

**NUMERO DE PROYECTO:**

197643

**EMPRESA BENEFICIADA:**

RAYPP S.A. de C.V.

**TÍTULO DEL PROYECTO:**

DESARROLLO DE UN PROTOTIPO PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE CICLO RANKINE ORGÁNICO APROVECHANDO GASES RESIDUALES INDUSTRIALES.



## **OBJETIVO DEL PROYECTO:**

Fabricar un prototipo de una máquina que utilice el sistema de un Ciclo Rankine Orgánico para generar una potencia no mayor a 30 KWe y que tenga una eficiencia mayor a las reportadas por equipos de fabricación extranjera.

## **PRINCIPALES ACTIVIDADES REALIZADAS:**

**ETAPA I:** Ingeniería Conceptual (Recopilación de información), la cual consiste en la definición de los requerimientos del proyecto y búsqueda de información de lo último en tecnología, dando como resultado un estudio previo de viabilidad técnica y económica.

**ETAPA II:** Ingeniería Básica (Análisis de factibilidad de los diseños) En esta etapa se lleva a cabo un análisis detallado y profundo del diseño conceptual definido en la Etapa I mediante cálculos generando los parámetros básicos del diseño, cronograma de realización de los análisis y la valoración económica.

**ETAPA III:** Ingeniería de detalle (Desarrollo del Sistema ORC) En esta etapa el diseño básico del Sistema ORC y del Expansor, generado en la Etapa II, se visualiza como tangible mediante la realización de planos de diseño, fabricación y montaje del Sistema ORC y del Expansor. Durante la ejecución de la Etapa III surgirán detalles que obligarán a una revisión de etapas anteriores y que será necesario modificar con la finalidad de que el diseño sea funcional.

**ETAPA IV: Fabricación/Montaje de componentes del Sistema ORC** En esta etapa se lleva a cabo la fabricación del Expansor, estructura y otros componentes del Sistema ORC. También se lleva a cabo el montaje de los equipos que constituyen el Sistema ORC, tales como intercambiadores de calor, bomba, tuberías, instrumentación, etc.

**ETAPA V: Pruebas de verificación de la operación del Sistema ORC.** En esta etapa se llevarán a cabo las pruebas de verificación y elaboración de curvas de desempeño del prototipo.

### **BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:**

El ciclo Rankine orgánico (ORC por sus siglas en inglés) es un sistema termodinámico que transforma energía térmica en energía mecánica. Los principales elementos que contiene un ORC son: bomba, evaporador, expansor de vapor y condensador. Las diferencias principales entre un ciclo Rankine convencional y el ORC son:

- El ORC utiliza un fluido orgánico en sustitución del agua como fluido de trabajo (Generalmente son refrigerantes).
- El ORC trabaja con temperaturas en el evaporador bajas en comparación con un ciclo convencional ( $<600^{\circ}\text{C}$ )
- El ORC trabaja con potencias de salida bajas.

RAYPP S.A. de C.V. ha identificado como un nicho de oportunidad la instalación de ORC's de potencia menor a 30 kWe en chimeneas industriales con un rango de temperatura de entre 100 ° C y 300° C en los gases residuales.

Para lograr este objetivo RAYPP se vinculó con CIATEQ (Centro de investigación) y la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (Institución de estudios superiores) para en conjunto desarrollar un prototipo del ciclo con una potencia eléctrica menor a 30 kWe y desarrollar un expansor que se acople al prototipo ORC.

### **RESULTADOS DEL PROYECTO:**

- Prototipo de un ciclo Rankine orgánico simple con una potencia eléctrica de salida de 1 kWe y una eficiencia térmica global de 8.95%.
- Un intercambiador de calor de tubo y coraza y un intercambiador de calor de triple serpentín concéntrico.
- Un expansor acoplado al prototipo ORC desarrollado con una potencia nominal de 1.3 kW de potencia ideal de flecha.
- Cacho Aguirre Rafael, Oviedo Tolentino Francisco, Mejía Rodríguez Gilberto, De Lange Dirk F., Romero Méndez Ricardo. ANÁLISIS TERMO-MECÁNICO EN LAS ESPIRALES DE UN EXPANSOR TIPO ESPIRAL. MEMORIAS DEL XIX CONGRESO INTERNACIONAL ANUAL DE LA SOMIM, 25 al 27 de Septiembre, 2013 Pachuca, Hidalgo, México.
- Participación en el 3er. Concurso de Proyectos Académicos con el trabajo titulado “Deformación en el espiral fija de un expansor tipo espiral debido a cargas térmicas y de presión”. XII Congreso Internacional de Innovación y Diseño Basado en Simulación por Computadora. Abril 24, 2013. San Miguel de Allende, Gto., México.

- Participación en el Concurso de Exhibición de Carteles de Proyectos de Investigación de Estudiantes de Posgrado de la UASLP con la presentación del trabajo “Generación de Energía mediante un Ciclo Rankine Orgánico”. Diciembre 11, 2012. San Luis Potosí, S.L.P., México.
- Tesis de Posgrado de Maestría en Ingeniería Mecánica.  
<http://ciep.ing.uaslp.mx/mecanica/alumno.php?id=313432363130>
- Actualmente se está trabajando en un artículo para revista indexada.
- Se tienen 2 cartas de intención de empresas que desean adquirir el sistema ORC.
- Generación de 6 empleos permanentes en RAYPP. Por CIATEQ se subcontrató un ingeniero (M. en C. Walter Victorico Cruz Pérez, CVU: 244117) que apoyó en las siguientes actividades: Ingeniería conceptual y básica del prototipo (caracterización mediante simulación del ciclo Rankine orgánico), elaboración de reportes, ensamble de componentes, pruebas de operación del prototipo, análisis de resultados de pruebas, elaboración de curvas de desempeño, elaboración de manuales de operación.
- Se ha capacitado al personal de la empresa para el uso e instalación del ORC.

## **IMPACTOS DEL PROYECTO:**

### **Impacto económico:**

Al instalar una máquina ORC le generará al cliente una reducción en la facturación de consumo eléctrico estimada en \$10 652 anual (Tomado al costo promedio del KWh=\$2.85 [Fuente CRE/2013]).

Con dos empresas que se encuentran interesadas en comprar equipos ORC en el 2014, se incrementará en un 15 % los ingresos netos de la empresa.

Con la construcción de sistemas ORC se incrementará en un 25% la producción total de la planta.

### **Impacto social:**

Se han generado 6 empleos que ayudarán en la fabricación y ensamble de estos sistemas.

Al finalizar el proyecto se capacitó al personal de la planta en el diseño y la fabricación del ciclo Rankine orgánico y del funcionamiento del expansor.

Las actividades del proyecto permitieron una mayor colaboración y entendimiento entre los miembros del grupo además permitió la interacción exitosa entre miembros de las distintas instituciones vinculadas al proyecto (CIATEQ, UASLP, IPICYT).

### **Impacto ambiental:**

Con la instalación del ORC fabricado se aprovechará un total de 7 008 kWh que de no instalarse el equipo serían desechados al medio ambiente. Con este ahorro se dejaron de utilizar 603 kg de petróleo al año.

Una máquina ORC instalada producirá aproximadamente una energía total de 7 008 kWh/año. Con esto se dejan de emitir al año un total de 4 204 kg de CO<sub>2</sub>, al no consumir esta electricidad de la CFE, ya que un dato de producción de la CFE es que se generan 0.6 kg en promedio de CO<sub>2</sub> por cada kWh producido en esta compañía mediante combustibles fósiles (Fuente CFE/20013).

### **Impacto tecnológico:**

El ORC desarrollado ha sido diseñado para instalarse en chimeneas industriales con una temperatura en sus gases de combustión de entre 100° C y 300° C, con esto se aprovechará energía térmica que de otra manera sería desechada al medio ambiente.

Con la culminación de este proyecto RAYPP a aumentado su acervo científico y tecnológico con el conocimiento para desarrollar sus propios ORC's. Utilizando la capacitación técnica especializada de su equipo de trabajo se consolidará un sistema de gestión tecnológica y una cartera de clientes con visión de largo plazo.

El prototipo generado es de bajo costo operativo y de bajo mantenimiento.