

## CONTRATO

ESTE CONTRATO (el "Contrato") se celebra en la ciudad de Montevideo, a los once días del mes de setiembre del año dos mil ocho, entre, POR UNA PARTE: El **Ministerio de Industria, Energía y Minería** (el "Contratante") representado en este acto por el Director Nacional de Energía y Tecnología Nuclear, Dr. Ramón Méndez, con domicilio en la calle Mercedes 1041, de esta ciudad, Y POR OTRA PARTE: La **Universidad de la República – Facultad de Ingeniería** (el "Consultor") representada por el Rector, Dr. Rodrigo Arocena, y el Decano de la Facultad de Ingeniería, Dr. Ing. Ismael Piedra-Cueva, con domicilio en Julio Herrera y Reissig 565, de esta ciudad,

CONSIDERANDO QUE el Contratante tiene interés en que el Consultor preste los servicios que se señalan a continuación, y

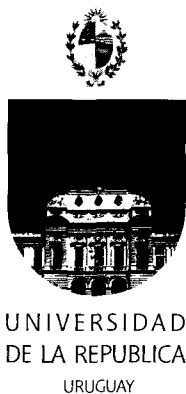
CONSIDERANDO QUE el Consultor está dispuesto a prestar dichos servicios,

POR LO TANTO, LAS PARTES convienen en lo siguiente:

1. **Servicios**
  - (i) El Consultor prestará los servicios (los "Servicios") que se especifican en el Anexo A, "Términos de Referencia", que forma parte integral de este Contrato.
  - (ii) El Consultor encomendará la prestación de los Servicios al personal que se enumera en el Anexo B, "Personal del Consultor".
  - (iii) El Consultor presentará los informes al Contratante en la forma y dentro de los plazos indicados en el Anexo C "Obligación del consultor a presentar informes".
2. **Plazo**

El Consultor realizará la *Evaluación del potencial solar térmico en Uruguay y análisis de la factibilidad de su utilización* en los términos y condiciones de este contrato.
3. **Pagos**
  - A. Monto a pagar

El Contratante pagará al consultor la suma total de U\$S 64.500 (dólares estadounidenses sesenta y cuatro mil quinientos) por los servicios de *Consultoría* de acuerdo a la Propuesta Técnica y Financiera presentada y acordada, por los



Servicios prestados conforme a lo indicado en los Anexos A y B. Dicha suma ha sido establecida en el entendido de que incluye todos los costos y utilidades para el Consultor, así como cualquier obligación tributaria a que éste pudiera estar sujeto. En caso de corresponder se le aplicarán las retenciones legales a que pudiera estar sujeto.

B. Calendario de pagos

i) El calendario de pagos para el servicio de *Consultoría* contratado es el siguiente<sup>1</sup>:

[10%] contra recibo por el Contratante de una copia de este Contrato firmada por el Consultor.

[25%] contra recibo por el Contratante del informe correspondiente a la finalización del Hito 1.

[20%] contra recibo por el Contratante del informe correspondiente a la finalización del Hito 2.

[20%] contra recibo por el Contratante del informe correspondiente a la finalización del Hito 3.

[15%] contra recibo por el Contratante del informe correspondiente a la finalización del Hito 4.

[10%] contra recibo por el Contratante del informe correspondiente a la finalización del Hito 5.

[100%] Total **US\$ 64.500.**

---

<sup>1</sup> Modificar el calendario a fin de indicar los elementos que se describen en el Anexo C.



C. Condiciones de pago

Sin perjuicio del efectivo cumplimiento por parte del Consultor en entregar al contratante los informes a que refiere el literal que precede, todos los importes que en el se mencionan se harán efectivos dentro de los 15 días de presentada la factura y se efectuarán en dólares americanos.

4. **Administración del proyecto**

A. Coordinador

El Contratante designa al Ing. Alfonso Blanco como Coordinador del Contratante, quien será responsable de la coordinación de las actividades contempladas en este Contrato, la aceptación y aprobación por parte del Contratante de los informes u otros elementos que deban proporcionarse, y la recepción y aprobación de las facturas para cursar los pagos.

B. Informes

Los informes enumerados en el Anexo C, "Obligación del Consultor de presentar informes", deberán ser presentados durante el desarrollo de las actividades asignadas, y constituirán la base para los pagos que deberán efectuarse conforme a lo indicado en el párrafo 3.

5. **Calidad de los Servicios**

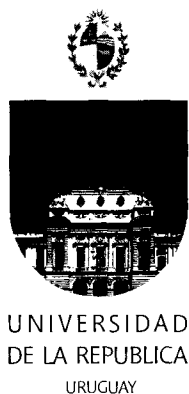
El Consultor se compromete a prestar los Servicios de acuerdo con las normas más elevadas de competencia e integridad ética y profesional. El Consultor deberá reemplazar sin demora a cualquier empleado que haya sido asignado a un trabajo en virtud de este Contrato cuyo desempeño sea considerado insatisfactorio por el Contratante.

6. **Confidencialidad**

Durante la vigencia de este Contrato y dentro de los dos años siguientes a su término, el Consultor no podrá revelar ninguna información confidencial o de propiedad del Contratante relacionada con los Servicios, este Contrato o las actividades u operaciones del Contratante sin el consentimiento previo por escrito de este último.

7. **Propiedad de los materiales**

Todos los estudios, informes, gráficos, programas de computación u otros materiales preparados por el Consultor para el Contratante en virtud de este Contrato serán de propiedad del Contratante. El Consultor podrá conservar una copia de dichos documentos y



programas de computación.

**8. Prohibición al Consultor de participar en ciertas actividades**

El Consultor conviene en que, tanto durante la vigencia de este Contrato como después de su terminación, ni el Consultor ni ninguna entidad afiliada a éste podrá suministrar bienes, construir obras o prestar servicios (distintos de los Servicios y de cualquier continuación de los mismos) para cualquier proyecto que se derive de los Servicios o esté estrechamente relacionado con ellos.

**9. Responsabilidad del consultor**

El Consultor se compromete a cumplir todas las normas tributarias, laborales y de la seguridad social con relación al personal que afecte al cumplimiento de su labor, siendo de su exclusivo cargo y responsabilidad la erogación que deba efectuar al respecto, por lo que exonera expresamente al Contratante frente a cualquier reclamo del que fuera objeto.

**10. Cesión**

El Consultor no podrá ceder este Contrato o subcontratar ninguna parte del mismo, sin el consentimiento previo por escrito del Contratante.

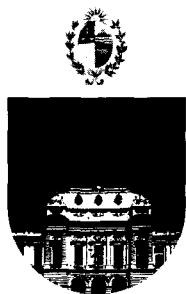
**11. Solución de controversias**

Toda controversia que surja de este Contrato y que las partes no puedan solucionar en forma amigable será resuelta conforme a las normas de la República Oriental del Uruguay y por los Tribunales del Poder Judicial.

**12. Domicilios y notificaciones**

Las partes constituyen domicilio a todos los efectos a que diera lugar este contrato en los denunciados como suyos en la comparecencia, los que se tendrán como válidos hasta que no fueran modificados expresamente.

Las partes acuerdan la plena validez de las notificaciones y comunicaciones cursadas por telegrama colacionado u otro medio auténtico en los domicilios constituidos en la cláusula precedente.



UNIVERSIDAD  
DE LA REPUBLICA  
URUGUAY

Para constancia se firman dos ejemplares de un mismo tenor en el lugar y fecha arriba indicados.

**POR EL CONSULTOR**

**Dr. Rodrigo Arocena**  
**Rector**  
**UdelaR**

**Dr. Ing. Ismael Piedra-Cueva**  
**Decano**  
**Facultad de Ingeniería**

**POR EL CONTRATANTE**

**Dr. Ramón Méndez**  
**Director Nacional de**  
**Energía y Tecnología Nuclear**  
**MIEM**

## **Anexos**

- Anexo A: Términos de referencia
- Anexo B: Propuesta de Trabajo y Financiera
- Anexo C: Obligación del consultor a presentar informes

## **ANEXO A**

### **Términos de Referencia Evaluación del Potencial Solar Térmico en Uruguay**

El Gobierno de Uruguay a través del Ministerio de Industria, Energía y Minería ha firmado con el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) y el Banco Mundial un contrato de donación para ejecutar el Proyecto de Eficiencia Energética – Uruguay.

El Proyecto de Eficiencia Energética fue lanzado en setiembre de 2005 dentro del marco del contrato de donación y se estima su finalización en el año 2010. La Unidad de Gestión del Proyecto (en adelante UGP), es la encargada de la ejecución y gerenciamiento del proyecto operando en el ámbito de la Dirección Nacional de Energía del MIEM. Los objetivos y características del Proyecto se presentan en ANEXO 2.

#### **A - Objetivo**

El objetivo de los servicios a ser contratados es:

- i) Evaluar el potencial solar térmico en el país e identificar tecnologías viables para su utilización.
- ii) Fortalecer a nivel nacional el conocimiento tecnológico relacionado con el aprovechamiento de la energía solar térmica.

#### **B - Perfil del Consultor**

Los Consultores deberán ser Universidades, centros de investigación o firmas que posean experiencia en la investigación y el desarrollo asociados a la energía solar y su aprovechamiento térmico.

#### **C - Alcance de los trabajos**

Los trabajos abarcarán las actividades destinadas a aprovechar el potencial solar térmico, incluyendo su medición y evaluación, la identificación de las tecnologías aplicables y el análisis de su viabilidad técnica y económica.

El alcance de los trabajos del Consultor abarca:

- 1) Estrategia para la evaluación del potencial solar térmico: El consultor deberá elaborar una estrategia para la evaluación del potencial solar térmico en todo el país, incluyendo los modelos matemáticos u otras herramientas a desarrollar o utilizar, los programas para recolectar y organizar las secuencias históricas de las variables climáticas y otras a considerar, la determinación de las mediciones de radiación solar adicionales necesarias para validación, considerando la información ya disponible, y los sistemas de medición que pudieran ser requeridos, incluyendo las instalaciones de medición existentes en el país.
- 2) Recolección y procesamiento de la información histórica y de las nuevas mediciones: El consultor deberá relevar, recolectar y organizar la información histórica disponible requerida para la evaluación del potencial solar térmico y la resultante del sistema de medición que se haya implementado. El programa de procesamiento de la información disponible y la resultante de las nuevas mediciones no deberá exceder los dos años.
- 3) Evaluación del potencial solar térmico: En base a las mediciones realizadas y a las series históricas que se dispongan, se deberán caracterizar los potenciales energéticos disponibles en el territorio nacional. Se deberán proporcionar mapas que especifiquen el potencial estimado que permitan identificar estacionalidades y evoluciones temporales. Se deberá especificar los resultados en términos de potencia y de energía.
- 4) Análisis de tecnologías: Se deberá realizar un relevamiento de las tecnologías disponibles en el mundo orientadas a aprovechar el potencial solar térmico. El análisis deberá estudiar su aplicabilidad en nuestro país.
- 5) Viabilidad: Se estudiará la viabilidad del uso de la energía solar térmica para distintos sectores de actividad económica: Industrial, Servicios, Agroindustrial, Residencial, identificando los sectores y las aplicaciones que presenten particular interés, como por ejemplo actividades específicas en el sector industrial intensivas en el uso de energía térmica.
- 6) Factibilidad: Se analizará la factibilidad de utilizar aplicaciones para el aprovechamiento de la energía térmica para aquellos casos que su uso resulte viable, comparado con el uso de otras alternativas energéticas

El consultor deberá especificar los instrumentos con los cuales cuenta para cumplir con los términos del presente contrato y cuales sería necesario incorporar, detallando su costo de alquiler o adquisición, Asimismo, el costo de la información que sea necesario adquirir.



## **D - Informes**

El Consultor deberá proporcionar:

Un plan de trabajos detallado, incluyendo la estrategia detallada prevista para alcanzar los objetivos del contrato, el que deberá ser presentado a los 30 días de firmado el contrato.

Un informe de avance mensual.

Un informe sobre la evaluación del potencial solar térmico en Uruguay.

Un informe sobre la viabilidad de la utilización de la energía solar térmica en los sectores de interés.

Un informe sobre la evaluación, selección y factibilidad de las tecnologías aplicables.

Todo el material desarrollado será propiedad del Contratante y el Contratante podrá difundirlo públicamente.

## **E - Duración del contrato**

La duración prevista para las tareas es de 2 años contados a partir de la firma del contrato.

## **H - Selección**

La selección y contratación del consultor se hará en aplicación de las directivas para prestatarios del Banco Mundial en cuanto a Consultores, de acuerdo al método de selección Basado en Calificación de Consultores.

## ***ANEXO 1***

La Unidad de Gerenciamiento del Proyecto proporcionará al consultor la siguiente información, para el buen cumplimiento de su actividad.

- Project Appraisal Document. April 19, 2004. Proyecto de Eficiencia Energética – Uruguay. Banco Mundial.
- Manual de Operaciones del Proyecto de Eficiencia Energética.
- Información publicada en sitio web del Proyecto de Eficiencia Energética.

## ***ANEXO 2 - Antecedentes***

El objetivo del Proyecto de Eficiencia Energética es aumentar la demanda y la oferta de bienes y productos de eficiencia energética, contribuyendo a: a) mejorar la eficiencia del uso de la energía; b) reducir la dependencia de la economía uruguaya de la electricidad y los combustibles importados; y c) reducir las emisiones del sector energético.

El Proyecto apoya la estrategia del Gobierno uruguayo de aumentar la competencia, estimular la participación del sector privado, diversificar las fuentes de energía, proteger el medio ambiente, soportar programas y tecnologías que promuevan los usos eficientes de la energía y facilitar el acceso de los hogares rurales aislados de menos recursos a fuentes de energía moderna que permita satisfacer sus necesidades básicas.

Específicamente el Proyecto está destinado a:

- Promover la eficiencia energética y la protección del medio ambiente corrigiendo fallas de mercado y aumentando la capacidad institucional;
- Aumentar la eficiencia de la economía reduciendo la intensidad energética;
- Reducir la exposición de la economía a los choques externos reduciendo su dependencia de los combustibles y la electricidad importados;
- Estimular la participación del sector privado apoyando a las Empresas de Servicios Energéticos (ESCOs); y
- Apoyar la integración de la eficiencia energética como un elemento del marco regulatorio del sector energético.
- Difundir conocimientos sobre la utilización eficiente de recursos e impulsar cambios a nivel de la conducta en el uso de recursos.

Una de las principales barreras para el uso eficiente de la energía es el conocimiento limitado por parte de los diferentes actores sobre el beneficio económico y medioambiental del uso eficiente de la energía y la utilización de tecnologías aplicadas a la utilización de energías renovables .

Para el Proyecto de Eficiencia Energética se definieron los siguientes componentes y sub-componentes:

### **Componente 1. Desarrollo del Mercado de Eficiencia Energética**

1.a. Fortalecimiento del Mercado: Actividades destinadas a estimular las inversiones en eficiencia energética mediante el fortalecimiento de la infraestructura del mercado: i)

políticas y regulaciones; ii) programas de capacitación y concientización; iii) un programa de etiquetado y estándares; iv) instrumentos contractuales estándar para apoyar proyectos ESCO.

1.b. Fondo Uruguayo de Eficiencia Energética (FUEE): Tiene por objetivo el financiamiento de proyectos de eficiencia energética.

#### Componente 2: Unidad de Servicios de Eficiencia Energética de UTE

2.a. Establecimiento de la UTE-USEE. Establecimiento de la Unidad de Servicios Energéticos de UTE.

2.b. Gerenciamiento de la Demanda e Inversiones en Eficiencia Energética a cargo de UTE-USEE. Las actividades abarcarán: i) suministro de equipamiento eficiente; ii) alumbrado público eficiente; iii) reducción de pérdidas no técnicas,

3.c. Sistemas fotovoltaicos. Suministro de sistemas fotovoltaicos a clientes rurales de bajos ingresos.

#### Componente 3: Gerenciamiento del Proyecto

Este componente involucra las líneas de acción referente al gerenciamiento del proyecto.

#### **B - Programas del Proyecto de Eficiencia Energética**

El Proyecto de Eficiencia Energética implementará los siguientes programas de trabajo para el cumplimiento de los objetivos específicos.

##### Programa de EE en el Sector Público

El Programa de Eficiencia Energética en el Sector Público consiste en promover el uso eficiente de la energía en el sector público.

Algunos de las acciones específicas para lograr dicho objetivo son:

- Planificación de EE en edificios.
- Alumbrado público eficiente.
- Modificación de los Procedimientos de adquisiciones.

- Promoción de Proyectos de Eficiencia Energética.
- Formación del personal de dependencias públicas en Eficiencia Energética.
- Divulgación de prácticas de uso eficiente de la energía.

#### Programa de EE en el Sector Privado

El Programa de Eficiencia Energética en el sector privado se propone generar un mercado de valoración de la Eficiencia Energética a nivel de los usuarios industriales y comerciales mediante la implementación de instrumentos destinados a promover el uso eficiente de la energía en el sector residencial, comercial e industrial.

Algunos de las acciones específicas planificadas para lograr dicho objetivo son:

- Identificación de sectores relevantes y estudios de “Benchmarking”
- Promoción y Generación de Proyectos de Eficiencia Energética en el sector privado.
- Divulgación del programa y capacitación a los distintos actores (residenciales, empresas)
- Difusión y promoción de aplicaciones eficientes.
- Premio nacional de Eficiencia Energética.
- Cogeneración y Gestión Demanda.
- Reglamentación de Eficiencia Energética en aplicaciones específicas.

#### Programa de Normas y Etiquetas en Eficiencia Energética

El objetivo del Programa de Normas y Etiquetas de Eficiencia Energética es generar un mercado de valoración de la Eficiencia Energética a nivel de los usuarios mediante la implementación de un sistema de etiquetas de Eficiencia Energética para aquellos productos, equipos o instalaciones utilizados por consumidores residenciales, comerciales e industriales.

El Programa contempla el etiquetado de electrodomésticos, lámparas para iluminación, gasodomésticos y edificaciones.

Las Etiquetas de Eficiencia Energética son etiquetas informativas adheridas a los productos que indican el consumo de energía del mismo (generalmente en la forma de uso de la energía, eficiencia y/o costos de la energía) para proporcionar a los consumidores la información necesaria para la decisión de compra y para el uso eficiente de los mismos.

Las acciones del Programa de Normas y Etiquetas de Eficiencia Energética son:

- Diseño, reglamentación e implementación de programa.
- Normalización Técnica.
- Difusión y Comunicación del Programa de Normalización y Etiquetado.

#### Programa de Desarrollo y promoción de ESCOs

El Programa de desarrollo y promoción de Empresas de Servicios Energéticos (ESCOs) consiste en desarrollar el mercado de ESCOs y contribuir al fortalecimiento de las mismas generando las condiciones necesarias para la ejecución de proyectos destinados al uso más eficiente de los recursos energéticos bajo el esquema de Contratos de Desempeño entre empresas de Servicios Energéticos y los consumidores de energía. Algunos de estos proyectos contarán con el respaldo de mecanismos financieros: Fondo Uruguayo de Eficiencia Energética.

En términos generales las Empresas de Servicios Energéticos (ESCOs), son empresas que ofrecen sus servicios para el desarrollo de proyectos de ahorro de energía y aprovechamiento de energías renovables sin inversión por parte de los usuarios de energía, al integrar las capacidades técnicas características de una empresa consultora, el capital necesario para realizar las inversiones y el apoyo legal necesario. Este esquema permite trasladar la mayor parte de los riesgos asociados al proyecto del usuario de energía a la ESCO.

Una vez que una ESCO identifica un potencial rentable de ahorro o generación en las instalaciones de un usuario de energía, puede realizar la inversión necesaria, con su propio capital o utilizando líneas de crédito a las que accede el usuario, obteniendo la recuperación de la inversión con una parte de los ahorros económicos generados, garantizando asimismo ahorros al usuario desde el principio mismo de operación del proyecto. Este esquema permite que los usuarios de energía continúen enfocando sus recursos a su actividad productiva principal, mientras que la ESCO se encarga de la modernización, mediante la integración de proyectos con ahorros energéticos y económicos garantizados. La figura central para el desarrollo de estos proyectos es el Contrato de Desempeño, que especifica las condiciones en las que se desarrollará el proyecto, con el objetivo de brindar certidumbre a ambas partes

De manera muy general, y para efectos de comprender los flujos de dinero que tienen lugar en un proyecto de estas características, se puede dividir el proceso de un proyecto ESCO en tres etapas:

a).- Antes de la realización del proyecto. Aún no se han realizado inversiones y, por lo tanto, no se ha aprovechado el potencial de ahorros energéticos y económicos.

b).- Duración del contrato. Una vez realizado el proyecto, y durante un tiempo menor a la vida útil del mismo, los ahorros son compartidos entre el usuario y la ESCO, para la recuperación de su inversión. Los equipos son propiedad de la ESCO o del usuario y, la operación y mantenimiento puede ser realizada por la ESCO o el usuario.

c).- Vida útil después del período de contrato. Si los equipos fueran de la ESCO, éstos pasan a la propiedad del usuario de energía (contrato de compra-venta con un precio nulo) y todos los ahorros generados son en beneficio del usuario de energía, quien se responsabiliza de la operación y mantenimiento; ya no existe relación contractual.

Actividades principales relacionadas al Programa de Desarrollo y Promoción de ESCOs:

Definir público objetivo, se definirá el público objetivo para divulgar y brindar la información sobre proyectos de EE y promover el uso racional de la energía.

- Incentivar proyectos de Eficiencia Energética. Generar casos exitosos de proyectos de eficiencia energética a través del financiamiento del FUEE identificando las reducciones de emisiones y los impactos medioambientales.
- Benchmarking y Potencial de Cogeneración.
- Instrumentar los mecanismos de financiamiento (FUEE) de proyectos de eficiencia energética.
- Premio de Eficiencia Energética. Crear un premio que reconozca los proyectos más relevantes del año por categorías de uso de energía.
- Financiar auditorías energéticas mediante préstamos contingentes para la realización de auditorías energéticas.
- Estudiar la potencialidad de la aplicación de otros mecanismos de promoción.
- Relevamiento de estudios existentes.

#### Fondo Uruguayo de Eficiencia Energética

El Fondo Uruguayo de Eficiencia Energética (FUEE) es el instrumento financiero empleado para financiar los proyectos de Eficiencia Energética bajo el esquema de contratos de desempeño.

El Fondo contribuirá a la generación de proyectos en el sector privado y público. Por lo tanto es un instrumento que interactúa con todos los Programas anteriores.

Este Fondo estará administrado por una entidad financiera la cual también se encargará de su promoción.

#### Comunicación, Divulgación y Educación

La actividad de Comunicación, Divulgación y Educación es un instrumento común a cada Programa del Proyecto cuya función es asistir de forma centralizada y coordinada las actividades relacionadas a la difusión, comunicación y educación para el cumplimiento de los objetivos globales del Proyecto de Eficiencia Energética.

El objetivo es desarrollar e implementar la campaña de comunicación, divulgación y difusión de cada uno de los componentes que integran el Proyecto de Eficiencia Energética, así como la capacitación y educación.

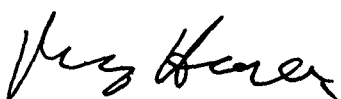
El éxito del proyecto depende en gran parte de la forma en que se divulgue y comunique el programa a los distintos actores involucrados y a la sociedad en su conjunto, así como también de la implementación de las acciones dedicadas a la capacitación y educación en Eficiencia Energética.

Cada Programa del proyecto posee un alto contenido comunicacional y educativo destinado a:

- Difundir información a los consumidores de energía sobre el uso Eficiente de Energía y sobre aquellas aplicaciones eficientes.
- Promover el cambio conductual en lo referente a hábitos de consumo ineficientes de energía.
- Divulgar los objetivos y resultados del Proyecto.

- Educar y capacitar a los distintos actores involucrados en temas referentes al uso eficiente de la energía.

**POR EL CONSULTOR**



**Dr. Rodrigo Arocena**  
Rector  
UdelaR

**POR EL CONTRATANTE**



**Dr. Ramón Méndez**  
Director Nacional de  
Energía y Tecnología Nuclear  
MIEM



**Dr. Ing. Ismael Piedra-Cueva**  
Decano  
Facultad de Ingeniería



## **ANEXO B**

### **Evaluación del potencial solar térmico en Uruguay y análisis de la factibilidad de su utilización**

#### **Propuesta de trabajo**

##### **Objetivo**

Este proyecto se orienta a evaluar el potencial solar térmico en el país, así como disponer conocimientos sobre las capacidades locales de producir la tecnología requerida para su explotación. Asimismo, se busca fortalecer el medio uruguayo en esta área tecnológica, generando instrumentos destinados a verificar las características de funcionamiento de los diferentes dispositivos involucrados, en especial los colectores para calentamiento de agua.

Los servicios de investigación y consultoría a ser cubiertos incluyen las tareas de investigación, evaluación y monitoreo del potencial solar térmico, mediante la instalación de una red local de monitoreo y medición, el relevamiento de información existente y el desarrollo de todas aquellas actividades de relevamiento que sean necesarias para determinar el potencial solar térmico del país.

##### **Actividades**

Las actividades que se llevarán a cabo serán las siguientes

##### *1 – Medición.*

Se relevará la información disponible en el país sobre medidas solarimétricas, así como medidas efectuadas en estaciones meteorológicas. Se instalará una red de medición que constará con una cantidad de estaciones a lo largo del territorio nacional adecuadas para la evaluación del potencia solar térmico. Se consultará también información disponible en la región. Asimismo, se relevará la información meteorológica de distintos parámetros que resultan significativos para la evaluación del potencial solar térmico. Teniendo en cuenta esta información, se diseñará una red de monitoreo y una estrategia de medición orientada a lograr un adecuado relevamiento del potencial solar térmico en todo el país. Se seleccionará y especificará los instrumentos requeridos para conducir el monitoreo, en calidad y cantidad. Estos instrumentos tendrán como principales características permitir la medición de la radiación solar en el

intervalo espectral correspondiente a radiaciones de tipo térmica, con frecuencia de muestreo del orden de 0.1Hz, prestando especial atención a la transmisión de datos a distancia. La estrategia de medición deberá permitir caracterizar los niveles de irradiación a lo largo de períodos de tiempo no menores a 10 años, para lo cual se utilizará la información relevada en el marco de este proyecto así como información relevada tal como se indica más arriba. Una vez que se adquieran e instalen los equipos de medición, se operará la red. La selección y especificación de los instrumentos se efectuará al comienzo de la ejecución del proyecto.

## *2 – Evaluación del potencial solar térmico*

En base a las mediciones que se realicen y a las series históricas deducidas se caracterizarán los potenciales energéticos disponibles en el territorio nacional. A partir de la información que se obtenga de las mediciones de irradiación solar, tanto que se realicen en el marco de este proyecto como las mediciones históricas que se dispongan, se analizará el potencial solar en sitios específicos del territorio nacional. Además, se desarrollará una metodología que permita modelar el recurso solar térmico en todo el territorio nacional utilizando la información meteorológica relevante como hora del día, época del año, nivel de nubosidad y temperatura, así como los resultados de las mediciones. Las mediciones de irradiación solar serán utilizadas además a los efectos de calibrar dicha metodología de cálculo. El potencial solar térmico se ilustrará a través de mapas que especifiquen dicho potencial estimado en soporte magnético que permitan identificar estacionalidades, evoluciones temporales, debiéndose especificar tanto en términos de potencia como de energía.

## *3 – Análisis de tecnologías*

Se realizará un relevamiento de la tecnología disponible en el mundo orientada a aprovechar el potencial solar térmico, en especial sobre colectores solares y otros equipamientos que se desarrollen para el aprovechamiento de la radiación solar con fines térmicos, así como sobre accesorios significativos, entre los cuales se distinguen tanques, conducciones hidráulicas, válvulas de seguridad, equipos de bombeo. También se analizarán diversos esquemas de funcionamiento que presentan los sistemas destinados a aprovechar la radiación solar con fines térmicos. Este análisis incluirá el estudio de las posibilidades de construir y desarrollar estas tecnologías en nuestro país, así como el relevamiento de empresas que actualmente se desempeñan en este sector.

#### *4 – Análisis de viabilidad*

Se analizará en diversos casos, que se especificarán, la utilización del potencial solar térmico. Este análisis incluirá el pre dimensionamiento de algunos sistemas representativos del uso de la energía solar térmica en distintos casos de interés como son el sector residencial, pequeñas industrias, hospitales. La definición de estos casos, que se efectuará en conjunto con el Ministerio de Industria, Energía y Minería, contemplará aspectos tales como disponibilidad del recurso en el sitio, potencia nominal del sistema, déficit admisible de energía, etc.

#### *5 – Análisis de factibilidad*

Para los casos en que se analice la viabilidad, se efectuará un análisis primario de factibilidad, de manera de permitir una comparación con el uso de otras alternativas energéticas. Este análisis contemplará la estimación de costos de generación de la energía térmica, tasa de retorno y periodo de repago.

#### *6 – Capacidades locales e instalación piloto*

Se plantea efectuar un relevamiento en el medio local de las capacidades disponibles y potenciales para la producción nacional de equipos que permitan explotar el recurso solar térmico. A partir de este análisis se seleccionará una tecnología específica en base al análisis de tecnologías previamente desarrollado, con la cual se hará el pre diseño de una instalación de carácter piloto. En esta instalación piloto se caracterizará la demanda de agua caliente a lo largo del tiempo se dimensionará y seleccionará un sistema de calentamiento de agua en base a radiación solar que se compondrá básicamente de colectores solares, tanque de almacenamiento, cañerías de conducción, equipo de bombeo y elementos de seguridad. Los colectores solares deben ser orientados y ubicados de manera de asegurar el adecuado funcionamiento. En esta instalación, se dispondrá de instrumentos que permitan caracterizar la energía incidente, la energía almacenada en el tanque, la energía que se consume en la instalación. Esto implicará la instalación de medidor de radiación, registradores de temperatura en tanque, entrada y salida de colector y medidor de caudal de agua. La señal de los sensores serán registrados por un sistema de adquisición que permita la comunicación a distancia. En esta instalación, se efectuará un seguimiento que permita evaluar el factor de capacidad del sistema, los fallos que se produzcan en el mismo y el rendimiento de los diferentes componentes en una situación real, en especial con una curva de demanda como la que impone una situación específica.

## *7 – Banco de pruebas*

Se diseñará y construirá un banco de pruebas orientado al ensayo de equipos, en especial colectores solares, que sean utilizados en instalaciones que permiten explotar el recurso solar térmico a los efectos de conducir los ensayos de acuerdo a la norma ISO9806-1. Se destaca que se considerarán otras normativas aprobadas en la región como lo son la IRAM210002 en Argentina o la NCh2919/1 a 3 en Chile. El ensayo consiste básicamente en operar el colector en una instalación en circuito cerrado, de manera que el mismo reciba una radiación equivalente a la solar. En este caso se propone usar la propia radiación solar. Se debe medir la radiación solar, la temperatura y el caudal de agua con una frecuencia de muestreo que permita seguir las fluctuaciones de los diferentes parámetros que caracterizan la operación del colector solar. La instalación dispondrá de un sistema de adquisición que permita almacenar la información relevada. Un sistema de cómputo se dispondrá a los efectos de analizar los resultados. Esta instalación dotará al país de una herramienta que permita evaluar el funcionamiento de equipos que se comercialicen en el país y apoyar a los fabricantes nacionales en la optimización de sus diseños. El sitio donde se instalará el banco de pruebas será seleccionado como parte del trabajo en el marco de este proyecto.

### **Metodología de trabajo**

El trabajo se iniciará con un relevamiento de la información disponible en el país y en la región en radiación solar. En esta etapa se relevará la información meteorológica disponible, formando así un banco de datos que luego permitirá realizar la evaluación del potencial solar.

A partir de este relevamiento se esbozará el diseño de una red de monitoreo donde efectuar las mediciones de radiación solar de manera de lograr una adecuada descripción de este recurso energético. Se especificará la instrumentación requerida así como la estrategia de medición que se llevará a cabo. Se realizará la adquisición del instrumental y se instalarán en sitios con las características identificadas y que puedan operar con la seguridad del caso.

La información que se obtenga en las campañas de medición y los datos de radiación existentes serán utilizados para evaluar el potencial solar en los sitios donde se obtuvieron y en el periodo de tiempo en que se desarrollaron las mediciones. Se desarrollarán metodologías que permitan modelar el recurso solar térmico a partir de información meteorológica. Estas metodologías serán verificadas con las mediciones que se efectúen. Asimismo, se analizará la extrapolación de los resultados de la

medición basados en estas metodologías y se analizará aquellas variables que resultan significativas para la caracterización del recurso solar en un sitio particular.

El potencial solar térmico en el país será caracterizado a través del análisis de casos puntuales, así como de mapas de igual potencia media de radiación, las cuales serán analizadas en forma estacional. Asimismo se identificará la existencia de zonas más adecuadas para realizar la explotación del recurso solar térmico.

El relevamiento de la tecnología que se utiliza para la explotación del recurso solar térmico se orientará a identificar aquellos sistemas que permitieran utilizar el recurso solar térmico en el país con adecuados rendimientos y costos. Asimismo, se identificará los requerimientos de los diferentes componentes en especial los consumos de energía que tengan.

Se evaluará, para las diversas tecnologías que se identifiquen, la energía que sería posible disponer en diversos sitios del país. Se busca de esta manera caracterizar la tecnología adecuada para el recurso disponible

Para la tecnología disponible en el país y en la región se evaluará, desde un punto de vista técnico, las necesidades de equipamiento requeridas para explotar el recurso solar en instalaciones de diversas dimensiones y con diferentes tipos de utilización considerándose, principalmente, usos térmicos.

Se analizará la factibilidad del uso de la energía solar térmica y la capacidad local para la construcción de equipamientos de manera de poder alcanzar estándares internacionales de calidad.

Se diseñará y construirá un banco de pruebas de colectores solares térmicos de acuerdo a la norma ISO9806. Este banco operará en circuito cerrado y permitirá el ensayo de diversas tecnologías que se utilizan en este tipo de equipos. El banco dispondrá la instrumentación necesaria entre la cual se destaca medidores de radiación solares, sensores de temperatura de aire, velocidad del viento, temperatura del agua, caudal de agua. El banco dispondrá además de un sistema de adquisición y almacenamiento y un computador dedicado a los efectos de realizar los análisis correspondientes. Este banco será una herramienta que dispondrá el país en el futuro a los efectos de evaluar las diferentes tecnologías de colectores solares que se desarrollen en el país así como los que se importen. La ubicación del banco de pruebas será analizada, en conjunto con personal del MIEM, como parte de su desarrollo.

Se desarrollará una instalación de tipo piloto que permita evaluar las diferentes tecnologías en un caso real específico de utilización de agua caliente. Este caso podría ser una vivienda, un vestuario, una pequeña instalación industrial, una institución de enseñanza, etc., que presente un consumo regular de agua caliente con cierta curva de demanda. El sistema solar térmico se dimensionará en base a la curva de demanda de la utilización. Este sistema será especificado de manera de caracterizar los diferentes componentes y el tipo de tecnología que se plantea utilizar. Esta tecnología será coherente con el análisis que se plantea más arriba. Asimismo, se especificará la instrumentación que se requerirá disponer en esta instalación piloto. La operación de esta instalación piloto permitirá seguir el funcionamiento de una instalación de este tipo identificando los componentes que pueden dar lugar a fallos. Se evaluará el rendimiento de los equipos en una situación real y se analizará el factor de capacidad del sistema.

### **Cronograma**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Selección y especificación de instrumentos	X											
Adquisición de instrumentos de medición.		X	X	X								
Diseño de red de monitoreo Instalación y operación.					X	X	X	X	X	X	X	X
Relevamiento de información existente	X											
Avance sobre evaluación del potencial solar térmico							X	X				
Análisis de tecnologías					X	X	X	X	X			
Análisis de viabilidad									X	X		
Análisis de factibilidad										X	X	
Evaluación de capacidades locales	X	X	X									
Instalación piloto						X	X	X	X			
Banco de ensayo		X	X	X								
Segundo avance del potencial solar térmico											X	X
Hitos		1		2			3			4		5

Hito 1: Se seleccionaron los instrumentos y se relevó información disponible en el país (informe).

Hito 2: Se relevaron capacidades locales y se adquirieron los instrumentos de medición (informe)

Hito 3: Se finalizó Banco de Ensayo y se inició la medición (informe e instalación)

Hito 4 Se analizó viabilidad y factibilidad, se construyó la instalación piloto y se avanzó en campaña de medición. (informe e instalación)

Hito 5: Informe final con la evaluación del potencial solar térmico incluido.

#### **Equipo de trabajo y dedicación horaria**

El equipo de trabajo estará integrado por los docentes de la Facultad de Ingeniería que se desempeñan en el Grupo de Trabajo en Energías Renovables, participando en calidad de asesor el Dr. Luis Saravia.

El Dr. Saravia realizará dos estadias de una semana cada una, una en cada semestre, participando fuera de estos periodos a través de una conexión virtual. Además se realizará una estadia en la Universidad de Salta, donde el Dr. Saravia se desempeña, orientada a tareas de formación y laboratorio.

Para el trabajo de campo se contará con dos personas con cargo de 20 horas semanales a lo largo del proyecto. Estas personas apoyarán el trabajo de relevamiento de información.

Se contará con una dedicación promedio de 5 horas por semana de dos docentes con cargo de profesor titular de la Facultad de Ingeniería.

La dedicación horaria total estimada para las tareas de investigación y consultoría será de 1800 horas.

#### **Precio**

**El precio de los servicios de consultoría antes descritos se cotizan en: US\$ 64.500.**

Este precio se integra de la siguiente forma:

Personal e investigadores propios de la Facultad de Ingeniería	U\$S41.000
Personal contratado en el exterior (salario, traslado y viáticos)	U\$S 7.400
Equipamiento de medición	U\$S5.500
Instalación piloto	U\$S5.000
Banco de pruebas de paneles solares	U\$S5.600

En todas las cifras antes consignadas se agregó la quita que se realiza en la Universidad de la República por parte de las diferentes unidades que intervienen de los trabajos.

**Forma de pago**

La integración del total cotizado se realizará en la siguiente forma:

A la firma del acuerdo U\$S 6450  
Al cumplirse el Hito 1 U\$S 13725  
Al cumplirse el Hito2 U\$S 13725  
Al cumplirse el Hito 3 U\$S 13725  
Al cumplirse el Hito 4 U\$S 10425  
Al cumplirse el Hito 5 U\$S 6450

**POR EL CONSULTOR**



**Dr. Rodrigo Arocena**  
Rector  
UdelaR



**Dr. Ing. Ismael Piedra-Cueva**  
Decano  
Facultad de Ingeniería

**POR EL CONTRATANTE**



**Dr. Ramón Méndez**  
Director Nacional de  
Energía y Tecnología Nuclear  
MIEM



## ANEXO C

El Consultor se compromete a la entrega de los siguientes informes conforme al siguiente cronograma de actividades:

Hito 1: Se seleccionaron los instrumentos y se relevó información disponible en el país (informe).

Hito 2: Se relevaron capacidades locales y se adquirieron los instrumentos de medición (informe)

**Hito 3: Se finalizó Banco de Ensayo y se inició la medición (informe e instalación)**

Hito 4 Se analizó viabilidad y factibilidad, se construyó la instalación piloto y se avanzó en campaña de medición. (informe e instalación)

**Hito 5: Informe final con la evaluación del potencial solar térmico incluido.**

[illegible]

