

## LABORATORIO DE REFRIGERACIÓN Y BOMBAS DE CALOR

El presente reglamento es de observancia obligatoria para el personal académico y alumnos que realicen actividades experimentales ya sean de docencia o de investigación en cualquiera de las diferentes zonas que componen el Laboratorio de Refrigeración Solar del Instituto de Energías Renovables de la Universidad Nacional Autónoma de México.

**I. Responsable General:** Dr. Roberto Best y Brown

### II. De los Objetivos

*Brindar espacios adecuados para la construcción y evaluación de sistemas de enfriamiento ya sea por absorción, compresión, adsorción y eyecto-compresión, así como de bombas de calor y transformadores térmicos utilizando diversas mezclas refrigerante-absorbente y operando ya sea en condiciones controladas o con energía solar a través del uso de diversos tipos de colectores solares.*

### III. De las Áreas Físicas que lo Constituyen y de los Responsable de Áreas

El Laboratorio de Refrigeración y Bombas de Calor (LRBC) está constituido por ocho áreas o espacios físicos los cuales se enlistan a continuación junto con sus respectivos responsables:

	Áreas	Responsable
1.	Refrigeración por Absorción y Eyecto-Compresión	Dr. Jorge Hernández Gutiérrez
2.	Transformadores de Calor	Dr. Wilfrido Rivera Gómez Franco
3.	Química de Refrigerantes y Mezclas	Dr. Wilfrido Rivera Gómez Franco
4.	Cómputo	Dr. Roberto Best y Brown
5.	Almacenamiento	Dr. Jorge Hernández Gutiérrez
6.	Plataforma de Refrigeración	Dr. Roberto Best y Brown
7.	Plataforma de Refrigeración Solar	Dr. Wilfrido Rivera Gómez Franco
8.	Colectores Solares	Dr. Jorge Hernández Gutiérrez

La ubicación y dimensiones de cada una de las áreas se anexan en al Apéndice A del presente reglamento.

### IV. Objetivos y Actividades Realizadas en cada una de las Áreas:

#### 1. Área de Refrigeración por Adsorción y Eyecto-compresión

**Objetivo:**

*Brindar un espacio adecuado para la realización experimental con sistemas de eyecto-compresión y refrigeración que no requieran ventilación forzada debido a las muy pequeñas cantidades de refrigerante utilizadas.*

**Actividades:**

- Armado de partes, componentes y sistemas de eyecto-compresión y adsorción.
- Evaluación experimental de eyecto-compresores.
- Evaluación experimental de sistemas de enfriamiento por eyecto-compresión.
- Evaluación experimental de sistemas de enfriamiento por adsorción.

2. Zona de Transformadores de Calor

**Objetivo:**

*Brindar un espacio adecuado para la evaluación experimental de transformadores de calor por absorción de una etapa y avanzados operando con diversas mezclas refrigerante absorbente.*

**Actividades:**

- Montaje de componentes de transformadores de calor.
- Montaje de transformadores de calor de una etapa y avanzados.
- Instrumentación de los prototipos desarrollados.
- Evaluación experimental de los transformadores de calor.

3. Área de Química de Refrigerantes y Mezclas

**Objetivo:**

*Brindar un espacio para la realización de mezclado de refrigerantes y reacciones de absorción controladas y de manera segura de mezclas refrigerantes-absorbentes utilizadas en la evaluación de intercambiadores de calor, y en la operación de sistemas de enfriamiento y bombas de calor. Así como la medición de diversas propiedades termodinámicas y físicas de refrigerantes y mezclas.*

**Actividades:**

- Secado de sales entre las que se encuentran bromuros, cloruros, silicas y nitratos.
- Pesado de refrigerantes y absorbentes.
- Preparación de mezclas refrigerantes-absorbentes tales como amoniaco-agua, amoniaco nitrato de litio, amoniaco-tiocianato de sodio, etc.

- Preparación de mezclas refrigerantes-adsorbentes tales como agua-silica gel, metanol-carbón activado, amoníaco-cloruro de bario, etc.
- Determinación de propiedades tales como densidad, viscosidad, concentración, etc.

#### 4. Área de Cómputo

##### **Objetivo:**

*Brindar una zona adecuada para el diseño, simulación y análisis de resultados experimentales de componentes y sistemas de refrigeración por absorción, así como de bombas de calor y transformadores térmicos.*

##### **Actividades:**

- Diseño de componentes de sistemas de enfriamiento tales como evaporadores, condensadores, absorbedores, generadores, etc.
- Dimensionamiento de diversos componentes diseñados.
- Simulación de sistemas de enfriamiento, así como de bombas de calor y transformadores térmicos.
- Análisis de los resultados obtenidos de la evaluación experimental de los sistemas.

#### 5. Área de Almacenamiento

##### **Objetivo:**

*Brindar un espacio adecuado para el almacenamiento de componentes, materiales y herramientas utilizadas en la construcción de los prototipos desarrollados de enfriamiento y bombas de calor.*

#### 6. Área de Plataforma de Refrigeración

##### **Objetivo:**

*Brindar un espacio adecuado para la construcción y evaluación de sistemas de enfriamiento por absorción y adsorción enfriados con aire o con agua utilizando diversas mezclas refrigerante-absorbente operando ya sea en condiciones controladas o mediante el uso de energía solar.*

##### **Actividades:**

- Suministro de calor y frío en condiciones controladas a los prototipos desarrollados de enfriamiento.
- Construcción de diversos prototipos de sistemas de enfriamiento enfriados con agua o aire.

- Evaluación experimental de componentes de sistemas de enfriamiento tales como evaporadores, condensadores, economizadores, absorbedores y generadores.
- Evaluación experimental de los prototipos desarrollados operando con diversas mezclas refrigerante-absorbente.
- Evaluación experimental de los prototipos desarrollados operando ya sea en condiciones controladas o con energía solar.
- Evaluación del funcionamiento de cámaras de enfriamiento.

## 7. Área de Plataforma de Refrigeración Solar

### **Objetivo:**

*Brindar una zona adecuada para evaluación de colectores solares y de sistemas de enfriamiento por absorción o adsorción operando con energía solar.*

### **Actividades:**

- Construcción de prototipos de sistemas de enfriamiento operando con energía solar.
- Evaluación experimental de componentes de colectores solares y sistemas de enfriamiento.
- Evaluación experimental de los prototipos desarrollados utilizando diversas mezclas y operando con energía solar.

## 8. Área de Colectores de Solares

### **Objetivo:**

*Brindar una zona adecuada para la instalación y evaluación de diversos tipo de colectores ya sea de forma independiente o acoplados a sistemas de enfriamiento por absorción o a bombas de calor.*

### **Actividades:**

- Instalación de diversos tipo de colectores solares ya sea comerciales o prototipos desarrollados en la institución.
- Evaluación experimental de uno, varios o todo el campo de los diversos colectores solares.
- Operación de los campos de colectores acoplados a sistemas de enfriamiento por absorción.

## V. Del Funcionamiento de los Laboratorios

Todas las áreas que constituyen el Laboratorio de Refrigeración y Bombas de Calor (LRBC) están diseñadas para apoyar las actividades de investigación, desarrollos tecnológicos y docencia en el área de la refrigeración y bombas de calor.

- a) Los investigadores, técnicos académicos y estudiantes adscritos al Proyecto de Refrigeración y Bombas de Calor (PRBC) tendrán libre acceso a las instalaciones mencionadas, durante el periodo normal de actividades. En caso de uso durante los fines de semana, periodos vacacionales y actividades en periodos nocturnos, se deberá solicitar por escrito una autorización especial al responsable del área, con un mínimo de 48 horas con anterioridad al inicio de la actividad.
- b) Se otorgará una llave de acceso a los laboratorios y áreas asociadas a todos los académicos adscritos al PRBC autorizados. Se entregará una copia de cada una de las llaves de acceso a las Secretarías Técnica y Administrativa del IER, UNAM.
- c) En el caso de personal académico y estudiantes de otros proyectos adscritos al IER, (usuarios externos), de otras dependencias de la UNAM, así como de otras instituciones y empresas deberán hacer una solicitud por escrito dirigida al responsable general o responsable del área en donde se especifique, el número de personas y nombre de cada una de ellas que desean usar las instalaciones, el tiempo de uso de las mismas, y el tipo de apoyo requerido tanto en equipo específico, materiales, como en reactivos, con un mínimo de 72 horas antes de la fecha programada. El solicitante deberá contar con la solicitud aprobada por escrito antes de hacer uso de las instalaciones. Se dará prioridad a los proyectos e investigación realizada por el PRBC.
- d) Al realizar actividades experimentales, no se permite la permanencia de una sola persona en las áreas de trabajo, el mínimo de personas deberá ser; invariablemente, de 2. En el caso de alumnos, deberá de haber siempre un académico como segunda persona.
- e) Todas las actividades que se realicen en las áreas que constituyen el LRBC deberán estar supervisadas y/o autorizadas por el Responsable del Área o de la persona responsable de la actividad a desarrollar.
- f) En cada una de las área que constituyen el LRBC, habrá dos tipos de bitácoras: en donde de manera obligatoria los usuarios deberán registrar toda la información que se solicita, para cada caso. Una de ellas es para el registro de acceso y salida y la segunda asociada a equipos específicos. En cada uno de ellos,

habrá además un calendario, para que los usuarios puedan programar y solicitar con tiempo, la actividad o equipo específico que se requiera. Solo se autorizará el uso de equipo específico a académicos o estudiantes que tengan experiencia en su manejo o que están dentro de un programa de capacitación sobre el uso de los mismos.

- g) Queda estrictamente prohibido dejar equipos en funcionamiento, bajo calentamiento, presión o con sustancias corrosivas bajo ninguna supervisión.
- h) Esta estrictamente prohibido, realizar actividades y usar equipos específicos sin una autorización previa, así como el traslado de materiales y equipos fuera de las áreas autorizadas sin la autorización del responsable del área. Si se observa la ausencia de material o equipo o este se encuentra roto o en mal estado, se deberá reportar a la brevedad al responsable del área asociada.
- i) Previo a la adquisición de nuevos equipos, se deberá verificar si existe el espacio necesario para su ubicación, así como la potencia de consumo, para evitar sobrecargas de la línea eléctrica. Adicionalmente se debe contar con presupuesto para el mantenimiento preventivo.
- j) Para la instalación de un equipo nuevo o ya instalado sin la debida autorización del responsable del área específica, se deberá contar tanto con el visto bueno por escrito de la Secretaría Técnica en donde se especifique que el equipo no sobrepasará la capacidad de la línea eléctrica, así como la autorización por escrito del responsable del área. En caso de no contar con éstas, el equipo no será instalado o será removido según sea el caso.
- k) No se deberán utilizar extensiones eléctricas para conectar equipos fuera de su área de uso.
- l) Las personas a quienes se sorprenda haciendo mal uso de equipos, materiales, instalaciones, etc. propias de los laboratorios o áreas asociadas, o de las señalizaciones instaladas para medidas de seguridad, serán reportados y sancionados según la gravedad de la falta cometida, con la prohibición parcial o total del ingreso al laboratorio.
- m) Al concluir las actividades en constituyen el LRBC, el usuario deberá dejar en el sitio establecido los equipos utilizados, lavar la cristalería usada y mantener limpio el espacio de trabajo. Deberá desconectar todos los equipos, anotar la actividad en o las bitácoras, apagar la iluminación y proceder a cerrar el laboratorio. Adicionalmente el responsable del área deberá verificar que queden

cerradas las llaves de gas, agua, tanques de gases y aire, según sea el caso; apagadas las bombas de vacío, circuitos eléctricos, luces, etc.

- n) Los usuarios externos de los laboratorios y áreas asociadas deberán contribuir al costo de mantenimiento de los equipos específicos de acuerdo con el porcentaje de tiempo de utilización de los mismos. De la misma forma y en caso de proceder, deberán pagar por la recolección de los residuos químicos generados durante el uso del laboratorio.
- o) Los usuarios deberán dar agradecimiento explícito al uso de la infraestructura de estos laboratorios en los trabajos de investigación y difusión que se pudieran obtener con la utilización de estos laboratorios.

## **VI. De la Seguridad**

Para trabajar en cualquiera de las áreas que constituyen el LRBC, con excepción del área de cómputo, es obligatorio que los estudiantes y personal académico usen bata blanca manga larga cerrada y zapatos cerrados (evitar el uso de tenis o zapato de tela para evitar quemaduras por perforaciones del mismo). Usar lentes de seguridad o guantes de protección, en función del trabajo a realizar. Además, el usuario deberá utilizar de manera obligatoria el equipo de protección que se requiera, de acuerdo a la actividad a desarrollar; cubre bocas, cofia, guantes, cubre zapatos, cubre barbas, etc.

- a) Las áreas de trabajo deberán permanecer cerrados cuando no se realice ningún tipo de actividad.
- b) El académico o alumno que no tenga el equipo de protección necesario y adecuado no podrá permanecer en ninguno de las áreas que constituyen el LRBC.
- c) El responsable de laboratorio entregará el equipo de seguridad cuando así se requiera.
- d) En el laboratorio, deberá existir al alcance de todos los usuarios como un botiquín de primeros auxilios. El responsable del área de trabajo deberá verificar, al menos una vez cada semana, el contenido del botiquín, para proceder a reponer los faltantes y/o enriquecerlos de acuerdo a las necesidades del trabajo realizado.

- e) En las áreas de trabajo queda prohibido: fumar, consumir alimentos o bebidas, mascar chicle, usar zapatos abiertos, teléfono celular, audífonos y accesorios como aretes largos, anillos, collares, etc.
- f) Todas las sustancias, equipos, materiales, etc., deberán ser manejados con el máximo cuidado, atendiendo a las indicaciones de los manuales de seguridad, según el caso.
- g) Todos los reactivos sólidos, líquidos o gaseosos deberán estar debidamente identificados, en caso de que no exista esta información, el reactivo será retirado del LRBC. Una vez abierto el reactivo, se deberá poner la fecha de inicio de uso. Esta prohibido usar frascos con identificación con otros productos de naturaleza diferente.
- h) Queda prohibido desechar sustancias al drenaje o por cualquier otro medio sin autorización del responsable del laboratorio o área correspondiente, quien establecerá los procedimientos para un adecuado desecho de los residuos.
- i) Las puertas de acceso y salidas de cada uno de cada una de las áreas del LRBC deberán de estar siempre libres de obstáculos, accesibles y en posibilidad de ser utilizadas ante cualquier eventualidad. El responsable del área deberá verificar esto en cada actividad a realizar.
- j) En caso de disponer de una o varias regaderas, deberán contar con el drenaje correspondiente, funcionar correctamente, estar lo más alejadas que sea posible de instalaciones o controles eléctricos y libres de todo obstáculo que impida su correcto uso. El responsable del área deberá verificar esto, por lo menos una vez cada semana. Deberá integrarse a la regadera un equipo de lavado de ojos.
- k) Los controles maestros de energía eléctrica y suministros de gas para cada área deberán estar señalados adecuadamente, de manera tal que sean identificados fácilmente. En el caso necesario de calentamiento con gas LP, este será supervisado continuamente.
- l) Deberá existir al menos un extintor de incendios en el LRBC, así como en cada una de las plataformas. Los extintores deberán ser de dióxido de carbón, y de polvo químico seco, según lo determine la Comisión Mixta de Higiene y Seguridad del IER o de la UNAM; deberán de recargarse cuando sea necesario, de conformidad con los resultados de la revisión o por haber sido utilizados.
- m) Los sistemas de extracción de gases deberán de mantenerse siempre sin obstáculos que impidan que cumplan con su función, deberán de evaluarse al

menos una vez cada mes, y deberán recibir el mantenimiento preventivo o correctivo que los responsables de cada área soliciten.

- n) Tanto los sistemas de suministro de agua corriente como de drenaje, deberán de recibir el mantenimiento preventivo o correctivo que los responsables de cada área soliciten.
- ñ) Los lugares en que se almacenen reactivos, disolventes, equipos, materiales, medios de cultivo, y todo aquello relacionado o necesario para que el trabajo en los laboratorios se lleve a cabo, estarán sujetos a lo establecido en este Reglamento.
- p) Al concluir las actividades en cualquiera de las áreas del LRBC, el usuario deberá dejar en el sitio establecido los equipos utilizados, lavar la cristalería usada mantener limpio el espacio de trabajo. Deberá desconectar todos los equipos, cerrar suministros de gas, aire agua según corresponda, y anotar la actividad en o las bitácoras, apagar la iluminación y proceder a cerrar el laboratorio. Adicionalmente el responsable del área deberá verificar que queden cerradas las llaves de gas, agua, vacío, tanques de gases y aire, según sea el caso; apagadas las bombas de vacío, circuitos eléctricos, luces, etc.
- q) Cuando se trabaje con sustancias tóxicas, preparación de soluciones y reactivos; nunca deberán tomarse frascos por la tapa o el asa lateral, siempre deberán tomarse con ambas manos, una en la base y la otra en la parte media. No se deberá pipetear con la boca cualquier líquido; además, se deberá trabajar en área con sistema de extracción (campanas) y equipo de protección personal, de acuerdo al manual correspondiente.
- r) Deberá existir, de manera clara, visible y legible, la información acerca de los teléfonos de emergencia a los cuales llamar en caso de requerirlo.
- s) Se observarán las siguientes medidas de seguridad en torno al manejo y almacenamiento de productos químicos, así como las siguientes disposiciones generales de trabajo y protección de equipos de laboratorio:
  - a. Todos los productos inflamables deberán ser almacenados en un gabinete adecuado. Las puertas de acceso a estos gabinetes deberán permanecer cerradas. Los gabinetes con productos químicos deberán contar con señalamientos de peligro. Se reducirá la cantidad de productos químicos almacenados en gabinetes y refrigerados a un mínimo absoluto.
  - b. Los ácidos inorgánicos deberán almacenarse separados de los productos inflamables.

- c. los ácidos de las bases, así como los reactivos oxidantes de los combustibles se mantendrán almacenados en lugares separados. Aquellos cuya concentración sea superior a 0.1 N, deberán ser almacenados por debajo del nivel de los ojos.
  - d. Todos los cilindros de gases que no se encuentren en uso deberán contar con protección en las válvulas y estar asegurados con cadenas.
  - e. En las campanas de extracción de los laboratorios no deberán encontrarse productos químicos, equipos y materiales no indispensables.
  - f. En las áreas de guardado de material de los laboratorios deberá existir un espacio libre de 50 cm entre el techo y el anaquel más alto.
  - g. Los reactivos altamente tóxicos deberán estar debidamente resguardados y serán proporcionados sólo por el personal de laboratorio autorizado en las cantidades solicitadas.
  - h. En caso de que sea necesario almacenar soluciones preparadas, reactivos preparados o muestras en gabinetes y/o refrigerador se deberá anotar en la bitácora la fecha de ingreso al refrigerador, así como, el periodo de tiempo que se estima el almacenamiento. Cada muestra, reactivo o solución deberá estar debidamente etiquetado, con la fecha, código de muestra, nombre del usuario responsable, tipo de muestra y concentración.
  - i. En cada periodo vacacional o receso de clases, se procederá a desechar las muestras abandonadas por más de 15 días posteriores a la fecha registrada en la bitácora como término del periodo de almacenamiento.
- t) Cuando no exista suministro de agua serán suspendidas las actividades de aquellos laboratorios y áreas de trabajo que ocupen reactivos peligrosos, para evitar posibles accidentes.
- u) Para un buen funcionamiento de las tarjas no se debe depositar en ellas basura, solventes, sustancias corrosivas ni medios de cultivo, y deberán desinfectarse a antes de cada actividad.

## **VII. Del la Higiene**

Todo el personal que labore en el LRBC, ya sean académicos o estudiantes cumplirá con las normas básicas de higiene general, como lo es el estar aseado, usar ropa limpia, tener el pelo recogido, uñas cortas, etc.

## **VIII. De la higiene de las áreas del laboratorio**

- a) Los usuarios académicos y estudiantes del laboratorio deberán mantener limpios los equipos, materiales y herramientas de laboratorio utilizados durante sus actividades, así como mantener limpios y ordenados los espacios del laboratorio utilizados.

- b) La limpieza general de las áreas del laboratorio, deberá ser periódica y correrá a cargo del personal de intendencia del IER-UNAM, esta deberá ser supervisada por los responsables de las áreas.
- c) Todos los residuos sólidos convencionales generados de las actividades realizadas por los usuarios académicos y estudiantes, deberán ser depositados en los contenedores de reciclado correspondientes del IER-UNAM. En caso de desechos de sustancias líquidas o sólidas especiales, deberán ser confinadas y desecharse posteriormente conforme a los lineamientos de la secretaría técnica del IER.

### **IX. Del personal académico responsable del LRBC y de las áreas de trabajo**

El responsable general del LRBC, así como los responsables de cada una de las áreas específicas podrá cambiar por algún otro miembro del grupo o Proyecto de Refrigeración y Bombas de Calor cuando se considere conveniente y será elegido por mayoría de votos de entre los integrantes del grupo.

- a) Al inicio de sus actividades el responsable de área debe asistir al laboratorio y a las áreas de trabajo con bata y los implementos de seguridad necesarios, de acuerdo a lo previsto en este Reglamento.
- b) Verificar que se dé el uso adecuado de equipo, aparatos y material del laboratorio durante el desarrollo de la actividad práctica.
- c) Verificar que se cuente con todos los protocolos de manejo de equipo y/o sustancias de cada proyecto que se realice en su área.
- d) Verificar junto con el responsable de cada proyecto de que todos los participantes en él, ya sean académicos o estudiantes, hayan leído los protocolos correspondientes.
- e) Verificar que cada equipo por instalar o ya instalado, cuyo uso represente cierto riesgo, cuente con las medidas de seguridad necesarias.
- f) Apoyar a los usuarios académicos y alumnos en la utilización y manejo de equipos de laboratorio, a fin de enseñar el uso correcto y cuidado de los mismos para evitar accidentes dentro del laboratorio o el deterioro de los equipos.
- g) Llamará la atención a los usuarios cuando éstos se encuentren haciendo mal uso de la infraestructura e instalaciones del laboratorio e inclusive solicitar que abandonen el mismo cuando no tengan actividades académicas que realizar.

- h) Verificar el estado físico y buen funcionamiento de los equipos antes de que estos sean entregados a los usuarios y después de que se haya concluido la práctica, asegurándose que le sea entregado en las mismas condiciones físicas y de funcionamiento en que se les entregó.
- i) Reportará el mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones eléctricas, campanas, extractores de gases y equipos de laboratorio a las instancias correspondientes.
- j) Supervisará los trabajos que se realicen por los académicos y estudiantes externos al laboratorio.
- k) Llevará el control de los manuales y estará al tanto de las garantías y servicios de los equipos de laboratorio.
- l) Realizará las gestiones de altas y bajas correspondientes al material, equipo y reactivos del laboratorio.
- m) Llevará el control de las formas tanto de solicitud de equipo y reactivos como de vales de préstamo internos y externos.
- n) Llevará el control de herramientas y equipos de medición para apoyar a los usuarios y supervisará su adecuada utilización.
- ñ) Al retirarse del laboratorio deberán asegurarse que todos los equipos, llaves de suministros, de agua y gas, tanques de gases, materiales y reactivos se encuentren debidamente resguardados y organizar y resguardar el material y reactivos empleados en las actividades en el laboratorio.
- o) Efectuará un reporte semestral tanto de material, equipo y reactivos existentes (actualización de inventario), solicitudes de servicio, material nuevo, material mandado a reparación, material reparado, material en trámite de adquisición, material dado de baja, adeudos de material y préstamos a académicos y estudiantes no reintegrados al final del semestre.

Todas aquellas cuestiones que no estén específicamente señaladas en el presente Reglamento, deberán ser resueltas por la Comisión Mixta de Higiene y Seguridad del IER, UNAM.

Cualquier alteración en las condiciones de seguridad o en el cumplimiento del presente reglamento, deberá ser reportado al responsable correspondiente.

Este Reglamento entra en vigor al día siguiente de su aprobación por el Consejo Interno del Instituto de Energías Renovables de la Universidad Nacional Autónoma de México.