

Estimado lector:

En esta edición nos hemos enfocados en el estudio de las configuraciones de HVAC más empleadas en las instalaciones turísticas y en el análisis de las bases sobre la cual se sustentan los estudios de oportunidad de los sistemas de cogeneración en el país.

Además, ponemos a su disposición toda la información acerca de nuestro primer curso online sobre mantenimiento preventivo en sistemas de climatización centralizado, esperando que el contenido del mismo sea de su interés.

Como siempre, quedamos abiertos a recibir sus propuestas y consideraciones sobre esta publicación, deseando poder retomar el resto de las actividades formativas que ofrece el IRC tan pronto como la situación epidemiológica lo permita

**Instituto de Refrigeración y
Climatización
Publicación digital
NOTIFRÍO
Consejo Editorial:**

Presidente:

Ing. José R. Rojo Rodríguez

Vicepresidente:

Ing. Jesús Argudín Quintana

Miembros:

Ing. Oscar Hernández Pérez

Ing. Guillermo Cartaya Alemañ

MSc. Milagros Guzmán Giannotti

Editado por:

Director de publicación:

Ing. Alexander Maura Echenique

Resp. de edición:

Esp. Dannerys Pedraza Leiva

Resp. de publicación:

Tec. Iraida Rodríguez Comes

Lo que usted puede encontrar

En esta edición...

ARTÍCULOS TÉCNICOS

- ✚ *Configuraciones HVAC para instalaciones turísticas: Un enfoque para su diseño y explotación. /2*
- ✚ *Estudios de oportunidad e ingeniería conceptual de instalación y suministro energético mediante cogeneración a complejo productivo farmacéutico. /8*

CURIOSIDADES

- ✚ *Purificación de aire por ionización. /13*
- ✚ *Nueva oferta formativa. /15*

CONFIGURACIONES HVAC PARA INSTALACIONES TURÍSTICAS: UN ENFOQUE PARA SU DISEÑO Y EXPLOTACIÓN

Yamile Díaz Torres*, Mario A. Alvares, Eduardo Pérez Novo, Lester Pimentel Cabrera, Dries Haeseldonckx
*Centro de estudios de energía y medio ambiente, Universidad de Cienfuegos, Cuba

INTRODUCCIÓN

La industria del turismo es uno de los sectores económicos más grandes y de mayor crecimiento en el mundo. El turismo ha presentado un crecimiento prácticamente ininterrumpido a lo largo del tiempo, pero en correspondencia directa con este crecimiento, la industria de la hospitalidad consume una cantidad considerable de recursos naturales y produce una gran cantidad de residuos y contaminación.

En 1995, la Administración de Información Energética de EE UU, refirió que las instalaciones hoteleras estaban entre los cinco mayores consumidores de energía en el sector de la construcción comercial/servicios. Aunque las cifras pueden variar bastante entre diferentes ubicaciones y categorías de hoteles, en general los hoteles consumen mucha energía [1]. En 2005 Yu y Chang [2] expusieron que los edificios de oficinas y hoteles eran los principales consumidores de electricidad en el sector comercial y específicamente los hoteles tenían una intensidad de uso de energía (EUI) promedio de 406 kWh/m², casi el doble de la cantidad consumida por edificios de oficinas. En este escenario, la industria de la hospitalidad es responsable del 3% de las emisiones de CO₂ del mundo. Las emisiones mundiales de alojamiento representan más del 15% de la huella ecológica del sector de viajes y turismo en general [3]

Al mismo tiempo, el confort térmico en los edificios es una premisa de la vida moderna. Los sistemas de HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning) son responsables de mantener una comodidad interior aceptable cuando la temperatura y la humedad relativa aumentan o disminuyen, como resultado de cambios de temperatura, radiación solar no deseada o ganancias internas de personas, luces y equipos. El consumo de energía de estos sistemas está influenciado por muchas características tales como: la operación continua de sus servicios, los patrones de ocupación y las variaciones en la preferencia del cliente relevantes para la comodidad interior, así como la cultura y la conciencia del consumo de recursos.

Estudios realizados en instalaciones hoteleras, estiman que aproximadamente la mitad de su energía es consumida por los sistemas HVAC y el agua caliente sanitaria (ACS) [4]. A su vez, se ha cuantificado que los sistemas de HVAC en los hoteles subtropicales consumen alrededor del 35-50% de la electricidad de los mismos [5]. Por lo tanto, el ahorro de energía en los sistemas HVAC de los hoteles es un tema vital.

CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES HOTELERAS

El consumo de energía en una instalación hotelera no se puede estandarizar. En la industria del ocio los valores de los indicadores de consumo pueden variar significativamente no solo entre las regiones, sino también en instalaciones ubicadas en la misma zona [4], ya que existen parámetros físicos y operacionales que afectan el desempeño de estas instalaciones y su consumo de recursos, por ejemplo: el estándar del hotel, la antigüedad de la instalación, el tipo de sistemas de energía y agua instalados, los esquemas de operación y mantenimiento, los servicios que se ofrecen, las fluctuaciones en la ocupación y las variaciones en las preferencias del cliente con respecto a la comodidad interior [7].

Los alojamientos hoteleros suelen ser unidades de una o de varias habitaciones, de corta o larga duración (o residencia) con baño, adyacentes a un pasillo y flanqueadas a ambos lados por otras habitaciones. El edificio puede ser de una sola planta, de baja o gran altura. Pueden poseer múltiples instalaciones subsidiarias (desde la tienda y la oficina hasta salones de baile, comedores, cocinas, auditorios y salas de reuniones), y un rango de clase desde hotel de lujo al hotel/motel económico como puede verse en la tabla 1

Tabla 1 clases de hotel [15]

Tipo de instalación	Personas típicas de ocupación por habitación	Características
Hotel de lujo	1.2	Grandes habitaciones, suites, restaurantes de especialidades
Lujo / primera clase, hotel de servicio completo	1.2 a 1.3	Amplias habitaciones, grandes áreas públicas centro de negocios, piscina y gimnasio, varios restaurantes
Hotel de servicio completo a mediana escala	1.2 a 1.3	Grandes áreas públicas, centro de negocios, varios restaurantes
Hotel de convenciones	1.4 a 1.6	Gran cantidad de habitaciones, áreas públicas muy grandes, áreas especiales extensas, cambio rápido de cargas máximas
Hotel de servicio limitado	1.1	Las áreas públicas limitadas, algunos restaurantes, pueden no tener lavandería
Exclusivo, todas las suites del hotel	2.0	Las habitaciones son dos bahías de construcción, despensas en la habitación, áreas públicas limitadas, pocos restaurantes
Economía, todas las suites del hotel	2.0 a 2.2	Suites más pequeñas, áreas públicas limitadas y restaurantes
Hotel resort	1.9 a 2.4	Amplias áreas públicas, numerosas áreas especiales y deportivas, varios restaurantes
Centro de conferencias	1.3 a 1.4	Numerosos espacios para reuniones especiales, opciones de comidas limitadas
Hotel casino	1.5 a 1.6	Salas más grandes, grandes espacios de juegos, amplias instalaciones de entretenimiento, numerosos restaurantes
Hotel / motel económico	1.6 a 1.8	No hay áreas públicas, poca o ninguna servicio de restaurante, generalmente sin servicio de lavandería

En general, los hoteles se pueden dividir en tres áreas funcionales: [7, 9]

- El área de la unidad de invitados: Comprende las habitaciones y suites con baños privados. Tiene como principal característica, el ser espacios individuales (a menudo con grandes acristalamientos en la fachada) con un régimen de uso de energía extremadamente desequilibrado.
- Áreas públicas: Incluye principalmente la recepción, el vestíbulo, bares, tiendas, restaurantes, salas de convenciones, piscinas, etc. Esas áreas tienen una alta tasa de transferencia de calor con el espacio al aire libre y elevadas cargas internas (gran cantidad de ocupantes, iluminación intensa, equipos eléctricos y electrodomésticos)
- Áreas de servicio: Comprende los espacios en los que el consumo de energía se relaciona principalmente con la instalación de sistemas de HVAC y el área administrativa (personal de apoyo y gestión del hotel). Se caracteriza por tener una iluminación intensa y numerosos aparatos eléctricos.

Estas diferentes áreas tienen un requisito único de aire acondicionado, generalmente gobernado por el estándar ASHRAE (ver tabla 2). Otro aspecto que se relaciona con el uso de equipos con aire acondicionado y la influencia en la comodidad del huésped es el nivel de ruido, ya que puede afectar el índice de audición, causar estrés y alterar los patrones de sueño.

Tabla 2 Criterios de diseño del hotel según el Manual de ASHRAE*

Categoría	Condiciones de diseño interior (verano)		Ventilación ^c (cfm)	Escape ^a (cfm)	Eficiencia del filtro ^e (MERV)	Nivel de ruido RC ^d (dba)
	Temperatura (oC)	Humedad relativa ^b (%)				
Habitaciones de invitados	24 a 26	50 a 60	30 a 60 por habitación	20 a 50cfm por habitación	6 a 8	25 a 35
Lobbies	24 a 26	40 a 60	15 por persona	-	8 o mejor	35 a 45
Conferencia/salas de reuniones	24 a 26	40 a 60	20 por persona	-	8 o mejor	25 a 35
Salas de montaje	24 a 26	40 a 60	15 por persona	-	8 o mejor	25 a 35

Las dos áreas principales de cualquier hotel son las habitaciones y las áreas públicas. Para el diseño de los sistemas de HVAC que atienden estos espacios se recomiendan considerar los siguientes factores [8]:

- Para las habitaciones, se recomienda que los sistemas de aire acondicionado tengan un control de temperatura individual y de respuesta rápida, distribución de aire sin corrientes de aire, ventilación del cuarto de baño, control de humedad, nivel de ruido aceptable, facilidad de mantenimiento, eficiencia operativa y uso mínimo de espacio.
- En el caso de las áreas públicas, se debe prestar especial atención al incorporar el sistema interior, ya que generalmente es la primera impresión que tiene un turista al arribar a un hotel. Se deberán tener en cuenta el suministro y salidas de aire, considerar la disponibilidad de unidades independientes para cada área pública principal y garantizar una operación económica y satisfactoria en condiciones de cargas parciales.

PATRONES DE OCUPACIÓN EN LAS INSTALACIONES HOTELERAS

En las instalaciones hoteleras, los espacios no están ocupados en todo momento, por lo que la diversificación de la carga es posible debido a la ocupación transitoria de las habitaciones, (con un mayor uso de las habitaciones por la noche y la diversidad asociada con la operación de la instalación).

Estudios realizados han demostrado que los patrones horarios de carga de electricidad varían dependiendo de los niveles de actividad de la instalación y/o sus propósitos [10]. El tiempo de uso de cada instalación también tiende a ser diferente. Otra consideración importante es la operación de las principales áreas funcionales, como los restaurantes, lavandería o tiendas durante sus horas normales de trabajo. Sin embargo, por la noche, aunque estas áreas funcionales principales se cierran, la demanda de carga eléctrica en los pisos de habitaciones aumenta.

Las horas que se usa cada área pública pueden variar ampliamente, por ejemplo: el lobby principal normalmente se usa las 24 horas del día. Las áreas como restaurantes, salas de reuniones y áreas comerciales tienen un uso intermitente, por lo que la carga cambia con frecuencia. Esta observación indica que, en una instalación hotelera, debido a la naturaleza de su operación de 24 horas, deben ser seleccionados para estas áreas, los sistemas de HVAC que respondan de manera efectiva y económica.

No hay duda de que el consumo de energía de un hotel puede verse afectado por su tasa de ocupación. El comportamiento de los ocupantes es una de las razones principales de la gran divergencia entre el rendimiento energético del edificio predicho y el práctico [11]. Por ejemplo, no es necesariamente el doble de consumo de energía si el número de ocupantes se duplica, por lo que una relación proporcional simple es poco probable.

Una forma de disminuir estos fenómenos, es reajustar las cargas de calefacción/enfriamiento reorganizando virtualmente las ocupaciones hasta que se elimine la diversidad [12]. Este objetivo puede lograrse si:

- Se agrupan las cargas (locales) con similares niveles de actividad.
- Se reagrupan a huéspedes con semejantes perfiles de ocupación, de modo que los ocupantes de una zona podrían tener presencia similar.
- Se ocupan las habitaciones con menores ganancias de calor.
- Se consideran las habitaciones no ocupadas como habitaciones parcialmente cargadas.

Por otro lado, la carga de enfriamiento sensible puede variar de 0 a 100% en un solo día, mientras que la carga latente puede permanecer casi constante. Por lo general, los equipos de HVAC solo manejan cargas pequeñas o parciales, puesto que las cargas máximas ocurren en muy raras ocasiones y por periodos muy cortos de tiempo [10]. Todas las cargas (excepto la carga máxima), muestran un patrón lineal y son predecibles. Sin embargo, es difícil predecir el pico de demanda de electricidad que se produce en un corto

período de tiempo, dado que los sistemas de HVAC en los hoteles generalmente funcionan en condiciones de carga parcial.

SISTEMAS DE HVAC RECOMENDADOS. EJEMPLOS PRÁCTICOS EN HOTELES.

Existen numerosas configuraciones de sistemas HVAC, por lo que elegir un sistema no es una tarea sencilla. La selección de la configuración del sistema generalmente se decide en la etapa inicial del proceso de diseño cuando se producen las máximas oportunidades de eficiencia energética. Aunque todas las tecnologías tienen ciertos beneficios técnicos y económicos, la ubicación de la instalación, la calidad ambiental deseada y el tipo de diseño escogido, determinarán la selección del sistema de HVAC a implementar. Sin embargo, algunos países adoptan regulaciones que pueden influir en esta decisión; la tabla 3 muestra algunos ejemplos de estos requisitos.

Tabla 3 Requisitos mínimos del sistema HVAC para hoteles según la Organización Mundial del Turismo [25]	
Calificación del hotel	Servicio proporcionado
*	Calefacción o refrigeración del ventilador cuando sea necesario
**	Calefacción o enfriamiento del ventilador cuando sea necesario. Calefacción central y enfriamiento de la comodidad estacionalmente disponibles
***	Calefacción central y enfriamiento de la comodidad estacionalmente disponibles. Control de calor individual en las habitaciones. La temperatura se mantiene dentro del rango de 18-25 ° C
**** y *****	Calefacción central y refrigeración de confort disponibles en todo el hotel. Control individual de calor y aire acondicionado en todas las habitaciones. Equipo de alta calidad con un nivel de emisión de ruido muy bajo.

Algunos manuales [8, 9] sugieren utilizar en las áreas de habitaciones de huéspedes, sistemas todo agua o equipos de expansión directa, proporcionar aire de ventilación acondicionado directamente a las habitaciones de huéspedes, prestar especial atención al control de la humedad del aire exterior y que las áreas públicas como los vestíbulos y los restaurantes estén acondicionadas por enfriadores con sistemas de volumen de aire constante (CAV) o volumen variable de aire (VAV) [14].

Otras recomendaciones son:

- Las instalaciones cerca de una costa deben construirse especialmente para evitar la corrosión acelerada causada por la sal.
- Los equipos de climatización deben estar aislados para reducir la generación o transmisión de ruido.
- Las torres de enfriamiento o las unidades de condensación, se deben diseñar y ubicar para evitar molestar a los ocupantes del edificio o de los edificios adyacentes.

DIFERENTES EJEMPLOS PRÁCTICOS DE SISTEMAS HVAC INSTALADOS

Diferentes estudios realizados [17, 18] describen que los sistemas de HVAC instalados en hoteles tropicales tienden a ser sistemas centralizados de aire acondicionado, en donde las plantas enfriadoras se utilizan comúnmente para proporcionar energía de enfriamiento en forma de agua fría para mantener las condiciones térmicas requeridas en los espacios interiores. En moteles, apartamentos de poca altura y residencias ubicadas en clima templado, son recomendables las unidades de enfriamiento de tipo evaporativo [9] en tanto que en los hoteles de lujo ubicados en Europa [9] estaban típicamente equipados con sistemas centralizados (incluyendo caldera, enfriadores y torres de refrigeración). En el caso de los hoteles con marcación media (Scandic), la calefacción de espacios y el agua caliente doméstica se proporcionan mediante equipos centralizados, mientras se enfrían mediante sistemas descentralizados. También se utiliza en modo mixto, con ventilación natural para la climatización.

POTENCIALIDADES DE LOS SISTEMAS HIDRÓNICOS

Dado que los sistemas de HVAC son responsables del 60% del consumo eléctrico en un hotel, y los sistemas de enfriamiento de agua (Chillers) juegan un papel importante en el consumo de energía del proceso de enfriamiento, representando el 24.8-28.6% del uso total de energía de estos sistemas [2], aumentar la eficiencia energética de los mismos permitirá conservar energía y recursos, especialmente en varios sectores de la industria hotelera.

Los sistemas con enfriadores múltiples son más comunes que los sistemas de enfriadores individuales. Un estudio realizado por Yu y Chan [19], estimó, que es posible lograr ahorros interesantes de electricidad al emplear mayor cantidad de enfriadoras con tamaños diferentes en lugar de un número menor de enfriadoras de igual tamaño. De igual manera, se determinó que los enfriadores centrífugos son más eficientes a carga completa o casi completa, mientras que los enfriadores de tipo tornillo rotatorio generalmente tienen la mejor eficiencia a carga parcial [20].

Yu y Chan [2] mencionan que, para múltiples disposiciones de enfriadores, la secuencia de enfriamiento es un medio esencial para mejorar la eficiencia de la planta enfriadora porque permite que cada enfriador (escalonado) funcione con la máxima eficiencia a plena carga. Sin embargo, es una práctica prudente cargar la enfriadora que tenga la mejor eficiencia en función de la demanda de enfriamiento antes de cargar las otras enfriadoras, que usan más energía [13, 19].

Las enfriadoras de velocidad completamente variable (VSC) pueden operar de manera más eficiente a carga parcial que las enfriadoras que operan con velocidad constante convencional. El uso de VSC y/o flujo variable en el circuito primario es un medio viable para eliminar una caída importante en el rendimiento del sistema en la operación de carga parcial al tiempo que acomoda el síndrome del delta T bajo, de los circuitos de agua enfriada.

Yu y Chan [19, 21] también realizaron un análisis ambiental y económico de todos los sistemas VSC con control de velocidad basado en carga. Sus resultados mostraron que la aplicación de esta tecnología puede disminuir el gasto de la electricidad anual total en 19,7% y el agua anual en 19,7% en relación con la planta de velocidad constante correspondiente.

El control de la temperatura de condensación cuando existan condiciones inferiores a las de diseño, es otra manera de disminuir el consumo de energía de los enfriadores e incrementar la eficiencia. Esta medida permite un menor trabajo de compresión, reduce el número de compresores operativos, disminuye los ciclos de encendido y apagado de los compresores con un ahorro potencial de 8-40% [23].

Los enfriadores también permiten la posibilidad de implementar el almacenamiento de energía térmica (TES), lo cual podría ser una clave para una mejor gestión de generación de energía y su diseño permite la reducción de la capacidad instalada, con la consiguiente reducción de costos fijos, así como también reduce el pico de demanda y el consumo de energía, operación más eficiente del sistema, calidad mejorada del aire interior y aumento de la flexibilidad de operación [24].

ENFOQUE VERDE EN SISTEMAS DE HVAC EN LA INDUSTRIA HOTELERA.

El área básica de los enfoques ecológicos es reducir el consumo de energía, agua y desechos [25]. Centrándose en las 3Rs '- Reutilizar, Reducir y Reciclar' y las 2Es '-Energía y Eficiencia '. De acuerdo con un informe presentado por el Departamento de Medio Ambiente (DOE) del Reino Unido, se presume que la aplicación de enfoques ecológicos puede generar ahorros energéticos de hasta un 20%.

Wang [28] investigó las mejores prácticas ecológicas utilizadas en hoteles de Taiwán. Las medidas adoptadas en los mismos fueron:

- Instalar sensores de ocupación (movimiento) o temporizadores en áreas de poco tráfico.

- Utilizar equipos eléctricos con funciones de ahorro de energía.
- Utilizar fuentes de energía renovables como la energía eólica, solar y geotérmica cuando sea posible.
- Instalar termostatos programables.
- Realizar un mantenimiento regular en los equipos HVAC.
- Evaluar el aislamiento en techos.
- Instalar ventiladores de techo para promover la circulación de aire y reducir la necesidad de aire acondicionado.

Un área que tiene un impacto menor en los costos operativos en un hotel podría ser el uso de energía renovable, como la energía solar. Se deben considerar la posibilidad de utilizar fuentes de energía alternativas (solar, biomasa, recuperación de calor y otras fuentes de energía renovables), de acuerdo con las capacidades de las ubicaciones específicas. Las limitaciones de espacio, la necesidad de flexibilidad en el uso de los sistemas de energía y los recursos limitados disponibles son razones que limitan esta configuración avanzada en los sistemas de HVAC.

CONCLUSIONES

Las demandas de energía de las edificaciones son la principal fuente del consumo de electricidad debido al aumento de los requisitos de los sistemas de HVAC, especialmente en la industria del turismo, donde su premisa fundamental es mantener un entorno de confort para sus clientes. Para lograr un diseño correcto de un sistema HVAC en una instalación hotelera, es necesario tener un amplio conocimiento de las características particulares de ese sector y la influencia en su funcionamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]. Tsoutsos, T. Tournaki, S. Avellaner de Santos, C. Vercellotti, R. 2013. Nearly Zero Energy Buildings Application in Mediterranean hotels. *Energy Procedia* Vol. 42 230 – 238.
- [2]. Yu, F, Chan, K.T., 2005a. Electricity end-use characteristics of air-cooled chillers in hotels in Hong Kong. *Building and Environment* Vol.40, 143–151
- [3]. Sustainable Tourism Cooperative Research Centre (STCRC), 2010. Clean technology applications in tourism accommodation: A best practice manual.
- [4]. Bohdanowicz, P., Martinac, I., 2007. Determinants and benchmarking of resource consumption in hotels—Case study of Hilton International and Scandic in Europe. *Energy and Buildings* Vol.39, 82–95.
- [5]. Mak, B.L., Chan, W.W., Li, D., Liu, L., Wong, K.F., 2013. Power consumption modeling and energy saving practices of hotel chillers. *International Journal of Hospitality Management* Vol.33, 1– 5
- [6]. Acosta, A., González, A.I., Zamarreño, J.M., Álvarez, V., 2016. Energy savings and guaranteed thermal comfort in hotel rooms through nonlinear model predictive controller. *Energy and Buildings* Vol.129, 59–68.
- [7] Milojković, A., Nikolić, M., Stanković, V. 2010. Improvement of energy efficiency in hospitality toward sustainable hotel. Presented at the IV International symposium for students of doctoral studies in the fields of civil engineering, architecture and environmental protection.
- [8]. ASHRAE Handbook 2016: HVAC Systems and Equipment: SI Edition ASHRAE. USA. ISBN,193920027X,978-1939200273
- [9]. ASHRAE Handbook 2015: HVAC Applications. Edition. by Ashrae. USA. ISBN-13: 978-1936504930. ISBN-10: 1936504936
- [10]. Ryu, J.-H., Hong, W.-H., Seo, Y.-K., 2014. Characteristic Analysis of Peak Load in Electricity on Large Scale Hotels Considering the Energy Efficiency. *International Journal of Smart Home* Vol.8, 207–222.
- [11]. Azar, E., Menassa, C.C., 2012. A comprehensive analysis of the impact of occupancy parameters in energy simulation of office buildings. *Energy and Buildings* Vol.55, 841–853.
- [12]. Yang, Z., Ghahramani, A., Becerik-Gerber, B., 2016. Building occupancy diversity and HVAC (heating, ventilation, and air conditioning) system energy efficiency. *Energy* Vol.109, 641–649.
- [13]. Yu, F., Chan, K.T., 2005b. Experimental determination of the energy efficiency of an air cooled chiller under part load conditions. *Energy* Vol.30, 1747–58.
- [14]. Priyadarsini, R., Xuchao, W., SiewEang, L., 2009. A study on energy performance of hotel buildings in Singapore. *Energy and Buildings* Vol.41, 1319–1324.
- [15]. *ASHRAE Handbook 2017. Fundamentals*. Edition ASHRAE. USA. ISBN-13: 9781939200587
- [16]. ASHRAE Handbook 2014. Refrigeration. Edition ASHRAE. USA. ISBN-13: 978-1936504725
- [17]. Acosta, A., González, A.I., Zamarreño, J.M., Alvarez, V., 2015. Controlador predictivo no lineal para la gestión energética del sistema centralizado de aire acondicionado de un inmueble hotelero. *Revista iberoamericana de automática e informática industrial* Vol.12, pp. 376–384.

- [18]. Vega, B. Castellanos, L.M. Yanez J.P. 2015 Modeling and identification of the cooling dynamics of a tropical island hotel. *Energy and Buildings* Vol. 92, pp. 19-28.
- [19]. Yu, F., Chan, K.T., n.d.2007. Strategy for designing more energy efficient chiller plants serving air-conditioned buildings. *Build Environ*; Vol42, No10 pp. 3737–46.
- [20]. Jayamaha, L., 2006. *Energy-efficient building systems: green strategies for operation and maintenance*, 1 st. ed. McGraw-Hill, US.
- [21]. Yu, F.W., Chan, K.T., 2008. Optimizing condenser fan control for air-cooled centrifugal chillers. *International Journal of Thermal Sciences* 47 (7), 942–953.
- [22]. Chan, K.T., Yu, F.W., 2002. Applying condensing-temperature control in air-cooled reciprocating water chillers for energy efficiency. *Applied Energy* 72 (3), 565–581
- [23]. Yu, F.W., Chan, K.T., 2005c. Advanced control of condensing temperature for enhancing the operating efficiency of air-cooled chillers. *Building and Environment* 40 (6), 727–737
- [24]. Dincer, I., 2002. On thermal energy storage systems and applications in buildings. *Energy and Buildings* Vol.34, 377–355
- [25] Nair, V., Anantharajah, S., 2012. Green makeover of our hotel. DOE Report. IMPAK, 12, 11-12
- [26] Nezakati, H., Moghadas, 2015. Effect of Behavioral Intention toward Choosing Green Hotels in Malaysia - Preliminary Study. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*.
- [27] Yusof, , 2013. Green Approaches of Malaysian Green Hotels and Resorts. *Procedia- Social and Behavioral Sciences*.
- [28] Wang, R., 2012. The investigation of Green Best Practices for Hotels in Taiwan. *Procedia–Social and Behavioral Sciences*.
- [29] Navarro-Rivero, P., Ehrismann, B., 2012. Durability issues, maintenance and costs of solar cooling systems.

ESTUDIOS DE OPORTUNIDAD E INGENIERÍA CONCEPTUAL DE INSTALACIÓN Y SUMINISTRO ENERGÉTICO MEDIANTE COGENERACIÓN A COMPLEJO PRODUCTIVO FARMACÉUTICO

Pablo R. Roque Díaz*, Alfredo A. Leyva, Andrey Vinajera Zamora, Armando Gómez Quesada, José I. Pagés

*Centro de Estudios de Energía y Tecnologías, Universidad Central de las Villas “Marta Abreu”

Introducción

Los esquemas de suministro energético a consumidores diversos basados en la cogeneración permiten sustituir total o parcialmente las demandas de combustible para satisfacer las necesidades de calefacción industrial, refrigeración y climatización utilizando parte de las pérdidas inevitables asociadas a los ciclos termodinámicos de generación local de potencia, lográndose índices apreciables de ahorro de energía primaria cuando se comparan con los esquemas tradicionales basados en suministro separado de potencia y calor. Esto hace sumamente atractivos los proyectos que persiguen sustituir la logística de suministro energético en instituciones productivas, de servicios, residenciales sociales y de otros diversos tipos por esquemas de cogeneración.

Los indicadores termo económicos de los esquemas de cogeneración, entendidos por un lado como la minimización de los costos exergo económicos unitarios de los productos o servicios, y por otro como la obtención de la máxima eficiencia exergética con los mínimos costos totales resultan en este caso extremadamente sensibles, entre otros factores, a la optimización estructural del esquema organizativo (topológico) de la instalación, a su dimensionamiento en cuanto a capacidades instaladas del equipamiento y a la dinámica temporal de las demandas de servicios energéticos (potencia mecánica y eléctrica, calentamiento y refrigeración, incluyendo la climatización), en particular al grado de simultaneidad de esas demandas teniendo en cuenta que la efectividad de la cogeneración se realiza cuando se utilizan las pérdidas de generación local de potencia para satisfacer demandas de energía térmica.

De lo anterior resulta evidente la necesidad de realizar un riguroso y detallado estudio en la etapa pre inversionista cuando se quiere evaluar la viabilidad de un proyecto de cogeneración, que es tanto más complejo cuanto mayor sea la complejidad de la instalación a la que ha de satisfacer. Este estudio, resulta casi siempre único e irreplicable, incluso para instalaciones aparentemente similares, teniendo en cuenta que estas pueden estar sometidas a diferentes dinámicas de las demandas de servicios energéticos.

Objetivos

Analizar los métodos y procedimientos necesarios para acometer un estudio de oportunidad y la viabilidad de la sustitución total o parcial de un esquema logístico energético tradicional por otro organizado según los esquemas de suministro combinado de calor y potencia o cogeneración, a un complejo productivo farmacéutico conformado por varias unidades relativamente cercanas con un alto grado de dependencia en sus esquemas de organización y en su gestión productiva y energética, que permite evaluar diferentes alternativas topológicas y esquemas tecnológicos así como estrategias operacionales que permitan elevar en primer lugar, y luego optimizar la eficiencia termo-económica del esquema logístico energético proyectado.

Generalidades sobre los sistemas de cogeneración.

El suministro energético se realiza típicamente con arreglo a dos esquemas logísticos: suministro separado (el más comúnmente utilizado) y suministro combinado o cogeneración, (aplicado en nuestro país en la producción azucarera y unos pocos enclaves productivos de la industria niquelífera).

El sistema logístico separado consiste en el suministro de portadores energéticos primarios o procesados para satisfacer separadamente las necesidades de potencia (normalmente mediante energía eléctrica, mayoritariamente adquirida de la unión eléctrica y en algunos casos autogenerada por el consumidor), y energía térmica (principalmente a través de combustible quemado en instalaciones apropiadas a la aplicación concreta, y típicamente consistente en algún derivado del petróleo).

El sistema de cogeneración o suministro combinado de potencia y calor (CHP por su sigla en inglés) saca provecho de las pérdidas inevitables en los procesos de generación de potencia, para sustituir total o parcialmente los consumos de combustible asociados a los servicios energéticos de calefacción, refrigeración y climatización, con lo cual se disminuye la factura eléctrica aumentando la utilización *in situ* de combustible.

Estudios conceptuales de proyectos de cogeneración (CHP)

Según el Decreto Ley 327/2015 del Consejo de Ministros [1], la valoración de los estudios de oportunidad y de prefactibilidad, derivados de la presentación de un proyecto técnico (documentación técnica de ideas preliminares y soluciones conceptuales) permitirá decidir sobre la continuidad de una inversión. Pero debido a su generalidad, el referido cuerpo legal no regula de manera específica un conjunto de aspectos claves que definen particularmente, la viabilidad técnica y la potencialidad de reducción de costos en los proyectos de suministro energético y más específicamente en los esquemas de CHP, en los que además, existe poca experiencia previa concreta en las empresas y otras instituciones responsables con la proyección y evaluación de este tipo de proyectos, por lo que se hace necesario utilizar de manera creadora, las mejores experiencias de otros países, en la organización y ejecución de los estudios requeridos entre tanto no se promulguen regulaciones específicas nacionales.

Recomendaciones de la Agencia para la Protección Ambiental (US EPA)

Tomando como base las regulaciones de la EPA e intentando adaptarlas a las diferencias con Cuba, se puede conformar un conjunto de recomendaciones metodológicas y organizativas que conduzcan a una evaluación racional de las oportunidades de un proyecto de cogeneración, en particular en este caso para un complejo productivo con las características que se han enumerado anteriormente.

El procedimiento indicado por la EPA se divide en cinco pasos, donde se establecen los alcances, estimados de tiempo, costos, personal requerido y otros importantes aspectos a tener en cuenta:

- ❖ Calificación.
- ❖ Estudios de viabilidad de primer nivel (L1).
- ❖ Estudios de viabilidad de segundo nivel (L2).
- ❖ Gestión de la ejecución del proyecto.
- ❖ Operación y mantenimiento.

Estos pasos deben ser tenidos en cuenta en cualquier proyecto de preinversión de cogeneración y adaptar a la realidad cubana las indicaciones reflejadas en los mismos, aunque por su alcance en el presente estudio solo son aplicables los dos primeros.

Calificación

Este paso es considerado como elemental y extremadamente simple pero imprescindible y en él se insta al equipo encargado y en particular al inversionista a responder a un cuestionario de diez preguntas, sugiriendo que las respuestas afirmativas contribuyen a evaluar si la instalación considerada resulta una buena candidata para beneficiarse de un proyecto CHP:

1. ¿Se paga más de 0,10 USD/kWh en promedio por la electricidad (incluyendo los gastos de generación, transmisión y distribución)?
2. ¿Existe conocimiento de los impactos actuales y futuros de los costos de la energía sobre su negocio?
3. ¿Está su instalación ubicada en un lugar con mercado de electricidad no regulado?
4. ¿Existe conocimiento sobre la fiabilidad del suministro eléctrico a su instalación? ¿Podrían existir impactos comerciales, de seguridad o de salud substanciales en caso de interrupción del suministro eléctrico?
5. ¿Trabaja la instalación más de 5000 horas al año?
6. ¿Existen demandas térmicas a lo largo de todo el año (tales como vapor, agua caliente o aire caliente)?
7. ¿Se planea reemplazar, modernizar o reparar el equipamiento de la planta central de energía (tales como generadores, calderas, enfriadores de agua) en los próximos 3 a 5 años?
8. ¿Se prevé alguna expansión o nuevo proyecto de construcción en los próximos 3 a 5 años?
9. ¿Se han implementado antes medidas de eficiencia energética y aún permanecen elevados los costos de energía?
10. ¿Existe interés en reducir los impactos ambientales de la instalación?

El proceso de calificación sobre la pertinencia de un esquema de CHP en la instalación, y por lo tanto juzgar si resulta apropiado acometer un estudio de viabilidad L1 comienza con la determinación de los potenciales técnicos y continúa con una evaluación inicial del potencial de reducción de costos.

- Potencial técnico

Se puede usar CHP en aplicaciones con demandas térmicas y de potencia, significativas y coincidentes. Para una óptima viabilidad de los costos, los sistemas de CHP deben diseñarse y dimensionarse para satisfacer la demanda base de energía térmica de la instalación todo el año, la que puede incluir vapor, agua fría y caliente, procesos de calor, refrigeración y acondicionamiento de aire. Los sistemas CHP generan electricidad y utilizan el calor de desecho para satisfacer total o parcialmente dichas demandas térmicas. Pueden ser una poderosa opción técnica en muchas instalaciones de diferentes tipos y capacidades, incluyendo edificios comerciales y residenciales, instituciones diversas, sistemas municipales y diversos tipos de industrias.

- Potencial de reducción de costos

Los beneficios principales de la CHP son la reducción de los costos de energía y un aumento de la fiabilidad del suministro de la misma. La CHP reduce los costos por reemplazo de la energía eléctrica comprada a la red y el combustible de la caldera por la electricidad generada localmente y la recuperación de energía térmica de desecho. El potencial de reducción de costo de la CHP depende, entre otros, de los siguientes factores:

- ✓ El diferencial del costo de electricidad y combustible adquiridos debidos al uso de CHP.
- ✓ Los costos de operación y mantenimiento.
- ✓ El valor que tiene para la instalación la ganancia en fiabilidad del suministro eléctrico.
- ✓ Políticas energéticas de nivel local, regional o nacional (por ejemplo, requerimientos de la interconexión a la red, cargas de respaldo o stand-by y los potenciales de compensación por exportación de electricidad a la red).

Si el proyecto demuestra suficiente potencial técnico y pasa satisfactoriamente el filtro de la reducción de costos, el paso siguiente consiste en discutir los resultados con los decisores clave y determinar cómo será financiado el proyecto, los impactos de los flujos de caja, y cómo podrá resultar de interés a los planes de alguna organización de inversión de capital. Si los resultados de la discusión resultan positivos, se deberá proceder al análisis de viabilidad de primer nivel (L1).

Análisis de viabilidad de primer nivel (L1)

El análisis de viabilidad de primer nivel abarca las siguientes actividades:

- Identificar las regulaciones y otras barreras externas que podrían obstaculizar el avance del proyecto.
- Identificar las metas y restricciones existentes a nivel de la instalación.
- Hacer determinaciones preliminares sobre si es o no técnicamente apropiado para la instalación un esquema CHP. El valor económico de la CHP es máximo cuando toda la energía eléctrica y térmica producida puede ser utilizada tanto internamente como por terceros.
- Determinación preliminar del tamaño o capacidad del sistema CHP basado en los estimados de las demandas eléctricas y térmicas de la instalación.
- A partir de suposiciones razonables de las demandas eléctricas y térmicas a lo largo del año, estimar aproximadamente los beneficios monetarios usando las estimaciones de las cantidades de energía eléctrica y térmica que la instalación de CHP podría suministrar y los correspondientes niveles de ahorro de costos energéticos.
- Estimar para el sistema CHP los costos de capital, de operación y mantenimiento.
- Identificar las ganancias e incentivos disponibles.
- Identificar otros beneficios de la CHP que podrían contribuir a alcanzar las metas del usuario de la instalación, tales como mejoras de la fiabilidad del suministro eléctrico, menores riesgos ante incrementos de las tarifas eléctricas y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos.

Suministro de combustible

La ganancia fundamental de los esquemas de CHP consiste en una disminución de la factura eléctrica por generación local de energía eléctrica y sustitución de combustible para otros usos. Sin embargo, la utilización local de combustible para la generación, que significa una reducción de la energía primaria consumida por el país (para esquemas bien proyectados) aumenta sustancialmente el suministro local, y eventualmente cambia el tipo de combustible en comparación con los escenarios anteriores a la introducción de la CHP, por lo que deben considerarse las diferentes alternativas, analizando los impactos del precio comercial del combustible y su margen con el costo exergoeconómico del combustible utilizado en la generación separada por el SEN, así como también los costos provocados por el sistema de almacenamiento, manipulación y procesamiento requerido, los nuevos impactos ambientales, la magnitud y agresividad de las emisiones y los riesgos del suministro.

Peculiaridades de la industria farmacéutica.

Los complejos productivos farmacéuticos con frecuencia están formados por unidades productivas que producen tipos específicos de medicamentos, que se caracterizan por disímiles índices de consumo de diferentes portadores energéticos. Algunos de estos consumos, están asociados a servicios que resultan directamente dependientes de los niveles y surtidos de la producción, mientras que otros resultan totalmente independientes, y todos en mayor o menor grado resultan claves para la estabilidad de los procesos productivos y los estándares de calidad de los productos o servicios.

El monitoreo, la contabilidad y el impacto de los consumos de portadores energéticos en los costos de producción, constituye una práctica generalizada en el país, pero resulta casi inexistente en algunos casos el desglose de dichos consumos por tipo de servicio energético y principalmente los costos asociados a ellos y los índices de consumo por unidad de producto comercial.

En términos generales, el esquema de calificación propuesto por la EPA recoge de manera global las exigencias aplicables al caso de los complejos productivos farmacéuticos, una vez que se hayan tomado decisiones acerca de los niveles de agrupación de los diferentes subsistemas que pudieran resultar más racionales en su diseño y flexibles en su operación, proporcionando así un elemento adicional cuando se comparan con los proyectos de instalaciones productivas más simples en la medida que este es un factor que puede dar más impacto al proyecto que lo que sería si se evaluaran los subsistemas productivos como proyectos CHP independientes.

Ingeniería conceptual de proyectos de cogeneración. Aspectos claves.

Una vez decidida la agrupación de subsistemas que va a tener el sistema CHP se impone la determinación o pronóstico de las gráficas de demanda de portadores energéticos de interés y su incidencia en las capacidades nominales del equipamiento principal, incluyendo decisiones sobre capacidades de respaldo, redundancia y posibilidades de cooperación entre objetos productivos pertenecientes a diferentes subsistemas.

El acomodo de cargas y otras decisiones logísticas deben ser encaminadas a lograr que las gráficas de demandas sean lo más simultaneas posibles, para propiciar que los sistemas de suministro de energía combinada aumenten apreciablemente el ahorro de energía primaria en comparación con sistemas similares con menor simultaneidad de las demandas [8,10].

Uno de los aspectos claves en la ingeniería conceptual de los esquemas de CHP, es la relación calor/electricidad (conocida como RCE) y la forma en que varía durante la operación. Este factor resulta determinante en la selección del tipo de tecnología a elegir en la planta de potencia, así como en su flexibilidad ante variaciones de dicha relación, puesto que la constancia de las demandas térmicas es uno de los factores decisivos de la viabilidad de los proyectos de CHP e induce a la recomendación de proyectar un sistema que trabaje con carga térmica base todo el año, subordinando la generación eléctrica a dicha demanda, siendo también la causa de que se prefiera la interconexión al sistema eléctrico nacional (SEN), sirviendo como respaldo ante inestabilidades, en lugar de sistemas aislados autónomos.

Los sistemas aislados, cuando pueden garantizar demandas base de potencia y calor todo el año, resultan muy convenientes para garantizar autonomía del sistema en caso de desastres naturales o contingencias de diverso género. Pero al mismo tiempo adquieren sobre sí la responsabilidad de garantizar la estabilidad del suministro, incluyendo la regulación rigurosa de los parámetros de la electricidad, en particular la tensión y la frecuencia.

Conclusiones

Los sistemas de cogeneración requieren un riguroso conjunto de estudios de preinversión (agrupados en los estudios de oportunidad e ingenierías conceptuales) antes de tomar decisiones sobre la realización de estudios más complicados y costosos, siendo muy interesantes (y en gran medida aplicables en Cuba) las recomendaciones que da la US EPA, para la calificación y evaluación de la viabilidad de proyectos de cogeneración. La importancia de estos estudios resulta imprescindible y únicos, toda vez que la viabilidad de un proyecto de cogeneración resulta fuertemente dependiente de la interacción entre las variables de diseño de la instalación y la dinámica temporal de las demandas de servicios energéticos de los usuarios de la instalación

Bibliografía

- [1] Decreto ley 327 del Consejo de Ministros. Reglamento del proceso inversionista. República de Cuba. Gaceta Oficial No 5 de 2015.
- [2] U.S. Environmental Protection Agency Combined Heat and Power Partnership. CHP Project Development Handbook. Bajado de internet 20.11.2019: https://www.energy.gov/sites/prod/files/2013/11/f4/chp_project_development_handbook.pdf
- [3] Tsatsaronis, G. Moran, M. Exergy-aided cost minimization. Proc. ECOS '96, Stockholm, Sweden, 1996, pp. 83 – 89.
- [4] Lozano, M. A., Valero, A., Serra, L. Theory of exergetic cost and thermoeconomic optimization. Proc. Energy Systems and Ecology, ed. J. Szargut and G. Tsatsaronis, Cracow, Poland, 1993.
- [5] Roque Díaz P., Rubio González A., Rubio Rodríguez. Ingeniería conceptual de esquemas de cogeneración y trigeneración en instalaciones del sector terciario. Estudio de caso de hospital. IX Conferencia Internacional de Energía renovable, CIER 2017.

- [6] Roque Díaz P., Benito Y. R., Parise J. A. R. Thermoeconomic assessment of a multi-engine, multi-heat-pump CCHP (combined cooling, heating and power generation) system. A case study. *Energy* 35 (2010) 3540- 3550.
- [7] Armas Valdés J. C., Lapido Rodríguez M., Gómez Sarduy J., Roque Díaz P. Optimización termoeconómica de sistemas de climatización por agua helada a partir de técnicas de inteligencia artificial. *Ingenierías* Vol. XI, No. 40, Julio-septiembre 2008.
- [8] Roque Díaz P., Betancourt Mena J., Grau Ábalo R., Benito Y. R., Parise J. A. R. Mathematical method for simultaneity assessment of time dependent energy demand functions for complex trigeneration (CCHP) systems. 22nd International Conference on Efficiency, Cost, Optimization, Simulation and Environmental Impact of Energy Systems. ECOS 2009.
- [9] Monica Carvalho, José J. C. S. Santos, Júlio A. M. da Silva, Yipsy Benito Roque, Pablo Roque Diaz, Alfredo Leyva. Alocação em sistemas energéticos multiprodutos: revisão e proposta de métodos. VI Congresso Brasileiro de Gestão do Ciclo de Vida, GCV 2018.
- [10] Vinajera Zamora, A. Roque Díaz P. 2019. Software de apoyo a la toma de decisiones en el diseño y operación en sistemas de cogeneración. CPES v. 1.0. Memorias de la II Conferencia Internacional en Desarrollo Energético Sostenible, CIDES 2019.

PURIFICACIÓN DEL AIRE POR IONIZACIÓN

Ing. Alexander Maura Echenique*

*Dirección de Ciencia e Innovación Tecnológica. Instituto de Refrigeración y Climatización



¿Qué es la ionización?

La ionización es el fenómeno (químico o físico) mediante el cual se producen iones (partículas cargadas eléctricamente) debido a la pérdida o ganancia de electrones a partir de un átomo o molécula neutra. Cuando estos iones son cargados positivamente (protones) pueden generar efectos negativos en el organismo, tales como dolores de cabeza, dolores articulares, depresión, agresividad, agotamiento físico y mental, entre otros.

La acumulación de los iones positivos, suele darse bajo las siguientes condiciones:

- En ciudades con mucha iluminación y elevada contaminación atmosférica.
- Durante tormentas eléctricas.
- Cuando la Luna se encuentra cercana a la Tierra.

Por otro lado, la ionización negativa (o con electrones) genera una carga de iones negativos que chocan contra los iones positivos, contrarrestando los efectos de los protones, inhibiendo su efecto dañino en el organismo. Es por esto que, quienes sienten molestias ocasionadas por los protones, logran mejorar su estado físico al estar en ambientes ricos en electrones.

De esta forma, con la **ionización negativa** se logra:

- Mejorar la condición física y mental.
- Favorecer los niveles de defensa del sistema inmune.
- Disminuir los problemas respiratorios y las dolencias articulares.

¿Cómo se realiza la ionización?

La ionización puede ocurrir por transferencia de electrones (en ciertas reacciones químicas) o a partir de fuentes distintas, tales como: los rayos gamma, máquinas generadoras de electrones y rayos x (en ciertos procesos físicos).

Función germicida de la ionización

La energía ionizante es factible de ser aplicada a una gran variedad de productos, como una alternativa de esterilización o reducción de carga microbiana, eliminando patógenos que pueden ser dañinos para la salud. Siendo los alimentos, cosméticos, productos médicos, productos de laboratorios y farmacéuticos algunos de los productos más tratados por esta tecnología.

Purificación del aire por ionización.

Los purificadores de aire iónicos son equipos desinfectantes y desodorantes que ayudan a mantener una buena calidad del aire colaborando en la prevención de enfermedades, contagios y otros trastornos personales y productivos. Estos aparatos emiten iones que interactúan y desactivan contaminantes como bacterias, moho (hongo), virus, alérgenos y olores utilizando el principio de atracción de los polos opuestos para lograr una atracción magnética entre los iones negativos emitidos y estas partículas positivas presentes en el ambiente.

Conclusión

La ionización del aire (o purificación iónica del aire) es una de las tecnologías más sofisticadas para la desinfección de superficies y el aire. A diferencia de otros sistemas de purificación, pueden estar conectados permanentemente sin problema de uso en la proximidad de las personas, siendo beneficioso el aire que se respira cuando se encuentran en funcionamiento, creando un ambiente de vida más saludable.

Referencias

- Alonso, J. (s.f.). *Ozonización versus ionización negativa*. (revisado el 3 de octubre de 2020) <https://www.elmejor10.com/ozonizacion-versus-ionizacion-negativa/>
- AirOasis.(s.f.). *Purificadores de aire iónicos*. (revisado el 1 de octubre de 2020). <https://www.airoasis.com/es/ionic-air-purifiers/>
- AirOasis. (s.f.). *Bi-polar ionization vs. photocatalytic oxidation (PCO)*. (revisado el 3 de octubre de 2020). <https://support.airoasis.com/knowledge/bi-polar-ionization-cold-plasma-vs-photocatalytic-oxidation-pco>
- CosemarOzono. (s.f.). *Diferencias entre los ozonizadores e ionizadores*. (revisado el 3 de octubre de 2020). <https://www.cosemarozono.com/blog/diferencias-entre-ozonizadores-e-ionizadores/>
- Phs Serkonten. (s.f.). *¿Qué es un ionizador y que ventajas ofrece? Todo lo que debes saber sobre los purificadores de aire*. (revisado el 1 de octubre de 2020). <https://phsserkonten.com/ionizador-ventajas-ofrece-lo-debes-saber-los-purificadores-aire/>
- PMC. (s.f.). *Air ions and mood outcomes: a review and meta-analysis*. (revisado el 3 de octubre de 2020). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3598548/>

NUEVA OFERTA FORMATIVA

CURSO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN CENTRALIZADOS (ONLINE)

Forma organizativa: Curso de capacitación.

Tiempo de duración: 2 semanas (una semana por cada tema o módulo)

Modalidad de estudio: A distancia. Horario de lunes a domingo.

Modalidad de dedicación: A tiempo parcial. Diez (10) horas semanales de conexión como mínimo.

Dirigido a: Ingenieros, mecánicos y especialidades vinculadas con la climatización doméstica, comercial e industrial, directivos, energéticos, inversionistas, comerciales, compradores y técnicos de montaje y mantenimiento.

Requisitos de ingreso:

Graduados de nivel superior y medio.

Requisitos de egreso:

80% de asistencia justificada.

Tener aprobadas las evaluaciones parciales y finales.

Estructura del programa

Objetivos generales:

- Caracterizar con enfoque actualizado el mantenimiento industrial y el mantenimiento que se aplica en los sistemas de climatización centralizados.
- Introducir el Mantenimiento Preventivo para los sistemas de climatización centralizados.
- Vincular el mantenimiento preventivo con la eficiencia energética en las instalaciones de climatización.
- Desarrollar habilidades en el uso del Procedimiento de Mantenimiento Preventivo
- Identificar las instrucciones de trabajo para el mantenimiento preventivo de los componentes del sistema de clima centralizado.
- Estudiar los componentes fundamentales de los sistemas de clima centralizado
- Familiarizarse con las herramientas de trabajo utilizadas en el mantenimiento.
- Conocer las medidas de salud y seguridad en el trabajo para el servicio, explotación y protección medioambiental en los sistemas de climatización centralizados.
- Introducir nuevas tecnologías utilizadas en los sistemas de climatización centralizados.
- Elaborar guía de mantenimiento preventivo para las partes componentes de la enfriadora seleccionada.

Contenidos:

Tema I:

- Introducción al mantenimiento industrial. Evolución histórica. El mantenimiento en los sistemas de climatización centralizados. El mantenimiento y la eficiencia energética. Tipos de mantenimiento. Procedimiento de mantenimiento preventivo para los sistemas de climatización centralizados. Registros utilizados. Orden de trabajo y orden de servicio.
- Partes componentes de los sistemas de clima centralizado. Enfriadoras. Estudio de una enfriadora. Funcionamiento. Parámetros de trabajo. Compresores; tipos utilizados. Refrigerantes y aceites lubricantes. Bombas de vacío. Condensación por aire; condensadores utilizados. Evaporadores; tipos utilizados. Unidades manejadoras de aire; partes componentes.

- Mantenimiento preventivo a los circuitos y componentes estudiados. Herramientas de trabajo.
- Salud, seguridad en el trabajo y protección medioambiental en los sistemas de climatización centralizada.

Tema II:

- Condensación por agua. Torres de enfriamiento. Sistemas hidrónicos. Bombas de agua. Motores eléctricos. Tuberías. Conductos y rejillas. Aislante térmico. Unidades terminales: fan coils. Herramientas de trabajo. Registros e instrucciones de trabajo para el mantenimiento preventivo.
- Aplicación del procedimiento de mantenimiento preventivo a los circuitos y componentes estudiados.
- Nuevas tecnologías aplicadas a los sistemas de climatización centralizados.

Fechas en que se impartirá (conexión a la plataforma informática de lunes a domingo):

Tema I:	Tema II:
Del 19 al 25 de octubre/año 2020	Del 16 al 21 de noviembre/2020
Del 26 de octubre al 1 de noviembre/año 2020	Del 23 al 29 de noviembre/2020
Del 9 al 15 de noviembre/año 2020	Del 7 al 13 de diciembre/año 2020
Del 14 al 20 de diciembre/año 2020	Del 11 al 17 de enero/año 2021
Del 25 al 31 de enero/año 2021	Del 22 al 28 de febrero/año 2021
Del 15 al 21 de marzo/año 2021	Del 12 al 18 de abril/año 2021
Del 22 al 28 de marzo/año 2021	Del 19 al 25 de abril/año 2021
Del 5 al 11 de abril/año 2021	Del 17 al 23 de mayo/año 2021
Del 3 al 9 de mayo/año 2021	Del 7 al 13 de junio/año 2021
Del 14 al 19 de junio/año 2021	Del 12 al 18 de julio/año 2021
Del 6 al 12 de septiembre/año 2021	Del 11 al 17 de octubre/año 2021
Del 20 al 26 de septiembre/año 2021	Del 25 al 31 de octubre/año 2021
Del 8 al 14 de noviembre/año 2021	Del 6 al 12 de diciembre/año 2021
Del 22 al 28 de noviembre/año 2021	Del 13 al 19 de diciembre/año 2021

Las fechas de cada tema las selecciona el cliente. Después de realizada la matrícula son invariables.

Contactos para matrícula:

IRC. Avenida 31 No 19813 entre 198 y 208, La Coronela La Lisa, La Habana.

Capacitadora: Lic. Gladys Martínez Arencibia teléfonos 72659077/72659056 ext. 109, email: gladys@irc.cu

Técnica: Iraida Rodríguez Comes, teléfonos 72659077/72659056, ext. 108, email: i.rodriiguez@irc.cu

Precio: \$580.00 (CUP, CUC, USD) por cada estudiante y por cada tema o módulo.

Del curso:

Las evaluaciones y tareas asignadas deben entregarse en las fechas orientadas.

El retardo en la entrega de las tareas ocasiona que se rebaje la calificación de las mismas.

Las evaluaciones finales de cada tema y la evaluación final del curso pueden entregarse hasta 3 semanas después de concluido el tema 2.

Tres (3) semanas después de finalizado cada tema o módulo del curso se desconecta el acceso al mismo.

Coordinador y Profesor del curso:

Pedro Pablo Morales Rodríguez Teléfonos: 72659056/72659077/ extensión 118, email: pedropablom@irc.cu