

93
Zej



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

**SISTEMA DE SECADO PARA
TAPETES DE MOSAICO VENECIANO.**

FALLA DE ORIGEN

T E S I S

Que para obtener el título de
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
p r e s e n t a

SALVADOR NAUFAL TUENA



Director de tesis: M. en I.
MARCELO LOPEZ PARRA

México, D F.

1989



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

TEMARIO

1.- PRESENTACION	pag 1
2.- INTRODUCCION.....	pag 3
3.- METODO DE DISEÑO APLICADO.....	pag 5
4.- CONDICION ACTUAL DE OPERACION.....	pag 10
5.- LOCALIZACION Y SOLUCION DE PROBLEMAS....	pag 17
6.- ESPECIFICACIONES Y DATOS DE APOYO.....	pag 25
7.- DISCUSION DE RESULTADOS Y CONCLUSION....	pag 41
ANEXO I. ADHESIVOS.....	pag 48
ANEXO II. SECADORES.....	pag 54
ANEXO III. EQUIPO UTILIZADO.....	pag 56
ANEXO IV. EMPAPELADOR AUTOMATICO DE TAPETES,	pag 58
BIBLIOGRAFIA.....	pag 61

1. PRESENTACION.

Este proyecto fué realizado dentro de las instalaciones del centro de diseño mecánico y de innovación tecnológica (CDMIT), entre octubre de 1986 y agosto de 1987, alcanzando una duración de once meses.

El CDMIT es un organismo dependiente de la facultad de Ingeniería de la UNAM. Creado en el año de 1975 con la finalidad de resolver problemas técnicos de ingeniería que la industria nacional presenta. A lo fecha son varios los éxitos que celebran su entrada en marcha, entre ellos: Tres máquinas alopoderas de tuercas y tornillos, dos máquinas codificadoras de cajas de cartón, una ensambladora de bates de cartón para sol, una canceladora postal de alta eficiencia y muchos otros. En sus instalaciones laboran de manera permanente un promedio de cuarenta elementos entre los que se cuentan: posgraduados en ingeniería, recién egresados de diferentes carreras técnicas, prestadores de servicio social y un eficiente grupo de técnicos especializados.

En cuanto al equipo necesario para el diseño y manufactura de los diferentes prototipos, el CDMIT puede considerarse autosuficiente. Materiales, herramienta ligera, pesada, equipos electrónicos de prueba, etc. se hallan a disposición del cuerpo de colaboradores para el óptimo desempeño de sus funciones.

El proyecto de secado es un ejemplo de los alcances logrados por el CDMIT en el desarrollo de nuevos y mejores productos

de uso y utilidad comercial. Cualquier mérito derivado de esta investigación, es resultado del apoyo ilimitado de recursos, tanto humanos como materiales, otorgados por esta organización al que suscribo.

DIRECTORIO CDMIT.

- | | |
|--|--|
| * Jefatura
Alejandro Ramirez R. | * Fabricación y ensamble
Julio Rojas |
| * Administración
Jesús Roviroso | * Area electrónica
Victor Gonzalez V. |
| * Jefe de proyecto secador
Marcelo López P. | * Area computación
Alberto Vargas |
| * Diseño de detalle
Leopoldo Gonzalez G. | |



Foto. (1) Instalaciones del CDMIT.

2. INTRODUCCION.

El origen de este proyecto, se sitúa en la necesidad de cierto fabricante nacional por modernizar uno de sus procesos productivos (instalados la mayoría hace mas de treinta años). El fabricante referido es "Mosaico Veneciano de México" y el proceso, el secado de tapetes de mosaico.

El secado de tapetes, aludido ampliamente en el tema "condición actual de operación", es requisito indispensable para que el fabricante pueda embarcar su producto y comercializarlo. los elementos materiales que intervienen en el son cuatro: Charolas contenedoras de mosaicos, mosaicos, adhesivo y hojas de papel (denominadas también papel transporte). El primer elemento tiene la función de contener en forma ordenado, grupos de aprox. 400 mosaicos. Estos grupos son denominados ya como tarquetes, pero un ingenioso sistema debe un ser implementado para garantizar su formación fuera de los charolos y para circulación en el mercado. Tal sistema consiste en la adición de una hoja de papel por la superficie libre de los mosaicos, con un pegamento soluble en agua de por medio. Una vez que el pegamento ha curado, el arreglo de mosaicos queda firmemente conformado.

Es importante aclarar que tanto pegamento como papel transporte utilizados son elementos transitorios del sistema, pues se requieren solo para que el tapete pueda ser transportada y fi-

jado en el lugar previsto de colocación. Cumplido este objetivo ambos carecen de utilidad y se desechan.

El proceso particular de secar topetes, encierra o la fecha multiples problemas técnicos sin solución. La información contenida en los capítulos siguientes, es resultado de una intensa investigación práctica y teórica con el objetivo único de resolver en forma eficiente el " problema de secado".



Foto. (2) Vista gral. de la planta "Hosaico Veneciano de México".

Como se observa en el cuadro anterior, el conjunto de conceptos resulta de un ordenamiento lógico a partir del cual, se intenta englobar todas las elementos de un nuevo proyecto. El conjunto de rutas por seguir, introducen al principio de iteración como el método fundamental para la comparación de resultados, sin distanciamiento grave respecto a los objetivos y necesidades planteadas al inicio.

Sobre cada una de las etapas seguidas, se emite en adelante una concisa referencia.

*Análisis de necesidades. (y resultados de su aplicación). Consiste en la discriminación de los diferentes tipos de requerimientos, mas la utilidad de darles satisfacción dentro de un programa. Existen necesidades por parte del diseñador, el promotor del proyecto y del usuario. El primero de estos debe diseñar de acuerdo con multiples regulaciones oficiales sobre seguridad, normas teóricas de eficiencia y funcionalidad e incluso, pretensiones de caracter estético. El participante No. dos requiere, simultáneamente, productividad y calidad, indispensables para garantizar desde el amortizamiento de la inversión inicial, hasta la permanencia de su producto en el mercado. Por último el tercer sujeto, o sólo el usuario, que tiene como necesidades la seguridad y el confort en la operación del nuevo diseño.

En la medida en que un equipo o nuevo proceso alcanza a satisfacer los conceptos observados, se garantiza a sí mismo éxito y aceptación.

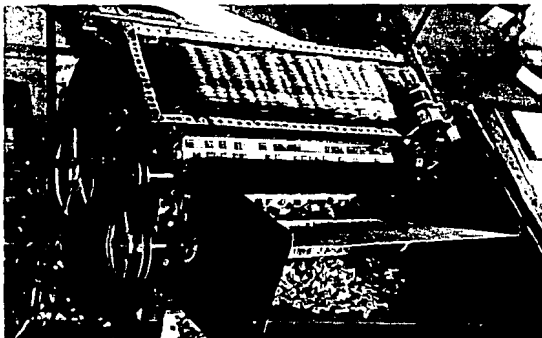
Para el caso del proyecto de secado, fueron muchas las

zonablemente satisfecho. El punto culminante se logra al combinar las alternativas propuestas hasta alcanzar una solución óptima al problema. Un ejemplo práctico importante se presentó con el proyecto del sistema de secado. Las soluciones parciales, dependientes de las necesidades de reducción en costes de operación, aumento en la velocidad de producción y optimización del pegamento, resueltas en forma independiente, se conjuntaron al final del proceso para proponer así un modelo general sumamente eficiente (modelo que es presentado para su crítica en el tema "Discusión de resultados y conclusión").

*Estudio de factibilidad/ Selección de soluciones. En cuanto a la primera etapa, ésta discrimina en forma ordenada las características positivas de las diferentes alternativas y las enfrenta contra las de un impacto no deseado. La importancia de un estudio como este, se debe a que trasciende los límites tangibles del proyecto para analizar aspectos de carácter subjetivo o incuantificable, tales como la estética del producto, efectos ecológicos, perturbación física en usuarios, etc. no obstante, la falta de regulaciones a este respecto, le imprimen normalmente un carácter puramente financiero.

En lo concerniente a la etapa de selección de soluciones, se puede decir que cada sujeto que interviene en el proyecto (Diseñador, Patrocinador, Usuario) analiza en función de su interés las cualidades de cada propuesta, quedando la solución final otendida al acuerdo simultáneo entre ellos tres. No obstante aunque resulta evidente el hecho de que esta teoría no siempre se

actúa, una selección consciente de dos o uno de los participantes, acostumbra desembocar en ella.



Fotografías (3) y (4). Eficientes prototipos para el llenado de charolas con mosaico tipo veneciano, también son diseñados en el CDMIT.

4. CONDICION ACTUAL DE OPERACION

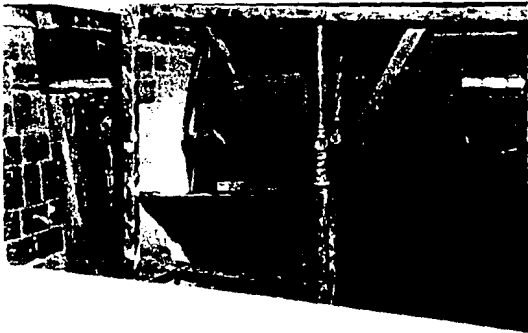
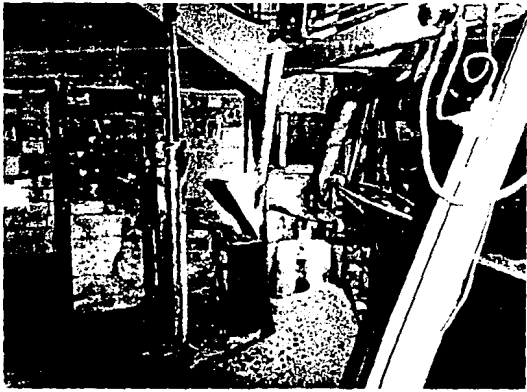
Para entender el origen de fabricación de los tapetes de mosaico veneciano, dos son los procesos a identificar. Uno, que tiene que ver solo con la manufactura del mosaico y otro, que considera las condiciones de comercialización o través de la presentación final. Aún cuando los objetivos de cada proceso son diferentes, ambos se complementan en la conformación del producto terminado.

Resumiendo sobre el primer proceso, este tiene que ver con la formación física del mosaico, lo cual incluye color, dimensiones, composición, forma, consistencia, etc. La calidad del producto se establece en todo momento, por la proximidad con las características previamente especificadas.

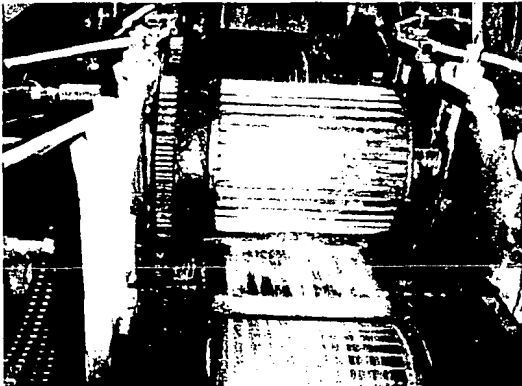
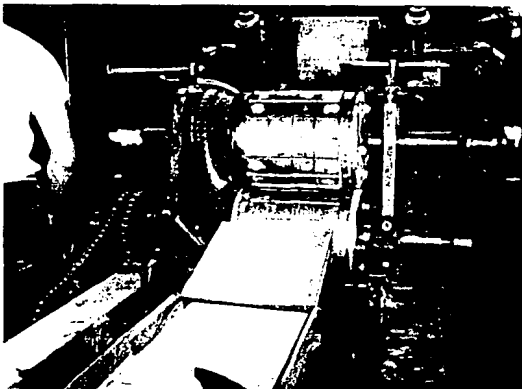
Referente al proceso ulterior, la principal finalidad es el logro de una presentación de mosaicos aceptable al consumidor, por lo cual el producto pueda ser manejable y fácil de usar (Con un área de 4 cm^2 . por pieza y aprox. $2,500 \text{ pz/m}^2$, su colocación - según pruebas del fabricante- es una complicada y costosa labor).

La información siguiente tiene por objeto relacionar sucesivamente las etapas citadas, haciendo énfasis en la de secado, tema principal de esta obra.

Según se observa en el diagrama de proceso presentado a continuación, este principia con la fundición de un material re-



Fotografías (5) y (6). Hornos de fundición y acondicionamiento de la materia prima.

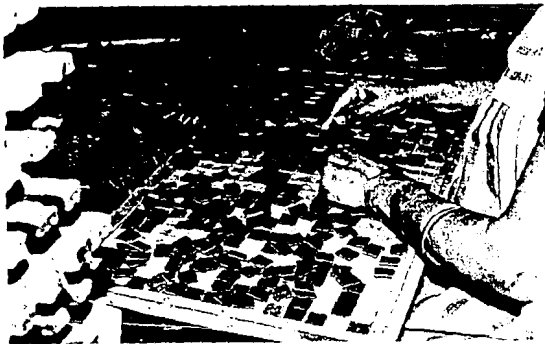
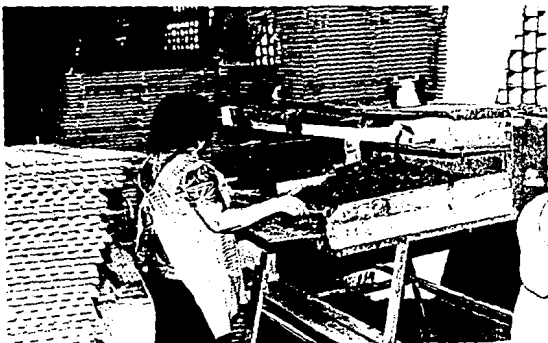


Fotografías (7) y (8). Vista de los equipos de corte e impresión para vidrio fundido. El material corre entre los rodillos enfriándose y tomando la forma asignado.

Los etapas restantes corresponden ya al proceso de conformación de tapetes. Empiezan con el arreglo en charolas contenedoras de 15 x 31 hileras (465 mosaicos) y empapelado con hojas previamente engomadas. En ese momento se da una última inspección a los mosaicos, desechando manualmente los que no cumplen con las características requeridas de forma y color. A continuación sigue la etapa de secado, con el almacenamiento de tapetes en pilas (estibas) bajo superficies techadas. Aquí, expuestos al medio ambiente, pegamento y hoja húmedos habrán de esperar un nivel de deshidratación, que permita al primero, alcanzar máxima efectividad adhesiva. El promedio de tiempo invertido en esta etapa es de 60 min. por tapete y aunque se disponen por lotes grandes, un importante cuello de botella aparece dentro del proceso general. Esta condición es generada por múltiples factores, entre ellos: excesivo manejo del producto; ocupación de espacio limitado (solo superficies techadas); irregularidad en los tiempos de exposición al medio en virtud de una completa dependencia de los factores climáticos de la localidad y del momento, o sean, velocidad de viento, humedad relativa del aire y temperatura ambiente (se desprecian las variaciones de la presión atmosférica). Solamente hasta que esta etapa ha concluido, se procede al empaque de tapetes en cajas de cartón y posterior entrega a ventas.

Los tapetes de mosaico, a partir de su empaque en cajas de cartón, se consideran un producto terminado. Los objetivos de fabricar con buena calidad e inversión costable han sido cubiertos, no obstante, algunas objeciones proceden al proceso anali-

zado, siendo el tema " Localización y solución de problemas" el que se encarga mas adelante, de investigarlos y dar respuesta.



Fotografías (9) y (10). Llenado de charolas de mosaico en forma manual.



Fotografías (11) y (12). Proceso de empapelado. El papel es engomado y fijado manualmente sobre los mosaicos. Los tapetes se invierten sobre bases de madera y estibon para la etapa de secado. las primeras estibas se observan en lo esq. sup. izq. de ambas gráficas.

5. LOCALIZACION Y SOLUCION DE PROBLEMAS.

Actualmente el principal cuello de botella dentro de la producción de tapetes de mosaico, es la etapa de secado, originada por el uso de un adhesivo temporal entre papel y mosaicos cuya base es el agua. La necesidad de deshidratar este adhesivo da origen a multiples problemas como el acarreo excesivo de materiales, largos tiempos de espera así como amplia ocupación de espacio. La información presente es un analisis cronológico de la investigación sobre el problema de secado. La observación mas importante al caso, es debida al hecho de que todo problema localizado, después de resuelto, se descubre como efecto de un problema anterior y mas crítico, llegando finalmente a ubicarse, como la causa sustancial de la mayoría de los problemas encontrados, al pegamento y su resistencia a ser deshidratado sin la afectación de sus propiedades adhesivas. Toda información relativa a esta conclusión se maneja en adelante con un sucesivo planteamiento de problemas y contramedida propuesta.

El proceso de secado de tapetes inicia cuando estos son almacenados en forma de pilas bajo superficies techadas, lugar en que quedan expuestos a corrientes de viento o bién, convección natural de aire, para ser deshidratado el pegamento, deduciendose en principio importantes problemas:

*problemas

- 1). Falta de control en los factores del medio

2). Irregularidad en los periodos de exposición de los tapetes al medio

Al respecto de los puntos No. 1 y 2, se encontró que el tiempo de secado, de 60 min. promedio, dependía entre otros factores, del estado climatológico del momento o saón, humedad relativa del aire, velocidad de viento y temperatura ambiente (se desprecian variaciones de la presión atmosférica) resultando en un proceso absolutamente fuera de control.

Al avanzar en la investigación, las primeras pruebas de taller demostraron que el estricto control del medio secador, habría redituado en grandes ahorros de tiempo de proceso, con reducciones de 87.50% sobre la base del tiempo promedio (60 min.) y, dependiendo del diseño, moderados ahorros en la inversión de energía mediante el uso de precalentadores de aire, camaras aisladas en donde exponer los tapetes, uso de gases de chimenea, etc.

El primer paso importante en la investigación se logró con el diseño de un eficiente horno-secador de banda continua, 70m. de largo por dos carriles de 50cm. de ancho, reinyecciones de aire a 80 °C. cada 10m. y un gasto de 20 tapetes por minuto. Las primeras soluciones teóricas quedan así determinadas:

*contramedidas

- 1.1) Manejo de las condiciones del medio como garantía a la continuidad del proceso.
- 2.1) Proceso automatizado del tiempo de exposición.

Este nuevo secador de tunel y banda continua, cuyo objetivo resultaría el de transformar el proceso actual, de estado in-

termitente a otro sin interrupciones, contemplaba la posibilidad de dirigir los tapetes recién armados hasta la zona de empaque, sin paros en línea. Así mismo, la posibilidad de automatizar el proceso se incluía dentro de las características factibles del nuevo equipo.

No obstante, nuevos y numerosos inconvenientes surgieron de la investigación, describiéndose estos a continuación.

*problemas

- 3). Baja eficiencia de pegado por falta de contacto entre pegamento y mosaicos.
- 4). Elevada inversión inicial debido a dimensiones físicas de los equipos de secado.
- 5). Elevados costos de operación por utilización de energías

Partiendo del punto No. 3: baja eficiencia de pegado. Este resultó efecto del procedimiento de secar tapetes armados, con papel transporte arriba. Sensibles diferencias de altura entre los mosaicos lograron impedir el contacto entre estos y el pegamento depositado en la hoja, quedando en promedio 40% mal adherido al final del proceso.

Sobre los puntos restantes, No.4: elevada inversión inicial en la construcción del equipo propuesto y No.5: elevados costos de operación por utilización de energías, una característica importante fué su común denominador: Incosteabilidad. Las razones son evidentes. Por un lado, la construcción de un sistema secador capaz de procesar el gasto fijado de 20 tapetes por min. pudo re-

querir, solo en teoría, la disposición de grandes recursos financieros para el levantamiento de un corredor de 70m. con banda móvil en piso y aislamiento térmico todo alrededor, ello sin contar con los costos de mantenimiento al mediano y largo plazo. Por el otro lado, importantes costos en el suministro de energía para el manejo de las condiciones ambientales dentro del secador, fué la segunda grave objeción. La nueva propuesta suponía el intercambio de un costo actual en secado, que es nulo pues depende de los elementos naturales, por otro, capaz de solventar importantes pérdidas térmicas en amplias superficies de manejo y exposición del producto.

La investigación en curso vuelve a proponer contramedidas. Aquí, las mas importantes.

*contramedidas

- 3.1). Instalación de rodillos de presión actuando sobre la superficie del tapete, ó realización del proceso de secado, papel abajo.
- 4.1). Incremento de la temperatura crítica del pegamento para acortar el tiempo de proceso.
- 5.1). Reducción en la humedad del pegamento desde su composición, para ahorro en el costo de la energía de deshidratación.

Referente al primer aspecto del punto No. 3.1: instalación de rodillos de presión sobre la superficie del tapete. Se analizó la posibilidad del proceso, pero un fenómeno denominado de "cazueleo" apareció perturbando el orden de los mosaicos contra la charola al ser oprimidos (desde el papel) por rodillos de pe-

queño diámetro. La posibilidad de utilizar rodillos de neopreno inflados con aire y cuyo objetivo sería el de suavizar el ángulo de contacto con los mosaicos, se manejó solo como última opción al uso de este tipo de sistema secador. Por otro lado, la posibilidad de manejar los tapetes con el papel transporte hacia abajo, idea correspondiente al segundo aspecto del punto No. 3.1, quedó rechazada. Importantes perturbaciones en el arreglo de los tapetes aparecen luego de su exposición a vibraciones, cambios de banda, rodillos de tracción, etc. durante pruebas de simulación.

Relativo a los puntos siguientes, No. 4.1 y 5.1, ambos se relacionaron a través del mismo término: El pegamento. El primero, que considera necesaria la elevación de la temperatura crítica de deshidratación y el segundo, que requiere a una disminución en la humedad de éste desde su preparación (composición).

En efecto, partiendo de la experimentación sobre el pegamento de uso regular en planta, con una humedad absoluta en peso del 90%, la temperatura crítica o máxima de deshidratación resultó ser siempre la misma: 70 °C. Pruebas realizadas y una confirmación teórica de los hechos, demostró que una excesiva temperatura tenía la propiedad de romper las cadenas de proteínas formadas durante el enlace. Sin embargo, la posibilidad de alterar la estructura interna del pegamento fue, en todo momento, la vía más interesante para encontrar solución.

Los resultados a partir de este momento no se hicieron operar. Las primeras pruebas con pegamento denominado "Engrudo 2" (o "E2" ya que "E1" suponía al pegamento tradicional en planta)

y cuya fórmula se detalla en el capítulo siguiente, resultó en una ganancia en tiempo de proceso de hasta 92%, aún cuando la temperatura crítica de este mismo no alcanzó a sufrir significativos cambios. A continuación, sucesivos avances se logran con la introducción de nuevos y diferentes tipos de adhesivos y la posterior combinación entre estos. También se logran mayores incrementos en el ahorro de tiempo de proceso, llegando hasta el 90.30%, gracias a un incremento en la temperatura crítica del pegamento, desde 70 °C para el adhesivo tradicional, hasta 115 °C para el nuevo adhesivo propuesto.

A punto de convertir al secado de tapetes en un proceso casi instantáneo, las siguientes dificultades se presentan previas a la conclusión del proyecto.

*problemas

- 6). Adhesión irregular a causa de una deficiente aplicación de pegamento.
- 7). Generación de nubes de vapor en interior de tapete, a causa de una deshidratación acelerada.
- 8). Resistencia térmica excesiva sobre el pegamento a causa de la envoltura de papel y mosaicos.

Sobre el punto No. 6, que habla concretamente de la cantidad de adhesivo realmente utilizada en el conjunto del tapete, este fué solucionado por medio de una precisa dosificación del producto. Utilizando rodillos seguidores de hule, fué posible aplicar a cada hoja de papel transporte, rastros de pegamento en líneas de 3mm. de ancho por 1mm. de espesor, permitiendo así, al momento de

la impresión del papel sobre los mosaicos, que el pegamento se esparciera sin desperdicio, unicamente por la superficie útil del mosaico. Por otra parte el problema No.7, referente a la formación de una nube de vapor generada al momento de la deshidratación, se manejó eficientemente perforando orificios de ventilación sobre la charola contenedora del tapete, a tramos de 8cm. en cada dirección, resultando un medido apropiado para la solución a cambio de una mínima inversión.

Sobre el punto No.8, que habla acerca de las dificultades para transferir energía al pegamento, este resultó un problema mas crítico.

Las investigaciones realizadas encontraron que la resistencia térmica de los restantes elementos del conjunto, o sean mosaicos y papel, envolvían al pegamento aislandolo en la transferencia de energía indispensable para su deshidratación. La posibilidad de alterar la posición de ensamble del tapete y por la cual, el pegamento se encontraba en medio de los otros dos, resultó absolutamente descartada, debido a la finalidad intrínseca del pegamento de solo unir mosaicos y papel temporalmente, proponiéndose a cambio, soluciones alternas.

En principio se alentó la adopción de un precalentamiento en el pegamento antes de su aplicación. Bajo las condiciones de último nivel esto habria significado un ahorro en tiempo de 99.16% aunque problemas de abrasión (por capas secas de pegamento) sobre los rodillos del equipo dosificador, obligaron a abandonar la idea. Por otro lado la posibilidad de precalentar algún otro elemento

del sistema resultó una solución factible. Descartando a la hoja de papel transporte por su bajo rendimiento en el almacenamiento de energía que ceder al pegamento, se optó por almacenarla en el tercer elemento disponible: los mosaicos. La idea, resultado de una contramedida al problema de la resistencia térmica ejercida por el papel y mosaicos sobre el pegamento (localizada en el centro mismo del conjunto) se convirtió finalmente en la última y mas eficiente contramedida propuesta, rompiendo con el esquema tradicional de secar el tapete después de ensamblado, por uno novedoso de secado-ensamblado simultáneo.

El objetivo de almacenar suficiente energía en los mosaicos (durante la etapa de precalentamiento) para la deshidratación del pegamento, es ampliamente alcanzado luego de pruebas realizadas en un prototipo de horno precalentador totalmente manufacturado en el CDMIT.

*contramedidas

- 6.1) Máximo aprovechamiento del pegamento a través de un equipo dosificador.
- 7.1) Perforación de orificios de ventilación en charola, para desalojo de nubes de vapor.
- 8.1) Precalentamiento de mosaicos antes de la impresión de papel transporte y pegamento.

El resultado final sobre el efecto en la aplicación de los puntos anteriores, fué una reducción en el tiempo típico de secado de 99.87% (de 60 min. a 4.5 seg.) para un proceso confiable y de un ahorro en el costo de aplicación de pegamento por cada hoja de 30.29% concluyéndose como solución satisfactoria.

6. ESPECIFICACIONES Y DATOS DE APOYO.

El presente tema se divide en tres partes como sigue:

- A). Sistemas de suministro de energía, destinados a lograr la deshidratación de pegamentos base agua
- B). Composición de los pegamentos mas eficientes (4) utilizados durante las pruebas
- C). Colección de datos acerca de la experimentación simultánea entre los puntos A y B.

Parte A). Sistemas de suministro de energía.

Durante el desarrollo del sistema de secado varios fueron los sistemas de transferencia de energía empleados, todos con el objetivo de lograr una deshidratación eficiente (curada) de los pegamentos utilizados para el ensamble de tapetes de mosaico. Ellos son:

A.1) Secador de tunel con convección forzada de aire caliente. Para este modelo, el suministro de energía se obtuvo de diferentes maneras: Resistencia electrica, gases de combustión, combinación entre estas. El diseño precisa un manejo aislado del aire caliente por encima del tunel secador y su introducción a este a través de espumas, haciendo incidir los chorros de aire en la superficie del tapete con papel y pegamento preensamblados. La humedad del pegamento (elemento que debe ser retirado, 30% mínimo) está atendida al siguiente flujo de masa: 1º Humectación del

papel transporte por capilaridad; 2º Retiro de la humedad desde el papel por cambio de fase líquida a gaseosa. El vehículo de transferencia tanto de masa como de energía es el aire caliente. Las pruebas realizadas en un simulador de taller, hicieron necesaria la recirculación de gases para ahorro de energía. El diseño de esta clase de secadores propone un proceso de tipo continuo, aunque de elevada inversión inicial, al igual que costos de operación y mantenimiento.

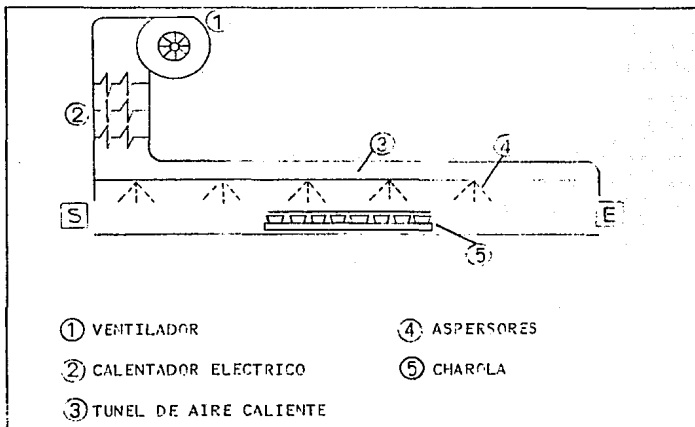


Figura 2, de un modelo secador por convección forzada de aire caliente y suministro de energía por resistencia eléctrica.

A.2) Secado por sistema de placa caliente. Este sistema concibe la transferencia de energía, de fuente a receptor, íntegramente por conducción. En el, una placa calentada por diferen-

tes medios es posada sobre el papel del tapete (y eventualmente como precalentador de mosaicos, antes de la impresión del papel) cediendo energía calorífica para la deshidratación del pegamento en forma instantánea. El principal obstáculo para la evolución efectiva del proceso fué la diferencia de altura entre los mosaicos, ocasionandose quemadura en el pegamento de los mosaicos mas expuestos y falta de calentamiento en el resto.

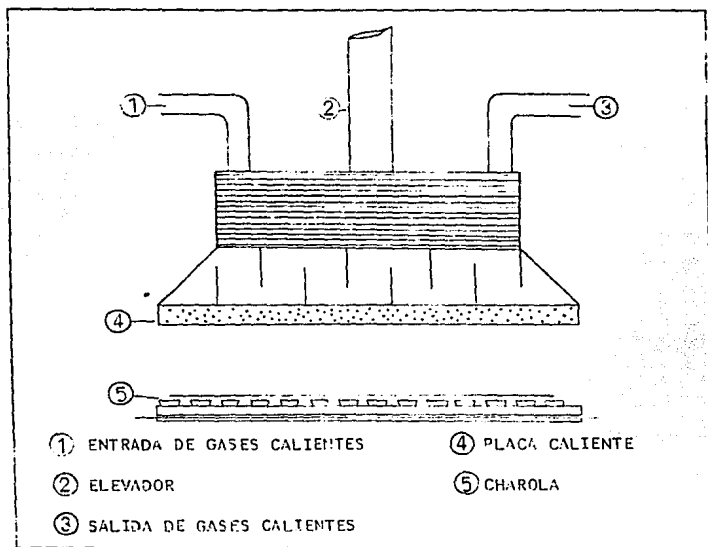


Figura 3. Muestra de un sist. de secado por placa caliente.

A.3) Transmisión de energía por radiación. Este sistema propone el uso de la radiación de energía para el secado de tapetes. Como fuente de radiación se pueden tener al sol, lamparas incandescentes (tipo infrarrojo-calor) o inclusive modernos metodos por calentamiento al "rojo vivo" de materiales cerámicos. El procedimiento intermedio (lámparas incandescentes) resultó ser el mas confiable y de menor inversión inicial.

La base de operación consiste en apuntar la fuente caliente hacia la superficie del tapete, transmitiéndose en forma continua la energía necesaria para la deshidratación del pegamento. El sistema puede también ser empleado como precalentador de mosaicos (previo a la impresión del papel transporte) en cuyo caso habrá de considerarse dentro de los tiempos de proceso, diferencias globales, dependiendo de los colores y tono de los mosaicos.

No obstante, dos características importantes del sistema citado hacen actualmente inapropiado su uso. Por un lado el alto costo de la energía eléctrica requerida por m^2 . de exposición y por otro, el costo de reposición de equipo. Referente al uso de la energía solar como fuente inagotable, queda descartado debido a una regresiva dependencia a los factores del medio y a una excesiva inversión inicial para su aprovechamiento (aprox. 800 U. por m^2 . prom. anual durante 8Hr's. diarias)

A.4) Precalentamiento por flama directa. Este sistema, de concepción similar a la del tunel secado A.1, requiere localizarse antes de la impresión del papel transporte. La idea de trans-

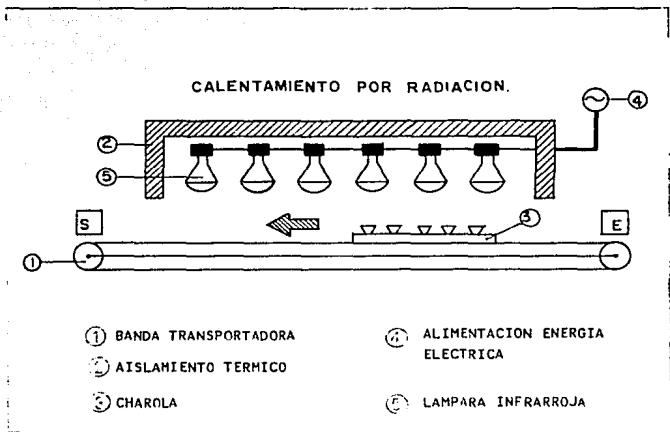


Figura 4. Horno de secado en base al principio de radiación

ferir energía en forma acelerada por medio de la exposición de mosaicos a los productos de una combustión, lo vuelven extremadamente delicado. La construcción de un tunel para la exposición en tales condiciones, de las charolas de mosaico, requiere contemplar las siguientes rostricciones: 1º Circulación de charolas en flujo opuesto al de los gases colientes con la finalidad de evitar choques térmicos; 2º Riguroso control de flama a lo solido del quemador; 3º Horno de bóveda plana que impida gradientes de temperatura en la corriente de goss.

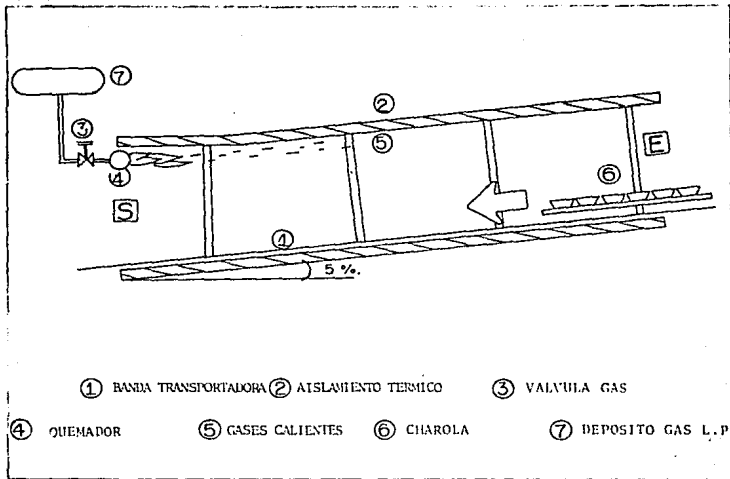


Figura 5. Sistema precalentador por flama directa

Parte B). Composición de pegamentos.

Este tema describe tanto formulación como método de preparación de los cuatro adhesivos mas importantes utilizados en pruebas. El primero de ellos corresponde al de uso actual en planta y los restantes, a compuestos mejorados como resultado de la experimentación. (En todos los casos, las formulas se determinan por

el porcentaje en peso de sus componentes.)

B.1) "E1" (Engrudo 1). Pegamento tradicional de planta.

90% Agua
8% Harina de trigo
2% Sosa cáustica

Preparación: Harina de trigo y sosa cáustica son adicionados en indistinto orden al agua. La reacción empieza instantáneamente al momento de revolver los elementos. El proceso se realiza a temperatura ambiente y se considera concluido en cuanto la reacción ha gelatinizado.

B.2) "E2" (Engrudo 2). pegamento preparado en taller, con el menor contenido posible de agua.

84% Agua
14% Harina de trigo
2% Sosa cáustica

Preparación: Similar a "E1".

B.3) "S1" (Silicato 1) Pegamento preparado en taller. La dilución del silicato de sodio comercial es la máxima posible, así mismo, la presencia de una sustancia como el azúcar, que entorpece claramente la función de adherencia del silicato, tiene la función de acortar el período de rehidratación del pegamento cuando el papel transporte deba ser retirado.

65% Silicato de sodio (compuesto comercial)
30% Agua
5% Azúcar

Preparación: 1º El azúcar se disuelve en la porción de agua hasta que ha desaparecido todo gránulo. 2º La mezcla se di-

suelve perfectamente con la porción de silicato de sodio. Todo el proceso se realiza a temperatura ambiente. En caso de permanecer almacenado el pegamento por mas de 8Hr's. antes de su uso, este debe ser agitado nuevamente.

B.4) "SE" (Silicato-Engrudo). Pegamento elaborado en taller, propone la combinación de las propiedades de ambos compuestos. La proporción propuesta de los componentes, se concibe como la de mejores características en las funciones de adherencia, temp. crítica y velocidad de rehidratación.

50% Silicato de sodio (compuesto comercial)
25% Engrudo (sin catalizadores)
20% Agua
5% Azúcar

Preparación: Se fabrica 1º el engrudo, adicionando 20% de harina de trigo en 80% de agua pura a temperatura de 70 a 80 °C. revolviendo intensamente hasta que la solución ha gelatinizado.; 2º Se disuelve la porción de azúcar en la de agua hasta que ha desaparecido todo gránulo, operación a temperatura ambiente.; 3º las sustancias resultantes se revuelven con la porción de silicato de sodio perfectamente, operación a temperatura ambiente. En caso de permanecer almacenada la mezcla por mas de 30min. antes de su utilización, esta debe ser agitada nuevamente.

Parte C). Colección de datos. La información detallada en este artículo es resultado de la experimentación llevada a cabo en los talleres del CDMIT. Para su total comprensión, algunas de las restricciones operadas durante los períodos de prueba.

1º Con la finalidad de garantizar el contacto entre el pegamento y los mosaicos, en todas las pruebas con papel arriba (Observación) una fuerza fué aplicada sobre el papel y en dirección al mosaico, en forma intermitente.

2º La forma de aplicación del pegamento en cada caso fué la siguiente: E1 y E2, aplicación de película homogénea; S1- y SE, aplicación en carriles.

Las proporciones de aplicación de cada pegamento por hoja son :

Pegamento	peso/hoja (28 x 60 cm ²)
E1	28.5 gr.
E2	28.5 gr.
S1	4.0 gr.
SE	4.0 gr.

3º En todas las pruebas fué utilizado papel bond 70gr./m².

4º En todas las pruebas fueron utilizadas charolas con orificios de ventilación (Contramedida No.7 a problema de nubes de vapor).

TABLA DE RESULTADOS.

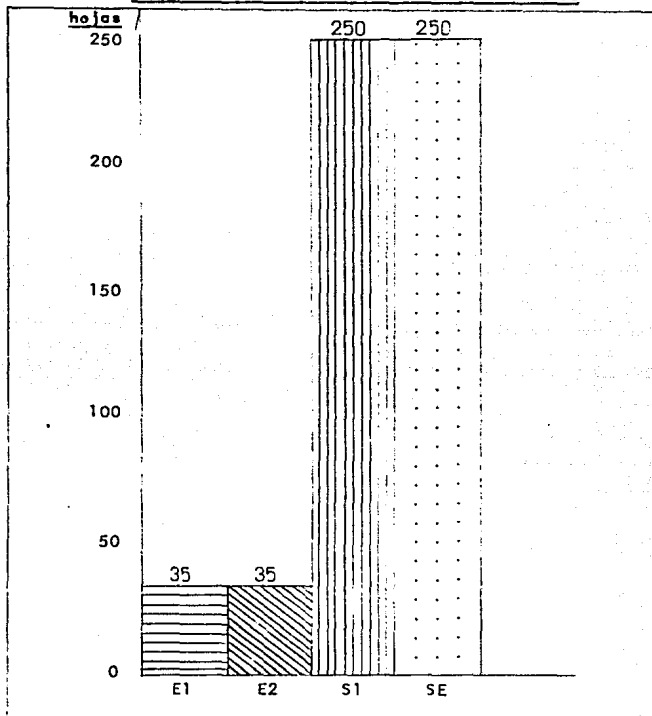
<u>Sistema de secado</u>	<u>Pegamento de prueba</u>	<u>Temperatura (°C)</u>	<u>Tiempo (min)</u>	<u>Observaciones</u>
Medio ambiente	*E1	* 22	*40-90	*papel abajo
	*E2	* 22	*30-60	*papel abajo
	*S1	* 22	*25-40	*papel abajo
	*SE	* 22	*30-45	*papel abajo

<u>Sistema de secado</u>	<u>Pagamento de prueba</u>	<u>Temperatura (°C)</u>	<u>Tiempo (min)</u>	<u>Observaciones</u>
Tunel + convección forzada de aire caliente.	* E1	* 50	* 12.5	*papel arriba
		* 60	* 10.0	
		* 70	* 7.5	
		* 80	* ----	
	* E2	* 50	* 11.0	*papel arriba
		* 60	* 8.5	
		* 70	* 6.0	
		* 80	* ----	
	* S1	* 50	* 10.0	*papel arriba
		* 60	* 7.5	
		* 70	* 5.5	
		* 80	* 4.5	
		* 90	* 3.3	
		* 100	* 2.2	
	* SE	* 110	* ----	*papel arriba
		* 50	* 11.0	
		* 60	* 8.5	
		* 70	* 6.5	
		* 80	* 5.7	
		* 90	* 4.2	
		* 100	* 2.5	
		* 110	* 1.8	
		* 120	* ----	

<u>Sistema de secado</u>	<u>Pegamento de prueba</u>	<u>Temperatura (°C)</u>	<u>Tiempo (min)</u>	<u>Observaciones</u>
Placa caliente	* E1	* 60	*14.5	*papel arriba
		* 70	*12.5	
		* 80	*----	
	* E2	* 60	*13.0	*papel arriba
		* 70	*11.5	
		* 80	*----	
	* S1	* 80	* 6.0	*papel arriba
		* 90	* 4.5	
		* 100	*----	
		* 110	*----	
	* SE	* 80	* 6.5	*papel arriba
		* 90	* 5.0	
* 100		* 3.5		
* 110		*----		
* 120		*----		
Horno de radiación (1500 W/m ²)	* E1	* 22-70	*12.2	*papel arriba
	* E2	* 22-70	* 9.5	*papel arriba
	* S1	* 22-90	* 6.5	*papel arriba
	* SE	* 22-90	* 8.5	*papel arriba
Horno de radiación (9000 W/m ²)	* E1	* 22-70	* 8.5	*papel arriba
	* E2	* 22-70	* 6.5	*papel arriba
	* S1	* 22-90	* 4.5	*papel arriba
	* SE	* 22-90	* 5.3	*papel arriba

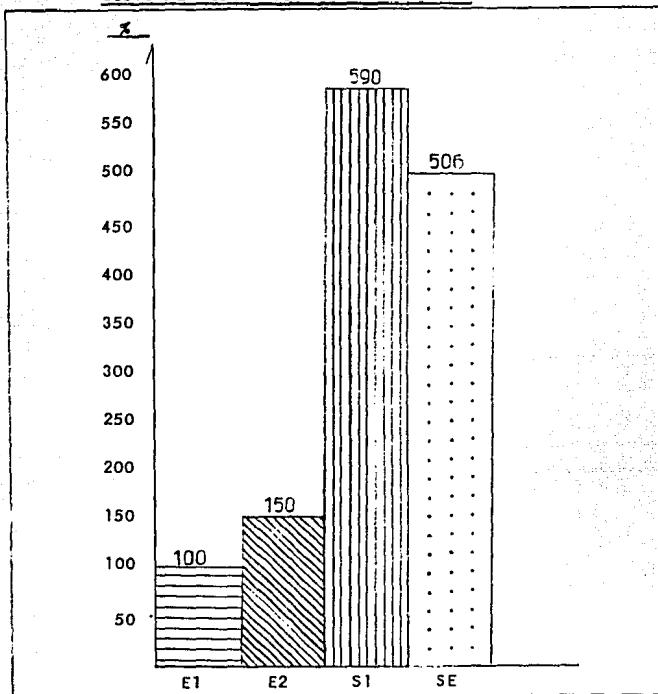
<u>Sistema de secado</u>	<u>Pegamento de prueba</u>	<u>Temperatura (°C)</u>	<u>Tiempo (min)</u>	<u>Observaciones</u>
Precalentamiento por flama directa	* E1	* 70	* 5.3	*sin papel
		* 80	* 5.5	
		* 90	* 4.2	
		* 100	*----	
	* E2	* 70	* 5.0	*sin papel
		* 80	* 4.5	
		* 90	* 3.2	
		* 100	*----	
	* S1	* 80	* 1.0	*sin papel
		* 90	* 0.8	
		* 100	* 0.2	
		* 110	* 0.15	
		* 120	*----	
	* SE	* 80	* 1.2	*sin papel
		* 90	* 1.0	
		* 100	* 0.25	
		* 110	* 0.10	
		* 120	* 0.08	
* 130		*----		

HOJAS A ENGOMAR POR KILOGRAMO DE PEGAMENTO



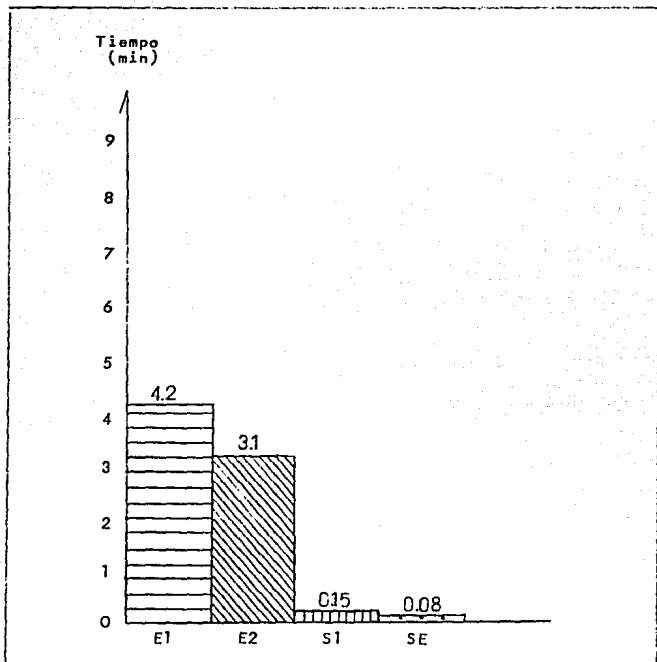
Gráfica I. Compara el número de hojas que es posible engomar por cada kg. de pegamento utilizado. Las pruebas abarcan ensayos tanto de planta como de laboratorio.

COSTO DE PEGAMENTOS POR KILOGRAMO .



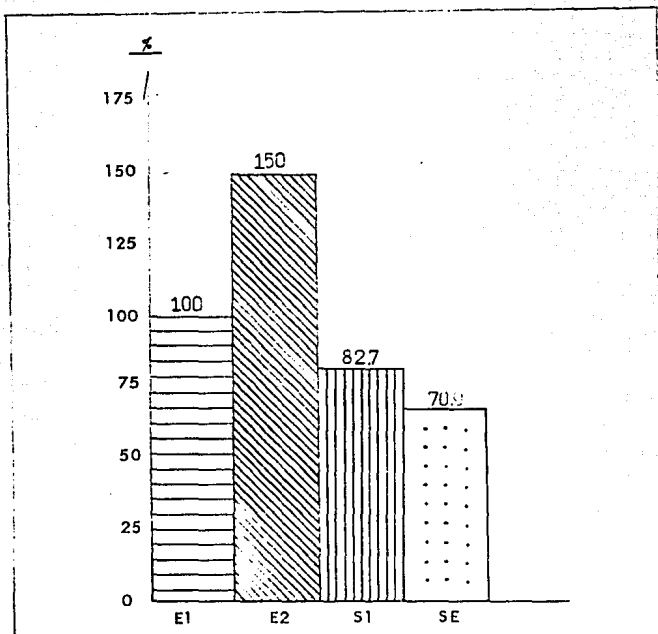
Gráfica II. Compara el costo de cada pegamento por cada kilogramo. El pegamento de referencia es E1= 100.

MEJOR TIEMPO DE SECADO POR PEGAMENTO



Gráfica III. Compara el tiempo de secado mínimo, bajo las condiciones de último nivel, que cada pegamento requiere para afianzar con seguridad los mosaicos a la hoja de papel transporte.

COSTO DEL PEGAMENTO POR CADA 1000 HOJAS
A ENGOMAR



Gráfica IV. Compara el costo que produce engomar grupos de 1000 hojas, con cada tipo de pegamento. El pegamento de referencia es E1= 100.

7. DISCUSION DE RESULTADOS Y CONCLUSION.

Discusión de resultados. Haciendo un análisis detallado de la tabla de datos anterior, se aprecia en todos los casos que un aumento en el suministro de energía hacia el tapete redondo en un menor tiempo de secado. La observación es válida dado que la base del adhesivo (el agua) cambia de estado y de fase, solo en función de la energía disponible. Sin embargo, esta función no es continua ni ilimitada debido al pegamento. El motivo de ello es una temperatura máxima de exposición en la cual, húmedo o seco, el pegamento disminuye e incluso pierde, sus principales propiedades adhesivas. La temperatura máxima, denominada anteriormente como crítica, es diferente en cada compuesto. Para E1 y E2, es de 70 °C., mientras que para S1 es de 100 °C. y para SE de 110 °C. (Todas ellas obtenidas bajo condiciones controladas). Estas temperaturas suelen variar ± 5 °C. debido basicamente a dos factores: 1º Perdidas de energía que ocasionan un rápido enfriamiento de la fuente térmica y 2º Excesiva deshidratación del pegamento por prolongada exposición a la fuente térmica. En el último caso el motivo de falla es la fragilidad adquirida por la excesiva deshidratación.

Otro aspecto por discutir es el referente a la obtención de las temperaturas de proceso. Este concepto, referido dentro de las tablas anteriores, corresponde en todos los casos al del vehículo que por conducción transmite la energía al pegamento.

Este vehículo es, para cada sistema de secado, el siguiente:

<u>sistema de secado</u>	<u>vehículo</u>
1) Medio ambiente	papel
2) Tunel con convección forzada de aire caliente	papel
3) Placa caliente	papel
4) Sistema de radiación	papel/mosaico
5) Precoletamiento por flama directa	mosaico

Las temperaturas registradas corresponden a las que cada vehículo presenta al inicio del proceso a excepción del sistema de secado por radiación en el cual la temperatura ideal de proceso se va adquiriendo gradualmente, dependiendo simultaneamente de la disipación de la humedad en el pegamento. por otro lado, se estima que dentro del mismo sistema, el color del mosaico sí presenta ingerencia, ya que tanto el papel band utilizado como el pegamento, son parcialmente translúcidos (tal porcentaje de ingerencia aún no determinada por el estudio de secado, se estimó inferior al 2%, ya que las pruebas realizadas con mosaicos color azul cobalto, azul claro, agua marina, amarillo y claro, no fueron objeto de diferencia sensible en cuanto a los tiempos de proceso).

Por otro lado se hace alusión al concepto tiempo, empleado dentro de las pruebas. Este corresponde al mas breve lapso de proceso al final del cual, los mosaicos han quedado adheridos al papel transporte. En el caso del sistema de secado al medio ambiente, los tiempos son tomados desde el mínimo hasta el máximo, presentando un proceso inconstante y fuera de control, cuya única di-

ferencia con el proceso actual, es la de ser pruebas realizadas en la cd. de México, con promedios de tiempo ligeramente mayores a los presentados por el fabricante en la localidad de Jiutepec, Morelos.

Una última observación se hace y es con respecto al uso de gráficas costo-beneficio aplicadas a los pegamentos de prueba. En todas ellas el eje 'X' presenta el tipo de pegamento mientras que el eje 'Y' presenta las características comparativas más significativas. En caso de aludir al costo de los productos, todo queda referido al pegamento E1 = 100, con la finalidad de sustraerse al efecto inflacionario en precios, los cuales datan de mayo '87. Estas gráficas descubren cómo el pegamento SE, no obstante ser el segundo más caro en su costo por kg. también es (junto con S1) el que más hojas de papel alcanza a cubrir. Por otro lado, se observa cómo el pegamento más económico (que es el engrudo de uso actual en planta) resulta 30.39% más caro que SE al momento de aplicarse al papel. Una última gráfica reúne, bajo las condiciones de último nivel, los mejores tiempos de secado referidos en tablas para cada pegamento. Destacan los pegamentos SE y S1, por ser primero y segundo más rápidos respectivamente.

Conclusiones. En base a las aportaciones anteriores, un sistema completo es presentado como la solución más eficiente al problema de secar tapetes de mosaico tipo veneciano. El fundamento es toda la información experimental recopilada a lo largo de la investigación y contenida en el presente informe.

Como mejor solución al problema de secado, se propone

la combinación de un pegamento tipo SE, con un sistema de secado que incluye el precalentamiento de mosaicos a través de la exposición a flama directa y/o gases de combustión.

La finalidad en este proceso es introducir a la fase de empapelado (con pegamento previamente dosificado al papel en forma de carriles), tapetes con la energía suficiente para realizar la deshidratación del pegamento en forma simultánea a la impresión del papel.

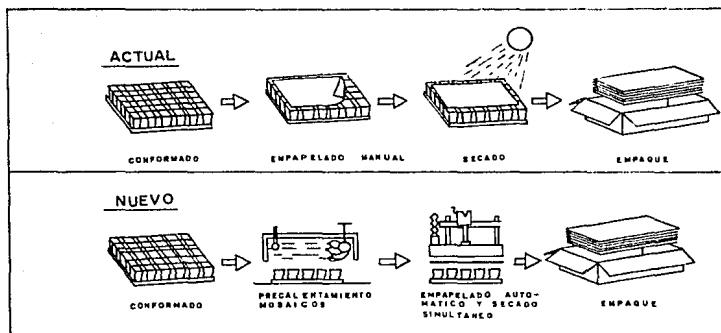
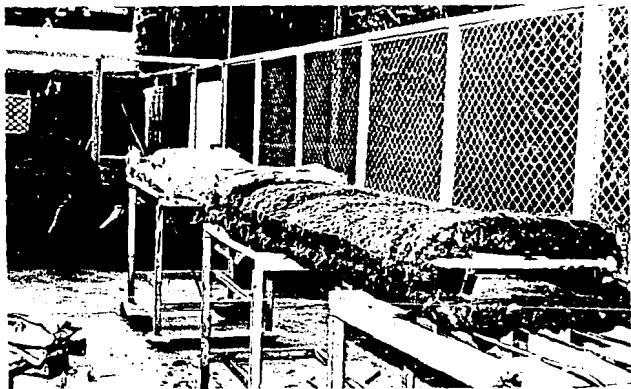


Figura 6. Comparación entre los sistemas actual y propuesto. Visiblemente se observa cómo la etapa de empapelado y secado del proceso tradicional, es intercambiada por la de precalentamiento y empapelado-secado simultáneo para el nuevo proceso.

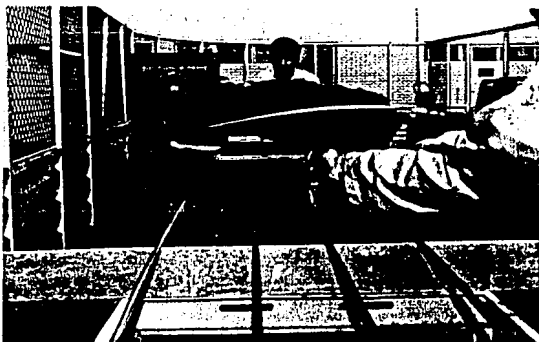
La solución anterior, comprobada mediante la fabricación de un sistema prototipo, cumple ampliamente con las necesidades planteadas al principio de este estudio.

Las características del prototipo, basado en un gasto de 8 charolos/min. (sugerido para el abasto a un empapelador automático actualmente en funcionamiento y al cual se hace referencia en el anexoIV) son las siguientes.:

Largo	:4.5 m.
Ancho	:0.4 m.
Alto	:0.1 m.
Material base	:Lámina acero cal. 22
Aislamiento térmico	:Colchonetas lana mineral
Sistema de avance charolas	:Avance en contrasentido al flujo de gases
Temp. de gases a la salida	:700 °C. - 800 °C.
Temp. de gases a la entrada	:250 °C. - 200 °C.
Temp. de mosaicos a la salida	:115 °C. - 120 °C.
Temp. de mosaicos a la entrada	:22 °C.
Consumo de energía (Gas L.P.)	:3 kg/hr.
Gasto de charolas	:8 Ch/min. (3,840 Ch/turno)
Mosaicos por charola	:465 mosaicos



Fotografías (13) y (14). Manufactura de un horno de precalentado prototipo. La cubierta interior es lámina de acero, la cubierta exterior correspondiente a colchoneta aislante de lana mineral



Fotografías (15) y (16). Primeras pruebas con el prototipo de un horno precalentador de mosaicos. Arriba: Se observa la entrada de una charola de mosaicos. Abajo: Charola saliendo. Se observan también quemador de gas, vénturi y válvula de control.

ANEXO I: ADHESIVOS.

I.1-DEFINICION.

Múltiples autores dedican cuantiosos esfuerzos a la definición apegada del termino adherencia. La dictada o continuación, es la forma mas resumida de algunas de ellos.

Adherencia, es cualquier afinidad física debido a fuerzas electrostáticas, de Van der Waals o de valencia, entre dos materiales en fase sólido-sólido o bien, sólido-líquida.

Este concepto, reciente en comparación con el uso histórico de tales compuestos, especifica además el origen de su utilidad. El aglutinamiento de huevos, la formación de cubiertas protectoras ó nidos, es ejemplo del uso de adhesivos por parte de insectos, peces y otros organismos, segregados por ellos con algún fin práctico. El origen mismo de la palabra proviene del efecto que provoca en los materiales, es decir, aglutinamiento. Del termino latino 'gluten' (derivando también la voz inglesa glue= cola) y γλία= gleva, arcilla, material utilizado para la conformación de objetos. En la actualidad no solo se aprovechan aglutinantes o adhesivos de origen natural, sino una gama completa de nuevos compuestos con características controlables y predeterminadas. En conclusión puede afirmarse que adhesivo, es toda aquella sustancia que logra su fijación temporal o permanente a un material extraño.

En la mayoría de los casos la fase líquida es el mejor vehículo por la facilidad para llenar los huecos y espacios vacíos de superficies sólidas. La operabilidad de

un adhesivo en la unión de materiales diferentes, depende de la afinidad que este tenga con cada uno de ellos, llegando a ser en muchos casos, superior a la afinidad intermolecular propia. (en el mismo sentido, el riesgo de falla en muchas de las uniones se genera, precisamente, a mitad del adhesivo, debido a que el esfuerzo de cedencia una vez consolidada la unión, es menor en su estructura que en la interfase formada por los materiales restantes. La contramedida típica a este problema consiste en el adelgazamiento de la película de pegamento al máximo posible, a través de la presión ejercida por las fronteras sólidas del sistema.) Esta característica, inherente a su estructura interna, obliga a distinguir los diferentes tipos dentro de una clasificación general, que determine además solubilidad en agua y origen, la cual es emitida a continuación.

I.2-USO Y CLASIFICACION

Esta sección realiza un resumen de la clasificación mas completa encontrada al caso, citando todos los tipos de adhesivos mas algunos ejemplos de las sustancias que abarcan y materiales (a interés del proyecto secador) que les son afines.

SUSTRATOS:

Al. y Aleaciones.
Cerámicos.
Vidrio.
Papel.
Poliétileno.
Solubilidad en agua.

ADHESIVOS PROTEINICOS

-cola animal * * * * * X * * * 3 *
-cola de sangre * * * * * X * * * 2 *

ADHESIVOS VEGETALES

-almidón * * * * * X * X * * * 3 *

ADHESIVOS TERMOENDURECIBLES

-resinas fenólico/epoxi * X * * * X * * * * 1 *
-resinas poliéster * X * X * X * X * * * 1 *
-resinas de silicona * X * X * X * * * * 1 *

ADHESIVOS TERMOPLASTICOS

-policloruro de vinilo * * * * * X * * * 1 *
-poliacrilato * X * * * * X * * * 1 *
-cianoacrilato * X * X * X * * * * 1 *
-poliestireno * * * * * X * * * 1 *

ADHESIVOS BIPOLIMERO

-nilon + resinas epoxi * X * * * * * * * 1 *

ADHESIVOS DE CAUCHO

-caucho natural * * * * * X * * * 1 *
-caucho de poliuretano * X * X * X * X * * 1 *

ADHESIVOS DIVERSOS

-silicatos solubles * * * X * X * X * * * 2 *

Simbología: * = no existe adherencia; X = existe adherencia
Solubilidad en agua: 1 = baja; 2 = regular; 3 = alta.

1.3 ORIGEN.

-Proteínicos de origen animal. Denominados generalmente colas animales, se derivan de diferentes compuestos proteínicos llamados colágenos. Un material base para su produc-

ción puede ser el cuero o restos de huesos. Las colas específicamente tratadas para optimizar su función de adherencia se les denomina gelatinas. La principal ocupación de este producto se refiere a las uniones con madera y fibras vegetales (papel) e inclusive como aglutinante de estos mismos. El caso de las colas de sangre se concibe bajo un principio similar. Se aplica en soluciones acuosas, pasando por un estado de pegajosidad previo a su etapa de curado. Esta clase de pegamentos son de regular disolución en agua y en general, de costo superior a los de origen vegetal, tratado mas adelante.

- Vegetales. Obtenidos de raíces y tuberculos de arróz, papa, trigo, maíz, tapioca, etc. Son facilmente solubles en agua. La sustancia activa es el almidón contenido en estos productos. Para hacerlo reaccionar se acostumbra calentar en agua provocando así un proceso irreversible de generación de dextrinas(proceso comunmente denominado "esponjamiento de almidón). También se consigue mediante el uso de agentes catalizadores como la sosa caustica, bicarbonato de sodio o el ácido clorhídrico.

La posibilidad de usar al almidón y sus derivados como compuestos adhesivos depende tanto de la afinidad molecular como la huméctabilidad entre éste y el sustrato. Los pegamentos de esta clase son los mayormente utilizados en las uniones de papel y fibras naturales (algodón). La afinidad que mantiene con materiales como el vidrio lo convierte en objeto de máximo interés para el proyecto de secado.

- Adhesivos orgánicos sintéticos. Son tres grupos en conjunto, definidos como termoeestables, termoplásticos y una mezcla de ambos denominada bipolímero. En general su costo de obtención supera al de las clasificaciones anteriores, al igual que su insolubilidad en agua, característica fundamental en el uso al que se pretenden destinar. Las resinas termoeestables sufren a partir del curado, una transformación física y química irreversible, a diferencia de los tipo termoplástico, que funden por incremento de temperaturas y solidifican al decrecer esta misma sin afectación de sus cualidades químicas (ciertamente un aumento desmedido en la temperatura, al momento de fundir el pegamento, puede ser motivo de degradación química por oxidación, no obstante esto sale de sus parámetros de operación normal). Una muestra de adhesivos de ambas clases que son de facil obtención comercial, se ofrece en la tabla anterior. El tercer tipo, los bipolímeros, son solo una mezcla de los dos primeramente citados. Los objetivos son el incremento de la resistencia al calor o bién de la afinidad en la interface con materiales de origen poco común (aleaciones de Al., plasticos de ingeniería, etc.). El alcance de los bipolímeros no está aún limitado puesto que depende de la gama de combinaciones entre dos o más termofijos con termoplásticos.

- Cauchos. Este tipo de adhesivo tiene en la pegajosidad su principal característica. La pegajosidad puede ser definida como la resistencia a la separación después

del contacto momentáneo con un cuerpo sólido. Este fenómeno también se presenta en otras sustancias, pero solo en los cauchos logra un caracter permanente después del curado. Así mismo es autoadherible, siendo difícil encontrar grietas en su superficie aún a través de un microscópio. Los cauchos solos después de vulcanizados logran perder su pegajosidad. La resistencia que presentan como adhesivos se considera temporal, ya que en pruebas de larga duración, bastan pequeñas fuerzas para lograr el retiro del sustrato. Son bajamente solubles en agua y dependiendo de la calidad con que se hayan manufacturado, corren el peligro de endurecerse al paso del tiempo.

-Diversos, Silicatos solubles. Estos, normalmente llamados vidrios solubles resultan adhesivos de bajo costo formados a partir de sodio y potasio. El mas abundante es el primero de ellos, también el mas eficiente. Su base es el cristal de cuarzo (SiO_2) molido y adicionado con un sulfato alcalino. La mezcla es fundida y repulverizada durante su solidificación siendo este, el momento en que logra disolverse en un medio acuoso (agua caliente o vapor) . Su característica física de unión son fuerzas de valencia y electrostáticas, mismas que operan a la eliminación del agua.

ANEXO II. SECADORES.

El secado como operación unitaria puede considerarse de la siguiente forma: Remoción de líquidos depositados en un sólido haciéndolos llegar hasta su temperatura y presión de vaporización. Sinónimo de secado es el término deshumidificación, aunque este también se aplique a gases con partículas de agua en suspensión (por ejemplo el aire atmosférico). Fundamentalmente existen dos métodos de secado. El directo, que consiste en el retiro de la humedad a través de corrientes de algún gas no saturado e incidente en el objeto en cuestión y otro, que consiste en la transmisión de calor suficiente para la evaporación del fluido, a través de una pared que separa al objeto mojado de la fuente térmica.

La transferencia de energía durante cualquiera de los procesos anteriores depende, por lo menos, de los siguientes cuatro factores: 1) Temperatura de la fuente térmica; 2) Resistencias térmicas en la transmisión de calor (punto fundamental en el proyecto secador si se observa que el elemento a deshidratar, o sea el pegamento, requiere por fuerza encontrarse en medio de los materiales a unir); 3) La resistencia a la transferencia de masa (observación similar al punto anterior); 4) El nivel de saturación del gas en contacto con el cuerpo mojado. Las pérdidas térmicas no son consideradas como un factor mas, siempre y cuando la fuente térmica sea capaz de mantener la temperatura deseada alrededor del cuerpo sólido (sobre las características con que el calor fluye hacia el fluido que moja, se habla en el tema " Lo-

calización y solución de problemas").

Otras clasificaciones se aplican a los diferentes equipos cuyo objeto fundamental es el secado, por ejemplo, el que se basa en la continuidad del proceso. Esto concibe la idea de movilizar el cuerpo sólido a través de chorros de gases o bien, por redes transmisoras de la energía, así que un objeto se puede secar estáticamente o en movimiento. El primer término incluye el concepto de secar en bloques, mientras que el segundo advierte un proceso continuo. Los ejemplos más comunes a los métodos expuestos son: Tunnel con chorro de aire caliente a contracorriente (utilizado en la fabricación de azúcar y secado de granos) y horno con convección natural de aire caliente (usado para el curado de cerámicas), etc.

Hasta ahora solo se han mencionado los secadores por aplicación de calor (y cuyo principal fin es el de la evaporación de fluidos o curado, alterando la temperatura), no obstante, también existen los que para lograr este fin, a temperatura constante reducen la presión. A pesar de que su uso es técnicamente factible, el control de la presión dentro de cámaras de vacío, espacios limitados, deshumificadores de gases, etc. requiere de equipos especializados, por lo cual su uso se reserva únicamente a la fabricación de productos que de otra manera sería imposible obtener (Leche en polvo, azúcar, etc).

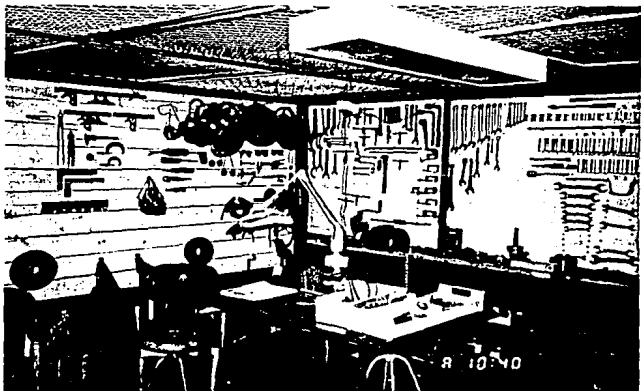
ANEXO III. EQUIPO UTILIZADO.

En el transcurso de la investigación experimental varios fueron los equipos e instrumentos requeridos, algunos de uso en laboratorio y otros, la mayoría restante, de uso convencional en los talleres de manufactura. Un reporte de tales instrumentos sigue a continuación.

- Termómetro de mercurio, rango -10°C . a $+250^{\circ}\text{C}$.
- Termómetro de mercurio, rango -10°C . a $+150^{\circ}\text{C}$.
- Horno eléctrico, 1400 W., 12 dm^3 .
- Horno cartón, 50 dm^3 , 80°C . max.
- Calentadores de aire en 800 y 1500 W.
- Pliegos de papel bond y kraft 70 gr/m^2
- Parrilla eléctrica 2000 W.
- Frascos de vidrio para mezclas en 800, 500 y 300 ml.
- Ventilador 1Hp.
- Soplete gasolina, Temp. max. 700°C .
- Hojas lámina cal. 22
- Gas butano, mangueras y conexiones
- Quemador de gas con venturi
- Colchonetas de lana mineral $2'' \times 0.8\text{m} \times 2.5\text{m}$
- Colchonetas de lana mineral $1'' \times 0.8\text{m} \times 2.5\text{m}$
- Lámparas 250 W. tipo infrarrojo calor
- Balanza, rango 0 - 50 gr.
- Balanza con rango 0 - 5 kg.
- Vascula con rango 0 - 120 kg.

-Cronómetros

-Herramienta de taller en genl.



Fotografía (17). Vista general de la herramienta utilizada en el desarrollo del producto de secado.

ANEXO IV. EMPAPELADOR AUTOMATICO DE TAPETES.

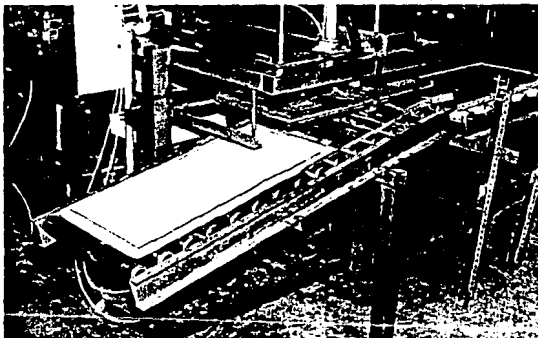
Se ha hablado ya de las características del proceso del proceso actual de conformación de tapetes. Este apartado considera ahora la automatización de un proceso diferente al de secado pero estrechamente ligado, es decir, el de colocación del papel transporte.

La etapa de empapelado, de aparentemente bajo grado de dificultad, encierra en realidad múltiples problemas, encargados como en la mayoría de las industrias en que interviene la mano de obra directa, a la "habilidad del operador". Algunos de estos problemas son: Formación de arrugas en el papel transporte húmedo, irregularidad en el espacio libre que las aristas del papel transporte deben dejar a la periferia del tapete (condición que permite al colocador de obra encuadrar perfectamente los orillos del tapete), falta de contacto entre el papel preengomado y cada uno de los mosaicos, aplicación homogénea y constante (en peso) del pegamento a la hoja, etc.

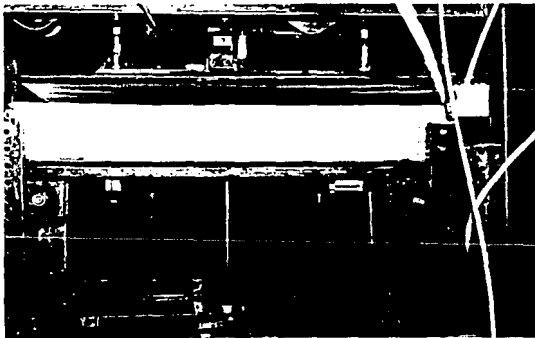
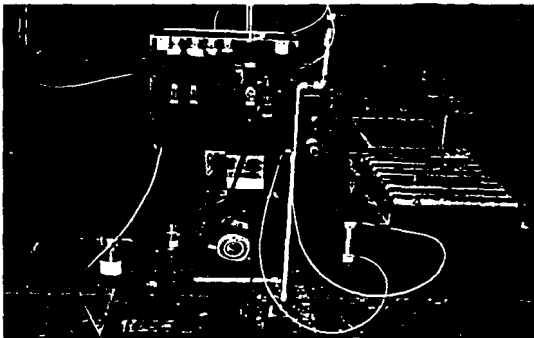
El nuevo equipo, actualmente en operación dentro de la planta productora de mosaicos, ofrece solución simultánea a estos problemas mas un aumento en la velocidad de proceso, realizando la operación completa de: 1) Absorber papel desde un depósito; 2) Engomarlo; 3) Depositarlo en charola y regresar a primer paso en tan solo 7.5 seg., a través del diseño de un carro portador de hojas que se transporta sobre correderas. El nuevo equipo garantiza, desde el centrado correcto de la charola contra la hoja, has-

ta un engomado e impresión uniformes. El resultado es una elevación en la calidad del producto terminado.

La nueva máquina opera mediante una combianción de equipos eléctricos y neumáticos. A la primera fuente se encargan instrumentos de control, engomador de hojas y equipo de succión de hojas desde el depósito. La segunda fuente maneja la movilización total del carro que recoge e imprime a la hoja sobre la charola de mosaico, recibida esta última, a través de un transportador de rodillos activado por gravedad.



Fotografía (18). Equipo empapelador. Se observa en primer plano una charola saliendo después de proceso. Una charola mas se encuentra en espera de ser empapelada después de que la tolva neumática (carro) reanude el ciclo.



Fotografías (19) y (20). Arriba: Muestra del tablero de control
Abajo: Detalle del depósito de hojas, se observan además la tolva de vacío por arriba y el elevador neumático de hojas en la parte de abajo del contenedor.

BIBLIOGRAFIA

- R Howing y G Salomon. Adherencia y adhesivos.
Bilbao, ed. URMQ, 1976. Vol. 1 Tomos 3,4.
- Mc. Graw hill magazine of energy systems, Plant
energy systems. USA, ed. Mc Graw hill 1967.
- Mujumder, Arums. Advances in drying.
Washington, ed Hemisphere 1980.
- Grochowski, A. Applications of infrared radiation in
food processing. London, ed. Hill books 1969.
- Mark S, Lionel. Standard handbook for mechanical
engineers. N. York, ed Mc Graw hill 1951
seventh edition.
- Carmichael, Collin. Mechanical engineers handbook of
design and production. USA, ed Jhon Wiley 1955.
- R S R parker y P Taylor. Adhesion and adhesives.
Oxford, ed. Pergamon 1966
- Cagle, Charles V. Handbook of adhesive bonding.
México, ed. Mc Graw hill 1973.