



**Title:** “Implementación del reusó de agua condensada de los aires acondicionados en el desarrollo de las prácticas de laboratorio de química del Instituto Tecnológico de Cancún como una alternativa en el consumo de agua destilada.”

**Author:** Ligia Adelayda, TORRES-RIVERO

**Editorial label ECORFAN:** 607-8534  
**BCIERMMI Control Number:** 2018-03  
**BCIERMMI Classification (2018):** 251018-0301

**Pages:** 25  
**RNA:** 03-2010-032610115700-14

**ECORFAN-México, S.C.**

244 – 2 Itzopan Street  
La Florida, Ecatepec Municipality  
Mexico State, 55120 Zipcode  
Phone: +52 | 55 6159 2296  
Skype: ecorfan-mexico.s.c.  
E-mail: contacto@ecorfan.org  
Facebook: ECORFAN-México S. C.

Twitter: @EcorfanC

[www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org)

**Holdings**

Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic Republic
Spain	El Salvador	of Congo
Ecuador	Taiwan	Nicaragua
Peru	Paraguay	



TECNOLOGICO  
NACIONAL DE MEXICO



# Resumen



Aprovechamiento y recolección del agua condensada de los aires acondicionados en los laboratorios del ITCancún que generan una gran cantidad de dicha agua. El laboratorio de química del ITCancún genera más de 15 litros cada día de sus aires acondicionados y la misma cantidad produce el taller de Ingeniería Electromecánica. Estas cantidades impresionantes se pueden atribuir a las condiciones climáticas del estado por el alto índice de humedad.



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,  
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

# OBJETIVOS

- Disminuir el alto consumo de agua destilada en las prácticas de laboratorio de química en el ITCancún.
- Reusar el agua condensada generada por los aires acondicionados del laboratorio de química y del taller de electromecánica, como una alternativa en el desarrollo de las prácticas de laboratorio de química.

# Introducción

Se sabe que un aire acondicionado de uso doméstico puede producir hasta 25 litros diarios de agua condensada si esta en funcionamiento alrededor de 8 a 12 hrs, sin embargo, el agua producida es frecuentemente desechada a los drenajes o solamente se escurre por las paredes generando grandes cantidades de hongos.

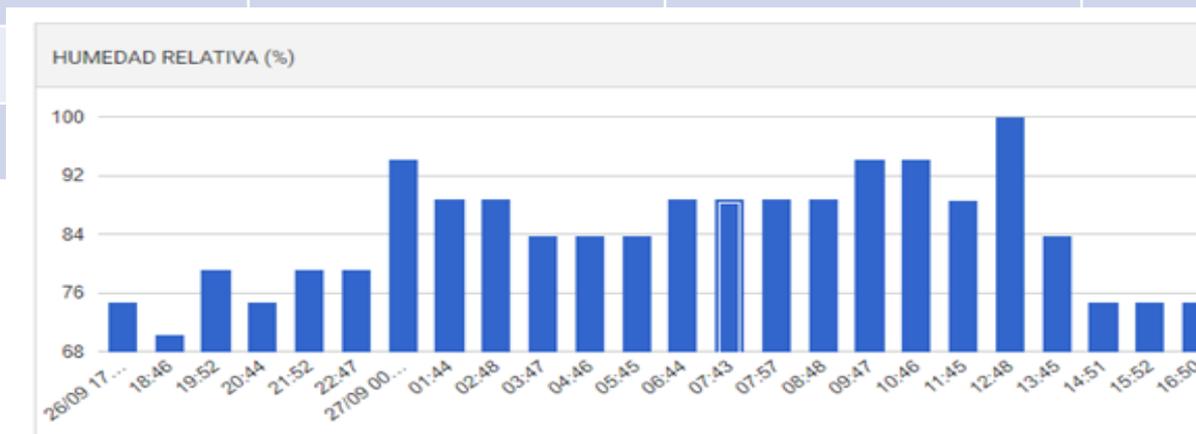
Dicha cantidad de agua captada en un sistema de almacenamiento puede representar un gran ahorro para las instituciones que utilizan agua destilada adquirida de las empresas distribuidoras de productos químicos en la realización de las prácticas de laboratorio.

Dada las condiciones y problemas ambientales y el agotamiento de suministros de agua, recurrimos al proceso de utilizar el agua destilada que generan los aires acondicionados de una manera sustentable en el ahorro del consumo de 80 litros de agua destilada, que es consumida en un semestre en el desarrollo de prácticas de laboratorio de química.

Finalmente, todo esto se debe lograr con un mínimo gasto posible en el consumo de agua destilada, en la realización de los experimentos de laboratorio.

Las materias primas de los procesos químicos deben ser recursos renovables y económicamente viables sobre todo si se atiende un total de 180 alumnos por semestre distribuidos en un total doce equipos por grupo.

Temperatura Máxima	31°C	Temperatura Mínima	25°C
Humedad máxima	100.0%	Humedad mínima	74.7%
Sensación Térmica	34°C		





# Tipos de agua destilada como reactivo Químico

Es el agua usada en los laboratorios para preparar soluciones, mezclas, patrones, etc.

Agua-des ionizada-desmineralizada

Agua bidestilada

Agua químicamente pura grado reactivo

Agua Tridestilada



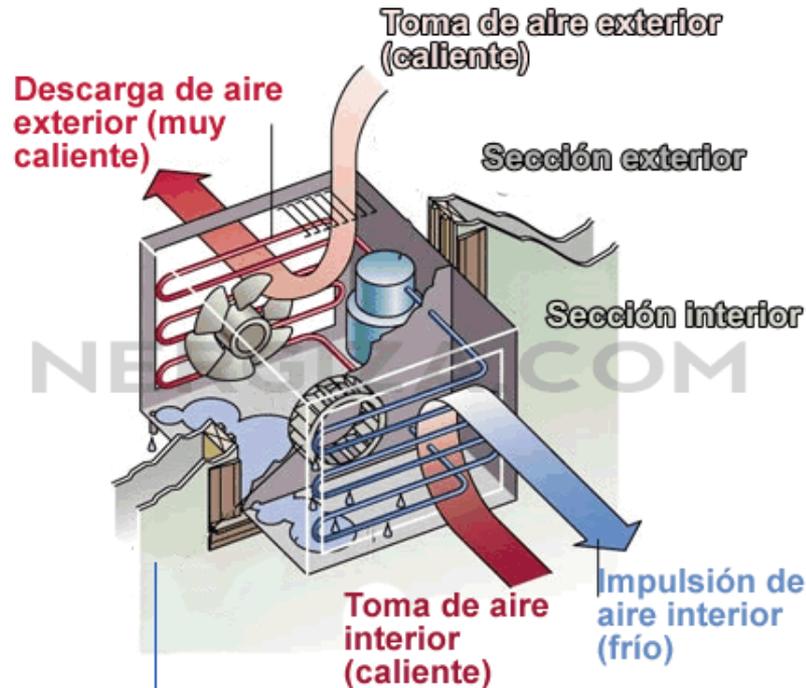
## Tipos de agua usados en laboratorios

1. Agua para aplicaciones en investigación y análisis
  - a) Aplicaciones analíticas y generales
  - b) Aplicaciones en ciencias biológicas
2. Agua para diagnósticos clínicos
3. Agua para atención médica y servicios de salud relacionados



## Como funciona un aire acondicionado

- Un sistema de aire acondicionado no genera aire frío, sino que extrae el calor del aire de la estancia que se quiera climatizar, cómo trabaja un circuito frigorífico para extraer el calor del aire de una vivienda o de un aula, laboratorio, centro comercial hospital.



la temperatura dentro de la casa baja, aunque la humedad relativa aumenta hasta alcanzar el punto de rocío en el que el vapor de agua se convierte en líquido que queda acumulado en la base del evaporador (en este caso la unidad interior o split). Por eso la unidad interior debe tener un desagüe para expulsar estas gotas de agua o vapores condensados, que recogeremos en un recipiente.

EL agua que genera el aire acondicionado son totalmente normales y son el resultado del proceso de evaporación que tiene lugar en el interior de la máquina.



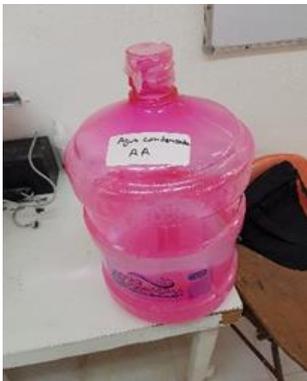
## Agua destilada y agua de los aires acondicionados

El proceso para destilar el agua se basa en la eliminación de los diversos componentes que se encuentran en el agua, se somete al agua, a diversos procesos que **incluyen condensación y vaporización**, para poder llevar a cabo dicho procedimiento, es necesario tener un equipo de destilación.



EL agua que genera el aire acondicionado son totalmente normales y son el resultado del proceso de **evaporación** que tiene lugar en el interior de la máquina.

En el laboratorio de química producen aproximadamente alrededor de 10 a 20 litros diarios de agua condensada de los aires) que permanecen encendidos todo el día ya que los reactivos necesitan un clima adecuado para que la humedad no afecte su calidad.



Sistema de captación de agua del laboratorio de química, fuente propia

# Metodología

El muestreo del agua condensada del aire acondicionado se llevó a cabo en el laboratorio de química y del Taller de Ingeniería electromecánica, muestreo de agua de las llaves de las tarjetas comparaciones con las muestras agua potable

El muestreo se efectúa de acuerdo a las Normas NMX-AA

caracterización física de la calidad de agua de las muestras a partir de los parámetros organolépticos, temperatura, conductividad eléctrica, salinidad, Sólidos disueltos totales, pH.

**Tabla 1. Descripción de las muestras.**

MUESTRA	LUGAR	MILILITROS	OBSERVACIONES
A	Agua proveniente del condensado del aire acondicionado recolectada al interior del laboratorio de química	1000 ml	Tomada del bidón de desagüe ya existente por transvase sencillo.
B	Agua proveniente del condensado del aire acondicionado recolectada al exterior del laboratorio de química	1000 ml	Agua colectada durante un período de aproximadamente un día
C	Agua proveniente del condensado del laboratorio de electromecánica; colectada de la llave conectada a tinaco de almacenamiento.	1000 ml	Agua tomada directamente de la llave de salida del tinaco o tanque que colecta las aguas condensadas del sistema de enfriamiento del laboratorio de electromecánica
D	Agua proveniente de la llave del lavabo del laboratorio de química del agua	1000 ml	Agua de la llave de las tarjas del laboratorio de química. Para la agua comparación con respecto al agua de los condensados



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO



- En cada semestre las carreras de Ingeniería Electromecánica, Sistemas Computacionales, Civil, Mecatrónica, se realizan un total de 6 prácticas de laboratorio de acuerdo al programa de química, atendiendo un total de alumnos por carrera de 57 alumnos, cada grupo es muy peculiar forman equipos entre 10 y 14.



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,  
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO



**Tabla No. 2 Montaje de Experimentos periodo agosto diciembre 2017**

Carreras Ingenierías	No. De Alumnos	No. Prácticas	No. De equipos	Mililitros de agua utilizada en lavado de material de laboratorio aproximadamente por equipo	Turno	Mililitros utilizados para cada practica a diferentes concentraciones molares
Electromecánica	60	5	10	5000 ml.	matutino	5000 ml
Electromecánica	50	5	10	5000 ml.	vesperino	5000 ml
Mecatronica	59	5	12	5000 ml.	matutino	5000ml
Civil	60	5	14	5000 ml	matutino	5000 ml
Sistemas Computacionales	49	5	10	5000 ml	matutino	5000ml

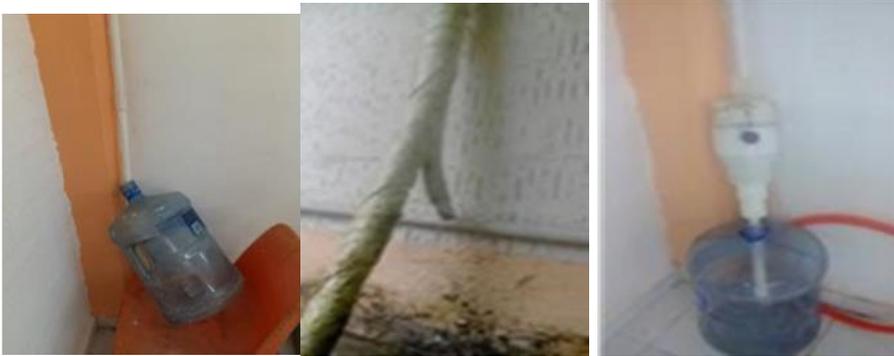
*Fuente propia*



**Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,  
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática**

La captación de agua de condensado de aires acondicionados por día es aproximadamente de 15 a 20 litros dependiendo de las condiciones de humedad en el ambiente. (Véase figura 2 y 3)

**Figura 2** sistemas de captación de agua del condensado aire acondicionado laboratorio química,



*Fuente propia*

**Figura 3** sistemas de captación de agua del condensado aire acondicionado taller electromecánica



*Fuente propia*



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO



# Parámetros Físicos



- Se empleó un medidor de conductividad y pH de Marca OAKTON, PC 700 (pH/mV/Conductivity/°C/°F) Bench Meter - Eutech Instruments.

El mismo equipo se tomó la lectura de Sólidos disueltos totales y salinidad.

La metodología para cada parámetro de acuerdo a las normas mexicanas de agua.

- NMX-AA-008-SCFI-2011 - Determinación del pH - método de prueba
- NMX-AA-093-SCFI-2000– Determinación de la conductividad electrolítica – método de prueba
- NMX-AA-007-SCFI-2013 – Medición de la temperatura en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - método de prueba.



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO



# Parámetro Químico



- Determinación de dureza, alcalinidad total y acidez total en muestras de agua de acuerdo a:
- Los Análisis de agua\_ Determinación de acidez y alcalinidad en Aguas Naturales, y Residuales tratadas
- Se aplicaron las mismas normas para las muestras de agua de los condensados de los aires acondicionados.
- Nitrato en agua por UV Norma mexicana NMX-AA-82-1986. Contaminación del agua\_ Determinación de nitrógeno de Nitrato\_ Método Espectrofotométrico ultravioleta. DOF. 1992.
- Se empleó un espectrofotómetro de la marca Shimadzu, Modelo UV-1800.

- Las lecturas se realizaron en las mañanas antes de iniciar actividades y al concluir la rutina cotidiana de trabajo, durante un período continuo de 4 meses, también fue utilizada en el enjuague del material de laboratorio utilizado para preparar soluciones analíticas,

**Figura 4** *toma de muestra del agua condensada del aire acondicionado*



# RESULTADOS

Se presentan los resultados del análisis de los parámetros físicos de las muestras.

**TABLA 4. Resultados de la medición de parámetros físicos**

MUESTRA	Temperatura °C	CE ( $\mu$ S)	pH (ua)
A  (interior del laboratorio de química)	19.7	10.83	8.52
B  (exterior del laboratorio de química)	19.7	22.3	8.3
C  del laboratorio de electromecánica)	19.7	16.32	8.07
D  (lavabo del laboratorio de química del agua)	19.7	766	7.53

*Fuente Propia*



Los resultados obtenidos de las soluciones preparados con agua del aire acondicionado.

**TABLA 5.** *Cálculo de la normalidad de los titulantes a emplear en determinación de acidez y alcalinidad.*

SOLUCIÓN TITULANTE	NORMALI DAD (N)	TITULADO	Masa titulado ( $g \pm 0.0001$ )	Vol titulante ( $ml \pm 0.1$ )	concentra ción titulante Valorada (N)
Ácido Clorhídrico	0.020	Carbonat o de Sodio	0.0006	4.1	0.003
Hidróxido de Sodio	0.02	Birfatlato ácido de potasio	0.0042	10.1	0.002

*Fuente Propia*

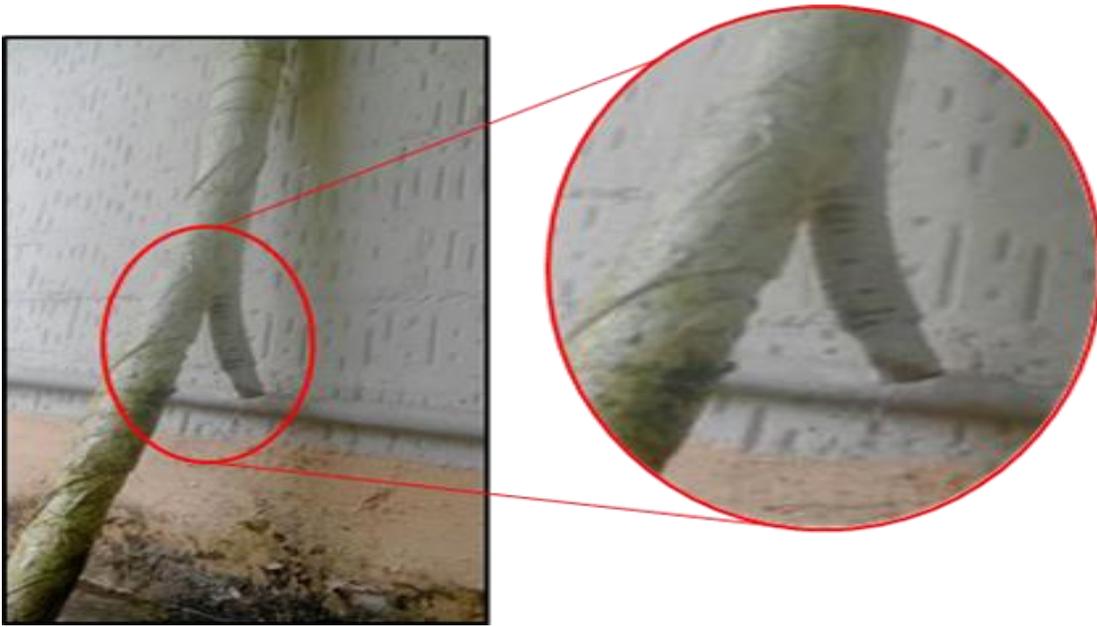


*7 determinación de dureza*



Las muestras proveniente de condensado de los aires acondicionados, no presentaron valores altos de dureza, las variaciones de los datos entra en el margen de error el error se presenta en el orden de  $\pm 0,01$  mg/L en términos de  $\text{CaCO}_3$ , por lo cual se podría decir que el agua de estas muestra no son duras. Para el caso del agua proveniente del lavado del laboratorio de química del agua (muestra D) se obtiene un valor de  $0.90 \pm 0.01$  en términos de mg/L de  $\text{CaCO}_3$  560 mg/l es un agua muy dura

- las muestras proveniente de condensado de los aires acondicionados, no presentaran concentración de nitrógeno-Nitratos.
- La muestra tomada en el exterior presento nitratos por el método de UV .



se observó presencia de algas, en tal sentido es posible incluso que el nitrato de haber, haya sido usado como nutriente por las plantas presentes

# Conclusiones

- Conocer las normas –métodos que rigen la determinación de estos parámetros es de gran utilidad en el análisis ambiental de muestras de agua, y con ello la valoración apropiada de las sustancias utilizadas para eliminar posibles errores sistemáticos cometidos en el pesado u otro, así como la selección de indicadores en los que podemos apoyarnos con confianza para ubicar el punto final de las titulaciones involucradas.
- La toma de muestra es una fase determinante en el proceso de análisis ambiental de una muestra, por lo que se debe tener especial cuidado en el seguimiento de los protocolos adecuados para tal fin.
- Toda toma de muestra debe estar diseñada previo al análisis a fin de tener claridad de los objetivos de estudio y las formas de conservación de la muestra.

# AHORRO

El uso del agua condensada de los aires acondicionados, es un tipo de agua adecuada para ser utilizada en los laboratorios académicos que no requieren una calidad al 99.999% de pureza, para realizar los experimentos, además es gratis no genera un costo adicional para realizar las prácticas de laboratorio de Química, el costo de un garrafón de 20 litros tiene un costo de 210 pesos, el agua Tridestilada que se usa en análisis especiales bidón de 20 litros tiene un costo de \$ 235.(véase tabla No. 9)

**Tabla 9** *reducción de costos en el consumo de agua destilada*

Tipo de agua	Agua generada	Costos del agua	Cantidad agua ml consumidos  Por semestre	Ahorro en consumo de agua destilada.
destilada	No tenemos destilador	215 x garrafón de 20 litros	100 litros	100%
Condensado de los aires	Agua generada por día 20 litros	Sin costo	Agua generada aporta la cantidad necesaria para el abasto de agua	



**ECORFAN®**

**© ECORFAN-Mexico, S.C.**

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- ([www.ecorfan.org/](http://www.ecorfan.org/) booklets)