



Universidad Simón Bolívar

Diseño de un Sistema de Recolección,
Clasificación y Disposición Final de los Desechos Sólidos
Dentro de la Universidad Simón Bolívar, Segunda Etapa

Tutor: Rubén Darío Lugo Hernández

INFORME

Actividades del Período Enero-Marzo 2009

Diseño preliminar del cuarto refrigerado de disposición de desechos sólidos
del Comedor Central de la Universidad Simón Bolívar

Realizado por:

Jesús Magallanes 01-34075

Daniel Gallo 02-34927

Luis Almada 03-35622

Caracas, Abril 2009

ÍNDICE

OBJETIVOS.....	3
DESCRIPCION DEL PROBLEMA.....	3
PAUTAS DE ESTUDIO.....	4
PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO.....	5
DEFINICIÓN DE PRODUCTOS DE RECUBRIMIENTO.....	11
CONCLUSIONES.....	12
RECOMENDACIONES.....	13
REFERENCIAS.....	14
ANEXOS.....	15

OBJETIVOS

1. Realizar un diseño definitivo de la distribución del cuarto refrigerado del Comedor Central de la Universidad Simón Bolívar.
2. Definir las variables a considerar para la realización del sistema de refrigeración del cuarto.
3. Definir la carga térmica y eléctrica para el mantenimiento de la refrigeración del cuarto.
4. Proponer los materiales más óptimos a emplear en la conformación de las puertas y recubrimiento térmico en las paredes, techo y piso del cuarto refrigerado.

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El problema de almacenamiento de los desechos en la Universidad Simón Bolívar y el deficiente sistema de recolección de los mismos por parte de la Alcaldía de Baruta, lleva a plantearse la necesidad de mejorar las condiciones del manejo de los desechos orgánicos que se producen en una de las fuentes más importantes de la comunidad, el Comedor Central o Comedor MYS.

La disposición actual de los desechos se realiza en un cuarto que se encuentra en la parte posterior al comedor, que no tiene un sistema de desagüe, ventilación e higiene apropiados y que debido a la demora en la recolección de su contenido, se generan al momento de vaciado, olores desagradables que molestan a los estudiantes y personal de la universidad que asisten al comedor y que pueden ser causantes de afecciones respiratorias.

Surge entonces la idea de acondicionar el cuarto, a fin de disminuir estos problemas anteriormente descritos. Este mejoramiento consistiría en instalar en el cuarto un sistema de desagüe, una distribución interna para la disposición de la basura, colocar el recubrimiento en las paredes y piso que disminuya la proliferación de microorganismos en las juntas y finalmente, instalar un sistema de refrigeración que regule la temperatura interna de los desechos almacenados a fin de aminorar la velocidad de descomposición de los mismos.

PAUTAS DE ESTUDIO

➤ **Distribución del cuarto refrigerado:**

En reuniones de trabajo se diseñó el cuarto, basándose en el informe previo de actividades Fig. 1., que se ha establecido como el más apropiado y consiste en dos zonas, una llamada Zona Gris, cuyo tamaño quedó en 3.18x2.20 mts, en donde se realizará la recepción primaria de la basura desde el lugar en que se genera y su compactación, encontrándose a temperatura ambiente y contará con un extractor de aire que garantice que se mantenga libre de olores molestos para el operario. La Zona Negra será la zona del cuarto refrigerado en donde se almacenará la basura, estas dos zonas se comunicarán por una puerta; preferiblemente batiente que permita al operario introducir la basura al cuarto y evitar el escape de aire frío y olores desagradables. Se evaluaron dos posibilidades de operación: recolección manual de la basura generada en el comedor (el sistema actual) o el establecimiento de un sistema de recolección mecánico en el comedor en donde se triture el desecho y se transporte a la compactadora. Se hace evidente también la importancia de la incorporación de un sistema de desagüe para ambas zonas y que tenga conexión directa con el sistema de aguas servidas de la universidad.



Figura 1. Diseño preliminar de la distribución del cuarto de almacenamiento de desechos.

De acuerdo a lo ya propuesto por la sección de diseño de la compactadora, se tiene un sistema de trituración y bombeo del fluido viscoso a compactar, y será enviado por tuberías que irán debajo del piso desde la zona de limpieza del comedor hasta la compactadora. Todo el sistema se hará en base a acero inoxidable.

PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO Y RESULTADOS

Se propone una cava con las siguientes especificaciones iniciales:

- Largo: 4,5 m
- Ancho: 3,2 m
- Alto: 2,7 m
- Lugar de instalación: Caracas. 35°C TBS, 900 msnm
- Aislante: Pintura epóxica (pinky completa bien este dato)
- Forma de almacenado: Bloques cúbicos de desechos orgánicos compactados
- Refrigerante R404a

Cálculo de Cargas

Para el cálculo de constantes se utilizaron tres métodos comparativos:

1. El uso de fórmulas termodinámicas y de transferencia de calor.

En informes anteriores de diseño preliminar de cava cuarto se plantearon los cálculos teóricos de la siguiente manera:

. Se empezó a trabajar con la capacidad energética aproximada requerida para el cuarto.

Para ello se calculó primeramente un volumen a refrigerar mediante la siguiente ecuación

$$V = 2.5(C + S) \quad (1)$$

Donde:

V: Volumen del espacio a refrigerar en m³

C: Volumen máximo a refrigerar en un tiempo en m³.

S: Volumen máximo almacenado en un tiempo en m³.

Colocándose que el espacio ocupado por la Zona Gris sería un tercio del tamaño total del cuarto y el valor de V sería el utilizado en los cálculos posteriores del calor que se debe retirar del cuarto. Para el cálculo del volumen máximo almacenado, sería una buena aproximación tres días, ya que este es un buen aproximado del tiempo que tarda en ser retirados los desechos del cuarto. Para conocer la cantidad de basura almacenada en este

tiempo, se debe recurrir a los resultados de las estadísticas realizadas en cuanto a la cantidad de desechos generados en el Comedor Central; y para conocer la densidad de los desechos se debe realizar una revisión bibliográfica para encontrar valores reportados para desechos orgánicos, porque realizar mediciones de los desechos generados representa un riesgo debido al material que se está tratando. En este aspecto de la densidad también se debe considerar si ya se ha establecido el sistema de compactación previo al almacenamiento refrigerado.

El siguiente paso debe ser expresar la cantidad de calor a retirar por el sistema de refrigeración. A continuación, se presentará el procedimiento que se recomienda y las consideraciones que se encontraron que se pueden realizar en el proceso de cálculo de las cargas de calor que son necesarias retirar del cuarto (1). El primer paso se refiere a calcular las cargas de fuga o la cantidad de calor ganado por diferentes efectos. Se debe considerar el calor que entra por las paredes, techo y piso. Éste flujo de calor se calcula por la siguiente expresión:

$$\dot{Q}_f = \sum_i (A_i U_i (T_{ext} - T_{cam})) \times 24h \quad (2)$$

Donde:

Q_f : Pérdidas por transferencia en Kcal/24h.

A_i : Área de transferencia en m^2 .

T_{ext} : Temperatura del exterior en $^{\circ}C$.

T_{cam} : Temperatura de la cámara en $^{\circ}C$.

U_i : Coeficiente global de transferencia de calor en $Kcal/^{\circ}C.h.m^2$.

Para el cálculo del coeficiente global de transferencia de calor se puede considerar únicamente el calor transferido por conducción a través del espesor de la pared y el aislante a utilizar, y procesos de convección libre en el interior y exterior del cuarto (2). Un buen estimado para temperatura externa a considerar ha de ser $30^{\circ}C$, ya que sería la temperatura máxima del ambiente en la universidad durante el año; y como temperatura interna, $4^{\circ}C$ es un valor adecuado para el objetivo de retrasar la descomposición de los desechos orgánicos y demora el crecimiento y reproducción de bacterias.

La siguiente entrada de calor al sistema se denominará cargas del producto, y se refiere a la cantidad de calor que se debe retirar de los desechos para llevarlos a la temperatura deseada. Este cálculo se realiza a través de la siguiente expresión:

$$\dot{Q}_{pro} = \sum_i (m \times C_p \times (T_{ini} - T_{cam})) \quad (3)$$

Donde:

Q_{pro} : Pérdidas por transferencia en Kcal/24h.

m : Masa de desechos ingresado por día en Kg

T_{ini} : Temperatura del inicial de los desechos en °C.

T_{cam} : Temperatura de la cámara en °C.

C_p : Capacidad calorífica de los desechos en Kcal/°C.Kg.

La cantidad de desechos ingresados al cuarto deben ser tomados de los datos estadísticos realizado por el equipo de este mismo servicio comunitario, y que deben estar reportados en un informe realizado paralelamente a éste. La capacidad calorífica de los desechos puede ser promediada ponderadamente a través de la observación del contenido de los desechos, una estimación de las porciones de los compuestos y la capacidad calorífica de los mismos. Para ello se recomienda realizar un estudio de la cantidad de granos, frutas, vegetales y proteínas preparados por el comedor en kilogramos por día, y realizar una fracción másica de los productos que como aproximación puede ser tomada como la misma proporción existente en los desechos generados en ese mismo día. Este muestreo puede ser realizado por una semana, ya que los valores que se requieren no son estrictos para el sentido de los cálculos.

También se debe considerar el calor que entra a la cámara debido a la apertura de puertas. Este flujo de calor se denominará cargas por renovaciones, y depende del volumen del cuarto y las condiciones del aire que ingresa. Este valor se calcula por la siguiente expresión:

$$\dot{Q}_{ren} = \sum_i (V \times N^{\circ} renovaciones \times f) \quad (4)$$

Donde:

Q_{ren} : Calor ganado por renovaciones en Kcal/24h.

V : Volumen del espacio a refrigerar en m^3 .

N° renovaciones: Cantidad de aperturas en 24 horas. Es función del volumen del cuarto.

f : Kcal/ m^3 eliminado por las aperturas, depende de la temperatura y el HR del aire que ingresa.

Para la realización de este cálculo, el factor f se puede encontrar en las referencias del presente informe. El número de renovaciones puede estimarse realizando una observación de máximo una semana en la cantidad de veces que el personal del comedor debe ingresar al cuarto para depositar los desechos generados en una de las comidas servidas al día.

Finalmente, para determinar la carga total, se utilizará la ecuación 4, en donde se toma en cuenta un funcionamiento de 16 horas y un aumento de 10% para seguridad.

$$\dot{Q}_{total} = \sum_i \frac{\dot{Q}_f + \dot{Q}_{pro} + \dot{Q}_{ren}}{16} \times 1.1 \quad (5)$$

Donde:

Q_f : Pérdidas por transferencia en Kcal/24h.

Q_{pro} : Pérdidas por transferencia en Kcal/24h.

Q_{ren} : Calor ganado por renovaciones en Kcal/24h.

Q_{total} : Carga total de refrigeración en Kcal/24h.

2. El uso de hojas de cálculo de catálogos de selección de Cava Cuarto.

Para complementar los cálculos teóricos de las cargas de congelación del cava cuarto, se recurrió a hojas de cálculo que se usan comúnmente en las empresas diseñadoras de Cavas. Específicamente se utilizó el catálogo de la empresa TOTALINE[®]. En éste se tomaron en cuenta los siguientes cálculos de cargas de congelación:

- Carga Térmica debido a enfriamiento del producto: Se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$Q_{enf} = m \times T_{int} \times Cp_{sc}$$

Donde:

Q_{enf} : Carga térmica debido a enfriamiento del producto. En Btu/24h.

m: Masa del producto en lbs.

T_{int} : Temperatura interna de Cava en °F.

Cp_{sc} : Calor Específico sobre congelación en Btu/lb°F

- Carga Térmica debido a calor latente de fusión:

$$Q_{clf} = m \times Clf$$

Donde:

Q_{clf} : Carga térmica debido a calor latente de fusión. En Btu/24h.

m: Masa del producto en lbs.

Clf : Calor latente de fusión en Btu/lb.

- Pérdida por paredes, techo y piso

$$Q_{perd} = A_t \times f_{gc}$$

Donde:

Q_{perd} : Carga térmica debido a pérdidas de paredes, techo y piso. En Btu/24h.

A_t : Area total de la cava (paredes + piso + techo) en sqft.

f_{gc} : Factor de ganancia de transmisión de calor en Btu/sqft*24h.

Además de estos cálculos, se pueden tomar en cuenta la cantidad de veces que se abre la compuerta de la cava y la carga por recuperación de temperatura, la cantidad de obreros trabajando simultáneamente (uno para recoger la basura) y el calor que se

debe disipar por luminaria y equipos a usar, pero a efectos del diseño y la relación de magnitud de los valores calculados se pueden despreciar. La suma de estos valores se multiplicaron por un factor de seguridad de 1,5 y se tomó en cuenta un funcionamiento de 24 horas.

En los anexos se puede comprobar que los cálculos teóricos y los del catálogo TOTALINE® son coincidentes.

3. El uso de software CoolPack®, de cálculo de cargas térmicas para cava cuarto.

Además de recurrir al catálogo TOTALINE®, se utilizó el software CoolPack® para medir las cargas térmicas de la cava cuarto. Se usaron los mismos valores antes expuestos en el informe. En los anexos se encuentran los resultados.

Selección de los componentes de la unidad de condensación

Para la selección de los componentes de la unidad de condensación, se recurrió al programa de selección de los productos Copeland, ya que por su versatilidad permite a través de un software interactivo, escoger el compresor y el sistema de la unidad de condensación que convenga para usar en el cuarto cava. Tiene las especificaciones técnicas de los equipos a usar, y las conexiones y sistemas de control numérico a utilizar.

➤ **Definición de los materiales de recubrimiento del cuarto:**

A continuación se muestra el planteamiento de los materiales de recubrimiento de las paredes, piso y techo más conveniente para el funcionamiento del cuarto, así como el material de las puertas que permitan prevenir la pérdida del aire refrigerado del la Zona Negra.

Recubrimientos del cuarto cava para el almacenamiento de la basura compactada:

○ **SIKAFLOOR 162-CO**



Impermeabilizante

A base de resina epóxica

Es un producto epóxico de resina traslucida ideal para áreas asépticas, como laboratorios, hospitales, cocinas, locales comercial, salas de exhibición, etc.

Posee ventajas como: bajo mantenimiento, acabado múltiple, piso aséptico, buena resistencia química y mecánica

Aplicación: En frío con pistola.

Costo: Bsf. 860.63+IVA

Para más información, puede recurrirse al catálogo SIKA incluido en los anexos.

Aplicación del producto SIKAFLOOR 162CO

De acuerdo con lo revisado en el catálogo de productos suplido por la empresa SIKA, existen 4 sistemas de aplicación del producto, de las cuales, para los pisos aplicaremos el sistema Pisos antideslizante con EPOCEM, ya que presenta la ventaja de antideslizante que asegura una condición mejor de trabajo para los operadores del área

CONCLUSIONES

1. La selección final del recubrimiento interno es el producto SIKAFLOOR 162 CO, ya que posee las características necesarias para brindar aislamiento, esterilidad y buen almacenamiento del producto compactado a muy bajo costo de mantenimiento.
2. Para establecer el recubrimiento interno del material, se tiene que aplicar además del SIKAFLOOR 162 CO, una serie mas de productos, que en la hoja técnica se establecen los mismos y sus procesos de aplicación.
3. Se estableció la carga del proceso de refrigeración, junto con la selección de los equipos necesarios para la instalación del sistema de refrigeración.
4. Se realizó la distribución final del cuarto, indicando con claridad las zonas gris y negra, sin requerir una ampliación del espacio ya existente.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda contactar a la Dirección de Planta Física para solicitar los planos de instalación de las tuberías de aguas negras.
2. Diseñar un sistema eficiente de ventilación de la Zona Gris.
3. Evaluar costos de instalación del sistema de tuberías, una vez establecido la ubicación del triturador de basura.

REFERENCIAS

1. Estrategias en el diseño de cuartos fríos. [En línea] [Citado el: 2 de Octube de 2008.] <http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/cuartos.htm>.
2. Incropera, Frank y DeWitt, David P. *Fundamentos de Trasferencia de Calor*. 4ta. Edición. México : Prentice Hall Hispanoamericana S. A, 1999.
3. Catálogo de productos Sika. www.sika.com.ve
4. Catálogo de Totaline N°570-545, www.totaline.com
5. Softwares: SOLID WORKS 2008, CoolPack.