]. Vol 23. N° 8. Agosto de 2021. [Fecha de consulta: 5 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.120945>.
24. DAMO, Usman [et al]. Solid oxide fuel cell hybrid system: A detailed review of an environmentally clean and efficient source of energy. *Energy* [en línea]. Vol 168. Pages 235-246. 1 de febrero de 2019. [Fecha de consulta: 18 de abril de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.11.091>.
25. DHAR, Amalesh [et al]. Perspectives on environmental impacts and a land reclamation strategy for solar and wind energy systems. *Science of The Total Environment* [en línea]. Vol 718. N° 134602. 20 de mayo de 2020. [Fecha de consulta: 24 de junio de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134602>.
26. DINCER, Ibrahim y BICER, Yusuf. Chapter 4 – Integration of conventional energy systems for multigeneration. *Integrated Energy Systems for Multigeneration* [en línea]. Pages 143-221. 2020. [Fecha de consulta: 19 de junio de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809943-8.09943-8.00004-2>.
27. DING, Xiaoyi, LV, Xiaojing y WENG, Yiwu. Effects of Operating Parameters on Performance and Safety Evaluation of a Biogas-fueled SOFC/GT Hybrid System. *Energy Procedia* [en línea]. Vol 158. Pages 1842-1849. Febrero de 2019. [Fecha de consulta: 26 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2019.01.430>.
28. DUPONT, Elise, REMBRANDT, Koppelaar y JEANMART, Hervé. Global available wind energy with physical and energy return on investment constraints. *Applied Energy* [en línea]. Vol 2019. Pages 322-338. 1 de enero de 2018. [Fecha de consulta: 20 de abril de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.09.085>.
29. EISAVI, Beneta [et al]. Thermo-environmental and economic comparison of three different arrangements of solid oxide fuel cell-gas turbine (SOFC-GT) hybrid systems. *Energy Conversion and Management* [en línea]. Vol 168. Pages 343-356. 15 de julio de 2018. [Fecha de consulta: 27 de abril de 2018]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2018.04.088>.

30. ELTAMALY, Ali y MOHAMED, Mohamed. 8 - Optimal sizing and designing of hybrid renewable energy systems in smart grid applications. *Advances in Renewable Energies and Power Technologies* [en línea]. Vol 2. Pages 231- 313. 2018. [Fecha de consulta: 24 de junio de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813185-5.00011-5>.
31. ESPINOZA, Enrique. La investigación cualitativa, una herramienta ética en el ámbito pedagógico. *Conrado* [en línea]. Vol 16. N° 75. 2 de agosto de 2020. [Fecha de consulta: 19 de junio de 2022]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442020000400103&lang=es#B16.
32. FARAHBAKHS, Milad y CHAHARTAGI, Mahmood. Performance analysis and economic assessment of a combined cooling heating and power (CCHP) system in wastewater treatment plants (WWTPs). *Energy Conversion and Management* [en línea]. Vol 224. N° 113351. 15 de noviembre de 2020 [Fecha de consulta: 28 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2020.113351>.
33. GIRALDO, Maria, VACCA, Raul y URREGO, Andres. Las energías alternativas ¿Una oportunidad para Colombia? [en línea]. Vol 9. N° 13. 2018. [Fecha de consulta: 24 de junio de 2022]. Disponible en: <https://dialnet.urrijoa.es/servlet/articulo?codigo=6540494>.
34. GHOLOMIAN, Ehsan [et al]. The use of waste heat recovery (WHR) options to produce electricity, heating, cooling and freshwater for residential buildings. *Energy Equipment and Systems* [en línea]. Vol 8. N°3. Setiembre de 2020. [Fecha de consulta: 14 de junio de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.22059/EES.2020.44949>.
35. GHORBANI, S [et al]. Exergoeconomic and exergoenvironmental analyses of an integrated SOFC-GT-ORC hybrid system. *Energy* [en línea]. Vol 206. N° 118151. 1 de septiembre de 2020. [Fecha de consulta: 31 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118151>.
36. GRASHAM, Oliver [et al]. Combined ammonia recovery and solid oxide fuel cell use at wastewater treatment plants for energy and greenhouse gas emission improvements. *Applied Energy* [en línea]. Vol 240. Pages 698-708. 15 de abril de 2019. [Fecha de consulta: 6 de junio del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.02.029>.

37. GRIJALVA, Paola [et al]. Herramientas colaborativas para revisiones sistemáticas. *Revista Espacio* [en línea]. Vol 40. N° 25. 2019. [Fecha de consulta: 18 de junio de 2022]. Disponible en: <http://www.revistaespacios.com/a19v40n25/19402509.html>.
38. GUO, Shaopeng [et al]. A review on the utilization of hybrid renewable energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* [en línea]. Vol 91. Pages 1121- 1147. Agosto de 2018. [Fecha de consulta: 23 de junio de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.04.105>.
39. HAOXIANG, Lai [et al]. Design and eco-technoeconomic analyses of SOFC/GT hybrid systems accounting for long-term degradation effects. *International Journal of Hydrogen Energy* [en línea]. Vol 46. Issue 7. 27 de enero de 2021. [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.11.032>.
40. HASANZADEH, Amirhossein [et al]. Stand-alone gas turbine and hybrid MCFC and SOFC-gas turbine systems: Comparative life cycle cost, Environmental, and energy Assessments. *Energy Reports* [en línea]. Vol 7. Pages 4659-4680. Noviembre de 2021. [Fecha de consulta: 02 de junio de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2021.07.050>.
41. HASSAN [et al]. Cost-benefit analysis of hele and subcritical coal-fired electricity generation technologies in southeast Asia. *Sustainability* [en línea]. Vol 13. N° 3. 2 de febrero de 2021. [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su13031591>.
42. HERNÁNDEZ, Roberto y MENDOZA, Cristina. Metodología de la investigación: las tres rutas cuantitativa, cualitativa y mixta [en línea]. 2018. [Fecha de consulta: 4 de junio de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uasb.edu.bo/handle/54000/1292>.
43. HUANG, Shanglong. [et al]. Coupling impacts of SOFC operating temperature and fuel utilization on system net efficiency in natural gas hybrid SOFC/GT system. *Case Studies in Thermal Engineering* [en línea]. Vol. 31. N° 101868. Marzo de 2022. [Fecha de consulta: 23 de abril de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.csite.2022.101868>.
44. HUANG, Yu y TURAN, Ali. Fuel sensitivity and parametric optimization of SOFC-GT hybrid system operational characteristics. *Thermal Science and Engineering Progress* [en línea]. Vol 14. N°100407. Diciembre de 2019. [Fecha de consulta: 15 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.tsep.2019.100407>.

45. HUANG, Yu y TURAN, Ali. Mechanical equilibrium operation integrated modelling of recuperative solid oxide fuel cell-gas turbine hybrid systems: Design conditions and off-design analysis. *Applied Energy* [en línea]. Vol 283. N°116237. 1 de febrero de 2021. [Fecha de consulta: 3 de junio de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.116237>.
46. JAIMES, Daniel, MCDONELL, Vicent y SAMUELSEN, Scott. Numerical investigation of a dual-stage off-gas burner to support high pressure and high temperature solid oxide fuel cell/gas turbine (SOFC/GT) hybrid systems. *Cleaner Engineering and Technology* [en línea]. Vol 5. N° 100321. Diciembre de 2021. [Fecha de consulta: 26 de abril de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.clet.2021.100321>.
47. JAISWAL, Nandini [et al]. A brief Review on ceria based solid electrolytes for solid oxide fuel cells. *Journal of Alloys and Compounds* [en línea]. Vol 781. Pages 984-1005. 15 de abril de 2019. [Fecha de consulta: 13 de junio de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2018.12.015>.
48. JAVANMARD, Majid y GHADERI, S. A hybrid model with applying machine learning algorithms and optimization model to forecast greenhouse gas emissions with energy market data. *Sustainable Cities and Society* [en línea]. Vol 82. N° 103886. Julio de 2022. [Fecha de consulta: 22 de junio de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.103886>.
49. JEHANDIDEH, Sobhan, HASSANZADE, Hasan y SHAKIB, Seyyed. Environmental assessment of a hybrid system composed of solid oxide fuel cell, gas turbine and multiple effect evaporation desalination system. *Energy and Environment* [en línea]. Vol 32. N° 5. 2022.[Fecha de consulta: 21 de junio de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/0958305X20973575>.
50. JOVEL, Daniel, OLMOS, Rafael y LLOVELL, Félix. A computational drop-in assessment of hydrofluoroethers in Organic Rankine Cycles. *Energy* [en línea]. Vol 254. N° 124319. 1 de septiembre de 2022. [Fecha de consulta. 12 de junio de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.124319>.
51. KANG, Ligai [et al]. Influence analysis of energy policies on comprehensive performance of CCHP system in different building. *Energy* [en línea]. Vol 233. N° 121159. 15 de octubre de 2021. [Fecha de consulta: 15 de junio de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121159>.

52. KANWAL, Saira [et al]. An integrated future approach for the energy security of Pakistan: Replacement of fossil fuels with syngas for better environment and socio-economic development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* [en línea]. Vol 156. N° 111978. Marzo de 2022. [Fecha de consulta: 23 de junio de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111978>.
53. KOSE, Ozkan, KOC, Yildiz y YAGLI, Huseyin. Is Kalina cycle or organic Rankine cycle for industrial waste heat recovery applications? A detailed performance, economic and environment based comprehensive analysis. *Process Safety and Environmental Protection* [en línea]. Vol 163. Pages 421-437. Julio de 2022. [Fecha de consulta: 21 de junio de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.psep.2022.05.041>.
54. KULOR, Frank, MARKUS, Eliseo y KANZUMBA, Kusakana. Design and control challenges of hybrid, dual nozzle gas turbine power generating plant: A critical Review. *Energy Reports* [en línea]. Vol 7. Pages 324-335. Noviembre de 2021. [Fecha de consulta: 27 de mayo del 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2020.12.042>.
55. LILI, Jian [et al]. Review and outlook on the international renewable energy development. *Energy and Built Environment* [en línea]. Vol 3. N° 2. Abril de 2022. [Fecha de consulta 13 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.enbenv.2020.12.002>.
56. LYU, Yiming [et al]. Review of cell performance in solid oxide fuel cells. *Journal of Materials Science* [en línea]. Vol 55. 02 de marzo de 2020. [Fecha de consulta: 23 de abril de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10853-020-04497-7>.
57. MEHR, Saberi [et al]. Thermodynamic assessment of a novel SOFC based CCHP system in a wastewater treatment plant. *Energy* [en línea]. Vol 150. Pages 299-309. 1 de mayo de 2018. [Fecha de consulta: 24 de abril de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.02.102>.
58. MEHRAN, Bahari [et al]. Systemtic analysis and multi-objective optimization of an integrated power and freshwater production cycle. *International Journal of Hydrogen Energy* [en línea]. Vol 47. Issue 43. Pages 18831-18856. 19 de mayo de 2022. [Fecha de consulta: 27 de julio de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2022.04.066>.
59. MEHRPOOYA, Mehdi [et al]. Technical performace analysis of a combined cooling

- heating and power (CCHP) system based on solid oxide fuel cell (SOFC) technology – A building application. *Energy Conversion and Management* [en línea]. Vol 198. N° 111767. 15 de octubre de 2019. [Fecha de consulta: 18 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2019.06.078>.
60. MOHAMMAD, Amin, HAYATI, Mamur y JAHANARA, Begum. A brief review on renewable and sustainable energy resources in Bangladesh. *Cleaner Engineering and Technology* [en línea]. Vol 4. N° 100208. Octubre de 2021. [Fecha de consulta: 15 de junio de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.clet.2021.100208>.
61. MORENO, Begoña [et al]. Revisiones sistemáticas: Definición y nociones básicas. *Revista clínica de Periodoncia, implantología y rehabilitación oral* [en línea]. Vol 11. N°3. Diciembre de 2018. [Fecha de consulta: 26 de junio de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.4067/S0719-01072018000300184>.
62. NAZANIN, Chitgar [et al]. Investigation of a novel multigeneration system driven by a SOFC for electricity and fresh water production. *Energy Conversion and Management* [en línea]. Vol 196. Pages 296-310. 15 de septiembre de 2019. [Fecha de consulta: 15 de abril de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2019.06.006>.
63. NTANOS, Stamatios [et al]. Renewable energy and economic growth: Evidence from European countries. *Sustainable* [en línea]. Vol 10. N°8. 26 de julio de 2018. [Fecha de consulta: 27 de julio de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su10082626>.
64. NWAIGWE, N, MUTABILWA, P y DINTWA, E. An overview of solar power (PV systems) integration into electricity grids. *Materials Science for Energy Technologies* [en línea]. Vol 2. N° 3. Diciembre de 2019. [fecha de consulta: 25 de junio de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.mset.2019.07.002>.
65. NYASAPOH, Mark, ELORM, Michael y DERKYI, Nana. The role of renewable energies in sustainable development of Ghana. *Scientific American* [en línea]. Vol 16. N° e01199. Julio de 2022. [Fecha de consulta: 25 de junio de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2022.e01199>.
66. OGUNMODIMU, Olumide y OKOROIGWE, Edmud. Concentrating solar power technologies for solar thermal grid electricity in Nigeria: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* [en línea]. Vol 90. Julio de 2018. [Fecha de consulta: 19 de junio]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.03.029>.

67. ORYSHCHYN, Danylo [et al]. Fuel utilization effects on system efficiency in solid fuel cell gas turbine hybrid systems. *Applied Energy* [en línea]. Vol 228. 15 de octubre de 2018. [Fuente de consulta: 16 de abril de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.07.004>.
68. OWEBOR, Kesiena [et al]. Power situation and renewable energy potentials in Nigeria - A case for integrated multi-generation technology. *Renewable Energy* [en línea]. Vol 177. Noviembre de 2021. [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.06/017>.
69. PEDRAZA, Jorge. Chapter3 - Solar energy for electricity generation. *Non-Conventional Energy in North* [en línea]. Pages 137-174. 2022. Fecha de consulta: 23 de junio de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823440-2.00006-8>.
70. PENG, Jingxuan [et al]. Solid oxide fuel cell (SOFC) performance evaluation, fault diagnosis and health control: A review. *Journal of Power Sources* [en línea]. Vol 505. N° 230058. 1 de septiembre de 2021. [Fecha de consulta: 30 de abril de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.powsour.2021.230058>.
71. PENG, Michael [et al]. Energy and exergy analysis of a new combined concentrating solar collector, solid oxide fuel cell and steam turbine CCHP system. *Sustainable Energy Technologies and Assessments* [en línea]. Vol 39. N° 100713. Junio de 2020. [Fecha de consulta: 8 de junio de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.seta.2020100713>.
72. PIRKANDI, Jamasb, PENHANI, Hossein y MAROUFI, Arman. Thermodynamic analysis of the performance of a hybrid system consisting of steam turbine, gas turbine and solid oxide fuel cell (SOFC-GT-ST). *Energy Conversion and Management* [en línea]. Vol 213. N° 112816. 1 de junio de 2020. [Fecha de consulta: 22 de abril de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2020.112816>.
73. RAJU, P y TRAPTI, Jain. Chapter 2 - Distributed energy resources and control. *Distributed Energy Resources in Microgrids* [en línea]. [fecha de consulta: 8 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817774-7.00002-8>.
74. RAMADHANI, Farah [et al]. Optimization strategies for Solid Oxide Fuel Cell (SOFC) application: A literatura survey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* [en línea]. Vol 76. Pages 460-484. Setiembre de 2017. [Fecha de consulta: 3 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.03.052>.

75. RODRÍGUEZ, A y SAGASTUME, A. Evaluación del potencial de la refrigeración por absorción entre centros comerciales de Barranquilla. *Cleaner Production for Achieving Sustainable Development Goals* [en línea]. 2018 [Fecha de consulta: 21 de junio de 2022]. Disponible en: http://www.advancesincleanerproduction.net/7th/files/essesoes/6B/3/rodriguez_toscano_et_al_academic.pdf.
76. ROKNI, Masud. Performance comparación repowering of a steam power plant with gas turbine and solid oxide fuel cells. *Energy* [en línea]. Vol 9. N° 6. 26 de mayo de 2016. [Fecha de consulta: 25 de setiembre de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/en9060399>.
77. ROSNER, Fabian, RAO, Ashok, SAMUELSEN, Scott. Economics of cell design and thermal management in solid oxide fuel cells under SOFC-GT hybrid operating conditions. *Energy Conversion and Management* [en línea]. Vol 220. N°112952. 15 de septiembre de 2020. [Fecha de consulta: 26 de abril de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2020.112952>.
78. SARAVANAN, Prabakaran y EMAMI, Nazanin. Chapter 13 - Sustainable tribology: Processing and characterization of multiscale thermoplastic composites within hydropower applications. *Tribology of Polymer Composites* [en línea]. Pages 241-277. 2021. [Fecha de consulta: 28 de junio de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819767-7.00013-X>.
79. SARMAH, Pranjal, GOGOI, Tapan y DAS, Ranjan. Estimation of operating parameters of a SOFC integrated combined power cycle using differential evolution based inverse method. *Applied Thermal Engineering* [en línea]. Vol 119. Pages 98-107. 5 de junio de 2017. [Fecha de consulta: 13 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2017.03.060>.
80. SCHIELE, Holger [et al]. The "research world cafe" as method of scientific enquiry: Combining rigor with relevance and speed. *Journal of Business Research* [en línea]. Vol 140. Pages 280-296. Febrero de 2022. [Fecha de consulta: 27 de junio de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.busres.2021.10.075>.
81. SHIVA, Gorjian y HOSSEIN, Ebadi. Chapter 1- Introduction to Technologies, Applications and Environmental Impacts. *Photovoltaic Solar Energy Conversion* [en línea]. Pages 1-26. 2020. [Fecha de consulta: 26 de junio de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819610-6.00001-6>.

82. SINGH, Onkar y SINGH, Ragini. Thermodynamic evaluation of SOFC-GT hybrid power and cooling system. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization and Environmental Effects* [en línea]. Vol 43, Issue 16. 2021. [Fecha de consulta: 26 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/15567036.2019.16633077>.
83. SORRENTI, Ilaria [et al]. The role of power-to-X in hybrid renewable energy systems: A comprehensive Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* [en línea]. Vol 165. N° 122380. Setiembre de 2022. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112380>.
84. TAIMOOR, Raza. Recent advance in physical description and material Development for single component SOFC: A mini – review. *Chemical Engineering Journal* [en línea]. Vol 444. N° 136533. 15 de setiembre de 2022. [Fecha de consulta: 17 de junio de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105381>.
85. VESSA, Soini. Wind power intermittency and the balancing power market: Evidence from Denmark. *Energy Economics* [en línea]. Vol 100. N° 105381. Agosto de 2021. [Fecha de consulta: 17 de junio de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105381>.
86. WANG, Xusheng, LV, Xiaojing, WENG, Yiwu. Performance analysis of a biogas-fueled SOFC/GT hybrid system integrated with anode-combustor exhaust gas recirculation loops. *Energy* [en línea]. Vol 197, N° 117213. 15 de abril de 2020. [Fecha de consulta: 23 de abril de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.117213>.
87. WILSON, Joshua [et al]. Hybrid Solid Oxide Fuel Cell/Gas Turbine Model Development for Electric Aviation. *Energies* [en línea]. Vol 15. Issue 8. 2 de abril de 2022. [Fecha de consulta: 4 de junio de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/en15082885>.
88. IANG, Dong [et al]. Process modeling, simulation and technical analysis of coke-oven gas solid oxide fuel cell integrated with anode off-gas recirculation and CLC for power generation. *Energy Conversion and Management* [en línea]. Vol 190. Pages 34-41. 15 de junio de 2019. [Fecha de consulta: 25 de abril de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2019.03.091>.
89. XU, Haoran [et al]. Modelling of a hybrid system for on-site power generation from solar fuels. *Applied Energy* [en línea]. Vol 197. N° 117213. 15 de abril de 2019. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2022]. Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.02.091>.

90. YAN, Rujing [et al]. Thermodynamic analysis of fuel cell combined cooling heating and power of natural gas. *Solar Energy* [en línea]. Vol 206. Pages 396-412. Agosto de 2020. [Fecha de consulta: 28 de abril de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.solener.2020.05.085>.
91. YAROSLAVTSEV, Andrey [et al]. 5.07 - Nanomaterials for electrical energy storage. *Comprehensive Nanoscience and Nanotechnology (Second Edition)* [en línea]. Vol 5. 2019. [Fuente de consulta: 21 de junio de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803581-8.10426-6>.
92. YUAN, Xinjie, LIU, Yuanchang y BUCKNALL, Richard. Optimised MOPSO with the grey relationship analysis for the multi-criteria objective energy dispatch of a novel SOFC-solar hybrid CCHP residential system in the UK. *Energy Conversion and Management* [en línea]. Vol 243. N° 114406. 1 de septiembre de 2021. [Fecha de consulta: 9 de junio de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2021.114406>.
93. YUAN, Xinjie, LIU, Yaunchang y BUCKNAL, Richard. Optimised MOPSO with the grey relationship analysis for the multi-criteria objective energy dispatch of a novel SOFC-solar hybrid CCHP residential system in the UK. *Energy Conversion and Management* [en línea]. Vol 243. N° 114406. 1 de setiembre de 2021. [Fecha de consulta: 9 de junio de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2021.114406>.
94. ZHANG, Biao [et al]. Rapid load transition for integrated solid oxide fuel cell- gas turbine (SOFC-GT) energy systems: A demonstration of the potential for grid response. *Energy Conversion and Management* [en línea]. Vol 258. N° 115544. 15 de abril de 2022. [Fecha de consulta: 24 de abril de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2022.115544>.
95. ZHENGKUAN, Li [et al]. Comparative analysis of thermal economy of two SOFC-GT-ST triple hybrid power systems with carbon capture and LNG cold energy utilization. *Energy Conversion and Management* [en línea]. Vol 256. N° 115385. 15 de marzo de 2022. [Fecha de consulta: 22 de diciembre de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2022.115385>.
96. ZHI, Yuan [et al]. Improved butterfly optimization algorithm for CCHP driven by PEMFC. *Applied Thermal Engineering* [en línea]. Vol 173. N° 114766. 5 de junio de

2020. [Fecha de consulta: 7 de junio de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2019.114766>.

97. ZHU, Pengfei [et al]. Achieving high-efficiency conversion and poly generation of cooling, heating and power base don biomass-fueled SOFC hybrid system: Performance assessment and multi-objective optimization. Energy Conversion and Management [en línea]. Vol 240. N° 114245. 15 de julio de 2021. [Fecha de consulta: 2 de junio de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2021.114245>

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de categorización

Problema	Objetivos	Categoría	Definición Operacional	Subcategorías	Indicadores
¿Cuáles son las estimaciones de potencial de los sistemas híbridos SOFC para la generación de electricidad?	Analizar las estimaciones de potencial de los diferentes sistemas de SOFC híbridas para la generación de electricidad	Diseño de los sistemas híbridos SOFC	Composición de los sistemas híbridos SOFC	Estructura	Equipos extras
				Croquis	Turbina de gas y CCHP
¿Qué condiciones operativas presentan los sistemas híbridos SOFC para la generación de electricidad?	Analizar las condiciones operativas presentan los sistemas híbridos SOFC para la generación de electricidad	Condiciones operativas de los sistemas híbridos SOFC	Parámetros Físicos	Física	Temperatura, Tiempo, Presión
			Parámetros Eléctricos	Eléctrico	Eficiencias isentrópicas de los equipos
¿Cuál es la eficiencia de producción eléctrica que se genera con la aplicación de los sistemas híbridos SOFC?	Analizar eficiencia de producción eléctrica que se genera con la aplicación de los sistemas híbridos SOFC	Eficiencia de producción eléctrica de los sistemas híbridos SOFC	Generación de energía	Potencia	Carga eléctrica (MW)

Anexo 02. Solicitud de aprobación de instrumentos de recolección de datos 01

SOLICITUD: Validación de instrumento de recolección de información.

Dr. Sernaque Auccahuassi, Fernando

Yo, César Eduardo Gonzales Chilón identificado con DNI N.º 71533031 alumno(a) de la Universidad César Vallejo de la facultad de ingeniería de la escuela académico profesional de Ingeniería Ambiental, a usted con el debido respeto me presento y le manifiesto:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que vengo elaborando, titulada: “**Desarrollo de sistemas híbridos SOFC para la generación de energía eléctrica: Revisión sistemática**”, solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Ficha de evaluación
- Instrumento de recolección de datos
- Matriz de operacionalización de categorías

Por tanto:

A usted, ruego acceder a mi petición.

Trujillo, 05 de julio del 2022.



César Eduardo Gonzales Chilón
DNI: 71533031

Anexo 03: Matriz de categorización enviada para aprobación

Tema de investigación: Desarrollo de sistemas híbridos SOFC para la generación de energía eléctrica: Revisión sistemática

Problema	Objetivos	Categoría	Definición Operacional	Subcategorías	Indicadores
¿Cuáles son las estimaciones de potencial de los sistemas híbridos SOFC para la generación de electricidad?	Analizar las estimaciones de potencial de los diferentes sistemas de SOFC híbridas para la generación de electricidad	Diseño de los sistemas híbridos SOFC	Composición de los sistemas híbridos SOFC	Estructura	Equipos extras
				Croquis	Turbina de gas y CCHP
¿Qué condiciones operativas presentan los sistemas híbridos SOFC para la generación de electricidad?	Analizar las condiciones operativas presentan los sistemas híbridos SOFC para la generación de electricidad	Condiciones operativas de los sistemas híbridos SOFC	Parámetros Físicos	Física	Temperatura, Tiempo, Presión
				Parámetros Eléctricos	Eléctrico
¿Cuál es la eficiencia de producción eléctrica que se genera con la aplicación de los sistemas híbridos SOFC?	Analizar eficiencia de producción eléctrica que se genera con la aplicación de los sistemas híbridos SOFC	Eficiencia de producción eléctrica de los sistemas híbridos SOFC	Generación de energía	Potencia	Carga eléctrica (MW)

Anexo 04: Validación de instrumento N° 1

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N° 1

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Sernaque Auccahuassi, Fernando
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Tratamiento y gestión de residuos
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Diseños de los tipos de sistemas híbridos SOFC
- 1.5. Autores de Instrumento Gonzales Chilón Cesar Eduardo

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.									X				
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.									X				
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.									X				
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.									X				
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales									X				
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las categorías de la Hipótesis.									X				
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.									X				
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, categorías e indicadores.									X				
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.									X				
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.									X				

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

80

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

80



Dr. Fernando Sernaque Auccahuassi
DNI: 07268863

Anexo 05: Ficha de análisis de contenido referido a los diseños de sistemas híbridos SOFC

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO
<p align="center">TÍTULO: Desarrollo de Sistemas Híbridos SOFC para la Generación de Energía Eléctrica. Revisión Sistemática 2022</p>	
AÑO DE PUBLICACIÓN: 2018 - 2022	ESCUELA PROFESIONAL: Ingeniería Ambiental
<p align="center">AUTORES:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gonzales Chilón, César Eduardo 	
CATEGORÍA	Diseño de sistemas híbridos SOFC
SUB CATEGORÍA	
INDICADORES	
RESULTADOS	
CONCLUSIONES	
REFERENCIAS	

Anexo 06: Tabla de recolección de datos sobre los diseños de los sistemas híbridos SOFC

Diseño de los sistemas híbridos SOFC				
Autores	Tipo de sistema híbrido SOFC	Diseño de sistema híbrido SOFC		Energía generada (MW)
		Estructura principal	Equipos extras	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 07: Validación de instrumento N°2

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N° 2

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Sernaque Auccahuassi, Fernando
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Tratamiento y gestión de residuos
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Condiciones operativas de los sistemas híbridos SOFC
- 1.5. Autores de Instrumento: Gonzales Chilón Cesar Eduardo

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.									X				
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.									X				
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.									X				
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.									X				
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales									X				
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las categorías de la Hipótesis.									X				
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.									X				
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, categorías e indicadores.									X				
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.									X				
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.									X				

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

80

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

80



Dr. Fernando Sernaque Auccahuassi
DNI: 07268863

Anexo 08: Ficha de análisis de contenido

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO
TÍTULO: Desarrollo de sistemas híbridos SOFC para la generación de energía eléctrica: Revisión sistemática	
AÑO DE PUBLICACIÓN: 2018 – 2022	ESCUELA PROFESIONAL: Ingeniería Ambiental
AUTORES: - Gonzales Chilón, César Eduardo	
CATEGORÍA	Condiciones operativas
SUB CATEGORÍA	
INDICADORES	
RESULTADOS	
CONCLUSIONES	
REFERENCIAS	

Anexo 09: Tabla de recolección de datos sobre las condiciones operativas de los sistemas híbridos SOFC

Condiciones operativas de los sistemas híbridos SOFC						
Autor	Tipo de sistema híbrido SOFC	Condiciones operativas				Energía eléctrica generada (MW)
		FÍSICA			ELÉCTRICO	
		Temperatura	Densidad	Presión	Eficiencias Isoentrópicas	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 10: Validación de instrumento N° 3

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N° 3

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Sernaque Auccahuassi, Fernando
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Tratamiento y gestión de residuos
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Energía eléctrica generada por los sistemas híbridos SOFC
- 1.5. Autores de Instrumento: Gonzales Chilón, Cesar Eduardo

V. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.									X				
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.									X				
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.									X				
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.									X				
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales									X				
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las categorías de la Hipótesis.									X				
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.									X				
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, categorías e indicadores.									X				
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.									X				
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.									X				

VI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

80

VII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

80



Dr. Fernando Sernaque Auccahuassi
DNI: 07268863

Anexo 11: Ficha de análisis de contenido referido a la eficiencia de producción de energía eléctrica de los sistemas híbridos SOFC

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO
TÍTULO: Desarrollo de sistemas híbridos SOFC para la generación de energía eléctrica: Revisión Sistemática	
AÑO DE PUBLICACIÓN: 2018 - 2022	ESCUELA PROFESIONAL: Ingeniería Ambiental
AUTORES: - Gonzales Chilón, César Eduardo	
CATEGORÍA	Eficiencia de producción de energía eléctrica de los sistemas híbridos SOFC
SUB CATEGORÍA	
INDICADORES	
RESULTADOS	
CONCLUSIONES	
REFERENCIAS	

Anexo 12: Tabla de recolección de datos sobre la eficiencia de producción de energía eléctrica de los sistemas híbridos SOFC

Eficiencia de producción de energía eléctrica de los sistemas híbridos SOFC		
Autores	Tipo de sistema híbrido SOFC	Energía eléctrica generada (KW)

Fuente: Elaboración propia

Anexo 13: Solicitud de validación de instrumentos de recolección de datos

SOLICITUD: Validación de instrumento de recojo de información.

Mg. Balcázar Honores, César

Yo, César Eduardo Gonzales Chilón identificado con DNI N.º 71533031 alumno(a) de la Universidad César Vallejo de la facultad de ingeniería de la escuela académico profesional de Ingeniería Ambiental, a usted con el debido respeto me presento y le manifiesto:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que vengo elaborando, titulada: **“Desarrollo de sistemas híbridos SOFC para la generación de energía eléctrica: Revisión sistemática”**, solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Ficha de evaluación
- Instrumento de recolección de datos
- Matriz de operacionalización de categorías

Por tanto:

A usted, ruego acceder a mi petición.

Trujillo, 05 de julio del 2022



César Eduardo Gonzales Chilón
DNI: 71533031

Anexo 14: Matriz de categorización enviada para aprobación

Tema de investigación: Desarrollo de Sistemas Híbridos SOFC para la Generación de Energía Eléctrica: Revisión Sistemática

Problema	Objetivos	Categoría	Definición Operacional	Subcategorías	Indicadores
¿Cuáles son las estimaciones de potencial de los sistemas híbridos SOFC para la generación de electricidad?	Analizar las estimaciones de potencial de los diferentes sistemas de SOFC híbridas para la generación de electricidad	Diseño de los sistemas híbridos SOFC	Composición de los sistemas híbridos SOFC	Estructura	Equipos extras
				Croquis	Turbina de gas y CCHP
¿Qué condiciones operativas presentan los sistemas híbridos SOFC para la generación de electricidad?	Analizar las condiciones operativas presentan los sistemas híbridos SOFC para la generación de electricidad	Condiciones operativas de los sistemas híbridos SOFC	Parámetros Físicos	Física	Temperatura, Tiempo, Presión
			Parámetros Eléctricos	Eléctrico	Eficiencias isentrópicas de los equipos
¿Cuál es la eficiencia de producción eléctrica que se genera con la aplicación de los sistemas híbridos SOFC?	Analizar eficiencia de producción eléctrica que se genera con la aplicación de los sistemas híbridos SOFC	Eficiencia de producción de energía eléctrica de los sistemas híbridos SOFC	Generación de energía eléctrica	Potencia	Carga eléctrica (MW)

Anexo 15: Validación de instrumento N° 1

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N° 1

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Mg. Balcázar Honores, Cesar
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Tratamiento y gestión de residuos
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Diseños de los tipos de sistemas híbridos SOFC
- 1.5. Autores de Instrumento Gonzales Chilón Cesar Eduardo

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.									x				
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.									x				
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.									x				
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.									x				
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales									x				
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las categorías de la Hipótesis.									x				
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.									x				
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, categorías e indicadores.									x				
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.									x				
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.									x				

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

80

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

80



Mg. Cesar Honores Balcázar
DNI: 41134159

Anexo 16: Ficha de análisis de contenido referido a los diseños de sistemas híbridos SOFC

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO
TÍTULO: Desarrollo de sistemas híbridos SOFC para la generación de energía eléctrica: Revisión sistemática	
AÑO DE PUBLICACIÓN: 2018 - 2022	ESCUELA PROFESIONAL: Ingeniería Ambiental
AUTORES: - Gonzales Chilón, César Eduardo	
CATEGORÍA	Diseño de sistemas híbridos SOFC
SUB CATEGORÍA	
INDICADORES	
RESULTADOS	
CONCLUSIONES	
REFERENCIAS	

**Anexo 17: Tabla de recolección de datos sobre los diseños de sistemas híbridos
SOFC**

Diseño de los sistemas híbridos SOFC				
Autores	Tipo de sistema híbrido SOFC	Diseño de sistemas híbridos SOFC		Energía eléctrica generada (MW)
		Estructura principal	Equipos extras	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 18: Validación de instrumento N° 2

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N° 2

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Balcázar Honores, Cesar
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Tratamiento y gestión de residuos
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Condiciones operativas de los sistemas híbridos SOFC
- 1.5. Autores de Instrumento: Gonzales Chilón Cesar Eduardo

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.									x				
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.									x				
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.									x				
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.									x				
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales									x				
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las categorías de la Hipótesis.									x				
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.									x				
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, categorías e indicadores.									x				
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.									x				
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.									x				

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

80

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

80



Mg. Cesar Honores Balcázar
DNI: 41134159

Anexo 19: Ficha de análisis de contenido referido a las condiciones operativas de los sistemas híbridos SOFC

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO
<p align="center">TÍTULO: Desarrollo de sistemas híbridos SOFC para la generación de energía eléctrica: Revisión sistemática</p>	
<p align="center">AÑO DE PUBLICACIÓN: 2018 - 2022</p>	<p align="center">ESCUELA PROFESIONAL: Ingeniería Ambiental</p>
<p>AUTORES: - Gonzales Chilón, Cesar Eduardo</p>	
<p>CATEGORÍA</p>	<p>Condiciones operativas de los sistemas híbridos SOFC</p>
<p>SUB CATEGORÍA</p>	
<p>INDICADORES</p>	
<p>RESULTADOS</p>	
<p>CONCLUSIONES</p>	
<p>REFERENCIAS</p>	

Anexo 20: Tabla de recolección de datos sobre las condiciones operativas de los sistemas híbridos SOFC

Condiciones operativas de los sistemas híbridos SOFC						
Autor	Tipo de sistema híbrido SOFC	Condiciones operativas				Energía eléctrica generada (MW)
		FÍSICA			ELÉCTRICO	
		Temperatura	Densidad	Presión	Eficiencias Isoentrópicas	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 21: Validación de instrumento N° 3



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N° 3

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Balcázar Honores, Cesar
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Tratamiento y gestión de residuos
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Energía eléctrica generada por los sistemas híbridos SOFC
- 1.5. Autores de Instrumento: Gonzales Chilón, Cesar Eduardo

V. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.									x				
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.									x				
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.									x				
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.									x				
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales									x				
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las categorías de la Hipótesis.									x				
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.									x				
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, categorías e indicadores.									x				
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.									x				
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.									x				

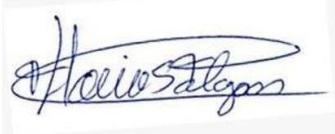
VI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

80

VII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

80



Mg. Cesar Honores Balcázar
DNI: 41134159

Anexo 22: Ficha de análisis de contenido referido a la eficiencia de producción de energía eléctrica de los sistemas híbridos SOFC

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO
TÍTULO: Desarrollo de sistemas híbridos SOFC para la generación de energía eléctrica: Revisión sistemática	
AÑO DE PUBLICACIÓN: 2018 - 2022	ESCUELA PROFESIONAL: Ingeniería Ambiental
AUTORES: - Gonzales Chilón, Cesar Eduardo	
CATEGORÍA	Eficiencia de producción de energía eléctrica de los sistemas híbridos SOFC
SUB CATEGORÍA	
INDICADORES	
RESULTADOS	
CONCLUSIONES	
REFERENCIAS	

Anexo 23: Tabla de recolección de datos referido a la eficiencia de producción de energía eléctrica de los sistemas híbridos SOFC

Eficiencia de producción eléctrica de los sistemas híbridos SOFC		
Autores	Tipo de sistema híbrido SOFC	Energía eléctrica generada (KW)

Fuente: Elaboración propia

Anexo 24: Solicitud de validación de instrumento de recolección de datos

SOLICITUD: Validación de instrumento de recolección de información.

Dr. Gonzales Valdiviezo, Liorgio

Yo, César Eduardo Gonzales Chilón identificado con DNI N.º 71533031 alumno(a) de la Universidad César Vallejo de la facultad de ingeniería de la escuela académico profesional de Ingeniería Ambiental, a usted con el debido respeto me presento y le manifiesto:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que vengo elaborando, titulada: “**Desarrollo de sistemas híbridos SOFC para la generación de energía eléctrica: Revisión sistemática**”, solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Ficha de evaluación
- Instrumento de recolección de datos
- Matriz de operacionalización de categorías

Por tanto:

A usted, ruego acceder a mi petición.

Trujillo, 05 de julio del 2022.



César Eduardo Gonzales Chilón
DNI: 71533031

Anexo 25: Matriz de categorías enviada para aprobación

Tema de investigación: Desarrollo de sistemas híbridos SOFC para la generación de energía eléctrica: Revisión sistemática

Problema	Objetivos	Categoría	Definición Operacional	Subcategorías	Indicadores
¿Cuáles son las estimaciones de potencial de los sistemas híbridos SOFC para la generación de electricidad?	Analizar las estimaciones de potencial de los diferentes sistemas de SOFC híbridas para la generación de electricidad	Diseño de los sistemas híbridos SOFC	Composición de los sistemas híbridos SOFC	Estructura	Equipos extras
				Croquis	Turbina de gas y CCHP
¿Qué condiciones operativas presentan los sistemas híbridos SOFC para la generación de electricidad?	Analizar las condiciones operativas presentan los sistemas híbridos SOFC para la generación de electricidad	Condiciones operativas de los sistemas híbridos SOFC	Parámetros Físicos	Física	Temperatura, Tiempo, Presión
				Eléctrico	Eficiencias isentrópicas de los equipos
¿Cuál es la eficiencia de producción eléctrica que se genera con la aplicación de los sistemas híbridos SOFC?	Analizar eficiencia de producción eléctrica que se genera con la aplicación de los sistemas híbridos SOFC	Eficiencia de producción de energía eléctrica de los sistemas híbridos SOFC	Generación de energía eléctrica	Potencia	Carga eléctrica (MW)

Anexo 26: Validación de instrumento N° 1



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N° 1

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Gonzales Valdiviezo, Liorgio
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Tratamiento y gestión de residuos
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Diseños de los tipos de sistemas híbridos SOFC
- 1.5. Autores de Instrumento Gonzales Chilón Cesar Eduardo

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las categorías de la Hipótesis.													
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, categorías e indicadores.													
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

80

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

80

Lima, 25 de mayo del 2022


Liorgio Valdiviezo

**Anexo 27: Ficha de análisis de contenido referido al diseño de sistemas híbridos
SOFC**

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO
TÍTULO: Desarrollo de sistemas híbridos SOFC para la generación de energía eléctrica: Revisión sistemática	
AÑO DE PUBLICACIÓN: 2018 - 2022	ESCUELA PROFESIONAL: Ingeniería Ambiental
AUTORES: - Gonzales Chilón, César Eduardo	
CATEGORÍA	Diseño de sistemas híbridos SOFC
SUB CATEGORÍA	
INDICADORES	
RESULTADOS	
CONCLUSIONES	
REFERENCIAS	

**Anexo 28: Tabla de recolección de datos sobre los diseños de sistemas híbridos
SOFC**

Diseño de sistemas híbridos SOFC				
Autores	Tipo de sistema híbrido SOFC	Diseño de sistema híbrido SOFC		Energía generada (MW)
		Estructura principal	Equipos extras	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 29: Validación de instrumento N° 2

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N° 2

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Gonzales Valdiviezo, Liorgio
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Tratamiento y gestión de residuos
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Condiciones operativas de los sistemas híbridos SOFC
- 1.5. Autores de Instrumento: Gonzales Chilón Cesar Eduardo

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.									X				
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.									X				
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.									X				
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.									X				
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales									X				
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las categorías de la Hipótesis.									X				
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.									X				
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, categorías e indicadores.									X				
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.									X				
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.									X				

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

80

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

80



Anexo 30: Ficha de análisis de contenido referido a las condiciones operativas de los sistemas híbridos SOFC

	FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO
TÍTULO: Desarrollo de sistemas híbridos SOFC para la generación de energía eléctrica: Revisión sistemática	
AÑO DE PUBLICACIÓN: 2018 – 2022	ESCUELA PROFESIONAL: Ingeniería Ambiental
AUTORES: - Gonzales Chilón, César Eduardo	
CATEGORÍA	Condiciones operativas de los sistemas híbridos SOFC
SUB CATEGORÍA	
INDICADORES	
RESULTADOS	
CONCLUSIONES	
REFERENCIAS	

Anexo 31: Tabla de recolección de datos sobre las condiciones operativas de los sistemas híbridos SOFC

Condiciones operativas de los sistemas híbridos SOFC						
Autor	Tipo de sistema híbrido SOFC	Condiciones operativas				Eficiencia energética
		FÍSICA			ELÉCTRICO	MW
		Temperatura	Densidad	Presión	Eficiencias Isoentrópicas	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 32: Validación de instrumento N° 31



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N° 3

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Gonzales Valdiviezo, Liorgio
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Tratamiento y gestión de residuos
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Energía eléctrica generada por los sistemas híbridos SOFC
- 1.5. Autores de Instrumento: Gonzales Chilón, Cesar Eduardo

V. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.									X				
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.									X				
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.									X				
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.									X				
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales									X				
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las categorías de la Hipótesis.									X				
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.									X				
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, categorías e indicadores.									X				
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.									X				
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.									X				

VI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

80

VII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

80

Dr. Lorgio Valdiviezo Gonzales
DNI: 40323063

Anexo 32: Ficha de análisis de contenido referido a la eficiencia de producción de energía eléctrica de los sistemas híbridos SOFC

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO
TÍTULO: Desarrollo de sistemas híbridos SOFC para la generación de energía eléctrica: Revisión sistemática	
AÑO DE PUBLICACIÓN: 2018 – 2022	ESCUELA PROFESIONAL: Ingeniería Ambiental
AUTORES: - Gonzales Chilón, César Eduardo	
CATEGORÍA	Eficiencia de producción de energía eléctrica de los sistemas híbridos SOFC
SUB CATEGORÍA	
INDICADORES	
RESULTADOS	
CONCLUSIONES	
REFERENCIAS	

Anexo 33: Tabla de recolección de datos de la eficiencia de producción de energía eléctrica de los sistemas híbridos SOFC

Eficiencia de producción eléctrica de los sistemas híbridos SOFC		
Autores	Tipo de sistema híbrido SOFC	Energía eléctrica generada (KW)

Fuente: Elaboración propia