

PROYECTO FONDEF DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

**INFORME FINAL**

**TÍTULO DEL PROYECTO:** DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN PROTOTIPO EXPERIMENTAL DE MICRO REDES PARA COMUNIDADES MAPUCHE

**CÓDIGO DEL PROYECTO:** ID14I10063

**FECHA DE EMISION:** 17/03/2017

FIRMA DEL (DE LA) DIRECTOR(A) DEL PROYECTO  
Doris Andrea Saez Hueichapan

# I. Acta De Término Del Proyecto

## 1.1 Identificación del proyecto

TITULO DEL PROYECTO	DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN PROTOTIPO EXPERIMENTAL DE MICRO REDES PARA COMUNIDADES MAPUCHE
CÓDIGO FONDEF	ID14I10063
DIRECTOR(A) DEL PROYECTO	Doris Andrea Saez Hueichapan
INSTITUCIÓN(ES) BENEFICIARIA(S)	UNIVERSIDAD DE CHILE UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
EMPRESA Y OTRAS ENTIDADES ASOCIADAS	CORPORACION NACIONAL DE DESARROLLO INDIGENA SECRETARIA REGIONAL MINISTERIAL DE ENERGIA REGION DE MAGALLANES Y ANTARTICA

## 1.2 Ejecución del proyecto

FECHA DE TOMA DE RAZON POR LA CONTRALORÍA GENERAL DE LA REPÚBLICA	19/02/2015
DURACIÓN CONTRACTUAL	24
FECHA EFECTIVA DE INICIO	19/02/2015
FECHA EFECTIVA DE TÉRMINO	18/02/2017
DURACIÓN EFECTIVA	24

### 1.3 Plan de Continuidad

Nombre Institución Beneficiaria	Nombre Representante Legal	Firma
UNIVERSIDAD DE CHILE	FLAVIO ANDRÉS SALAZAR ONFRAY	Firma Electrónica
UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA	SERGIO ANTONIO BRAVO ESCOBAR	Firma Electrónica

#### 1.4 Tabla de Conformidad

Nombre Institución Empresa u Otra Entidad Socia	Nombre Representante Legal	Documento conformidad
CORPORACION NACIONAL DE DESARROLLO INDIGENA	JAIME ANDRADE HUENCHUCOY	Si
SECRETARIA REGIONAL MINISTERIAL DE ENERGIA REGION DE MAGALLANES Y ANTARTICA		Si

## II. Informe Ejecutivo

### 2.1 Resumen Ejecutivo

#### Versión en Castellano

El proyecto Fondef IDeA – ID14I10063 “Diseño e Implementación de un Prototipo Experimental de Micro-Redes para Comunidades Mapuche” es un trabajo desarrollado por un equipo interdisciplinario de académicos y profesionales de la Universidad de Chile y la Universidad de la Frontera. La propuesta tiene por objetivo abastecer energéticamente y aportar al desarrollo productivo de las comunidades, a través de la implementación de un sistema tecnológico integrado que contempla una Micro-Red basada en energías renovables solar y eólica junto a un Sistema SMART-Farm, que permita la gestión eficiente del agua de riego y monitoreo de ganado entre otras aplicaciones. Para esto, se ha desarrollado un “Modelo Participativo de Innovación Tecnológica para el Desarrollo Local”, que busca la participación activa de la comunidad en todas las etapas del proyecto, tomando en consideración las características propias del Pueblo Mapuche, como es su fuerte vínculo con la naturaleza. Sobre la base del modelo participativo mencionado, en este proyecto se ha diseñado en forma novedosa un sistema Integrado Micro-red/SMART-Farm que tiene por objetivo fortalecer y consolidar el desarrollo productivo local de una comunidad, produciendo transformaciones socio-culturales acordes con las necesidades locales, y efectos positivos sobre su calidad de vida. Para lograr dicho objetivo se generó en primer lugar una herramienta metodología que permite guiar el trabajo con las comunidades para desarrollar cualquier proyecto tecnológico de forma participativa. La metodología propuesta se aplicó a las comunidades Mapuche Huanaco Huenchun (Nueva Imperial) y José Painecura Hueñalihuen (Carahue), obteniéndose el diagnóstico participativo para ambas comunidades, que considera el análisis de sus aspectos sociales, ambientales, culturales, económicos y técnicos. Basado en los resultados obtenidos, se concluye que la comunidad José Painecura Hueñalihuen posee características propicias de pre-factibilidad para el diseño e implementación del sistema integrado propuesto, considerando su alto nivel de cohesión social, potencial energético, entre otras características analizadas. La propuesta de sistema integrado Micro-red/SMART-Farm para esta comunidad Mapuche seleccionada entregó los siguientes resultados de diseño: un arreglo fotovoltaico de 60 [kW]; un aerogenerador de 10 [kW]; un generador diésel de 20 [kW]; un banco de 24 baterías de 100 [Ah] y 12 [V]; un convertor de 50 [kW]; una red de comunicaciones compuesta por 100 enrutadores; 50 servidores de visualización; y aplicaciones como: monitoreo de ganado, gestión del agua y mejoramiento de la comunicación interna de la comunidad. Se destaca que el sistema integrado fue diseñado para actuar de forma conjunta con la comunidad para generar efectos positivos sobre su sistema productivo y además para realzar el sentido comunitario propio de esta cultura local. Los productos principales del proyecto corresponden a: el modelo participativo de innovación tecnológica para el desarrollo local, una metodología de diseño de micro-redes para comunidades rurales y una metodología de diseño de sistemas SMART-Farm para el desarrollo productivo. Estos productos serán públicos en virtud de promover desarrollos tecnológicos pertinentes, y que involucren directamente a las comunidades en todas las etapas del diseño y así asegurar la sustentabilidad de estas iniciativas potenciando sus características sociales-culturales.

#### Versión en Ingles

The Fondef IDeA project - ID14I10063 "Design and implementation of an experimental prototype of micro-grids for Mapuche communities" has been proposed and developed by an interdisciplinary team of academics and professionals from the Universidad de Chile and Universidad de la Frontera. This project

aims to provide energy and improve the development of the mapuche communities, through the implementation of an integrated technological system that includes a micro-grid based on solar and wind renewable energy interacting with a Smart-Farm System that allows the efficient management of water irrigation and cattle monitoring, among other applications. To achieve this, a technological innovation participatory model for local development has been developed, seeking the active participation of the community in all stages of the project, respecting some cultural aspect of the Mapuche people, as for instance their strong link with nature. Based on the aforementioned participatory model, a novel integrated micro-grid/SMART-Farm system has been proposed and developed in this project in order to strengthen and consolidate the local productive development of a community, producing social and-cultural changes in line with local needs, and positive effects on their quality of life. The proposed methodology was applied to the Mapuche communities Huanaco Huenchun (Nueva Imperial) and José Painecura Hueñalihuen (Carahue), obtaining the participatory diagnosis for both communities, which considers the analysis of social, environmental, cultural, economic and technical aspects. Based on the results achieved with this analysis, it was concluded that José Painecura Hueñalihuen community has more favorable characteristics for the design and implementation of the proposed integrated system, considering its high level of social cohesion, energetic potential, among other analyzed characteristics. The integrated micro-grid/Smart-Farm system proposed for the selected Mapuche community, is composed of the following components: a photovoltaic array of 60 [kW]; a wind turbine of 10 [kW]; a diesel generator of 20 [kW]; a bank of 24 batteries of 100 [Ah] and 12 [V]; a converter of 50 [kW]; a communications network consisting of 100 routers; 50 visualization servers; and applications such as: cattle monitoring, water management and improvement of internal communication in the community. It is highlighted again that the integrated system was designed to interact with the community to generate positive effects on their production system and also to enhance the sense of community, characteristic of this local culture. The main products of this project are: the participatory model of technological innovation for local development, a micro-grid design methodology for rural communities and a SMART-Farm system design methodology for productive development. These products will be public to promote relevant technological developments that directly involve communities in all the stages of the design and thus, ensuring the sustainability of these initiatives promoting their socio-cultural characteristics.

## 2.2 Cuadro De Síntesis de Resultados y Objetivos

Objetivos Generales	
Nombre Objetivo	OBJETIVO GENERAL
Descripción	Diseñar una metodología para implementar micro-redes en comunidades Mapuche que permitan el abastecimiento energético y la instalación de una Smart Farm que considere sistemas de gestión del agua y de monitoreo del ganado para un desarrollo local sustentable. Esta metodología se desarrollará en forma participativa con la comunidad para permitir generar un proyecto sustentable en términos social, económico, técnico, ambiental y cultural, considerando un enfoque sistémico integral. La idea es considerar todos estos aspectos para definir las especificaciones de diseño de cada uno de los elementos que integren esta micro-red y validar posteriormente algunas etapas intermedias del diseño con la comunidad.

Objetivos Específicos	
Nombre Objetivo	OBJETIVO ESPECIFICO
Descripción	Diseñar una metodología que permita identificar criterios técnico-socio-ambientales-culturales para seleccionar una localidad Mapuche donde se pueda implementar en forma participativa con la comunidad un sistema integrado de Micro-red y Smart Farm que sea sustentable y replicable a otras comunidades.
Nombre Objetivo	OBJETIVO ESPECIFICO
Descripción	Desarrollar en laboratorio un prototipo experimental de Micro-red que considere diversas tipologías, dadas las necesidades de las localidades seleccionadas. Esta validación permitirá verificar en laboratorio que el diseño de la micro-red cumpla con las necesidades propias de las comunidades Mapuche aisladas en ambientes rurales de la Araucanía.
Nombre Objetivo	OBJETIVO ESPECIFICO
Descripción	Diseñar un sistema Smart Farm que considere sistemas de gestión de agua y monitoreo de ganado, aplicable a la actividad agrícola y ganadera propias de una comunidad Mapuche.
Nombre Objetivo	OBJETIVO ESPECIFICO
Descripción	Identificar las barreras socio-culturales de las comunidades Mapuches ante la mayor disponibilidad energética y aplicaciones de Smart Farm.
Nombre Objetivo	OBJETIVO ESPECIFICO
Descripción	Integrar de manera efectiva los sistemas de Micro-red y Smart Farm considerando el modelo de intervención social, de tal forma que el proyecto sea sustentable (técnica, social, ambiental y cultural) en un marco de desarrollo compartido con la comunidad y rescatando su naturaleza Mapuche.

### RESULTADO

Tipo	Resultado de Producción
Nombre	PROTOTIPO DE MICRO-RED/SMART-FARM BASADO EN MODELO PARTICIPATIVO

Descripción	El resultado consiste en un prototipo de Micro-Red/SMART-Farm basado en un modelo participativo. Se entregará una evaluación del recurso energético de la zona, una evaluación del consumo de la Comunidad y una topología de Micro-Red a implementar. Por otro lado, se entregará un modelo de SMART-Farm considerando prototipos de gestión de agua y de monitoreo de animales en las localidades. Todo lo anterior será desarrollado integrando a la Comunidad en todas las etapas del prototipo propuesto a través del modelo participativo.
-------------	--

Descripción del Logro	<p>En este reporte, se presentan los resultados correspondientes al “Sistema Integrado”. El Sistema Integrado, definido como la integración entre el sistema Micro-red y SMART-Farm tiene por objetivo fortalecer y consolidar el desarrollo productivo local de una comunidad, produciendo transformaciones socio-culturales acorde con las necesidades locales, y efectos positivos sobre su calidad de vida. Para lograr dicho objetivo en este informe se propone una metodología para desarrollar este Sistema Integrado en base al “Modelo Participativo de Innovación Tecnológica para el Desarrollo Local”, que es una herramienta que permite guiar el trabajo con las comunidades para desarrollar cualquier proyecto tecnológico de forma participativa. En primer lugar se presenta este Modelo Participativo con todas sus características y pasos metodológicos, luego se presenta la propuesta metodológica para desarrollar el sistema Micro-red y SMART-Farm de forma participativa, y posteriormente se aplica la propuesta metodológica a la comunidad José Paineicura Hueñalihuen. Los resultados de esta aplicación indican que la propuesta metodológica logró responder a los desafíos previstos en este diseño de tecnologías tratadas de forma participativa. Esto logró diseñar el Sistema Integrado para la comunidad José Paineicura Hueñalihuen, con sus particularidades culturales, técnicas y socio-económicas. El Sistema Integrado se compone de un arreglo fotovoltaico de 60 [kW]; un aerogenerador de 10 [kW]; un generador diésel de 20 [kW]; un banco de 24 baterías de 100 [Ah] y 12 [V]; un convertor de 50 [kW]; una red de comunicaciones compuesta por 100 enrutadores; 50 servidores de visualización; y de aplicaciones de: monitoreo de ganado, gestión del agua y mejoramiento de la comunicación interna de la comunidad. En conclusión, este sistema actúa en conjunto con la comunidad para generar efectos positivos sobre su sistema productivo y además para realzar su sentido comunitario propio de esta cultural local. Más detalles en Hito 6.</p>
-----------------------	--

Referencia Bibliográfica	
--------------------------	--

<b>RESULTADO</b>	
Tipo	Resultado de Producción Científica (Ex "Otros")
Nombre	Memoria de Pregrado

Descripción	<p>Memoria de pregrado de Víctor Caquilpan titulada "Estimación de la demanda eléctrica y potencial energético de recursos renovables para el diseño de micro-redes en comunidades rurales", cuyo objetivo principal consiste en elaborar un modelo de estimación de perfiles de demanda residenciales y potencial de energía basado en el recurso solar y eólico que proporcione información útil para ser aplicada en el diseño de micro-redes en comunidades o zonas rurales. Se integran distintas fuentes de información tales como mediciones in-situ del recurso, uso de modelos de mesoescala, muestreo del consumo eléctrico e información del territorio proporcionada por los mismos residentes a través de la aplicación de encuestas y actividades participativas. El resultado de este estudio proporciona las bases para el dimensionamiento de la demanda eléctrica de una comunidad rural y el dimensionamiento de unidades de generación integrándose dentro de la metodología general del diseño de micro-redes del proyecto FONDEF ID14I10063.</p>
Descripción del Logro	<p>Victor Caquilpan finalizó su memoria de pregrado titulada "Estimación de la demanda eléctrica y potencial energético de recursos renovables para el diseño de micro-redes en comunidades rurales". Resumen: Las micro-redes proporcionan abastecimiento energético a un sector determinado, integrando diferentes fuentes locales de generación de energía, con sistemas de respaldo y almacenamiento, buscando un desarrollo sustentable a lo largo del tiempo. Proyectos de esta naturaleza, son capaces de entregar energía a comunidades aisladas, así como también a zonas que poseen conexión con la red principal de distribución eléctrica, contribuyendo a una mejor calidad del servicio. Para llevar a cabo un adecuado diseño de un proyecto de micro-red es necesario realizar un riguroso estudio de las condiciones locales presentes en un territorio, incluyendo aspectos tanto técnicos, como sociales y ambientales. En este estudio, se analizaron parte de los aspectos más relevantes para el diseño de una micro-red, correspondientes a la estimación de la demanda eléctrica y la cuantificación de los recursos renovables capaces de ser utilizados para la generación de energía. Dicho trabajo fue aplicado en la comunidad rural de Huanaco Huenchun, localizada en la comuna de Carahue, región de la Araucanía. En la primera parte de este estudio, se diseñó y aplicó una metodología para estimar los perfiles de demanda de las viviendas de la comunidad y sus principales consumos de energía eléctrica, utilizando datos sociodemográficos de los residentes de la comunidad, en conjunto con mediciones del consumo eléctrico y algoritmos de redes neuronales. Por otro lado, mediante el uso de datos provenientes de modelos de meso escala y estaciones meteorológicas, e información de distintos equipos de generación, se estimó el recurso eólico y solar disponible al interior de la comunidad, complementando este resultado, con un análisis preliminar del territorio utilizando información espacial del lugar y de los mismos residentes. La integración de diferentes fuentes de información permitió generar perfiles de demanda para todas las viviendas de la comunidad con una alta resolución temporal, obteniendo un perfil de demanda de la comunidad completa para todo un año. Adicionalmente, en base al análisis del recurso eólico y solar, e información espacial, se logró determinar distintas configuraciones que satisfacen la demanda eléctrica estimada, generando un balance de energía, identificándose a su vez potenciales zonas que pueden ser utilizadas como lugares de implementación para las unidades de generación.</p>

Referencia Bibliográfica	V. Caquilpan. (2016). "Estimación de la demanda eléctrica y potencial energético de recursos renovables para el diseño de Micro-redes en comunidades rurales". Memoria de Título, de la carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. (Finalizada Julio 2016). Supervisores: Doris Sáez y Roberto Hernández.
--------------------------	--

### RESULTADO

Tipo	Resultado de Producción Científica (Ex "Otros")
Nombre	Tesis de Magister
Descripción	La tesis de Magíster de Raúl Morales titulada "Planificación de micro-redes para comunidades rurales con caracterización de incertidumbre de los recursos renovables y demanda eléctrica", tiene como principal objetivo el diseñar una metodología de planificación de un proyecto de implementación de micro-red para comunidades rurales aisladas, mediante modelos de intervalos difusos que consideren la caracterización de la incertidumbre asociada al recurso solar, recurso eólico y la estimación de demanda energética a largo plazo. A los resultados obtenidos en el escenario esperado del trabajo de investigación se le incorporan las restricciones espaciales del entorno físico del caso de estudio para obtener el diseño del sistema energético técnico y socialmente factible que se entregará a FONDEF.

Descripción del Logro	<p>Raúl Morales finalizó su tesis de magíster ""Planificación de micro-redes para comunidades rurales con caracterización de incertidumbre de los recursos renovables y demanda eléctrica". Resumen: Las micro-redes son soluciones sustentables para la electrificación de zonas rurales que pueden hacer uso de sus recursos renovables. En este estudio, se propone un nuevo método para la planificación de micro-redes que incluye explícitamente el efecto de la incertidumbre de variables críticas que definen el diseño del sistema, como lo son las fuentes renovables y la demanda eléctrica. Se propone la utilización modelos difusos de T&amp;S y modelos de intervalos basados en el método de la covarianza, ya que los primeros permiten caracterizar las no-linealidades del fenómeno a modelar, mientras que los segundos pueden representar sistemáticamente las incertidumbres asociadas a dichas variables críticas con un cierto nivel de confianza. Para el diseño de cualquier sistema eléctrico se requiere identificar la dimensión y comportamiento de carga a la cual se desea abastecer a través de su registro continuo y prolongado, lo cual no siempre es posible, especialmente si se trata de localidades aisladas o de difícil acceso. Para solucionar esto, se implementa un simulador de carga basado en Cadenas de Markov, obtenido a partir de la agrupación previa de hogares en función de su información socio-demográfica empleando el algoritmo de redes neuronales "Self-Organizing Map". Basado en modelos de intervalos, se obtienen un conjunto de escenarios posibles, en donde se resuelve el problema de optimización de planificación de la micro-red, obteniendo la topología del sistema y el dimensionamiento de cada una de sus unidades. Los resultados obtenidos en este proceso son la base para el estudio de factibilidad y de diseño de un proyecto de micro-red. La metodología propuesta es aplicada para la planificación de una micro-red conectada a la red principal, basada en fuentes solar y eólica, en la comunidad rural Mapuche de José Painecura Hueñalihuen, IX Región de la Araucanía, Chile. En este caso de estudio, se determina que la modelación lineal es suficiente para caracterizar el comportamiento de la velocidad del viento y de la radiación solar, mientras que se requiere de la identificación de un modelo difuso para representar la no-linealidad del comportamiento de la demanda eléctrica. Por otro lado, a través de la identificación de modelos de intervalos, se obtiene que la velocidad del viento presenta una mayor incertidumbre que la radiación solar y la demanda eléctrica. Por lo tanto, el recurso eólico es la variable que mayor influencia tiene en la diferenciación de los distintos escenarios posibles. En función de las características locales y técnicas de cada unidad considerada, junto con los costos estimados y considerando un escenario conversador, se obtiene que el diseño final la micro-red es principalmente compuesta por tecnología fotovoltaica.</p>
-----------------------	---

Referencia Bibliográfica	<p>R. Morales. (2017). "Planificación de Micro-redes para comunidades Mapuche". Tesis de Magíster en Ciencias de la Ingeniería, Mención Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Universidad de Chile. (Finalizada marzo 2017). Supervisores: Doris Sáez, Roberto Cárdenas</p>
--------------------------	---

<b>RESULTADO</b>	
Tipo	Resultado de Formación de Capacidades (Ex "Otros")
Nombre	Direccion de trabajos de titulo

Descripción	El proyecto incluye la formación de profesionales a través de la dirección de tesis de pregrado (al menos 2) y postgrado (al menos 1)
Descripción del Logro	<p>Este tipo de trabajo generó profesionales con capacidades ligadas a proyectos tecnológicos del ámbito energético aplicados a realidades sociales particulares, lo cual fortalece la formación del profesional, al combinar aspectos técnicos, sociales y culturales. Tesis de Magister Morales, R. (2017). "Planificación de Micro-redes para comunidades Mapuche". Tesis de Magíster en Ciencias de la Ingeniería, Mención Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. (Finalizada marzo 2017) Memorias de título Vargas, C. (2015). "Propuesta metodológica sobre la selección de comunidades rurales aisladas, para la inserción de un proyecto de Micro-red, utilizando criterios socio-ambientales". Memoria de Título de la carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. (Finalizada Julio 2015) Caquilpan, V. (2016). "Estimación de la demanda eléctrica y potencial energético de recursos renovables para el diseño de Micro-redes en comunidades rurales". Memoria de Título, de la carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. (Finalizada Julio 2016) Jarpa, W. (2015). "Diseño de una red de sensores inalámbricos utilizando dispositivos basados en arduino y XBee, para la comunidad Mapuche Huanaco Huenchun". Memoria de Título, de la carrera Ingeniería Civil Electrónica, Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad de la Frontera. (Finalizada 2016)</p>

**RESULTADO DE PRODUCCIÓN**

<b>Categoría</b>	<b>Cantidad Comprometida</b>	<b>Cantidad Lograda</b>
Producto	1	1

**RESULTADO DE PRODUCCIÓN CIENTÍFICA (EX "OTROS")**

<b>Categoría</b>	<b>Cantidad Comprometida</b>	<b>Cantidad Lograda</b>
Tesis o Proyecto de título	2	2

**RESULTADO DE FORMACIÓN DE CAPACIDADES (EX "OTROS")**

<b>Categoría</b>	<b>Cantidad Comprometida</b>	<b>Cantidad Lograda</b>
Capacidades profesionales desarrolladas o fortalecidas	1	1

### 2.3 Informe financiero a la fecha de término

	Montos Comprometidos según Convenio por fuente de financiamiento	Monto Girado por Fondef	Gastos financiados por fuente de financiamiento	%
FONDEF	149.906.000	149.906.000	124.875.133	48,21 %
FONDEF	149.906.000	149.906.000	124.875.133	24,1 %
Institución(es) Beneficiaria(s)				
UNIVERSIDAD DE CHILE	118.608.000	No Aplica	102.627.704	39,62 %
UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA	37.728.000	No Aplica	31.532.220	12,17 %
UNIVERSIDAD DE CHILE	118.608.000	No Aplica	102.627.704	19,81 %
UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA	37.728.000	No Aplica	31.532.220	6,09 %
Empresas y otras Entidades Asociadas	0	No Aplica		0 %
Totales	306.242.000	149.906.000	259.035.057	50 %

Monto por Reintegrar		25.030.867		
Monto Reintegrado a FONDEF		(0)		
Costo Final del Proyecto		518.070.114		

## 2.4 Autoevaluación de la Ejecución del Proyecto

El(la) Representante Institucional de cada Institución Beneficiara
UNIVERSIDAD DE CHILE
Para la Universidad de Chile, este proyecto de diseño de micro-redes y tecnologías SMART-Farm para comunidades rurales ha permitido potenciar la misión definida de la institución en términos de un aporte concreto a la sociedad. Más aún, se han generado diversas instancias a nivel de la universidad, como son reuniones de coordinación con otras facultades para mostrar los avances de este proyecto y articular instancias de mayor envergadura para beneficiar a los pueblos originarios. Este proyecto definió objetivos alineados con la misión de la universidad y fue difundido en esta institución y otras hasta nivel nacional e internacional. Se considera que este proyecto permitió visibilidad dentro y fuera de la Universidad de Chile, generando instancias de cooperación entre distintas iniciativas para los pueblos indígenas. Se planteó a nivel de la universidad como un referente de trabajo interdisciplinario académico con impacto en nuestra sociedad. Como Universidad de Chile, el proyecto cumplió completamente con todo lo comprometido dentro de la propuesta, generando metodologías sistemáticas para el diseño e implementación de proyectos tecnológicos con una fuerte componente participativa de las comunidades rurales involucradas.
UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
Hoy en día las universidades modernas ya no solo buscan la obtención de mejores profesionales o publicaciones en revistas científicas, si no que están en una constante búsqueda de innovaciones efectivas que incorporen acciones como investigación, invención, publicaciones que sean de utilidad para el desarrollo de nuevas propuestas conjuntas, acuerdos y convenios con empresas e instituciones dispuestas a invertir en I+D, respondiendo de esta forma a las necesidades reales con soluciones sencillas, pero con atributos que cambiarán el enfoque de la sociedad que nos rodea. Es en este ámbito que este tipo de proyectos nos fortalecen como universidad al vincular a la Región con la universidad y además formar capacidades nuevas en la casa de estudios. Desde la perspectiva de la Universidad de La Frontera, el proyecto cumplió con el resultado definido al inicio, pues permitió diseñar e implementar un prototipo experimental de micro-redes/SMART-Farm para comunidades Mapuche. Los objetivos de este proyecto van en directa relación con las líneas temáticas que la Universidad de La Frontera está impulsando, como son las energías renovables y el desarrollo regional bajo un contexto integrador de los pueblos originarios. Desde el punto de vista técnico, el proyecto logró generar un prototipo de Micro-red/SMART-Farm basado en el Modelo Participativo a través del trabajo en conjunto con dos comunidades Mapuche de la Región de la Araucanía. Además, en las dependencias de la Universidad de La Frontera se realizó el desarrollo y las pruebas del sistema SMART-Farm lo que contribuyó a fortalecer estas habilidades necesarias para desarrollar esta línea de investigación. Esto generó prácticas profesionales y trabajo lo que sin duda genera un beneficio social para la comunidad universitaria. Además, el hecho de que la viabilidad técnica fuese realizada en las dependencias de la Universidad de La Frontera generó externalidades positivas para la casa de estudios, generando adquisición de equipamiento necesario para seguir desarrollando esta línea de investigación de forma exitosa.
El(la) Director(a) del proyecto

En este proyecto se diseñó un modelo participativo de innovación tecnológica para comunidades rurales, que es el producto principal que sustenta los diseños participativos de Micro-redes y SMART-Farm para comunidades Mapuche. El equipo interdisciplinario de académicos, ingenieros y estudiantes ha desarrollado el proyecto considerando dicho modelo desde la etapa inicial y en todas las etapas a las personas de las comunidades Mapuche en estudio. Esto último se ha considerado clave para el éxito obtenido en términos de confianza y participación efectiva de las comunidades en el proyecto y, por ende, permite prever la sustentabilidad de estos proyectos tecnológicos. Además, este proyecto permitió una comunicación horizontal con las comunidades generando un aprendizaje de todo el equipo universitario desde las comunidades. Como directora, evaluó positivamente la gestión y administración del proyecto por parte de la Universidad de Chile y Fondef, en términos que todos informes financieros y técnicos (hitos, etc.) se enviaron en los plazos establecidos y fueron aprobados sin observaciones.

## 2.5 Propuesta de Continuidad de la(s) Institucion(es) Beneficiaria(s)

Se espera desarrollar la segunda etapa de este proyecto Fondef, para lo cual se implementará el sistema Integrado Micro-red/SMART-Farm diseñado en la primera etapa en la comunidad Mapuche seleccionada. Junto con la aprobación de la primera etapa de este proyecto, durante la puesta en marcha CONADI brindó un apoyo relevante en la selección inicial de dos comunidades Mapuche: Huanaco Huenchun y José Paineicura Hueñalihuen. Una vez determinadas estas dos comunidades, se propuso y aplicó en ambas comunidades una metodología que considera en primer lugar, seleccionar la comunidad más propicia para desarrollar el diseño del prototipo del sistema Micro-red/SMART-Farm. Esto se realizó mediante la aplicación de criterios técnicos y sociales adaptados para analizarse en un contexto local, proceso que involucró aproximadamente un año y medio. Como resultado de la aplicación de esta metodología, la comunidad seleccionada fue José Paineicura Hueñalihuen. Una vez finalizado el proceso de selección, se realizó un diagnóstico territorial participativo en la comunidad seleccionada, en el cual se evaluaron los aspectos culturales, económicos, sociales, ambientales y técnicos para identificar los requerimientos y restricciones comunitarias relevantes para el desarrollo del sistema. Estos resultados permitieron diseñar los prototipos de la Micro-red y del SMART-Farm acorde a las necesidades y realidad propia de la comunidad seleccionada, y con el consentimiento de las personas involucradas. Como resultado de este proceso se identificaron los requerimientos de los equipos que se instalarán, se verificó el empoderamiento de la comunidad, y la disponibilidad de los lugares seleccionados por la comunidad, ya que las familias, dueñas de los predios específicos, expresaron su disposición a ceder los derechos para realizar la instalación de equipamiento. Esto permitió dimensionar el costo en equipamiento necesario para implementar la Micro-red, que asciende a 382.48 [MM\$] e instalar los dispositivos que componen el SMART-Farm, suma que asciende a 49[MM\$] (para mayor detalle, ver informe de hito 6). Simultáneamente se ha trabajado estrechamente con FRONTEL Saesa, empresa propietaria del sistema de distribución de la zona (postes, líneas, transformadores y derechos de instalación), debido a que el sistema Micro-red/SMART-Farm considera la red de distribución como parte de sus componentes principales. FRONTELI Saesa ha aportado con horas profesionales, información e equipamiento específico para obtener los datos de consumo energético en terreno, lo cual ha sido fundamental para dimensionar el sistema energético acorde a las necesidades del sistema integrado. Finalmente, se ha estado realizando una estrategia de búsqueda de recursos para encontrar la subvención que se requiere para aplicar la segunda etapa, de modo de asegurar que se dispondrá de equipamiento suficiente para evaluar y validar en mediano y largo plazo socialmente este sistema Micro-red/SMART-Farm. El propósito de este proyecto de continuidad es generar un trabajo con la comunidad de modo de que ellos sean un actor clave en la instalación y operación del sistema Micro-red/SMART-Farm, generando un modelo de distribución de costos consensuado con los beneficiarios, y donde ellos sean partícipes activos en la solución eficiente de los problemas asociados. De la misma forma, se considera la instalación del equipamiento necesario para desplegar y operar el sistema SMART-Farm en la comunidad e integrarlo con la Micro-red. La segunda parte de este proyecto de continuidad se refiere a la validación social de este sistema integrado Micro-red/SMART-Farm y establecerlo como un sistema piloto modular visible a las otras comunidades, con un Modelo de desarrollo participativo que es el núcleo de este proyecto.