



## De los métodos y las Maneras Número 9

**Mario Alejandro Espinosa Suárez**

<https://orcid.org/0000-0001-8490-1401>

*Metodología para implementar proyectos de energía renovable comunitaria menores a 0.5 MW en el estado de Oaxaca*

**Capítulo 20**

**pp. 209-219**

## De los métodos y las maneras Número 9

### Coordinador de la obra

Salvador Ulises Islas Barajas

### Compilación y Editorial

Sandra Rodríguez Mondragón

### Maquetación

Luis Alberto Alvarado

### México

Universidad Autónoma Metropolitana

Unidad Azcapotzalco

Coordinación de Posgrado de  
Ciencias y Artes para el Diseño

Primera edición impresa: **noviembre 2023**

Primera edición electrónica en pdf: **noviembre 2023**

ISBN de la colección en versión impresa: **978-607-28-1322-9**

ISBN de la colección en versión electrónica: **978-607-28-1326-7**

Obra completa:

<https://doi.org/10.24275/uama.6134.2023>

ISBN No. 9 versión impresa: **978-607-28-3040-0**

ISBN No. 9 versión electrónica: **978-607-28-3041-7**



Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0)

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

2023:

Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Azcapotzalco, Coordinación de Posgrado de Ciencias y Artes para el Diseño.

Se autoriza la consulta, descarga y reproducción con fines académicos y no comerciales o de lucro, siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica. Para usos con otros fines se requiere autorización expresa de la institución.



Casa abierta al tiempo

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA**



Ciencias y Artes para el Diseño

**Cordinación de  
Posgrado CyAD**

<http://cyadposgrados.azc.uam.mx/>

# *Metodología para implementar proyectos de energía renovable comunitaria menores a 0.5 MW en el estado de Oaxaca*

MARIO ALEJANDRO ESPINOSA SUÁREZ

*al2201800448@azc.uam.mx*

*ORCID 0000-0001-8490-1401*

## **Resumen**

Se considera a la energía eléctrica como un bien de primera necesidad según la ONU: la falta de acceso al suministro de energía y a sistemas de transformación es un obstáculo para el desarrollo humano (Naciones Unidas, 2022). El ODS 7 pretende: garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos (Naciones Unidas, 2022).

Por lo tanto, el presente trabajo tiene como objetivo proponer una metodología integral como herramienta para fomentar la generación de energía eléctrica con fuentes renovables en comunidades aisladas de la red a través de un conjunto de modelos analizando los aspectos económico, ambiental, social, y técnico, facilitando así la toma de decisiones bajo las condiciones actuales.

Para el desarrollo de la investigación se utilizó el siguiente método: 1. Diseño de la investigación en donde se analiza el problema, se revisan los antecedentes y se plantea el diseño general de la investigación, 2. Metodo-

logía de matriz de marco lógico (MML) la cual arroja como resultado la necesidad de realizar la metodología integral multi criterio (MIM) esta lleva implícita la matriz multi criterio (MM) descrita por (Pacheco & Contreras, 2008)., 3. Ejecución de componentes y actividades de la matriz de marco lógico. Como resultados hasta el momento se ha desarrollado: El capítulo 1 que aborda el diseño de la investigación, antecedentes y el estado del arte del tema así como el diseño metodológico de la investigación.

El capítulo 2 que contempla la metodología de marco lógico (MML) y la búsqueda de solución a un problema particular detectado en el estudio de caso en la comunidad “La Concepción” en el estado de Oaxaca. Parte del capítulo 3 desarrollando el diagrama de flujo de la (MIM) la cual se está traduciendo a software, de este modo está en proceso la obtención de un sistema producto servicio (SPS).

## Abstract

*According to the UN Electricity is considered a necessity: lack of access to energy supply and transformation systems is an obstacle to human development. SDG 7 aims to: ensure access to affordable, reliable, sustainable, and modern energy for all (Naciones Unidas, 2022).*

*Therefore, the present work aims to propose an integral methodology as a tool to promote the generation of electrical energy with renewable sources in communities isolated from the network through a set of models analyzing the economic, environmental, social, and technical aspects, thus facilitating decision-making under current conditions.*

*For the development of the research, the following method was used: 1. Research design where the problem is analyzed, the background is reviewed, and the general design of the research is proposed. 2. Logical framework matrix methodology (MML) which results in the need to carry out the comprehensive multi criteria methodology (MIM) this implicitly carries the multi criteria matrix (MM) described by (Pacheco & Contreras, 2008)., 3. Execution of components and activities of the matrix of the logic frame. As results so far, the following has been developed: Chapter 1 addresses the design of the research, background, and the state of the art of the subject as well as the methodological design of the research. Chapter 2 contemplates the logical framework methodology (MML) and the search for a solution to a particular problem detected in the case study in the community "La Concepción" in the state of Oaxaca. Part of chapter 3 developing the flow chart of the (MIM) which is being translated into software, thus obtaining a service product system (SPS) is in process.*

## Palabras clave:

Comunidad,  
energía renovable,  
metodología integral multi criterio,  
matriz multi criterio,  
matriz de marco lógico.

## 1. Introducción

Según la *Comisión Federal de Electricidad* (CFE) “el nivel de electrificación en la CFE es del 98.95% de los habitantes.” (Comisión Federal de Electricidad, 2022). Representando el porcentaje restante de personas sin energía eléctrica en México de aproximadamente dos millones de habitantes. Mientras que el 29.41% de energía del total generara al 2022 representa energía limpia (Gurrola, 2022).

Existe también el problema del alto costo de implementar sistemas de energía renovable a pequeña escala (menor a 0.5 MW de capacidad instalada) y como consecuencia de esto su uso es marginal. En el caso de las centrales de gran escala (mayores a 0.5 MW de capacidad instalada) propiedad de empresas privadas como se menciona en el documental *La energía de los pueblos*: “se instalan en terrenos y ejidos de comunidades las cuales no perciben un beneficio sustancial por estos contratos” (Suleica, 2022).

Respecto al término energía renovable comunitaria en la guía para el desarrollo de proyectos comunitarios de energía renovable en América del Norte (Canadá, Estados Unidos o México) se menciona el término energía renovable comunitaria como: “Energía (electricidad o calor) de fuentes renovables, propiedad de una localidad y ubicada en esta.” (ENVIT, 2010). Esta definición involucra a la comunidad más allá de la compra y la posesión de acciones (en el caso que estas existan), también va más allá del modelo tradicional que usan las grandes empresas como las centrales eólicas en el estado de Oaxaca, que se instalan en terrenos ejidales de las comunidades y perciben un pequeño porcentaje de los beneficios que las centrales generan en forma de obras comunitarias (renovar un parque o pavimentar una calle) o mediante pagos a los propietarios de los terrenos. Según esta guía menciona: “Energía comunitaria significa que los miembros de la comunidad *son propietarios del proyecto y ejercen cierto control sobre él.*” (ENVIT, 2010).

Se puede llamar energía renovable comunitaria, ya que el término comunidad según la RAE es: “Conjunto de personas vinculadas por características o intere-



ses comunes. *Comunidad católica, lingüística.*” (Real Academia Española, 2020). En este caso el elemento que tienen en común es la energía renovable y se puede considerar una comunidad de usuarios. Respecto a las comunidades aisladas en la mayoría de los casos en donde se hacen estos proyectos son de escasos recursos económicos y por lo tanto las opciones para financiar estos programas son en su mayoría por medio de créditos, o en su defecto se subvenciona todo el proyecto a la comunidad por medio de proyectos sociales de grandes compañías de energía tal como es el caso de *Acciona energía* (Acciona Energía, 2022). O mediante una fundación o asociación civil o el gobierno federal, luego entonces el problema es que se depende de estas grandes empresas privadas o públicas para el funcionamiento de los proyectos en comunidades aisladas.

Por lo tanto, se investigaron alternativas para lograr una autonomía energética de estas comunidades que teniendo el recurso energético carecen del recurso económico. También se estudió si estas comunidades necesitan de este tipo de proyectos, ya que está demostrado que pueden satisfacer sus necesidades de energía con biomasa como leña y madera, sin embargo, el uso de la energía eléctrica podría aportar ciertos beneficios para favorecer el desarrollo de esta comunidad, así como evitar las enfermedades respiratorias producidas por la quema de biocombustibles sumado a producción de gases de efecto invernadero ya que se considera que esta: “es la principal amenaza que enfrenta la sociedad en el siglo XXI” (Flensburg, 2020).

Como antecedentes se encontraron los siguientes casos de empresas interesadas este tipo de proyectos: *Acciona micro energía* es una empresa privada dedicada a la energía la cual creó una fundación con la finalidad de proveer servicios básicos a comunidades que no cuenten con ellos. En el estado de Oaxaca del 2012 al 2016 se llevó a cabo el programa luz en casa: “Este programa tiene como objetivo llevar energía eléctrica fotovoltaica en sistemas aislados a 488 comunidades rurales con población inferior a 100 habitantes en 7 micro regiones del estado considerando diversos grupos étnicos.” (Acciona Energía, 2022). Otro caso es la empresa social *Yansa*, según *La Jornada del campo* esta empresa es:

Una organización sin fines de lucro creada en 2008 en el estado de Oaxaca en respuesta a violaciones de derechos y despojos territoriales cometidos por grandes empresas de energía renovable. Tiene la visión de que la transición de las energías fósiles hacia las renovables deber ser equitativa, justa, sustentable y que se promueva el empoderamiento de comunidades indígenas y se promueva su bienestar social (La Jornada del Campo, 2020).

*Yansa* asesora y gestiona los proyectos comunitarios eólicos o fotovoltaicos de carácter comercial, pero con fines sociales. Esta empresa, busca producir energía eléctrica mediante fuentes renovables para venderla a la red eléctrica en comunidades rurales que cuenten con el recurso energético natural ya sea viento o sol. La energía generada puede servir para uso propio de la comunidad, los recursos económicos obtenidos por la venta se destinan para fines sociales y necesidades propias de la comunidad. También, en la sierra norte de Puebla, en Cuetzalan, México, surgió la unión de cooperativas *Tosepan Titataniske* dentro de esta surgió una iniciativa para promover la autonomía energética de las comunidades como resultado de reiterados conflictos de las comunidades y los grandes proyectos de empresas públicas o privadas.

Se investigó la causa por la cual no se ha logrado implementar un modelo exitoso para las comunidades tanto urbanas como rurales en donde obtengan beneficios considerables por el uso de la energía renovable a gran o a pequeña escala. En los casos específicos de comunidades del Istmo de Tehuantepec las empresas eólicas instalan sus proyectos en los terrenos de los ejidatarios pagando a estos una renta que se ha cuestionado por los mismos ejidatarios, se ha observado inconformidad social en las comunidades tal como lo hace ver Grunstein: “El llamado *Corredor Eólico del Istmo*, el mayor de América Latina, ha saltado a la luz pública, no por poner en marcha las turbinas del desarrollo sino por los conflictos generados con los habitantes de la zona” (Grunstein, 2016).

En el caso de comunidades aisladas cuando se instala un proyecto para proveer energía renovable se lo gran hacer en su mayoría gracias a que son proyectos pagados por empresas particulares que cuentan con los recursos económicos y/o en su defecto por el gobierno o una mezcla de ambas, de modo que existe dependencia de estas entidades y por lo tanto este modelo no puede repetirse en todos lados por la limitante de los recursos federales y de las empresas. Es ahí donde se buscará una alternativa para organizar de un modo distinto a la comunidad, el gobierno y los consumidores.

En Colombia, en el resguardo indígena de *Aico* en el departamento de Tolima se llevó a cabo una investigación sobre energía renovable comunitaria, según comenta (Rondón et al., 2017) se realizaron visitas previas en otros sitios y se evidenció que habían existido proyectos de energía renovable anteriormente, pero que se abandonaron con el paso del tiempo debido a que no se hacía partícipe a la comunidad en el proyecto y mantenimiento de este, para empezar esta metodología plantea hacer un primer acercamiento a la comunidad y levantamiento de información así como un reconocimiento del territorio, posteriormente se hace una recopilación y sistematización de la información y por último la Identificación de necesidades básicas. Los pasos de esta metodología son: idea, inicio, emprendimiento, implementación, supervisión, control y por último la etapa de empoderamiento de la comunidad.

El objetivo general del proyecto es proponer una metodología integral como herramienta para fomentar la generación de energía eléctrica con fuentes renovables en comunidades aisladas de la red eléctrica a través de un conjunto de modelos, analizando los criterios económico, ambiental, social, y técnico, facilitando así la toma de decisiones. Se buscará comparando el índice de la variable percepción de facilidad cognitiva entre dos grupos (grupo de control y grupo experimental), a un grupo se le dará la información de la metodología integral multi criterio (MIM) mientras que a otro no se le dará esta información, se les pedirá a ambos grupos hagan el desarrollo de un proyecto simulado (debido al tiempo e infraestructura) y posteriormente se medirá el índice de la facilidad cognitiva para cada grupo.

Como pregunta de investigación se tiene la siguiente: ¿Cómo se puede llevar electricidad con fuentes renovables a comunidades aisladas de la red en México a través de una metodología probada?. Como hipótesis se tiene: “Si se desarrolla una MIM enfocada a la generación, administración, distribución y uso de energía eléctrica renovable en comunidades analizando los criterios: económico, ambiental, social, y técnico, entonces el grupo al cual se le enseñe la MIM reportará una mayor percepción de facilidad cognitiva que el grupo de control”. Las variables son: variable independiente= grupo (grupo experimental o grupo de control), variable dependiente=percepción de facilidad cognitiva (escala del 1 al 5).

## 2. Material y métodos

Se hace uso de una metodología cuantitativa respecto al uso de un experimento estadístico y también de la investigación cualitativa respecto a la investigación del problema inicial y el desarrollo de un mapa de empatía. Esta investigación se puede clasificar según las siguientes características: Se trata de un estudio experimental y explicativo, ya que tiene como eje principal una hipótesis a ser demostrada, se buscará comprobar los efectos de las acciones que se podrían realizar teniendo como objetivo facilitar la toma de decisiones.

Según Marcelo Rojas (2002) las tipologías explicativas se definen como: “Explicativo: Busca la asociación o correlación entre variables, cuál es la causa, o cuál es el efecto. No establece relaciones causales. Las hipótesis y las variables postulan relaciones probabilísticas, y no necesariamente causales” (Rojas, 2002). Para el desarrollo de la investigación se utilizó el siguiente método:

1. Diseño de la investigación. En donde se analiza el problema general, se revisan los antecedentes, se plantea la hipótesis y se realiza el diseño general de la investigación.
2. Metodología de matriz de marco lógico. En esta etapa se hace el estudio detallado de un caso particular en la comunidad “La Concepción” en el estado de Oaxaca, posteriormente se busca la

mejor alternativa de solución y este estudio arroja como producto la necesidad de realizar la metodología integral multi criterio (MIM) la cual lleva implícita la matriz multi criterio MM.

3. Ejecución de componentes y actividades principales de la matriz de marco lógico. En este último paso se desarrolla la MIM la cual se resume en un diagrama de flujo que posteriormente se pasara a un software y con ayuda de este software el desarrollador de proyectos (integrador) tendrá una guía que facilite la toma de decisiones sobre cómo llevar a cabo un proyecto de energía renovable comunitaria y procederá a realizar el experimento en el cual se podrá obtener una propuesta de modelo (PM) y con esto se podrá demostrar la efectividad de la MIM en un grupo de control y un grupo experimental.

Se anexa un diagrama en el cual se puede observar de manera grafica la metodología general de la investigación (Diagrama 1):

**Herramientas de metodología:** Instrumento de medición (entrevistas semi estructuradas), matriz de marco lógico (MML), metodología integral multi criterio (MIM), matriz multi criterio (MM), tablero de simulación social.

### Análisis de variables:

Posible causa (variable independiente): El desarrollo de una metodología integral multi criterio (MIM). (En este caso se medirá la existencia o no existencia del modelo. O= no hay modelo, 1=si hay modelo. Variable dicotómica)

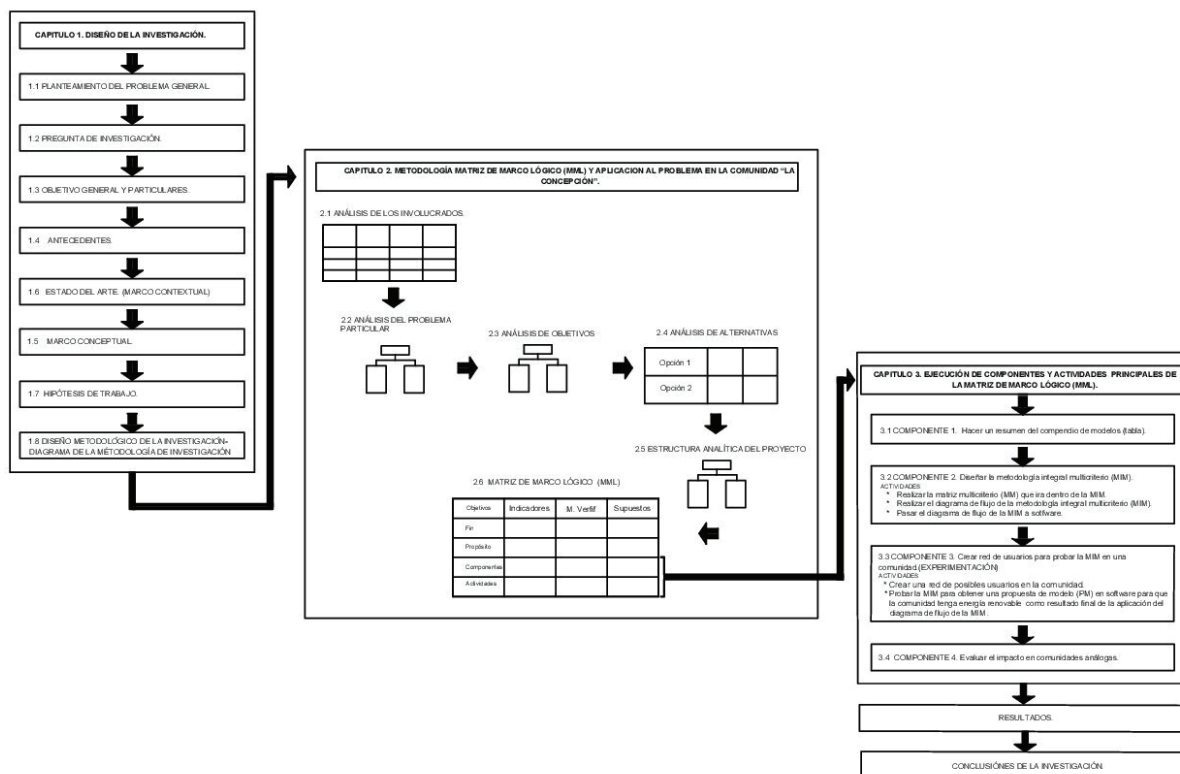


Diagrama 1. Metodología general de la investigación. PROPUESTA DE MODELO (PM): Modelo en el que se detallan los submodelos financieros, de suministro, de gestión, tecnológico y el grado de adopción y es producto final del diagrama de flujo de la MIM. PROPUESTA DE MODELO (PM): Modelo en el que se detallan los submodelos financieros, de suministro, de gestión, tecnológico y el grado de adopción y es producto final del diagrama de flujo de la MIM.

Posible efecto (variable dependiente): Funcionará para incrementar la facilidad cognitiva, según David Kahneman: “La facilidad cognitiva es un signo de que las cosas van bien, de que no hay riesgos, no hay novedades importantes, no hace falta reconducir la atención o emplear esfuerzo” (Kahneman, 2011). Y esta ayudará a la toma de decisiones para ejecutar proyectos de energía renovable comunitaria a pequeña escala (proyectos menores a 0.5 MW). La facilidad cognitiva será medida en cada individuo eligiendo un número de 1 al 5 y se considera una variable discreta o finita.

### Experimento de análisis estadístico

En la comunidad “La Concepción” en el municipio San Mateo Río Hondo en el estado de Oaxaca. Se les pedirá a ambos grupos (de control y experimental) que desarrollen un proyecto simulado para brindar energía renovable a la comunidad, tiempo después se mide la percepción de facilidad cognitiva en ambos grupos, para ello, responderán a la pregunta:

¿Qué tan sencillo te pareció el desarrollo del proyecto en una escala del 1 al 5?

- Grupo de control: 5 sujetos de la comunidad y 1 desarrollador de proyectos a los cuales no se le enseña la metodología integral multi criterio MIM.
- Grupo experimental: 5 sujetos nuevos de la comunidad y 1 desarrollador de proyectos distintos a los del grupo de control se le enseña la metodología integral multi criterio MIM.

Al final del experimento se medirá la percepción de facilidad cognitiva mediante un instrumento de análisis cognitivo de tareas (ACT).

### Justificación de la prueba estadística:

Se usará la prueba *T-student* para muestras independientes que sirve para comparar una variable entre dos grupos (percepción de facilidad cognitiva) y se establece que grupo tendrá un mayor índice de percepción de facilidad cognitiva.

Se compara esta facilidad cognitiva en el grupo de control y el grupo experimental y se establecerá que grupo obtuvo un mayor índice en la prueba. Cabe señalar que la comprobación de la hipótesis se realizará mediante una simulación social ya, que se trata de un sistema complejo con múltiples variables y al ser un método experimental se necesitan las condiciones controladas que le puede brindar una simulación social, sumado a esto el recaudar recursos económicos y la logística que implicaría la instalación de equipos físicos en una comunidad para lograr la comprobación de un modelo en condiciones reales rebasaría los alcances de tiempo al estipulado en el doctorado.

### Muestra

- 10 sujetos de la comunidad escogidos al azar de 18 años en adelante.
- 2 desarrolladores de proyectos de energía renovable a escala.

### Universo

12 sujetos en total, 5 integrantes de la comunidad y 2 desarrolladores de proyectos distintos.

## 3. Resultados

Hasta la fecha de presentación de este documento no se ha concluido el total de la investigación, pero se han encontrado los siguientes resultados: Se han investigado los antecedentes generales del problema de investigación (estado del arte) así como los antecedentes específicos y otras metodologías que se han desarrollado con este fin.

A través de la metodología de la matriz de marco lógico (MML) se llevó a cabo la visita a una comunidad de Oaxaca sin energía eléctrica para estudiar el problema a profundidad y realizar un diagnóstico participativo (Figura 1) el cual llevo a concretar deseos y necesidades de la comunidad en un diagrama (Diagrama 2).

Siguiendo la (MML) se realizó un análisis de alternativas de solución resultando la mejor evaluada realizar una (MIM) la cual llevaría implícita dentro de sí la (MM) que contendría el compendio de modelos.





Figura 1. Investigación del problema particular.

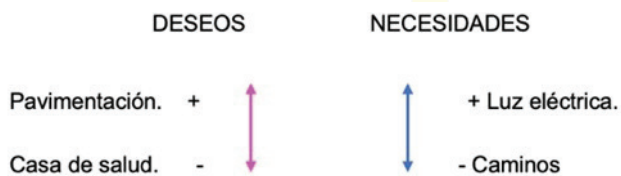


Diagrama 2. Diagrama donde se pueden observar en la parte superior de la flecha los deseos y necesidades prioritarias mientras que en la parte inferior se pueden observar los deseos y necesidades que menos afectan a la comunidad.

Así mismo se llevó a cabo la investigación del compendio de modelos más destacables, esta tabla será necesaria para hacer la evaluación de la matriz multi criterio (MM) la cual se muestra en la tabla 1. Cada modelo tendrá una puntuación fija en los criterios: económico, ambiental, social y técnico. Una vez obtenido este compendio de modelos se procedió a elaborar la tabla de evaluación de la matriz multi criterio (MM) que se puede ver en la tabla 2 la cual deberá ser evaluada en la comunidad en donde se pretenda realizar el proyecto y según la puntuación obtenida el software hará una comparación automática de la evaluación de cada modelo independiente y el puntaje tomado en la comunidad para cada criterio obteniendo así la propuesta de modelo PM es decir modelo óptimo para esa comunidad.

Con esta información se pueden seguir los siguientes pasos del diagrama de flujo (Diagrama 3) que engloba la metodología a seguir para llevar a cabo un proyecto de energía renovable comunitaria.



|                                                                           | MODELO FINANCIERO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | MODELO DE SUMINISTRO                                                                                                                                                                                                                                               | MODELO DE GESTION                                                                                                                                                                                                                                                                            | VENTAJAS +                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | DESVENTAJAS -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. COOPERATIVA                                                            | Consiste en que cada integrante de la cooperativa aporta un porcentaje del capital. En caso de existir ganancias se reparten de acuerdo con el monto invertido.                                                                                                                                                                                                                                                     | Los miembros con conocimientos técnicos aportaran estos conocimientos donde sean requeridos.                                                                                                                                                                       | Los usuarios crean asambleas en la que los miembros designan las tareas a realizar y se distribuye el trabajo entre todos los miembros.                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>•Propiedad de los miembros, con voz y voto, sin importar cuantas acciones posea.</li> <li>•Incluyen objetivos sociales o ambientales.</li> <li>•Pueden operar como empresas sin fines de lucro, devolviendo las ganancias a los miembros.</li> <li>•Con frecuencia su misión incluye un mandato educativo. (ENVINT., 2010).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>•Procesos de toma de decisiones largos para poder llegar a acuerdos democráticos.</li> <li>•Pueden tener dificultades para captar fondos, y se benefician del trabajo en red con otras cooperativas similares. (ENVINT., 2010).</li> </ul>                                                                                                                                                                                        |
| 2. ESTRUCTURA COMO PEQUEÑA EMPRESA. (S.R.L).                              | Un grupo de socios invierten capital esperando ganancias por su inversión de acuerdo con el monto invertido, si el proyecto no es rentable económicamente difícilmente se generara inversión.                                                                                                                                                                                                                       | Las partes y componentes son suministradas por proveedores contratados por la empresa.                                                                                                                                                                             | En el caso de las empresas se gestiona el proyecto con personal especializado.                                                                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>•Pueden acceder a créditos para PYMES.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>•Las decisiones no se toman en conjunto.</li> <li>•La actividad financiera no es clara y se reserva a los directivos.</li> <li>•No necesariamente se busca un beneficio para la comunidad.</li> <li>•La comunidad se beneficia solo si es propietaria del proyecto.</li> </ul>                                                                                                                                                    |
| 3. GRUPOS DE PROPIETARIOS DE TIERRA.                                      | Un grupo de terratenientes recibe dividendos por la renta de sus tierras y la venta de energía a la red, del mismo modo la inversión inicial se hace desde el cooperativismo.                                                                                                                                                                                                                                       | Las partes y componentes son suministradas por proveedores contratados por la cooperativa.                                                                                                                                                                         | En este caso los terratenientes pueden trabajar en la cooperativa compartiendo mano de obra o equipo.                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>•Los propietarios de terrenos pueden generar ganancias por la renta de sus tierras sin tener conocimientos o experiencia.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>•Si se desarrolla un proyecto en conjunto se debe contar con experiencia y conocimientos en el sector a emprender, así como conocimientos de gestión y desarrollo de proyectos.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                        |
| 4. ALIANZAS                                                               | Se basa en la unión de una cooperativa con los intereses del municipio o una empresa, todo esto desde los principios del cooperativismo.                                                                                                                                                                                                                                                                            | Las partes y componentes son suministradas por proveedores contratados por la cooperativa, por el municipio o por la empresa.                                                                                                                                      | En este caso los miembros de la cooperativa se encargan de distribuir el trabajo junto con el municipio o la empresa.                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>•Se puede generar experiencia y conocimiento al aliarse con una empresa que si lo tenga.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>•Si los intereses de la empresa no son los mismos que los de la cooperativa se puede romper la alianza.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 5. PROPIETARIOS O CIUDADANOS PARTICULARES                                 | Se basa en juntar el capital de un grupo de personas de la comunidad. También si están conectados a la red en determinados lugares resulta rentable comercializar la energía dependiendo del precio marginal. Por ultimo también existe la posibilidad de comercializar certificados de limpia (CER) y "Bonos verdes" que consiste en un financiamiento a proyectos con fuentes renovables.                         | Las partes y componentes son suministradas por proveedores contratados por el grupo comunitario.                                                                                                                                                                   | En este caso los miembros del grupo interesado contratan servicios de empresas especializadas en este tipo de proyectos.                                                                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>•Al juntar capital de la comunidad puede acceder a tecnología renovable.</li> <li>•Se pueden vender los CER y acceder a bonos verdes en proyectos grandes.</li> </ul>                                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>•El rol de la comunidad solo consiste en comprar tecnología renovable.</li> <li>•En México los bonos verdes y los CER se dan a proyectos grandes.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 6. EL MODELO FLIP (INCENTIVOS FISCALES, Y FONDOS DE ENERGÍAS RENOVABLES). | Se basa en incentivos fiscales, en el caso de México existe la deducción de impuestos a la compra de productos de energía renovable, así mismo las fundaciones también pueden aportar capital al igual que fondos dedicados como es el Fondo Universal para Servicios Eléctricos (FSUE). El financiamiento también ha detonado en gran medida el surgimiento de proyectos de energía renovable a pequeña escala.    | Las partes y componentes pueden ser suministradas por proveedores.                                                                                                                                                                                                 | En este caso se pueden contratar empresas especializadas en este tipo de proyectos, la decisión dependerá del promotor del proyecto.                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>•En México se pueden deducir impuestos por la compra de tecnología renovable.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>•En EUA cuando vence el contrato de operación y mantenimiento el dueño o el grupo que lo contrato recibirá un equipo con 10 años de uso la cual requerirá un mantenimiento mayor incrementando así el costo.</li> <li>•El propietario no tiene desición sobre el tipo de tecnología a usar, esto quedará a cargo del promotor.</li> <li>• En México la deducción fiscal aplica solo a empresas, no a personas físicas.</li> </ul> |
| 7. MODELO M-KOPA.                                                         | Se usa el sistema pay-as-you-go (PAYG) sistema que combina micro pagos combinado con IoT (Internet de las cosas). En asociación con el proveedor de servicios telefónicos móviles en una plataforma digital, M-kopa recolecta dinero a través de la red móvil. Los clientes pagan mensualmente, semanalmente, diariamente o incluso por hora mediante prepago o pospago.                                            | Se tiene acceso inmediato a los productos mediante distribuidores M-Kopa.                                                                                                                                                                                          | Se puede activar o desactivar el sistema remotamente conforme al pago, al mismo tiempo se monitorea el desempeño y si es necesario se realiza el mantenimiento por parte de especialistas de M-kopa.                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>•Se otorga un financiamiento.</li> <li>•Se tiene el esquema de micro pagos donde el usuario paga por lo que utilizara.</li> <li>•El proveedor del servicio tiene control del equipo remotamente.</li> </ul>                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>•El usuario absorbe todo el costo del equipo.</li> <li>•No se generan redes comunitarias de apoyo.</li> <li>•Puede haber familias que no tengan recursos para el financiamiento inicial.</li> <li>•El sistema puede "hackearse" para evitar hacer los pagos.</li> </ul>                                                                                                                                                           |
| 8. DONACIÓN TOTAL O PARCIAL Y CROWDFUNDING.                               | Consiste en una subvención y en el micro financiamiento de los equipos. La mitad la paga el usuario, la otra el gobierno o alguna empresa o fundación (Acciona y la AECID y AMEXCID). También se ha usado el crowdfunding (financiamiento por parte de un gran numero de inversionistas). Es decir, en este modelo se ayuda de iniciativa pública, privada y de la sociedad civil a nivel nacional e internacional. | En el caso Acciona mediante micro franquicias o centros de atención a usuarios (CAU) que serán gestionadas por personas de la comunidad que anteriormente tenían negocios y que recibieron capacitación para la reparación, asesoramiento y venta de los sistemas. | En el caso Acciona se menciona que se crearon comités de electrificación Fotovoltaica (CEF), uno en cada comunidad con el requisito que este al menos una mujer en cada uno de ellos, los integrantes del comité serán elegidos por y entre los usuarios para representarlos en el programa. | <ul style="list-style-type: none"> <li>•Los usuarios pueden acceder a sistemas fotovoltaicos a un precio accesible.</li> <li>•Son conscientes del cuidado de los equipos al aportar un determinado porcentaje para la compra de estos.</li> <li>•Se crean redes comunitarias en forma de comités de electrificación.</li> </ul>                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>•Las empresas patrocinan estos proyectos en zonas donde pretenden dar una imagen positiva limitándose así a los estados o zonas donde operan sus empresas.</li> <li>•Los equipos son pequeños y de baja potencia respecto a las necesidades de los usuarios.</li> </ul>                                                                                                                                                           |
| 9. METODOLOGÍA MIDEA.                                                     | Fondos "verdes", por subvenciones y donaciones, también con la ayuda de fondos por préstamos con entidades financieras. El 100% del capital se captaría de esta forma.                                                                                                                                                                                                                                              | Se hace referencia al "empoderamiento de la comunidad" y este empoderamiento puede significar que la comunidad le de mantenimiento al sistema y se le capacite.                                                                                                    | Se propone la creación de un comité de electrificación en la etapa inicial de modo que desde este comité la misma comunidad pueda gestionar todo el proyecto sin ayuda de personas externas.                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>•Tiene una metodología detallada.</li> <li>•Promueven la autogestión del proyecto.</li> <li>•Se crean redes comunitarias en forma de comités de electrificación y se "empodera" a la comunidad.</li> </ul>                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>•La practica de autogestiva requiere de organización, tiempo e interres.</li> <li>•La captación de recursos depende esencialmente de fondos los cuales son en su totalidad aplicables al caso colombiano además en un caso optan por la subvención y en otro por el financiamiento.</li> </ul>                                                                                                                                    |
| 10. MODELO PARA SISTEMAS INTERCONECTADOS A LA RED.                        | Se vende la energía directamente ya sea el excedente o directamente, se pueden financiar los equipos con otros modelos.                                                                                                                                                                                                                                                                                             | El desarrollador contrata por su cuenta a empresas de mantenimiento y suministro de los sistemas                                                                                                                                                                   | Se auto gestiona como empresa privada.                                                                                                                                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>•Si el monto de electricidad generada es considerable y el costo marginal pagado es suficiente para solventar la inversión se pueden obtener ganancias considerables.</li> </ul>                                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>•El costo marginal de la energía a pequeña escala no es rentable en la mayoría de los estados de México.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

Tabla 1. Recopilación de modelos de generación de energía renovable destacables.

| CRITERIO                         | ELEMENTOS DEL CRITERIO                                                                                                              | PUNTOS (1 al 10) |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| ECONÓMICO                        | 1. Capacidad para pagar. (A mayor capacidad de pago de la comunidad más puntos)                                                     |                  |
| AMBIENTAL                        | 2. Riesgo ambiental. (Biodiversidad expuesta en la zona) (A mayor riesgo ambiental menos puntos)                                    |                  |
| SOCIAL                           | 3. Participación y cohesión comunitaria. (A mayor participación de la comunidad más puntos)                                         |                  |
|                                  | 4. Aceptación del proyecto. (A mayor aceptación más puntos)                                                                         |                  |
|                                  | 5. Capacidades y conocimientos técnicos de los miembros. (A mayor capacidad técnica más puntos)                                     |                  |
|                                  | 6. Existencia de algún tipo de organización comunitaria previa. (Si existe algún tipo de organización comunitaria más puntos)       |                  |
| TÉCNICO                          | 7. Facilidad para implementar alguna solución técnica en base a clima, transporte, localización etc. (A mayor facilidad más puntos) |                  |
|                                  | 8. Capacidades y conocimientos técnicos de los miembros. (A mayor capacidad técnica más puntos)                                     |                  |
| GENERAL (A JUICIO DE INETGRADOR) | 9. La aplicabilidad en general de un proyecto renovable en la comunidad. (A mayor aplicabilidad más puntos)                         |                  |
| SUMATORIA                        |                                                                                                                                     |                  |

Tabla 2. Matriz Multi criterio (MM).

#### 4. Discusión

Se ha desarrollado esta metodología basándose en la metodología *MIDEA* (Rondón et al., 2017) la cual abarca los pasos de detección de necesidades, la sensibilización, la firma de un acta y el desarrollo del proyecto. En comparación con esta metodología el presente proyecto está aportando un compendio de modelos así como una matriz multi criterio (MM) definiendo los criterios en los cuales basarse para asignar determinada calificación, por último se hace el aporte de una metodología integral multi criterio (MIM) en forma de diagrama de flujo enriquecido contemplando múltiples alternativas con enlaces web para obtener la información directamente además de hacer énfasis en la sensibilización que se debería tener aplicar un proyecto de esta naturaleza para evitar un impacto cultural drástico en la comuni-

dad que pudiera tener resultados adversos; esto se hace preguntando sobre la necesidad de energía eléctrica, impartiendo un taller de sensibilización sobre los daños a la salud por cocinar con leña y/o carbón así como con la pregunta en la MIM: ¿Están familiarizados con la energía?. En caso de que la comunidad esté familiarizada con la energía eléctrica y la haya usado con baterías o de otra fuente se procedería al siguiente paso, en caso contrario se procedería a una adaptación gradual a la energía eléctrica por ejemplo brindándole lámparas de baterías. El beneficio del proyecto consiste en simplificar la toma de decisiones y proveer información verificada y actualizada que ayude a promover la energía renovable comunitaria siempre teniendo en cuenta la opinión de los beneficiarios que representan la comunidad.

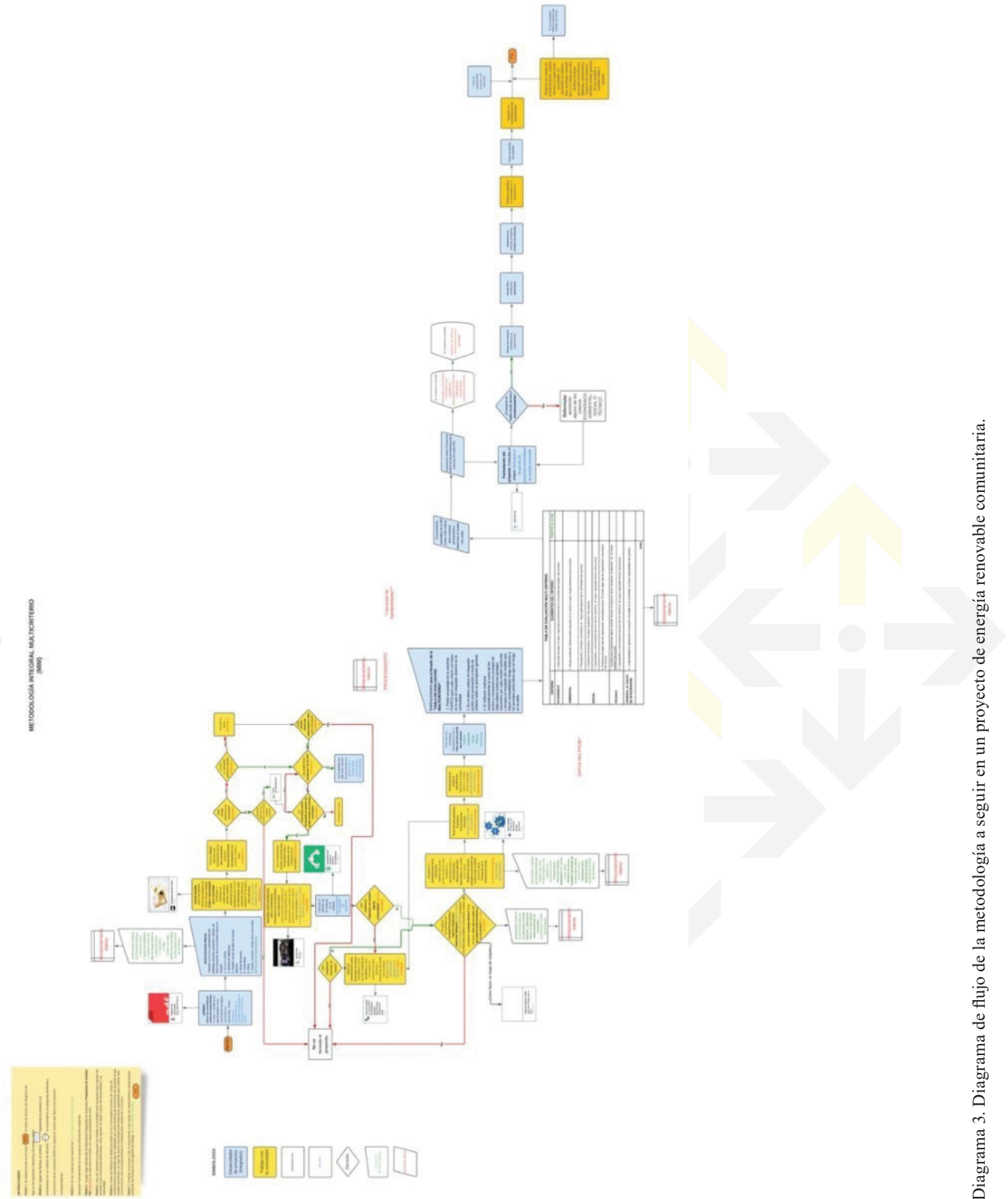


Diagrama 3. Diagrama de flujo de la metodología a seguir en un proyecto de energía renovable comunitaria.



## 5. Conclusiones

Hasta el momento se ha obtenido el compendio de modelos, la matriz multi criterio (MM) y la metodología integral multi criterio (MIM) en forma de diagrama de flujo. Aún no se puede responder a la pregunta de investigación, ya que no se ha concluido la investigación sin embargo se puede concluir que se ha desarrollado adecuadamente respecto a lo planeado. Falta la parte de la comprobación experimental de la MIM, para esto se ha contactado al representante de la comunidad “La Concepción” en el municipio San Mateo Río Hondo en el estado de Oaxaca quien ha accedido a realizar la prueba de la metodología en los siguientes meses.

## Referencias

- Acciona Energía (2022). New Energy for a better planet: Acciona energía. ACCIONA Energía. Recopilado el 10 de noviembre del 2022, de <https://www.acciona-energia.com>
- Comisión Federal de Electricidad (2022). Nuestra empresa, CFE. Recopilado el 1 febrero 2022, de <https://www.cfe.mx/nuestraempresa/pages/historia.aspx>
- ENVIT (2010). Guía para el desarrollo de proyectos comunitarios de energía renovable en América del Norte. Canadá: CCA.
- Flensborg, K. I. (2020). Acción por el clima: una responsabilidad social compartida. Portal Enfoque de Negocios. Recopilado el 23 de noviembre de 2022 de <https://digital.cic.gba.gob.ar/handle/11746/10685> 2020.
- Grunstein, D. (2016). Contra el viento: regulación, crisis social y cambio institucional en el Corredor Eólico del Istmo. Economía, sociedad y territorio, 16(51), 485-517. Recuperado el 24 de noviembre de 2022, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-84212016000200485&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-84212016000200485&lng=es&tlng=es).
- Gurrola, P. (2022). Prodesen refleja una falta de compromiso del Estado mexicano con el medio ambiente. CDMX: Instituto Mexicano Para La Competitividad A.C..
- Kahneman, D. (2011). Pensar rápido, pensar despacio. España: Penguin Random House Grupo Editorial España.
- La Jornada del Campo. (2020). Yansa: energía renovable comunitaria como motor de transformación. La Jornada del Campo. Recopilado el 23 de enero del 2020 de <https://www.jornada.com.mx/2019/11/16/delcampo/articulos/yansa-energia-renovable.html>
- Naciones Unidas. (2022). Financiación de la energía sostenible para todo, Naciones Unidas. Recopilado el 1 febrero del 2022, de <https://www.un.org/es/chronicle/article/financiacion-de-la-energia-sostenible-para-todos>.
- Pacheco, J. F. & Contreras, E. (2008). Manual metodológico de evaluación multi criterio para programas y proyectos. Santiago de Chile: Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES).
- Real Academia Española. (2020). Diccionario de la lengua española. Obtenido de Diccionario de la lengua española: [rae.es](http://rae.es)
- Rojas, M. (2002). Manual investigación científica. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú. Recuperado de: <http://mrojas.perulactea.com/wp-content/uploads/2008/04/mrc.pdf>
- Rondón, n., bedoya, j., y quitara, i. (2017). Metodología para un proyecto sostenible de energía comunitaria en el resguardo indígena aico, departamento de tolima. (1a ed., pp. 14-20). Universidad distrital francisco José de caldas facultad tecnológica.
- Suleica (2022). Documental La energía de los pueblos, La sandía digital. Recopilado el 1 octubre 2022, de [https://www.youtube.com/watch?v=aXIA-2S\\_uAs](https://www.youtube.com/watch?v=aXIA-2S_uAs).

