

Clave de la Propuesta	PPI- - -		
Puntos a considerar	Si	No	Observaciones/Comentarios
¿Se incluyen los datos de la <b>Portada</b> (licenciatura, título, modalidad, versión, declaratoria, firmas, etc.)?			
¿La extensión del <b>Título</b> es adecuada y sin abreviaturas?			
¿El <b>Título</b> refleja de forma clara lo que se trabajará en el proyecto?			
¿La <b>Introducción</b> describe en forma concisa el área de aplicación del proyecto?			
¿Los <b>Antecedentes</b> sitúan el proyecto propuesto respecto a otros trabajos?			
¿La <b>Justificación</b> describe la razón, relevancia o necesidad que origina el proyecto?			
¿El <b>Objetivo General</b> es claro y tiene relación directa con el proyecto a realizar?			
¿Los <b>Objetivos Particulares</b> se engloban en el objetivo general?			
¿La secuencia de actividades que se presenta en la <b>Metodología</b> es congruente con los objetivos y permite que se alcancen éstos?			
¿La <b>Descripción Técnica</b> presenta las especificaciones generales y particulares (materiales, dimensiones, normas, etc.), así como la explicación funcional de cada uno de los bloques del sistema a desarrollar?			
¿La <b>Normatividad</b> mencionada da un marco a la propuesta?			
¿El <b>Cronograma de Actividades</b> señala con claridad las tareas a realizar para alcanzar los objetivos del proyecto?			
¿El proyecto es realizable en el tiempo propuesto?			
¿Se encuentran indicados los <b>Entregables</b> dentro de la propuesta? ¿Se incluye explícitamente la entrega del <b>Reporte Final</b> ?			
¿Se incluyeron las <b>Referencias Bibliográficas</b> y estas cumplen con el formato solicitado?			
¿La <b>Terminología</b> específica del proyecto, que no es del conocimiento general en Ingeniería Mecánica, está claramente explicada?			
¿Se indican instalaciones, equipos y materiales que se requieren para realizar el proyecto?			
¿La propuesta tiene una redacción clara y sin faltas ortográficas?			
¿El enfoque del trabajo corresponde a un proyecto de Ingeniería Mecánica?			
Observaciones			
Estado de la propuesta		Comité de Estudios de Ingeniería Mecánica	
( ) Autorizada      ( ) Revisada      ( ) No autorizada			

Universidad Autónoma Metropolitana  
Unidad Azcapotzalco.  
División de ciencias básicas e ingeniería  
Ingeniería Mecánica  
Determinación experimental del COP de una bomba de calor asistida por energía solar.  
Modalidad: Proyecto de investigación  
Versión segunda  
Trimestre lectivo: 24-P

Datos de los alumnos:

Miguel del Angel Diego Armando 2202000406  
Correo electrónico: al2202000406@azc.uam.mx



Firma: \_\_\_\_\_

Romero Montañez Kevin Axel 210204381  
Correo electrónico: al210204381@azc.uam.mx



Firma: \_\_\_\_\_

**Datos de la asesora:**

Dra. Araceli Lara Valdivia  
**Categoría: Titular.**  
Departamento de adscripción: Energía.  
Tel: 55-5318-9060  
Correo: arlv@azc.uam.mx

Firma: \_\_\_\_\_

**Datos del Co-asesor:**

Dr. Ignacio Carvajal-Mariscal  
**Categoría: Titular.**  
Departamento de adscripción: Posgrado  
en Ciencias en Ingeniería Mecánica,  
ESIME Zacatenco, IPN.  
Tel: 55 57296000 ext. 54884  
Correo: icarvajal@ipn.mx

Firma: \_\_\_\_\_

Fecha: 18/09/2024

En caso de que el Comité de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Mecánica apruebe la realización de la presente propuesta, otorgamos nuestra autorización para su publicación en la página de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería.

Miguel del Angel Diego Armando

---

Firma

Romero Montañez Kevin Axel

---

Firma

Dra. Araceli Lara Valdivia

---

Firma

Dr. Ignacio Carvajal-Mariscal

---

Firma

## 1. Introducción

Las Bombas de Calor de Expansión Directa Asistidas por Energía Solar (DXSAHP, por sus siglas en inglés) son dispositivos termodinámicos que operan bajo el ciclo de compresión de vapor. Estas bombas de calor utilizan colectores solares como evaporadores para captar energía térmica del ambiente y de la radiación solar. Este tipo de bombas de calor han demostrado ser más eficientes en comparación con los sistemas convencionales de calefacción y refrigeración, especialmente en aplicaciones residenciales, comerciales e industriales [1]. Una de sus principales ventajas radica en la capacidad de transformar energía solar y ambiental en calor útil, lo que las posiciona como una tecnología clave en la transición hacia sistemas energéticamente sostenibles, reduciendo la dependencia de combustibles fósiles y disminuyendo las emisiones de gases de efecto invernadero [2].

La bomba de calor DXSAHP en estudio se encuentra en el Laboratorio de Ingeniería Térmica e Hidráulica Aplicada (LABINTHAP) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) y está diseñada para aprovechar la radiación solar mediante un conjunto de colectores solares que operan como evaporadores. Estos colectores absorben calor del entorno, lo cual incrementa la entalpía del refrigerante, en este caso R134a, debido a su mayor uso comercial en aplicaciones de refrigeración y calefacción [3]. Posteriormente, el refrigerante vaporizado se comprime, aumentando su temperatura y presión. El calor generado se transfiere a un intercambiador helicoidal sumergido en un tanque de agua, donde el refrigerante se condensa parcialmente, y el agua se calienta por convección.

La bomba de calor inicial utilizaba colectores solares diseñados como condensadores adaptados para operar como evaporadores, debido a restricciones en el diseño inicial que buscaban maximizar el uso de componentes disponibles. Sin embargo, esta configuración presentó limitaciones de eficiencia debido a la inadecuada transferencia de calor en la etapa de evaporación. En consecuencia, se decidió sustituir dichos colectores por colectores solares evaporadores específicamente diseñados para este fin. Esta modificación busca optimizar el rendimiento de la bomba de calor, maximizando la transferencia de calor en la fase de evaporación y, por ende, mejorar el Coeficiente de Rendimiento (COP) de la bomba de calor.

## 2. Antecedentes

Las bombas de calor asistidas por energía solar (DXSAHP) combinan colectores solares con ciclos de compresión de vapor, aprovechando la energía solar para mejorar la eficiencia del sistema. Sporn y Ambrose establecieron un marco teórico relevante al modelar estas bombas en términos de refrigeración mediante compresión mecánica y captación solar [4]. Esta investigación es relevante para nuestra propuesta, ya que proporciona un marco teórico sobre cómo la integración solar puede mejorar la eficiencia de los sistemas de bomba de calor.

En el artículo “Mathematical thermal modeling of a direct expansion solar assisted heat pump using multi objective optimization based on the energy demand [5]”, se analiza la eficiencia de la bomba de calor en función del refrigerante en la operación. Este artículo se utilizará como base para seleccionar el refrigerante y establecer los parámetros de operación de dicha bomba de calor

Además, en el artículo mencionado anteriormente, la optimización y modelado matemático propuestos por el Dr. Jorge E. De León-Ruiz y el Dr. Ignacio Carvajal-Mariscal del IPN evaluaron el desempeño de una DXSAHP bajo condiciones ambientales específicas [5]. Utilizaron la primera ley de la termodinámica para calcular el calor producido a través de la condensación y el mínimo requerido por el volumen de agua en la unidad de almacenamiento térmico. Este modelo es relevante para la propuesta, ya que se empleará la conexión en paralelo de los colectores evaporadores, en lugar de los colectores condensadores adaptados como evaporadores.

La tesis titulada "Análisis de la influencia del ángulo de inclinación del colector evaporador en el rendimiento de una bomba de calor de expansión directa asistida por energía solar" [6], se enfoca en el estudio de cómo la variación de los ángulos de los colectores solares que influye en la eficiencia de la bomba de calor. Utilizando las ecuaciones correspondientes a los ángulos de posición (inclinación horizontal y azimutal), se evaluará si estos ajustes mejoran el rendimiento. Esta tesis servirá como guía para la configuración de la posición de los colectores evaporadores en la bomba de calor.

La investigación "Análisis del rendimiento termodinámico de una bomba de calor asistida por energía solar utilizando un condensador con recirculación [7]", se centró en verificar el COP obtenido en una bomba de calor cuando se recircula el refrigerante a través de un serpentín de cobre en el condensador, el cual calienta agua en un tanque. Este método mejora la transferencia de calor y la eficiencia del sistema. De esa investigación se considerará la configuración para el calentamiento del agua sin recirculación.

### **3. Justificación**

En este proyecto, se busca analizar la pertinencia de los cambios realizados a través de una evaluación experimental. Se planea realizar diez corridas experimentales para medir la variación de temperaturas y presiones bajo diferentes niveles de radiación solar directa en condiciones ambientales de la Ciudad de México y variando la cantidad de colectores solares evaporadores (4,6,8 unidades) en conexión paralela esto con el fin de determinar si la cantidad de colectores solares influye directamente en la eficiencia del funcionamiento de la bomba de calor, manteniendo flujos máscicos constantes (2 kg de refrigerante R-134A y 300 litros de agua en el tanque). Con estos datos, se determinarán tanto el COP ideal como el real de la bomba de calor.

### **4. Objetivos**

#### **Objetivo General**

Determinar experimentalmente el COP de la bomba de calor bajo condiciones ambientales y de radiación solar en la ciudad de México.

#### **Objetivos Particulares:**

Determinar la variación de entalpía en el condensador mediante 10 corridas experimentales, bajo distintas configuraciones de colectores solares evaporadores (4, 6 y 8 unidades) conectados en paralelo.

Evaluar el calor liberado, tanto real como ideal, en el condensador utilizando la variación de entalpía y el flujo máscico del refrigerante, tomando en cuenta las mediciones de presión, temperatura y condiciones ambientales.

Determinar la variación de entalpía en el compresor a través de 10 corridas experimentales, bajo distintas configuraciones de colectores solares evaporadores (4, 6 y 8 unidades) conectados en paralelo.

Determinar el Coeficiente de Rendimiento (COP) de la bomba de calor utilizando el calor cedido por el condensador y el trabajo requerido por el compresor.

Realizar un análisis operacional de la bomba de calor.

## **5. Metodología:**

A continuación, se describen las fases que conforman el proceso metodológico desarrollado en este proyecto:

### Fase 1: Experimentación.

1. Realizar 3 corridas experimentales para determinar el COP de la bomba de calor, teniendo en cuenta las condiciones ambientales y usando 4 colectores evaporadores.
  - Medir presión y temperatura en los componentes del sistema.
  - Medir la temperatura ambiente y humedad.
  - Determinar del calor liberado del condensador por medio de la variación de entalpía.
  - Determinar el trabajo requerido del compresor por medio de la variación de entalpía.
2. Realizar 3 corridas experimentales para determinar el COP de la bomba de calor, teniendo en cuenta las condiciones ambientales y usando 6 colectores evaporadores.
  - Medir presión y temperatura en los componentes del sistema.
  - Medir la temperatura ambiente y humedad.
  - Determinar del calor liberado del condensador por medio de la variación de entalpía.
  - Determinar el trabajo requerido del compresor por medio de la variación de entalpía.
3. Realizar 4 corridas experimentales para determinar el COP de la bomba de calor, teniendo en cuenta las condiciones ambientales y usando 8 colectores evaporadores.
  - Medir presión y temperatura en los componentes del sistema.
  - Medir la temperatura ambiente y humedad.
  - Determinar del calor liberado del condensador por medio de la variación de entalpía.
  - Determinar el trabajo requerido del compresor por medio de la variación de entalpía.

### Fase 2: Análisis de resultados.

1. Realizar un análisis operacional de la bomba de calor.
  - Análisis del COP respecto a la temperatura ambiente.
  - Análisis del COP promedio respecto a la hora del día.
  - Análisis del COP respecto al porcentaje de humedad.
  - Análisis del COP respecto a la energía eléctrica empleada.
  - Análisis del COP respecto al trabajo del compresor.

Fase 3: Resultado final.

1. Comparar los valores de COP obtenidos experimentalmente para la bomba de calor con colectores evaporadores con los valores de COP reportados en experimentos previos que utilizaron colectores condensadores adaptados como evaporadores.

## **6. Normatividad**

### **NOM-008-SCFI-2002 [8]**

Título: Sistema General de Unidades de Medida.

Descripción: Establece las unidades de medida a utilizar en los productos, procedimientos, servicios y actividades en el país, asegurando la uniformidad en la medición de rendimiento y eficiencia de las bombas de calor.

Aplicación: Asegura que todas las mediciones relacionadas con el rendimiento y la eficiencia de las bombas de calor se realicen de manera uniforme y estandarizada.

### **NOM-020-STPS-2011 [9]**

Título: Contenedores a presión, contenedores criogénicos, generadores de vapor y calderas operación en condiciones de Seguridad.

Descripción: Establece las condiciones de seguridad para la operación de contenedores a presión, contenedores criogénicos, generadores de vapor y calderas, garantizando que su funcionamiento se realice de manera segura y eficiente. Proporciona lineamientos específicos para prevenir accidentes y proteger la integridad de los operadores.

Aplicación: Asegura que todas las operaciones con contenedores a presión y otros equipos relacionados cumplan con las condiciones de seguridad establecidas, minimizando riesgos operativos y garantizando la seguridad en la manipulación de estos sistemas en proyectos como la bomba de calor asistida por energía solar.

### **NMX-C-374-ONNCCE-CNCP-2012 [10]**

Título: Industria de la Construcción, tanques de agua prefabricados, especificaciones y métodos de prueba.

Descripción: Establece las especificaciones y los métodos de prueba para la fabricación y operación de tanques de agua prefabricados utilizados en la industria de la construcción. Esta norma asegura la calidad estructural y funcional de los tanques, verificando que cumplan con los requerimientos para su uso seguro y eficiente en el almacenamiento de agua.

Aplicación: Garantiza que los tanques de agua prefabricados utilizados en proyectos de ingeniería, como los que involucran la transferencia térmica en bombas de calor, cumplan con los estándares de durabilidad, resistencia y seguridad requeridos para su correcto funcionamiento en condiciones operativas específicas.

### **NMX-ES-001-NORMEX-2005 [11]**

Título: Energía Solar - Desempeño Térmico y Funcionalidad de Colectores Solares para Calentamiento de Agua.

Descripción: Establece los criterios para evaluar el desempeño térmico y la funcionalidad de los colectores solares utilizados en sistemas de calentamiento de agua. Define los procedimientos de prueba para verificar la eficiencia energética y el rendimiento de los colectores bajo diferentes condiciones operativas.

Aplicación: Asegura que los colectores solares utilizados en proyectos como bombas de calor asistidas por energía solar cumplan con los requisitos de eficiencia térmica y funcionalidad, garantizando un aprovechamiento óptimo de la energía solar para maximizar el rendimiento del sistema.

### **NMX-ES-002-NORMEX-2007 [12]**

Título: Energía Solar - Definiciones y Terminología.

Descripción: Proporciona las definiciones y terminología estándar relacionada con la energía solar, específicamente en el ámbito de colectores solares y sistemas de aprovechamiento de la energía solar. Esta norma asegura la uniformidad en el uso de términos y conceptos técnicos empleados en proyectos e investigaciones relacionadas con energía solar.

Aplicación: Facilita la comunicación clara y precisa entre profesionales e investigadores en proyectos como el de las bombas de calor asistidas por energía solar, asegurando que los términos técnicos sean entendidos y aplicados de manera uniforme en estudios, desarrollos y regulaciones dentro del sector energético.

### **NMX-ES-003-NORMEX-2008 [13]**

Título: Energía Solar - Requerimientos Mínimos para la Instalación de Sistemas Solares de Calentamiento de Agua.

Descripción: Establece los requisitos mínimos para la instalación de sistemas solares de calentamiento de agua, con el fin de garantizar su funcionamiento seguro y eficiente. Define las especificaciones técnicas y las mejores prácticas para la instalación, asegurando que los sistemas cumplan con los estándares de calidad y seguridad.

Aplicación: Asegura que los sistemas solares de calentamiento de agua, como los utilizados en bombas de calor asistidas por energía solar, sean instalados correctamente, cumpliendo con los criterios de eficiencia y seguridad para optimizar el rendimiento del sistema en proyectos de ingeniería térmica.

### **NMX-ES-004-NORMEX-2010 [14]**

Título: Energía Solar - Evaluación Térmica de Sistemas Solares de Calentamiento de Agua - Métodos de Prueba.

Descripción: Establece los métodos de prueba para evaluar el rendimiento térmico de los sistemas solares de calentamiento de agua. Esta norma define los procedimientos para medir la eficiencia y la capacidad de transferencia de calor de los sistemas solares, asegurando que cumplan con los estándares de desempeño térmico.



Aplicación: Proporciona un marco para la evaluación precisa del rendimiento térmico en proyectos como las bombas de calor asistidas por energía solar, garantizando que los sistemas solares involucrados sean probados y validados bajo condiciones controladas para asegurar su eficiencia en la captación y transferencia de energía térmica.

## 7. Cronograma de actividades

UEA para la que se solicita autorización:

- Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica I.

No.	Actividades Trimestre 24-P	Semana											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Verificar que los componentes de la bomba de calor funcionen correctamente						X	X					
3	Realizar 3 corridas experimentales usando 4 colectores evaporadores.								X	X			
4	Realizar 3 corridas experimentales usando 6 colectores evaporadores									X	X		
5	Realizar 4 corridas experimentales usando 8 colectores evaporadores										X	X	
6	Registrar datos para su posterior análisis.								X	X	X	X	X

No.	Actividades Trimestre 24-O	Semana											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Realizar un análisis operacional de la bomba de calor.	X	X	X									
2	Determinar el COP de la bomba de calor.				X								
3	Comparar los valores de COP obtenidos experimentalmente para la bomba de calor con colectores evaporadores con los valores de COP reportados en experimentos previos que utilizaron colectores condensadores adaptados como evaporadores.				X	X							

4	Elaborar y entregar el reporte final.						X	X						
---	---------------------------------------	--	--	--	--	--	---	---	--	--	--	--	--	--

## 8. Entregables

Reporte Final.

## 9. Terminología

COP: Coeficiente de rendimiento.

DXSAHP: Direct Expansion Solar-Assisted Heat Pump.

LABINTHAP: Laboratorio de Ingeniería Térmica e Hidráulica Aplicada.

## 10. Referencias

- [1] Cengel, Y. A., y Boles, M. A., 2012, "Termodinámica: Un Enfoque de Ingeniería", 7a ed., McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V., México, pp. 308-316.
- [2] De León-Ruiz, J. E., y Carvajal-Mariscal, I., 2015, "Modelo matemático y diseño de una bomba de calor de expansión directa asistida por energía solar para calentamiento de agua," Tesis de Maestría, Instituto Politécnico Nacional, CDMX, México.
- [3] De León-Ruiz, J. E., Carvajal-Mariscal, I., and Ponsich, A., 2019, "Feasibility Analysis and Performance Evaluation and Optimization of a DXSAHP Water Heater Based on the Thermal Capacity of the System: A Case Study," Energies, Vol. 12, No. 3883, pp. 1-25. DOI: 10.3390/en12203883.
- [4] Sporn, P., and Ambrose, R. E., 1955, "New Solar Heat Pump System," J. Sol. Energy Sci. Eng., 2(4), pp. 235-241.
- [5] De León-Ruiz, J. E., and Carvajal-Mariscal, I., 2018, "Mathematical Thermal Modelling of a Direct-Expansion Solar-Assisted Heat Pump Using Multi-Objective Optimization Based on the Energy Demand," Energies, Vol. 11, No. 1773, pp. 1-27. <https://doi.org/10.3390/en11071773>.
- [6] Duque Jácome, J. M., y Ríos Tobar, J. C., 2020, "Análisis de la influencia del ángulo de inclinación del colector/evaporador en el rendimiento de una bomba de calor de expansión directa asistida por energía solar," Tesis de Grado, Universidad Politécnica Salesiana, Quito, Ecuador. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18545>.
- [7] Quitiaquez, W., Simbaña, I., Caizatoa, R., Isaza, C., Nieto, C., Quitiaquez, P., and Toapanta, F., 2020, "Análisis del rendimiento termodinámico de una bomba de calor asistida por energía solar utilizando un condensador con recirculación," \*Revista Técnica Energía, Vol. 16, No. 2, pp. 111-125. <https://doi.org/10.37116/revistaenergia.v16.n2.2020.35>
- [8] NOM-008-SCFI-2002, Sistema General de Unidades de Medida, Diario Oficial de la Federación, Ciudad de México, México, 2002.

- [9] NOM-020-STPS-2011, Contenedores a Presión, Contenedores Criogénicos, Generadores de Vapor y Calderas – Operación – Condiciones de Seguridad, Diario Oficial de la Federación, Ciudad de México, México, 2011.
- [10] NMX-C-374-ONNCCE-CNCP-2012, Industria de la Construcción - Tanques de Agua Prefabricados - Especificaciones y Métodos de Prueba, Diario Oficial de la Federación, Ciudad de México, México, 2012.
- [11] NMX-ES-001-NORMEX-2005, Energía Solar - Desempeño Térmico y Funcionalidad de Colectores Solares para Calentamiento de Agua, Diario Oficial de la Federación, Ciudad de México, México, 2005.
- [12] NMX-ES-002-NORMEX-2007, Energía Solar - Definiciones y Terminología, Diario Oficial de la Federación, Ciudad de México, México, 2007.
- [13] NMX-ES-003-NORMEX-2008, Energía Solar - Requerimientos Mínimos para la Instalación de Sistemas Solares de Calentamiento de Agua, Diario Oficial de la Federación, Ciudad de México, México, 2008.
- [14] NMX-ES-004-NORMEX-2010, Energía Solar - Evaluación Térmica de Sistemas Solares de Calentamiento de Agua - Métodos de Prueba, Diario Oficial de la Federación, Ciudad de México, México, 2010.

**11. Infraestructura**

Instalaciones del Laboratorio de Ingeniería Térmica e Hidráulica Aplicada. (LABINTHAP), IPN Zacatenco.

**12. Asesoría complementaria:**

No es necesaria.

**13. Publicación o difusión de los resultados:**

No se publicará.

COMENTARIO DEL CEIM		ACCIÓN REALIZADA EN LA PPI	
Pág. Expo	Copiar íntegro el comentario del CEIM del archivo E1.	Pág. Expo	Breve descripción del cambio realizado o justificación del cambio realizado.
2	subrayado en cuadro	2	se agrega nombre de universidad, unidad y área
4	Esto no aporta a la introducción, a la definición del problema que se quiere resolver.	4	se corrige la redacción de la introducción, y se mantiene relación con el desarrollo de la PPI
4	Esto resulta confuso, ¿Qué es un colector condensador? En los párrafos anteriores no hay información que conecte con lo escrito en este párrafo. Podrían escribir el estado actual de la bomba de calor e imágenes que ilustren el cambio que van a realizar.	4	se mejora la redacción se describe de manera parcial que un condensador evaporador.
4	Esto no queda claro, ¿el refrigerante tiene eficiencia? o ¿la eficiencia de la bomba de calor en función del refrigerante utilizado?	4	se mejora la redacción del párrafo
4	redactar en pretérito	4	se redactó en pretérito
5	no debe ir punto	5	se revisa normativa para citar
5	se debe redactar en tercera persona	5	se redacta en tercera persona
5	No queda claro a qué se refieren con "la configuración de los colectores", ¿se refieren a las configuraciones de serie o paralelo o a la cantidad de colectores a utilizar?	5	se menciona la configuración de los colectores solares en forma paralela
5	redactar en pretérito	5	se redacta en pretérito
5	¿De cuáles placas ?	5	se quita la frase placas y se utiliza colector solar como en los párrafos anteriores
5	¿Cuáles ecuaciones este muy ambiguo?	5	se determina que ecuaciones son la utilizadas para la posición de los colectores solares
5	redactar en tercera persona	5	se redactó en tercera persona
5	Es la primera vez que mencionan que realizarán la calibración de los colectores, esto debería estar mencionado en la introducción.	5	se corrigió el contexto del párrafo
5	¿La bomba de calor que van a analizar trabaja en etapas? ¿De nuevo es algo que debe mencionarse en la introducción? En este párrafo hay una oración muy larga.	5	se elimina la palabra por etapas para mejorar la redacción
5	¿En la bomba de calor que ustedes van a analizar?	5	se hace uso de un artículo para determinar que fue una bomba la que se analizó no la nuestra
5	Redactado de otra manera	5	se corrigió la redacción.
	la palabra sobra		se eliminó la palabra
5	revisar redacción se debería redactar en plural	5	se redactó en plural
5	planean	5	se volvió a redactar la justificación
5	La justificación se vislumbra en el tercer párrafo. La información de los dos párrafos anteriores debería ubicarse en la introducción	5	se volvió a redactar la justificación
6	El objetivo general está redactado como actividad. Pueden usar un verbo de la taxonomía de Bloom de orden superior para redactarlo.	6	se utilizó taxonomía de Bloom de orden superior

6	Son actividades no son objetivos	6	se determinaron los objetivos de manera correcta
6	Este párrafo no tiene relación con la metodología	6	se elimina párrafo
6	Es la primera vez que mencionan que, dentro de las 10 pruebas, utilizarán cantidades diferentes de colectores evaporadores. Esto no se mencionó en los objetivos. Tampoco explican por qué fue esta selección, ¿se escogió de forma arbitraria?	6	se menciona la configuración en la introducción y el por qué se realizará una variación en la cantidad de colectores se dice que es para determinar cómo influye en el COP
6	¿Por qué?	6	se elimina frase de la metodología ya que fue mencionada por el asesor, pero no dio fundamentos bibliográficos
7	Las normas deben citarse	7	se citan las normas en formato ASME
8	No explican cómo se relacionan cada una de las normas con su trabajo	8	se buscan normas más afines a la estandarización del proyecto.
9	¿A cuál UEA solicitan autorización?	9	se añade: Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica I
9	En esta sola actividad ya está descrito lo que realizarán en todo su proyecto.		se difracto la actividad y se modificaron las actividades de manera correcta
9	¿los trimestres son incorrectos?	9	de ningún modo, el periodo de inicio se determina de esa manera ya que se encontraban en periodo vacacional en el IPN
9	Debe comenzar con un verbo en infinitivo; además, la actividad no se entiende.	9	se elimina actividad porque no tiene fundamento bibliográfico.
9	¿Hay otros tipos de bombas que analizarán, o por qué hacen la aclaración?	9	se imite la frase tipo ya que se trabajará con la misma bomba de calor descrita anteriormente
9	Esta redacción no es correcta.	9	se modifica la redacción para ser más claros
9	Debe comenzar con verbo en infinitivo.	9	se cambia el verbo a infinitivo
10	Deben iniciar con mayúsculas.	10	se corrigen las mayúsculas dentro de la oración
10	No tiene el formato solicitado	10	se realizan las referencias de manera correcta en formato ASME
11	Deben iniciar con mayúsculas.	11	se corrigen las mayúsculas dentro de la oración
Exp	En relación con la variación de cantidades de unidades a utilizar de colectores solares	Exp	Se describe en la justificación el por que variar la cantidad de colectores (el fin es determinar si esto afecta directamente al COP de la bomba de calor).
Exp	En relación con la configuración de los colectores solares	Exp	Se describe de igual manera en la justificación que será una configuración paralela.