**UNIVERSIDAD DE CHILE**

**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**METODOLOGÍA DE FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN SOCIAL DE PROYECTOS DE PROVISIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS): VALIDACIÓN Y MEJORAS PARA CONTRIBUIR EN EL DESARROLLO DE ENERGÍAS RENOVABLES EN CHILE**

**PRIMERA ENTREGA DE TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE**

**MAGÍSTER EN GESTIÓN Y POLÍTICAS PÚBLICAS**

Santiago de Chile

Noviembre, 2018

**INDICE**

1. Antecedentes…………………………………………………………………………...…3
   1. Contexto general……………………………………………………………...….3
   2. Colectores solares…………………………………………………………...…..4
   3. Contexto institucional…………………………………………………………....5
      1. Ministerio de Desarrollo Social……………………………….………..5
      2. Sistema Nacional de Inversions…………………………………….....6
      3. Ministerio de Energía…………………………….……………………...6
   4. Metodología de formulación y evaluación social de proyectos de provisión de agua caliente sanitaria (ACS) en establecimientos públicos……………..…6
   5. Evaluación social de proyectos…………………………………………….......8
2. Justificación del problema………………………………………………………….......10
3. Objetivos……………………………………………………………………………….…..12
   1. Objetivo general…………………………………………………………........…12
   2. Objetivos específicos…………………………………………………..…..…..12
4. Diseño metodológico preliminar………………………………………………...........13
5. Bibliografía………………………………………………………………………..……….16
6. Cronograma……………………………………………………………………..………...18
7. **ANTECEDENTES**
   1. **Contexto general**

El consumo energético sustenta el quehacer económico y el desarrollo de un país. Las naciones industrializadas necesitan de grandes cantidades de energía para sostener su funcionamiento; en tanto, los países en vías de desarrollo, precisan aumentar el consumo de ésta para mantener su crecimiento (IEA, 2008 citado en Pastén, 2012). Por lo tanto, el tipo de energía que se emplea en un país, está ligada a los recursos naturales disponibles en el determinado territorio, sumado a las fuentes energéticas importadas, cuyo creciente consumo involucra la seguridad energética del país (CNE, 2010).

El crecimiento y desarrollo de los países debe reafirmar un desarrollo sostenible, que sea armónico el uso y la capacidad de regeneración de los recursos naturales; toda vez que el uso de energías convencionales como los combustibles fósiles, aunado al consumo de energía, generan el fenómeno de calentamiento global, el cual está relacionado al exceso de emisiones de gases - en donde la concentración de éstos es la emisión de dióxido de carbono, CO2 - y aumento de temperaturas, generando el desbalance que se presenta en la actualidad. En vista a lo anterior, es necesario que el desarrollo y progreso de las naciones sea concomitante con el uso y la competencia de éstos para la regeneración de recursos naturales (IPCC, 2007).

En vista a lo referido por Pastén (2012), los mayores desafíos a nivel mundial son garantizar un abastecimiento energético que sea de manera constante y que, a la vez, se preserven los ecosistemas. Por lo anterior, gran parte de los países desarrollados, y en menor nivel los países en vías de desarrollo, están inclinándose a la generación de fuentes energéticas renovables a fin de resguardar sus suministros.

Chile ha evidenciado un aumento sostenido de las emisiones de gas, lo cual puede estar vinculado al elevado consumo de combustibles fósiles, sobre todo por los sectores transporte y generación eléctrica (Pastén, 2012).

Asimismo, es relevante dar cuenta que, geográficamente, Chile denota dos importantes características respecto a su territorio, siendo éstas vinculadas a la extensión longitudinal con acceso al mar y la presencia del desierto de Atacama. El mar, otorga una gran fuente energética que se puede aprovechar por medio de las mareas, las olas, las corrientes y los gradientes térmicos (Khaligh & Onar, 2010). A su vez, el desierto de Atacama es considerado como una gran fuente de energía solar, teniendo presente que el norte de Chile denota altos niveles de irradiación debido a su escasa nubosidad y cercanía al trópico. Empero, se han realizado escasos esfuerzos para la expansión del uso de paneles fotovoltaicos y colectores solares; siendo lo anterior consistente con la cuantificación energética realizada, en donde la tasa de consumo total en Chile en el año 2008, fue de 33.2 GW, de los cuales el 71% son combustibles fósiles como petróleo, gas natural y carbón. Asimismo, del total de energía, 64% está asociada a importaciones principalmente de petróleo y carbón (Pastén, 2012).

Por lo anterior, el Comité de Seguridad Energética de Chile, reconoce que un abastecimiento seguro y confiable de energía es primordial para el desarrollo económico y social del país (CNE, 2010).

En el año 2014, la Presidenta de la República Michelle Bachelet da a conocer la “Agenda de Energía”, como una guía para la generación de acciones del Gobierno, a fin de diseñar y efectuar una Política Energética de largo plazo. La Política de Energía plantea un enfoque sistémico del sector energético proyectado al año 2050, el cual concierne a un sector crédulo, sostenible, inclusivo y competitivo (Ministerio de Energía, 2015).

El Centro de Energía de la Universidad de Chile, analizó diversos contextos plausibles para la posibilidad de expansión de una matriz eléctrica para el horizonte 2015-2050 en el escenario del proceso de Energía 2050. Los resultados evidencian que, en casi todos los escenarios analizados donde se consideran medidas relevantes para el desarrollo de eficiencia energética, se podría llevar a cabo una introducción de energía renovable, alcanzándose una matriz de generación con al menos un 70% de energía renovable en el año 2050. Por lo anterior, los análisis evidenciaron de una preferencia ascendente hacia la penetración de energías renovables asociadas a fuentes costo-efectivas, principalmente solar y eólica (Ministerio de energía, 2015).

Asimismo, dicha Política considera la relevancia de determinar el concepto de pobreza energética asociado a la importancia del acceso de la población a una electricidad moderna; aunada al acceso al combustible; y el acondicionamiento térmico de las viviendas para la satisfacción de sus necesidades. En este sentido, el Banco Asiático de Desarrollo define el concepto de pobreza energética como la “privación de contar con alternativas para acceder a servicios energéticos adecuados, asequibles, confiables, de alta calidad, seguros y amigables con el medio ambiente para apoyar el desarrollo humano y económico” (Halff, K. Sovacool, & Rozhon, 2014, citado en Henríquez, 2017).

En vista de lo anterior, el contexto actual del país presentaría que alrededor de 480 mil hogares, 15,7% del total, están insertos en un contexto de vulnerabilidad energética (Cerda & Gonzales, 2017, citado en Henríquez, 2017).

Por lo tanto, la finalidad es progresar a una energía sustentable, amparándose en 4 pilares para llevar a cabo medidas y cursos de acción hasta el año 2050: seguridad y salida de suministro; energía como motor de desarrollo; compatibilidad con el medio ambiente y eficiencia y educación energética (Ministerio de Energía, 2015).

* 1. **Colectores solares**

El sol es una de las fuentes de energía que uno puede acceder de manera gratuita que utilizan los sistemas para impulsar un determinado proceso. La principal ventaja de la energía solar es que es limpia y puede ser abastecida sin contaminar el medio ambiente; evidenciando además, un potencial mayor en comparación a otras energías renovables (Kalogirou, Karellas, Braimakis, Santciu & Badescu, 2016).

Los colectores solares es un concepto usado para especificar una gran cantidad de dispositivos diseñados para aprovechar la energía del sol que se presenta de forma de radiación solar, convirtiéndola en calor. Su funcionamiento consiste en absorber la radiación solar entrante, convirtiéndola en calor y transmitiendo dicho calor a un fluido (generalmente aire, agua, o un fluido de transferencia de calor especial), en donde la energía solar recogida se transporta desde el fluido en circulación a un proceso de calor o a un tanque de energía térmica de almacenamiento, del que se puede obtener para el uso por las noches y/o días nublados (Kalogirou et. al, 2016).

Los sistemas solares térmicos se consideran como una estructura energética renovable de gran uso en la generación de agua caliente en el ámbito sanitario; de modo que se utilizan tanto en la zona urbana como en la rural, evidenciando equipos termosifónicos que son concordantes con las redes hidráulicas de diversas construcciones: vivienda familiar, hospitales, guarderías, etc. La eficiencia de dicho sistema está sujeto a la incidencia de la radiación solar (Iglesias & Morales, 2013).

Durante los últimos diez años, se han generado diversas tecnologías en el área de las energías renovables, considerando una nueva visión tanto política como económica respecto al desarrollo sostenible del mundo. En este sentido, los colectores solares térmicos planos no han sido la excepción, considerando que dicha tecnología es utilizada debido a su bajo costo y una facilidad respecto a su mantenimiento el cual, a la vez, es económico. Los colectores solares térmicos han obtenido una gran importancia tanto en aplicaciones en edificios residenciales, como industriales y comerciales, donde se necesita agua caliente a baja temperatura y para climas cálidos (Colangelo, Favale, Miglietta & Risi, 2015).

La presente tecnología al beneficiarse de nuevos materiales y diseños innovadores, evolucionan hacia sistemas más efectivos que satisfacen las necesidades de diversas aplicaciones, de modo que el costo de instalación de la tecnología va en bajada lo que hace que los aparatos termosolares sean viables en un mercado creciente (Buker & Riffat, 2015).

Los colectores solares de calentamiento de agua denotan ser un concepto eficaz para transformar de la energía solar a la energía térmica. La eficiencia de dicha conversión térmica alcanza hasta el 70% en comparación con la conversión directa de sistemas eléctricos solares que denotan una eficiencia aproximada del 17%. Por lo tanto, los colectores solares de calentamiento de agua evidencian un papel determinante en el uso doméstico como también en el sector industrial debido a su viabilidad de operación. El colector de placa plana es el constituyente esencial de cualquier sistema de calentamiento solar de agua. Dentro de las características de rendimiento térmico depende esencialmente de la transmisión, absorción y conducción de energía solar (Buker & Riffat, 2015).

* 1. **Contexto institucional**
     1. **Ministerio de Desarrollo Social**

El Ministerio de Desarrollo Social, está orientado a colaborar en el diseño y aplicación de políticas, planes y programas asociados al ámbito del desarrollo social, en particular a las iniciativas que tienen como objetivo eliminar la pobreza y otorgar protección social a las personas o grupos que están en situación de vulnerabildiad, impulsando la movilidad y la integración social. A su vez, está a cargo de que se lleve a cabo una coordinación, estabilidad y coherencia de las políticas, planes y programas asociadas al desarrollo social, tanto a nivel nacional como regional; sumado a la evaluación de estudios de preinversión de los proyectos de inversión que necesitan recursos del Estado para determinar su rentabilidad social para que asegure las estrategias y políticas de crecimiento y desarrollo económico y social que se generan para el país (Ministerio de Desarrollo social, s.f).

El ministerio evidencia tres subsecretarías: de Servicios Sociales, de la Niñez y de Evaluación Social. Ésta última tiene la función de diseñar, coordinar y evaluar las políticas sociales del Gobierno, a fin de colaborar en el perfeccionamiento de la focalización asociada al gasto social por medio de la evaluación constante de los programas que lleva a cabo el Estado. Asimismo, la evaluación social tiene por objetivo el gasto eficiente de los recursos, que se transparenten los procesos y favorecer la toma de decisiones en el ámbito de la inversión y así colaborar en el bienestar de la comunidad (Ministerio de Desarrollo social, s.f).

* + 1. **Sistema nacional de inversiones**

Existe una gran importancia por parte de los gobiernos, el administrar la inversión pública debido a tres razones: mantener el control de la totalidad de la inversión a fin de cumplir con metas macroeconómicas, priorizar para otorgar recursos a proyectos y garantizar la calidad de los proyectos que sean financiados. No obstante, hace algunas décadas no existía una disponibilidad de un instrumento de gestión pública que abordara la calidad de la inversión; empero, en la década de los 80’, varios países desarrollaron acciones para mejorar la calidad de la inversión pública, creándose los “bancos de proyectos”, los cuales consistían en sistemas de información que registraban sus proyectos de inversión en diversas etapas de desarrollo, dando cuenta de una planificación y mejor calidad (Candia, Perrotti & Aldunate, 2015).

Sin embargo, existía la necesidad de complementar dichos sistemas con metodologías de preparación, evaluación y gestión de la ejecución de proyectos, dando origen a los Sistemas Nacionales de Inversión Pública en América Latina. Asimismo, se fue incorporando aspectos asociados a la incertidumbre y el riesgo, vinculados a supuestos que están relacionados a una probabilidad de incumpliendo, por lo que el VAN y la TIR, están asociados a dicha distribución de probabilidad (Candia, Perrotti & Aldunate, 2015).

El Sistema Nacional de Inversiones (SNI), es el encargado de normar y llevar a cabo el proceso de inversión pública de Chile, mediante la agrupación de metodologías, normas y procedimientos que dirige la formulación, ejecución y evaluación de las Iniciativa de Inversión (IDI), que se inscriben a fondos públicos. El sistema está constituido por cuatro sub áreas: evaluación ex ante, evaluación ex post, formulación presupuestaria y ejecución presupuestaria (Ministerio de Desarrollo social, s.f).

* + 1. **Ministerio de Energía**

El Ministerio de Energía nace en el año 2010 de manera independiente al Ministerio de Minería; siendo una institución de Gobierno encargado de confeccionar y armonizar, de forma transparente y participativa, los diversos planes, políticas y normas para llevar a cabo el sector energético del país, y así dar cuenta que todos los ciudadanos puedan tener acceso a la energía. Por lo tanto, el sector energético de Chile debe ser diversificada, equilibrada y sustentable que asegure su desarrolle dentro de una sociedad hacia la modernidad (Ministerio de Energía, 2018).

Cabe destacar que desde el presente año, el Ministerio de Energía ha llevado a cabo un proceso participativo por medio de la consulta ciudadana para complementar lo propuesto por el presente gobierno; de modo que, se desarrolló una Ruta Energética en donde se generó un trabajo participativo y descentralizado, considerando las prioridades e inquietudes de las personas respecto a la materia de energía. Por lo anterior, se consideran los siguientes ejes: la modernización del sector energético; acciones que contribuyan a una mejor calidad de vida en la ciudadanía; infraestructura energética para un desarrollo sostenible; el desarrollo del área renovable y confrontar el cambio climático y contaminantes (Ministerio de Energía, 2018).

* 1. **Metodología de formulación y evaluación social de proyectos de provisión de agua caliente sanitaria (ACS) en establecimientos públicos**

Considerando los avances que ha evidenciado Chile en materia de una energía sustentable, es posible dar cuenta que tanto la División de evaluación social de inversiones del Ministerio de Desarrollo Social como la División de acceso y equidad Energética del Ministerio de Energía, en el año 2015, desarrollaron el documento “Metodología de formulación y evaluación social de proyectos de provisión de agua caliente sanitaria (ACS) en establecimientos públicos”, el cual tiene como objetivo otorgar lineamientos para crear y evaluar los proyectos que consideren la provisión de agua caliente sanitaria (ACS) en establecimientos públicos- jardines infantiles, escuelas, internados, centros de protección, residencia del adulto mayor, entre otros- por medio de sistemas de colectores solares (Ministerio de Desarrollo Social y Ministerio de Energía, 2015).

La evaluación económica se llevará a cabo teniendo a la vista los beneficios según los ahorros del costo en energía del sistema actual de ACS del establecimiento, debido a la instalación de Sistemas Solares Térmicos (SST) con diversos Sistemas de Aporte Auxiliar (SAA) (Ministerio de Desarrollo Social & Ministerio de Energía, 2015).

En primera instancia, se desarrolla un diagnóstico de la situación actual, en el cual se identifica y describe el problema que promueve a la postulación del presente proyecto, otorgando antecedentes que lo respalden (estado negativo que afecta a los usuarios), caracterizando el establecimiento público; señalando el sistema de agua caliente sanitaria con que cuenta actualmente el recinto; indicando y cuantificando la demanda por ACS en relación del número de usuarios y ocupación del establecimiento; y por último, se presentarán las alternativas de solución que serán evaluadas, identificando la optimización de la situación actual y posteriormente, configurar las alternativas técnicas para solucionar el déficit y/o conseguir ahorros para dar funcionamiento al sistema actual (Ministerio de Desarrollo Social & Ministerio de Energía, 2015).

En segunda instancia, se desarrollará la evaluación de proyectos, para los casos que el recinto no evidencia un sistema de ACS en la situación actual, o si cuenta, su funcionamiento no es en su totalidad, indagándose los beneficios asociados al mejoramiento en la salud de los usuarios, mejoras en el confort, ahorros de costos de la operación, ahorros de costos de mantención del servicio actual y ahorros de reinversiones para la continuación del sistema actual (Ministerio de Desarrollo Social & Ministerio de Energía, 2015).

Los beneficios cuantificados estarán asociados a los ahorros de consumo de combustible o energía eléctrica del sistema a instalar respecto del sistema actual; en caso de no evidenciar actualmente con un sistema ACS, los ahorros se considerarán en relación a la base de un sistema de calefón a gas “virtual” que podría responder a la demanda. Asimismo, el ahorro de energía debe contabilizarse asumiendo que el sistema actual abastece la demanda total mensual de la institución independiente si esto no esté ocurriendo. Para valorar los beneficios, se utilizarán los precios de mercado de combustibles o energía eléctrica ajustados por factores de corrección para que se evidencien en términos de precios sociales. Esta corrección se basa en descontar todos los impuestos que comprenden el precio de mercado, como IVA e impuestos específicos (Ministerio de Desarrollo Social & Ministerio de Energía, 2015).

A su vez, para calcular los costos de operación y mantención, se debe considerar los costos asociados al sistema energético actual, considerando el costo anual en este ámbito para que el sistema funcione de manera regular y eficiente. Sumado a ello, se deben estimar los costos vinculados al SST y SAA de las alternativas en evaluación. Cabe destacar que los precios de mercado para mano de obra, también deben estar ajustados por factores de corrección para reflejarlos como precios sociales (Ministerio de Desarrollo Social & Ministerio de Energía, 2015).

Es dable indicar que también se deberán estimar los costos de instalar y operar la alternativa considerada de sistema de ACS, en donde estos costos estarán asociados a la inversión, operación, mantención, reinvención y valor residual. Asimismo, para desarrollar los flujos de costos y beneficios, es necesario considerar que el horizonte de evaluación estará vinculado a la vida útil del sistema de colector solar, el cual corresponde a 15 años; sumado a que los indicadores que se considerarán serán el valor actual neto y la tasa de retorno. En el caso que se evalúe más de una alternativa, la que posea mayor VAN positivo será el sistema a implementar; en el caso de que exista sólo una opción, el VAN debe ser mayor a cero. Si no se visualizan alternativas con un VAN mayor a cero, se sugiere que se lleve a cabo la optimización del sistema actual. Sumado a lo anterior, se necesitan las siguientes exigencias: existencia de necesidades energéticas de la institución pública; distancia menor a 50 metros lineales entre la superficie de instalación de colectores solares, la sala en que se ubicará el acumulador solar y SAA y los puntos de consumos; factibilidad técnica y económica de utilizar la superficie asignada para el emplazamiento de colectores solares (Ministerio de Desarrollo Social & Ministerio de Energía, 2015).

Para llevar a cabo el flujo mencionado previamente, se facilita una herramienta de cálculo en planilla Excel, “Planilla de Evaluación Sistemas Solares Térmicos.xls” que posibilita el uso de parámetros técnicos y económicos para constituir las posibilidades de las diversas opciones energéticas y así ejecutar su evaluación técnico económica de forma reducida y aproximada (Ministerio de Desarrollo Social & Ministerio de Energía, 2015).

* 1. **Evaluación social de proyectos**

El bienestar social está ligado a la cantidad de disponibilidad de bienes y servicios- producto o ingreso nacional; a la cantidad relativa de bienes y servicios percibidos por cada uno de los integrantes que componen a la comunidad determinada (asociada a la distribución personal de dicho ingreso del país); de las libertades políticas, del respeto al derecho de propiedad, a instituciones y el desempeño de otros derechos humanos; movilidad social, alianzas; inversión extranjera entre otros factores (Fontaine, 2008).

La evaluación de proyectos, o análisis costo-beneficio, se basa en comparar los costos- ya sea de inversión y de operación –con los beneficios que éste genera, a fin de tomar una decisión acerca de la conveniencia de concretarlo. Es necesario identificarlos, medirlos y valorarlos; determinando así de forma cualitativa los impactos positivos y negativos que conlleva el proyecto. Para medir los beneficios y costos se asocia a la cuantificación en unidades físicas (cuántas toneladas, cuántas maquinarias, etc.); de modo que, valorar los beneficios y costos, se basa en transformar unidades físicas en indicadores económicos por medio de los precios de los bienes producidos y los recursos utilizados. Por lo tanto, cuando la identificación, medición y valoración se desarrolla desde el enfoque de todos los agentes económicos que componen la comunidad nacional, se estará realizará una evaluación social del proyecto (Contreras, 2004).

Por lo anterior, la evaluación social se estima como los beneficios la mayor riqueza para el país vinculada a la mayor disponibilidad de bienes y servicios que se producen con los proyectos- crecimiento económico -, y en relación a los costos, solamente los sacrificios de bienes que el país debe efectuar para alcanzar dichos beneficios. Asimismo, es necesario valorar la incorporación de los consumidores o personas beneficiarias del producto del proyecto en cuestión, y además, a los proveedores de los insumos que se requieren tanto para la inversión como para la operación del proyecto (Contreras, 2004).

La evaluación social o socio económica de proyectos, al comparar los beneficios con los costos de proyectos que comprometen a la sociedad, diagnosticará su verdadero aporte de éstos al aumento de la riqueza del país. Es así como un proyecto de inversión se considerará socialmente rentable cuando el bienestar económico alcanzado con el proyecto, sea superior al bienestar que el país habría evidenciado sin el proyecto. Es decir, cuando el valor presente neto VPN social sea positivo (Contreras, 2004).

Por lo tanto, al evaluación social de proyectos busca medir la real contribución de proyectos en el crecimiento económico de un país, de modo que, dicha información debe ser valorada por los tomadores de decisiones a fin de programar las inversiones de una forma en que éstas tengan un impacto mayor en el producto nacional. Empero, hay que considerar que la evaluación no podrá medir todos los costos y beneficios de los proyectos; por lo tanto, la resolución última está ligada a consideraciones económicas, políticas y sociales. En este contexto, existirán proyectos con altas rentabilidades sociales medidas que desarrollarán otros beneficios que no ha sido posible medir- como la belleza- , por lo que habrán otros que las rentabilidades sociales medidas serán negativas y que también conllevarán costos sociales intangibles. No obstante, hay casos en que los proyectos pueden tener rentabilidades medidas negativas pero que impulsan beneficios sociales intangibles, por lo que en dicho escenario, la evaluación social de proyecto tiene una relevante utilidad, en el sentido de que ésta denota información más atingente para la toma de decisiones. También, es dable indicar que la evaluación social presenta utilidad para el diseño de políticas económicas que inciten o desincentiven la inversión privada (Fontaine, 2008).

Asimismo, la evaluación social debe considerar las externalidades medibles y valorables que el proyecto va a generar; por lo que, los costos y beneficios recaen en terceros, no siendo éstos compensados por los costos/ beneficios que advierten. Lo anterior se podría ejemplificar mediante una externalidad positiva asociada al descongestionamiento del tránsito, al momento de construir un ferrocarril subterráneo. Asimismo, la evaluación social de proyectos debe comprender externalidades no medibles o valorables denominadas intangibles, las cuales están asociadas a la muerta de animales por el funcionamiento de una fábrica determinada, por lo tanto, el costo de uno de ellos a qué valor estaría asociado (Fontaine, 2008).

Es necesario hacer hincapié que a pesar de que el impuesto es un beneficio físico, es un costo desde el punto de vista privado, y por ende, al evaluar para la totalidad de los agentes económicos el impuesto se anula; es decir, es riqueza que sale de un lado para entrar a otro, y no se determina como generación de riqueza. Desde la perspectiva social, el impuesto no corresponde ni a un costo ni a un beneficio, es una transferencia, siendo dicha situación replicada a los préstamos bancarios (Contreras, 2004).

En otro orden de ideas, es necesario precisar que en la evaluación social de proyectos se valoran los precios sociales o sombras- a diferencia de la evaluación privada que están a precios de mercado- con el fin de medir la consecuencia de efectuar un proyecto sobre la economía en su totalidad, debiendo tomar en cuenta la presencia de distorsiones (impuestos, subsidios, monopolios, etc.), efectos indirectos y externalidades que produce el proyecto hacia la bienestar de la sociedad (Contreras, 2004).

Estos precios sociales son contabilizados por instituciones de planificación central, y su cálculo se hace mediante la consideración de los efectos que el proyecto hace en los consumidores demandantes y los productores-oferentes. Asimismo, el organismo anualmente otorga los precios sociales de recursos tales como el capital, las divisas, la mano de obra (desagregada en tres categorías), el tiempo, el combustible y los lubricantes. Por lo tanto, al estimar los recursos de un mercado determinado por medio de los precios sociales, se está tomando en cuenta las consecuencias y el real costo/beneficio del proyecto para la sociedad y todos los agentes económicos que son parte de dicho mercado (Contreras, 2004).

1. **JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

En vista a la información otorgada por la SEREMI de Desarrollo Social y de Energía, desde la publicación de dicho documento (año 2015) hasta la actualidad, no se han recepcionado iniciativas en donde se pueda utilizar la metodología de evaluación social de proyectos propuesta para la instalación de ACS por medio de colectores solares. Tanto la SEREMI de Desarrollo Social como la de Energía han intentado promover la postulación de iniciativas ACS por parte de los municipios; sumado a la realización de cursos de preparación de evaluación social de proyectos. A pesar de estos esfuerzos, se visualiza un escaso nivel de postulaciones.

Considerando lo anterior, existe incertidumbre respecto a la idoneidad de la metodología al momento de su aplicación, dejándose entrever la interrogante de posibles dificultades asociadas a: la construcción teórica; inconvenientes en relación al funcionamiento práctico, como el acceso de información respecto a datos e indicadores; complejidad en el entendimiento; simplicidad en el sentido de no otorgar información suficientemente robusta; dificultades en la difusión de la metodología entre las instituciones públicas; entre otras aristas.

La utilización de una evaluación, y el uso de los resultados y de la información importante proporcionada por ésta, otorga la posibilidad de tomar decisiones en diferentes ámbitos (político, social y educativo), contribuyendo así, en la mejora de los procesos educativos. Por lo tanto, una metodología evaluativa insuficiente con un sistema de evaluación defectuoso en su concepción y en su funcionamiento, podría conllevar a la obtención de una información no válida, y, asimismo, a un inadecuado uso de la información pesquisada, lo que compromete a impactos negativos de la evaluación (Dopico, 2003).

Asimismo, cabe destacar que se visualizan problemas socio-políticos respecto a las evaluaciones, toda vez que deben enfrentarse a dificultades a diferentes grupos y organizaciones involucradas en donde se necesita la cooperación de distintos actores, credibilidad y comunicación interna; garantía y certidumbre de los datos; y protocolos a seguir de la propia metodología (Dopico, 2003).

Aunado a lo anterior, se visualizan dificultades en el ámbito técnico asociados a los objetivos y variables que son incluidas en la evaluación, por lo que, es relevante el proceso de revisión del diseño de la evaluación y comprobar las variables asociadas, con el fin de hallar condiciones de pertinencia, propósito y la relevancia de la evaluación; sumado a comprobar la flexibilidad del diseño para sumar nuevas variables mientras perdura el estudio evaluativo (Dopico, 2003).

Es necesario precisar acerca de la importancia del funcionamiento de un sistema de aguas calientes en instituciones públicas; de modo que, en la presente investigación se considerará a dos establecimientos educacionales para implementar la metodología en cuestión y así llevar a cabo un análisis de la misma. Lo anterior, podrá contribuir en determinar si dicha metodología da respuesta eficiente para mejorar las condiciones de vida en el área escolar en las que están expuestos los alumnos de las instituciones escolares, teniendo presente que existen diversas enfermedades asociadas a las condiciones inadecuadas del suministro de agua; de modo que, el saneamiento y la higiene evidencian desafíos para los países en vías de desarrollo. En este sentido, hay estimaciones asociadas a que una gran parte de la población con enfermedades diarreicas son provocadas por el suministro de agua no apta para la ingesta y por ausencia de saneamiento e higiene (OMS, 2004, citado en OMS, 2010).

Asimismo, es dable indicar que existen diversos establecimientos que cuentan instalaciones inadecuadas tanto en calidad como en cantidad; por lo tanto, cuando las instituciones presentan desfavorables condiciones de agua, saneamiento e higiene y con intensos contactos interpersonales, se conforman ambientes de riesgo para los alumnos y el personal, exponiendo a los niños, niñas y adolescentes a posibles riesgos de salud ambiental (OMS, 2010).

Por lo mencionado previamente, es dable indicar acerca de la importancia de la implementación de colectores solares en instituciones públicas – en este caso en particular, en establecimientos educacionales – toda vez que mejorarían la calidad de vida de alumnos y alumnas insertos en dicho contexto escolar, considerando además, que lo anterior contribuirá en su bienestar en contexto de aseo personal, cuando se realicen actividades físicas en condiciones adversas de climas asociadas a bajas temperaturas.

Lo anterior, podrá contribuir en el progreso del uso e implementación de energías renovables en el país, estando alineado con la política energética expuesta en la presente investigación, toda vez que la presente investigación podrá contribuir y fomentar el uso de energías no convencionales, dando un impulso para la masificación de dichos sistemas a otras instituciones públicas en el país, a fin de optar con un fuente de energías renovables; considerando el impacto y beneficio medio ambiental y social que conlleva la marcha de dichos sistemas en establecimientos que no dan cuenta de un funcionamiento de aguas calientes, colaborando así en la calidad de vida integral de una población determinada.

1. **OBJETIVOS**

**3.1. Objetivo general**

Analizar las fortalezas y debilidades de la metodología de formulación y evaluación social de proyectos de provisión de agua caliente sanitaria (ACS) en establecimientos públicos, desarrolladas por el Ministerio de Desarrollo Social (División de evaluación social de inversiones) y el Ministerio de Energía (División de acceso y equidad energética); a partir de un estudio de validación respecto a su uso, aplicación y determinación de los flujos de beneficios y costos sociales en dos establecimientos educacionales.

**3.2. Objetivos específicos**

1. Determinar la validación de la metodología de formulación y evaluación social de proyectos de provisión de agua caliente sanitaria (ACS), en relación a su uso y aplicación en dos establecimientos educacionales.

2. Validar la metodología de formulación y evaluación social de proyectos de provisión de agua caliente sanitaria (ACS), respecto a la imparcialidad de su implementación en dos establecimientos educacionales.

3. Elaborar una versión mejorada de la metodología de formulación y evaluación social de proyectos de provisión de agua caliente sanitaria (ACS), considerando los análisis llevados a cabo respecto a la usabilidad, aplicabilidad e imparcialidad de ésta.

4. Comparar las versiones inicial y mejorada de la metodología de formulación y evaluación social de proyectos de provisión de agua caliente sanitaria (ACS) en virtud de su determinación de los flujos de beneficios y costos sociales.

1. **DISEÑO METODOLÓGICO PRELIMINAR**

La unidad de análisis que se utilizará en la presente investigación, será la metodología de formulación y evaluación social de proyectos de provisión de agua caliente sanitaria (ACS) en instituciones públicas, considerando la importancia e impacto social que ésta puede evidenciar al ser aplicada en una comunidad determinada.

Asimismo, el plan de análisis que se empleará en la presente investigación, consistirá en analizar la viabilidad de la metodología mencionada, a partir de los enfoques propuestos por los autores Contreras y Fontaine, a cargo de desarrollar lineamientos respecto a la implementación de una evaluación social de proyectos; a fin de determinar las fortalezas y debilidades respecto a la metodología desarrollada por el Ministerio de Desarrollo Social y Ministerio de Energía, realizándose así, una mejora de ésta.

La presente investigación dará cuenta de un enfoque mixto -cuantitativo y cualitativo- de tipo exploratorio. Es así, como en primera instancia, se utilizará como técnica de recolección de información, una revisión bibliográfica primaria y secundaria, a fin de obtener información y llevar a cabo un análisis en relación a las debilidades y fortalezas del uso metodología mencionada, asociadas a su uso y aplicación.

En segunda instancia, se recolectarán datos e indicadores necesarios de un establecimiento educacional (A) y establecimiento educacional (B), por medio de la coordinación con dichas instituciones u otra entidad que tenga disponibilidad de éstos. En este sentido, se tiene acceso a los siguientes datos:

**Establecimiento (A): Colegio Marco Goycolea, Colina.**

**Tabla Nº1**

|  |  |
| --- | --- |
| Número de matrícula enseñanza básica (alumnos) | 528 |
| Número de matrícula enseñanza media (alumnos) | 0 |
| Número de matrícula total (alumnos) | 528 |
| Número de cursos de enseñanza básica | 21 |
| Número de cursos de enseñanza media | 0 |
| Número de cursos totales | 21 |
| Número de alumnos promedio por curso | 25 |

Fuente: CAYSA, 2017.

**Tabla Nº2**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Días de educación física** | **Cantidad de cursos** | **Consumo diario (litros al día)** |
| Lunes | 6 | 4,526 |
| Martes | 8 | 6,034 |
| Miércoles | 8 | 6,034 |
| Jueves | 7 | 5,280 |
| Viernes | 16 | 12,069 |

Fuente: CAYSA, 2017.

**Tabla Nº3**

|  |  |
| --- | --- |
| Total litros a la semana | 33,943 |
| Demanda ACS promedio diaria (litros) | 4,849 |
| Demanda ACS máxima semanal (litros) | 4,526 |
| Demanda ACS diaria representativa (litros) | 4,687 |

Fuente: CAYSA, 2017.

**Tabla Nº4**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Descripción** | **Cantidad** | **Valor unitario neto** | **Valor total neto** |
| Boiler vertical, un serpentín  3000 litros vitrificado | 2 | $5.537.700 | $9.229.500 |
| Colector solar térmico  Selectivo | 27 | $261.250 | $7.053.750 |
| Sistema de bombeo y  Comando | 2 | $750.000 | $1.500.000 |
| Materiales de instalación | 1 | $2.700.000 | $2.700.000 |
| Mano de obra | 1 | $2.202.000 | $2.202.000 |
| Memoria de cálculo  Estructural | 1 | $700.000 | $700.000 |
|  |  | Total neto | $23.385.250 |
|  |  | IVA | $4.443.198 |
|  |  | Total bruto | $27.828.446 |

Fuente: CAYSA, 2017.

**Establecimiento (B): Colegio Pablo Neruda, Colina.**

**Tabla Nº5**

|  |  |
| --- | --- |
| Número de matrícula enseñanza básica (alumnos) | 495 |
| Número de matrícula enseñanza media (alumnos) | 0 |
| Número de matrícula total (alumnos) | 495 |
| Número de cursos de enseñanza básica | 16 |
| Número de cursos de enseñanza media | 0 |
| Número de cursos totales | 16 |
| Número de alumnos promedio por curso | 31 |

Fuente: CAYSA, 2017.

**Tabla Nº6**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Días de educación física** | **Cantidad de cursos** | **Consumo diario (litros al día)** |
| Lunes | 4 | 3,713 |
| Martes | 8 | 7,425 |
| Miércoles | 12 | 11,138 |
| Jueves | 4 | 3,713 |
| Viernes | 4 | 3,713 |

Fuente: CAYSA, 2017.

**Tabla Nº7**

|  |  |
| --- | --- |
| Total litros a la semana | 29,700 |
| Demanda ACS promedio diaria (litros) | 4,243 |
| Demanda ACS máxima semanal (litros) | 3,713 |
| Demanda ACS diaria representativa (litros) | 3,978 |

Fuente: CAYSA, 2017.

**Tabla Nº8**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Descripción | Cantidad | Valor unitario neto | Valor total neto |
| Boiler vertical, un  serpentín 1000 litros vitrificado | 3 | $1.845.900 | $5.537.700 |
| Colector solar térmico  selectivo | 20 | $261.250 | $5.225.000 |
| Sistema de bombeo y  comando | 3 | $750.000 | $2.250.000 |
| Materiales de  instalación | 2 | $890.000 | $1.780.000 |
| Mano de obra | 2 | $530.000 | $1.060.000 |
| Memoria de cálculo  estructural | 1 | $350.000 | $350.000 |
|  |  | Total neto | $16.202.700 |
|  |  | IVA | $3.078.513 |
|  |  | Total bruto | $19.281.213 |

Fuente: CAYSA, 2017.

Posteriormente, con los datos obtenidos, se llevará a cabo un análisis de flujos de beneficios y costos sociales para cada establecimiento educacional, con la implementación de la metodología de formulación y evaluación social de proyectos de provisión de agua caliente sanitaria (ACS).

Luego, se desarrollará un análisis respecto a las debilidades y dificultades que presentó la aplicación de dicha metodología, considerando los lineamientos expuestos por Contreras y Fontaine. Consiguientemente, se realizará una aplicación de la metodología mejorada a las instituciones escolares presentadas, mediante el análisis de flujos de beneficios y costos sociales respectivos. Por último, se llevará a cabo una comparación entre ambas metodologías- versión inicial y versión final mejorada- en cuanto a los flujos obtenidos en éstas.

1. **BIBLIOGRAFÍA**

Buker, M. Riffat, S. (2015). Building integrated solar thermal collectors. Renewable and sustainable energy reviews. Volumen 51. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032115005791>

Candia, J. Perrotti, D. Aldunate, E. (2015). Evaluación social de proyectos. Un resumen de las principales metodologías oficiales utilizadas en América Latina y el Caribe. Cepal. Recuperado de: <https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37954/S1500291_es.pdf;jsessionid=D9F1A28EDB56D3BAC230B47BC372DCF6?sequence=1>

Caysa. (2017). Dimensionamiento sistema solar térmico STT. SST para aporte de agua caliente sanitaria. Colegio Pablo Neruda.

Caysa. (2017). Dimensionamiento sistema solar térmico STT. SST para aporte de agua caliente sanitaria. Colegio Marco Goycolea.

CNE (2010). Ministro Raineri forma comité de seguridad energética. Comisión Nacional de Energía. Recuperado de: http://www.cne.cl/ noticias/otros/301-ministro-raineri-forma-comite-de-seguridadenergetica.

Colangelo, G. (2016). Innovation in flat solar termal collectors: A review of the last ten years experimental results. Renewable and sustainable energy reviews. Volumen 57. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032115015257>

Contreras, E. (2004). Evaluación social de inversiones públicas: enfoques alternativos y su aplicabilidad para Latinoamérica. Cepal. Santiago, Chile. Recuperado de: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5603/S0410804.pdf?sequence=1

Dopico, I (2003). Metaevaluación: ¿Por qué y para qué?. Universidad de la Habana de Cuba. Recuperado de: http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/prevemi/metaevaluacion.pdf

Fontaine, E. (2008). Evaluación social de proyectos. Pearson. Recuperado de: <http://www.economicas.unsa.edu.ar/iie/Archivos/Fontaine.pdf>

Henríquez, A. (2017). Pobreza energética: una propuesta exploratoria en Chile. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Universidad de Chile. Recuperado de: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/150525/Pobreza%20energ%C3%A9tica-Una-exploratoria-para-Chile.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Iglesias, J. Morales, J. (2013). Dimensionado de un sistema térmico solar mediante simulación y su validación energética. Ingeniería Energética. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/3291/329127756006.pdf>

IPCC (2007). Climate change 2007: Synthesis report. Intergovernmental Panel on Climate Change. Recuperado de: <https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_full_report.pdf>

Kalogirou, S. et al. (2016). Exergy analysis of solar termal collectors and processes. Progress in energy and combustion science. Volumen 56. Recuperado de: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360128515300332

Khaligh, A. Onar, O. (2010). Energy harvesting: solar, wind, and ocean energy conversion systems. CRC Press, Boca Raton, Florida.

Ministerio de Desarrollo Social. (s.f). Descripción del sistema nacional de inversiones. Recuperado de: <http://sni.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/quienes-somos/descripcion-del-sni/>

Ministerio de Desarrollo Social. (s.f). Nuestra misión. Recuperado de: <http://www.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/>

Ministerio de Energía. (2015). Energía 2050. Política Energética de Chile. Recuperado de: <http://www.energia.gob.cl/sites/default/files/energia_2050_-_politica_energetica_de_chile.pdf>

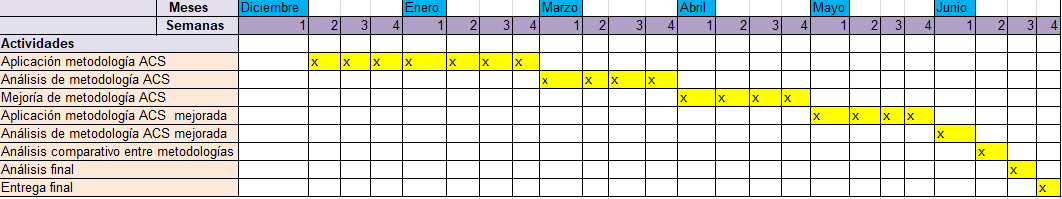
Ministerio de Energía. (2018). Sobre el ministerio. Recuperado de: <http://www.energia.gob.cl/sobre-el-ministerio/ministerio>

Ministerio de Energía. Ministerio de Desarrollo Social. (2015). Metodología de formulación y evaluación social de proyectos de provisión de agua caliente sanitaria (ACS) en establecimientos públicos.

OMS. (2010). Normas sobre agua, saneamiento e higiene para escuelas en contextos de escasos recursos. Organización mundial de la salud. Recuperado de: <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44349/9789243547794_spa.pdf;jsessionid=667D279738CB371ACD1FFF7CDA40B666?sequence=1>

Pastén, C. (2012). Chile, energía y desarrollo. Obras y Proyectos 11, 28-39. Recuperado de: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/oyp/n11/art03.pdf>

1. **CRONOGRAMA**

****