

SELECCIÓN PARTICIPATIVA DE TECNOLOGÍAS EN UNA COMUNIDAD DE LA PUNA ARGENTINA. UNA EXPERIENCIA DE APLICACIÓN DE EVALUACIÓN MULTCRITERIO

Ileana Gimena Cruz – icruz.unsa.edu.ar@gmail.com

Rodrigo Javier Durán – duran.cayon@gmail.com

Fabiana Noelia Altobelli – fabi_altobelli@yahoo.com.ar

Miguel Ángel Condorí – miguel.angel.condori@gmail.com

Instituto de Investigaciones en Energía no Convencional (INENCO), Universidad Nacional de Salta

Resumen. Este trabajo presenta los resultados de la aplicación del Proceso Analítico Jerárquico (AHP) para la selección de tecnologías a proponer para una comunidad de la puna argentina. A partir del desarrollo de un sondeo exploratorio inicial, seguido por una evaluación multicriterio; fue posible establecer de manera participativa una jerarquización de problemas dentro de la comunidad y las respuestas tecnológicas a los mismos. La identificación de problemas se centró en aquellos asociados al acceso a fuentes energéticas, y aquellos de tipo ambientales. Inicialmente se efectuó la validación social de conflictos, seguido por la elección de los criterios rectores de la selección de tecnologías, para finalmente valorar y ponderar cada opción. El problema con mayor valor de ponderación fue la “demanda insatisfecha de energía para el calentamiento de agua sanitaria”. Entre los criterios elegidos de mayor peso como requerimiento hacia las alternativas tecnológicas se encuentran aquellos referidos a la autonomía de las mismas, y su baja complejidad y facilidad de comprensión. Como unidad beneficiaria foco se eligió a la vivienda familiar. Finalmente, del análisis conjunto de todos los criterios y subcriterios definidos por la comunidad, fue escogida la alternativa tecnológica de calefones solares, seguida por cocinas solares. Con el fin de asegurar un proceso de transferencia tecnológica exitoso, el mismo debe diseñarse de manera participativa y colaborativa, con inclusión de capacitaciones y la definición de un protocolo en caso de fallas.

Palabras clave: Selección participativa, AHP, Energías renovables

1 INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se incluyen los resultados logrados de la aplicación de una metodología participativa para la selección de alternativas tecnológicas a incorporar en una pequeña comunidad de la Puna Argentina. La comunidad Ciénaga Redonda (Latitud S 25°21'48.7". Longitud W 066°51'08.5", 3990 m.s.n.m) se encuentra ubicada en el Salar de Hombre Muerto, departamento de Antofagasta de la Sierra, provincia de Catamarca de la República Argentina. Se ubica en un ambiente desértico, característico de la puna, donde las temperaturas son bajas, los cielos diáfanos, con nevadas durante el invierno y casi nulas precipitaciones. Este asentamiento data de mediados del siglo XX, obedeciendo a la proximidad a una vega permanente de agua dulce. Una característica de este poblado es que el mismo se encuentra aislado, dificultando su acceso. Actualmente la localidad cuenta con 7 viviendas de ocupación permanente, 2 de ocupación temporaria, la escuela, un destacamento policial (conformado por un container), y una dependencia municipal en construcción. La comunidad está compuesta por tres familias, ubicadas alrededor de la Escuela Rural Anexo N°167 y conformadas por, aproximadamente, 25 personas.

Cuando se plantea la incorporación de tecnologías a comunidades rurales, se corre siempre el riesgo de fracaso en el proceso de adopción de las mismas, y de cumplimiento del objetivo último de mejora en las condiciones de vida (Van Veldhuizen, et al. 1997). Según Haverkort (1991) las políticas de investigación y desarrollo tecnológico han mayormente fallado en su aplicación a sistemas productivos de subsistencia. Definiendo que el problema reside en que las tecnologías pueden no ser las apropiadas ya sea por razones económicas, socio-culturales, o ambientales. Se vislumbra entonces a los procesos participativos como la manera de poder sortear estos obstáculos, logrando no sólo aceptación y adopción de nuevas tecnologías sino la sustentabilidad de estos proyectos en el tiempo (Elliot, 2007; Brunch, 1987).

Elliot, 2007 define al Desarrollo Participativo de Tecnologías como un proceso de participación creativa entre campesinos, campesinas, técnicos/as con el fin de lograr una generación o ajuste de tecnologías para resolver problemas centrales concretos; fortalecer la experimentación local y la capacidad innovativa de los pobladores de manera individual y colectiva; y crear relaciones de intercambio entre comunidades y un enlace con las entidades de investigación formal.

Con este marco teórico es que se propuso la realización de un proceso de selección participativa para la comunidad puneña. Partiendo de la premisa de incorporar sistemas de aprovechamiento de energía solar, y en miras de lograr mejoras en la calidad de vida de los pobladores. La metodología seleccionada fue la del Proceso Analítico Jerárquico (AHP). Numerosos autores definen a esta metodología como la apropiada para procesos de elección, sobre todo asociados a planificación energética, debido a su simplicidad y transparencia (Solangi, et al 2019). De esta manera, se buscó incluir

en el proceso decisorio la opinión de los pobladores, incluyendo la clasificación y jerarquización inicial de problemas, seguido de la elección de alternativas para su resolución.

2 METODOLOGÍA

El proceso de selección de tecnología se desarrolló en el marco conceptual de tecnología para la inclusión social. Desde esta perspectiva la tecnología comprende productos, técnicas y/o metodologías reaplicables, desarrolladas en interacción con la comunidad, y que representan efectivas soluciones de transformación social (RTS – Brasil, 2009). En consecuencia, la tecnología surge como una respuesta de construcción colectiva a los problemas de las comunidades. En el estudio de caso planteado, la selección de tecnología se sustenta en un proceso participativo de identificación de problemas vinculados al acceso a la energía, problemas ambientales y definición de criterios que deben cumplirse para satisfacer las necesidades de la población y ajustarse a su contexto cultural. El diseño del proceso se orientó a: 1) selección participativa de un dispositivo con fuente de energía renovable capaz de resolver el principal problema que aborda la comunidad de Ciénaga La Redonda, y 2) definición participativa de las características que debe cumplir el proceso de adecuación socio técnica, para mejorar la factibilidad social de la implementación del dispositivo tecnológico seleccionado por la comunidad.

Para la selección participativa de tecnología se desarrollaron las siguientes fases:

1. **Sondeo exploratorio (Ruano, 1989) mediante entrevistas abiertas y observación participante:** las actividades desarrolladas constituyeron el primer acercamiento con la comunidad. Se efectuó un diagnóstico rural rápido mediante entrevistas abiertas a los actores sociales. En las entrevistas se abordaron temas vinculados a la trayectoria histórica de la comunidad con énfasis en el desarrollo socio económico, aspectos de cohesión social y los principales desafíos y problemas que aborda la comunidad en la actualidad. Como parte del proceso de integración con la comunidad, los miembros del equipo técnico participaron de la actividad colectiva de esquila de vicuñas. Dicha observación participante permitió conocer las interacciones de la comunidad y sus formas de organización social en una actividad socioeconómica específica.

2. **Evaluación multicriterio para priorización de tecnologías a implementar:** se aplicó la técnica de decisión multicriterio discreta denominada Proceso Analítico Jerárquico (AHP). Para ello, se trabajó con el diagnóstico rural rápido como información de base para el diseño de un taller participativo con la comunidad.

2.1 Evaluación multicriterio

El AHP es una herramienta versátil ampliamente utilizada en el marco de la formulación y evaluación de proyectos ya que permite integrar aspectos cualitativos y cuantitativos en un proceso único de decisión. En dicho proceso es posible: 1) combinar la subjetividad de los actores con indicadores que describen la situación problemática en una estructura de análisis, 2) combinar criterios técnicos de decisión con la subjetividad de los actores y 3) evaluar la consistencia lógica de la decisión. Como resultado es posible obtener una jerarquía de soluciones a implementar. Se desarrollaron las siguientes instancias de trabajo: 1) definición de criterios de decisión y construcción del árbol de decisión, 2) establecimiento de prioridades, y 3) síntesis.

Para la aplicación del AHP, el primer paso consiste en formular el problema de decisión y descomponerlo en una estructura jerárquica conformada por los siguientes componentes: objetivo, criterios y alternativas. Los aspectos que condicionan la decisión son representados por los criterios, y se ubican en el nivel inmediato inferior al objetivo. En el último nivel se ubican las alternativas plausibles de implementar. En este caso las alternativas evaluadas fueron los siguientes dispositivos tecnológicos: calefón solar, cocina solar, invernadero, acondicionamiento térmico de viviendas, destilador solar, sistema de tratamiento de efluentes cloacales, acondicionamiento térmico de la escuela y sistema de potabilización de agua para abatimiento de arsénico.

Los criterios para la selección de tecnología refieren a aspectos de la realidad que permiten identificar la mejor decisión, en función de las necesidades de la comunidad. Según Pacheco y Contreras (2008) los criterios, son aquellos elementos que permiten conocer los ámbitos involucrados en la consecución del objetivo. Los criterios, una vez validados en forma participativa, reflejan el consenso de subjetividades individuales de los actores para la toma de decisiones. Decisiones basadas en estos consensos cuentan con legitimidad social, lo cual mejora la sustentabilidad social de la implementación de tecnología. Para este estudio, los criterios fueron definidos en base a experiencias de selección participativa de tecnología social del grupo de investigación, sondeo exploratorio, observación participante y un taller participativo con la comunidad.

Se desarrolló un taller participativo en la escuela de la comunidad Ciénaga La Redonda (Escuela Anexo N° 167), con la presencia de 17 miembros de la comunidad (6 varones, 5 mujeres y 6 niños). En la jornada se realizaron las siguientes actividades:

1. *Validación social de los problemas de acceso a la energía y problemas ambientales que posee la Comunidad:* los problemas identificados durante la fase de diagnóstico socio económico, que podrían ser abordados mediante la implementación de energías renovables fueron validados por la comunidad. Para ello se efectuó una discusión plenaria, utilizando como elemento disparador los resultados obtenidos en el diagnóstico rural rápido. Durante el plenario, los

actores pudieron expresar abiertamente sus opiniones respecto a: la incidencia del problema en la calidad de vida de las personas, su importancia y las relaciones de causa efecto de cada problema.

2. *Definición participativa de los criterios para la selección de sistemas tecnológicos a implementar en función de las prioridades de la comunidad.*

3. *Valoración de los criterios de decisión.*

La fase de establecimiento de prioridades, consiste en la valoración de los elementos de la estructura jerárquica que se encuentran en los niveles inferiores al objetivo. Para definir la importancia de cada criterio y sub criterio, en el proceso de toma de decisiones se realizó una matriz de comparación de pares para cada nivel del árbol de decisiones. La actividad se efectuó en el marco de una discusión plenaria, utilizando la escala de valoración de Saaty (Pacheco, 2008). Debido al nivel de analfabetismo de la población, a cada nivel de la escala de valoración Saaty y nivel jerárquico del árbol de problema, se le asignó una figura representativa para poder ser valorada.

La matriz de comparación de pares, es una matriz cuadrada que permite comparar la importancia relativa de cada nivel jerárquico del árbol de decisión. Siendo posible asignar un valor de la escala Saaty a cada elemento de dicha matriz. Por ejemplo en la Fig. 1 se presenta la matriz de comparación de pares para el nivel de decisión criterio. En la primera fila y columna puede observarse las categorías del nivel jerárquico evaluado, en este caso los criterios por imágenes: 1) Contribución del sistema tecnológico a la Resolución de Problemas de Acceso a la energía y problemas Ambientales, 2) Requerimientos de tecnología social, y 3) Beneficiarios de la tecnología social.

Para utilizar la matriz, se ingresó por la fila 1 de la columna 3 para comparar el criterio 1 respecto del criterio 2, ubicado en la primera fila de la columna 1. Una vez posicionado en dicha celda, se procedió a realizar la siguiente pregunta a los miembros de la comunidad: ¿Qué es más importante, que la tecnología solucione el problema o que cumpla todos los requerimientos de tecnología social? Los actores otorgaron a dicha comparación pareada una valoración dentro de la escala Saaty. El proceso se replicó hasta completar la diagonal superior de la matriz. En la Fig.1 se presentan las preguntas realizadas en cada celda de la matriz del nivel criterio. La diagonal principal de la matriz adquiere siempre el valor de 1, ya que la comparación pareada corresponde a un mismo criterio. Por debajo de la diagonal principal, no se efectúan preguntas, ya que el valor de comparación resultante se encuentra dado por el inverso de la comparación efectuada en la diagonal superior.







			
		¿Qué la tecnología solucione el problema es más importante a que cumplan todos los requerimientos de tecnología social?	¿Solucionar el problema es más importante que la distribución de beneficios?
			¿Que se cumplan todos los requerimientos de tecnología social es más importante que la distribución de beneficios?
			

Figura 1 Matriz de comparación de pares para el nivel jerárquico criterio.

Con la matriz de comparaciones pareadas desarrollada se procedió a calcular la prioridad de cada uno de los elementos comparados (etapa de *sintetización*). Las ecuaciones utilizadas corresponden a Pacheco y Contreras (2008).

3 RESULTADOS

3.1 Validación social de problemas

Como resultado de la aplicación de la metodología descrita previamente, pudieron ser identificados los siguientes problemas de acceso a la energía y ambientales:

Demanda insatisfecha de energía para calentamiento de agua de uso doméstico. La demanda insatisfecha de energía para calentamiento de agua de uso doméstico incluye el agua caliente de uso sanitario y el agua caliente para cocción de alimentos. La comunidad identifica como causa principal del problema, a la baja disponibilidad de biomasa para leña en la zona. Los pobladores expresaron que cada vez deben recorrer mayores distancias para recolectar leña (20

Km aproximadamente), destinando cada vez más tiempo a la actividad. Los recursos energéticos sustitutos (GLP) son restrictivos para la comunidad por su precio en el mercado y la ubicación geográfica de Ciénaga la Redonda. Solo algunas familias poseen GLP.

El problema tiene impacto negativo sobre el bienestar de todas las familias afectando la calidad de vida de toda la población. La demanda insatisfecha de recursos energéticos para el calentamiento de agua de consumo doméstico afecta la sanidad de las familias, dado que restringe la frecuencia de baño, y condiciona el calentamiento de agua para la cocción de alimentos, afectando indirectamente la seguridad alimentaria de toda la comunidad. Los pobladores plantearon que, de resolverse este problema, se soluciona indirectamente el problema de demanda insatisfecha de agua caliente para cocción de alimentos.

Viviendas con pérdidas térmicas. El problema fue identificado durante el relevamiento de viviendas efectuado en el marco del diagnóstico socio económico y ratificado en el taller realizado con los miembros de la comunidad. En dicha instancia se constató que la calidad constructiva de las viviendas es deficiente desde la perspectiva térmica. Una descripción más detallada de las características de las viviendas fue presentada en el informe de diagnóstico socio económico.

Las pérdidas térmicas de las viviendas reducen el confort térmico al que pueden acceder las familias durante todo el año, afectando la calidad de vida de las personas como consecuencia del clima inhóspito de la región. El problema se intensifica en invierno, período en el cual se registran las temperaturas mínimas.

Las causas del problema pueden asociarse a las condiciones socio económicas de la población, que restringen el acceso a materiales constructivos con aislación térmica. En la actualidad las viviendas se construyen con adobe, en función de la disponibilidad materiales de la región.

Demanda insatisfecha de energía para cocción de alimentos. La demanda insatisfecha de energía para cocción de alimentos condiciona la seguridad alimentaria de todas las familias de Ciénaga La Redonda. El problema es crítico dada la vulnerabilidad socio económica de la Comunidad. Los pobladores utilizan leña (yareta) y GLP para efectuar la cocción de alimentos. Sin embargo, la disponibilidad de biomasa para leña (yareta) es baja mientras que el precio de la garrafa de GLP es restrictivo y solo algunas familias pueden adquirirla.

Demanda insatisfecha de verduras para alimentación. La demanda insatisfecha de verduras para alimentación fue expresada de forma indirecta por la comunidad, durante la instancia de relevamiento socio económico. En el Taller, el problema se mencionó como un aspecto que condiciona la calidad de vida de la comunidad, cuya solución se planteó mediante la construcción de un invernadero gestionado por la Escuela. En la actualidad, la población en edad escolar tiene parcialmente resuelto dicho problema durante el período lectivo. En el taller realizado con los miembros de la comunidad, el problema fue ratificado por todos los asistentes. La disponibilidad de verduras para alimentación es baja en la zona por las características climáticas de la región, que restringen el cultivo de alimentos. El problema afecta directamente la seguridad alimentaria de la comunidad.

Agua contaminada con arsénico. El problema fue expresado por el equipo técnico, en base a las características ambientales de la región, y por integrantes de Galaxy. En la etapa de diagnóstico socio económico, los pobladores no mencionaron el problema. En el taller realizado con los miembros de la comunidad, los asistentes reconocieron que en la región existe agua contaminada con arsénico. Sin embargo, expresaron que la fuente de agua para uso consuntivo, que emplea la comunidad no se encuentra contaminada. Luego de una deliberación de la comunidad, se concertó validar el problema de contaminación con arsénico y solicitar a Galaxy que realice un análisis del agua.

Residuos domésticos sin sistema de tratamiento. El problema fue planteado durante el taller realizado con la comunidad. Durante dicha jornada todos los miembros de la comunidad ratificaron la existencia del problema. Los residuos domésticos no cuentan con un sistema de tratamiento, por lo cual las familias queman la basura en sus respectivos hogares. Los pobladores manifestaron que esta acción resulta insuficiente, generando impactos sobre la calidad visual del paisaje.

3.2 Criterios para la selección de tecnología apropiada

Se identificaron los siguientes criterios de evaluación de alternativas tecnológicas

Criterio 1: Contribución del sistema tecnológico a la Resolución de Problemas de Acceso a la energía y problemas Ambientales. El criterio refleja la importancia que los pobladores otorgan a la resolución de los problemas validados en el taller participativo. Cada sistema tecnológico puede resolver un conjunto de problemas detectados por el equipo de investigación. Sin embargo, la perspectiva técnica no necesariamente coincide con la percepción de los pobladores, respecto a la necesidad real de implementar dichos sistemas. En vista de dicha divergencia de criterios, para la selección participativa de tecnología, se optó por hacer foco en los problemas que posee la comunidad. La tecnología en este marco, surge como una respuesta técnica ante una necesidad real de resolver un conjunto de problemas. Dado que cada problema tiene un impacto sobre el bienestar de cada familia, de la escuela de Ciénaga la Redonda y la comunidad en general, es

posible jerarquizarlos definiendo un orden de importancia. Finalmente, considerando dicha priorización para resolver un conjunto de problemas es posible definir un orden de prioridad de sistemas tecnológicos a implementar.

Criterio 2: Requerimientos de tecnología social. La tecnología social es un conjunto de productos, técnicas y/o metodologías, que surge como producto de la interacción entre la comunidad y los técnicos. Permite solucionar un problema en base las necesidades de los pobladores y las condiciones y recursos naturales que poseen. La tecnología social es una solución que refleja los valores éticos, culturales, sociales y económicos de una comunidad. Constituye una solución efectiva y eficiente de transformación social, que puede funcionar de forma autónoma en una comunidad. La tecnología social incluye la tecnología propiamente dicha, en este caso tecnologías renovables, y el proceso de implementación y gestión, que garantice su continuidad en el tiempo.

El criterio 2 reúne aquellos requisitos que la comunidad de Ciénaga La Redonda, considera necesarios para implementar tecnología social. El criterio incluye requisitos que deben cumplir los equipos tecnológicos a implementar (calefones solares, cocinas solares, etc.) y aspectos que definen el proceso mediante el cual deberían implementarse y gestionarse en la comunidad. El criterio se propone responder a los siguientes interrogantes: ¿Cómo debería ser la tecnología que permita solucionar el principal problema? ¿Cómo y dónde debería implementarse y gestionarse? Dada la complejidad del criterio, se definieron subcriterios que permiten responder a las preguntas enunciadas previamente. Los criterios y sub criterios validados mediante discusión plenaria se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1 Definición de criterios y subcriterios para seleccionar la tecnología apropiada.

ID	Sub criterio	Descripción
R1	Gestión colectiva de la tecnología	Este subcriterio plantea que el sistema tecnológico pueda gestionarse en forma conjunta entre toda la comunidad. Con este modelo de gestión, los beneficios y costos pueden compartirse. Para que una gestión colectiva de la tecnología tenga éxito, es necesario que en la comunidad exista cohesión social.
R2	Costo de mantenimiento	Para garantizar la sostenibilidad de la tecnología, los costos de mantenimiento deben ser acordes a los recursos de los destinatarios. Este criterio incluye costos monetarios que deben asumir los pobladores y el tiempo destinado a actividades mantenimiento de los equipos.
R3	Tiempo de respuesta de la solución	Cada problema analizado plantea un nivel de complejidad para ser resuelto. En simultáneo, cada equipo tecnológico demanda en tiempo mínimo para solucionar un problema. El tiempo de respuesta de la solución planteada, dependerá del período requerido para la instalación de los sistemas tecnológicos y del tiempo operativo necesario para solucionar el problema, una vez instalado el sistema tecnológico. El tiempo de respuesta es una función de las características técnicas del sistema tecnológico, y del nivel de complejidad del problema. La comunidad coincidió en que el tiempo de respuesta de la solución, debe ser en todos los casos el mínimo posible.
R4	Complejidad de la tecnología	El sub criterio refiere a la facilidad de manejo de la tecnología. Una tecnología difícil de usar, es decir con alto nivel de complejidad, requerirá un proceso más intensivo de capacitación. En vista de lo planteado, el requerimiento definido por la comunidad es: que el funcionamiento de la tecnología sea fácil de entender y que el equipo sea de uso sencillo.
R5	Autonomía de la tecnología	El sub criterio refiere a la facilidad de reparación de la tecnología ante un eventual problema menor en su funcionamiento. Un equipo de funcionamiento sencillo será fácil de reparar y contará por ende con mayor autonomía en el tiempo. El requerimiento definido por la comunidad fue definido de la siguiente forma: si la tecnología se daña o no funciona bien, es necesario que sea fácil de reparar.
R6	Gestión familiar de la tecnología	Este subcriterio plantea que el sistema tecnológico pueda gestionarse en forma familiar. En este modelo de gestión, los beneficios y costos deben ser asumidos por cada familia que habita una vivienda. El éxito de la gestión individual de la tecnología es independiente de la cohesión social.

Criterio 3: Beneficiarios de la tecnología social. La implementación de tecnología social genera impactos positivos sobre la comunidad. La distribución final de beneficios dependerá de la forma de implementación y gestión de la tecnología social. Las preferencias se relacionan con la identidad de la comunidad, su modelo de organización y factores de cohesión social. Una correcta identificación de beneficiarios de la tecnología social permite mejorar la sustentabilidad social de los proyectos de implementación de nuevas tecnologías. Durante el taller, la comunidad validó las alternativas de posibles beneficiarios presentadas en la Tabla 2.

Tabla 2 Posibles beneficiarios de las alternativas tecnológicas.

ID	Sub criterio	Descripción
B1	Familia	Cada familia de la comunidad debería ser considerada como un beneficiario individual. Por lo cual, los beneficios asignados a cada familia pueden identificarse claramente y no se comparten con el resto de los miembros de la comunidad.
B2	La Comunidad	Los beneficios pueden compartirse entre todos los miembros de la comunidad.
B3	Escuela	El principal beneficiario debería ser la escuela, ya que constituye el núcleo social de la comunidad.

Los criterios y subcriterios definidos en el taller participativo con la comunidad fueron jerarquizados en un árbol de decisión (Figura 2), donde cada nivel representa un conjunto de aspectos y características que la tecnología social debe cumplir para solucionar el problema desde la óptica de los pobladores de Ciénaga La Redonda.

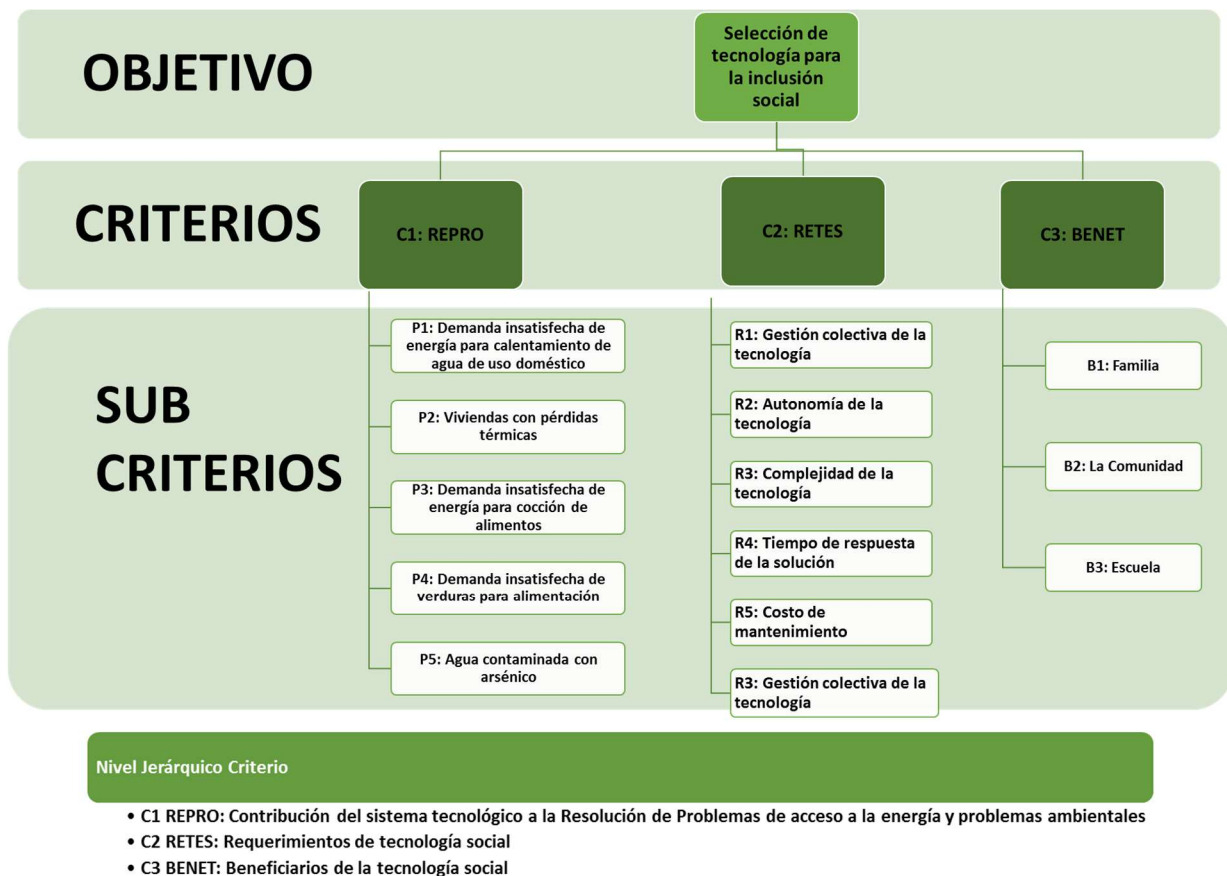


Figura 2 Árbol de decisión.

4 CONCLUSION

4.1 Jerarquización de criterios

En función de los valores de ponderación obtenidos para el nivel jerárquico criterio, es posible concluir que el factor de mayor peso, para seleccionar la tecnología social es el Criterio 1: Contribución del sistema tecnológico a la Resolución de Problemas de Acceso a la energía y problemas Ambientales.

	Valor de ponderación
Criterio 1: Contribución del sistema tecnológico a la Resolución de Problemas de Acceso a la energía y problemas Ambientales	0.76684492
Criterio 2: Requerimientos de tecnología social	0.17409388
Criterio 3: Beneficiarios de la tecnología social	0.0590612

En función de los valores de ponderación de los niveles jerárquicos inferiores del árbol de decisión es posible concluir que:

1) El problema principal que posee la comunidad es la demanda insatisfecha de energía para calentamiento de agua de consumo doméstico (Valor de Ponderación= 0.53). La importancia de los problemas, en orden decreciente son:

Sub Criterio Problema	Valor de Ponderación
Problema 1: Demanda insatisfecha de energía para calentamiento de agua de uso doméstico	0.53
Problema 4: Demanda insatisfecha de verduras para alimentación	0.18
Problema 6: Residuos domésticos sin sistema de tratamiento	0.13
Problema 3: Demanda insatisfecha de energía para cocción de alimentos	0.09
Problema 2: Viviendas con pérdidas térmicas	0.05
Problema 5: Agua contaminada con arsénico	0.03

2) Los dos factores determinantes de requerimientos de tecnología social son: autonomía de la tecnología (que la tecnología sea sencilla de reparar) y complejidad de la tecnología (que la tecnología se fácil de comprender y utilizar). La importancia de los requerimientos de tecnología social, en orden decreciente son:

Sub criterios del Criterio Requerimientos de tecnología social	Valor de Ponderación
Autonomía de la tecnología	0.36
Complejidad de la tecnología	0.32
Costo de mantenimiento	0.11
Tiempo de respuesta de la solución	0.10
Gestión familiar de la tecnología	0.08
Gestión colectiva de la tecnología	0.02

3) La tecnología social debería tener como beneficiario principal a cada familia de la comunidad, siendo considerada cada familia como un beneficiario individual.

Sub criterios del Criterio Beneficiarios de la tecnología social	Valor de ponderación
VIVI	0.72
ESCU	0.22
COMU	0.06

Finalmente, del análisis conjunto de todos los criterios y subcriterios definidos por la comunidad, se definió el siguiente orden de prioridad de implementación de tecnología social:

Sistema tecnológico	Valor de ponderación
Calefón Solar	0.68
Cocina Solar	0.27
Invernadero	0.26
Acondicionamiento Térmico de Viviendas	0.20
Destilador Solar	0.20
Sistema de Tratamiento de Efluentes Cloacales	0.17
Acondicionamiento Térmico de la Escuela	0.16
Sistema de potabilización de agua para abatimiento de arsénico	0.10

4.2 Aspectos para el diseño del proceso de adecuación socio técnica

En función de los resultados del proceso analítico jerárquico, la tecnología para la inclusión social a implementar en la comunidad La Ciénaga Redonda es el sistema de calentamiento de agua mediante calefones solares. Para que el proceso de transferencia de tecnología tenga alta probabilidad de éxito deberían cumplirse los requisitos listados a continuación:

- Diseñar un proceso de transferencia participativo y colaborativo en la comunidad. Por ejemplo, durante el momento de la instalación de calefones solares, sería conveniente solicitar al menos un representante de cada familia para que colabore en las tareas requeridas. Con esta modalidad, los miembros de cada familia aportarían recursos humanos y tiempo, es decir, aportarían una contraparte al proyecto de implementación de tecnología. Ello redundaría en una mejor apropiación de la tecnología. Al generar estos espacios colaborativos, es posible crear espacios propicios para la deliberación de cuestiones inherentes al funcionamiento de la comunidad y el diálogo con miembros de la empresa. Ello redundaría en una mejora de las relaciones empresa-comunidad y podría coadyuvar a reducir los problemas de cohesión social.
- Implementar un proceso de capacitación del uso de la tecnología. Los miembros de la comunidad, consideran que el espacio para realizarlo es la Escuela. Para la capacitación es necesario definir material didáctico acorde a las características de nivel de educación de la comunidad.
- Definir un protocolo de acción ante eventuales fallas en el sistema de calentamiento de agua.

5 DISCUSION

Los resultados obtenidos constituyen el producto de un proceso participativo de identificación de tecnología para resolver problemas de acceso a la energía y problemas ambientales en la comunidad de La Ciénaga Redonda, a partir de la implementación sustentable de energías renovables. La información generada puede emplearse para definir en el corto plazo proyectos de intervención en la comunidad que cuenten con legitimidad social. En términos de largo plazo, la jerarquización de tecnologías a implementar puede utilizarse para definir un plan estratégico de intervención en la comunidad. El abordaje deL trabajo desarrollado es innovador y apunta a fomentar el desarrollo endógeno de las comunidades.

Respecto al problema de contaminación del agua con arsénico, se recomienda estudiar el problema con mayor profundidad. En la actualidad la comunidad considera que dicho problema no existe, o al menos no resulta prioritario en vista de vulnerabilidad social existente en la zona. Por otro lado, los problemas vinculados a la ingesta de agua con arsénico se manifiestan en el largo plazo. En vista de ello, resulta lógico que la comunidad priorice solucionar los problemas en el corto plazo, vinculados al acceso a la energía para garantizar el aseo y la cocción de alimentos.

REFERENCIAS

- Brunch, R., 1987. Agricultural development goals and farmer's innovations. In farmer's first. ITDG Publications.
- Elliot, J., 2007. Desarrollo Participativo de Tecnologías: Lecciones desde la experiencia práctica en la sierra del Perú. ITDG. Lima, Perú.
- Haverkort, 1991. Joining farmer's experiments (Experiences in participatory technology development). ITDG Publications.
- Pacheco, J. F., & Contreras, E., 2008. Manual metodológico de evaluación multicriterio para programas y proyectos. Santiago de Chile: CEPAL. Naciones Unidas. ILPES
- Solangi, Y.; Tan, Q.; Mirjat, N.; Ali, S., 2019. Evaluating the strategies for sustainable energy planning in Pakistan: An integrated SWOT-AHP and Fuzzy-TOPSIS approach. Journal of Cleaner Production, 236.
- Thomas, Hernán, 2009. De las tecnologías apropiadas a las tecnologías sociales. conceptos / estrategias / diseños / acciones. 1^{ra} Jornada sobre Tecnologías Sociales, Programa Consejo de la Demanda de Actores Sociales (PROCODAS)-MINCyT, Buenos Aires, 14 de mayo.
- Van Veldhuizen, L.; Waters-Bayer, A.; Ramírez, R.; Johnson, D.; Thompson, J., 1997. Farmer's research in practice. Lessons from the field. Intermediate Technology Publications. London, UK.

PARTICIPATORY SELECTION OF TECHNOLOGIES IN A COMMUNITY OF THE PUNA ARGENTINA. AN EXPERIENCE OF MULTI-CRITERIA ASSESSMENT

Abstract. This article presents the results of the application of the Hierarchical Analytical Process (AHP) for the selection of technologies to be proposed in a community of the Argentine Puna. It was possible to establish in a participatory manner a hierarchy of problems within the community and the technological responses to them, based on the development of an initial exploratory survey, followed by an evaluation of multiple criteria. The identification of problems focused on

those associated with access to energy sources, and those of an environmental nature. Initially, the social validation of the conflicts was carried out, followed by the election of the guiding criteria for the technologies selection, to finally evaluate and weigh each option. The problem with the highest weighting value was the "unsatisfied demand for energy to heat domestic water." Among the chosen criteria of greater weight as a requirement for the technological alternatives are those related to their autonomy, and their low complexity and ease of understanding. The family housing was chosen as the focal beneficiary unit. Finally, from the joint analysis of all the criteria and sub-criteria defined by the community, the technological alternative of solar water heaters was chosen, followed by solar cookers. To ensure a successful technology transfer process, it must be designed in a participatory and collaborative manner, including training and the definition of a protocol in case of failures.

Key words: *Participatory selection, AHP, Renewable energies*