



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

82  
Zejan

FACULTAD DE INGENIERIA

AVANCES Y PERSPECTIVAS DEL GRAFICADOR  
ELECTROSTATICO EN MEXICO.

FALLA DE ORIGEN

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
EN EL AREA ELECTRONICA

P R E S E N T A  
FERNANDO ALEJANDRO GOMEZ ESPINOSA



Director de Tesis : Ing. Jesús Ramírez Ortega

MEXICO, D.F.

1995



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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 esta 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.

# ÍNDICE

1. Definición del problema	3
1.1 Antecedentes	4
1.2 Justificación del trabajo	5
1.3 Objetivos	6
1.4 Graficador de formato largo	7
1.5 Estación de trabajo	7
2. Tecnologías de Impresión	9
2.1 Graficadores vectoriales o de plumas	10
2.1.1 Funcionamiento	10
2.1.2 Mecanismos de arrastre de papel	11
2.1.3 Controladores de impresión	12
2.1.4 Desarrollo de subrutinas de impresión	13
2.1.5 Evolución de los controladores	14
2.1.6 Calidad de impresión y resolución	14
2.1.7 Características particulares	15
2.2 Graficadores tipo raster	15
2.2.1 Funcionamiento	16
2.2.2 Conversión de vectores a formato raster	17
2.2.3 Rasterización	20
2.2.4 Tecnologías que emplean el proceso de rasterización	21
2.2.5 Proceso de rasterización parcial de un dibujo	23
2.2.6 Método del doble buffer	23
2.2.7 Ordenamiento de vectores	24
2.3 Graficadores de inyección de tinta	25
2.3.1 Funcionamiento	25
2.3.2 Dos métodos de inyección	25
2.3.3 Calidad de impresión y resolución	27
2.3.4 Características particulares	27
2.4 Graficadores de imagen directa	27
2.4.1 Funcionamiento	27
2.4.2 Calidad de impresión	29
2.4.3 Características particulares	29
2.5 Graficadores Láser y LED	29
2.5.1 Funcionamiento	29
2.5.2 Corona de imagen	30
2.5.3 Cabeza de leds	30

2.5.4 Unidad reveladora	31
2.5.5 Corona de transferencia	31
2.5.6 Corona neutralizadora	31
2.5.7 Cuchilla de limpieza	31
2.5.8 Leds de borrado	31
2.5.9 Calidad de impresión y resolución	32
2.5.10 Características particulares	32
2.6 Graficadores electrostáticos	32
2.6.1 Funcionamiento	32
2.6.2 Cabeza de impresión	33
2.6.3 Operación de la cámara	35
2.6.4 Características particulares	36
2.6.5 Calidad de impresión	36
3: Método	37
3.1 Características analizadas	38
3.2 Calidad de impresión	38
3.3 Rendimiento	39
3.4 Criterio de inclusión	40
4. Aplicación del método	42
5. Resultados	46
5.1 Graficadores de plumas	47
5.1.1 Rendimiento	48
5.1.2 Variación de parámetros	48
5.2 Graficadores de inyección de tinta	49
5.2.1 Rendimiento	50
5.2.2 Variación de parámetros	50
5.3 Graficadores térmicos	51
5.3.1 Rendimiento	52
5.3.2 Variación de parámetros	52
5.4 Graficadores electrostáticos	52
5.4.1 Rendimiento	52
5.4.2 Variación de parámetros	53
5.5 Comparación entre los diferentes tipos de graficadores	53

5.6 Calidad de impresión	55
5.6.1 Graficadores de plumas	55
5.6.2 Graficadores de inyección de tinta	55
5.6.3 Graficadores térmicos	56
5.6.4 Graficadores electrostáticos	56
5.7 Problemática de servicio	57
5.7.1 Graficadores de plumas	57
5.7.2 Graficadores de inyección de tinta	57
5.7.3 Graficadores térmicos	58
5.7.4 Graficadores electrostáticos	58
6. Conclusiones	60
6.1 Graficadores de plumas	61
6.1.1 Ventajas	61
6.1.2 Desventajas	61
6.2 Graficadores de inyección de tinta	61
6.2.1 Ventajas	62
6.2.2 Desventajas	63
6.3 Graficadores térmicos	63
6.3.1 Ventajas	64
6.3.2 Desventajas	64
6.4 Graficadores electrostáticos	64
6.4.1 Ventajas	66
6.4.2 Desventajas	66
6.5 Panorama general entre los graficadores de inyección de tinta y electrostáticos	67
6.6 Perspectivas	68
6.6.1 Plumaz	71
6.6.2 Inyección de tinta	71
6.6.3 Térmicos	72
6.6.4 Electrofotograficos	72
6.6.5 Electrostáticos	73
6.7 Analisis de precios por plano para los graficadores de diferentes tecnologías de impresión	73

6.8 Comentario final

77

7. Bibliografía

78

## ÍNDICE DE FIGURAS

1.1 Diagrama de una estación de trabajo	7
1.2 Diagrama básico de una estación de trabajo	7
2.1 Movimiento del papel de un graficador de plumas	10
2.2 Torreta y bobina de un graficador de plumas	11
2.3 Mecanismos de arrastre de papel	12
2.4 Mecanismos de avance de papel	12
2.5 Impresión fuera de línea con unidades magnéticas	14
2.6 Tiempo de impresión de un archivo de 10 MB en un graficador de plumas	16
2.7 Conversión vector a raster	16
2.8 Trazado de vectores en un graficador de plumas	17
2.9 Controlador vector a raster	18
2.10 Mapa de bits en un graficador raster	18
2.11 Diferencia de impresión a 400 ppp y a 200 ppp	19
2.12 Activación de bits en el mapa de memoria raster	20
2.13 Transmisión de unos y ceros al dispositivo de impresión	21
2.14 Memoria necesaria para un dibujo a 200 ppp	22
2.15 Memoria necesaria para un dibujo a 400 ppp	22
2.16 Rasterización parcial de la imagen	23
2.17 Método del doble buffer	24
2.18 Ordenamiento de vectores por sectores	25
2.19 Dos métodos de impresión	26
2.20 Disposición de las agujas en la cabeza térmica de un graficador térmico	28
2.21 Proceso de impresión de imagen directa	28
2.22 Componentes de un graficador LED	30
2.23 Elementos de un graficador electrostático	33
2.24 Cabeza de impresión de un graficador electrostático	34
2.25 Ejemplo de una marca de registro	35
5.1 Rendimiento de los graficadores de plumas	48
5.2 Tiempo de impresión para cada archivo en inyección de tinta	50
5.3 Tiempo de impresión para cada archivo en graficador térmico	51
5.4 Tiempo de impresión para cada archivo en graf. electrostático	53
5.5 Cuadro de rendimiento comparativo entre los distintos graficadores	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

1.1 Diagrama de una estación de trabajo	7
1.2 Diagrama básico de una estación de trabajo	7
2.1 Movimiento del papel de un graficador de plumas	10
2.2 Torreta y bobina de un graficador de plumas	11
2.3 Mecanismos de arrastre de papel	12
2.4 Mecanismos de avance de papel	12
2.5 Impresión fuera de línea con unidades magnéticas	14
2.6 Tiempo de impresión de un archivo de 10 MB en un graficador de plumas	16
2.7 Conversión vector a raster	16
2.8 Trazado de vectores en un graficador de plumas	17
2.9 Controlador vector a raster	18
2.10 Mapa de bits en un graficador raster	18
2.11 Diferencia de impresión a 400 ppp y a 200 ppp	19
2.12 Activación de bits en el mapa de memoria raster	20
2.13 Transmisión de unos y ceros al dispositivo de impresión	21
2.14 Memoria necesaria para un dibujo a 200 ppp	22
2.15 Memoria necesaria para un dibujo a 400 ppp	22
2.16 Rasterización parcial de la imagen	23
2.17 Método del doble buffer	24
2.18 Ordenamiento de vectores por sectores	25
2.19 Dos métodos de impresión	26
2.20 Disposición de las agujas en la cabeza térmica de un graficador térmico	28
2.21 Proceso de impresión de imagen directa	28
2.22 Componentes de un graficador LED	30
2.23 Elementos de un graficador electrostático	33
2.24 Cabeza de impresión de un graficador electrostático	34
2.25 Ejemplo de una marca de registro	35
5.1 Rendimiento de los graficadores de plumas	48
5.2 Tiempo de impresión para cada archivo en inyección de tinta	50
5.3 Tiempo de impresión para cada archivo en graficador térmico	51
5.4 Tiempo de impresión para cada archivo en graf. electrostático	53
5.5 Cuadro de rendimiento comparativo entre los distintos graficadores	54



**DEFINICIÓN  
DEL  
PROBLEMA.**

## **1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.1 Antecedentes**

La industria de la impresión y serigrafía ha sido afectada por el desarrollo de las computadoras de una manera muy importante. Ahora los sistemas de diseño asistido por computadora y diseño gráfico capaces de rastrear, manipular, realizar separación de colores y realizar impresiones digitales son cada vez mas sencillos y accesibles.

El acceso a las impresoras de formato largo marcara el inicio de una nueva era en el diseño y realización de planos. Las agencias de diseño publicitario y las compañías fotocopiadoras tendrán que incorporar nuevas tecnologías para realizar diseños a partir de una foto, transparencia o imagen rastreada e imprimirlas en grande con calidad fotográfica en unos cuantos minutos para mantenerse en el mercado. Con las nuevas tecnologías se pueden obtener colores brillantes a una fracción del costo tradicional por medios fotográficos y litográficos.

Debido a la evolución y a la disminución de precio, dentro de poco los graficadores de formato largo serán accesibles para muchos usuarios actuales, los cuales podrán realizar sus propias impresiones en lugar de mandar a maquilar sus trabajos, por eso es muy importante dar a conocer las características de los sistemas de impresión digital de formato largo existentes en el mercado.

Quien es el usuario de las impresiones digitales de formato largo?, prácticamente cualquiera, tradicionalmente los usuarios eran arquitectos que necesitaban fotocopias de planos. Ahora los usuarios de impresiones de formato largo existen predominantemente en el medio publicitario, consumiendo productos como: posters, anuncios de punto de venta, murales, anuncios espectaculares, mapas, anuncios en camiones y diversos productos mas.

Ademas se esta desarrollando una gama de usuarios mas sofisticada, la cual incluye cualquier negocio desde empresas gubernamentales, educativas, diseñadores de interiores, escenarios de teatro hasta presentaciones gráficas.

No es necesario decir que las grandes impresiones han permitido a muchas compañías aprovechar los beneficios del micromercadeo, con los nuevos sistemas de impresión digital se ha podido cambiar la manera en que las compañías pueden promover sus productos y servicios.

Los sistemas de impresión digital permiten realizar impresiones utilizando graficadores de diversas tecnologías. Existen en el mercado una amplia variedad de dispositivos de impresión que podemos clasificar en cinco diferentes tipos de tecnologías de impresión:

1. Graficadores de plumas.
2. Graficadores de inyección de tinta.
3. Graficadores de Imagen directa.
4. Graficadores LED o Láser.
5. Graficadores Electrostáticos.

Existen otras tecnologías de impresión como la de transferencia térmica o sublimación, pero estas solo son capaces de imprimir hasta tamaño doble carta o tabloide ( 11 " x 17 " ), por lo cual quedan descartadas del presente trabajo.

### **1.2 Justificación del trabajo**

Cada tecnología de impresión tiene sus características propias de operación, las cuales son desconocidas por la mayoría de la gente en el momento de realizar una elección entre ellas. Probablemente el equipo seleccionado sea subutilizado o incapaz de realizar las tareas para las cuales fue adquirido. En la elección de este equipo intervienen varios factores como: el rendimiento esperado (volumen de impresión por día), calidad de impresión, impresión a colores o monocromática, presentación de los planos (tipos de papel y tintas), precio del dispositivo de impresión y precio por plano, entre otros factores.

Es muy importante que el usuario final conozca las características anteriores de cada tecnología y tener así un mayor número de elementos para realizar una mejor elección de estos equipos.

Una incorrecta selección del equipo de trabajo puede ocasionar el cierre prematuro de una empresa que pretenda dedicarse al negocio de las artes gráficas. Si el criterio de elección de un equipo de impresión únicamente se basa en el costo de la unidad, es probable que los productos que se puedan ofrecer al consumidor también sean limitados.

No existe literatura disponible en donde se pueda consultar el funcionamiento, problemática de servicio y se analice la calidad de impresión de los graficadores de planos o diseño publicitario. El presente, constituye el primer trabajo escrito referente al tema.

Contar con un buen equipo de impresión digital no es el único requisito para garantizar el éxito en una empresa dedicada a la maquila de planos o diseño gráfico, pero el conocimiento de las diferentes tecnologías de impresión, acompañado de un estudio de mercado del medio en donde se piense establecer una empresa, brindaran mayores posibilidades de subsistencia y crecimiento.

Existen en el mercado una base instalada de graficadores de todo tipo de tecnologías de impresión. El uso de estos graficadores no siempre es de la manera mas adecuada posible. La información necesaria para el optimo manejo de este tipo de dispositivos no siempre se encuentra de manera completa en los manuales de usuario. El presente trabajo constituye el primer documento que proporciona esta información, recopilada a lo largo de mas de tres años.

No se pretende favorecer a cierta tecnología de impresión, porque no se puede decir que alguna sea mejor que otra en términos absolutos, pero si se pretende indicar bajo que condiciones particulares de trabajo cada tecnología se desempeña mejor.

### **1.3 Objetivos.**

1. Analizar el funcionamiento de los distintos tipos de graficadores de formato largo y su problemática de servicio.

2. Valorar la calidad de impresión y rendimiento de cada uno de los graficadores de formato largo.

3. Obtener los parámetros y condiciones de operación bajo los cuales los graficadores desempeñan su óptimo rendimiento y proporcionan la mayor calidad de impresión.

4. Valorar las perspectivas de mercado en nuestro medio.

#### **1.4 Graficador de formato largo**

Se denomina graficador de formato largo al dispositivo de impresión utilizado en el diseño asistido por computadora, sea este para la realización de planos tipo CAD o artes gráficas, capaz de imprimir en hojas desde 8.5"x11" (tamaño "A" o carta), hasta 36"x44", es decir planos tamaño "E".

Los graficadores forman el último eslabón del diseño asistido por computadora. Una estación de trabajo para diseño asistido por computadora consiste en una serie de equipos interconectados entre sí, de los cuales el graficador es el encargado de reproducir fielmente cada línea creada en la computadora, en una hoja de papel empleando diversas tecnologías.

El "Plotter" como se le conoce en inglés, o "Trazador gráfico" en castellano y "Graficador" en Latinoamérica, es el último eslabón de la cadena de diseño asistido por computadora, pues el diseño realizado en la computadora se tiene disponible en una hoja de papel, lista para ser analizada por las personas que estén involucradas en el proyecto, con la ventaja de que cada modificación que se realice al proyecto será rápidamente impresa en un nuevo plano sin necesidad de repetir todo el diseño.

#### **1.5 Estación de trabajo.**

El término "estación de trabajo" se utiliza para indicar a un equipo de cómputo, dispositivos periféricos y algún software enfocado al diseño asistido por computadora. En la figura 1.1 se ilustra una estación de trabajo, pero

dependiendo de su aplicación particular algunas estaciones de trabajo son mucho más sencillas y carecen de uno o varios de los dispositivos indicados.

Por ejemplo la configuración mínima solo requiere de una computadora en donde se pueda instalar un programa de diseño, un ratón y una impresora, mientras algunas plantas maquiladoras y plantas automotrices principalmente, cuentan con grandes equipos de computo, sistemas conectados en red, recepción de datos vía satélite, rastreadores (o scanners), tabletas digitalizadoras, discos ópticos, algún paquete de diseño por computadora en red y un dispositivo de impresión compartido por varios departamentos.

Este dispositivo debe de reunir ciertas necesidades específicas en cada aplicación, deberá de ser confiable, tener buen rendimiento y calidad en la impresión. El grado de complejidad de estos planos y el volumen de impresión son los factores que determinan la elección de un graficador.

Debido a la importancia de este equipo no se desea que deje de funcionar por posibles y eventuales fallas locales del suministro comercial de energía eléctrica, por lo que deben de contar con su propia planta de respaldo, denominada comúnmente como sistema ininterrumpido de energía.

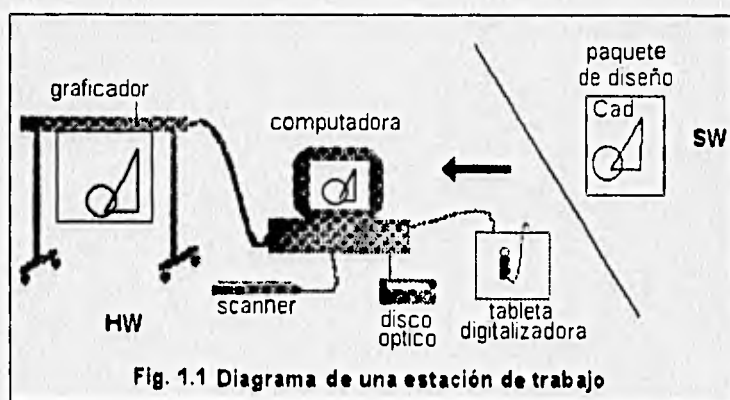


Fig. 1.1 Diagrama de una estación de trabajo

**TECNOLOGÍAS  
DE  
IMPRESIÓN**

## 2. TECNOLOGÍAS DE IMPRESIÓN

### 2.1 Graficadores Vectoriales o de plumas.

Estos fueron los primeros graficadores inventados por Bob Morton, Gene Seid y Rone Cone en 1953, miembros de la División Autonetics de la Compañía Norteamericana de Aviación, quienes estaban encargados del diseño de un dispositivo con el cual deberían de trazar la trayectoria de un misil; el resultado de este proyecto se consiguió después de seis años de investigación, con el primer graficador de plumas en 1959.

#### 2.1.1 Funcionamiento

El funcionamiento de estos graficadores esta basado en el movimiento de dos motores de pasos (en el eje "X" y en el eje "Y"), que a través de una serie de incrementos positivos o negativos permiten colocar la pluma en el papel, el motor es conectado mecánicamente a un cable, el cual mueve el papel o la pluma una distancia exacta, una bobina es la encargada de levantar o bajar la pluma que sostiene (eje "Z"), cuando recibe la información de pluma arriba o pluma abajo, (vector arriba o vector abajo), (fig. 2.1).



Fig. 2.1 Movimiento del papel de un graficador de plumas



Las plumas se acomodan típicamente en una torreta capaz de sostener 8 plumas, que pueden ser de distintos colores, grosores y de distinto material, por ejemplo, se pueden combinar plumas con punta de acero y plumas con punta de fibra para obtener diferentes calidades de impresión, (fig. 2.2). El graficador se encargara de realizar el intercambio de la pluma por la correspondiente, de acuerdo a la información que contiene el vector que se disponga a trazar.

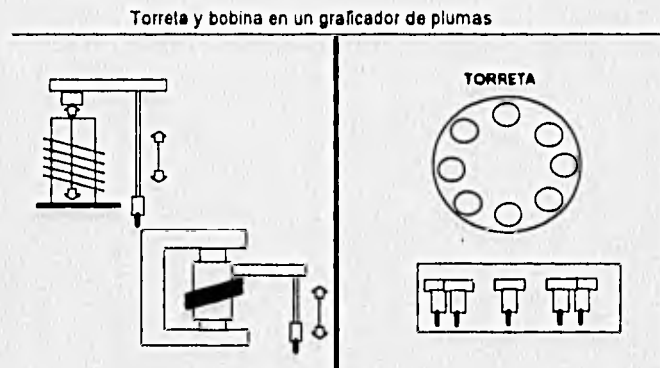


Fig. 2.2 Torreta y bobina de un graficador de plumas

### 2.1.2 Mecanismos de arrastre de papel

El método de sujetar el papel también ha evolucionado con el tiempo, cada vez se trata de economizar materiales sin perder adherencia del papel para poder garantizar repetitibilidad y precisión, debido a que el papel tiene que moverse en repetidas ocasiones mientras traza todos los vectores de información que contiene el plano en la figura 2.3 y 2.4, se ilustran algunos tipos de sujeción de papel entre los cuales se pueden reconocer el tambor para rollo con perforaciones en los extremos, el doble rollo, el tambor de cama plana, el ventilador de vacío y el tambor de lija con ruedas de sujeción, actualmente se emplea el tambor de lija parcial que se ajusta a los diferentes tamaños de impresión estandar con ruedas de hule de sujeción.

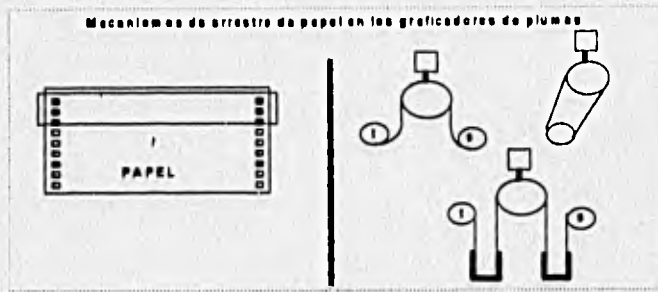


Fig. 2.3 mecanismos de arrastre de papel

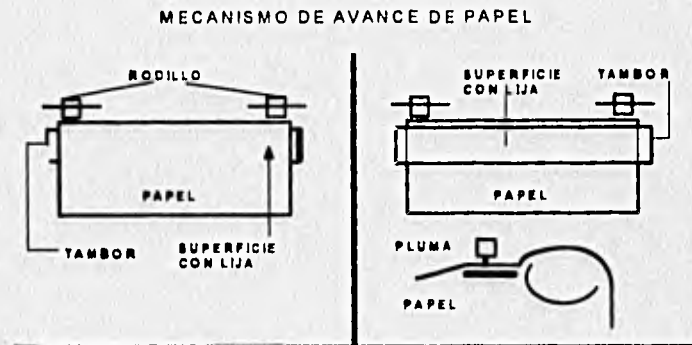


Fig. 2.4 Mecanismo de avance de papel

### 2.1.3 Controladores de impresión

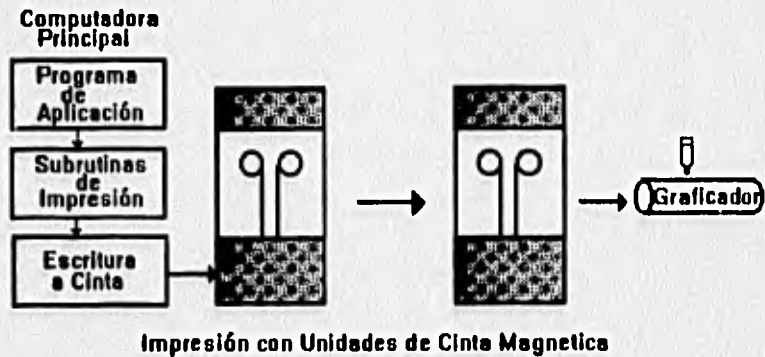
Los primeros graficadores necesitaban un controlador externo para poder recibir los datos a ser impresos. Los datos eran transmitidos al graficador a través de una cinta magnética en un lenguaje de programación como Fortran, las cintas magnéticas contenían los comandos necesarios para que el graficador moviera la pluma a lo largo de la hoja de papel y para que interpretara cuándo debería de subir o bajar la pluma para trazar una línea.

El controlador del graficador usaba las cintas magnéticas como un espacio de memoria muy grande. A este proceso de impresión también se le conocía como impresión *fuera de línea*, debido a que los datos de impresión se creaban por separado del lugar de impresión, (fig. 2.5).

#### **2.1.4 Desarrollo de subrutinas de impresión**

El siguiente paso consistió en el desarrollo de subrutinas de impresión que pudieran convertir la información contenida en los vectores de datos en comandos de impresión para el graficador, mediante este nuevo proceso, algunas de las funciones que realizaba el programa de aplicación fueron cambiadas al controlador del graficador, éstas fueron:

1. Los comandos de graficación (delta), fueron mandados al controlador del graficador en lugar de comandos de movimiento; el controlador del graficador realizaba la conversión de comandos delta a vectores la cual es una labor intensiva y es programada en lenguaje ensamblador para reducir el tiempo de ejecución del programa.
2. El texto es enviado al controlador del graficador en caracteres ASCII , en lugar de enviar comandos de movimiento. El controlador realiza la conversión de texto a vectores y de vectores a comandos de movimiento.
3. El empleo de controladores con disco duro y de subrutinas de impresión permitieron el manejo de mayor información. La cantidad de datos que eran enviados al graficador era considerablemente menor al manejo con unidades de cinta magnética. Había ocasiones en que un plano con mucha información en formato a base de incrementos excedía 2400 pulgadas de cinta magnética. El nuevo formato vectorial, redujo la cantidad de escritura de datos hasta en un factor de 100.
4. Los datos en forma de vectores pueden ser manipulados matemáticamente y de esta manera pueden realizarse operaciones sobre ellos como escalarlos, cambiar el origen del plano, rotarlos, etc.



**Impresión con Unidades de Cinta Magnética**

Fig. 2.5 Impresión fuera de línea con unidades de cinta magnética

### 2.1.5 Evolución de los controladores

Una innovación más surgió en la década de los setentas proporcionando a las computadoras un controlador que permitía la impresión *en línea*, el controlador contenía un disco duro en donde se depositaban los datos de impresión, de esta forma el controlador enviaba los datos al graficador y la computadora podía realizar otros trabajos mientras el graficador se encontraba trabajando, de esta manera se reducían los costos, pues se eliminaban las costosas unidades de cinta magnética y el proceso de impresión era más directo.

En los setentas, se incluyó el microprocesador en la arquitectura interna de los graficadores. El microprocesador reemplazó el empleo de varias tarjetas lógicas que empleaban los controladores por un diseño interno más compacto, estos nuevos controladores internos también recibían los datos en forma de vectores y caracteres de texto ASCII. Con el desarrollo de los microprocesadores se abatieron los costos de los sistemas de cómputo y de los graficadores.

### 2.1.6 Calidad de impresión y resolución

Los primeros graficadores tenían una resolución máxima de 200 pasos por pulgada en ambos ejes de graficación "X" y "Y", obteniendo 40,000 puntos en una pulgada cuadrada, con una velocidad mayor a una pulgada por segundo, la evolución de este tipo de graficadores vectoriales ha sido considerable, pues en la actualidad los graficadores vectoriales tienen 2032 pasos por pulgada de

resolución, una velocidad máxima de 42 pulgadas por segundo y una aceleración de 4.8 veces la gravedad.

### **2.1.7 Características particulares**

Los modernos graficadores de plumas ofrecen al usuario la capacidad de imprimir planos utilizando hojas cortadas o rollos de papel para poder imprimir planos mas largos, cuentan con un optimizador interno que acomoda los vectores por zonas para disminuir el movimiento del papel trazando los vectores que se encuentran mas cerca de la zona en donde esta trabajando, memoria opcional que puede ser de 4 MB RAM para recibir los datos y permitir al usuario la disponibilidad de la computadora mientras el graficador vacía los datos, capacidad de impresión en diferentes tipos de papel como son : bond, vellum, translucet, poliester mate y poliester claro. resolución de 0.0005" / 0.0125 mm., exactitud de 0.01"/0.1% del movimiento, repetibilidad de 0.005" con una sola pluma y 0.008" con múltiples plumas, planos de tamaño "A" (8.5"x11") hasta planos de tamaño "J" ( 36"x240"), plumas de acero, tungsteno, fibra y punto rodante en diferentes colores. conectividad con los lenguajes PCI, 907,960, HPGL, HPGL/2, almacenamiento de hasta 4 configuraciones distintas para usuarios, consumo de energía de 150 W o menor.

### **2.2 Graficadores tipo raster.**

Con el tiempo las necesidades de impresión de las grandes compañías aumentaron, el empleo de la computadora hizo más eficiente el diseño, pero los graficadores vectoriales no brindaban los tiempos de respuesta para una producción extensiva. Era hora de mejorar el método de impresión.

Como resultado de este desarrollo surgió la necesidad de crear un graficador con mejor desempeño, mas rápido capaz de realizar mas planos por día. Analicemos este punto comparando el rendimiento de los graficadores vectoriales y el tiempo necesario de impresión. La figura 3.6 nos muestra la relación entre los graficadores vectoriales y el tiempo necesario para graficar un plano de 10 MB de información en un formato de vectores. El tiempo necesario sería de: ¿ 55 horas ?

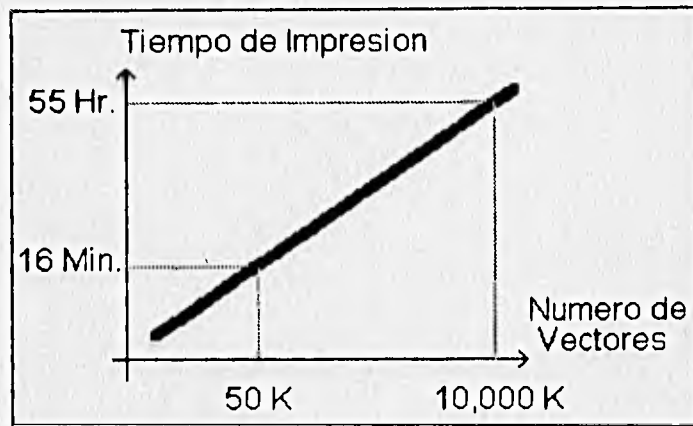


Fig. 2.6 Tiempo de impresión de un archivo de 10 MB en un graficador de plumas

Los graficadores vectoriales (de plumas), cuentan con una gran precisión pero el tiempo de impresión es alto.

### 2.2.1 Funcionamiento

La impresión con graficadores de formato raster requiere de un paso adicional para realizar dibujos a partir de vectores. El fabricante de los graficadores raster proporciona la conversión de vectores a datos raster (Vector-to-raster), debido a que la mayoría de las aplicaciones están consideradas para ser manejadas en formato vectorial. (fig. 2.7).

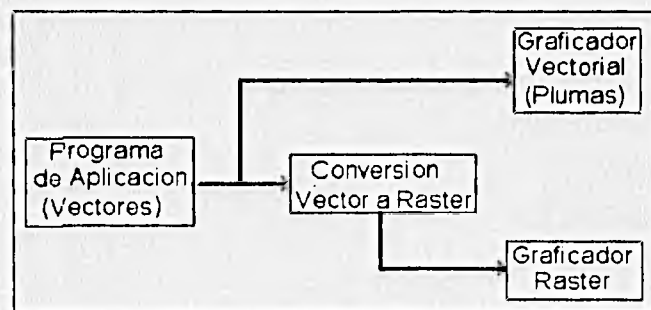


Fig. 2.7 Conversión Vector a raster

En un principio la conversión (VRC) se efectuaba en un dispositivo separado del graficador o por el paquete de aplicación, los datos enviados al controlador eran del mismo formato que los enviados a un graficador de plumas, por lo que era sencillo conectar cualquier aplicación a este tipo de controladores. Actualmente la conversión Vector-Raster se realiza en el interior del graficador

### 2.2.2 Conversión de vectores a formato raster.

La conversión de vectores a raster es un proceso que nos permite crear imágenes por medio de puntos. Para explicar el proceso de conversión de vectores a formato raster describiremos el proceso de impresión de la letra 'A' con vectores y después con puntos.(fig. 2.8).

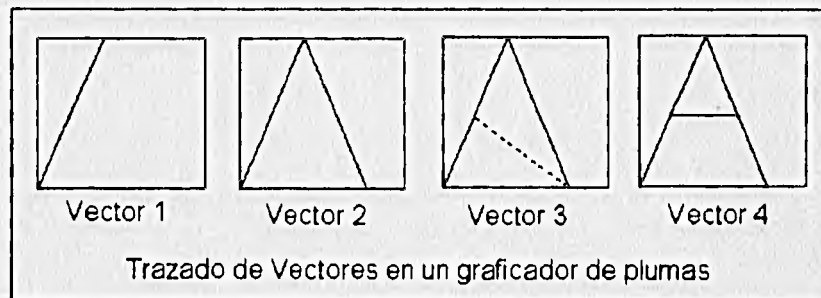


Fig. 2.8 Trazado de vectores en un graficador de plumas

Ahora veremos como un graficador raster crea esta misma imagen. El proceso de conversión de vectores a raster se realiza por un controlador vector a raster, y se divide en dos pasos. En el primer paso se hace un arreglo lógico en memoria RAM y en el segundo se envía al dispositivo de impresión. (fig. 2.9).

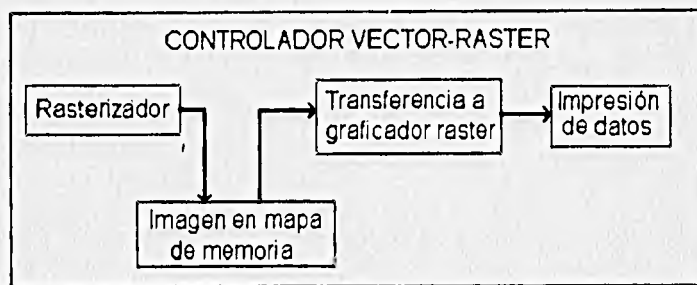


Fig. 2.9 Controlador vector a raster

La letra "A" se forma de la siguiente manera:

- Un cero corresponde a un espacio en blanco o a un espacio vacío el cual será enviado al dispositivo de impresión raster.
- Un uno corresponde a un punto de la imagen, el cual será enviado al dispositivo de impresión raster, (fig. 2.10).

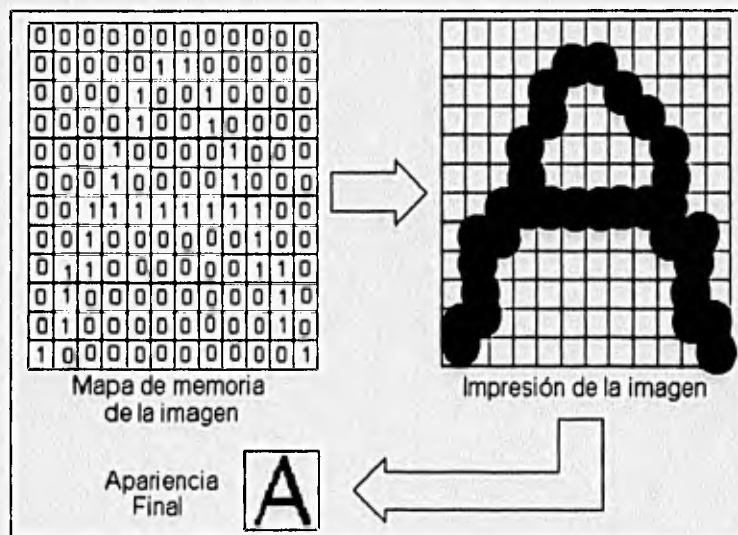


Fig. 2.10 Mapa de bits en un graficador raster



Cuando el arreglo lógico de la imagen es enviado al dispositivo de impresión, los unos forman la imagen mediante la superposición de los puntos y los ceros no producirán imagen.

El tamaño del punto depende de la resolución del dispositivo de impresión, es decir, de la cantidad de puntos por pulgada que sea capaz de imprimir. La superposición de puntos forma líneas más suaves mientras mayor cantidad de puntos se tengan por pulgada.(fig. 2.11).

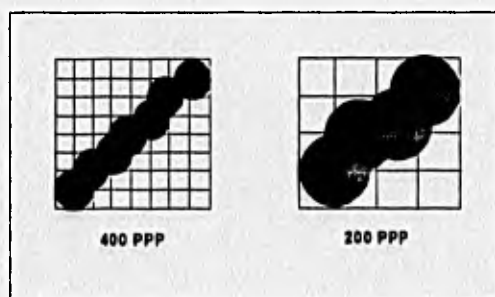


Fig. 2.11 Diferencia de impresión a 400 ppp y 200 ppp.

La creación de una imagen en el mapa de memoria requiere que el proceso acepte información en formato vectorial y produzca una imagen rasterizada. Este es un proceso complicado, pero similar a la programación del movimiento de la pluma en un graficador de plumas.

- Un graficador de plumas mueve el centro de la pluma al paso más cercano del vector que será impreso.
- Una copia de la imagen es creada por el vector a ser trazado al seleccionar los bits correspondientes en la memoria RAM. (fig. 2.12)

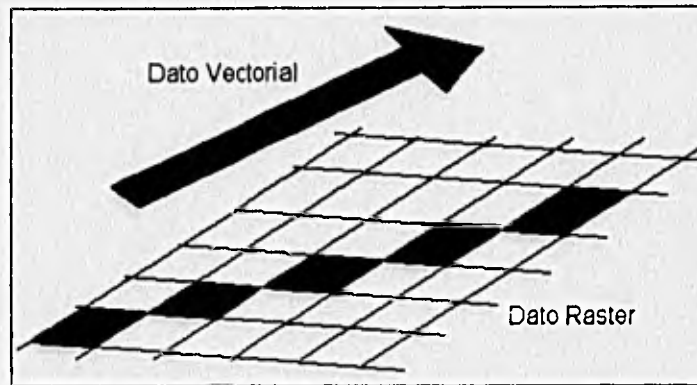


Figura 2.12 Activación de bits en el mapa de memoria raster

### 2.2.3 Rasterización

La labor de activar bits en un arreglo de memoria por medio de un vector se denomina proceso de rasterización. Un vector puede ser rasterizado en una millonésima de segundo. Generar una copia rasterizada de la imagen es mucho más rápido que mover una pluma en un graficador vectorial. Los datos rasterizados pueden ser almacenados por el graficador internamente.

El siguiente paso consiste en transmitir la información rasterizada al dispositivo de impresión. Cada línea rasterizada es enviada en un instante de tiempo al graficador. Cada bit (uno o cero) indica el estado lógico de la imagen en esa línea de rasterización. El graficador dibujara un uno o un cero según sea el estado lógico del dato recibido. (fig. 2.13)

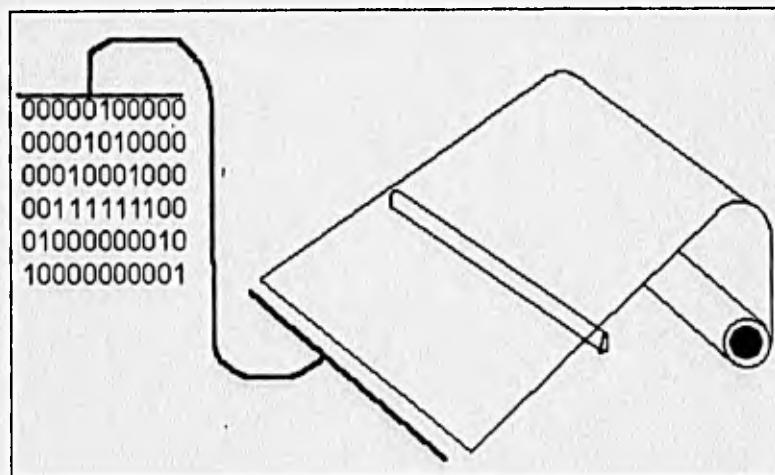


Fig. 2.13 Transmisión de unos y cero al dispositivo de impresión

#### 2.2.4 Tecnologías que emplean el proceso de rasterización.

Son cinco las tecnologías de impresión que emplean el proceso de rasterización:

1. Graficadores de inyección de tinta. (IJ)
2. Graficadores de imagen directa. (DI)
3. Graficadores Láser o LED.
4. Graficadores Electrostáticos.(EPP)
5. Impresoras de transferencia térmica.

El proceso de rasterización explicado con anterioridad se denomina rasterización completa de la imagen, y es utilizado por los dispositivos de raster de impresión pequeños, como las impresoras de transferencia térmica por ejemplo. Los graficadores raster de formato largo emplean métodos más eficientes como el de rasterización parcial de la imagen.

Un pequeño cálculo aritmético nos mostrará la razón de porque el método de rasterización completa de la imagen no es empleado en los graficadores de formato largo. Las siguientes tablas muestran los números en bytes requeridos para obtener imágenes de varios tamaños.

Long. Eje x in.	Total de Puntos en el eje X	Long. Eje Y in.	Total de Puntos en el eje Y	Total de puntos de la imagen	Tamaño de la imagen en Bytes
8.0	1,600	10.0	2,000	3,200,000	400,000
8.5	1,550	11.0	2,050	3,177,500	397,188
11	2,050	17.0	3,250	6,662,500	832,813
17	3,250	22.0	4,250	13,812,500	1,726,563
22	4,250	34.0	6,650	28,262,500	3,532,813
34	6,650	44.00	8,650	57,522,500	7,190,313

Fig. 2.14 Memoria necesaria para un dibujo a 200 puntos por pulgada de resolución

Long. Eje x in.	Total de Puntos en el eje X	Long. Eje Y in.	Total de Puntos en el eje Y	Total de puntos de la imagen	Tamaño de la imagen en Bytes
8.0	3,200	10.0	4,000	12,800,000	1,600,000
8.5	3,400	11.0	4,400	14,960,000	1,870,000
11	4,400	17.0	6,800	29,920,000	3,740,000
17	6,800	22.0	8,800	59,840,000	14,960,000
22	8,800	34.0	13,600	119,680,000	14,960,000
<b>34</b>	<b>13,600</b>	<b>44.00</b>	<b>17,600</b>	<b>239,360,000</b>	<b>28,920,000</b>

Fig. 2.15 Memoria necesaria para un dibujo a 400 puntos por pulgada de resolución.

Los números que se encuentran en negrillas al final, representan un plano tamaño "E" de 34" x 44"; almacenar esta información en memoria RAM sería muy costoso.

### 2.2.5 Proceso de Rasterización parcial de un dibujo.

Una solución alternativa al proceso de rasterización completa de una imagen es la rasterización parcial. Esta técnica es empleada en los graficadores raster de formato grande. Una rasterización parcial de la imagen es realizada en un intervalo de tiempo, esta pequeña parte rasterizada de la imagen es llamada sector. La imagen total es dividida en varios sectores (cada sector está compuesto por varias líneas rasterizadas).

Los sectores son rasterizados cada uno a la vez. La memoria del dibujo rasterizado sólo necesita ser del tamaño del sector de imagen rasterizado, cuando el primer sector de la imagen rasterizada es enviado al dispositivo de impresión, la memoria se encuentra lista para usarse por otro sector. Entonces otro sector es rasterizado.(fig. 2.16).

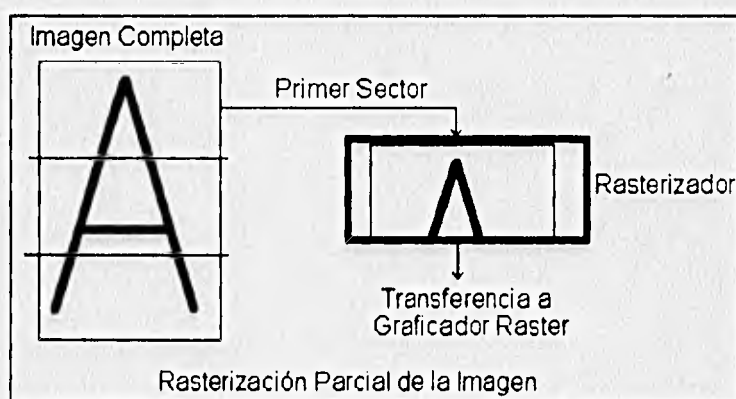


Figura 2.16 Rasterización parcial de la imagen

### 2.2.6 Método del doble buffer

En la actualidad la memoria de rasterización está dividida en dos partes, de esta manera se puede rasterizar un sector mientras el sector previamente rasterizado es enviado al dispositivo de impresión. A este proceso se le conoce como doble Buffer. Mientras un buffer del dibujo es vaciado, el otro buffer es desocupado. El proceso se muestra en la figura 2.17.

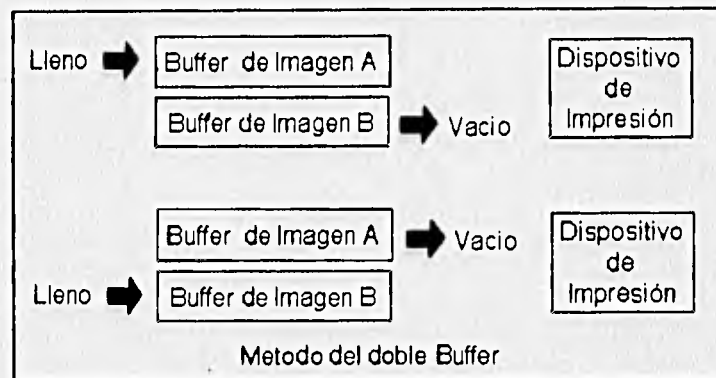


Figura 2.17 Método del doble buffer

### 2.2.7 Ordenamiento de los vectores

El siguiente problema es el de pasar los vectores al rasterizador de una manera eficiente y a un costo bajo, lo que se necesita es un método de ordenar los vectores por sectores. El método de ordenar los vectores por sectores nos permitirá que el controlador identifique y rasterice rápidamente todos los vectores que:

1. Empiecen en un sector.
2. Pasen por un sector.
3. Terminen en un sector.

El proceso de ordenar vectores de esta manera se llama sorteo. El método es similar al utilizado por algunas compañías de correos para acomodar la correspondencia. El servicio postal clasifica el correo utilizando el código postal, el cual es parte de la dirección. En forma similar los vectores son clasificados en una parte apropiada de la memoria distribuyéndolos en cada sector. Los vectores son clasificados para tener un mejor acceso y ahorrar tiempo en el siguiente paso del proceso de rasterización. El sorteo está basado en el punto final del valor mínimo del eje "X" del vector. Cuando todos los vectores han sido clasificados, inicia el proceso de rasterización. (fig. 2.18).

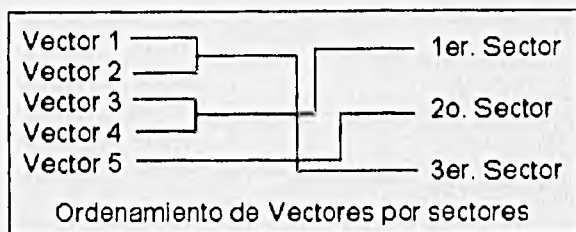


Fig. 2.18 Ordenamiento de vectores por sectores

La información contenida en los vectores no es exclusivamente líneas, también contienen información más compleja como puede ser: arcos, relleno de áreas y textos.

## 2.3 Graficadores de inyección de Tinta

### 2.3.1 Funcionamiento

El método de impresión de este tipo de graficadores está basado en el rocío de tinta sobre algún sustrato de impresión, (papel, vellum, poliéster, etc.). El mecanismo de arrastre de papel y de movimiento del cartucho de tinta es similar al de los graficadores de plumas, también tienen un tambor parcial de lija, ruedas de hule para sujetar el papel, dos motores de pasos, uno para el eje "X" y otro para el eje "Y", para colocar el cartucho de tinta a lo largo de la hoja de papel.

Se pueden distinguir 2 métodos de impresión según dos de los principales fabricantes de graficadores e impresoras de inyección de tinta como lo son HP y Canon.

### 2.3.2 Dos métodos de inyección

Con un poco de suerte y error humano, en los 70's un investigador de Canon descubrió el proceso en el que se basa la impresión de inyectores de tinta cuando accidentalmente tocó una jeringuilla llena de tinta con un soldador caliente. Las investigaciones que siguieron sobre la causa por la cual la tinta salió disparada de la jeringuilla resultaron en la línea Bubble Jet de Canon. En este método de impresión, una corriente eléctrica pasa por una resistencia y calienta a

la tinta contenida en pequeños tubos, la porción mas cercana al calentador se vaporiza y se expande, empujando una gota de tinta a que salga por el inyector. La burbuja entonces se contrae, lo que crea una caída en la presión que hace que mas tinta entre al tubo. El proceso ocurre miles de veces por segundo durante la impresión. La tecnología de *inyección de burbuja* supera a la de *dejar caer según la demanda*, que es piezoeléctrica (la cual se basa en una fuerza mecánica que empuja a la tinta fuera de los inyectores). Las cabezas de impresión de inyectores de burbuja son mecanismos mas simples, sin partes movibles, y de fabricación mas barata. La tecnología de inyección de burbuja también permite que se incluyan mas inyectores en un espacio dado, lo que posibilita lograr una mas alta resolución.

El diseño de Canon se diferencia en la colocación y orientación de la resistencia calentadora. Canon coloca al calentador mas apartado de los inyectores (hacia la parte trasera de cada tubo), permite que los inyectores estén mas agrupados en la cabeza de impresión. Esta ventaja justifica la mayor resolución de Canon (360 ppp) contra la de HP (300 ppp), sin embargo HP reporta que sus inyectores son mas rápidos. (fig. 2.19).

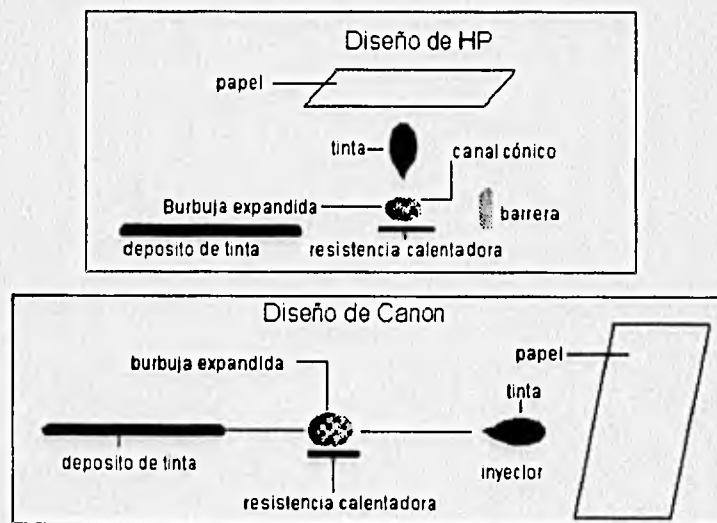


Figura 2.19 Dos métodos de impresión



### **2.3.3 Calidad de impresión y resolución**

La resolución de los graficadores de inyección de tinta depende de la cantidad de agujas que se puedan acomodar en la menor área posible como se explico anteriormente. La resolución real de estos dispositivos es de 300 ppp o 360 ppp según sea el fabricante. Existe un modo *mejorado* de impresión que trata de obtener 600 ppp o 720 ppp, pero en realidad se realiza una doble pasada del mismo cartucho o se acomodan dos cartuchos uno tras otro y aunque la apariencia final mejora, la resolución real es la mitad de la *mejorada*.

### **2.3.4 Características particulares**

Estos graficadores imprimen en diferentes tipos de papel como lo son: bond, vellum, poliester y translucet, tienen definidos internamente una tabla de plumas con diferentes propiedades de grosor, calidad y color. Los graficadores de inyección de tinta de color incluso tienen definida una tabla de colores pantone internamente. Almacenan hasta cuatro configuraciones posibles para distintas aplicaciones, tienen interfase serial y paralela por donde reciben datos en formatos como: 907, 960, PCI, CCRF, CALSG4, HPGL, HPGL/2 y se pueden conectar a diferentes plataformas como IBM PC, Mac o Workstations. Imprimen planos desde tamaño "A" hasta "E" o mas largos en los que operan con rollo. La exactitud que se puede obtener con estos graficadores es de 0.010 in o 0.254 mm. o 0.15% del largo de la linea, lo que resulte mayor. Cuentan con una fuente automática que opera de 90 VAC - 264 VAC, 47 Hz -63 Hz, y un consumo de 0.60 A- 0.20 A.

## **2.4 Graficadores de imagen directa**

### **2.4.1 Funcionamiento**

Este tipo de graficadores imprimen sobre un papel tratado especialmente que contiene partículas suspendidas sensibles al calor, cuentan con una cabeza de impresión que aplica calor en el papel provocando que las partículas cambien de color con la presencia del calor, en términos generales puede ser visto como una maquina grande de fax, que emplea papeles de calidad superior para evitar que se opaque con el tiempo. La cabeza de impresión tiene una disposición de agujas acomodadas en dos hileras como se aprecia en la figura 2.20

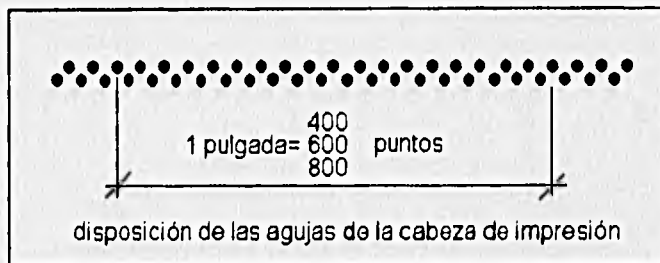


Figura 2.20 Disposición de las agujas en la cabeza de impresión

En la figura 2.21 se puede observar como se realiza el proceso de impresión en este tipo de graficadores, las agujas están dispuestas a lo largo de la cabeza de impresión, el manejo de la información es a través de la rasterización parcial de la imagen y donde hay un "cero" no hay flujo de corriente, por lo tanto la aguja no se calienta y el papel se conserva blanco, donde hay un "uno", hay flujo de corriente por lo que la aguja se calienta y aparece un punto con color negro.

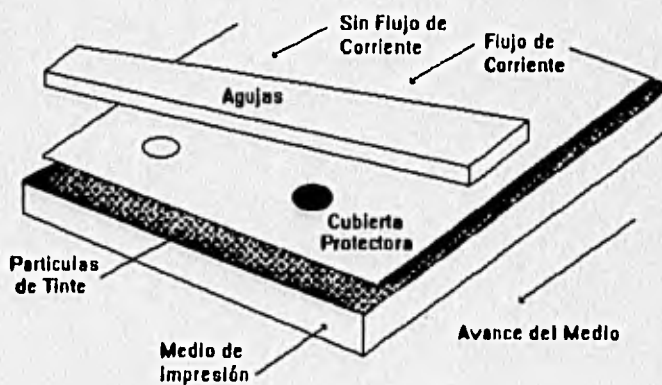


Figura 2.21 Proceso de impresión de imagen directa

#### **2.4.2 Calidad de impresión y resolución**

Los graficadores de imagen directa imprimen a 400 ppp, 600 ppp o 800 ppp de resolución, según el modelo del graficador, la exactitud es de 0.015 ".

#### **2.4.3 Características particulares**

Los tipos de papel en los que puede imprimir este graficador son bond, vellum, translucent, poliéster claro y poliéster transparente, están tratados especialmente para evitar la degradación en el color blanco durante 20 años bajo condiciones normales de almacenamiento y manejo, el papel no acepta que sea humedecido pues las partículas que contiene pueden reaccionar y cambiar de color, produce imágenes limpias sin manchas o errores de impresión, es fácil de operar, su único consumible es el papel pues no emplea ningún tipo de tintas, plumas o cualquier otro suministro adicional, lo cual también hace mas económicas las impresiones que los demás tipos de graficadores cuando el área a imprimir tiene mas del 10 % de la superficie rellena. Puede imprimir hasta en dos colores: negro y rojo, cuando el papel empleado es sensible a reaccionar a dos niveles de temperatura distintos. Cuenta con dos puertos paralelos, dos puertos seriales, y módulos opcionales en donde se pueden insertar tarjetas de red Ethernet directamente o emuladores de terminal 8270 de IBM. Acepta una amplia variedad de formatos de entrada sean estos vectoriales o raster, (PCI, 907, 960, HPGL, HPGL/2, CCRF, CALSG4), ademas detectan automáticamente el tipo de formato que esta recibiendo, lo interpreta y procede a imprimirlo. Tiene un consumo de energía de 750 W - 1100 W.

### **2.5 Graficadores Láser y LED**

#### **2.5.1 Funcionamiento**

Los graficadores LED (Light Emitting Diode), emplean principios electrostáticos en donde, por magnetismo, las cargas opuestas se atraen y las cargas iguales se repelen.

La "adherencia estática de la ropa" que generalmente ocurre durante los periodos de baja humedad, es el resultado de la ropa cargada electrostáticamente actuando contra un cuerpo con un nivel de carga mas bajo, con este principio operan los graficadores electrostáticos y el LED aunque es de calidad láser, el principio de operación que usa es electrostático. Imprimen la imagen utilizando

una carga eléctrica para depositar la tinta sobre el papel, es por lo tanto un método electrostático, los dos elementos más importantes son: la fuente de luz y el tambor fotoconductor a través de los cuales se obtiene la imagen. (fig. 2.22)

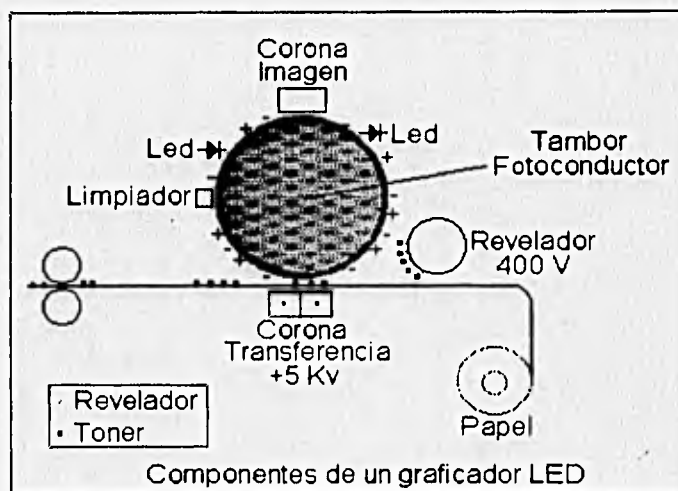


Figura 2.22 Componentes de un graficador LED

El tambor fotoconductor consta de los siguientes elementos: Corona de imagen, Cabeza de leds, unidad reveladora, corona de transferencia, corona de descarga, navaja de limpieza, Led de limpieza.

### 2.5.2 Corona de imagen

Este tambor prepara la impresión de la imagen depositando una carga neutral al tambor fotoconductor, mientras este va girando.

### 2.5.3 Cabeza de leds

La cabeza de leds es la encargada de depositar la carga electrostática en el área del tambor fotoconductor en donde va a ser revelada la imagen, creando así una imagen latente sobre el tambor fotoconductor.

#### **2.5.4 Unidad reveladora**

Esta unidad contiene imanes estáticos internamente que retiran el polvo microfino del revelador fuera de la superficie del tambor, el toner adquiere una carga negativa en la unidad reveladora permitiendo atraerse al revelador, el toner que se encuentra mas cerca del tambor fotoconductor es atraído por los puntos con carga no negativa para convertir la imagen latente en dibujo patente en el siguiente paso. El consumo de toner mediante este método es muy poco debido a que el revelador trabaja como un cepillo empapado en toner.

#### **2.5.5 Corona de transferencia**

Esta corona de alambre descansa sobre la trayectoria de papel, la corona de transferencia deposita una carga positiva sobre el papel, debido a esta carga el dibujo del tambor fotoconductor se transfiere al papel.

#### **2.5.6 Corona neutralizadora**

Esta corona en forma de alambre neutraliza la carga del papel con una carga AC.

#### **2.5.7 Cuchilla de limpieza**

Esta cuchilla retira las partículas de toner restantes del tambor fotoconductor, depositándolo en un recipiente de desperdicio.

#### **2.5.8 Leds de borrado**

Este arreglo de leds borra la imagen latente del tambor fotoconductor y el proceso se repite, debido al tamaño del tambor fotoconductor, una imagen puede requerir para su impresión de varios ciclos de rotación, por lo que realiza una rasterización parcial la imagen en el proceso de impresión.

En los graficadores Láser se tiene un láser que viaja a través de una serie de elementos así como espejos y lentes para hacer contacto con un tambor fotoconductor para obtener una imagen al contacto con el toner microfino en polvo.

### **2.5.9 Calidad de impresión y resolución**

Estos graficadores tienen 400 x 400 ppp de resolución aunque la tendencia va en aumento, los graficadores LED necesitan 9,600 leds a lo ancho del graficador para poder producir imágenes de 400 dpi de resolución.

### **2.5.10 Características particulares**

Este tipo de graficadores tienen el mismo principio de operación que las impresoras láser, y como tal se les debe de analizar, con la ventaja de que pueden obtener impresiones mas grandes. Aceptan diferentes tipos de papel común de impresión, como bond, vellum, translucet y poliéster. Aceptan datos en formatos 907, 960, PCI, HPGL-2, HPGL, CCRF, CCRF uncompressed, CALS CCITT grupo IV tipo 1, TIFF G3/G4, Windows. Tienen un consumo de energía de 1664 W pico y 1466 W promedio.

## **2.6 Graficadores Electroestáticos**

### **2.6.1 Funcionamiento**

Un graficador electrostático es una impresora de formato largo formada de varios subsistemas mecánicos, hidráulicos, eléctricos y electrónicos coordinados entre sí para producir un solo efecto: la impresión de planos o dibujos con una amplia variedad de colores y con la posibilidad de imprimir texturas y dibujos con calidad de fotografía de 400 puntos por pulgada de resolución máxima.

A finales de los 70's Versatec (Xerox), introdujo al mercado el primer graficador electrostático, el cual era monocromático, de 200 ppp, permitiendo imprimir hasta 279 mm. o 11 pulg. en hoja cortada o en rollo, pudiendo operar a una alta velocidad en gráficas o en formato de una impresora alfanumérica con una velocidad superior a los 36.7 mmps (1.45 ips), un máximo de 132 caracteres por línea y una copia en 6 segundos, contando con un controlador el cual permitía conectarse a casi todos los equipos disponibles en el momento, permitiendo en un principio sólo impresiones monocromáticas, en 1984 CalComp fabricó el primer graficador raster electrostático a color del mercado.

Esta es una tecnología de impresión basada en el depósito de una carga electrónica en un papel tratado dielectricamente. El papel es expuesto posteriormente a una tinta líquida la cual contiene pequeñas partículas de carbón que son atraídas al lugar en donde se depositó la carga con anterioridad,

formando así la imagen. Para formar imágenes en color el graficador dispone de cuatro colores básicos, negro, magenta, cian y amarillo y los combina realizando una pasada por color para formar colores diferentes. Las agujas de la cabeza de impresión depositan una carga eléctrica en el papel de impresión.

Los componentes mas importantes de este tipo de graficadores son: la cabeza de impresión, la cámara, las cabezas de tinta. (fig. 2.23).

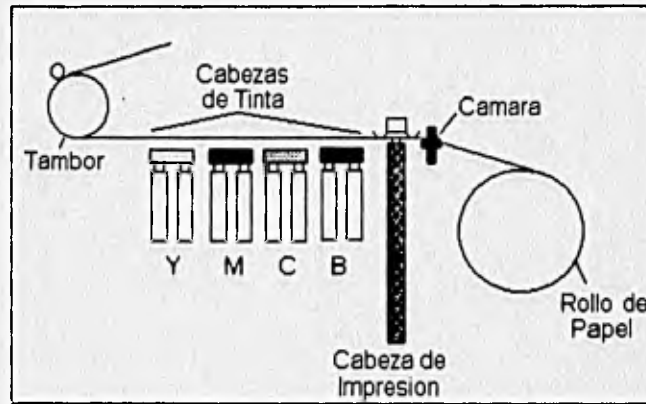


Figura 2.23 Elementos principales de un graficador electrostático

### 2.6.2 Cabeza de Impresión

Esta cabeza de impresión es muy similar en su disposición de agujas que la cabeza de impresión de un graficador de imagen directa, con dos hileras intercaladas de agujas dispuestas en un arreglo de 400 por pulgada, con la diferencia de que deposita una carga electrónica en el papel en lugar de calentarlo. (fig. 2.24).

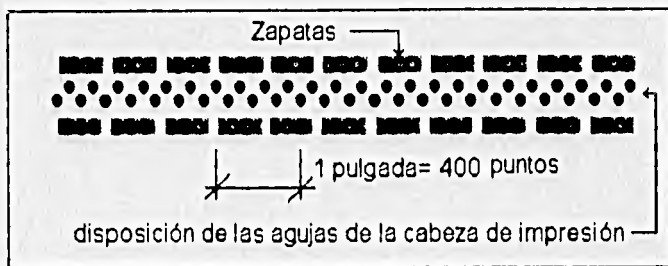


Figura 2.24 Cabeza de impresión de un graficador electrostático

La cabeza de impresión esta compuesta básicamente por nibs (agujas) y Shoes (Zapatos). Las zapatas son las piezas largas de metal colocadas en ambos lados de los extremos de las agujas (nibs). Una cabeza de impresión de 36" tiene 110 pares de Zapatas (Shoes). Durante la impresión, el procesador escoge secuencialmente estos pares de zapatas.

Las agujas son pequeños alambres alineados alternadamente en un par de renglones a lo largo de la cabeza. Los renglones se encuentran separados por una distancia de .010" (0.0254 mm.). La distancia entre los dos renglones equivale a cuatro líneas rasterizadas. La primera aguja se encuentra localizada en el centro de la primera zapata. Cada aguja se encuentra situada en medio de las zapatas adyacentes.

Cada línea dibujada por un graficador electrostático está formada por la superposición de puntos creados por agujas que se encuentran intercaladas en un arreglo de dos renglones a lo largo de la cabeza de impresión. Cada aguja tiene una posición lógica sobre la cabeza y es activada según sea el direccionamiento de los vectores de datos. Cada pulgada de la cabeza de impresión contiene 400 agujas intercaladas entre si para crear líneas más suaves.

Las zapatas contribuyen a magnetizar la superficie de papel, la carga eléctrica que depositan las agujas sobre el papel no es suficiente para atraer las partículas de tinta al papel, la carga depositada por las zapatas se suma a la depositada por las agujas, formando la imagen solamente en donde las agujas depositan su carga.



### 2.6.3 Operación de la cámara

En el proceso de impresión a color, el graficador combina 4 pasadas de colores en la misma área de papel, cada pasada contiene la información necesaria y única para formar los elementos de ese color.

Para asegurar que la impresión de cada color sea colocada exactamente sobre el color anterior, el graficador emplea una marca de registro que coloca en la primera pasada de impresión a color, esta marca es un registro que imprime en el lado derecho del papel, afuera del área normal de impresión.

Durante las subsecuentes pasadas de cada color, una cámara monitorea la posición de esta marca con respecto a los datos que son impresos en ese momento. Si ocurre una expansión o contracción en el papel en ese momento, el sistema de registro efectúa las correcciones necesarias en ese momento.(fig. 2.25).

El sistema mecánico reposiciona la cabeza de impresión para compensar la distorsión en el eje -Y- del papel. En el eje -X- el circuito de impresión demora o adelanta la impresión de las líneas rasterizadas.

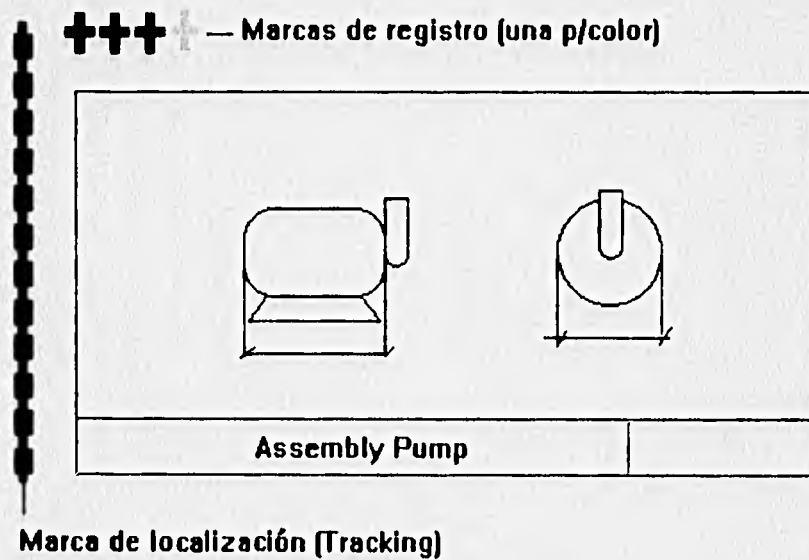


Figura 2.25 Ejemplo de la marca de registro

#### **2.6.4 Características particulares**

El graficador cuenta con dos puertos seriales y dos puertos paralelos, por donde puede recibir información simultáneamente en formatos 907, 960, CCGL, HPGL, HPGL/2, CCRF, tiene un disco duro interno de 400 MB, el cual puede ser reemplazado por uno de mayor capacidad, en el almacena los datos que recibe por los puertos, la cantidad de archivos que puede almacenar un disco duro depende del tamaño del mismo. Cuando la capacidad del disco se sature, el siguiente archivo recibido desplazará al archivo residente en el disco duro con más antigüedad.

#### **2.6.5 Calidad de impresión**

Actualmente los graficadores electrostáticos son de 400 puntos por pulgada de resolución, tienen 8192 tipos de relleno de áreas, 8192 definiciones de tipos de líneas y colores. Son capaces de imprimir archivos con calidad fotográfica y planos con alta definición.

# MÉTODO

### **3. MÉTODO**

El presente es un trabajo retrospectivo, realizado en la compañía Bit Graphica de México S. A. de C. V. durante el periodo de febrero de 1992 a enero de 1994 en donde se analizaron las impresiones de los graficadores de formato largo para el diseño asistido por computadora, siendo el universo 50 impresiones tomadas al azar, de cada uno de los graficadores de plumas, inyección de tinta, Imagen directa, Electrosláticos y no incluyendo los Led o Láser, por no contar con una base instalada en el mercado.

Se efectuaron dos tipos de evaluación del desempeño de los graficadores. El primer método consistió en la evaluación subjetiva de la calidad de impresión de cada uno de los diferentes dispositivos de impresión, utilizando archivos típicos para las pruebas de rendimiento entre los distintos fabricantes de este tipo de dispositivos.

El segundo método consistió en la realización de pruebas de impresión bajo distintas condiciones de operación en cada graficador graficador, pero modificando ciertos parámetros de funcionamiento para obtener así el mejor desempeño sin disminuir la calidad de impresión posible de cada graficador.

Con las pruebas anteriores se obtendrán los parámetros de funcionamiento optimo de cada tecnología de impresión.

También se podrá determinar cual es el rendimiento esperado para cada tecnología.

#### **3.1 Características analizadas**

Las características analizadas para cada graficador fueron: calidad de impresión y rendimiento; la evaluación del material fue realizada por un servidor y la opinión del usuario.

#### **3.2 Calidad de impresión**

Se define al atributo de un sistema que es resultante de que todos sus elementos tengan las características que deben tener, funcionen conforme a lo

establecido y den lugar a los productos esperados, de acuerdo a las normas previstas y se clasifico en:

- **Excelente:** Impresión impecable, tonos adecuados, líneas nítidas
- **Buena:** Impresión con tonos ligeramente diferentes y líneas medianamente nítidas.
- **Regular:** Impresión con tonos diferentes, ligeros errores en el trazado de líneas y medianamente nítidas.
- **Mala:** Impresión deficiente, tonos diferentes, líneas borrosas.

Esta clasificación se realizo de manera subjetiva con el conocimiento de que cada graficador debería de imprimir sin deformación en las líneas o alteración de los tonos de color esperado o algún otro defecto de impresión consecuente a la modificación de los parámetros de funcionamiento.

### **3.3 Rendimiento**

Es la relación que existe entre los productos obtenidos y la unidad de medida de recursos utilizada. Se clasifico de acuerdo al numero de planos realizados en 8 horas de trabajo:

- **Excelente:** 50 planos.
- **Bueno:** 35 planos.
- **Regular:** 20 planos
- **Malo:** menos de 20 planos.

Esta clasificación fue apoyada en las necesidades de impresión de los usuarios de este tipo de dispositivos.

### 3.4 Criterio de inclusión

El criterio de inclusión fue que este material haya sido trabajado únicamente en compañías de reconocida seriedad en la industria como son:

#### Plumas (Vectoriales) .-

Cant	Modelo	Compañías que lo utilizan	Aplicación
27	4036	INEGI, Pemex, CFE.	CAD

#### Inyección de tinta .-

Cant	Modelo	Compañías que lo utilizan	Aplicación
25	5436	INEGI, Comisión Nal. del Agua.	CAD

#### Térmico (imagen directa) .-

Cant	Modelo	Compañías que lo utilizan	Aplicación
15	52436	Chrysler, Latisa, Nacobre.	CAD

#### Electrostático .-

Cant	Modelo	Compañías que lo utilizan	Aplicación
1	68436	Comisión Federal de Electricidad	CAD
2	58444XP	Chrysler de México, VW	CAD
2	68444GA	MegaGraphics de México	Artes Gráficas
1	68444	Essex Internacional (Ciudad Juárez)	CAD
1	67436	American Yazaki (Ciudad Juárez)	CAD
1	5742	Conek, Caterpillar (Monterrey, N.L.)	CAD

Latisa, Latinoamericana de Ingeniería es una compañía dedicada a la maquila de planos, con una impresión de 60 a 80 planos en promedio diarios.

MegaGraphics de México es una compañía dedicada a la publicidad y el diseño de anuncios por computadora, tiene en sus instalaciones 2 graficadores electrostáticos con opción GA (Graphics Arts por sus siglas en ingles).

Essex Internacional y American Yazaki son compañías maquiladoras que utilizan paquetes de diseño como Autocad y MicroCadam respectivamente.

Caterpillar es una compañía dedicada al diseño de maquinaria entre otros productos.

APLICACIÓN  
DEL  
MÉTODO



#### **4. APLICACIÓN DEL MÉTODO.**

El análisis realizado entre los distintos tipos de graficadores existentes se hizo en base a cada tecnología de impresión, con lo cual no se pretende comparar la calidad de impresión entre los graficadores de plumas y los graficadores de inyección de tinta, por ejemplo, pues cada uno tiene diferente calidad de impresión.

Para evaluar la calidad de impresión de cada tecnología, se modificaron ciertos parámetros de funcionamiento así como los suministros utilizados para realizar la impresión del mismo archivo en el mismo tipo de graficador.

El análisis del rendimiento de cada graficador puede compararse entre las distintas tecnologías debido a que se realizó la impresión del mismo archivo en graficadores de todas las tecnologías.

Con los resultados obtenidos se pueden establecer las condiciones óptimas de operación para cada graficador de cada tecnología diferente, a pesar de que existen diferentes marcas de graficadores para cada tecnología, los resultados serán aplicables a cada tecnología.

##### **4.1 Graficadores Vectoriales**

Los parámetros de funcionamiento que fueron variados en este tipo de graficadores fueron:

a) Velocidad de impresión. Es el tiempo que tarda la pluma en recorrer cierta distancia sobre la hoja de papel, la velocidad máxima que puede alcanzar el trazado de una línea recta a lo largo de la hoja de papel puede variar desde 1 pulgada por segundo hasta 42 pulgadas por segundo como máximo.

b) Aceleración. Es la variación de la velocidad para mover la pluma sobre la hoja de papel. El valor máximo puede ser de hasta 4.2 veces la aceleración de la gravedad, se hicieron pruebas en donde se realizó el trazado del mismo dibujo con diferentes valores de aceleración.

c) Tipo de papel empleado. Se realizó el trazado del mismo archivo con diferentes tipos de papel para observar la variación en la calidad de impresión. Las plumas empleadas fueron con punto de tungsteno cuando se utilizó poliéster y punto de acero cuando se utilizó papel bond, la tinta empleada fue especial para graficadores de plumas y otras tintas asequibles en cualquier papelería.

Con los resultados obtenidos se determinaran los parámetros de operación que favorezcan el funcionamiento óptimo del graficador en cuanto a rendimiento y calidad de impresión se refiere.

#### **4.2 Graficadores de inyección de tinta**

Para este tipo de graficadores tenemos las siguientes variables de funcionamiento:

a) **Modo operación.** Este parámetro es equivalente a la velocidad de impresión y a la aceleración, existen básicamente 3 modos de operación: draft, normal y qual. El modo draft imprime a la mitad de la resolución normal, el modo normal imprime a la resolución normal y el modo qual pretende imprimir al doble de la resolución normal, lo cual no es del todo cierto ya que aunque realiza una doble pasada del cartucho de tinta sobre la misma área, la resolución sigue siendo la máxima permitida por la separación de los inyectores del cartucho de tinta.

b) **Tipo de papel empleado.** Existe un papel especial para este tipo de graficadores, aunque también se realizaron pruebas con otros tipos de papel existentes en el mercado.

#### **4.3 Graficadores de imagen directa**

Los parámetros que se modificaron para este tipo de graficadores fueron:

a) **Velocidad de rasterización.** Normalmente este graficador recibe datos en forma vectorial, por lo que es necesario realizar un paso adicional. La rasterización de la imagen se efectúa en la memoria interna del mismo, la velocidad de rasterización determina que tan rápido y cuanta cantidad de memoria asignara el dispositivo para construir esta imagen.

b) **Velocidad de impresión.** Es el tiempo que tardara una imagen en avanzar sobre la cabeza térmica para realizar la impresión de la imagen. La velocidad máxima es de 2.0 pulgadas por segundo a lo largo del eje "Y" de 36 pulgadas.

c) **Tipo de papel utilizado.** A pesar de que los tipos de papel que se consiguen en el mercado es limitado en marcas, se realizaron pruebas de impresión con papel suministrado por 3 fabricantes distintos.

#### **4.4 Graficadores Electrostáticos**

Los parámetros que influyen en la calidad de impresión y en el rendimiento entre otros son:

- a) Velocidad de impresión.
- b) Velocidad de rasterización.
- c) Tipo de papel utilizado.
- d) Temperatura de operación. Debido a la naturaleza de impresión de este tipo de dispositivos, la temperatura es un factor que influye en la calidad de impresión, por lo que también se realizaron impresiones a distintos valores de temperatura.
- e) Humedad relativa del medio ambiente. Este es quizá uno de los factores que sean mas relevantes en la calidad de impresión de estos dispositivos, también se realizaron pruebas para encontrar el valor de humedad relativa que favorezca a la calidad de impresión.

# RESULTADOS

## 5. RESULTADOS

Para la obtención del rendimiento de los graficadores se imprimieron archivos utilizados en pruebas de desempeño para distintos graficadores. Estos archivos contienen información variada, desde plantas arquitectónicas, diseños metalmecánicos y planos topográficos. Los archivos que se escogieron tienen las características típicas de la industria de impresión [24], contienen suficientes líneas y textos, algunos tienen información en forma vectorial. Los archivos topográficos están en formato raster, que es el formato que se maneja para las aplicaciones geológicas y en tercera dimensión. Los archivos que se escogieron fueron los siguientes:

Nombre del archivo	Tamaño [Bytes]	Comentarios
Floorplan	36,323	Planta arquitectónica con muchas entidades de dibujo repetidas y poco texto
AD_AP002	250,000	Planta arquitectónica con mediano texto y detalle en las entidades de dibujo
Facility	294,156	Planta arquitectónica típica
A10	352,000	Archivo con exceso de texto y detalle
Redlands	1,900,000	Curvas en tercera dimensión
World 35	17,000,000	Plano topográfico

### 5.1 Graficadores de plumas

Los graficadores de plumas en donde fueron impresos los archivos se calibraron con los parámetros óptimos para obtener el mejor rendimiento sin afectar la calidad de impresión [24] es decir:

Velocidad de impresión = 20 pulgadas por segundo

Aceleración = 1.2 g

Optimizador de movimiento de la pluma = Habilitado

Tamaño de impresión = 33 x 44 pulgadas

Papel utilizado = Bond con plumas de acero y Poliester con plumas de tungsteno

Estos graficadores solo imprimen planos con información en forma vectorial, de ahí que también se les conozca como vectoriales. Los archivos que se imprimieron fueron, Floorplan, AD\_AP002 a color y monocromático, Facility, y A10 a color y monocromático. El archivo A10 se puede considerar por sus características como los que imprime el INEGI con información catastral, tiras de datos, bastante texto y líneas. Estos archivos poseen información a color pero también fueron impresos con un solo color.

En la gráfica 5.1 se puede apreciar la variación de tiempo que puede tener un archivo impreso en un graficador de este tipo cuando se imprime con varios colores y cuando se imprime con un solo color, esto es debido al numeroso intercambio de plumas que debe de realizar, a la excedente cantidad de texto contenida en un solo archivo, a ashurados y rellenos de área, y a la simbología del plano.

**Tiempo necesario de impresión para cada archivo en graficadores de plumas**

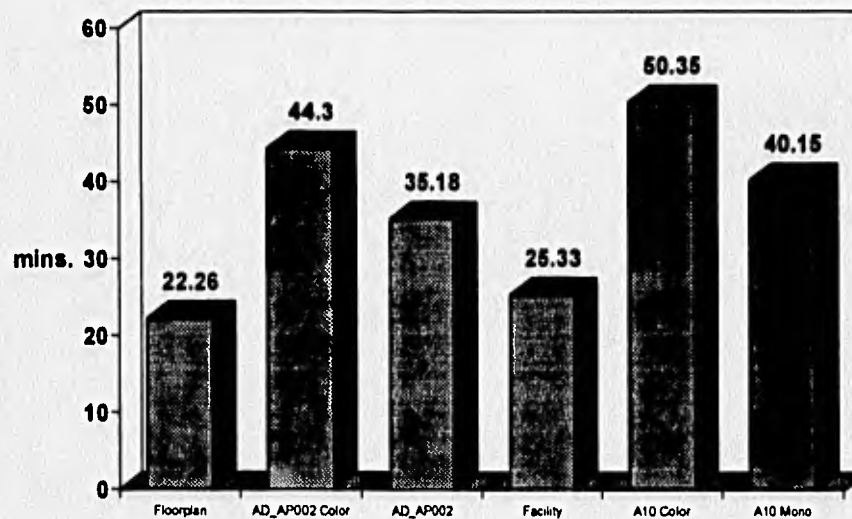


Fig. 5.1 Rendimiento de los graficadores de plumas

#### 5.1.1 Rendimiento

El rendimiento obtenido de este tipo de graficadores se puede decir que es malo, al realizar menos de 20 planos con cantidades de información típicas del mercado en 8 horas de trabajo, por lo que se recomienda únicamente para compañías pequeñas. En caso de que una compañía mediana o grande requiera de la calidad de presentación de este tipo de graficador deberá contemplar la adquisición de dos o mas unidades de este tipo.[24]

#### 5.1.2 Variación de parámetros

Para la realización de las pruebas de impresión con diferentes tipos de papel, se utilizo papel bond especial para graficador de plumas, papel bond #22 comercial y papel bond similar al utilizado en las impresoras de matriz de puntos. También se utilizo poliester especial para graficadores de plumas y herculene. De acuerdo a los resultados obtenidos de las pruebas realizadas con diferentes tipos de papel, se observo que el acabado en la superficie del papel es determinante en la calidad de impresión, mientras la superficie de

impresión tenga la fibra de papel muy cerrada y presente un acabado satinado, la calidad de impresión será excelente. Mientras mas porosa sea la superficie de impresión, menor será la calidad de impresión. La fricción que se genere por el movimiento de la pluma sobre el medio de impresión será mayor y la punta de la pluma tendera a rasgar la superficie, bloqueando el flujo de tinta.

La calidad del medio de papel es determinante en este tipo de graficadores, un papel de excelente calidad, permite trabajar a este tipo de graficadores en los límites máximos aconsejados de velocidad de impresión y aceleración de la pluma, prolongara la duración del punto de la pluma, las líneas trazadas serán de alta calidad y se podrá obtener un rendimiento optimo. En cambio, un tipo de papel de regular calidad, permitirá un mínimo ahorro en el costo de impresión por plano, pero generara un intercambio de plumas mas frecuente debido al desgaste prematuro en los puntos de las plumas. Las calidades de las líneas solo serán aceptables cuando las plumas sean nuevas y al comienzo del dibujo. Al final del dibujo será muy probable que la punta de la pluma haya rasgado la superficie de papel y haya bloqueado el flujo de tinta parcial o totalmente. La velocidad de impresión y la aceleración deberá de ser disminuida para tratar de compensar el efecto del desgaste prematuro, pero el rendimiento de impresión será también menor [24].

### **5.2 Graficadores de inyección de tinta**

Los graficadores de inyección de tinta fueron calibrados de la siguiente manera:

Velocidad = Unidireccional lenta

Tamaño de impresión = 33 x 44 pulgadas

Papel = Bond y Poliester para inyección de tinta

Aunque estos graficadores pueden imprimir bidireccionalmente, el modo unidireccional es el que brinda mayor calidad de impresión. Los archivos que se imprimieron en estos graficadores fueron Floorplan, AD\_AP002 a color y monocromatico, A10 a color y monocromatico, Redlands a color y monocromatico y World35 a color y monocromatico. Los dos últimos archivos fueron con información de tipo raster.

En la gráfica 5.2 se puede apreciar como se reduce la cantidad de tiempo necesaria de impresión hasta en cinco veces con este tipo de graficadores con respecto a los graficadores de plumas.

### Tiempo de impresión para cada archivo en graficador de inyección de tinta

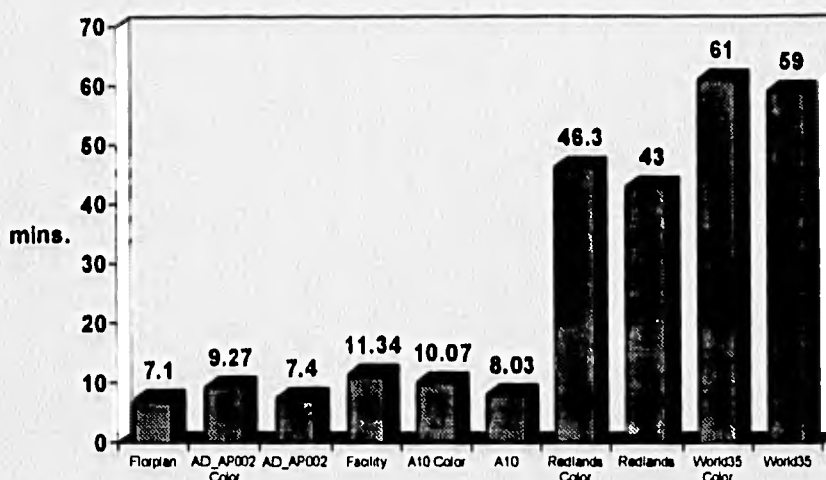


Fig. 5.2 Tiempo de impresión para cada archivo en graficador de inyección de tinta

También podemos apreciar la impresión de dos archivos diferentes a los escogidos con los graficadores de plumas, estos contienen información en formato raster. La posibilidad de imprimir archivos de vectores o en formato raster ha hecho que este tipo de graficadores tengan mayor aceptación entre los usuarios. Algunos los utilizan incluso para producir planos de Artes gráficas.

#### 5.2.1 Rendimiento

El rendimiento de este tipo de graficadores lo podemos clasificar entre regular y bueno dependiendo del tipo de aplicación para que se emplee, pues aunque tiene un rendimiento superior al de plumas, necesita de la revisión continua del usuario para el reemplazo de cartuchos de tinta o papel.

#### 5.2.2 Variación de parámetros

Para realizar distintas pruebas de impresión en este tipo de graficadores, se utilizaron diferentes tipos de papel. Los papeles usados fueron: papel para graficador de plumas de alta calidad, papel bond #22, y papel bond especial para graficadores de inyección de tinta de diferentes marcas.

Se encontró que el papel bond especial para graficadores de inyección de tinta tiene una capa superior con un acabado muy suave, el cual sirve para evitar el corrimiento de la tinta. El papel bond para graficadores de plumas presenta cierto corrimiento en las líneas impresas, pues al carecer de dicho acabado, la tinta se expande ligeramente por la fibra del papel. En este tipo de graficadores no hay contacto entre el cartucho de tinta y el papel, por lo tanto no hay desgaste por fricción. Es posible utilizar papel para graficadores de plumas,



con la advertencia de que la calidad no será la mejor posible, y si se tendrá un ahorro en el precio de papel para la realización de planos de prueba, pero cuando sea necesario una impresión de calidad final, será indispensable utilizar un papel especial para graficadores de inyección de tinta. El papel para este tipo de graficadores no puede ser utilizado en los graficadores de plumas, debido a la capa suave que presenta, la cual se levanta al paso de la pluma ocasionando que el punto se obstruya de manera similar a pintar sobre un gis de pizarrón de escuela [24].

### 5.3 Graficadores térmicos

En estos graficadores se puede controlar la velocidad de rasterización, que es la velocidad en que convertirá en información raster (unos y ceros) la información vectorial recibida, y la velocidad de impresión, también se puede modificar la resolución de impresión, esta puede ser: normal (impresión a la resolución estandar), draft (impresión a la mitad de la resolución estandar a lo largo del eje "X") y qual (impresión estandar en el eje "Y", duplicada en el eje "X").

Los parámetros para realizar las pruebas de desempeño en estos graficadores fueron:

- Velocidad de rasterización = 5
- Velocidad de impresión = 5
- Resolución de impresión = Qual
- Papel = Bond y poliester para graficador térmico

#### Tiempo necesario de impresión en un graficador Térmico

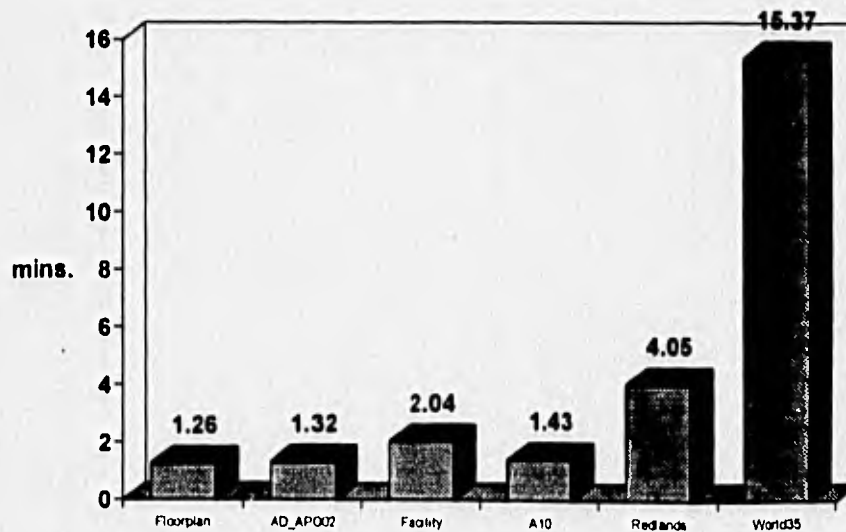


Fig. 5.3 Tiempo de impresión para cada archivo en un graficador térmico

### **5.3.1 Rendimiento**

La reducción de tiempos de impresión en este tipo de graficadores lo convierte en el graficador con mas alto desempeño, ideal para aplicaciones con elevado volumen de impresión con aplicaciones monocromáticas, pues aunque este graficador puede imprimir en dos colores (negro y rojo), el rojo se obtiene gracias a que el papel es termo sensible a dos niveles distintos de temperatura obteniendo así, el color negro a un nivel de temperatura menor al rojo.

El papel bicolor o sensible a dos temperaturas diferentes tiene varios inconvenientes para su aceptación de uso, los cuales son: el elevado costo, la baja calidad en el papel siendo este muy delgado, característica que lo convierte en poco manejable por el usuario, además de que es muy inestable a conservar sus tonos con el paso del tiempo, razones por las que se considera a los graficadores térmicos como monocromaticos.

El rendimiento de este graficador es excelente y recomendable para compañías medianas y grandes que tienen muy elevados volúmenes de impresión.

### **5.3.2 Variación de parámetros**

El único suministro que utiliza este tipo de graficador es el papel. Algunas marcas de papel dejan residuos sobre la cabeza de papel, evitando que la impresión sea uniforme. Para solucionar este inconveniente es necesario limpiar la cabeza térmica cada vez que sea instalado un rollo nuevo de papel [24].

## **5.4 Graficadores Electroestáticos**

Estos graficadores de alto rendimiento son utilizados por las grandes compañías para la impresión de planos CAD, sísmicas y Artes gráficas. Son graficadores con muchos años en la industria y algunas aplicaciones sísmicas solo tienen salida a impresión para este tipo de graficadores, lo cual hace necesaria la adquisición de estos graficadores para los usuarios de aplicaciones topográficas y geosísmicas.

Los parámetros de operación de los graficadores electroestáticos, fueron los siguientes:

Velocidad de rasterización = 5  
Velocidad de impresión = 5  
Resolución = Qual  
Papel = Bond y poliéster para electrostático

### **5.4.1 Rendimiento**

El rendimiento de este graficador es bueno pero puede ser excelente según el tipo de aplicación y el tipo de información en los archivos, es la mejor alternativa para elevados volúmenes de impresión con planos a color, especial para compañías grandes.

### Tiempo de Impresión necesario de los graficadores Electrostaticos

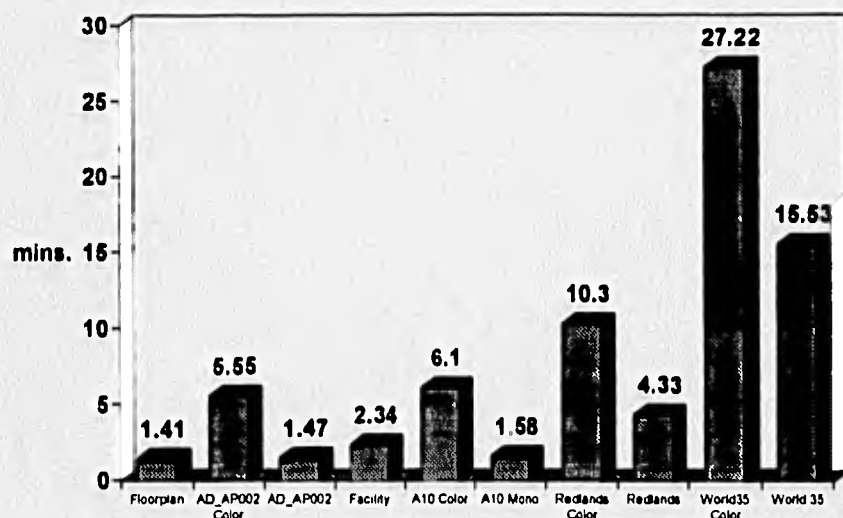


Fig. 5.4 Tiempo de impresión para cada archivo en un graficador electrostático

#### 5.4.2 Variación de parámetros

Los graficadores electrostáticos trabajan con rollo, por lo que no es posible colocar un papel diferente en hoja cortada. Existen muy pocas marcas de fabricantes de tipos de papel para graficador electrostático. Los papeles de diferentes marcas utilizados en los graficadores electrostáticos de trabajo, brindaron en general buena calidad de impresión. Se puede decir que el papel no es un factor determinante para mejorar la calidad de impresión.

Las tintas constituyen el otro suministro necesario para la operación de este tipo de graficadores. No se realizaron pruebas con distintas marcas de tintas, pues la composición química de las tintas de cada fabricante es distinta [24].

#### 5.5 Comparación entre los diferentes tipos de graficadores

En la gráfica se puede apreciar los tiempos necesarios de impresión para cada archivo en los graficadores de cada tecnología diferente.

Cuadro de rendimiento comparativo entre los diferentes graficadores (tiempo de impresión).

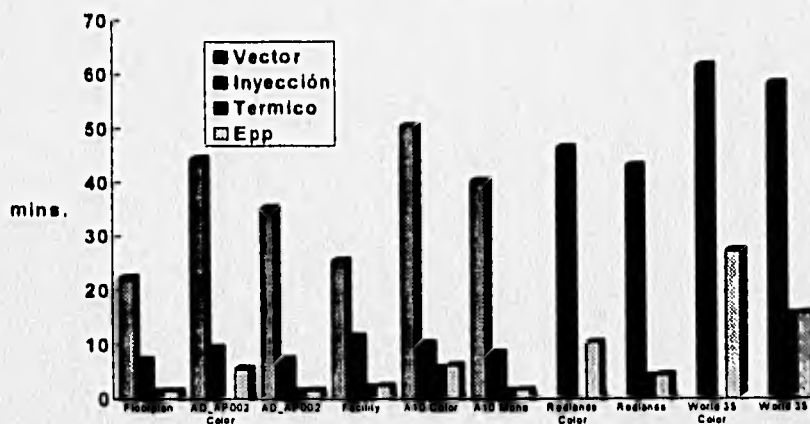


Fig. 5.5 Cuadro de rendimiento comparativo entre los distintos tipos de graficadores

En un graficador de inyección de tinta con respecto a uno de plumas, el desempeño mejora hasta en cinco veces.

Nuevamente el desempeño mejora con el empleo de los graficadores térmicos con respecto a los graficadores de inyección de tinta hasta en cinco veces, y se consigue la impresión de planos sin la atención del usuario, factor que puede ser importante para algunas compañías al no existir la necesidad de cargar cada hoja de papel, verificar el estado de la tinta en las plumas o en los cartuchos, la impresión puede efectuarse por varios departamentos simultáneamente mientras el graficador se encarga de administrar la cola de impresión.

Actualmente hay graficadores de inyección de tinta que trabajan con rollo, lo cual también podría ofrecer una impresión sin la atención del usuario, pero ninguno tiene un disco duro interno para manejar una cola de impresión como los graficadores térmicos o electrostáticos. Los graficadores de inyección de tinta ofrecen la posibilidad de impresión de planos a color, en base a la combinación de los cuatro cartuchos de tinta (negro rojo, azul y amarillo) en un número aproximado de 256 colores diferentes.

Los graficadores electrostáticos tienen un rendimiento ligeramente menor a los térmicos, debido a que necesitan de un tiempo adicional para secar el papel después de realizar la impresión, y cuando la impresión es a colores necesitan realizar cuatro pasadas, una por cada color (negro, azul, rojo y amarillo) además de una pasada adicional para imprimir la marca de registro y asegurar un empalme correcto en los colores. Sin embargo estos dispositivos tienen mucha aceptación en las grandes compañías porque constituyen la mejor opción para elevados volúmenes de impresión, con color (8192 colores posibles) sin el inconveniente del papel sensible a la temperatura [24].

## **5.6 Calidad de impresión**

### **5.6.1 Graficadores de plumas**

Con respecto a los resultados obtenidos se puede concluir lo siguiente: cuando se utilizan los suministros apropiados en los graficadores de plumas se obtienen planos con alta calidad de impresión, quizá esto resulte obvio a simple vista pero puede no serlo en general, pues el usuario considera que puede utilizar casi los mismos suministros en este tipo de graficadores como cuando realizaba sus planos con la ayuda de escuadras y una mesa de dibujo, utilizando el mismo papel bond, albanene y herculene, la misma tinta china para sus estilografos, etc., pero nada hay más erróneo al respecto porque se debe de considerar que todos los graficadores tienen papeles especiales de graficación, plumas y tintas especiales de dibujo, y el empleo de materiales distintos puede traer consigo una baja calidad de impresión y el deterioro mismo del graficador.

También se encontró que en el mercado de este tipo de suministros existen diferentes tipos de papel con la calidad suficiente para ser utilizados en lugar de los suministros exclusivos del fabricante con un ahorro de dinero.

Sin embargo es conveniente seguir ciertas recomendaciones para obtener planos de alta calidad como son:

- utilizar papel de alta calidad, por lo general todos los graficadores tienen papeles especiales de graficación, sin embargo en este tipo de graficador es más susceptible que el usuario intente utilizar papeles convencionales para restirador y pretenda obtener planos con buena presentación, lo cual no siempre se consigue ya que el papel para imprimir en graficadores de plumas, tiene un acabado satinado que reduce la fricción que se produce por el movimiento de la punta de acero de la pluma sobre la superficie del papel, evitando así un desgaste prematuro del punto.
- Cuando se utiliza poliéster, los puntos que se deben utilizar son de tungsteno debido a que este material es más abrasivo y puede dañar con un solo plano un punto de acero. Cuando se utiliza el papel adecuado, se evita que la pluma rasgue el papel al paso de esta, atrayendo hacia sí misma la fibra del papel, provocando que el punto se tape y que se pierda información de vectores que no fueron trazados [24].

### **5.6.2 Graficadores de inyección de tinta**

En este tipo de graficadores encontramos que los usuarios que utilizaban suministros adecuados no solo obtenían excelente calidad de impresión como sería lo esperado, la calidad de impresión también fue buena al no poder

obtener líneas completamente horizontales y verticales, y ligeras deformaciones en el trazado de textos. 10 obtuvieron resultados excelentes pero 14 clasificaron sus impresiones como buenas, se investigó al respecto y se encontró que debido al movimiento del cartucho sobre el eje "Y", se ocasionaba un ligero defasamiento en el trazado de las líneas y textos, algunos graficadores tienen como recomendación normal el calibrar este problema para reducir sus efectos al máximo pero aun así los resultados mejoraban muy poco. Con suministros alternativos es muy difícil de obtener excelente calidad de impresión, pues el papel siempre debe ser especial para graficador de inyección de tinta así como el poliéster. cuatro obtuvieron excelentes resultados pero el papel también era especial para graficador de este tipo, 5 consideraron que obtenían buenos resultados utilizando el mejor papel bond para graficador de plumas, 8 obtuvo resultados regulares al utilizar papel bond de menor calidad con expansión de la tinta en el trazado de líneas, por último 9 obtuvieron malos resultados al utilizar papel bond del tipo de impresoras de matriz de puntos, papel milimétrico bond normal y herculene normal, en este último la tinta no seca y sufre corrimiento aun después de 24 horas [24].

### **5.6.3 Graficador Térmico**

La calidad de impresión es por lo general excelente en este tipo de graficadores, al obtenerse en 28 veces con suministros originales y 15 veces con suministros alternativos, en este tipo de graficadores no hay tintas que reemplazar, rellenar o lavar, ni cartuchos de tinta que reemplazar. Las impresiones suelen ser limpias y precisas las únicas deformaciones se distinguen por la resolución del graficador, pero en los nuevos graficadores de 800 x 800 puntos por pulgada de resolución dejara de ser considerable y los círculos serán casi perfectos para el ojo humano. 6 veces se detectaron resultados buenos y en una ocasión regular, se investigó a fondo y se encontró que cuando se utilizan suministros alternativos de otros fabricantes, se depositaban partículas de la capa protectora del papel en la cabeza térmica y con el tiempo se acumulaban produciendo un calentamiento adicional en las regiones en que se hallaban, quemando el papel a lo largo de la impresión, este factor se eliminaba limpiando la cabeza térmica, y no se encontraron a la fecha efectos posteriores que pudieran dañar la cabeza [24].

### **5.6.4 Graficadores Electrostáticos**

Estos graficadores necesitan de varios factores para poder obtener excelente calidad de impresión, entre ellos se encuentra la temperatura, que debe de ser lo mas cercano posible a 27 °C, la humedad relativa que debe de ser lo mas cercano posible a 55 %, el estado de las tintas, mientras mas nuevas mejor, las cuales sufren de una oxidación que impide obtener incluso una buena calidad cuando apenas se ha agotado el 10 % del total de la tinta en aplicaciones de artes gráficas. Pero en términos generales se puede decir que la humedad relativa es uno de los factores que mas influyen en la calidad de impresión aunque se tengan suministros adecuados o alternativos. se obtuvieron 12 impresiones de excelente calidad con suministros adecuados y con una humedad de 50% al 60%, 10 con calificación de bien con una humedad

de 40% al 60%, 2 con calificación regular siendo la humedad de 30% al 40%, y 3 impresiones malas con humedad inferior al 30%, con suministros alternativos también se obtuvieron excelentes impresiones en 7 ocasiones con la humedad del 50 al 60%, buenas impresiones con humedad del 40% al 50%, 4 impresiones regulares con humedad del 30% al 40%, y 3 impresiones malas igualmente con humedad inferior al 30% [24].

## **5.7 Problemática de servicio**

### **5.7.1 Graficadores de plumas**

Estos graficadores tienen un tiempo de diseño antes de que ocurra alguna falla (MTBF, Minimun Time Before Fail), mayor a las 6000 hrs., lo cual los convierte en dispositivos muy confiables de operación, su uso es muy sencillo pues solo se necesita colocar una hoja de papel y plumas en la torreta de plumas y están listos para empezar a trabajar,

El mantenimiento en este tipo de graficadores es muy sencillo, consiste en limpiar las barras guía por donde corre el carro que sujeta a la pluma que realiza el trazado, estas barras carecen de protección alguna, pues deben estar libres para que el carro se deslice suavemente hasta la posición en donde el motor de pasos se lo indique para lograr líneas suaves, también es común que estos graficadores no reconozcan el tamaño de papel que se utiliza o algún tipo de pluma, normalmente se refiere esta falla como una falta de limpieza en los sensores correspondientes, los cuales al encontrarse con polvo entre ellos provocan situaciones anormales de operación. La limpieza y el uso de suministros adecuados garantizan la calidad en la presentación de los planos y el incremento en la confiabilidad de estos dispositivos [24].

### **5.7.2 Graficadores de inyección de tinta**

El principal elemento para evaluar la confiabilidad de este tipo de graficadores es el cartucho de tinta, en algunos graficadores no se alcanza a distinguir si el cartucho tiene la suficiente tinta para el plano siguiente, por lo general se utiliza mientras este imprima y cuando el cartucho empieza a pintar deficientemente, se reemplaza, desperdiciando así la hoja presente y la tinta restante en el interior del cartucho,

Este tipo de graficadores emplea un tipo de papel especial para inyección de tinta, el cual tiene un acabado que absorbe la tinta y evita el corrimiento que ocurre en el papel convencional, incluyendo el vellum y poliester.

El movimiento del cartucho de impresión se efectúa al igual que en los graficadores de plumas a lo largo del eje "Y", por lo que debe de conservarse limpias las barras por donde este corre, el cartucho no tiene contacto con el medio de impresión, pero si suele adherirse polvo y residuos de tinta a la salida de los inyectores y causar impresiones defectuosas, en algunas ocasiones con una limpieza con papel tejido se corrige esta situación, en la mayoría de los casos se debe de reemplazar el cartucho aunque todavía tenga tinta. El rango de humedad relativa de operación es del 20 % al 60 % aunque todavía no se han cuantificado las fallas que podrían ocurrir si se opera a niveles menores de humedad relativa, a niveles mayores podría ocurrir condensación que llegase a dañar los componentes electrónicos [24].

### **5.7.3 Graficador Térmico**

Estos graficadores son los que menos fallas presentan a lo largo de su vida útil siempre y cuando las condiciones de alimentación de energía eléctrica estén reguladas y los suministros sean los apropiados, tienen pocas piezas móviles, el único suministro es el papel, evitando así tener que recargar o limpiar plumas o preocuparse por la cantidad de tinta restante. El único inconveniente de este tipo de graficadores es que utilizan un papel que reacciona al contacto del calor por lo que en algunas reproductoras heliográficas se daña el papel. Esto no sucede con las copiadoras de planos modernas. Tampoco se recomienda hacer correcciones sobre este tipo de papel con plumones pues el papel reacciona positivamente y crea líneas más gruesas a las realizadas por la corrección.

Sin embargo el papel está diseñado para conservarse bajo condiciones normales de almacenamiento durante 20 años

El servicio para estos graficadores es mínimo y se reduce a limpiar los residuos de papel de la cabeza térmica con papel tejido y alcohol isopropílico [24].

### **5.7.4 Graficadores Electrostáticos**

Los factores más importantes para hacer de estos dispositivos confiables son el voltaje de alimentación para un graficador de 36" se debe de tener un sistema de respaldo de energía eléctrica de 2 KVA y para un graficador de 44" de ancho se deben de tener 3 KVA y la humedad relativa del medio ambiente, la cual es óptima al 50 %. La confiabilidad de estos dispositivos es directamente proporcional al cuidado de estas medidas. El uso de estos graficadores requiere del entrenamiento del usuario.



La calidad de las impresiones en estos dispositivos es afectada por el medio ambiente de operación, por lo que la mayoría de las fallas pueden eliminarse si se tiene un medio ambiente controlado, el tipo de papel, el estado de las tintas y la calibración propia de los parámetros de impresión también influyen en la calidad.

El mantenimiento preventivo que se debe realizar incluye la revisión periódica y limpieza del graficador así como el registro en una bitácora de las acciones para ser analizadas en caso de falla del equipo.

La limpieza de este tipo de graficadores debe de ser una acción programada, se recomienda limpiar el graficador completamente cada vez que se cambien las tintas, evitando así el reemplazo de las válvulas y las bombas de tinta. Para los graficadores de artes gráficas se recomienda el reemplazo de las mangueras del sistema de impresión cada 1000 metros de papel impresos.

Generalmente mientras mas nuevas son las tintas, las impresiones son mejores. La vida útil de las tintas es de un año aproximadamente, sin embargo después de estar por 3 o 4 semanas en el graficador las tintas pueden empezar a perder su carga, lo cual también afectara a la calidad de impresión. Si la humedad relativa es baja, las imágenes tienden a ser mas oscuras, en cambio si la humedad relativa es alta, el papel suele deformarse ocasionando errores de registro [24].

# CONCLUSIONES

## **6. CONCLUSIONES**

### **6.1 Graficadores de plumas**

Estos graphicadores permiten la impresión de planos al costo mas bajo por plano, pero también son los graphicadores de menor rendimiento, si se reduce la velocidad de impresión y la aceleración se retrasa el desgaste de los puntos, pueden mezclarse plumas de fibra de colores y plumas de acero para obtener mejor presentación. Los usuarios de estos graphicadores son compañías pequeñas y medianas, con bajos volúmenes de impresión o con alta calidad de impresión [20].

#### **6.1.1 Ventajas**

Alta resolución, bajo costo de la unidad, mantenimiento mínimo.

#### **6.1.2 Desventajas**

Bajo rendimiento, problemas con la fluidez de la tinta en los puntos ocasionado por el desgaste y falta de limpieza.

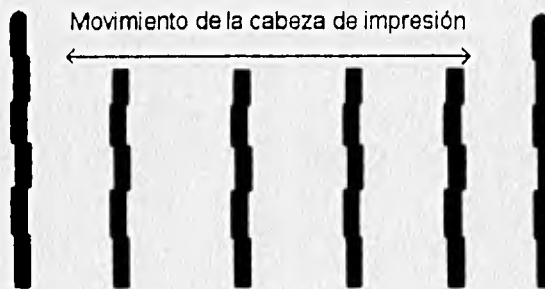
### **6.2 Graficador de inyección de tinta**

Esta tecnología de impresión en base de rocío de tinta sobre el papel, tiene algunos inconvenientes, por ejemplo el secado de la tinta sobre el papel, la cual necesita mayor tiempo para secar por completo en materiales como el poliéster.

La impresión de planos se limita a la capacidad de tinta almacenada en un cartucho de tinta de 27 c/c. o menor, además es muy difícil saber si la capacidad restante en el cartucho será suficiente para la impresión completa del plano.

El costo por plano es muy variable y depende de la cantidad de tinta empleada en cada plano. La impresión de un plano con el 5 % del área cubierta de tinta tiene un costo de \$1.56 Dlls, sin embargo la impresión de un plano con el 50% del área cubierta tiene un costo de \$11.50 Dlls [18].

Este tipo de graficadores no imprime líneas completamente rectas a lo largo del eje "x", pues la formación de éstas se realiza con un movimiento continuo del cartucho de tinta sobre el papel, ocurriendo un ligero defasamiento en el trazado de la línea como lo indica la figura [24]:



los graficadores de inyección de tinta son dispositivos que se han popularizado últimamente, tienen un costo por unidad accesible para compañías pequeñas y medianas. Los actuales graficadores de inyección de tinta a color sustituirán a los graficadores electrostáticos en las aplicaciones tipo CAD con volúmenes de impresión medianos, pues brindan una amplia gama de colores a un costo accesible.

Con respecto a las artes gráficas se está comenzando a utilizar estos graficadores, pero el costo por plano todavía es muy elevado y el desempeño es muy bajo aun. En la medida en que se mejore el rendimiento de estos graficadores se podrá sustituir a los graficadores electrostáticos, pues tiene menos requisitos de operación.

#### **6.2.1 Ventajas**

Mayor flexibilidad a la humedad relativa del medio ambiente (5% al 70%),  
Costo de la unidad más económica

### **6.2.2 Desventajas**

Defectos de impresión cuando se realizan áreas rellenas, sobreponiéndose o dejando espacios en blanco entre si, cantidad limitada de tinta en cada cartucho, costo por plano según el porcentaje de relleno de área en el dibujo, chorreo de tinta en las fibras del papel bond, ondulaciones en el papel en zonas con relleno de áreas (cuando la tinta tiene una base de agua), mayor tiempo necesario para impresión, necesidad de secado del plano después de la impresión, el tiempo de impresión depende del sustrato utilizado (es el doble en vellum y poliéster comparado al bond). El tiempo de secado después de la impresión también es dependiente del sustrato utilizado (1 minuto para bond y 4 minutos para vellum y poliéster) [14].

El graficador de inyección de tinta es ineficiente en impresión secuencial de planos, pues no es capaz de realizar multitareas (impresión simultánea a la impresión), esta tecnología de impresión sería más versátil si se le añadiera un controlador con capacidad de almacenamiento de archivos para permitir el manejo de colas de impresión y la impresión secuencial, así como mejorar la técnica de impresión para hacerla más rápida y sin defectos. Con las ventajas anteriores esta tecnología de impresión tendría los elementos suficientes para desplazar del mercado a los graficadores electrostáticos.

### **6.3 Graficador Térmico**

Este graficador es un dispositivo de alto rendimiento, de alta calidad en sus impresiones, utilizado principalmente en compañías con volúmenes altos de impresión de planos monocromáticos, el papel que utiliza es el único consumible necesario para poder realizar la impresión.

Los graficadores térmicos son equipos de alto rendimiento cuya única desventaja para algunos usuarios es el papel térmico que emplea, aunque éste ha tenido mejoras considerables para brindar almacenamiento de planos de hasta 20 años, no es del completo agrado para algunos usuarios. Este "inconveniente" es generosamente sustituido por las ventajas de trabajar sin plumas, tintas y demás consumibles que añaden un costo adicional a cada plano.

Recientemente salió al mercado un sistema de impresión que aprovecha las características de esta tecnología de impresión para producir los negativos de impresión utilizados en los métodos tradicionales de fotomontajes. El sistema imprime directamente sobre un sustrato plástico diseñado especialmente para resistir altas temperaturas. De esta manera se obtiene la impresión necesaria con separación de colores sin utilizar un cuarto oscuro o medios fotográficos. El tiempo necesario para producir estos negativos es mucho menor al tradicional, no emplea químicos y ayuda a incrementar la productividad a la industria de la serigrafía y litografía en la producción de periódicos, revistas, estampados en textiles, etc [19].

#### **6.3.1 Ventajas**

No necesita de plumas, tintas o algún otro consumible diferente al papel, no tiene problemas de secado de planos, así como todos los problemas ocasionados por la tinta en los graficadores de inyección. El rellenado de áreas no tiene costo adicional, por lo que el costo por plano es constante y menor a cualquier otro graficador en grandes volúmenes de impresión.

#### **6.3.2 Desventajas**

Impresiones únicamente en dos colores máximo (rojo y negro).

Emplea un papel especial para imprimir y es difícil para foto reproducir los planos en copiadoras antiguas.

#### **6.4 Graficador Electrostático**

Debido a la naturaleza de impresión electrostática, muchos factores interactúan afectando a la calidad de impresión. Factores como el tipo de papel, humedad, temperatura y calibración propia del graficador influyen en la calidad de impresión de un plano.

Es muy fácil que la variación de un solo factor de los anteriores afecte considerablemente la calidad de impresión, por lo que se debe de mantener todos los parámetros vigilados, para obtener calidad en las impresiones a menudo se debe de modificar más de un sólo parámetro. El usuario final deberá decidir cuáles son las características de impresión son mas importantes, para tomar los pasos necesarios para optimizar la calidad.

El usuario de un graficador electrostático de Artes Gráficas debe de tener mayor control de los parámetros de operación para obtener imágenes de alta calidad. El rango de variación es más estrecho, sin embargo los graficadores con aplicación CAD tienen más flexibilidad y permiten una mayor variación de la humedad relativa del medio ambiente, las franjas horizontales y verticales son casi imperceptibles en un plano formado de líneas, asimismo los tonos de cada color son más fácilmente perceptibles en planos en donde se tienen relleno de áreas. La formación de trasfondo es más fácil de controlar en este tipo de graficadores.

Los graficadores electrostáticos son empleados por compañías con grandes volúmenes de impresión de planos, es decir tienen la necesidad de imprimir más de 20 planos con calidad de original en un solo día, utilizando una amplia variedad de colores.

Los usuarios comunes de los graficadores electrostáticos son grandes compañías, como la Industria Aeroespacial, Automotriz, Gobierno y de Diseño de Semiconductores. Las aplicaciones que utilizan manejan datos complejos de información, como exploración y mapeo, Diseño de Circuitos Integrados, Modelado de Sólidos y Publicidad.

La implantación de este tipo de graficadores en grandes compañías se verá favorecida en los próximos años debido al alto rendimiento de estos dispositivos. Sin embargo los graficadores de inyección de tinta han evolucionado y podrán sustituir a los graficadores electrostáticos en las aplicaciones CAD, pues ofrecen calidad comparable al electrostático con 360 dpi, mayor flexibilidad al medio ambiente, papel de impresión más económico y colores suficientes para las necesidades CAD.

Quizá en un futuro la única aplicación para la que se utilicen los graficadores electrostáticos sea en las artes gráficas o cuando se tenga un volumen de impresión mayor al que un graficador de inyección de tinta sea capaz de cubrir.

#### **6.4.1 Ventajas**

Recepción concurrente de 4 puertos (dos seriales y dos paralelos), impresión y recepción de datos simultánea, rápida rasterización, secado inmediato después de la impresión, impresión sin atención del usuario.

Alto rendimiento de impresión.

Mayor número de colores disponible, limitado usualmente por el programa de aplicación.

#### **6.4.2 Desventajas**

- Manejo de tintas.
- Humedad relativa necesaria.
- Calibración periódica del graficador.

#### **6.4.3 Tintas**

Las tintas al igual que los químicos empleados en fotografía tienen cierta caducidad, y deben de ser reemplazados cada 6 meses para asegurar uniformidad en los colores. En los graficadores empleados para las Artes Gráficas el reemplazo de los químicos se recomienda cada rollo de papel.

Con la ayuda de un densitometro, se puede comprobar la adecuada densidad de impresión de las tintas. De esta forma se reemplaza únicamente aquel color que haya sido mas utilizado. Debido al alto costo de los líquidos concentrados de tinta, se ha descubierto que es mas conveniente reemplazar la botella completa de tinta cada vez que el densitometro así lo indique y olvidarse de utilizar el sistema de rellenado automático de concentrado en este tipo de graficadores.

Ademas, el funcionamiento del sistema de rellenado automático es deficiente y provoca que el liquido concentrado de tinta sea desperdiciado cuando se reemplaza la botella completa.

En materia de tintas para graficadores electrostáticos todavía hay mucho campo de estudio. En el presente trabajo no se pudo determinar la verdadera causa química que provoca el desgaste prematura de la botella de un galón de tinta cuando solo se ha consumido el 10 % aproximadamente. Este reemplazo se debe de efectuar inclusive cuando se trabaja con los mecanismos de rellenado automático del liquido concentrado de tinta.



Mientras que en los graficadores con aplicación CAD los químicos son reemplazados hasta que la botella de tinta esta casi vacía [24].

#### **6.5 Panorama general entre los graficadores de inyección de tinta y electrostáticos**

Los rápidos descubrimientos en software y hardware así como las mejoras en tintas y una amplia variedad de sustratos de impresión, han favorecido las tecnologías de impresión digitales, principalmente a los graficadores de inyección de tinta y electrostáticos los cuales compiten con los tradicionales métodos de impresión analógicos. Estas impresiones pueden tener un tiraje desde una unidad hasta doscientas o mas y pueden tener un tamaño de hasta 54 pulgadas de una sola pieza. Impresas en paneles se pueden conseguir espectaculares de 70' x 31'.

La mayoría de la gente visualiza a los graficadores de inyección de tinta como mutuamente exclusivos, en donde se debe de escoger uno o el otro. Pero la realidad es diferente, especialmente en el mercado de impresión digital de bajo volumen: Los graficadores de inyección de tinta y los electrostáticos son complementarios. Los graficadores de inyección de tinta cubren la parte de bajo volumen de impresión del mercado, son fáciles de usar y el precio de la unidad es accesible. Es ideal para compañías con bajo volumen de impresión y trabajos con una sola copia del plano o el diseño [13].

Estos graficadores han disminuido de precio y mejorado notablemente para tratar de tener mayor independencia en el numero de planos impresos con un nuevo sistema denominado "mammoth", el cual consiste en la instalación de grandes depósitos de tinta disponibles en cuatro colores (negro, cian, magenta y amarillo) equivalentes a 25 veces la capacidad de un cartucho normal para este tipo de graficadores (675 c/c), permitiendo así la impresión de hasta 225 planos o diseños de artes gráficas en lugar de los tradicionales 10 planos por cada juego de cartuchos.

Cuando el volumen de impresión aumenta es necesario pensar en una tecnología complementaria disponible solo en los graficadores electrostáticos, los cuales tienen mayores capacidades de papel, tinta y un rendimiento superior de hasta 10 veces ademas de una operación desatendida de 1700 pies cuadrados.

Los graficadores electrostáticos permiten ademas un costo por impresión de tres a ocho dólares menos que su equivalente de inyección de tinta en planos de 30" x 40". Los graficadores electrostáticos también ofrecen mayores oportunidades de aplicación debido a la durabilidad de sus impresiones y a la variedad de sustratos en que se pueden obtener sus impresiones [13].

Los fabricantes de sustratos de impresión han desarrollado numerosas innovaciones que han incrementado todas las posibles aplicaciones para las

impresiones digitales. Los últimos descubrimientos permiten a los consumidores colocar sus productos en casi cualquier medio o lugar [14].

Para las impresiones electrostáticas los fabricantes han desarrollado substratos de impresión para interiores y exteriores, proporcionando un desempeño óptimo para cada medio ambiente. Para interiores los impresores buscan papeles que sean capaces de reproducir excelentes colores y claridad. Existen disponibles en el mercado papeles en diferentes grosores para diferentes aplicaciones, incluyendo algunos cuya base es libre de ácido. Los papeles libres de ácido evitan la degradación prematura de la imagen sin que el papel se ponga amarillo [14].

El papel para exteriores es diseñado para tener mayor resistencia a condiciones de humedad extremas. Esta propiedad permite a las impresiones colocarse en espectaculares, y todo tipo de publicidad exterior. Las condiciones ambientales que deben soportar las impresiones incluyen viento, agua, nieve y sol entre otras durante 120 días por lo menos [14].

El proceso de transferencia de imagen en varios substratos introducidos recientemente al mercado ha permitido colocar publicidad en interiores y exteriores. Este proceso de transferencia de imagen puede ser aplicable en cualquier graficador, con cualquier tinta y con cualquier laminadora [15].

Para los graficadores de inyección de tinta también se han desarrollado varios tipos de papel específicamente diseñados para cada marca de graficador para mejorar la calidad de impresión según la base de tinta empleada [11].

Los usuarios tradicionales cada vez son menos, los negocios tienen que cambiar hacia las nuevas tecnologías para expandir sus usuarios e ingresos. Además, a medida que se incrementa la estabilidad de las tintas, se incrementa la velocidad de impresión, la resolución aumenta y la calidad mejora, no habrá razón alguna para que la tecnología de impresión de formato largo emigre a círculos de impresión de propósito general [12].

#### **6.6 PERSPECTIVAS**

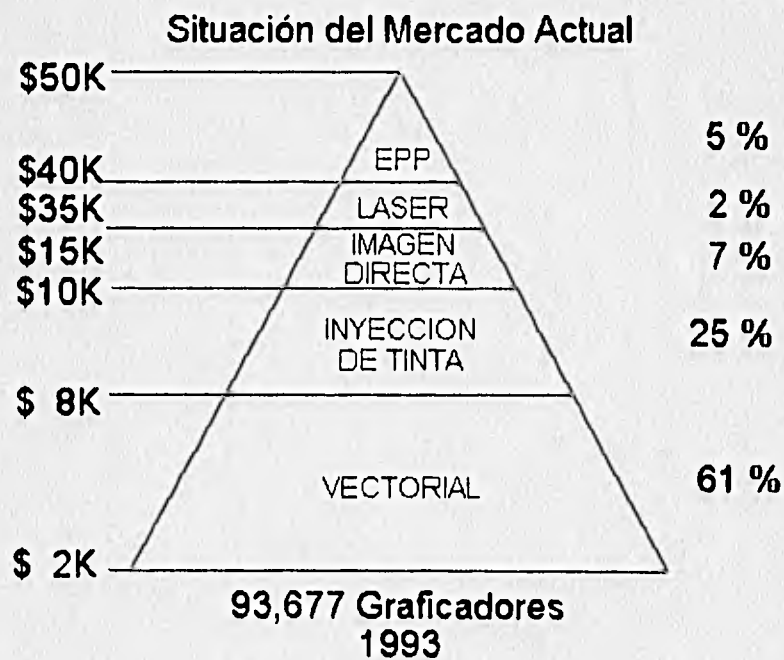
Como se ha visto a lo largo de este trabajo, la evolución de los sistemas de impresión digital ha sido significativa, y marcará nuevos caminos en la manera de realizar impresiones de formato largo. Cada tienda de fotocopiado, despacho de publicidad, despacho de ingenieros o arquitectos tendrá una impresora de formato largo.

Los graficadores cada vez son sistemas que emplean dispositivos electrónicos para mejorar su rendimiento: discos duros, procesadores RISC, memorias, etc. son incorporados para hacer un dispositivo más eficiente.

Esta revolución digital no destruirá necesariamente las formas de impresión tradicionales como la serigrafía, litografía y diseño de rótulos a mano, pero sí podrá complementar a estos negocios existentes hacia nuevos mercados.

Estas compañías tendrán que incorporarse a este inevitable cambio, para poder ofrecer nuevos productos y servicios a sus usuarios, pues solo aquellas compañías que se incorporen a este cambio podrán salir adelante [13].

El mercado de los graficadores de formato largo está constituido por cinco diferentes tipos de tecnologías de impresión: El tradicional "Plotter" o graficador vectorial (de plumas), de inyección de tinta, de imagen directa, Láser y Electrostáticos. En ese mismo orden podemos clasificar el precio de estos graficadores. El mercado actual de los graficadores lo podemos ilustrar con la siguiente imagen [12]:



En 1992 el graficador vectorial era el producto que dominaba el mercado con un 75%, a continuación seguía el graficador de inyección de tinta y el de imagen directa con un 20.8% y por último los electrostáticos con 4.2%.

Para 1993 el mercado de los graficadores vectoriales se redujo a 61%, los de inyección de tinta aumentaron a 25%, los de imagen directa 7%, los láser 2% y los electrostáticos 5%.

En 1994 el graficador que tuvo mayor aceptación fue el de inyección de tinta, seguido del de plumas, térmico, electrostático y láser.

La base de graficadores de inyección de tinta actualmente es mayor a los 5,000 unidades en todo el mundo, y se cree que será de 46,000 para el año de 1998 con lo que se generara un total de ventas de \$344 millones de dólares por concepto de ventas de unidades y \$544 millones de dólares por venta de suministros.

Los graficadores electrostáticos tienen una base instalada de 1,000 y crecerá a 3,500 en todo el mundo en 1998. Las ganancias por venta de unidades se espera sea de 60 millones de dólares y por suministros de \$180 millones de dólares.

Los porcentajes oficiales no han sido determinados aun, pero las razones principales de este comportamiento del mercado fueron:

Las grandes compañías y firmas de construcción incrementaron el uso de sistemas CAD, buscando un producto con un mejor rendimiento que el proporcionado por el de plumas.

El graficador de inyección de tinta permite independencia relativa al cuidado de las plumas e impresión en un mayor número de colores. Se espera que el graficador de inyección de tinta ocupe el lugar de los graficadores vectoriales hasta con un 60%.

Es cierto que el mercado de los graficadores electrostáticos es reducido, en comparación con el resto de los graficadores, y que el precio es el más alto de todos pero también es cierto que la producción de electrostáticos seguirá vigente todavía, porque sus características en cuanto al rendimiento en impresión a color aun no ha sido superada por los demás graficadores.

#### **6.6.1 Plumas**

Los graficadores de plumas representaban el 50% del mercado hace 5 años, ahora ocupan solo el 20 % y se espera que disminuya considerablemente en 1996 [21].

**Ventas Estimadas:** 26, 000 unidades

**Costo del Equipo:** \$1,500 a \$15,000 USD

**Suministros necesarios:** Papel, plumas, (tinta en caso de usar plumas rellenables), puntas de lápiz.

**Fabricantes:** Calcomp, Hewlett Packard, Mutoh, Summagraphics, AXAMA, Pentec, Roland Digital Group.

#### **6.6.2 Inyección de tinta**

Estos graficadores se han vuelto populares por su relativo bajo precio y salida de buena calidad. Aparte de su velocidad relativamente lenta, presentan ciertos problemas como escurrimiento de la tinta sobre el papel. Los graficadores de inyección de tinta a color son muy populares, inclusive se tiene contemplado que en 1996 desaparezcan los graficadores de inyección de tinta monocromáticos, pues la diferencia de precio entre los graficadores de color y monocromáticos no es considerable [21].

**Ventas estimadas:** 65,000 unidades

**Costo del Equipo:** \$2,800 a \$10,000

**Suministros necesarios:** Papel especial para graficadores de inyección de tinta, cartuchos de tinta (nuevos o rellenados).

**Fabricantes:** Calcomp, Encad, Hewlett Packard, Canon, JRL, Summagraphics.

### **6.6.3 Térmicos**

También llamados de imagen directa, estos graficadores han mejorado considerablemente desde los tiempos en que el papel se ponía amarillo o se ponía oscura cuando se acercaba la impresión al calor. Ahora las impresiones son manejables y estables. Los graficadores son silenciosos y rápidos, y el único suministro necesario es el papel térmico especial [21].

Sin embargo los pronósticos de ventas no son muy favorables. La tecnología láser esta mejorando y los Graficadores de inyección de tinta es mas barata.

**Ventas estimadas:** 5000 unidades

**Costo del equipo:** De \$8,000 a \$ 25,000 USD

**Suministros requeridos:** Papel térmico especial.

**Fabricantes:** Océ, Calcomp, Mutoh, JDL, Widecom Group.

### **6.6.4 Electrofotográficos**

Los graficadores electrofotográficos incluyen a los Láser y los Led. Los Láser usan un rayo láser para dibujar una imagen eléctricamente cargada en el tambor del graficador. El toner con la carga opuesta es atraído formando así la imagen, transfiriéndose al papel mientras el tambor gira. Los graficadores Led funcionan de una manera similar, pero utilizan una matriz de Leds en lugar de un rayo láser .

Este tipo de graficadores es de alto volumen de impresión. Usualmente se les encuentra en centros de fotoreproducción o oficinas de impresión de planos. Este tipo de graficadores son considerados como multifunciones, pues pueden imprimir, copiar o rastrear imágenes. Aun no hay graficadores láser a color de formato largo, este tipo de graficadores seria el mas apropiado para sustituir en el mercado a los graficadores electrostáticos a color [21].

**Ventas estimadas:** 2,500 unidades

**Costo del equipo:** \$20,000 a \$55,000 USD

**Suministros necesarios:** Toner, Papel bond.

**Fabricantes:** Calcomp, Índigo, América, JDL, 3M, Mutoh, Shacoh USA, Widecom group, Xerox Engineering Systems.

### **6.6.5 Electrostáticos**

Estos graficadores ya tienen tiempo en el mercado. Generalmente son la elección de las oficinas de impresión debido a su velocidad y exactitud. Algunas veces la velocidad de impresión es mejorada por el software que funciona como servidor de archivos al graficador. Debido a la sensibilidad de estos graficadores, su funcionamiento es mejor en un medio ambiente controlado. Este tipo de graficadores seguirán teniendo un lugar importante mientras sean mas rápidos que los de inyección de tinta [21].

**Ventas Estimadas:** 4,500 unidades

**Costo del equipo:** \$15,000 a \$65,000 USD

**Suministros necesarios:** Papel especial para graficador electrostático, toner, solventes.

**Fabricantes:** Calcomp, Índigo, Raster Graphics, Shacoh, Xerox Engineering Systems.

### **6.7 Análisis de precios por plano para los graficadores de diferentes tecnologías de impresión**

Se tomo como base un plano tamaño "E" (34" x 44" estandar ISO, 86.36 cm. x 111.76 cm. estandar ANSI), de papel bond para cada tecnología de impresión.

Se considero el costo de la impresión con un 15% y un 100% de relleno del área total, debido a que son el promedio de impresión para diseños de planos tipo CAD y Artes Gráficas respectivamente.

En cada uno de los casos, se tomo el precio considerando rollos de papel para cada tecnología de impresión. No se considero hoja cortada en ninguno de los casos debido a que las hojas cortadas son mas caras con respecto a los rollos de papel.

Se consideraron tres tipos de medios de impresión, siendo estos papel bond, papel Vellum y Poliester mate especiales para cada tipo de graficador.

Se consideraron rollos de 36" de ancho por las longitudes características para cada tecnología.

Se consideraron los precios promedio del mercado, tomando N\$ 6.2 por dólar americano en los precios considerados en dólares. También se le añadió el 15% de IVA.

<b>Graficadores de plumas</b>	Bond	Vellum	Poliester
Precio x rollo	N\$ 252.04	N\$ 606.05	N\$ 1,226.36
longitud del rollo:	120' = 36.576 m	120' = 36.576 m	60" = 18.28 m
Numero de planos por rollo	32	32	16
Costo por hoja	N\$ 7.87	N\$ 18.93	N\$ 76.64
Costo plumas/tinta	N\$ 50.89c/u	N\$ 50.89 c/u	N\$ 79.85
Rendimiento planos x pluma	10	10	10
Costo plumas/tinta x plano	N\$ 5.08	N\$ 5.08	N\$ 7.98
<b>Precio x plano (papel y plumas/tinta)</b>	<b>N\$ 12.95</b>	<b>N\$ 24.01</b>	<b>N\$ 84.62</b>

Planos tipo CAD, 15 % de área rellena.

<b>Graficadores Térmico</b>	Bond	Vellum	Poliester
Precio x rollo	N\$ 584.37	N\$ 1,823.40	N\$ 4,390.65
longitud del rollo:	328' = 100 m	328' = 100 m	328" = 100 m
Numero de planos por rollo	89	89	89
Costo por hoja	N\$ 6.56	N\$ 20.48	N\$ 49.33
Costo plumas/tinta	N/A	N/A	N/A
Rendimiento planos x pluma/tinta	N/A	N/A	N/A
Costo plumas/tinta x plano	N/A	N/A	N/A
<b>Precio x plano (papel y plumas/tinta)</b>	<b>N\$ 6.56</b>	<b>N\$ 20.48</b>	<b>N\$ 49.33</b>

Planos monocromaticos con 15 % o 100 % de área rellena.



<b>Graficadores InkJet</b>	Bond	Vellum	Poliester
Precio x rollo	N\$ 620.31	N\$ 1,067.14	N\$ 3,063.33
longitud del rollo:	150' = 45.7 m	150' = 45.7 m	150' = 45.7 m
Numero de planos por rollo	40	40	40
Costo por hoja	N\$ 15.50	N\$ 26.67	N\$ 76.58
Costo tinta (4 colores)	N\$ 1184.5 (4 cartuchos)	N\$ 1184.5 (4 cartuchos)	N\$ 1184.5 (4 cartuchos)
Rendimiento planos x tinta	33	33	33
Costo tinta x plano	N\$ 23.78	N\$ 23.78	N\$ 23.78
<b>Precio x plano (papel y plumas/tinta)</b>	<b>N\$ 39.28</b>	<b>N\$ 50.45</b>	<b>N\$ 100.36</b>

Planos a color con 15 % área rellena.

<b>Graficadores InkJet</b>	Bond	Vellum	Poliester
Precio x rollo	N\$ 620.31	N\$ 1,067.14	N\$ 3,063.33
longitud del rollo:	150' = 45.7 m	150' = 45.7 m	150' = 45.7 m
Numero de planos por rollo	40	40	40
Costo por hoja	N\$ 15.50	N\$ 26.67	N\$ 76.58
Costo tinta (4 colores)	N\$ 1184.5 (4 cartuchos)	N\$ 1184.5 (4 cartuchos)	N\$ 1184.5 (4 cartuchos)
Rendimiento planos x tinta	5	5	5
Costo tinta x plano	N\$ 236.90	N\$ 236.90	N\$ 236.90
<b>Precio x plano (papel y plumas/tinta)</b>	<b>N\$ 252.4</b>	<b>N\$ 263.57</b>	<b>N\$ 313.48</b>

Dibujos con 100 % del área rellena.

<b>Graficadores Electrostáticos</b>	Bond	Vellum	Poliester
Precio x rollo	N\$ 1,049.89	N\$ 3,351.00	N\$ 5,611.59
longitud del rollo:	500' = 152.4 m	500' = 152.4 m	200' = 60.96 m
Numero de planos por rollo	136	136	54
Costo por hoja	N\$ 7.71	N\$ 24.63	N\$ 103.91
Costo tinta (4 colores)	N\$ 4,848.40 (4 galones)	N\$ 4,848.40 (4 galones)	N\$ 4,848.40 (4 galones)
Rendimiento planos x tinta	408	408	408
Costo tinta x plano	N\$ 11.88	N\$11.88	N\$ 11.88
<b>Precio x plano (papel y tinta)</b>	<b>N\$ 19.60</b>	<b>N\$ 36.51</b>	<b>N\$ 115.79</b>

Planos a color con 15 % área rellena.

<b>Graficadores Electrostáticos</b>	Bond	Vellum	Poliester
Precio x rollo	N\$ 1,049.89	N\$ 3,351.00	N\$ 5,611.59
longitud del rollo:	500' = 152.4 m	500' = 152.4 m	200' = 60.96 m
Numero de planos por rollo	136	136	54
Costo por hoja	N\$ 7.71	N\$ 24.63	N\$ 103.91
Costo tinta (4 colores)	N\$ 4,848.40 (4 galones)	N\$ 4848.40 (4 galones)	N\$ 4,848.40 (4 galones)
Rendimiento planos x tinta	272	272	272
Costo tinta x plano	N\$ 17.82	N\$ 17.82	N\$ 17.82
<b>Precio x plano (papel y tinta)</b>	<b>N\$ 25.53</b>	<b>N\$ 42.45</b>	<b>N\$ 121.73</b>

Dibujos con 100 % del área rellena.

### **6.8 Comentario final**

Considero que la información aquí presentada será de especial interés para todas aquellas personas que asisten a los eventos internacionales, Ferias de computo (Comdex), para conocer que productos nuevos hay en el mercado de impresión digital. En este trabajo podrán conocer todos los pormenores de cada tecnología de impresión aun sin contar con un equipo de cada tecnología. Para los usuarios que cuentan con algún dispositivo de impresión, podrán aprovechar los resultados de una larga investigación y utilizar su propio dispositivo con la mayor calidad de impresión posible.

# BIBLIOGRAFÍA

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- (1) **GA & Print Bridge cross-functional team Interoffice communication IOC No. GAXF-001.** "What is a GA?", Marzo 15, 93.
- (2) **Sharon Pi.** "EPPSHARE", 94 LF Plotter forecasts.
- (3) **Plotter Division of CalComp.** "Worldwide plotter market", 1993.
- (4) **CalComp.** "Especificaciones técnicas de los graficadores electrostaticos 58000" MO420-190 Julio 1989.
- (5) **CalComp.** "Electrostatic and thermal transfer supplies", 1988.
- (6) **CalComp.** "68000 Series color Electrostatic Plotter, User Guide" M0016-030, Septiembre de 1991.
- (7) **CalComp.** "Graphics systems connectivity" T5047-CRA, 1991.
- (8) **CalComp.** "67/68000 Series Electrostatic Plotter, Maintenance Manual" Febrero 1993.
- (9) **Sharon Pi.** "Xes 8770 Monochrome Electrostatic Plotter" CalComp, Competitive Flash. Junio 14, 1993.
- (10) **RasterGraphics.** "ColorStation 436" Folletos con especificaciones, 1993.
- (11) **Marilyn Bardie Kapaun.** "Large Format Digital color output replaces antiquated p methods". Digital Output, Vol. 1 No. 1. Febrero 1995.
- (12) **Patricia Williams.** "Large Format: Real moneymaker or fledgling industry". Digital Output, Vol. 1 No. 1. Febrero 1995.
- (13) **Gerald L. Gottheil.** "Complemetary colors: Electrostatic and Inkjet printers". Digital Output, Vol. 1 No. 1. Febrero 1995.
- (14) **Paula Zak.** "Large Format Papers and films: Designed for today's wide range of printing applications". Digital Output, Vol. 1 No. 1. Febrero 1995.
- (15) **Carmen Piquero.** "Just give the Big Picture". A study of one service bureau's de for large format prints. Digital Output, Vol. 1 No. 1. Febrero 1995.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

- (16) **Al Waller.** "Finishing for profit".  
Digital Output, Vol. 1 No. 1. Febrero 1995.
- (17) **Emily Howze.** "Summchrome imaging system capable of CMYK and spot color".  
Digital Output, Vol. 1 No. 1. Febrero 1995.
- (18) **E. H. Sheldon.** "Mammoth Ink replenisher: State of the Art continuous refill system inkjet output".  
Digital Output, Vol. 1 No. 1. Febrero 1995.
- (19) **Kimberly Herman.** "New environmentally safe imaging system from CalComp".  
Digital Output, Vol. 1 No. 1. Febrero 1995.
- (20) **Ed Davis.** "The plotter matures".  
Modern Reprographics, Vol. 3 No. 2 Marzo/Abril 1995.
- (21) **Ed Davis.** "From 1961 to 1995: Wide format plotting grows up".  
Modern Reprographics, Vol. 3 No. 2 Marzo/Abril 1995.
- (22) **Romit Bhattacharya.** "Color Electrostatics: Don't neglect your toner".  
Modern Reprographics, Vol. 3 No. 2 Marzo/Abril 1995.
- (23) **Chris Petrakos y Ed Davis.** "Whiter the plotting service bureau? Yours can survive".  
Modern Reprographics, Vol. 3 No. 2 Marzo/Abril 1995.
- (24) **Investigación directa.** diversas compañías  
Febrero 1992-Febrero 1994.