

01173

2  
2e)



DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO

DISEÑO DE UNA MAQUINA DOSIFICADORA DE ADHESIVO  
PARA ELABORAR TAPETES DE MOSAICOS VENECIANOS

LEOPOLDO A. GONZALEZ GONZALEZ

TESIS

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

PRESENTADA A LA DIVISION DE ESTUDIOS DE  
POSGRADO DE LA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DE LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

COMO REQUISITO PARA OBTENER  
EL GRADO DE  
MAESTRO EN INGENIERIA MECANICA  
(OPCION: DISEÑO Y MANUFAC.)

CIUDAD UNIVERSITARIA

1992



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.

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo, es presentar las etapas realizadas para llevar a cabo el diseño de una máquina para elaborar una nueva presentación de tapetes de mosaicos venecianos diferente al tapete empapelado tradicional.

Con la elaboración de la nueva presentación de tapetes, se pretende competir tanto en calidad como en costo con los productos similares que actualmente están invadiendo el mercado nacional, ya que uno de los principales inconvenientes del tapete empapelado, es que durante su manejo transporte y colocación en las paredes a recubrir se desprenden algunos mosaicos, haciendo el proceso más tardado y costoso en comparación con los tapetes importados.

Desarrollando una nueva forma de presentación de los tapetes en la que se asegure que no se van a desprender mosaicos, el tapete tiene posibilidades de competir con los tapetes de importación, ya que, una de sus ventajas sobre estos, es que los mosaicos del tapete nacional no pierden su apariencia superficial en su uso principal que es el recubrimiento de pisos y paredes de albercas, por lo cual, se cree que el desarrollo de una máquina específica para una empresa nacional que pueda elaborar productos con calidad de exportación beneficiaría al avance tecnológico del país.

Además, en este trabajo se presenta la aplicación de una Metodología de Diseño utilizada para resolver un problema específico.

## CONTENIDO

1.0	Introducción .....	1
1.1	Mosaicos Venecianos S.A. de C.V.....	1
1.2	Objetivo del trabajo.....	4
2.0	Definición del problema .....	4
2.1	Información .....	5
2.2	Desarrollo .....	6

### PRIMERA ETAPA

3.0	Determinación del adhesivo a utilizar .....	7
3.1	Alternativas de solución .....	7
3.1.1	Desarrollo del adhesivo .....	7
3.1.2	Adhesivo utilizado en tapetes de cerámica.....	8
3.1.3	Adhesivos comerciales .....	8
3.2	Selección de la mejor alternativa .....	8
3.3	Pruebas .....	9
3.4	Selección del mejor arreglo .....	15
3.5	Resultados.....	17
3.6	Conclusiones.....	17

### SEGUNDA ETAPA

4.0	Descripción del proceso actual de empapelado .....	18
5.0	Especificaciones para el diseño .....	20
5.1	Identificación del estado inicial y final.....	21
6.0	Integración de la máquina.....	22
6.1	Sistema de Posicionamiento .....	24
6.1.1	Alternativas de solución .....	24
6.1.2	Evaluación de alternativas .....	27
6.1.3	Selección de la solución .....	28
6.1.4	Diseño de configuración ... ..	30
6.2	Sistema de inyección .....	33
6.3	Alimentación del material adhesivo .....	34
6.3.1	Alternativas de solución .....	35
6.3.2	Evaluación de alternativas .....	36
6.3.3	Selección de la solución .....	37
6.3.4	Diseño de configuración .....	37

6.4	Dosificación del material adhesivo .....	38
6.4.1	Alternativas de solución .....	38
6.4.2	Evaluación de alternativas .....	41
6.5	Sistema de secado.....	42
6.5.1	Alternativas de solución .....	42
6.5.2	Evaluación de alternativas .....	43
6.5.3	Diseño de configuración .....	44
7.0	Resultados .....	47
8.0	Comentarios y conclusiones .....	50
	Referencias .....	53

## LISTA DE FIGURAS

- 1.1 Proceso de empapelado manual para la elaboración de los tapetes de mosaicos venecianos.
- 1.2 Principales usos de los tapetes de mosaicos venecianos.
- 2.1 Presentación de los tapetes de mosaicos de cerámica.
- 3.1 Diferentes arreglos del adhesivo sobre los tapetes de mosaicos venecianos.
- 3.2 Prueba de resistencia de los tapetes.
- 3.3 Forma del arreglo de inyección óptimo.
- 4.1 Proceso actual de empapelado en forma automática.
- 5.1 Identificación del estado inicial y final.
- 6.1 Funciones principales del prototipo.
- 6.2 Diagrama de la máquina dosificadora propuesto.
- 6.3 Alternativa 1 del sistema de posicionamiento.
- 6.4 Alternativa 2 del sistema de posicionamiento.
- 6.5 Alternativa 3 del sistema de posicionamiento.
- 6.6 Sujeción de los mosaicos con ventosas de succión.
- 6.7 Modelo funcional del sistema de posicionamiento.
- 6.8 Estimación de las cargas para cada uno de los pistones del sistema de posicionamiento.
- 6.9 Sistema de desplazamiento lineal.
- 6.10 Alternativa 1 del sistema de alimentación de adhesivo.
- 6.11 Alternativa 2 del sistema de alimentación de adhesivo.
- 6.12 Alternativa 3 del sistema de alimentación de adhesivo.
- 6.13 Alternativas de solución para dosificar el material adhesivo.
- 6.14 Alternativa 1 del sistema de secado.
- 6.15 Alternativa 2 del sistema de secado.
- 6.16 Alternativa 3 del sistema de secado.
- 6.17 Pruebas de secado.
- 6.18 Correspondencia entre el arreglo de inyección y los tapetes.
- 6.19 Calidad final de los tapetes de mosaicos con adhesivo.

## LISTA DE TABLAS Y GRAFICAS

- Tabla 3.1 Resultados de las pruebas realizadas a los diferentes tipos de adhesivos comerciales.
- Gráfica 3.1 Resultados de la prueba de resistencia vs consumo de material para las diferentes formas del arreglo de inyección.
- Gráfica 3.2 Prueba de elongación de la forma del arreglo de inyección seleccionado.

## **1.0 INTRODUCCION**

En nuestros días, con la inminente firma del acuerdo de libre comercio entre México, Estados Unidos y Canadá, muchas de las empresas nacionales de pequeña y mediana capacidad que se han mantenido por años produciendo sus diferentes productos con métodos y maquinaria obsoletos, se ven en la necesidad de reorganizarse, implementar nuevos métodos de producción, adquirir maquinaria moderna y capacitar a su personal entre otros aspectos. Un ejemplo claro de esta situación, es la empresa "Mosaicos Venecianos de México, S.A. de C.V.", la cual, actualmente enfrenta el problema que mucho del mercado de recubrimientos de pisos y paredes que era cautivo por ellos, ahora se ve en peligro por la entrada de una gran cantidad de productos similares de mejor calidad y a precios más bajos. De este problema, surge la necesidad del empresario de mejorar la calidad de sus productos y mantener un precio competitivo ya sea desarrollando ó adquiriendo nueva maquinaria.

Cabe mencionar que casi toda la maquinaria utilizada en la industria del Mosaico y Azulejo es de procedencia italiana y no toda satisface las necesidades tan específicas de la empresa en cuestión, para lo cual, el empresario contrató al Centro de Diseño Mecánico de la Facultad de Ingeniería de la UNAM para el desarrollo de equipos y maquinaria acorde a sus necesidades.

### **1.1 MOSAICOS VENECIANOS DE MÉXICO S.A. de C.V.**

"Mosaicos Venecianos de México, S.A. de C.V.", es una empresa constituida con 100% capital mexicano fundada en 1949 que ha operado ininterrumpidamente hasta la fecha y está en condiciones de ofrecer los siguientes productos:

- 1) Mosaico tipo veneciano 100% de vidrio para recubrimiento de todo tipo de muros.
- 2) Mosaico artístico para murales y decoración ornamental tipo bizantino.

El mosaico tipo veneciano, es presentado en tapetes de 1 ft<sup>2</sup> (14 x 16 mosaicos) y el proceso utilizado para la elaboración de los tapetes es el empapelado (ver fig. 1.1).

La finalidad del empapelado, es la de poder manejar, transportar y colocar los tapetes en los muros a recubrir.

La principal característica del mosaico veneciano, es la de no perder sus propiedades físicas ni apariencia superficial al paso del tiempo en cualquier medio ambiente por muy drástico que este lo sea, por esta razón y por su mantenimiento casi nulo se recomienda para el recubrimiento de muros de albercas.

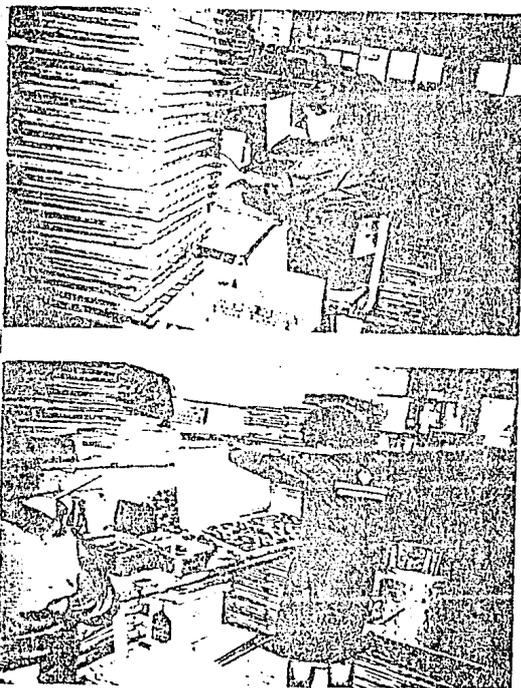


fig. 1.1 Proceso de empapelado manual para la elaboración de los tapetes de mosaicos venecianos.

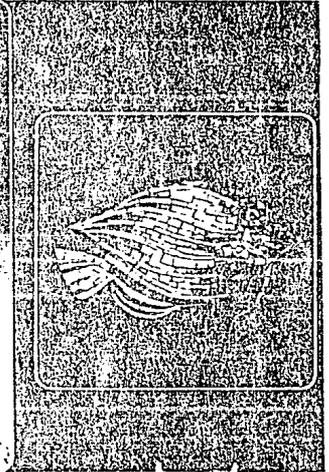
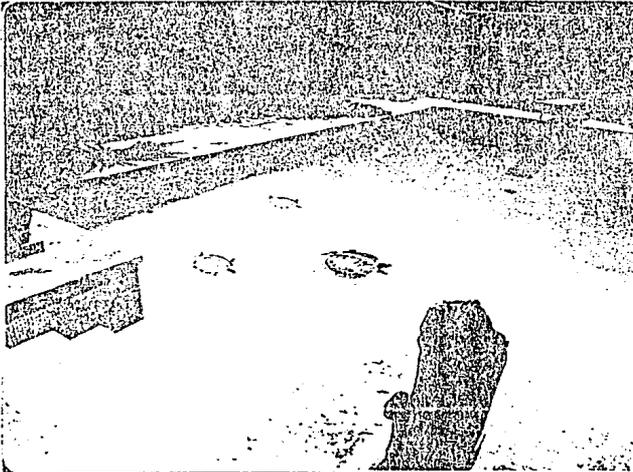
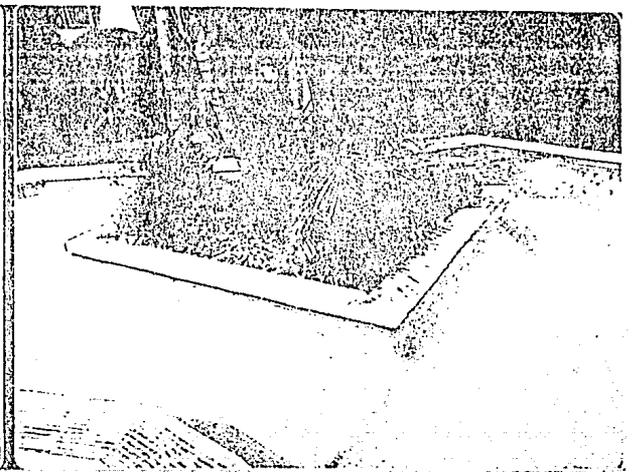
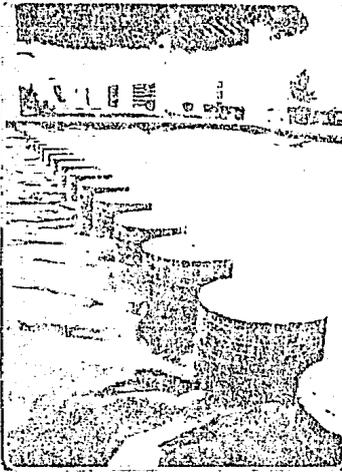


fig. 1.2 Principales usos de los tapetes de mosaicos venecianos.

## 1.2 OBJETIVO DEL TRABAJO

El objetivo de este trabajo, es el diseño y fabricación de una máquina para elaborar una nueva presentación de los tapetes de mosaicos venecianos con mejor calidad que la actual presentación y a un precio competitivo tanto en el mercado nacional como extranjero.

## 2.0 DEFINICION DEL PROBLEMA

La presentación de los tapetes de mosaicos venecianos empapelados, presenta los siguientes problemas:

- Durante el manejo de los tapetes se desprenden mosaicos.
- El papel no permite la visualización de la cuadrícula del tapete en el proceso de colocación.
- El costo de colocación de los tapetes es muy alto en comparación con el precio del producto (3 a 1) cuando éstos están maltratados.
- No es posible el almacenaje del producto por largos períodos de tiempo en ambientes húmedos.

Actualmente, la empresa ha participado y ganado concursos para recubrir los muros de albercas de grandes hoteles en todo el mundo. Esto es debido a que el material del mosaico veneciano no pierde su apariencia al paso del tiempo en aplicaciones tan severas como la inmersión permanente en agua, y por lo tanto, su mantenimiento es mínimo.

Para garantizar la calidad de los tapetes, es necesario eliminar todos los inconvenientes ocasionados con el tapete empapelado, presentando una nueva alternativa para elaborar los tapetes de mosaicos venecianos que cumpla con todas las normas de calidad exigidas por los países en donde se pueda consumir este producto.

### 3.1 INFORMACION

La empresa tiene antecedentes de otros tipos de presentación que utilizan los fabricantes de mosaicos de cerámica para elaborar su presentación de tapetes.

De entre las presentaciones está la de utilizar un adhesivo muy particular colocado de tal forma que no se desprenden las piezas y se permite la visualización de la cuadrícula del tapete como se muestra en la figura 2.1, por tal razón, la empresa solicitó al Centro de Diseño Mecánico que diseñara una máquina para elaborar tapetes de mosaicos venecianos utilizando adhesivo.

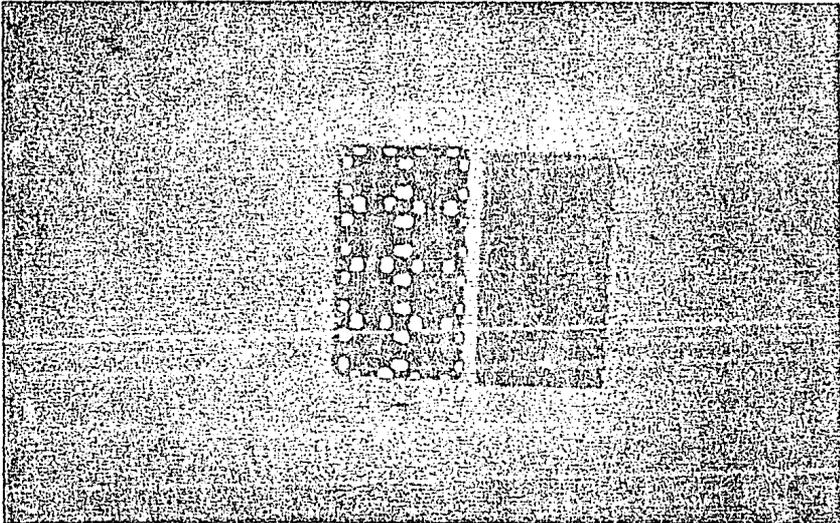


fig. 2.1 Presentación de los tapetes con mosaicos de cerámica.

## 2.2 DESARROLLO

Como aún no se tenía definido el adhesivo tan específico para este tipo de aplicación, no era posible definir la máquina para elaborar la nueva presentación de los tapetes, ya que, las propiedades y características del adhesivo serían determinantes para llevar a cabo el diseño y fabricación del prototipo de la máquina.

Por tal razón, el proyecto se dividió en dos etapas que fueron:

Primera etapa :

- Determinación del adhesivo a utilizar.

Segunda etapa :

- Diseño y fabricación del prototipo.

Las cuales se describen en el siguiente capítulo.

## PRIMERA ETAPA

### 3.0 DETERMINACION DEL ADHESIVO A UTILIZAR

De todo lo mencionado anteriormente, se puede deducir que el adhesivo a utilizar en el prototipo de la máquina dosificadora, debe cumplir con las siguientes especificaciones:

1. Adherencia a la superficie del mosaico que es 100% vidrio.
2. Resistencia del adhesivo para soportar el manejo del tapete y que las piezas no se desprendan.
3. Flexibilidad, para permitir el manejo del tapete y facilitar su colocación.
4. Mantener sus propiedades en inmersión permanente en agua, porque aún cuando el adhesivo este dentro del cemento, es muy probable que se formen algunas fisuras en la pared y por ahí penetre el agua y se ponga en contacto con el adhesivo.

### 3.1 ALTERNATIVAS DE SOLUCION

#### 3.1.1 Alternativa 1 Desarrollo del adhesivo

Se recurrió tanto al Instituto de Materiales como al Departamento de Polímeros de la Facultad de Química ambos de la Universidad Nacional, a quienes se les expuso el proyecto y la necesidad de encontrar el adhesivo que cumpliera con todos los requerimientos.

Se señaló que el desarrollo de un producto tan particular para esta única aplicación, sería costoso y largo y puesto que se requería una solución rápida, se recomendó investigar con empresas particulares dedicadas a la fabricación de adhesivos.

### **3.1.2 Alternativa 2 Adhesivo utilizado en los tapetes de cerámica**

Para esto, el empresario consiguió tapetes de mosaicos de cerámica con adhesivo elaborados por sus competidores en el extranjero. Se buscó en laboratorios particulares, si era posible identificar los elementos que constituirían dicho adhesivo, además de determinar la posibilidad de su reproducción.

Los resultados que ofrecían los laboratorios no eran suficientes para poder elaborar el producto, además de que este producto no cumplía con todos nuestros requerimientos, en particular la especificación 4.

### **3.1.3 Alternativa 3 Adhesivos comerciales**

Se recurrió a fabricantes de adhesivos comerciales, a los cuales, se les expuso los requerimientos del adhesivo. Los encargados de los departamentos de desarrollo e investigación de las diferentes empresas proporcionaron muestras de algunos productos que podrían funcionar.

## **3.2 SELECCION DE LA MEJOR ALTERNATIVA**

El criterio más importante para seleccionar la alternativa de solución, fue el tiempo para obtener un resultado completamente satisfactorio. En las alternativas 1 y 2, además del tiempo invertido en el desarrollo del producto, se tendría que invertir tiempo para realizar las pruebas necesarias, por tales razones, la alternativa 3 fue la seleccionada para determinar el adhesivo a utilizar.

### 3.3 PRUEBAS

Todos los adhesivos proporcionados por las empresas comerciales fueron sometidos a las siguientes pruebas : adherencia, resistencia, flexibilidad y por último su resistencia a la inmersión permanente en agua, las cuales se describen a continuación.

Es importante mencionar que las pruebas realizadas a cada uno de los adhesivos fueron en el mismo orden en el que se presenta a continuación, cuando alguno de los adhesivos no resistía una de las pruebas ya no se le realizaban las siguientes.

#### ADHERENCIA:

Pequeñas gotas de todos y cada uno de los adhesivos fueron colocados sobre la superficie lisa de los mosaicos de vidrio, después de esperar el tiempo recomendado por el fabricante para considerar seco al material adhesivo este se trataba de desprender del mosaico tan solo con la fuerza de las uñas.

#### FLEXIBILIDAD:

Pequeñas gotas de cada uno de los adhesivos se colocaron sobre la cara lisa de los mosaicos en un arreglo de 14 x 16 mosaicos cada tapete, después de esperar el tiempo recomendado por el fabricante para considerar seco al material adhesivo, se doblaron cada uno de los tapetes por todos sus lados y en todas las direcciones posibles simulando el manejo de los tapetes por los trabajadores de la planta y colocadores.

#### RESISTENCIA:

Pequeñas gotas de cada uno de los adhesivos se colocaron sobre la cara lisa de los mosaicos en un arreglo de 16 x 14, una vez seco el material, el tapete completo era sostenido por uno de los mosaicos de cualquiera de los 4 aristas y el adhesivo debería resistir además de su propio peso (680 gramos) el movimiento propio del manejo de los tapetes por los trabajadores.

## RESISTENCIA A LA INMERSION EN AGUA:

Esta prueba, consistió en elaborar un tapete completo con cada uno de los adhesivos e instalarlos en un marco con arena y cemento, simulando una pared real para después colocarlos en el fondo de una alberca con ciertas concentraciones de cloro, arena sílica.

Todos los adhesivos probados, se pueden clasificar en los que se muestran en la tabla 3.1, en donde se indica los resultados obtenidos en las diferentes pruebas. De la misma tabla, se puede observar que el tipo de material que cumple con todos los requerimientos son los selladores con base en silicón.

El sellador con base en silicón, cumple con todas las especificaciones expuestas al principio, pero su costo incrementa el precio del producto con respecto al precio actual del tapete de mosaicos venecianos empapelado, por tal razón, es necesario utilizar la menor cantidad de material adhesivo por tapete pero siendo la suficiente para mantener la resistencia del mismo para su manejo y colocación.

PROPIEDADES MATERIAL	ADHESION	RESISTENCIA QUIMICA	FIEXIBILIDAD	RESISTENCIA EN INMERSION EN AGUA	PERMEANTE	COSTO	OBSERVACIONES
ADHESIVOS TERMOFUSIBLES (HOT-MELT)	†††	††	0	0	BOSTIK S.A.	55	Su tiempo de secado es de aprox. 50 min.
ACETATOS DE POLIVINILO (PVA)	††	0	†	0	PROCLIMATEX EIDA S.A.	6	El PVA presenta demasada fluidez, se dificulta su manejo.
ACETATOS DE POLIVINILO (PVA)	††	0	†	0	ESISTOL S.A.	65	El PVA presenta demasada fluidez, se dificulta su manejo.
RESINAS EPOXICAS	†††	0	0	0	ETOX S.A.	65	Se tiene que realizar una mezcla entre la resina y el endurecedor.
RESINAS EPOXICAS	†	0	0	0	CEA GIBBY S.A.	353	El material presenta demasada fluidez.
SELLADORES EN BASE ACRILICO (ACRILNET)	†††	††	†††	0	PRODUCTOS PENNSYLVANIA S.A.	55	Es difícil su manejo.
SELLADORES EN BASE SILICON	†††	†††	†††	†††	PRODUCTOS PENNSYLVANIA S.A.	595	El material se seca en condiciones especiales, es necesario aplicar un agente que acelere.
SELLADORES EN BASE SILICON	†††	†††	†††	†††	PELM QUINCEA	555	Es un producto de importacion.
SELLADORES EN BASE SILICON	†††	††	†††	†††	DOW CORNING	555	Es un producto de importacion.
SELLADORES EN BASE SILICON	†††	†††	†††	†††	THREE BOND	455	Es un producto de importacion.

NOTAS

0 PROP. NULA    † PROP. BAJA    †† PROP. MODERADA    ††† PROP. ELEVADA

6 COSTO BAJO    55 COSTO MODERADO    555 COSTO ELEVADO

tabla 3.1 Resultados de las pruebas realizadas a los diferentes tipos de adhesivos comerciales.

Para poder determinar la cantidad necesaria del material adhesivo por tapete y cumplir con la especificación de resistencia, se realizó lo siguiente:

Se inyectó una cantidad de tapetes con diferentes formas del arreglo de inyección del adhesivo como se muestra en la fig. 3.1, para cada tapete con cada una de las formas del arreglo de inyección se dosificó en cantidades diferentes el material adhesivo, posteriormente se sometieron a una prueba de resistencia, en la cual, a cada uno de los tapetes, se les sujetó en dos de sus aristas opuestas un par de grapas que abarcaron todo la longitud del tapete y en una de las grapas se instaló un gancho como se ilustra en la fig. 3.2 , en el cual se colocaron diferentes cargas, para así, obtener un parámetro cuantitativo de la resistencia de los tapetes con el adhesivo seleccionado y poder determinar el arreglo más conveniente a los requerimientos y necesidades.

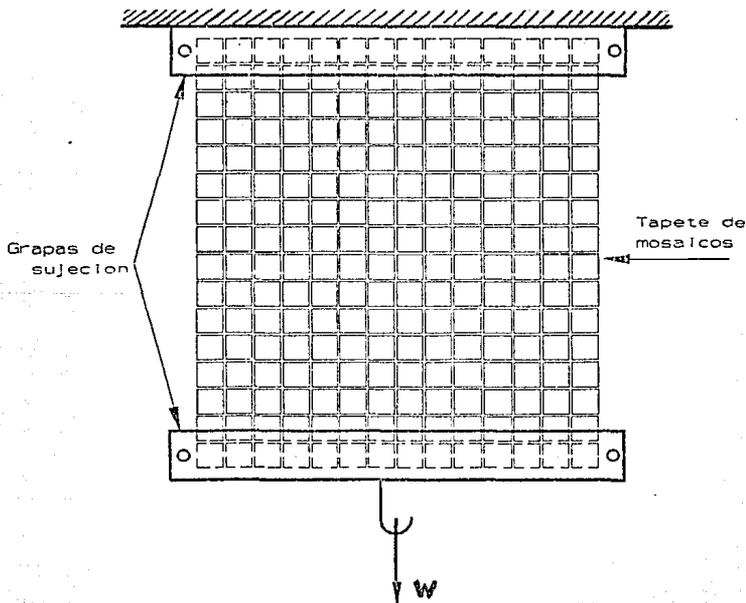


fig. 3.2 Prueba de resistencia de los tapetes

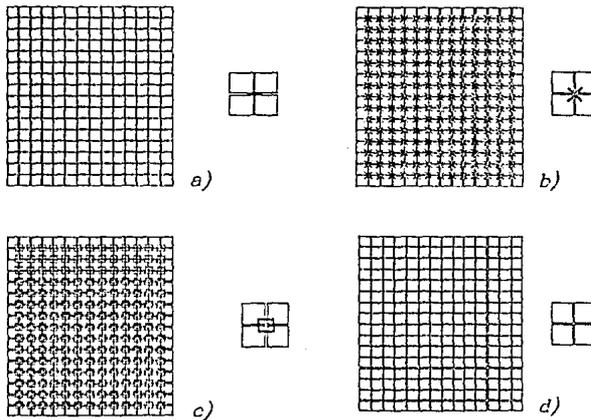
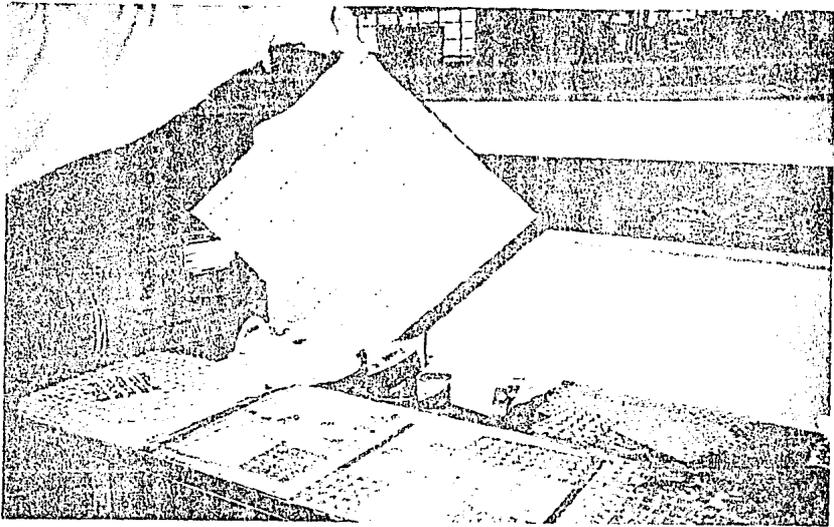
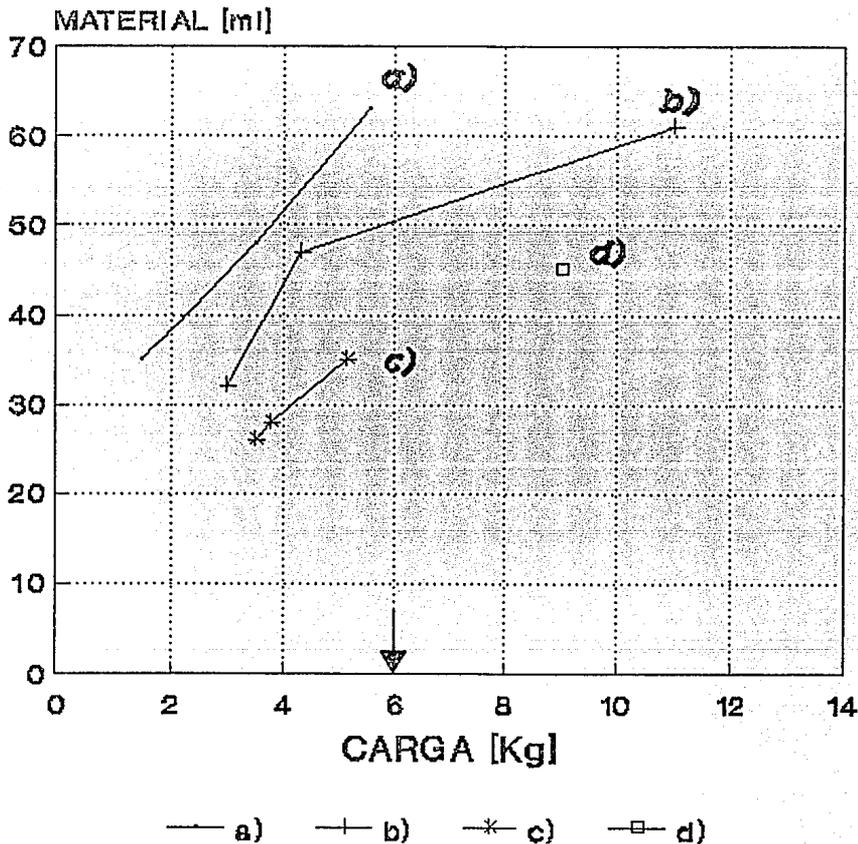


fig. 3.1 Diferentes arreglos del adhesivo sobre los tapetes de mosaicos venecianos.

De la prueba de resistencia, se encontró la información que se muestra en las gráficas 3.1 y 3.2.

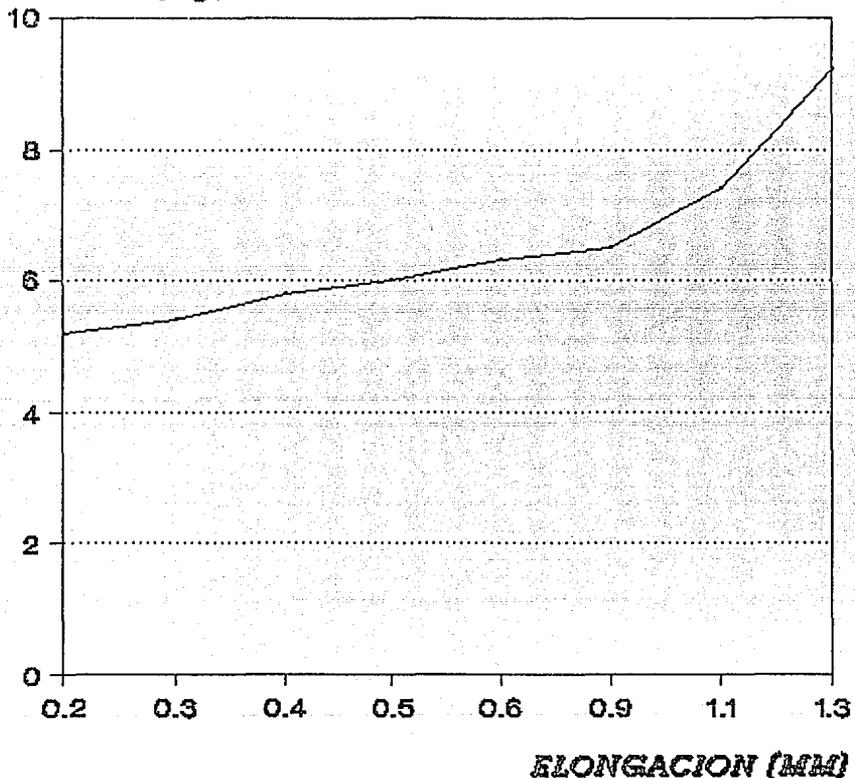
# TAPETE DE MOSAICOS PRUEBAS



gráfica 3.1 Prueba de resistencia vs consumo de material para las diferentes formas del arreglo de inyección.

# TAPETE DE MOSAICOS FORMA a)

CARGA (Kg)



— Series 1

CANTIDAD DE MATERIAL 40 [ML]

gráfica 3.2 Prueba de elongación de la forma del arreglo de  
inyección seleccionado.

### 3.4 SELECCION DEL MEJOR ARREGLO

De la gráfica 3.1, se puede observar que el consumo de material adhesivo entre 25 y 45 ml. en las formas a, b y c la carga soportada es baja, comprobándose este dato en forma práctica al someter a los tapetes a su manejo normal tanto en planta para su almacenaje como en la colocación en campo, desprendiéndose algunos mosaicos (carga menor de 6 kg.).

Para la cantidad de material de 45 ml en la forma de arreglo d, se obtiene una carga soportada de 9 kg que fue suficiente para resistir un manejo excesivo de los tapetes sin perder ningún mosaico, por lo cual, se profundizó más sobre esta forma del arreglo de inyección, tratándose de optimizar la cantidad de material.

Después de tener más cuidado en la dosificación del material adhesivo, se logró consumir 40 ml por tapete manteniéndose la resistencia del tapete al manejo y colocación realizada por trabajadores de la planta sin perder ningún mosaico.

Otro factor importante a considerar, fue la deformación que podría presentar el tapete durante su manejo, debido a las características elásticas del material adhesivo.

De igual forma se realizó una prueba de carga para la forma del arreglo de inyección seleccionada, determinándose su elongación a diferentes cargas, lo cual se muestra en la gráfica 3.3.

Las elongaciones presentadas no afectan en nada el proceso de colocación.

Una vez realizadas las pruebas anteriores, se determinó que el consumo óptimo de material adhesivo que soporta el manejo del tapete sin riesgo a perder mosaicos es de 40 ml. con un arreglo de 4 gotas por cada mosaico, como se muestra en la fig. 3.2.

Finalmente, fue necesario seleccionar de entre las diferentes marcas de selladores con base en silicón el más económico ya que todos cumplen con las especificaciones requeridas.

La diferencia estriba en que algunos son de mejor calidad que otros.

Por recomendaciones nuestras al cliente, se optó por adquirir el material adhesivo de la marca Productos Pennsylvania, ya que es una empresa que brinda todo el apoyo para adquirir cualquier cantidad de material y en cualquier presentación.

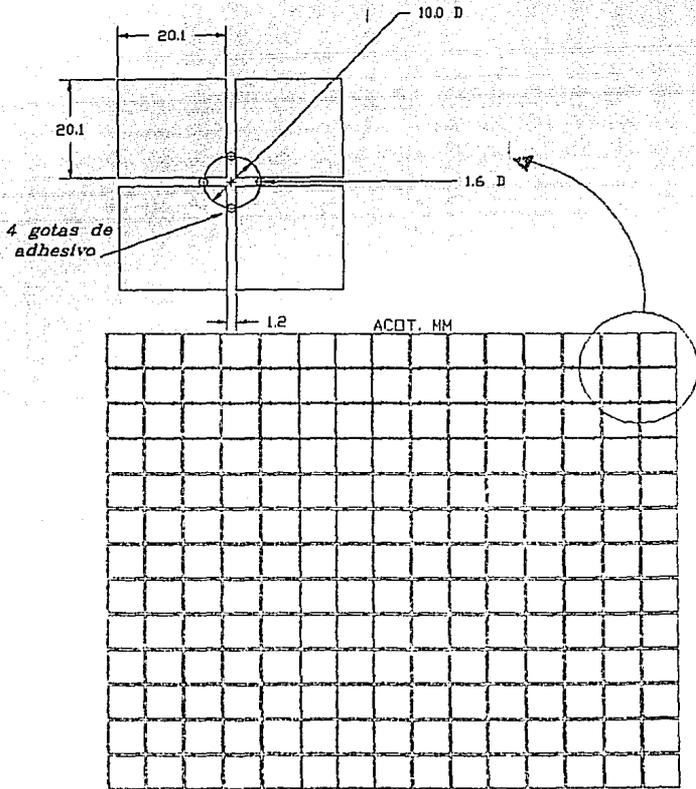


fig. 3.2 Forma del arreglo de inyección óptimo

### 3.5 RESULTADOS

El adhesivo a utilizar para elaborar la nueva presentación de los tapetes de mosaicos venecianos que cumple con todas las especificaciones del cliente, es el sellador con base en silicón inyectado en un arreglo de gotas bien definido con un consumo de 40 ml. por tapete. Aunque el costo de esta nueva presentación es 3 veces más que la del tapete empapelado por el adhesivo utilizado, el costo por concepto de colocación es menor que la del tapete empapelado, ya que el tiempo empleado es menor por no presentar piezas faltantes en los tapetes y permitir la visualización de la cuadrícula, haciendo más rápido el proceso.

### 3.6 CONCLUSIONES

El tiempo de investigación para determinar el adhesivo fue largo y el proceso escabroso ya que no se tenía antecedente alguno de utilizar un adhesivo para este tipo de producto (mosaico de vidrio).

Muchos fabricantes de adhesivos comerciales recomendaron sus productos pero no fue sino hasta que se realizaron todas las pruebas y se obtuvieron datos experimentales que se pudo determinar el que verdaderamente cumple con todos los requisitos.

En esta etapa del proyecto, se despertó el interés de los participantes en la investigación y sobre todo se fomento mucho el aspecto creativo para diseñar e implementar los medios para realizar todas las pruebas.

## SEGUNDA ETAPA

### 4.0 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO ACTUAL DE EMPAPELADO

Es conveniente, describir el proceso actual de empapelado empleado por la empresa para la elaboración de los tapetes de mosaicos venecianos para entender mejor el proyecto.

Una vez laminado, templado y enfriado el mosaico de vidrio, es almacenado en grandes silos de acuerdo a su color.

Cuando la empresa tiene un pedido de un color determinado, se abre el silo correspondiente y el material comienza a ser transportado y a pasar por filtros para eliminar todos los pedazos de mosaico.

El material seleccionado pasa a la máquina formadora de tapetes, Ref. [1], la cual, realiza el volteo de los mosaicos dejándolos en una sola posición (cara estriada hacia arriba) después los deposita en charolas de aluminio que cuentan con cavidades cónicas para asegurar que el mosaico caiga en su respectivo espacio.

Después de tener la charola llena de mosaicos, esta pasa por la etapa de empapelado en donde el papel es pegado por la cara lisa de los mosaicos, para después, pasar a un horno de secado y al final de la banda caigan los tapetes en sus respectivas cajas de almacenamiento. El proceso descrito anteriormente se ilustra en la fig. 4.1.

Los tapetes se colocan en las paredes preparadas por su cara estriada y posteriormente el papel del tapete es retirado de la cara lisa con trapos húmedos.

No hay ninguna objeción para que el material adhesivo quede embebido en la pared adonde se coloca el tapete.

La cara lisa del mosaico es la que va a estar expuesta, por lo cual, el nuevo proceso debe evitar la colocación de cualquier elemento sobre la cara lisa del mosaico.

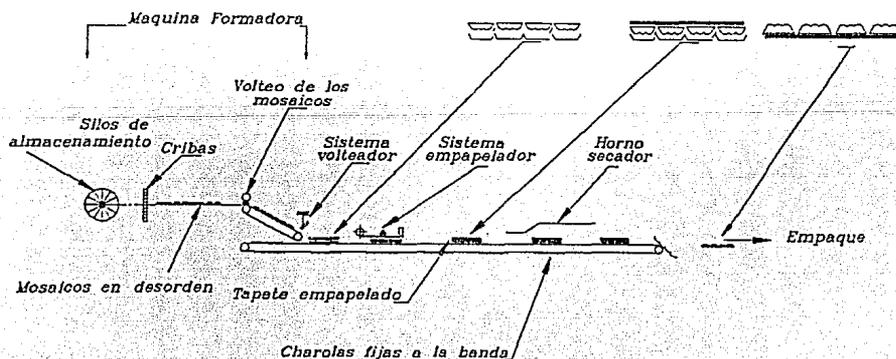
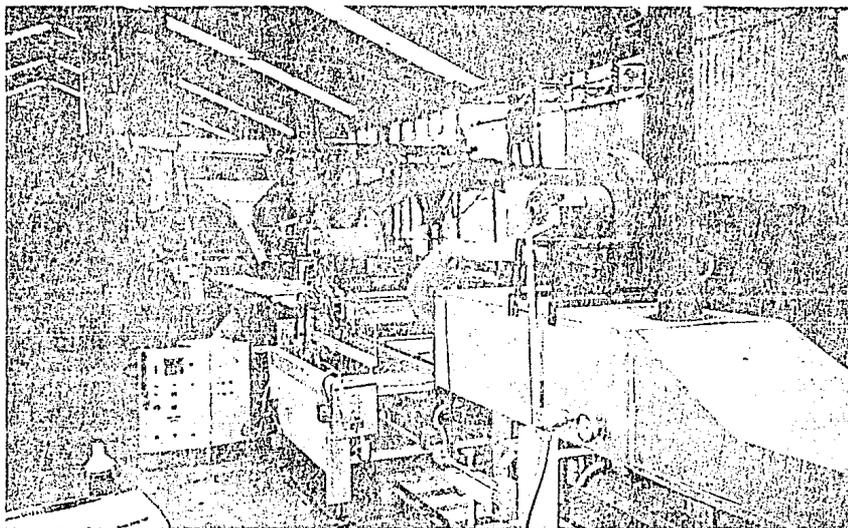


fig. 4.1 Proceso actual de empapelado de tapetes

## 5.0 ESPECIFICACIONES PARA EL DISEÑO

### Del cliente:

1. Producción mínima de 4 tapetes/min.
2. Que la inyección del adhesivo deba realizarse por la cara estriada del mosaico.
3. Que el tapete no presente variaciones de altura por su cara lisa para que los usuarios de las albercas no sufran cortaduras.
4. Que permita la visualización de la cuadrícula de los tapetes al momento de ser estos colocados.
5. Que el prototipo utilice equipos y materiales fácilmente asequibles.
6. Que sea de operación y mantenimiento simples.

### Del diseñador:

1. Dimensiones uniformes de los mosaicos.
2. Las charolas no deben presentar mosaicos rotos.
3. Los mosaicos no deben presentar polvo en sus superficies.
4. La separación entre mosaicos debe ser menor de 1.2 mm para evitar que la gota de adhesivo pase a la cara lisa del mosaico.

## 5.1 IDENTIFICACIÓN DEL ESTADO INICIAL Y FINAL

De acuerdo al proceso actual (fig. 4.1) y a las especificaciones expuestas para el diseño, lo más importante es mantener el mismo arreglo cuadrangular que los tapetes empapelados, y para esto, se puede aprovechar la máquina formadora que entrega charolas llenas de mosaicos en una sola posición, aunque esta no sea la apropiada para llevar a cabo la inyección del adhesivo. Por lo tanto, el diseño del prototipo parte de una charola llena de mosaicos arreglados de tal forma que la cara lisa del mosaico queda hacia arriba. Este será nuestro estado inicial.

El estado final será un tapete con adhesivo, con un arreglo cuadrangular igual al que presentan los tapetes empapelados.

Estas dos condiciones se representan en la figura 5.1

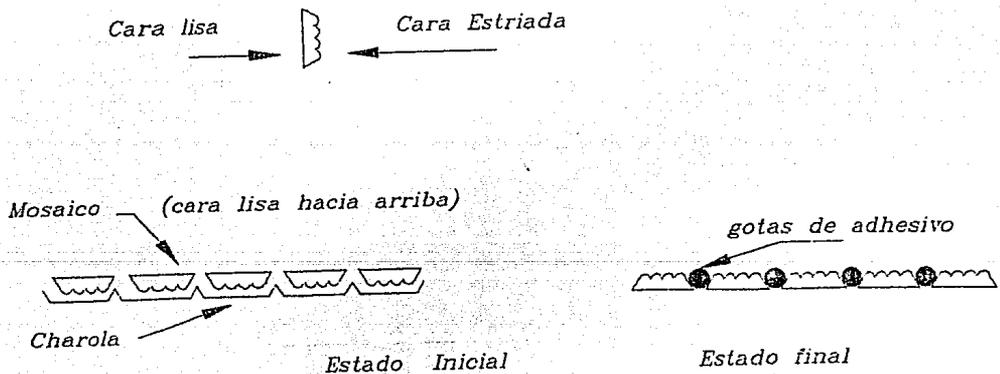


fig. 5.1 Identificación del estado inicial y final

## 6.0 INTEGRACION DE LA MAQUINA (Funciones Principales)

Una vez determinado el estado inicial del diseño, se establecen las funciones principales (ver fig. 6.1) que debe realizar el prototipo para llegar al estado final.

En primer lugar, los mosaicos deben ser posicionados por el lado correcto para después pasar al proceso de inyección y por último, debido a las propiedades químicas del adhesivo es necesario llevar a cabo un proceso de presecado donde se obtendrán las características necesarias para un manejo rápido del tapete en un tiempo menor al actual y durante su almacenaje terminar el proceso de secado en forma natural a temperatura y humedad ambiente.

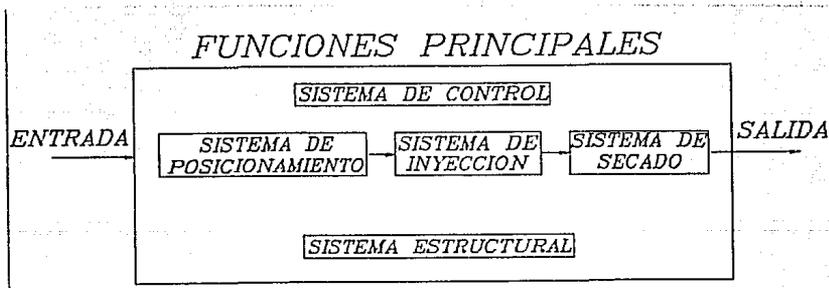


fig. 6.1 Diagrama de funciones principales

En la fig. 6.2 se muestra la disposición de los sistemas principales de la Máquina Dosificadora en relación a la Máquina Formadora de Tapetes para obtener la nueva presentación de los tapetes de mosaicos.

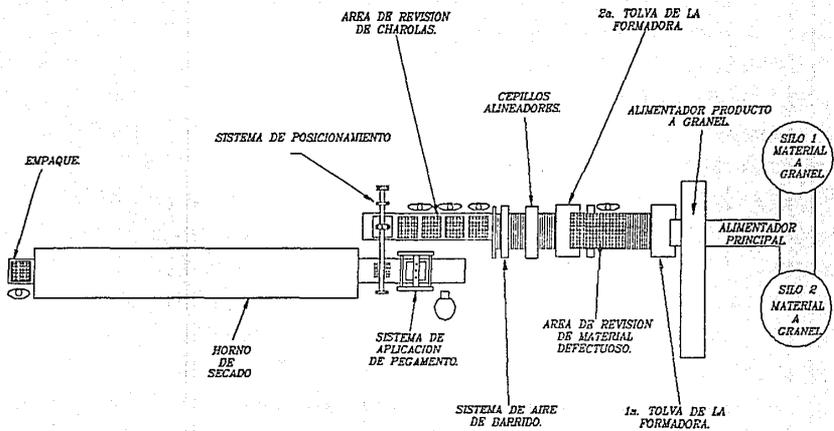


fig. 6.2 Esquema de la Máquina Dosificadora en relación con la Máquina Formadora.

## 6.1 SISTEMA DE POSICIONAMIENTO

Este sistema tiene la función de colocar los mosaicos en la posición adecuada de inyección, además de mantener el arreglo cuadrangular constante durante los movimientos que se realicen.

### 6.1.1 Alternativas de solución

#### Alternativa 1

De una charola llena de mosaicos proveniente de la máquina formadora, se toma cada uno de los mosaicos con ventosas de succión, se giran con un dispositivo mecánico y se toman nuevamente con otro dispositivo, el cual, se desplaza y deja los mosaicos sobre otra banda transportadora con la cara estriada hacia arriba. (ver fig. 6.3)

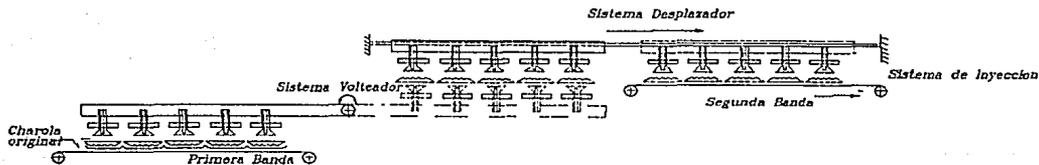


fig. 6.3. Alternativa 1 del sistema de posicionamiento

## Alternativa 2

Se toma cada uno de los mosaicos por su cara lisa con una placa de succión y se colocan en otra banda sobre las gotas de adhesivo previamente inyectados con el arreglo de inyección determinado experimentalmente en la etapa anterior. (ver fig. 6.4)

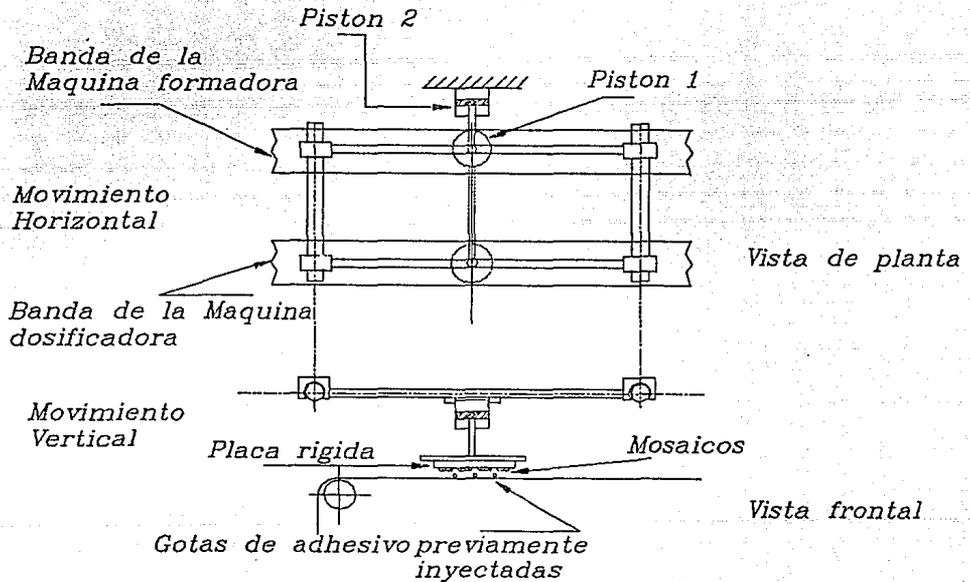


fig. 6.4 Alternativa 2 del sistema de posicionamiento

### Alternativa 3

Se toma cada uno de los mosaicos por su cara lisa con ventosas de succión y se colocan sobre las gotas de adhesivo previamente inyectadas en una banda de material antiadherente. (ver fig. 6.5)

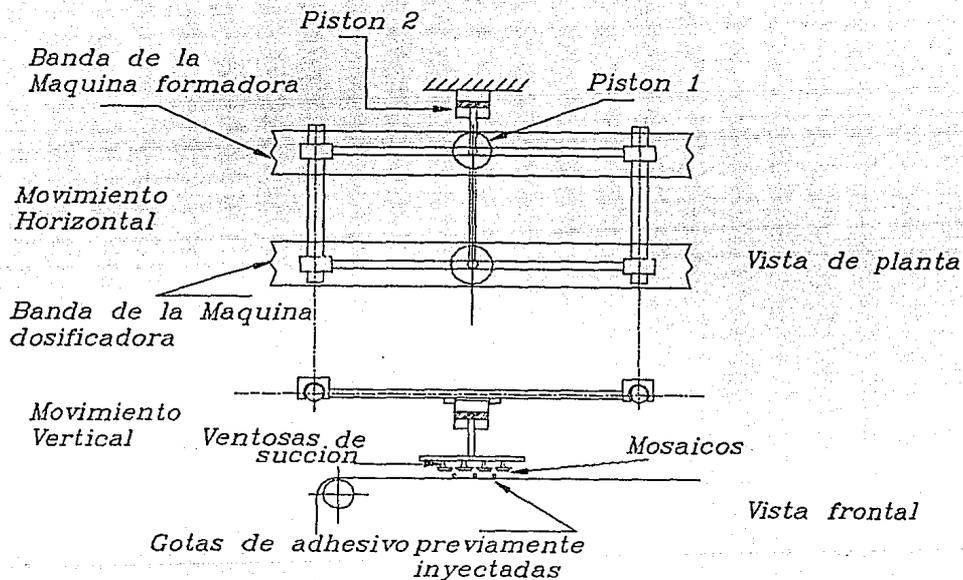


fig. 6.5 Alternativa 3 del sistema de posicionamiento

## 6.1.2 Evaluación de alternativas

### Alternativa 1

En esta alternativa, es necesario manejar los 224 mosaicos en varios movimientos para lograr el posicionamiento adecuado, primero un volteo, después un desplazamiento horizontal y los movimientos de bajada y subida para tomarlos de una banda y colocarlos sobre la otra.

Los mosaicos cuando son tomados por su cara lisa con las ventosas de succión se asegura que no se rompe el vacío, pero cuando son tomados por su cara estriada con las ventosas de succión como se muestra en el segundo dispositivo mecánico, es muy fácil que las piezas se caigan durante el movimiento por existir huecos entre la ventosa y la superficie del mosaico. (ver fig. 6.6)

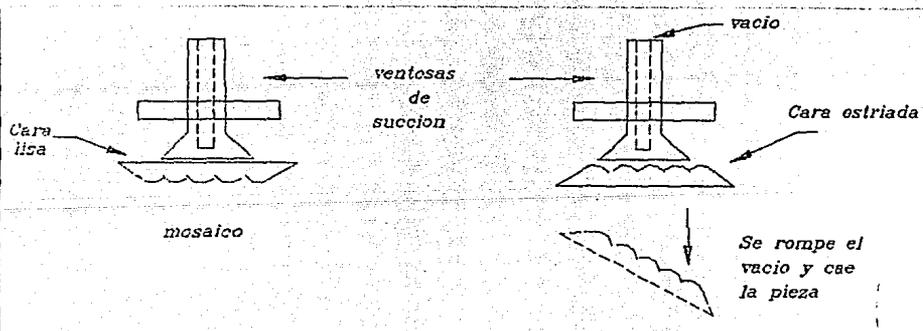


fig. 6.6 Sujeción de los mosaicos con ventosas de succión

## **Alternativa 2**

En esta alternativa solo se tiene que efectuar un movimiento de desplazamiento, de una banda a la banda donde ya se inyectaron las gotas de adhesivo, es decir, los mosaicos van a la gota y no la gota a los mosaicos. El riesgo de utilizar una placa de succión es que si algún mosaico se desprende se rompe el vacío y todos los mosaicos se caerían. Además se tiene la necesidad de utilizar una bomba de vacío costosa y muy delicada por el constante mantenimiento que se le requiere dar.

## **Alternativa 3**

Al igual que en la alternativa 2, solo se tiene un movimiento de desplazamiento y como cada uno de los mosaicos se toma en forma individual por su cara lisa, si llegara a caer un mosaico éste no provocaría la caída de los demás.

En esta alternativa también los mosaicos van a las gotas de adhesivo previamente inyectadas y no la gota al mosaico.

### **6.1.3 Selección de la solución**

Del modelo que se presenta en la fig. 6.7, se pudo observar que la alternativa 3 asegura el arreglo cuadrangular del tapete sin perder ninguna pieza, siempre y cuando, las dimensiones de los mosaicos sean uniformes.

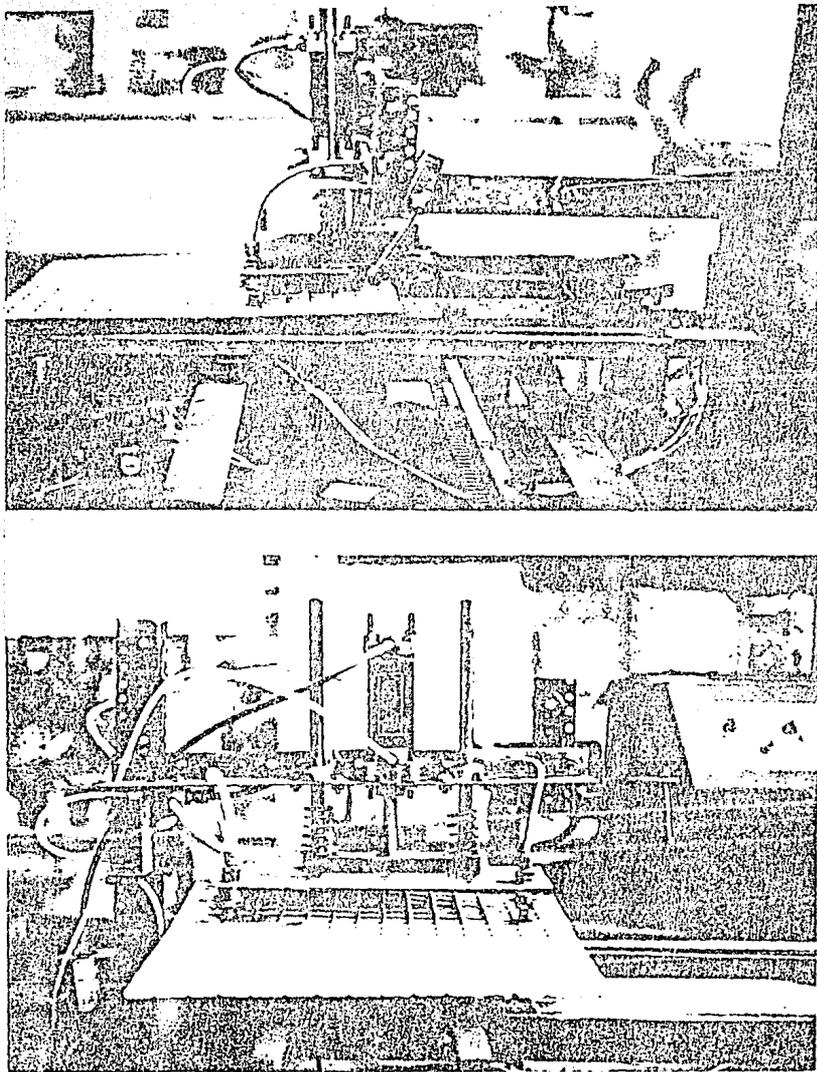
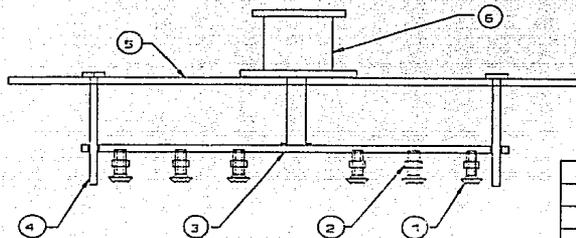


fig. 6.7 Modelo funcional del sistema de posicionamiento

### 6.1.4 Diseño de configuración

Los movimientos de desplazamiento tanto horizontal como vertical se realizarán con el accionamiento de dos pistones neumáticos de doble efecto. A continuación se presenta la estimación de la carga que deberá desplazar cada uno de ellos.

PISTON 1



		[Kgf]
7	MISCELANEOS	2.0
6	PISTON No. 1	
5	PLACA DEL CARRO TRANSVERSAL	
4	BARRAS GUIAS	
3	PLACA PORTAVENTOSAS	5.75
2	VENTOSAS DE SUCCION (22#)	2.5
1	MOSAICOS DE VIDRIO	0.680
POS	DESCRIPCION	PESEO

TOTAL 10.93kg<sub>r</sub>

fig. 6.8a Estimación de la carga del pistón 1

De acuerdo al cuadro de datos que se presenta en la fig. 6.8a, se tiene:

$$\text{Carga}_1 = 10.93 \text{ [Kg}_f\text{]}$$

Considerando que el ambiente de la empresa es abrasivo (polvo de vidrio) y que el punto donde podría afectar esta condición es entre los bujes y las barras guías, se considera un 20% mas de carga por los efectos de fricción.

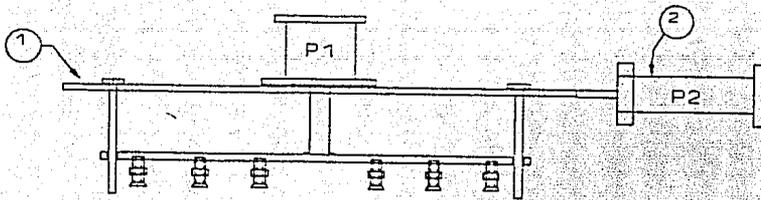
por lo tanto:

$$\text{Carga}_R = \text{Carga}_1 \times \% \text{ Fricción}$$

$$\text{Carga}_R = 10.93 \times (1.20)$$

$$\text{Carga}_R = 13.11 \text{ [Kg}_f\text{]} = 130 \text{ [N]}$$

PISTON 2



		Kgf
2	PESO DEL PISTON 1	5.0
1	SISTEMA TRANSVERSAL	10.93
POS.	DESCRIPCION	PESO

TOTAL = 15.93Kgf

fig. 6.8b Estimación de la carga del pistón 2

De acuerdo al cuadro de datos que se presenta en la fig. 6.8b, se tiene:

$$\text{Carga}_2 = 15.93 \text{ [Kg}_f\text{]}$$

Considerando el ambiente abrasivo de la planta, el cual, tendrá efecto sobre el sistema de desplazamiento lineal, se estima un 5% más en la carga, ya que, una de las características principales del sistema es que sus rodamientos están completamente sellados para evitar la entrada de polvo.

por lo tanto:

$$\text{Carga}_R = \text{Carga}_2 \times \% \text{ Fricción}$$

$$\text{Carga}_R = 15.93 \times 1.05$$

$$\text{Carga}_R = 17 \text{ [Kg}_f\text{]} = 170 \text{ [N]}$$

## \* Selección del sistema de desplazamiento lineal

Considerando el tipo de funcionamiento requerido por el prototipo y la experiencia de otros sistemas similares utilizados en otros prototipos fabricados en el Centro de Diseño Mecánico, se optó por seleccionar el sistema de desplazamiento lineal del tipo doble flecha completamente apoyada y cuatro bloques deslizables como se muestra en la fig. 6.9.

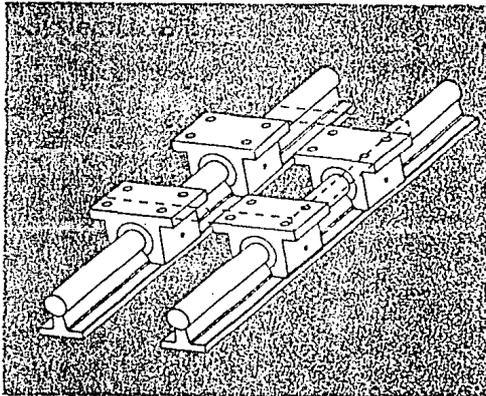


fig. 6.9. Representación del sistema de desplazamiento lineal

## 6.2 SISTEMA DE INYECCION

El sistema de inyección, tiene la función de dosificar la cantidad de adhesivo necesaria a cada uno de los mosaicos con el arreglo de gotas determinado experimentalmente en la etapa anterior del proyecto.

Es importante mencionar que el manejo del material adhesivo es muy especial por sus características físicas.

Entre las características más importantes que se deben tomar en cuenta para el diseño de este sistema son:

- El material adhesivo expuesto a las condiciones ambientales normales, tiende a secarse entre un período de 6 a 8 hrs, dependiendo del grado de humedad del medio ambiente.
- El material adhesivo se adhiere a cualquier tipo de material.
- El material adhesivo, se comporta como un fluido no Newtoniano.
- La viscosidad del adhesivo se encuentra entre los 10,000 y 15,000 cps. a temperatura ambiente y sin agitar.

Una vez establecido todo lo anterior y de acuerdo a los objetivos y alcances del proyecto, este sistema es considerado el más importante por realizar la función principal del prototipo, por lo cual, se dividió en 2 subsistemas que son:

- Alimentación del material adhesivo.
- Dosificación del material adhesivo.

### 6.3 ALIMENTACION DE MATERIAL ADHESIVO

El material adhesivo por sus características físicas, comercialmente se presenta a la venta en dos tipos de presentación, cartuchos de 300 ml. y cubetas de 19 lts., siendo el cartucho el más utilizado por facilitar su forma de aplicación para sus usos más comunes.

De acuerdo a la producción de tapetes especificada por el cliente (cuatro tapetes/minuto) por cada turno de trabajo de 8 hrs., se necesitarían 76.8 lts. de adhesivo, tomando como base que cada tapete de mosaicos consume 40 ml. de adhesivo en promedio (dato obtenido experimentalmente en la etapa anterior).

En base a una entrevista sostenida con el representante del departamento de ventas de Productos Pennsylvania (Distribuidor comercial del material adhesivo), es posible la producción y venta del adhesivo en tambos de 200 lts., con lo cual, se podrían abastecer a 2.6 turnos de trabajo lo que se traduce en 4992 tapetes con adhesivo y que representan una superficie de 499.2 m<sup>2</sup>.

### 6.3.1 Alternativas de solución

En base a lo anterior, se tienen 3 alternativas de solución para llevar a cabo la alimentación del material adhesivo al sistema de dosificación.

#### Alternativa 1

Utilizar un tambo de 200 lts. y mediante el uso de una bomba de desplazamiento positivo enviar el material adhesivo directamente al sistema de dosificación (ver fig. 6.10).

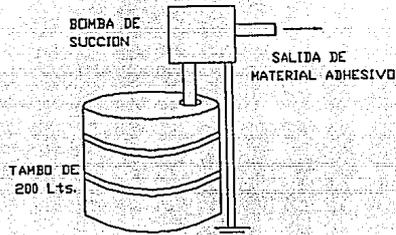


fig. 6.10 Alternativa 1 del sistema de alimentación de adhesivo

#### Alternativa 2

Utilizar cubetas de 19 lts. y mediante el uso de una bomba de desplazamiento positivo enviar el material adhesivo directamente al sistema de dosificación (ver fig. 6.11)

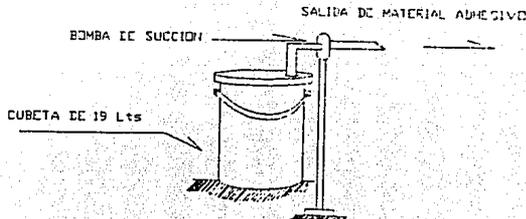


fig. 6.11 Alternativa 2 del sistema de alimentación de adhesivo

### Alternativa 3

Utilizar los cartuchos de 300 ml. directamente sobre una placa acondicionada para intercambiar los envases y una segunda placa actuada con un pistón para ejercer una presión uniforme a todos los cartuchos de adhesivo (ver fig. 6.12).

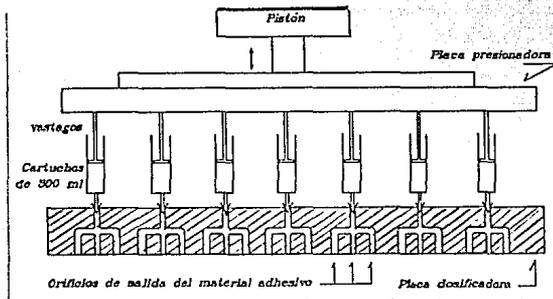


fig. 6.12 Alternativa 3 del sistema de alimentación de adhesivo

### 6.3.3 Evaluación de las alternativas

#### Alternativa 1

Por la recomendación hecha por el fabricante de adhesivos, acerca del problema de secado del material, utilizar los tambo de 200 lts. implica tener siempre pedidos en múltiplos de 4992 tapetes (499.2 m<sup>2</sup>).

El empresario informó que, en promedio, las albercas que se recubren con su material están entre los 250 m<sup>2</sup> (2500 tapetes) sin perder de vista que también hay albercas mucho más grandes.

El elaborar un pedido menor a los 4992 tapetes implica no utilizar todo el material adhesivo de un tambor de 200 lts. con el riesgo de que este pierda sus propiedades de adhesión hasta el grado de llegarse a secar dentro del tambor lo que significaría un desperdicio. Este problema se resuelve si el recipiente es

cerrado herméticamente y se mantiene a una presión permanente dentro de todo el sistema de tuberías y sistema de dosificación. Lo mismo para la alternativa 2 con la única diferencia de tener que usar cubetas de 19 litros en lugar de tambos de 200 litros y tenerlas que cambiar cada dos horas aproximadamente.

### **Alternativa 3**

El utilizar los cartuchos de 300 ml. evita el utilizar algún equipo de bombeo, pero el factor económico es determinante en esta alternativa, ya que, el precio del material adhesivo en esta presentación se eleva hasta en un 35% en comparación con la presentación en cubeta de 19 lts.

#### **6.3.3 Selección de la solución**

Considerando los criterios de funcionalidad de equipo, costo y producción de tapetes, la alternativa que presenta mejores características, es la de utilizar un tambo de 200 lts. y una bomba de desplazamiento positivo con elementos para sellar herméticamente el recipiente y lograr la inyección del material.

#### **6.3.4 Diseño de configuración**

El material adhesivo se va a recibir en tambos de 200 lts. (55 gal). El tambo de 200 lts. será colocado en el sistema de bombeo, el cual, además de la bomba de desplazamiento positivo tendrá un disco de sellado para asegurar la hermeticidad del recipiente y así evitar el contacto entre el material adhesivo y el medio ambiente.

El adhesivo será enviado a través de una manguera flexible de alta resistencia, la cual, tendrá al final una válvula solenoide de paso que se conectará directamente a la placa de dosificación.

Experimentalmente, se determinó la presión necesaria para dosificar el material adhesivo a través de los orificios de 1.6 mm. de diámetro que corresponden al tamaño de las gotas colocadas sobre los mosaicos. La presión de inyección fue de 138000 N/m<sup>2</sup> (20 lbs/pulg<sup>2</sup>) en un dispositivo de pruebas de un tamaño de 5 x 5 mosaicos.

#### \* Selección del sistema de bombeo

La primera consideración, es la compatibilidad de los materiales tanto de la bomba como de los accesorios para el manejo de silicón, para esto se recomienda que el tubo de la bomba sea de acero al carbón y los sellos y accesorios que están en contacto con el adhesivo (silicón) sean de teflón o poliuretano.

De las pruebas experimentales, se determinó que para colocar la cantidad de material adhesivo sobre cada uno de los tapetes era necesario un tiempo de inyección menor a los 5 segundos para dosificar los 40 ml de material sobre el tapete. Por lo tanto, se tiene un gasto volumétrico de 0.5 lts/min:

Se seleccionaron sistema de bombeo y válvula solenoide acordes con este requisito.

### 6.4 DOSIFICACIÓN DEL MATERIAL ADHESIVO

Este sistema tiene la función de dosificar 40 ml de material adhesivo por tapete en forma de pequeñas gotas con el arreglo determinado experimentalmente en la etapa anterior y que se muestra en la fig. 3.3.

#### 6.4.1 Alternativas de solución

##### Alternativa 1

Utilizar un depósito con una vena de distribución para repartir

el material adhesivo a todos los orificios de inyección como se muestra en la fig. 6.13a. Además de diseñar una válvula para colocar las cuatro gotas de adhesivo sobre los mosaicos.

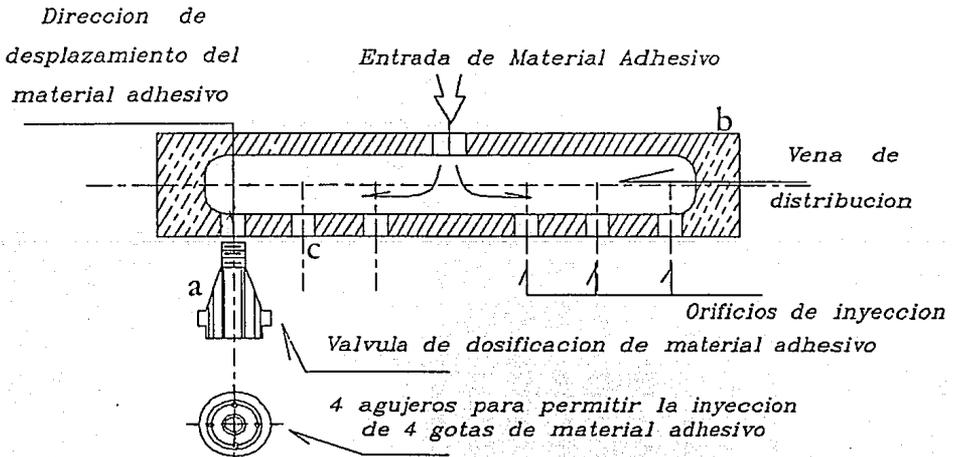
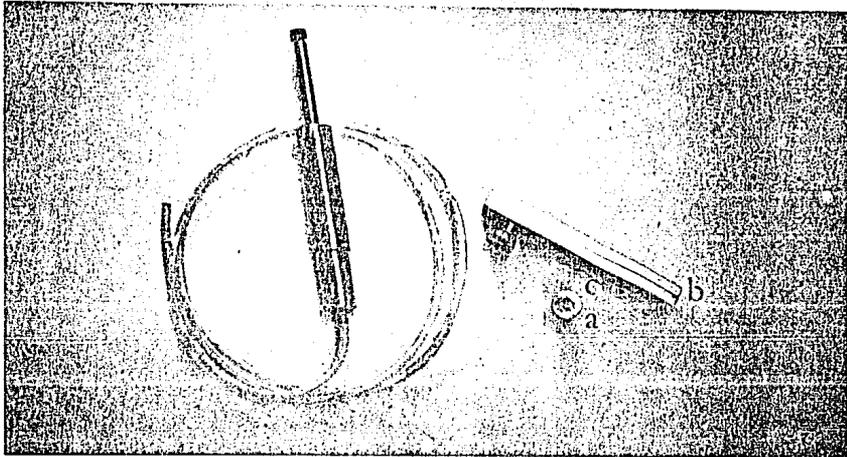


fig. 6.13a Alternativa 1 del sistema de dosificación

## Alternativa 2

Utilizar un depósito dividido en varias secciones, la primera para almacenar, la segunda para regular y la tercera para dosificar el material adhesivo como se muestra en la fig. 6.13b. Además de utilizar un tornillo regulador de flujo menos complejo que la válvula de la alternativa anterior.

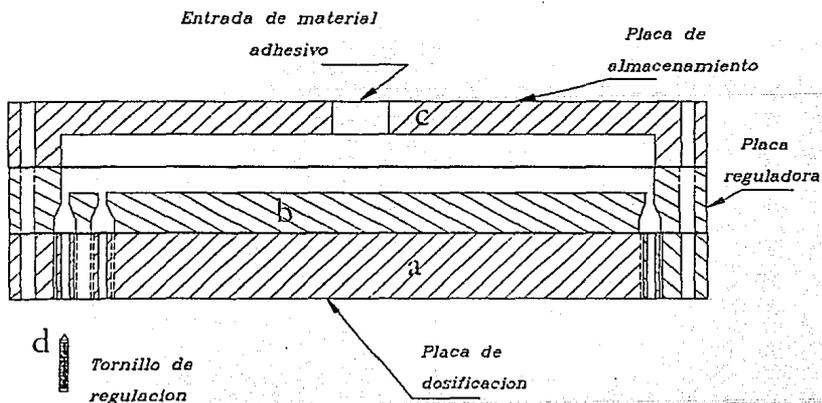
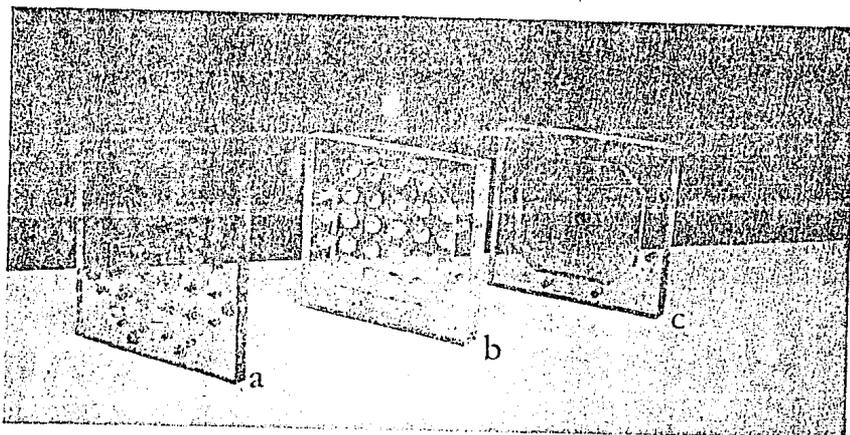


fig. 6.13b Alternativa 2 del sistema de dosificación

## **6.4.2 Evaluación de alternativas**

### **Alternativa 1**

De las pruebas con el modelo, se pudo observar que después de un período de uso, la presión necesaria para hacer fluir al material se incrementa, ya que se presenta una acumulación de material en la vena de distribución.

Además en los orificios más alejados el material adhesivo no fluye, mientras que en los orificios más cercanos fluye demasiado y la presión es muy alta por lo tanto no hay una dosificación de adhesivo uniforme en el tapete.

### **Alternativa 2**

En las pruebas realizadas con el modelo de esta alternativa, se obtuvo un buen control de las gotas de inyección para todos los mosaicos, ya que una vez lleno todo el sistema, se calibraron todos los orificios con el tornillo regulador obteniéndose la cantidad de adhesivo adecuada para cada mosaico en vista de lo cual esta fué la alternativa seleccionada.

## 6.5 SISTEMA DE SECADO

Cuando se consideró el problema de la inyección del material adhesivo, ya se sabía que una de sus características más importantes, es la del tiempo de secado que es de 6 a 8 hrs en condiciones ambientales estándares de la Cd. de México, lo que no es conveniente para el proceso.

El problema que presentan los tapetes con el adhesivo sin secar, es que no se pueden manejar para ser almacenados, ya que el material fresco se deforma con los movimientos y por consecuencia el arreglo cuadrangular del tapete se pierde y una de las condiciones para obtener un producto con calidad, es que los tapetes presenten un arreglo cuadrangular constante.

Por lo tanto, es necesario acelerar el proceso natural de secado, para lograr un grado de secado que permita manejar los tapetes sin que se alteren sus dimensiones y poderlos almacenar dentro de sus cajas adonde se complete el proceso de curado del material adhesivo.

### 6.5.1 Alternativas de solución

Se consideraron tres alternativas según se describen en las figs. 6.14 a 6.16.

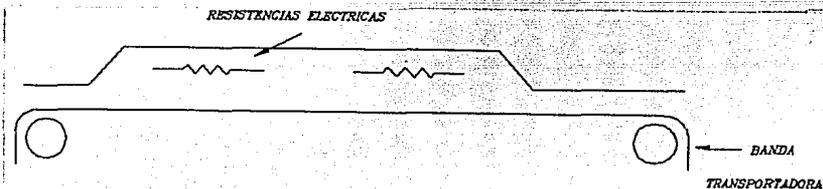


fig. 6.14 Alternativa 1 del sistema de secado  
Utilizando un horno eléctrico

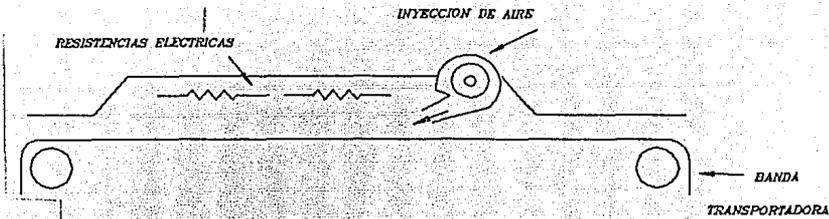


fig. 6.15 Alternativa 2 del sistema de secado  
Utilizando un horno eléctrico con inyección de aire  
con un porcentaje de humedad

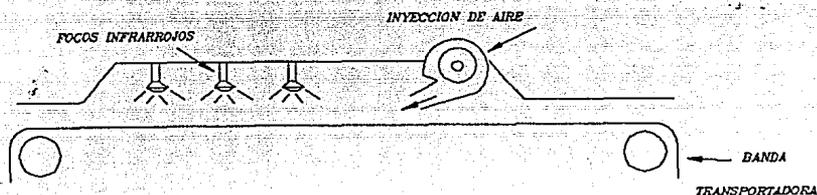


fig. 6.16 Alternativa 3 del sistema de secado  
Utilizando radiación infrarroja con inyección de aire  
con un porcentaje de humedad.

## 6.5.2 Evaluación de alternativas

### Alternativa 1

Se experimentó con tapetes de 5 x 5 mosaicos, los cuales, se colocaron en un túnel de resistencias eléctricas y se probó el secado a diferentes temperaturas (entre 20<sup>0</sup> y 80<sup>0</sup>C) y con diferentes tiempos de permanencia dentro del túnel.

Primeramente, se pensó que con la energía calorífica se podría evaporar el agua o solventes que contiene el adhesivo, pero los resultados mostraron lo contrario, el adhesivo se vuelve mas fluido, y no es posible el manejo del tapete ya que con cualquier

movimiento se alteran sus dimensiones.

## **Alternativa 2**

En esta alternativa, se utilizó el mismo túnel con resistencias eléctricas que en la alternativa anterior, la diferencia fue que se inyectó dentro del túnel aire con diferentes porcentajes de humedad, el material adhesivo presento menos fluidez que en la alternativa anterior, pero tampoco se pudo manejar satisfactoriamente el tapete.

## **Alternativa 3**

A la luz de los resultados obtenidos en las dos alternativas anteriores, se investigó la utilización de radiación infrarroja además de la inyección de aire con un porcentaje de humedad.

Se obtuvo como resultado de esta combinación que el material adhesivo en un tiempo de 12 minutos presentaba un grado de secado adecuado en vista de lo cual esta fué la alternativa seleccionada.

### **6.5.3 Diseño de configuración**

Una vez colocados los mosaicos sobre las gotas de material adhesivo, una banda transportadora los dirigirá al horno de secado, el cual, estará integrado por tres partes, primero, una pared interna que deberá ser de un material reflejante y de perfil curvo para aumentar la eficiencia de transmisión de la radiación, la segunda parte es una capa de material aislante para evitar las pérdidas de energía y finalmente una pared de lamina negra en la parte exterior del horno.

#### \* Determinación de las características del horno

De acuerdo a la velocidad de producción de 4 tapetes/minuto y como el tiempo mínimo de permanencia de los tapetes dentro del horno de secado es de 12 min la longitud del horno debe ser cuando menos de 14.4 mts.

En la planta se tiene dicho espacio tanto a lo ancho como a lo largo, ya que las máquinas que se utilizan para elaborar los tapetes empapelados tienen un horno de secado de aproximadamente de 12 mts. de largo y la máquina dosificadora de adhesivo está al lado de dichas maquinas.

De acuerdo a las pruebas experimentales que se muestran en la fig. 6.18 realizadas con tapetes de 14 X 16 mosaicos, se determinaron las siguientes condiciones óptimas:

Altura de los focos de rayos infrarrojos con respecto a la banda: 350 mm.; separación entre focos: 300 mm.; colocación del ventilador: extremo del horno opuesto a la entrada de los tapetes.

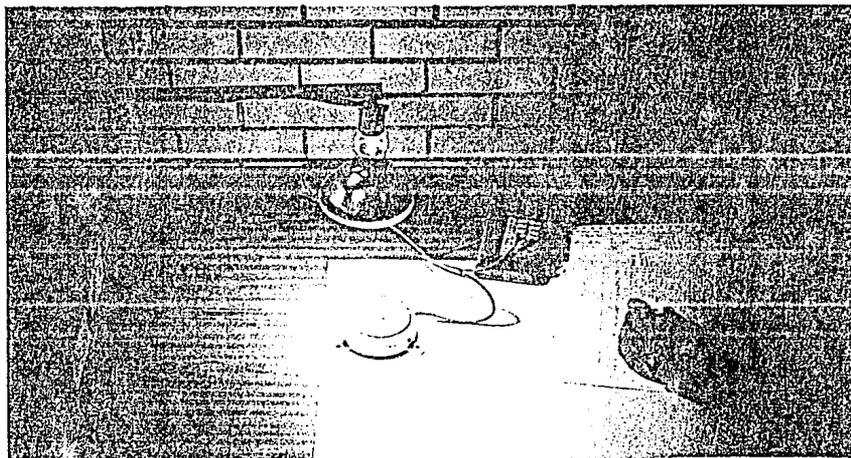


fig. 6.17 Pruebas de secado

#### \* Selección de la banda de material antiadherente

La banda debe contar con dos características esenciales para el correcto funcionamiento del prototipo que son:

- Resistencia a temperaturas elevadas.
- Antiadherencia al sellador con base en silicón.

De los distribuidores de bandas transportadoras tanto nacionales como extranjeras, se encontró que existen bandas fabricadas de fibra de vidrio que además de su resistencia mecánica, soportan la temperatura de trabajo de nuestro horno de secado y que pueden ser recubiertas con una película de teflón para evitar la adherencia de materiales como los adhesivos con base en silicón.

Para facilitar el secado del adhesivo dentro del horno, la banda puede seleccionarse con un cierto grado de porosidad, y así, hacer más eficiente el proceso.

## 7.0 RESULTADOS

Fue necesaria la fabricación de modelos a pequeña escala para probar las alternativas de solución seleccionadas para realizar cada una de las funciones principales de la máquina, observando su funcionamiento se llega a las conclusiones que se señalan a continuación.

### \* Sistema de posicionamiento

Se aseguró el desplazamiento de los mosaicos y el arreglo cuadrangular de los tapetes al utilizar una ventosa de succión para tomar cada uno de los mosaicos que integran un tapete.

Con el principio de colocar los mosaicos sobre las gotas de adhesivo previamente inyectadas se logró cumplir con la condición de mantener libre de adhesivo el lado liso de los tapetes y aplanar el hilo que se forma cuando se inyecta cada gota.

### \* Sistema de inyección

La dosificación y colocación de las gotas de adhesivo sobre la banda de material antiadherente, se logró realizar satisfactoriamente con el dispositivo integrado por tres secciones y el tornillo regulador.

El mantenimiento de este sistema es un factor crítico que debe ser minimizado en la mayor medida posible por el tiempo invertido en dicha operación, esto se logró al utilizar el teflón como material de fabricación para todos los elementos además de mantener una presión positiva en todo el sistema de dosificación evitando con esto la entrada del aire al sistema.

Es posible la fabricación de este sistema con arreglos de inyección para diferentes tamaños de mosaicos, ya que el principio de dosificación se probó y resultó satisfactorio para los mosaicos más pequeños que se fabrican actualmente en la

planta de mosaicos.

**\* Sistema de secado**

El tiempo de secado de la película superficial del material adhesivo se pudo abatir hasta 12 min. de permanencia dentro del horno en las condiciones de radiación infrarroja e inyección de aire. Esta condición permitió que los tapetes pudieran ser apilados en sus cajas y almacenarlos en donde se secaría completamente el adhesivo.

**\* Control de calidad**

Se observó que si se tiene un buen control de calidad con las charolas llenas de mosaicos provenientes de la máquina formadora, se logra una perfecta correspondencia entre los mosaicos y las gotas previamente inyectadas con el arreglo específico, como se muestra en la fig. 6.18.

Los tapetes obtenidos utilizando todos los principios anteriores presentan una buena calidad para competir con los tapetes extranjeros, combinando una presentación moderna y resistente con una apariencia artesanal que gusta mucho en el mercado tanto nacional como internacional, como se muestra en la fig. 6.19.

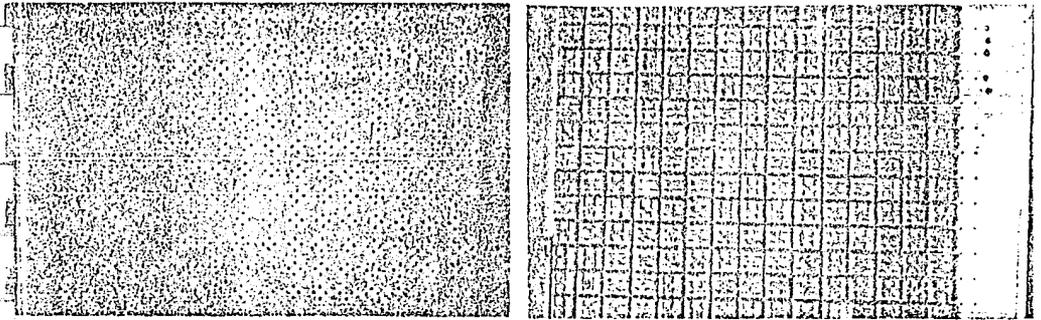


fig. 6.18 Correspondencia entre el arreglo de inyección  
y los tapetes de mosaicos venecianos

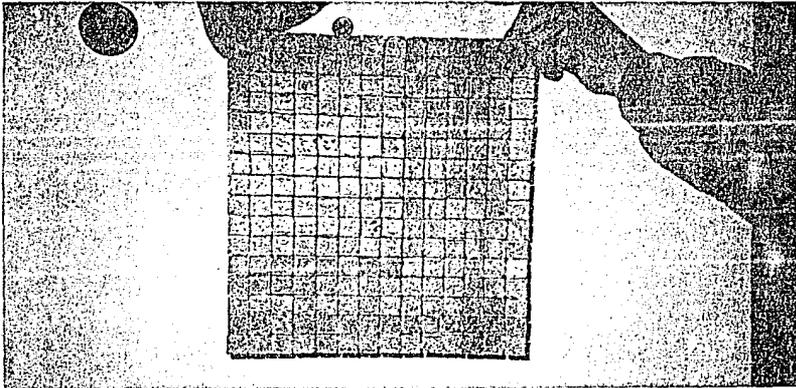


fig. 6.19 Calidad final de los tapetes con adhesivo

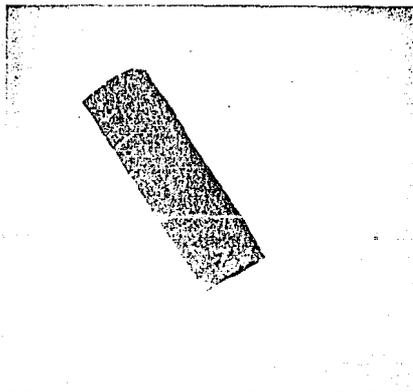
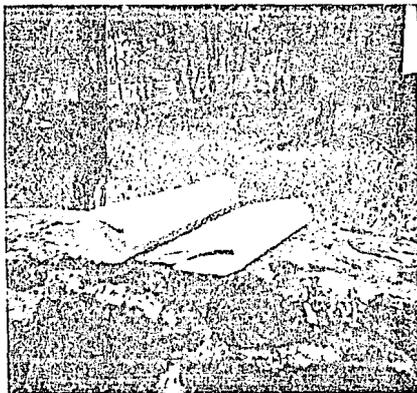


fig. 6.19 Calidad final de los tapetes con adhesivo

## 8.0 CONCLUSIONES Y COMENTARIOS

### \* Del proyecto

Después de todo lo realizado con los modelos de prueba a escala pequeña, se puede decir que los principios esenciales de la máquina funcionan adecuadamente, pero es importante tener en cuenta que hay factores tanto de diseño como de otra índole que no se pueden visualizar con los modelos y que surgen en el momento de estar fabricando piezas o ensamblando los sistemas de la máquina.

Se ha demostrado que dichos principios esenciales de funcionamiento pueden ser extrapolados a otros proyectos como lo es el proceso de inyección de tinta para las fichas de acrílico utilizadas en el juego de dominó. Esto puede indicar que la metodología empleada, es una guía para facilitar la organización de todas las actividades necesarias para llevar a cabo la ejecución de un proyecto de cualquier índole.

### \* Recursos humanos

Con la ejecución de este proyecto hasta la etapa de diseño de configuración, se cumplieron con ocho servicios sociales y un seminario de tesis de Ingeniería Mecánica, realizados por alumnos y pasantes de diferentes ramas de la Ingeniería, además de despertar el interés de cuatro de ellos por el Diseño Mecánico y continuar como servicio voluntario en la participación de proyectos de Desarrollo Tecnológico para más tarde ser responsables de la ejecución de algún proyecto futuro contratado por el Centro de Diseño Mecánico de la Facultad de Ingeniería.

## \* Reflexiones personales

Personalmente, me encuentro muy satisfecho por todo lo logrado hasta el momento, tanto en el desarrollo de este proyecto como el poder transmitir la inquietud del diseño a algunos estudiantes y promover su participación en el desarrollo de proyectos reales de la Industria Nacional mientras se esta estudiando.

La fabricación de la máquina se encuentra en este momento detenida por la empresa, ya que actualmente se encuentra modificando sus procesos de fabricación para mejorar la calidad de los mosaicos. Una vez logrado tal propósito esperamos la aportación económica de la empresa para iniciar la fabricación de la máquina dosificadora de adhesivo.

El desarrollo de este tipo de proyectos tratan de ayudar a disminuir la situación de dependendcia tecnológica que muchos empresarios nacionales sufren al comprar equipos y maquinaria en el extranjero.

## REFERENCIAS

- 1 López Parra M., Diseño y Fabricación de una Máquina Automática Formadora y Empapeladora de Tapetes de Mosaicos Venecianos, División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, 1987, Pags. 18 a 36.
- 2 Irving Skeist, Handbook of Adhesives, Van Nostrand Reinhold, 1990, Pags. 522 a 535.
- 3 Dieter G., Engineering Design, McGraw-Hill, 1983, Pags. 27 a 52.
- 4 Aguirre Esponda G., Diseño de Elementos de Máquinas, Trillas, 1990, Pags. 219 a 222.
- 5 White Frank M., Fluid Mechanics, McGraw-Hill, 1979, Pags. 25