

**FORMULACION DE "SOLUCIONES DE  
MOJADO" PARA LAS ARTES GRAFICAS,  
EMPLEANDO AGUA DE LA CIUDAD DE  
GUATEMALA**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA**

**Facultad de Ciencias y Humanidades**

*Te  
UVG  
Ingeniería  
42  
1989*

**FORMULACION DE "SOLUCIONES DE  
MOJADO" PARA LAS ARTES GRAFICAS,  
EMPLEANDO AGUA DE LA CIUDAD DE  
GUATEMALA**

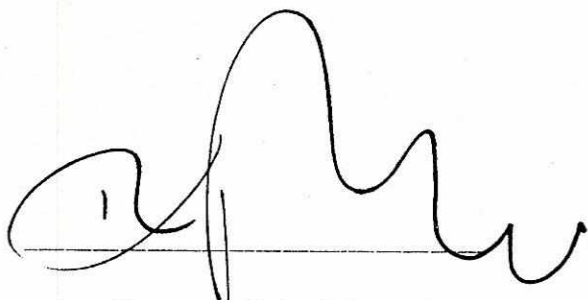
**BEATRIZ MONTSERRAT YMBERT GARAVITO**

**Trabajo de Investigación presentado para optar  
al grado académico de Licenciada en  
Ingeniería Química**

**Guatemala de la Asunción**

**1989**

Vo. Bo.:

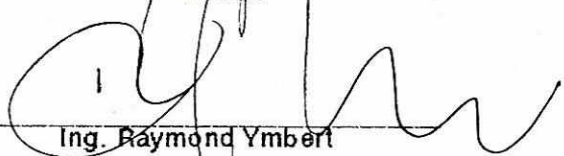


Ing. Raymond Ymbert Quevedo  
Asesor

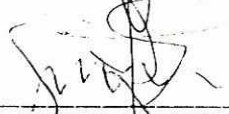
Tribunal:



~~Ing. Nely Ramírez~~



Ing. Raymond Ymbert



Ing. Oscar Gil

Fecha de aprobación: 9 de noviembre de 1989 .

---

## SUMARIO

---

**E**ste trabajo está basado en una de las variables básicas del proceso de Impresión litográfica: la calidad del agua natural (en el presente caso, de la Ciudad de Guatemala) usada para preparar las "soluciones de mojado". Consta de una revisión acerca de los fundamentos de la química de las "soluciones de mojado", la caracterización del agua natural y una descripción del proceso de impresión litográfica. Además, se presentan datos experimentales que muestran el efecto de las variables estudiadas sobre el pH de las soluciones. Las correlaciones existentes entre el pH, concentración, durabilidad y propiedades amortiguadoras de soluciones tipo "ácido" muestran que, al disminuir la concentración aumenta el pH, a la vez que disminuyen las características amortiguadoras y la estabilidad con respecto al tiempo. Se llegó a la determinación, que aguas de carácter suave, como las de la Ciudad de Guatemala, son apropiadas para el proceso de impresión Offset. Se encontró que el concentrado formulado para este tipo de agua, con efecto amortiguador y antimicrobiano es el más adecuado para utilizarse en el área de la Ciudad Capital. Las concentraciones óptimas, para los casos analizados se encuentran entre 0.45%(v/v) y 4.00%(v/v) dependiendo del concentrado y de la dureza del agua. Se incluye el método elaborado como guía para la formulación de las soluciones de mojado. Este consta de los pasos necesarios para llegar a una solución de mojado que produzca una buena calidad de impresión.

---

# CONTENIDO

---

	PAGINA
SUMARIO . . . . .	.iv
LISTA DE ILUSTRACIONES . . . . .	vii
LISTA DE TABLAS . . . . .	vii
LISTA DE GRAFICAS . . . . .	viii
I. INTRODUCCION . . . . .	1
II. GENERALIDADES . . . . .	3
A. CARACTERIZACION DEL AGUA . . . . .	3
B. DESCRIPCION DEL PROCESO DE IMPRESION	
LITOGRAFICO . . . . .	5
C. QUIMICA DE LOS ADITIVOS DE LAS SOLUCIONES	
DE MOJADO . . . . .	7
1. EL POR QUE DE LAS SOLUCIONES DE MOJADO . . . . .	7
2. EFECTOS POSITIVOS DE LOS ADITIVOS PARA EL	
AGUA DE MOJADO . . . . .	8
3. COMPONENTES DE LA SOLUCION DE MOJADO . . . . .	9
III. METODOLOGIA . . . . .	15
IV. RESULTADOS . . . . .	19
A. RESULTADOS EXPERIMENTALES . . . . .	19
B. RESULTADOS CALCULADOS . . . . .	20
V. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS . . . . .	21

	PAGINA
VI. GUIA PARA LA FORMULACION DE SOLUCIONES	
DE MOJADO . . . . .	33
VII. CONCLUSIONES . . . . .	38
VIII. RECOMENDACIONES . . . . .	40
IX. BIBLIOGRAFIA . . . . .	42
APENDICES . . . . .	44
A. TABLAS DE RESULTADOS EXPERIMENTALES	
PARA SOLUCIONES FORMULADAS . . . . .	45
B. GRAFICAS DE pH CON RESPECTO AL TIEMPO	
PARA SOLUCIONES ALMACENADAS . . . . .	48
C. ANALISIS VISUAL DE LAS SOLUCIONES	
ALMACENADAS . . . . .	55
D. EXAMEN QUIMICO DE AGUAS QUE	
QUE ABASTECEN A LA CIUDAD DE GUATEMALA . . . . .	56

### LISTA DE ILUSTRACIONES

	PAGINA
FIGURA 1 CLASIFICACION DE IMPUREZAS DEL AGUA NATURAL . . . . .	3
FIGURA 2 PROCESO DE IMPRESION OFFSET . . . . .	6
FIGURA 3 DIAGRAMA DE FLUJO PARA ELABORACION DE SOLUCIONES DE MOJADO . . . . .	37

### LISTA DE TABLAS

	PAGINA
TABLAS DE RESULTADOS EXPERIMENTALES	
1. RESULTADOS DE ANALISIS DE MUESTRAS DE AGUAS NATURALES . . . . .	21
2. RESULTADOS DE CONCENTRADOS COMERCIALES ANALIZADOS . . . . .	26
3. RESULTADOS DE pH PARA SOLUCIONES FORMULADAS CON CONCENTRADO "A" . . . . .	46
4. RESULTADOS DE pH PARA SOLUCIONES FORMULADAS CON CONCENTRADO "B" . . . . .	46
5. RESULTADOS DE pH PARA SOLUCIONES FORMULADAS CON CONCENTRADO "C" . . . . .	46
6. RESULTADOS DE pH CON RESPECTO AL TIEMPO PARA SOLUCIONES FORMULADAS CON CONCENTRADO "A" . . . . .	47
7. RESULTADOS DE pH CON RESPECTO AL TIEMPO PARA SOLUCIONES FORMULADAS CON CONCENTRADO "B" . . . . .	47
8. RESULTADOS DE pH CON RESPECTO AL TIEMPO PARA SOLUCIONES FORMULADAS CON CONCENTRADO "C" . . . . .	47

## TABLA DE CALCULOS

	PAGINA
CAMBIO DE pH AL CAMBIAR LA CONCENTRACION	
DE 1% A 2% . . . . .	20

## LISTA DE GRAFICAS

	PAGINA
1. pH DE SOLUCIONES CON CONCENTRADO "A"	
vrs. DUREZA, PARA DISTINTAS CONCENTRACIONES . . . . .	23
2. pH DE SOLUCIONES CON CONCENTRADO "B"	
vrs. DUREZA, PARA DISTINTAS CONCENTRACIONES . . . . .	23
3. pH DE SOLUCIONES CON CONCENTRADO "C"	
vrs. DUREZA, PARA DISTINTAS CONCENTRACIONES . . . . .	24
4. pH DE SOLUCIONES CON CONCENTRADO "A"	
vrs. CONCENTRACION, PARA DISTINTAS AGUAS . . . . .	27
5. pH DE SOLUCIONES CON CONCENTRADO "B"	
vrs. CONCENTRACION, PARA DISTINTAS AGUAS . . . . .	27
6. pH DE SOLUCIONES CON CONCENTRADO "C"	
vrs. CONCENTRACION, PARA DISTINTAS AGUAS . . . . .	28
7-8. CAMBIO PRODUCIDO EN EL pH DE SOLUCIONES AL	
CAMBIAR CONCENTRACION DE 1% A 2% (v/v) . . . . .	30 - 31
9-21. VARIACION DE pH CON RESPECTO AL TIEMPO	
PARA SOLUCIONES ALMACENADAS . . . . .	48 - 54

## Parte I

---

# INTRODUCCION

---

En la Industria de las Artes Gráficas se emplea, diariamente, gran variedad de productos químicos. Entre ellos se encuentran los aditivos que se agregan al agua que sirve como humectante durante el proceso de Impresión litográfico-Offset. La adición de estos compuestos al agua constituye lo que en este ramo se denomina como "SOLUCIONES DE MOJADO".

La técnica de control disponible para las soluciones de mojado es la medición de pH. El pH es un término usado para describir la acidez o alcalinidad de una solución; se representa por una escala que mide de 0.1-14.0, siendo 7.0 el punto neutral.

Es necesario mantener el pH de la solución de mojado en un valor correcto para llevar a cabo una impresión sin problemas. Por otro lado, la formulación y su pH deben ser compatibles con la tinta, planchas de Impresión y papel utilizados.

El propósito de este trabajo consiste en desarrollar información básica sobre la Interacción entre la química de las soluciones de mojado y la calidad del agua natural. La Investigación se hizo en específico para los componentes utilizados en la Ciudad de Guatemala; ya que, a la fecha, la literatura referente a las Artes Gráficas en Guatemala es muy escasa y estudios acerca del tema que se desarrolló son

prácticamente inexistentes en nuestro país. Por esto mismo, se pensó en desarrollar un método por medio del cual, el personal de las empresas litográficas pueda preparar la solución de mojado, basándose en la calidad del agua y de los concentrados comerciales. Este método puede servir como una guía para la selección del concentrado y para determinar la concentración adecuada.

El trabajo está enfocado a aquellas personas que se están iniciando en el campo de la impresión litográfica y que desean, tanto tener una base sobre la química del proceso, como conocer un procedimiento simple para la elaboración de las soluciones de mojado. También está dirigido a los impresores interesados en conocer el efecto de la calidad del agua en dichas soluciones.

El estudio se inició con una revisión sobre los fundamentos de las impurezas del agua natural, del proceso de impresión Offset y de la química de los aditivos de las soluciones de mojado, la cual se presenta en la siguiente sección, bajo el título de Generalidades. Esta base teórica identifica el área de interés que luego se investiga en la fase experimental: el efecto de la calidad del agua de Guatemala en el pH de las soluciones de mojado formuladas con concentrados de tipo ácido. Los objetivos específicos para esta parte del trabajo son:

- Analizar las propiedades del agua de la Ciudad de Guatemala y de los concentrados comerciales utilizados en la elaboración de las soluciones de mojado.
- Formular soluciones de mojado adecuadas, utilizando muestras de aguas de la Ciudad de Guatemala.
- Evaluar la conveniencia de preparar soluciones intermedias que se puedan almacenar para ser posteriormente diluidas, en el momento de usarse.

Los resultados de esta serie de experimentos se presentan en forma tabulada y graficada. Se dedica una sección especial al análisis y discusión de éstos. Con base en este análisis y recopilando la información de las secciones precedentes se determinó el tipo de concentrado adecuado para Guatemala y se construyó el diagrama de flujo del proceso a seguir para la elaboración de las soluciones. Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones a las que se llegó.

## Parte II

---

# GENERALIDADES

---

### A. CARACTERIZACION DEL AGUA

El término **agua natural** o **agua cruda** se utiliza para designar toda agua que es recibida a través de un sistema de abastecimiento de agua por una entidad en operación (ya sea una planta impresora o una casa particular). En el caso de compañías impresoras, la fuente puede ser el sistema municipal de aguas, empresas privadas

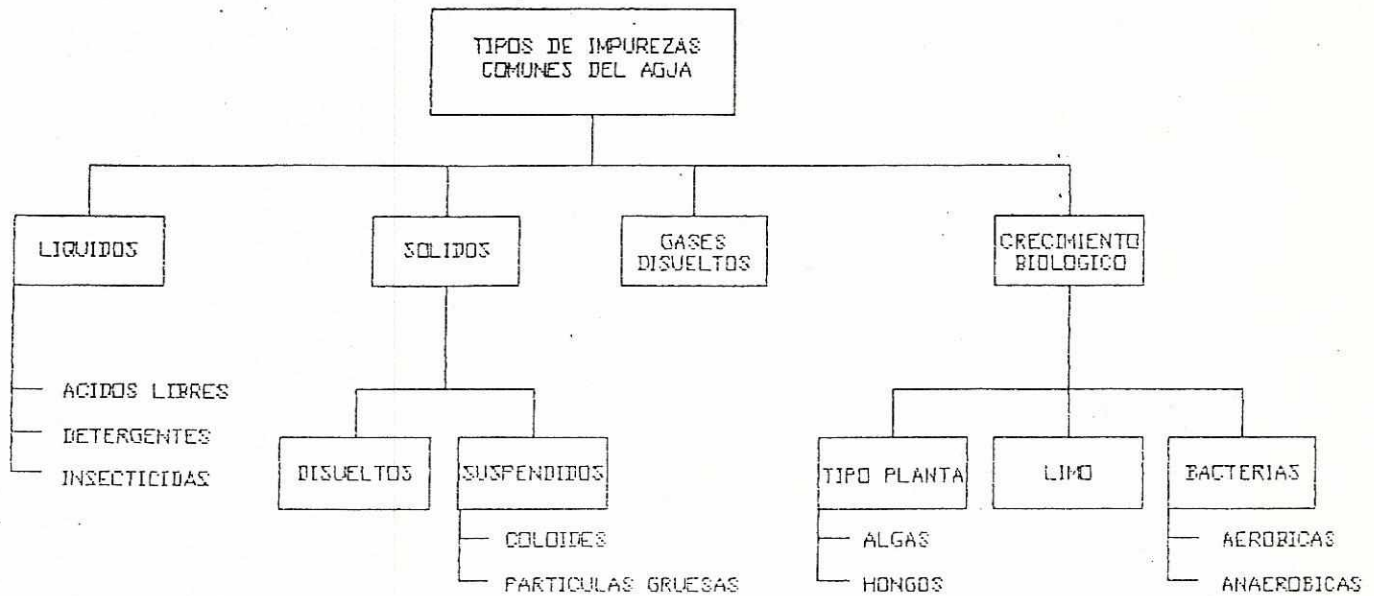


Figura 1

que suministren agua, pozos privados, ríos, etc. Debido a esto, la calidad del agua natural puede variar de una planta impresora a otra. Por ello, es importante identificar los diversos tipos de impurezas que pueda contener el agua. En la figura 1, se presenta una clasificación de estas impurezas.

Para aguas naturales es común obtener lecturas de pH ligeramente arriba de 7.0, lo cual refleja la presencia de la sal de un ácido débil y una base fuerte (por ejemplo: bicarbonato de calcio).

En lo que respecta al proceso litográfico de impresión, el tipo de impureza de mayor importancia son los **sólidos disueltos**, siendo éstos los que se utilizan para caracterizar el agua utilizada en impresión. La razón es debido a que los sólidos suspendidos, generalmente, no son un problema, mientras que las impurezas biológicas pueden ser controladas por medio de buenas prácticas de aseo (limpieza periódica y uso de germicidas o lámparas U.V.). De manera semejante, los gases disueltos que pueden encontrarse en el agua son benignos para el proceso de impresión.

Los sólidos disueltos en el agua se dividen en los que no contribuyen a la "dureza" y en los que sí contribuyen. Existen dos tipos de dureza del agua; **-temporal**: producida por sales de bicarbonato, y **-permanente**: producida por sulfatos y, en un menor grado, por cloruros y nitratos de calcio y magnesio. La **dureza total** es una medida de la cantidad presente de sales de calcio y magnesio; mientras que la **alcalinidad** es una medida de los iones hidroxilo y bicarbonatos. Ambas cantidades se expresan en términos del peso de **carbonato de calcio** que sea, químicamente, equivalente. Aunque no existen niveles de dureza bien definidos, generalmente se acepta como el límite entre agua **"media"** y agua **"muy dura"** un nivel arriba de 270 ppm ( $\text{CaCO}_3$ ). Agua con una dureza menor de 125 ppm ( $\text{CaCO}_3$ ) se considera como "suave".

Para un número representativo de aguas analizadas se ha encontrado una relación de 1.5 entre la conductividad de agua y los sólidos totales disueltos (1); por lo que, en ausencia de facilidades de laboratorio para medir uno de ellos, se puede hacer la estimación utilizando el otro parámetro medido. La siguiente tabla muestra los intervalos aproximados de dureza para el agua natural y su comparación con la conductividad.

Intervalos de Dureza para Agua Natural

Intervalo de Sólidos Disueltos (ppm)	Intervalo de Conductividad (umhos/cm)	Límite Superior de Dureza
0 - 125	0 - 188	Suave
140 - 250	210 - 375	Media
270 - 376	405 - 564	Dura

## B. DESCRIPCION DEL PROCESO DE IMPRESION LITOGRAFICO

La litografía es, posiblemente, el proceso de impresión más importante en la actualidad. En este tipo de proceso el diseño a imprimir es copiado sobre una plancha de impresión "plana". Esto significa que tanto las "zonas de impresión" como las de "no impresión" se encuentran al mismo nivel.

El proceso de impresión "OFFSET", utilizado hoy en día trabaja en una prensa rotativa como se muestra en la figura 2. La unidad de impresión consiste de una fuente de tinta y sus rodillos, una fuente de agua y sus rodillos, y tres grandes cilindros metálicos. La plancha con la imagen se coloca sobre el cilindro superior, sobre el cilindro central se coloca una mantilla de caucho y el cilindro de abajo lleva el papel a través de la prensa forzándolo contra la mantilla de caucho para hacer la impresión. Cuando se pone en marcha la prensa, los cilindros giran sincrónicamente y la plancha es llevada hacia los rodillos humectadores de agua, luego a los rodillos con tinta y, finalmente, contra la mantilla. La mantilla recibe la imagen entintada invertida que luego imprime sobre el papel, al ser éste transportado por el cilindro de impresión, quedando la imagen al derecho (no-invertida).

---

\*) *Areas o zonas no imagen* zonas donde no hay impresión, donde no hay tinta.  
*Areas o zonas imagen* zonas de impresión, donde sí hay tinta.

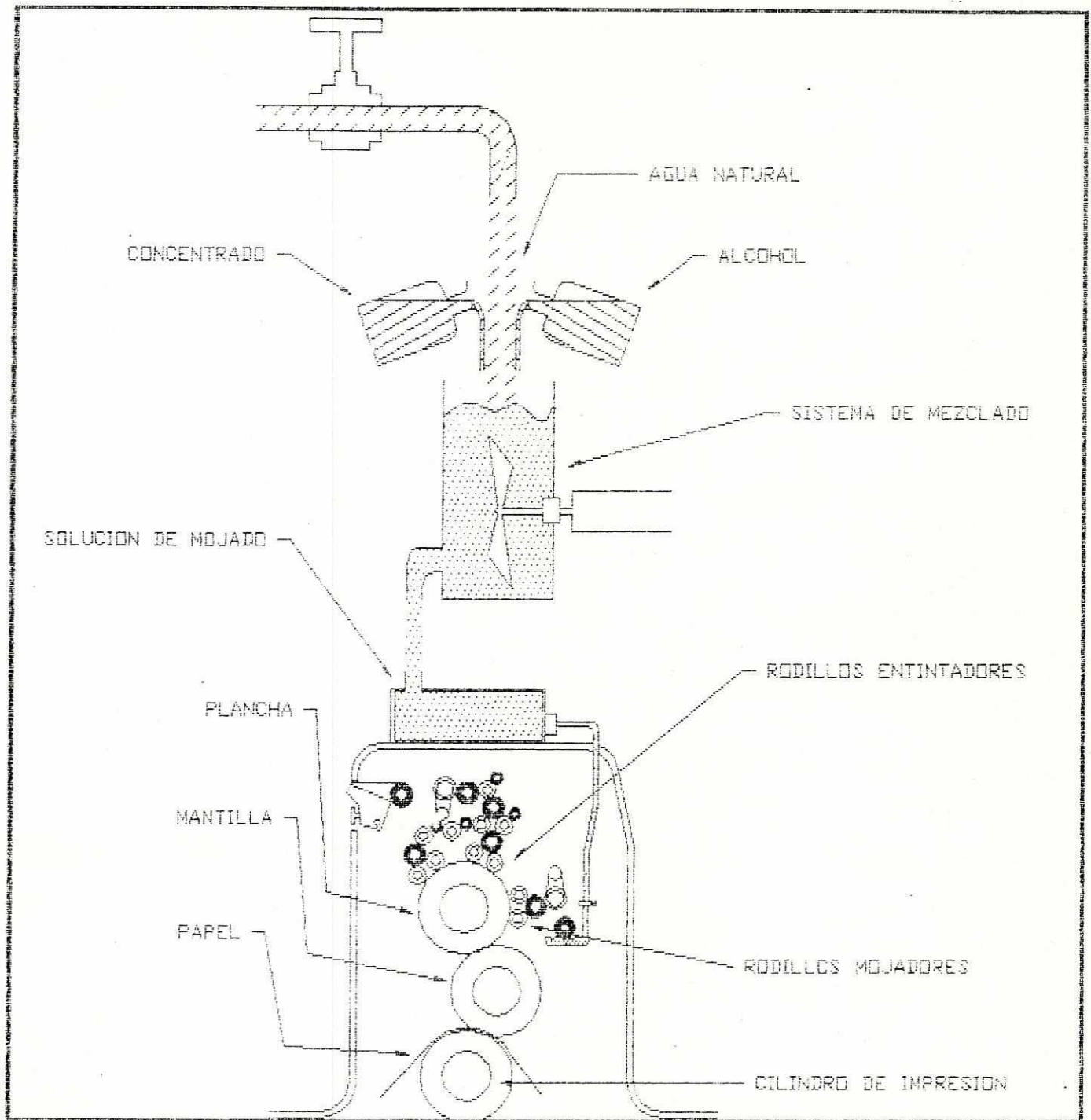


Figura 2

Proceso de Impresión OFFSET

Con este proceso los rodillos humectadores mantienen mojadas las zonas de la plancha donde no hay impresión de manera que éstas no tomen tinta cuando la plancha pase debajo de los rodillos entintadores. Como resultado sólo la imagen es entintada. (9).

Históricamente, la litografía estaba basada en el principio simple que la tinta a base de aceite y el agua no se mezclan. La repulsión entre ambas y la limitación en la plancha de las zonas "hidrófilas" y "oleófilas" bien definidas aseguraban que la tinta sólo tomara lugar en la zona imagen. La teoría más reciente ha reconocido el hecho que la tinta y el agua sí se mezclan, formando una emulsión física compleja, la cual es fundamental para la litografía. Sin esta mezcla no habrían medios de remover la capa de agua que se forma sobre la zona imagen ya entintada al pasar por segunda vez por los rodillos humectadores. Se están llevando a cabo investigaciones para determinar cómo se forma dicha emulsión y qué la controla. (10).

## C. QUIMICA DE LOS ADITIVOS DE LAS SOLUCIONES DE MOJADO

### 1. El por qué de las soluciones de mojado

Los operadores de prensas, para imprimir, utilizaban en el pasado únicamente "agua pura" (agua natural) para el funcionamiento de las máquinas de imprimir litográficas. Se tenía la creencia de que el agua sola era ideal para las planchas de cinc, tintas a base de linaza, papel sin recubrimiento y prensas de baja velocidad de aquella época. Pero, la introducción de la **Litografía Offset** y modernas técnicas de alta velocidad hizo que, alrededor de 1950, los químicos de la impresión se dieran

---

\*) *Zonas hidrófilas* son áreas desensibilizadas de la plancha para que no acepten tinta, pudiéndose anclar únicamente el agua. Equivalen a las áreas no imagen  
*Zonas oleófilas* son áreas receptoras de tinta. Equivalen a las áreas imagen.

cuenta que muchos problemas litográficos podían ser evitados incorporando aditivos químicos a los fluidos para humectación de las planchas (o sea al agua) (2).

## **2. Efectos positivos de los aditivos para el agua de mojado**

Los requerimientos principales que deben poseer los aditivos modernos para el agua de humectación son:

### **EFEECTO SOBRE EL AGUA**

- Graduación y estabilización del pH. Buena capacidad de amortiguación de pH (efecto tampón).
- Reducción de la tensión superficial  
Conducción mínima de agua  
Película humectadora más fina  
Mejor humectabilidad.
- Efectos antimicrobiológicos (alguicidas y fungicidas).
- Miscibilidad con alcohol y otros aditivos.
- Unión parcial de los agentes endurecedores del agua.

### **EFEECTO SOBRE LAS TINTAS OFFSET**

- Mantenimiento de una emulsión tinta-agua estable.
- Rápido ajuste del equilibrio tinta-agua.
- Mantenimiento de la tensión interfacial requerida.
- No existan perturbaciones en las propiedades de secado de la tinta.
- No haya influencias negativas en las propiedades reológicas.
- No se den pérdidas de nitidez del punto de la impresión.

### **EFECTO SOBRE LAS PLANCHAS DE IMPRESION**

- Buena humectación (uniforme) de las zonas hidrófilas (áreas no-Imagen del impreso).
- Rápido desengrasado y limpiado de la superficie de las planchas.
- Mantenimiento de la tensión Interfacial respecto de las zonas oleófilas (áreas Imagen del impreso). Estabilización de una capa higroscópica protectora.
- Buena protección contra la corrosión.
- Adecuación para todo tipo de planchas.

### **EFECTO SOBRE LA MAQUINA**

- Utilizable en cualquier equipo de humectación.
- Prevención para que el equipo de humectación no tome tinta.
- Prevención de descomposición de la superficie de los rodillos.
- Protección contra efectos corrosivos en piezas de la máquina.
- Se mantenga fresca la superficie de la mantilla. (3 y 4).

## **3. Componentes de la solución de mojado**

Realmente, los aditivos al agua de humectación no son en lo individual estrictamente necesarios, sino más bien tienen como función compensar algún elemento desestabilizador del equilibrio en la Impresión offset. La combinación de varios de estos aditivos con el agua natural constituyen lo que en el proceso litográfico se conoce como **'SOLUCIONES DE MOJADO, SOLUCIONES DE HUMECTACION o SOLUCIONES DE LA FUENTE'**.

Existen en el mercado gran cantidad de concentrados para formular soluciones de mojado, cada uno de ellos con propiedades específicas (dependiendo de los aditivos que contengan), que cubren en mayor o menor grado los requerimientos antes mencionados. Es por esto que no se puede hablar de una solución con aplicación universal. (5).

A continuación se explica la función, composición y utilización de los principales aditivos del agua de humectación, con base en los propósitos para los que sirven.

#### a. GRADUACION Y ESTABILIZACION DEL pH

##### FUNCION:

Un requisito importante que debe satisfacerse es mantener ajustado y estabilizado el pH de trabajo, así como evitar su variación durante la tirada\*, ya que, la solución de mojado entra en contacto con el papel y con motas en varias partes de la prensa, así como con residuos del revelador de las planchas o químicos para limpiar los rodillos y con CO<sub>2</sub> absorbido del aire. Estas sustancias, al combinarse, pueden reaccionar y alterar el valor del pH de la solución de mojado. El papel, por ejemplo, tiene gran influencia ya que los pliegos sin recubrimiento contienen proporciones de sustancias alcalinas; mientras que los papeles recubiertos (estucados) poseen superficies que son generalmente ácidas. Es por todo esto que se necesita de una sustancia "tampón" que mantenga constante el pH entre determinados límites.

Dada la gran variedad de calidades de agua que existen, es necesario ajustar el concentrado para satisfacer las condiciones particulares. Pues, aunque el uso de agentes amortiguadores de pH (aditivos tampón) ayuda a reducir disturbios en éste, la experiencia de muchos impresores ha sugerido que variaciones en la calidad del agua natural pueden ser la causa de variaciones de pH en las soluciones. (1).

La experiencia práctica en impresión offset ha demostrado que el proceso se desarrolla óptimamente, o sea se obtienen los mejores resultados de impresión, con un pH comprendido entre 4 y 6. (3 y 5); aunque los puntos de vista para precisar cual es el pH más adecuado varían, de acuerdo con lo reportado en la literatura. Por ejemplo hay quienes recomiendan un intervalo entre 4.5 - 5.0. (2); mientras que otros autores sugieren un pH = 4.8 a 5.3 ó 5.5 como el óptimo. (4 y 6). Un nivel ligeramente ácido ayuda a evitar la unión de la tinta a las zonas no imagen, favoreciendo en esta área una humectación uniforme.

---

\*) *Tirada* proceso de impresión.

Un exceso de acidez en la solución de mojado produce fallos o problemas en la impresión:

- Si el pH es menor de 4 se facilita el mezclado de agua con tinta. Las tintas de barnices con aceites para secar (secado por oxidación) tardan mayor tiempo en secarse. El ácido reacciona con el secador, convirtiéndolo a un estado en que pierde su eficacia. (7).
- La vida útil de las planchas metálicas se reduce considerablemente debido a que los puntos de la plancha se afinan, es decir se vuelven rápidamente muy pequeños.
- Puede ocurrir formación de velo; pues al ser atacada la superficie de la plancha, no se adhiere a ésta el agua suficiente. (6).

Un exceso de alcalinidad también puede crear problemas:

- Ocurre excesiva emulsificación de la tinta, los tonos tramados se llenan y la impresión pierde nitidez. (4). Esto se debe a que los elementos alcalinos rompen los aceites de las tintas en sales de ácidos grasos (jabones) las cuales poseen terminales hidrófilas y oleófilas que bajan la tensión existente entre la tinta y el agua. (6).

#### COMPOSICION DE LOS COMPONENTES MANTENEDORES DEL pH:

La solución tampón está compuesta por un ácido débil y una sal básica; tales como ácido fosfórico y fosfato, ácido cítrico y citrato. Sólo para algunas aplicaciones específicas se utilizan soluciones tampón con pH alcalino. (5).

#### UTILIZACION:

La solución tampón se mezcla en el agua de mojado en proporciones que varían entre el 1% - 3%. (5).

#### **b. HUMECTACION MAS UNIFORME DE LAS ZONAS HIDROFILAS**

##### FUNCION:

Como se expresó anteriormente, en impresión litográfica es necesario mantener las áreas no-imagen de la plancha, humedecidas con agua, de manera que no acepten tinta. Cuando se hacen las planchas éstas áreas se **DESENSIBILIZAN** aplicándoles una capa de goma arábiga (u otra sustancia desensibilizante). Esta capa se va desgastando gradualmente conforme se utiliza la plancha. Es necesario usar químicos en la solución de mojado para reconstruir esta capa. (7).

### COMPOSICION DE LOS ADITIVOS DESENSIBILIZANTES:

Los dos compuestos principales son un polisacárido natural con propiedades desensibilizantes (usualmente goma arábiga) y un ácido (ácido fosfórico, compuesto de un fosfato ácido, ácido cítrico o ácido láctico). El ácido convierte la goma desensibilizante a su forma de ácido libre, la cual contiene grupos carboxilo (-COOH) que ayudan en la adsorción de la goma a la plancha de metal. Además el ácido fosfórico también tiene propiedades desensibilizantes. (7).

Hoy en día se utilizan gomas sintéticas para obtener una calidad más consistente, ya que la goma arábiga por ser natural varía de calidad y pureza con las condiciones de la estación del año. (1).

### UTILIZACION:

Se añade al agua de mojado en una proporción del 1-2%. No es compatible con soluciones de alcohol. (5).

### **c. REDUCCION DE LA TENSION SUPERFICIAL, CAPACIDAD DE MOJADO Y OTROS EFECTOS DEL ALCOHOL**

#### FUNCION:

El alcohol es el producto más importante a la hora de controlar el mojado. Apenas influye en el pH de la solución de humectación pero reduce la tensión superficial y aumenta considerablemente su capacidad de mojado. Al agregar alcohol la película de líquido humectante se hace más uniforme (disminuyéndose su espesor).

Además, el alcohol se evapora más rápidamente que el agua. Gracias a esto y a trabajar con menos solución de mojado, llega menos agua al material que se imprime, por lo que éste seca con mayor rapidez y la tinta se transfiere mejor. Al mismo tiempo, el frío, debido a la evaporación, contrarresta el calentamiento de los grupos de máquina afectados. (3).

### COMPOSICION:

Actualmente, para lograr los efectos arriba mencionados se utiliza principalmente "alcohol isopropílico", aunque se están haciendo esfuerzos por encontrar sustitutos para éste, por ser inflamable, y un posible tóxico y contaminante. (8). Si se utiliza una

combinación adecuada de alcohol con otros agentes tensoactivos o surfactantes se puede reducir la cantidad de alcohol requerida en la solución de mojado. (4).

#### UTILIZACION:

La tensión superficial desciende hasta un porcentaje de alcohol alrededor del 20%, a partir del cual la adición ya no influye de manera decisiva en la tensión superficial. Resulta inadecuado y antieconómico añadir más alcohol a la solución de mojado. (3). El efecto máximo sin riesgos se obtiene en proporciones entre un 10% y un 15%. (5).

Es necesario medir el pH de la solución de mojado antes de añadir el alcohol, y luego ajustarlo, si fuera necesario. Esto se debe a que éste no es conductor de la electricidad, por lo que medir el pH de la solución conteniendo alcohol no es significativo. (5).

#### **d. EFECTO ANTIMICROBIANO**

##### FUNCION:

Al sistema de humectación entran bacterias, algas, levaduras y hongos provenientes de la atmósfera y del agua utilizada. Aquí encuentran las condiciones nutricionales propicias (condición ligeramente ácida, pH constante, sales disueltas, temperatura y otros componentes orgánicos) para reproducirse con rapidez. Dado que las células se dividen, aproximadamente, cada 20-30 minutos, en un sólo día pueden crecer varios billones de ellas. Estas colonias de microorganismos pueden formar lodos que obstruyen los conductos, a la vez que ensucian el equipo de humectación, tuberías y tanques de almacenamiento. Además, hacen variar el comportamiento de la solución de mojado, causando problemas en la impresión. Para evitar tales situaciones se necesita agregar al agua de mojado componentes fungicidas, bactericidas y algucidas que posean un efecto antimicrobiano de larga duración. (4 y 5).

##### COMPOSICION:

Existen muchas clases de aditivos con formulaciones complejas. Cabe mencionar los compuestos orgánicos de mercurio y los fenólicos. (5).

**UTILIZACION:**

Se aconseja su uso regular como aditivo al agua de mojado. Es imprescindible en lugares donde el agua de uso industrial lleva muchos gérmenes y en ambientes contaminados.

**e. Otros componentes de las soluciones de mojado**

Cuando el agua natural es muy dura, es necesario agregar productos secuestradores de iones que forman un complejo con los iones metálicos (de las sales que producen la dureza), evitando reacciones de precipitación. Estos aditivos pueden ser muy sofisticados, aunque en general se usan polifosfatos y metafosfatos.

Los aditivos mencionados anteriormente son los más comunes, pues ayudan a solucionar los principales problemas que desestabilizan el equilibrio agua-tinta-plancha-máquina. Para el caso de causas de inestabilidad menos comunes se pueden agregar o combinar otros aditivos. Existen en el mercado varios concentrados para soluciones de mojado que cumplen con diversos requerimientos.  
(5).

## Parte III

---

# METODOLOGIA

---

## ANALISIS DE MUESTRAS DE AGUAS NATURALES

El primer paso llevado a cabo fue recolectar muestras de aguas naturales, tanto de las redes de distribución de la ciudad como de aguas de pozos subterráneos. Se sectorizó el área de la ciudad en 5 secciones de acuerdo con su posición geográfica: norte, sur, este, oeste y centro. Se muestreó en cada una de estas zonas, pues se investigó que en todas existen localizadas empresas litográficas.

Se recolectaron 11 muestras de agua para ser analizadas. El análisis de éstas consistió en mediciones efectuadas por triplicado de "dureza" y "pH". Se efectuaron las mismas mediciones para una muestra de agua destilada y desionizada. Esto se realizó con el propósito de tener un control y de poder comparar posteriormente experimentaciones efectuadas usando aguas de varias calidades con soluciones a base de agua desionizada.

Las mediciones de dureza fueron realizadas por el método de Valoración Complejométrica con un reactivo aminopolicarboxílico frente a un indicador mixto. El procedimiento consistió en agregar cinco gotas del indicador a una muestra de agua de 5 ml. Si la solución resultante, después de agitar, se tornó roja, no se valoró con el reactivo. Si por el contrario, el agua con el indicador permaneció verde, se agregó con una pipeta (graduada en partes por millón de carbonato de calcio) el reactivo, hasta obtener una coloración roja. La dureza total se leyó de la pipeta graduada.

Las mediciones de pH se realizaron por Método Potenciométrico utilizando un pHmetro digital "Orion Research", modelo 211 (Incrementos 0.01 y precisión 0.005) con electrodo combinado de pH Orion 91-06.

Se encontraron diferencias significativas entre las 12 muestras tanto en el pH como en lo que respecta a la calidad del agua usada para Impresión (o sea la dureza total). Puesto que el rango de dureza variaba entre 0 ppm de  $\text{CaCO}_3$  y 85 ppm de  $\text{CaCO}_3$ , se procedió a seleccionar agua de 4 lugares diferentes: 0 ppm (agua #1 - desionizada), 52 ppm (agua #3), 76 ppm (agua #8) y 85 ppm (agua #12). Las siguientes pruebas se llevaron a cabo con base en las aguas escogidas.

## **ANALISIS DE CONCENTRADOS PARA SOLUCIONES DE MOJADO**

Para llevar a cabo la siguiente etapa de experimentación se escogieron 3 concentrados comerciales utilizados por la Industria de la Impresión en Guatemala, cada uno con características propias.

Por medio de mediciones potenciométricas, se determinó el pH de estos concentrados.

## FORMULACION DE SOLUCIONES DE MOJADO ADECUADAS

Como se expresó en la sección teórica de este trabajo, la calidad del agua natural influye en el pH de las soluciones de mojado preparadas con los concentrados que contienen diversos aditivos (ver sección II.A.3.a). Para que la impresión sea de óptima calidad el pH de las soluciones debe mantenerse entre ciertos límites. De la misma sección teórica se obtuvieron los intervalos recomendados para obtener los mejores resultados, se tomó como base para la parte experimental, el valor promedio de pH para cada límite: 4.5 - 5.5.

Se prepararon muestras de soluciones de mojado, a manera que sus pH's se encontraran dentro de los límites establecidos. En base al pH de cada concentrado (y a las proporciones sugeridas por el fabricante) se hizo una dilución para cada una de las 4 muestras de agua. Estas soluciones se prepararon diluyendo un determinado volumen de concentrado en un volumen de agua conocido, por lo que se expresan como % v/v:

$$\text{Concentración} = (\text{volumen concentrado} / \text{volumen total}) \times 100$$

Se midió el pH de éstas soluciones. A partir de estas primeras soluciones se hicieron subsiguientes diluciones, para conseguir las concentraciones a las cuales se obtiene un pH adecuado. Para cada tipo de agua se midió el pH para, aproximadamente, 10 concentraciones distintas.

## DURABILIDAD DE LAS SOLUCIONES

Las soluciones más diluidas se guardaron en recipientes de polietileno, en un lugar seco, a una temperatura de 26°C +/- 1°C, por un período de aproximadamente 20 días a 1 mes. Durante este tiempo fueron analizadas varias veces para obtener,

por lo menos, cuatro lecturas de pH para cada solución. Lo mismo se realizó con dos soluciones distintas, más concentradas, preparadas con el concentrado A. Esto se hizo con el objeto de poder determinar el efecto del tiempo en la estabilidad de las soluciones y la factibilidad de almacenar soluciones intermedias que puedan ser diluidas, para preparar el producto final, en el momento de usarse.

Se efectuó un análisis visual del estado de las soluciones, notándose indicios de crecimiento de algas y mohos.

## Parte IV

---

# RESULTADOS

---

## A. RESULTADOS EXPERIMENTALES

### RESULTADOS TABULADOS

Los resultados brutos obtenidos de las mediciones efectuadas se tabularon. Las Tablas #1 y #2 (presentadas en la Parte V) muestran los análisis realizados a las diferentes muestras de aguas y concentrados, respectivamente. Se presentan los valores promedio de las tres lecturas tomadas, para cada parámetro.

Las Tablas #3 al #5 (del Apéndice B) contienen los valores de pH obtenidos para cada concentración de las soluciones formuladas con los tres concentrados y diluidas con cada uno de las cuatro muestras de agua seleccionadas.

Las Tablas #6 al #8 (también del Apéndice B) contienen los valores de pH obtenidos para las soluciones almacenadas. Se presenta el número de día en que se hizo la lectura y seguidamente abajo, el valor de la medición de pH correspondiente.

En el Apéndice C se muestra el resultado del examen visual llevado a cabo para las soluciones almacenadas.

### RESULTADOS GRAFICADOS

Para poder analizar los resultados experimentales con mayor facilidad, se construyeron las gráficas pertinentes. Las Gráficas #1 al #3 muestran las curvas de pH de soluciones contra dureza del agua, para un rango de varias concentraciones. Las Gráficas #4 al #6 se basan en los mismos datos que las anteriores, pero éstas

muestran las curvas con respecto a la concentración, para las diferentes aguas utilizadas en las soluciones. Las seis gráficas arriba mencionadas se obtuvieron a partir de los resultados de las Tablas #3 al #5. En la sección de Análisis y Discusión de Resultados se explica y discuten los comportamientos, tendencias y correlaciones de estas gráficas.

En el Apéndice B, se presentan las gráficas basadas en las Tablas #6 al #8. Estas gráficas ilustran el cambio en el pH de las soluciones almacenadas durante un cierto período de tiempo, y sirven de fundamento para la Discusión sobre el comportamiento de Soluciones de Mojado Intermedias.

## B. RESULTADOS CALCULADOS

Los resultados de la siguiente tabla fueron calculados de los datos de las Tablas

**TABLA DE CALCULOS  
CAMBIO DE pH AL CAMBIAR  
LA CONCENTRACION DE 1% A 2%**

CONCEN- TRADO	AGUA #1 Dureza = 0ppm	AGUA #3 Dureza = 52ppm	AGUA #8 Dureza = 76ppm	AGUA #12 Dureza = 85ppm	PROMEDIO
A	0.04	0.08	0.13	0.15	0.10
B	0.15	0.22	0.31	0.35	0.26
C	0.15	0.31	0.46	0.54	0.37
PROMEDIO	0.11	0.20	0.30	0.35	

de Resultados #3 al #5. Se determinó para un cambio en concentración de 2% v/v a 1% v/v, la diferencia de pH para las soluciones preparadas con cada muestra de agua y con cada uno de los concentrados utilizados. En la parte de abajo de cada columna aparece el promedio de cambios de pH para cada agua. En la columna de la derecha aparece el promedio de cambios de pH para cada concentrado. Estas variaciones se ilustran más adelante en forma de diagramas de barras (Gráficas #7 y #8).

## Parte V

---

# ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

---

## 1. CORRELACIONES ENTRE pH Y DUREZA

### a. 'El pH del agua natural no es función de su dureza'

En la Tabla de Resultados #1, las diferentes aguas naturales analizadas fueron numeradas en orden ascendente conforme a su dureza. Los valores obtenidos de pH no siguen un patrón, de donde se determina que no existe una relación directa entre el pH y la dureza de aguas naturales o crudas.

TABLA #1  
RESULTADOS DE ANALISIS DE MUESTRAS  
DE AGUAS NATURALES

NUMERO DE IDENTIFICACION	PROCEDENCIA	SECTOR DE LA CIUDAD	pH PROM.	DUREZA PROM. (ppm CaCO <sub>3</sub> )
*1	Desionizada	Sur	8.21	0
2	Red de EMPAGUA	Sur	8.82	50
*3	Pozo Propio	Este	6.18	52
4	Pozo Propio	Oeste	6.40	60
5	Red de EMPAGUA	Sur	6.50	72
6	Pozo Propio	Este	6.59	74
7	Red de EMPAGUA	Este	7.25	75
*8	Red de EMPAGUA	Sur	6.77	76
9	Red de EMPAGUA	Centro	6.64	80
10	Red de EMPAGUA	Sur	6.74	80
11	Red de EMPAGUA	Centro	7.57	82
*12	Red de EMPAGUA	Norte	7.24	85

\* = Aguas de referencia utilizadas en la siguiente fase de experimentación

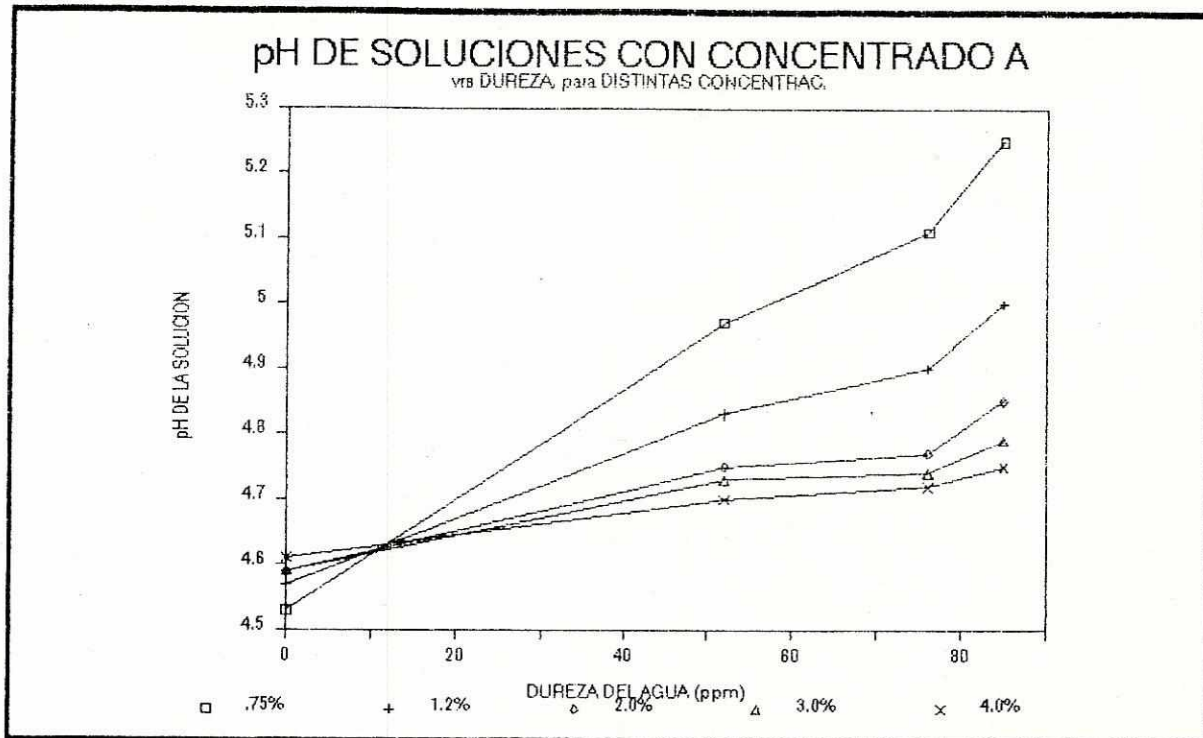
Debido a que el agua surtida, por ejemplo, por la red de distribución municipal, es tratada químicamente para que sea potable, sus características varían dependiendo de los compuestos agregados y tipo de procesos llevados a cabo. En la Tabla del Apéndice D, se muestran datos proporcionados por la Empresa Municipal de Agua de la Ciudad de Guatemala (EMPAGUA) sobre análisis químicos efectuados, por un periodo de más de un año, para las diferentes fuentes que abastecen a la capital. En esta tabla se puede observar que no hay una relación entre los dos parámetros en cuestión: pH y dureza del agua. En general, las variaciones de pH, sobre todo en las últimas etapas del tratamiento son pequeñas (aprox. 0.0 - 0.1 unidades de pH), en comparación con las variaciones de dureza (variación promedio de 10 ppm). Para que el agua sea bacteriológicamente potable, y sanitaria desde el punto de vista físico-químico, se necesita mantener dentro de límites máximos aceptables parámetros como: número de bacterias y coliformes, niveles de nitritos, hierro, manganeso, sustancias minerales, sólidos en suspensión, etc. Además, sustancias como cloruros, fluoruros y sulfatos se deben mantener dentro de ciertos límites. Dependiendo de los compuestos que contenga el agua de entrada, será el tratamiento a seguir, variando a su vez, la acidez y dureza de la misma.

En el caso de agua proveniente de pozos (por ejemplo, las aguas analizadas números #3, #4 y #6) su dureza dependerá de la capa geológica de la que es extraída, pues al ser filtrada por la tierra absorbe sales solubles, así como también convierte compuestos insolubles en sales solubles, en presencia de dióxido de carbono. (4). El pH en estos casos se puede ver afectado por la presencia de bicarbonato de calcio, o también por sustancias químicas agregadas, en el caso que el agua sea tratada. Las muestras de aguas provenientes de pozos (ver Tabla de Resultados #1) sí muestran cierta correlación, siendo ácidas y, a la vez, suaves.

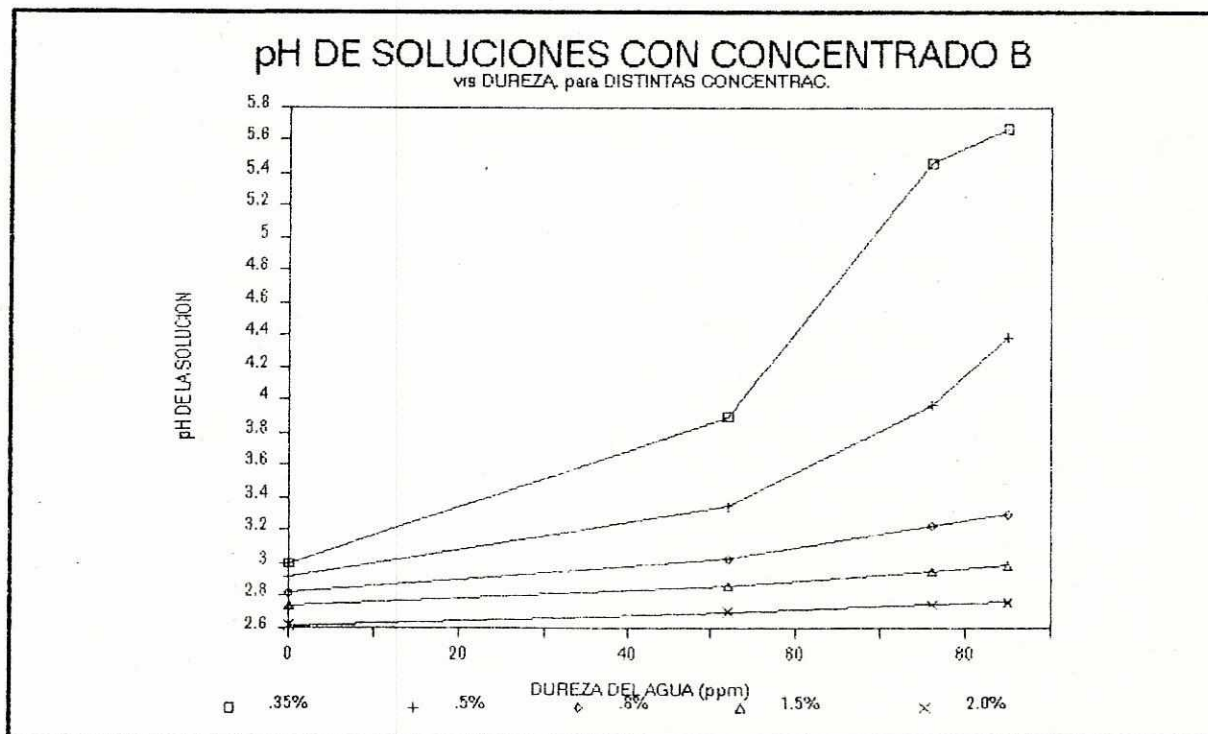
Es de importancia mencionar que el agua de la ciudad de Guatemala, es en general un agua suave (ver Tabla de Resultados #1 y Apéndice C), pues prácticamente todas las muestras poseen una dureza menor de 125 ppm de  $\text{CaCO}_3$ .

**b. 'El pH de las soluciones de mojado sí es función de la dureza del agua utilizada'**

Como se mencionó en la teoría (Sección II.A), la calidad del agua en procesos de impresión se basa en la cantidad de sólidos totales disueltos, o sea en la dureza del agua. Las relaciones y tendencias de las soluciones formuladas se basaron en la dureza del agua.



Gráfica #1



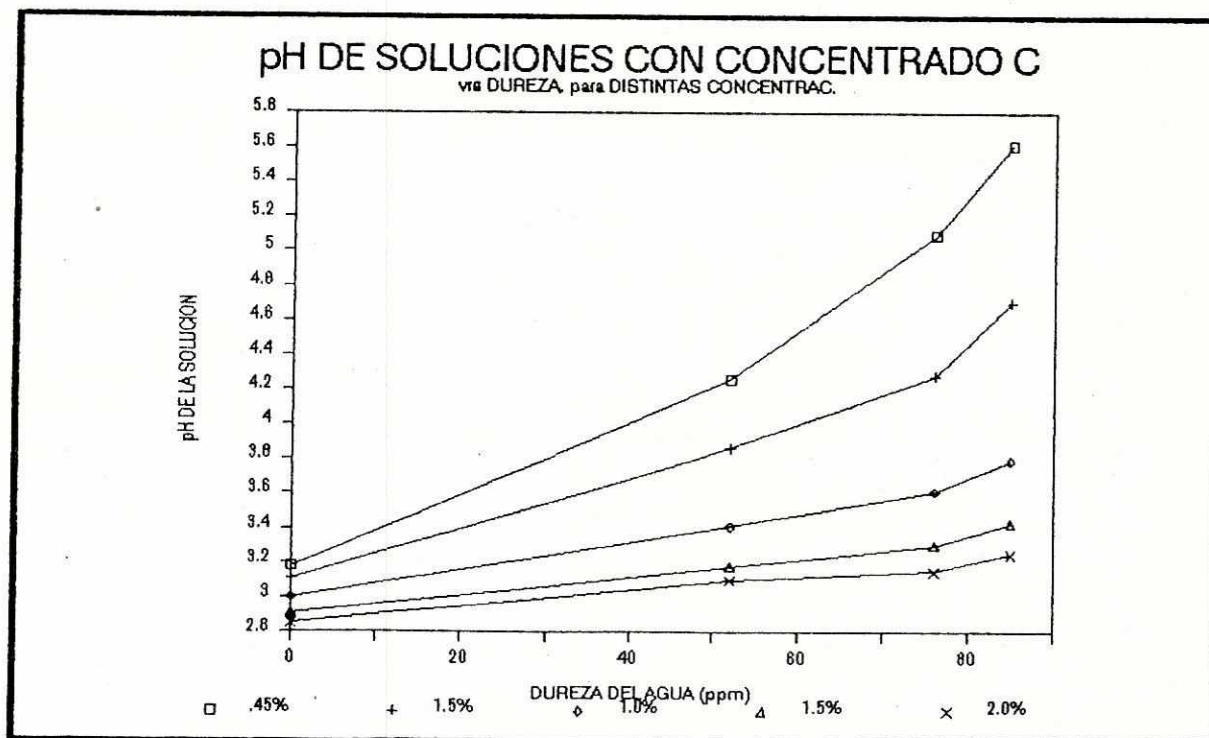
Gráfica #2

Se determinó que el pH de las soluciones disminuye al disminuir la dureza del agua utilizada. O sea que, la calidad del agua utilizada en la formulación de las soluciones de mojado sí influye en el pH de dichas soluciones.

En las Gráficas #1, #2 y #3 se presentan las curvas de pH de las soluciones contra la calidad del agua natural para varias concentraciones dentro del intervalo de soluciones preparadas. Para todos los casos, el pH de las soluciones aumenta al aumentar la dureza. El cambio en pH, de agua totalmente suave (0 ppm) a agua más dura (85 ppm), varía de 0.14 unidades de pH para la solución al 2% de concentrado B, a 2.67 unidades de pH para la solución al .35% también de concentrado B.

Este hecho se explica con la teoría sobre que el cambio en el pH es el resultado de la neutralización parcial del componente ácido, por medio de los iones de bicarbonato presentes en el agua más dura. Entonces, entre más dura el agua, más alto el pH de las soluciones de mojado.

Para el concentrado A, de la Gráfica #1 se deduce que para una dureza del agua entre 10 y 15 ppm y diversas concentraciones entre 0.75% y 4%, el pH permanece constante en aproximadamente 4.62. Esto implica que el concentrado A mantiene un pH estable para aguas muy suaves, en cambio los concentrados B y C varían substancialmente al variar las concentraciones de dilución. Esto se explicará en detalle más adelante, en la sección V.2.



*Gráfica 3*

## 2. CORRELACION ENTRE pH Y CONCENTRACION DE LAS SOLUCIONES

**"Para concentrados tipo ácido, entre más diluidas las soluciones (menor concentración), es mayor el pH de las mismas".**

Las Gráficas #4, #5 y #6 muestran la relación entre el pH de las soluciones de mojado y la concentración de éstas, para las distintas aguas analizadas. Las soluciones con mayor concentración son las más ácidas. Esta deducción se explica claramente al examinar la Tabla de Resultados #2, la cual muestra el pH de los concentrados utilizados para preparar las soluciones. Los tres concentrados utilizados son de tipo "ácido" (pH menor de 7.0). Al añadir agua y diluir las soluciones, el pH tiende a ir neutralizándose ya que el pH de las aguas utilizadas (6.18 - 7.24) es mayor al de los concentrados.

Como se explicó en la Sección de Generalidades, es necesario que el pH de las soluciones de mojado se mantenga dentro de ciertos límites para que la calidad de la impresión sea óptima, el secado adecuado y para evitar efectos de deterioro en el equipo y la maquinaria. En la Sección de Metodología se tomó como base para la parte experimental el intervalo óptimo de pH entre 4.5 y 5.5.

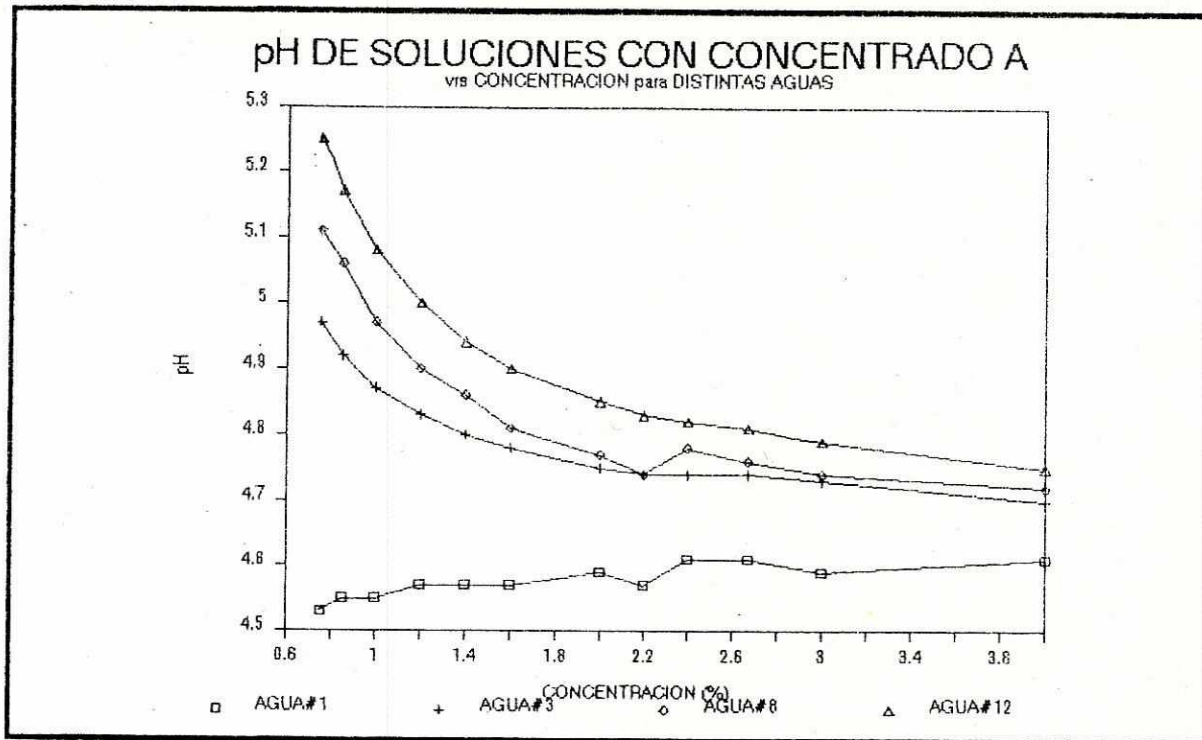
El concentrado A es el menos ácido (pH = 4.74). Todas las soluciones formuladas con éste se encuentran dentro de los límites de pH. De acuerdo con el fabricante, este concentrado es especial para aguas suaves, lo cual se confirma con los resultados obtenidos. Concentrados de este tipo son los que dan para la región de la ciudad de Guatemala los mejores resultados, por ser la calidad del agua principalmente suave.

Los concentrados B y C son considerablemente más ácidos por lo que se necesita hacer fuertes diluciones para que las soluciones se sitúen dentro de los límites de pH. Además, soluciones de estos concentrados con aguas muy suaves (dureza menor de 50 ppm) llegan al rango adecuado de pH sólo a concentraciones muy bajas, que tienden a 0 % v/v (diluciones casi totales). Usar soluciones tan diluidas puede provocar ciertos problemas, ya que, la cantidad de aditivos presentes es mínima. Por ejemplo, la cantidad de goma desensibilizante puede no ser suficiente para mantener las zonas "no-imagen" libres de tinta, sobre todo si las tiradas son muy largas y la máquina está trabajando a altas velocidades. Si la cantidad de agentes antimicrobianos es insuficiente y la temperatura no se controla se puede dar un crecimiento acelerado de algas, hongos y bacterias. También, si la concentración es muy baja se puede ver afectado el equilibrio agua-tinta, la velocidad de secado de la tinta y otros efectos.

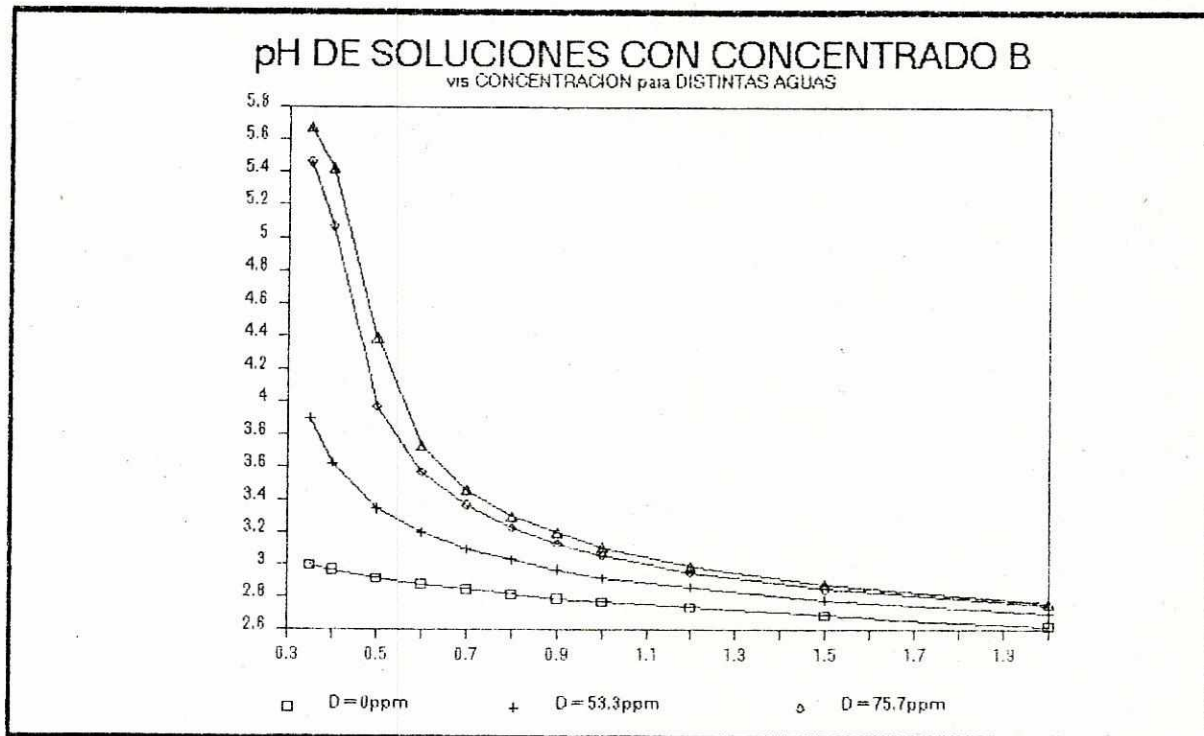


**TABLA #2****RESULTADOS DE CONCENTRADOS COMERCIALES ANALIZADOS**

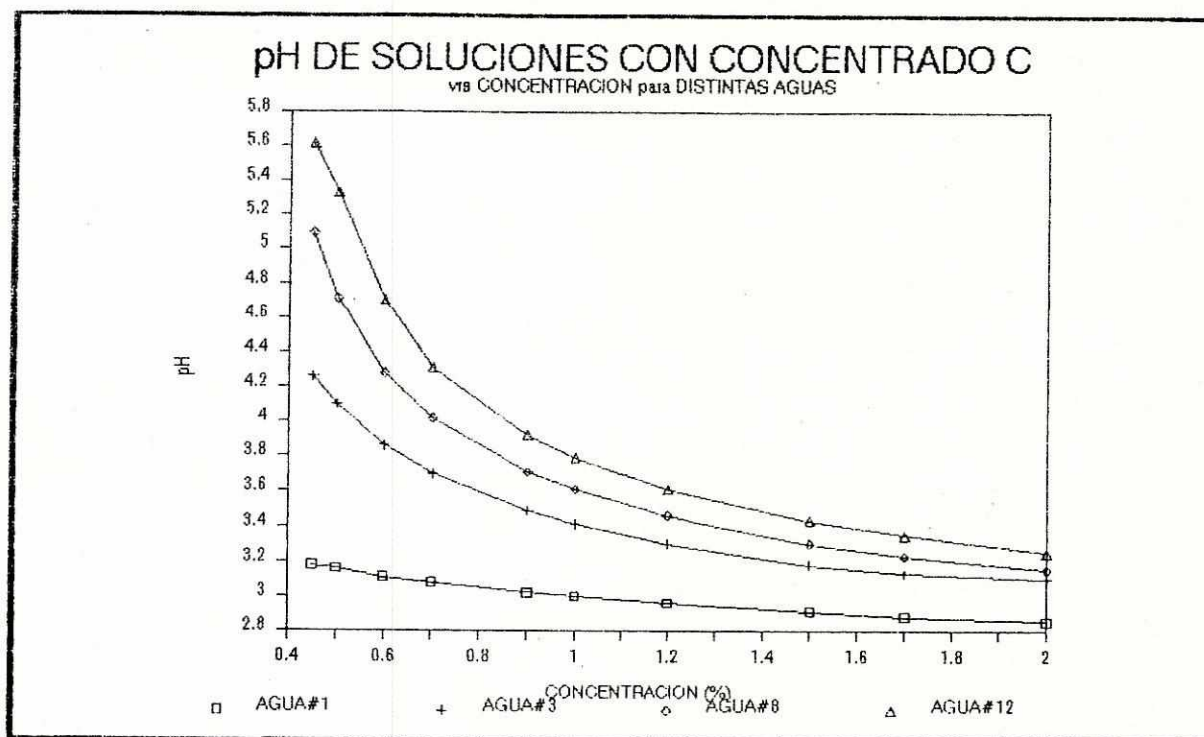
<b>Identificación</b>	<b>Tipo</b>	<b>pH del Concentrado</b>	<b>Características (dadas por el fabricante)</b>
A	Acido	4.74	Formulación estandar para todo tipo de sistema de mojado. Para agua muy suave.
B	Acido	1.96	Para máquinas de alta velocidad y situaciones en que se prefiera algo más económico que alcohol. Para planchas presensibilizadas negativas.
C	Acido	1.96	Para máquinas de alta velocidad y rotativas offset de bobina. Para cualquier tipo de plancha metálica o clase de tinta. Se puede utilizar con alcohol.



Gráfica #4



Gráfica #5



*Gráfica 6*

Para concentrados que son muy ácidos, como el B y el C, se pueden obtener soluciones con un pH adecuado de dos maneras:

1) Diluyendo el concentrado hasta llegar al pH deseado. Arriba se mencionan los efectos y problemas que ésto podría llegar a ocasionar.

2) Utilizar aguas más duras, para diluir menos. En el caso de la ciudad de Guatemala, ésto no representaría problema ya que la calidad del agua es generalmente suave. Lo que ocurre cuando el agua es demasiado dura es que se depositan jabones (formados por reacción de las sales minerales con los ácidos grasos de la tinta) en la plancha (causando llenado de los tonos), en los rodillos entintadores (causando una separación entre ellos - especialmente en la unidad de entintado del color rojo - que a la vez provoca que no se transporte suficiente tinta) y en los rodillos mojadores (causando que la dosificación sea inexacta). Como se señaló anteriormente, ésto no es el problema cuando se utilizan aguas naturales en Guatemala, a menos que se agregaran sustancias para aumentar la dureza, las cuales podrían causar los efectos indeseables mencionados.

En la mayoría de las empresas litográficas se cuenta con tan sólo una o dos fuentes de abastecimiento de agua, las cuales son suaves. Entonces, lo más adecuado es utilizar el agua de que se dispone y preparar la solución de mojado con un concentrado que sea apropiado para el tipo de agua.

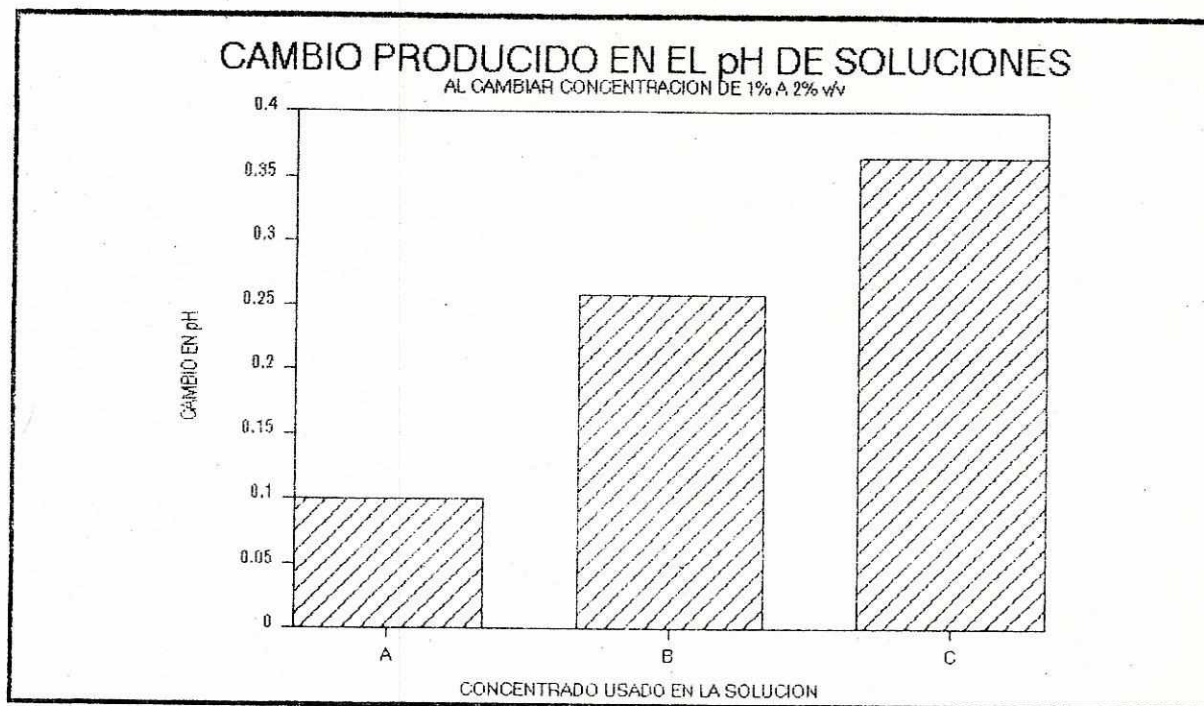
Considerando el aspecto económico, es preferible utilizar soluciones más diluidas, pues el elemento crítico en cuanto a costo de la solución de mojado, es el concentrado. Entre menor cantidad de concentrado sea necesario añadir a la solución, para que trabaje dentro de los parámetros óptimos, más rentable será el proceso y en consecuencia el producto impreso. Este factor se hace importante cuando se considera el proceso a mayor escala y no sólo como pruebas de laboratorio. En una empresa litográfica con varias máquinas trabajando continuamente, se consume diariamente tal cantidad de solución de mojado (promedio en Guatemala de 10 - 20 litros/día), que resultaría necesario optimizar la cantidad de concentrado a utilizar, a modo de minimizar costos.

### 3. EFECTO AMORTIGUADOR DE LAS SOLUCIONES

#### a. "Las características amortiguadoras de las soluciones de mojado aumentan conforme aumenta la concentración de dichas soluciones"

De las Gráficas #4, #5 y #6, se determina que las características amortiguadoras (efecto tampón) disminuyen al diluirse las soluciones. En la región constante de estas gráficas, una variación en la concentración produce un ligero cambio en el pH; mientras que en la parte de mayor pendiente una ligera variación en la concentración provoca un gran cambio de pH. Se obtiene una mejor capacidad de amortiguación con concentraciones altas ya que, entre más concentrado presente, mayor cantidad de aditivos que ayudan a la estabilización del pH.

El concentrado A es el que se comporta mejor como solución tampón para los cuatro tipos de agua analizados. La gráfica #7 muestra el cambio de pH promedio (para las cuatro aguas utilizadas) de cada concentrado cuando se varía la concentración de las soluciones de 1% a 2%. El concentrado C es el que más varía, por lo que sus propiedades amortiguadoras no son las mejores.



*Gráfica 7*

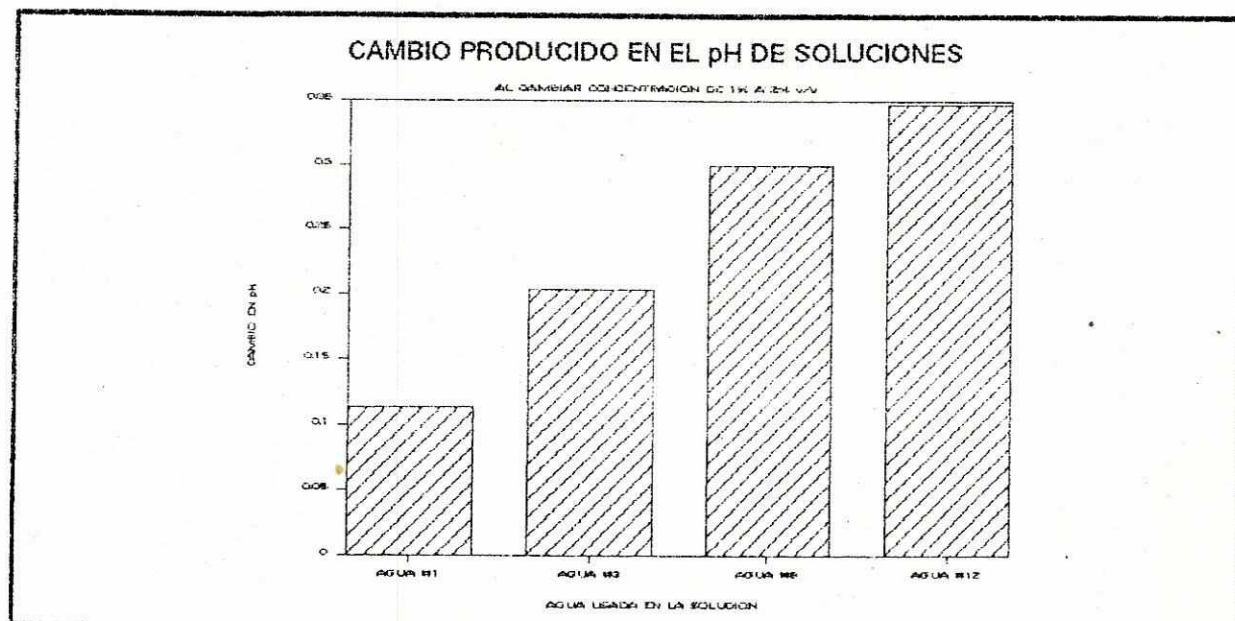
**b. "Las características amortiguadoras se acrecientan al usar aguas más suaves"**

La Gráfica #8 presenta la variación de pH para cada tipo de agua analizado, al variar la concentración de las soluciones de 1% a 2%. El cambio en pH se hace mayor al endurecerse el agua. Los concentrados diluidos en aguas más suaves logran un mejor efecto tampón.

Es interesante notar el comportamiento de las soluciones elaboradas con agua desionizada:

- pH se mantiene relativamente constante (Gráfica #8).
- Tendencia de la curva pH solución vs. concentración es casi lineal (Gráficas #4, #5 y #6).
- pH más ácido que para las otras aguas.

Estas tendencias se explican ya que el agua desionizada no contiene bicarbonatos ni otras sales que puedan estar solubles en el agua y que reaccionen con los componentes ácidos del concentrado (por ejemplo: ácido fosfórico, goma arábiga, etc...). Como no ocurre reacción, no importa en que concentración se agreguen aditivos al agua de mojado, el pH no variará significativamente. Esto hace que el comportamiento sea lineal y estable.



Gráfica 8

#### 4. VARIABILIDAD DEL pH DE SOLUCIONES ALMACENADAS

"Las fluctuaciones de pH con respecto al tiempo son menores para las soluciones más concentradas"

De las gráficas del Apéndice B se puede observar que las curvas de las soluciones más concentradas (4.00% y 2.00%), presentan poca variación de pH con respecto al tiempo, siendo más bien rectas horizontales. Esto indica que aunque estas soluciones permanezcan estancadas por un período mayor de dos semanas, su pH se mantendrá casi constante durante este tiempo. Por el contrario, todas las soluciones diluidas muestran una variación apreciable en el pH. Es interesante notar que las soluciones preparadas con los concentrados A y C tuvieron incrementos de pH al transcurrir el tiempo, mientras que las formuladas con el concentrado B mostraron en general una tendencia de disminución de pH.

Se encontró que si se deja permanecer las soluciones de mojado por períodos largos de tiempo pueden ocasionarse varios problemas, entre ellos:

- El pH puede salirse del límite aceptable para una buena impresión después de una a dos semanas (dependiendo del agua y concentrado utilizados).

20470-467

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA  
Biblioteca

No. 3

CLASIFICACION: TE UVG INGQUI Y42 1989

AUTORES: ~~IMMEDIATO DEL VALLE DE GUATEMALA~~  
Umbert Garavito, Beatriz Monserrat

TITULO: Formulación de soluciones de mojado para las artes gráficas, empleando agua de la ciudad de Guatemala.

COAUTOR: \_\_\_\_\_

PAIS: Guatemala

FECHA: 1989 p. 57 <sup>IV-VIII</sup> il. X

cm. \_\_\_\_\_

Tesis( licenciatura en ingeniería química)--Universidad del Valle de Guatemala, Facultad de Ciencias y Humanidades

Bibliografía: p. 42-43

MATERIAS:

1. Impresión (artes gráficas)
2. Agua
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_

I. t.

II. Facultad de Ciencias y Hemanidades, Depto. de Ingeniería Química.

III. \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

- Los efectos antimicrobianos del concentrado disminuyen, proliferando el crecimiento de algas y mohos.. (Ver Análisis Visual de las Soluciones en el Apéndice C).

En la práctica no se determinó cuándo empezaba a haber crecimiento microbiano que pudiera afectar el proceso de impresión, ya que los objetivos de éste trabajo están enfocados únicamente a factores que puedan afectar el pH y no a otros efectos relacionados con las soluciones de mojado. Para determinar el tiempo de duración de las soluciones sería necesario llevar a cabo un análisis microbiológico, a las condiciones prevalecientes.

Por otro lado, las soluciones se conservan mejor (en cuanto a pH) si son diluidas en aguas más suaves. Las curvas para las soluciones hechas con agua de una dureza menor de 52 ppm  $\text{CaCO}_3$  presentan menos fluctuaciones que con las dos muestras de aguas más duras.

## 5. FORMULACIONES OPTIMAS PARA LAS SOLUCIONES DE MOJADO

La solución óptima es la que cumple con los requerimientos para una buena impresión, con el mínimo de perturbaciones y al menor costo. Para el caso específico de los tres concentrados analizados se delimitó un intervalo de concentración dentro del cual cada uno trabajaría adecuadamente en lo que a pH se refiere.

La siguiente tabla contiene las formulaciones para el producto de uso diario (o sea las soluciones de mojado final) que cumplen con los límites de pH óptimo: 4.5 - 5.5, para los tres concentrados analizados:

CONCENTRADO	CONCENTRACION (% vol / vol total)	TIPO DE AGUA
A	4.00 - 0.80	Todas
B	0.50 - 0.35	Agua #8 (dureza = 76ppm) Agua #12 (dureza = 85ppm)
C	0.60 - 0.45 0.65 - 0.45	Agua #8 (dureza = 76ppm) Agua #12 (dureza = 85ppm)

## Parte VI

---

# GUIA PARA LA FORMULACION DE SOLUCIONES DE MOJADO

---

Como se puede determinar de la discusión de la sección precedente, la concentración exacta de la solución de mojado a utilizar no depende únicamente del agua empleada. El tipo de concentrado que se utilice es el otro factor a considerar. A parte de los efectos que éste tenga sobre el agua, se deben tomar en cuenta los efectos sobre las tintas de impresión, la plancha y piezas de la máquina.

Es por ello, que para la selección del concentrado, se deben analizar las posibilidades de elección de los concentrados o productos aditivos disponibles en el mercado; pero, conociendo las funciones o características específicas de cada composición.

Como se describió en la sección teórica, no existe en el mercado un producto que contenga todas las propiedades, debido a incompatibilidad química entre los componentes. Una vez realizado el estudio, se debe escoger el que cubra un mayor número de las necesidades específicas.

La literatura cita (5), que las soluciones de mojado más perfeccionadas del mercado contienen alguna de las combinaciones compatibles siguientes:

## TIPO 1:

- Goma arábiga ácida
- Tensoactivo
- Retardadores de evaporación
- Fungicida

## TIPO 2:

- Solución tampón
- Secuestrador de iones
- Fungicida
- Tensoactivo

## TIPO 3:

- Sales
- Goma sintética
- Fungicida

## TIPO 4:

- Alcohol
- Tensoactivo
- Solución tampón.

Según datos proporcionados por los fabricantes, los concentrados analizados en este trabajo, poseen la siguiente caracterización química:

## CONCENTRADO A:

- Sistema orgánico tampón
- Poliol
- Carbohidrato
- Preservativo
- Inhibidor de corrosión

- Agente humectante (tensoactivo)
- Secuestrador de iones
- Especial para aguas suaves

#### CONCENTRADO B:

- No contiene solución tampón
- Goma arábica
- Bactericida
- Inhibidor de corrosión
- especial para aguas duras

#### CONCENTRADO C:

- Goma sintética
- Escaso fungicida
- Especial para agua dura.

Haciendo una comparación entre los concentrados utilizados y los cuatro tipos de combinaciones compatibles, descritos anteriormente, se pueden clasificar los concentrados empleados de la siguiente manera:

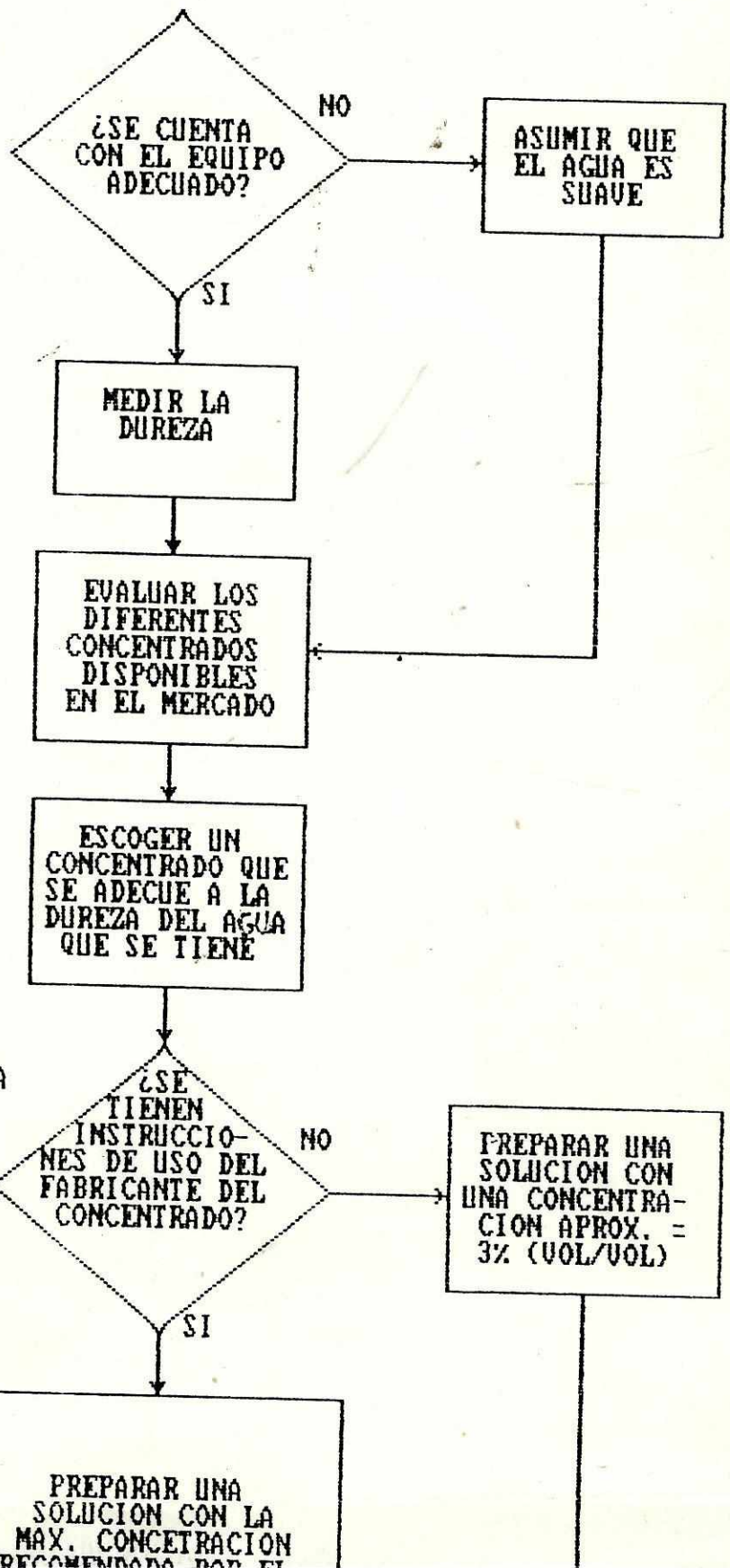
- El concentrado A es básicamente del tipo 2; ya que contiene una solución tampón, fungicida, secuestrador de iones y un tensoactivo.
- El concentrado B se puede clasificar como del tipo 1; por contener goma arábica, fungicida y no ser solución tampón.
- El concentrado C tampoco contiene solución tampón, y puede ser considerado como del tipo 3.

Este trabajo está enfocado primordialmente a los efectos del concentrado sobre el agua; de acuerdo con esto, los concentrados con aditivos semejantes a los del tipo 2 son los más adecuados para la región de la Ciudad de Guatemala.

El Diagrama de Flujo siguiente, presentado en la figura 3, toma en cuenta la dureza del agua y el tipo de concentrado a emplear, para formular la solución de mojado adecuada. El proceso sugiere llevar a cabo como primer paso una prueba en pequeña escala para determinar la concentración a utilizar. Esto se hace en forma iterativa hasta conseguir una solución dentro de los límites de pH aceptables. Luego, se prepara una solución de la concentración determinada, en mayor escala, la cual se prueba en la máquina de imprimir. Se va ajustando la concentración hasta obtener una calidad de impresión óptima, y se determina el pH exacto de trabajo.

DIAGRAMA DE FLUJO  
PARA LA FORMULACION DE SOLUCIONES DE MOJADO EN GUATEMALA

DETERMINAR LA DUREZA DEL  
AGUA A EMPLEAR



HACER PRUEBAS EN PEQUEÑA  
ESCALA

FABRICAR

DETERMINAR  
EL PH DE LA  
SOLUCION

¿ESTA  
ENTRE 4.5  
5.5?

NO

PH MAYOR DE 5.5:  
AGREGAR MAS  
CONCENTRADO.  
PH MENOR DE 4.5:  
DILUIR CON AGUA.  
RECORDAR QUE LA  
RELACION NO ES  
LINEAL. GUIARSE CON  
GRAFICAS #4, #5 Y #6

SI

PREPARAR EN  
MAYOR ESCALA  
SOLUCION CON LA  
CONCENTRACION  
DETERMINADA

AGREGAR UN  
12% EN PESO  
DE ALCOHOL

AJUSTAR EL  
PH ENTRE  
4.5 Y 5.5

PROBAR LA  
SOLUCION EN  
LA MAQUINA DE  
IMPRIMIR



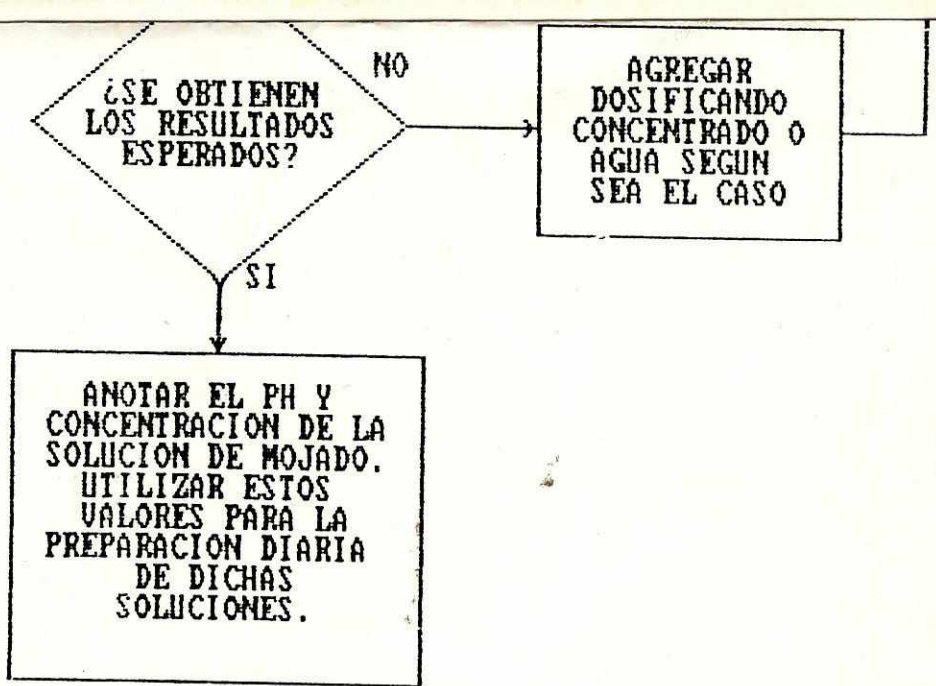


FIGURA 3

## Parte VII

---

# CONCLUSIONES

---

1. La calidad del agua de la Ciudad de Guatemala es apropiada para el proceso de impresión Offset.

2. Para la Ciudad de Guatemala se deben de utilizar concentrados formulados especialmente para aguas suaves, con sistema amortiguador y antimicrobiano.

3. Los comportamientos encontrados para la interacción entre los concentrados y el agua son los siguientes:

a. No se encontró una correlación entre la dureza de las aguas naturales analizadas y su pH; mientras sí hay relación con el pH de las soluciones de mojado.

b. Para concentrados tipo "ácido", entre menor la concentración de las soluciones de mojado, mayor es el pH de las mismas.

c. Las características amortiguadoras de las soluciones de mojado se acrecientan conforme aumenta la concentración de dichas soluciones y al emplear aguas más suaves.

d. Las soluciones más concentradas permiten que el pH se mantenga estable por un período de tiempo más prolongado.

4. Las formulaciones óptimas encontradas, para los casos analizados, son las siguientes:

CONCENTRADO	CONCENTRACION (% vol / vol total)	TIPO DE AGUA
A	4.00 - 0.80	Todas
B	0.50 - 0.35	Agua #8 (dureza = 76ppm) Agua #12 (dureza = 85ppm)
C	0.60 - 0.45 0.65 - 0.45	Agua #8 (dureza = 76ppm) Agua #12 (dureza = 85ppm)

## Parte VIII

---

# RECOMENDACIONES

---

1. Es importante determinar la calidad del agua que se tiene a disposición a manera de seleccionar el concentrado más adecuado, determinar el comportamiento de las soluciones y la concentración necesaria para llegar al intervalo de pH necesario para una impresión óptima.
2. Para el área de la Ciudad de Guatemala, se recomienda el uso de concentrados comerciales especiales para aguas suaves.
3. No se recomienda almacenar soluciones de mojado finales. Para el caso de soluciones intermedias, se aconseja prepararlas lo más concentradas posible.
4. Para la formulación de soluciones de mojado con un pH en el intervalo de 4.5 a 5.5, se aconseja seguir los pasos del Diagrama de Flujo (Figura 3) para la elaboración de dichas soluciones, a manera de guía para seleccionar el concentrado adecuado y determinar la cantidad de éste a emplear.

5. Para desarrollar un proceso de elaboración de soluciones de mojado que tome en cuenta la Interacción de éstas, con los otros parámetros importantes en el proceso de Impresión litográfica, se sugiere realizar estudios semejantes al presentado en este trabajo, enfocados al efecto de las soluciones sobre las tintas de Impresión, el papel, las planchas utilizadas y la máquina en sí.

6. Por último, se sugiere la idea de llevar a cabo análisis microbiológicos, para determinar el efecto del crecimiento de algas, mohos y bacterias en las soluciones de mojado sobre el proceso de impresión litográfica.

## Parte IX

---

# BIBLIOGRAFIA

---

1. MacPhee, J. "The importance of raw water quality in the control of fountain solution chemistry", 1988 TAGA Proceedings (Technical Association of the Graphic Arts), Rochester. pp. 315-338.
2. Shaw, D. y L. Lawson. "Controlling Lithographic Founts: Accurate control necessary for best results", Howgraphic, Londres, mayo 1982. pp 5.
3. Anónimo. "Del agua al líquido humectador", Heidelberg News Number 1/38, Heidelberg Druckmaschinen AG, Heidelberg, marzo 1980. pp 8-14.
4. Anónimo. "All About damping in offset printing", Hostmann-Steinberg Druckfarben, Celle, abril 1986. pp 12-21.
5. Casals, R. "Offset: actualización 1", Howson-Algraphy S.A., Barcelona, 1982. pp 57-64, 112.
6. Anónimo. "pH value", K + E Information (BASF Lacke + Farben AG), Stuttgart. pp 2, 7.

7. Hartsuch, P. "Chemistry for the Graphic Arts", GATF (Graphic Arts Technical Foundation), Pittsburgh, 1983. pp 263, 264.
8. Koman, R. "Trouble looms for printers using isopropyl alcohol", Print and Graphics, Vol. 9, No. 4, abril 1988. pp 12-13.
9. Kagy, F. "Graphic Arts", The Goodheart-Willcox Co., Inc., Chicago. 1961. pp 5, 61-62.
10. Anónimo. "Assessing the lithographic behavior of inks", American Ink Maker, noviembre 1988. pp 18-20.
11. Anónimo. "Water hardness", K + E Information (BASF Lacke + Farben AG), Stuttgart. pp 2, 4.

---

# APENDICES

---

## **APENDICE A**

### **TABLAS DE RESULTADOS EXPERIMENTALES PARA SOLUCIONES FORMULADAS**

**TABLA #3****RESULTADOS DE pH PARA SOLUCIONES  
FORMULADAS CON CONCENTRADO A**

CONCENTRACION (% v/v)	AGUA #1 0ppm	AGUA #3 52ppm	AGUA #8 76ppm	AGUA #12 85ppm
4.00	4.61	4.78	4.72	4.75
3.00	4.59	4.73	4.74	4.73
2.67	4.61	4.74	4.76	4.81
2.40	4.61	4.74	4.78	4.82
2.20	4.57	4.74	4.74	4.83
2.00	4.59	4.75	4.77	4.85
1.60	4.57	4.78	4.81	4.90
1.40	4.57	4.80	4.86	4.94
1.20	4.57	4.83	4.90	5.00
1.00	4.55	4.87	4.97	5.08
0.85	4.55	4.92	5.06	5.17
0.75	4.53	4.97	5.11	5.25

**TABLA #4****RESULTADOS DE pH PARA SOLUCIONES  
FORMULADAS CON CONCENTRADO B**

CONCENTRACION (% v/v)	AGUA #1 Dureza = 0ppm	AGUA #3 Dureza = 52ppm	AGUA #8 Dureza = 76ppm	AGUA #12 Dureza = 85ppm
2.00	2.62	2.70	2.75	2.76
1.50	2.69	2.78	2.85	2.88
1.20	2.74	2.86	2.95	2.99
1.00	2.77	2.92	3.06	3.11
0.90	2.79	2.97	3.13	3.20
0.80	2.82	3.03	3.23	3.30
0.70	2.85	3.10	3.37	3.46
0.60	2.88	3.20	3.57	3.73
0.50	2.92	3.35	3.97	4.39
0.40	2.97	3.83	5.07	5.42
0.35	3.00	3.90	5.46	5.67

**TABLA #5****RESULTADOS DE pH PARA SOLUCIONES  
FORMULADAS CON CONCENTRADO C**

CONCENTRACION (% v/v)	AGUA #1 Dureza = 0ppm	AGUA #3 Dureza = 52ppm	AGUA #8 Dureza = 76ppm	AGUA #12 Dureza = 85ppm
2.00	2.85	3.10	3.15	3.25
1.70	2.88	3.13	3.23	3.35
1.50	2.91	3.18	3.30	3.43
1.20	2.96	3.30	3.48	3.61
1.00	3.00	3.41	3.61	3.78
0.90	3.02	3.48	3.71	3.92
0.70	3.08	3.70	4.02	4.31
0.60	3.11	3.86	4.28	4.70
0.50	3.16	4.10	4.71	5.33
0.45	3.18	4.26	5.09	5.61

**TABLA #6**  
**RESULTADOS DE pH CON RESPECTO AL TIEMPO**  
**PARA SOLUCIONES FORMULADAS CON CONCENTRADO A**

CONCENTRACION	AGUA UTILIZADA						
0.75%	AGUA #1	-Días de Almacenamiento:	0	2	10	17	28
		-pH de solución:	4.53	4.57	4.65	4.69	4.68
	AGUA #3	-Días:	0	9	15	26	30
		-pH de solución:	4.97	5.07	5.19	5.59	5.73
	AGUA #12	-Días:	0	1	9	16	27
		-pH de solución:	5.25	5.31	5.43	6.09	6.89
2.00%	AGUA #3	-Días:	0	11	17	22	25
		-pH de solución:	4.78	4.79	4.8	4.82	4.79
4.00%	AGUA #8	-Días:	0	4	8	18	19
		-pH de solución:	4.77	4.73	4.75	4.76	4.74

**TABLA #7**  
**RESULTADOS DE pH CON RESPECTO AL TIEMPO**  
**PARA SOLUCIONES AL 0.35% FORMULADAS CON CONCENTRADO B**

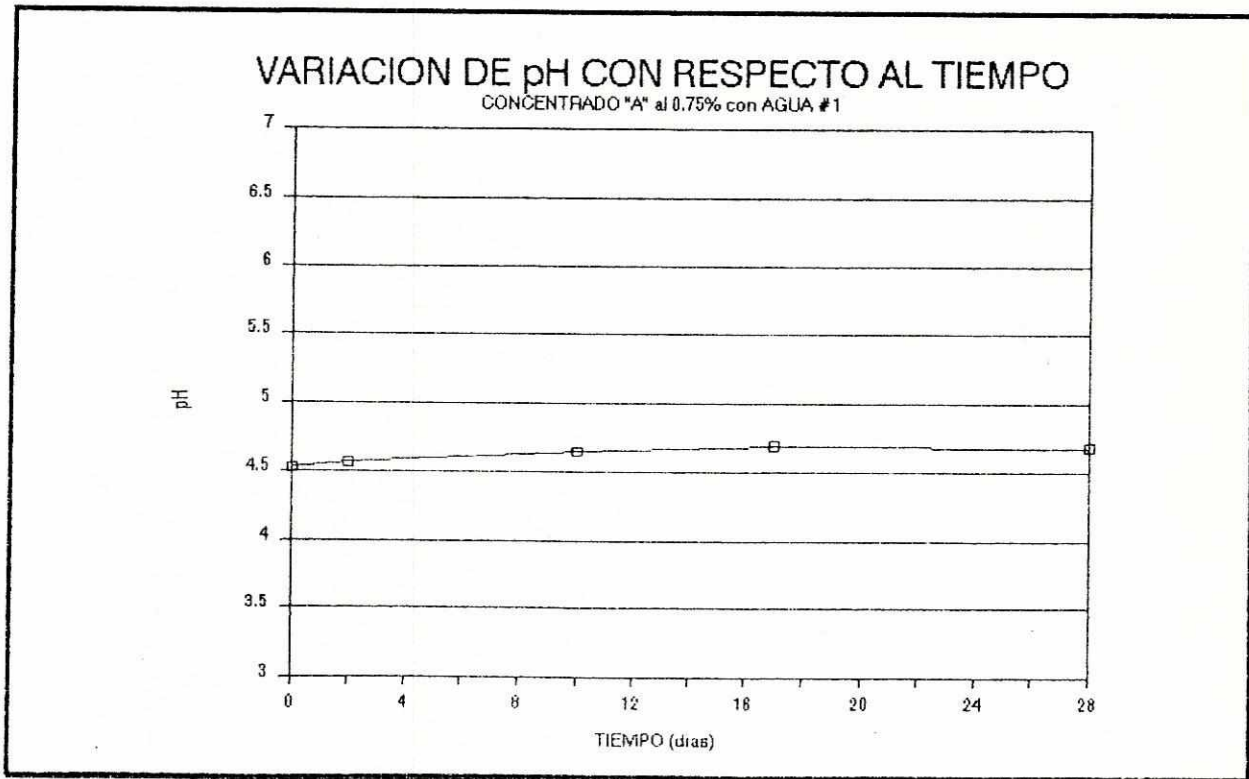
AGUA UTILIZADA						
AGUA #1	-Días de Almacenamiento:	0	7	15	20	26
	-pH de solución:	3	3.09	3.01	3.1	3.04
AGUA #3	-Días:	0	0	15	21	35
	-pH de solución:	3.9	4.09	4.14	3.91	3.95
AGUA #8	-Días:	0	7	12	18	
	-pH de solución:	5.46	4.88	4.94	4.23	
AGUA #12	-Días:	0	8	13	19	
	-pH de solución:	5.87	4.9	4.82	4.34	

**TABLA #8**  
**RESULTADOS DE pH CON RESPECTO AL TIEMPO**  
**PARA SOLUCIONES AL 0.45% FORMULADAS CON CONCENTRADO C**

AGUA UTILIZADA						
AGUA #1	-Días de Almacenamiento:	0	4	8	17	
	-pH de solución:	3.18	3.19	3.21	3.36	
AGUA #3	-Días:	0	2	7	11	
	-pH de solución:	4.26	5.19	6.25	6.51	
AGUA #8	-Días:	0	1	5	9	
	-pH de solución:	5.09	5.11	6.19	6.32	
AGUA #12	-Días:	0	1	6	12	15
	-pH de solución:	5.61	5.76	6.47	6.48	6.53

## APENDICE B

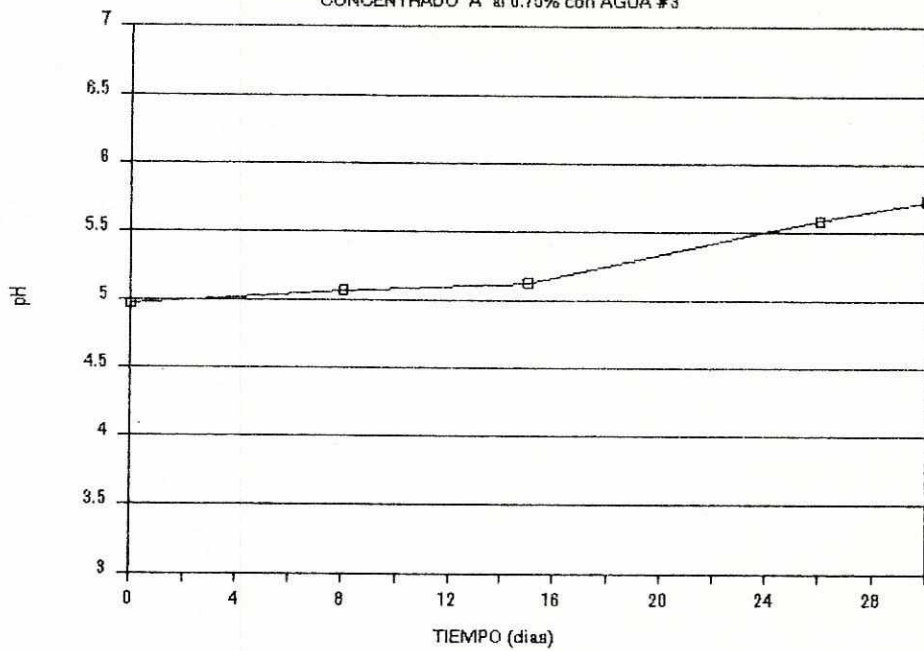
### GRAFICAS DE pH CON RESPECTO AL TIEMPO PARA SOLUCIONES ALMACENADAS



Gráfica #9

### VARIACION DE pH CON RESPECTO AL TIEMPO

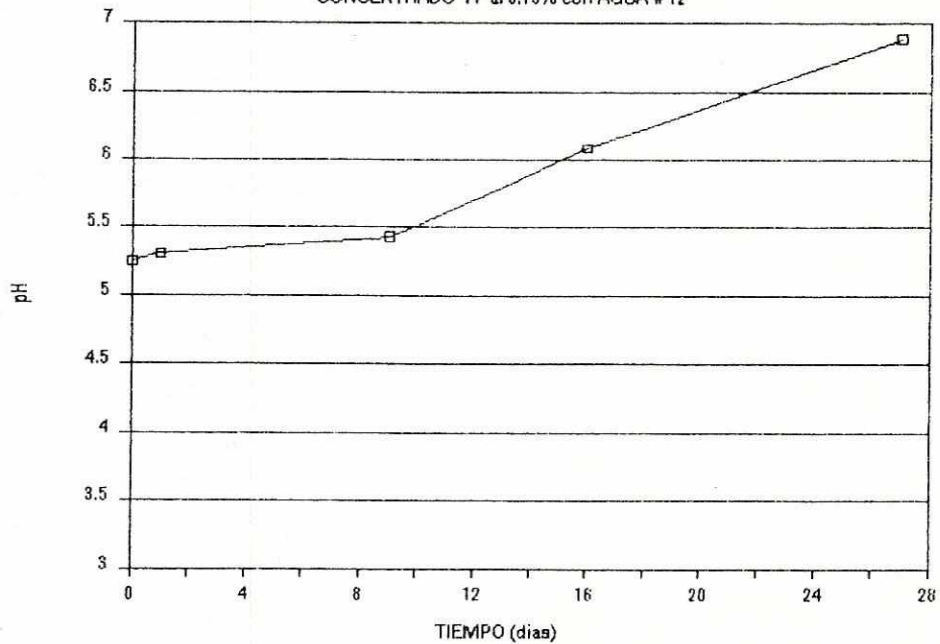
CONCENTRADO "A" al 0.75% con AGUA #3



*Gráfica #10*

### VARIACION DE pH CON RESPECTO AL TIEMPO

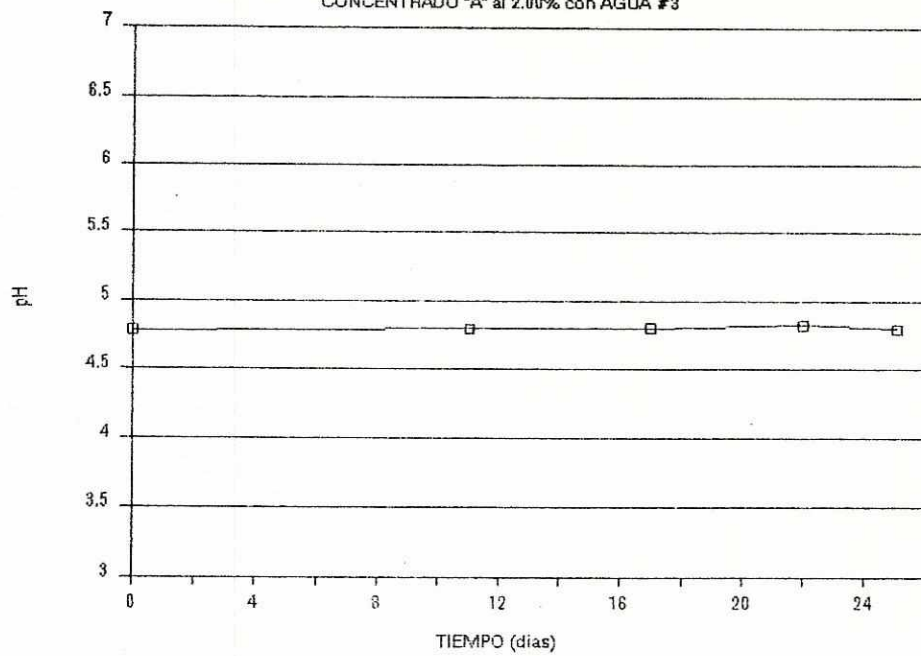
CONCENTRADO "A" al 0.75% con AGUA #12



*Gráfica #11*

### VARIACION DE pH CON RESPECTO AL TIEMPO

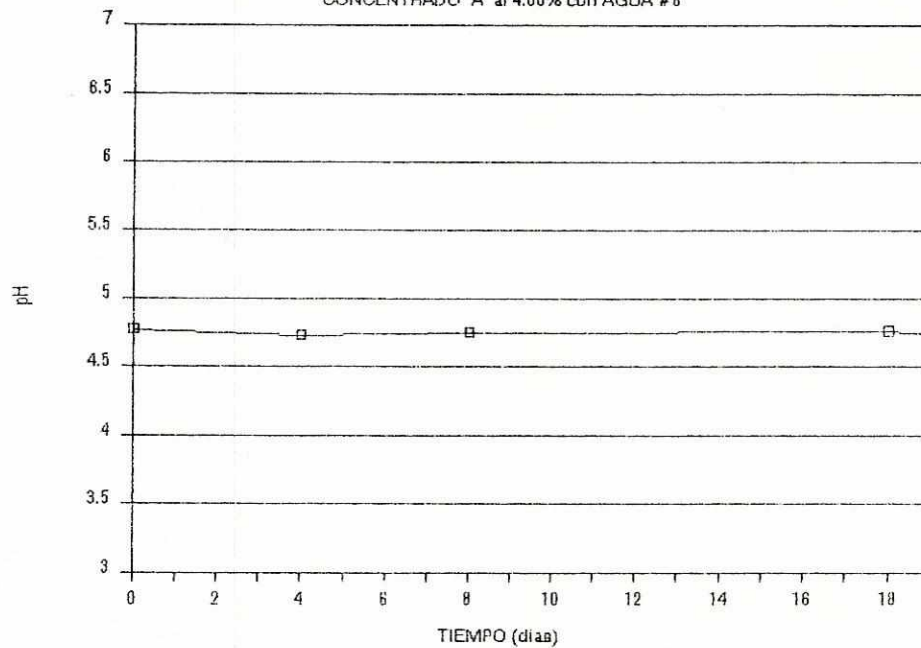
CONCENTRADO "A" al 2.00% con AGUA #3



*Grafica #12*

### VARIACION DE pH CON RESPECTO AL TIEMPO

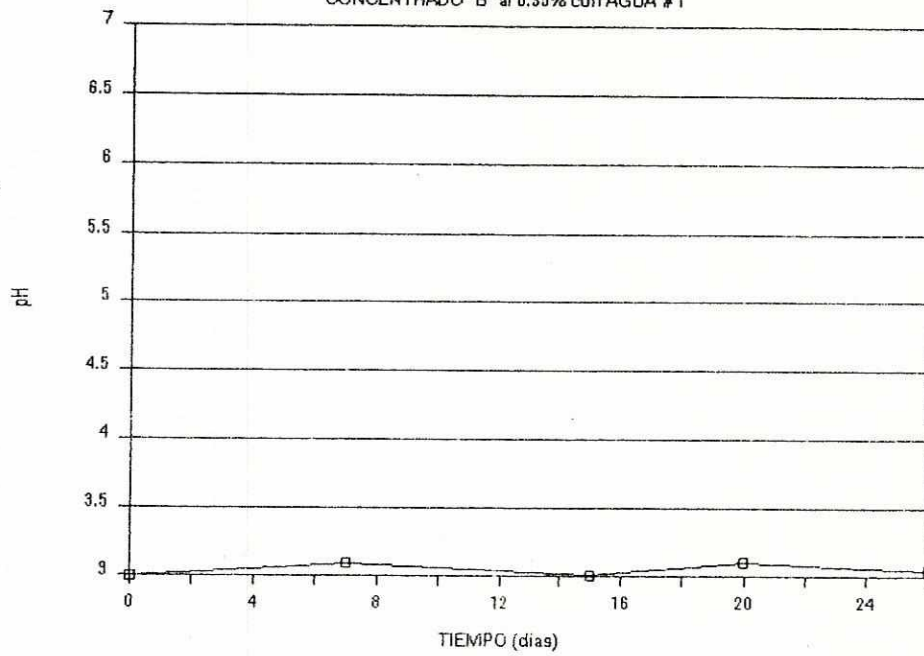
CONCENTRADO "A" al 4.00% con AGUA #8



*Grafica #13*

### VARIACION DE pH CON RESPECTO AL TIEMPO

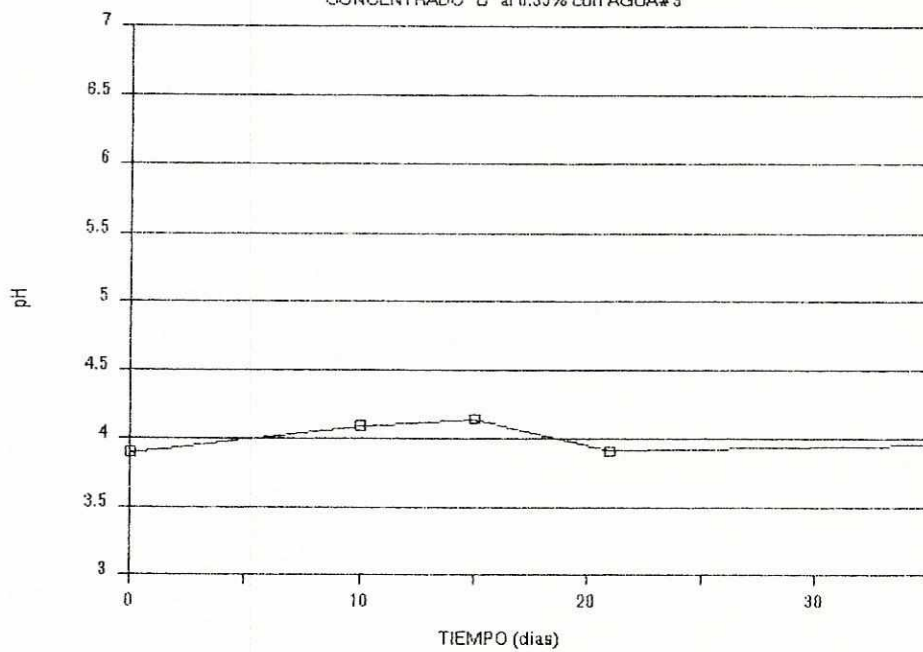
CONCENTRADO "B" al 0.35% con AGUA #1



*Gráfica #14*

### VARIACION DE pH CON RESPECTO AL TIEMPO

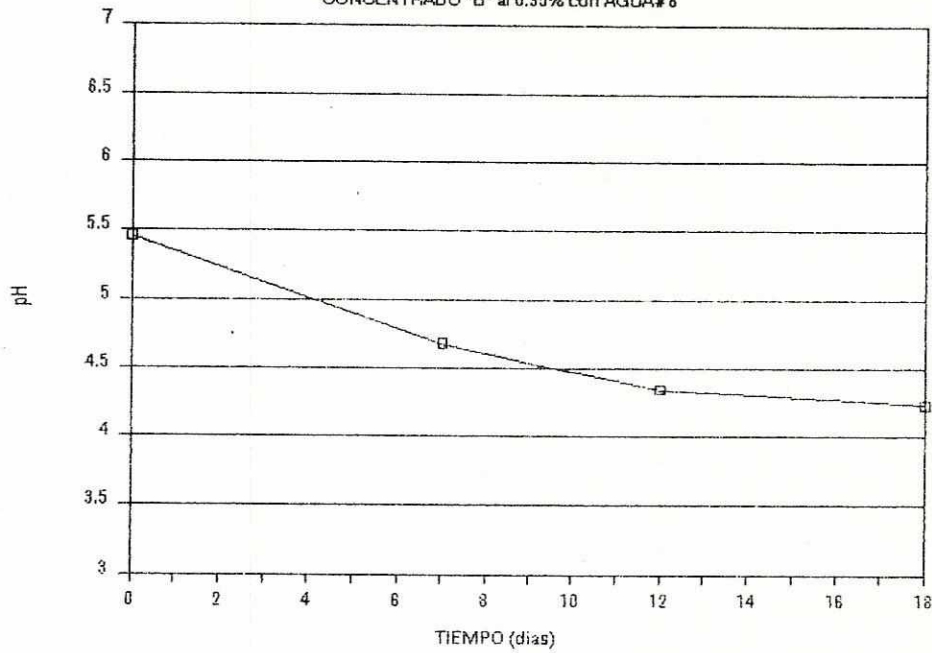
CONCENTRADO "B" al 0.35% con AGUA #3



*Gráfica #15*

### VARIACION DE pH CON RESPECTO AL TIEMPO

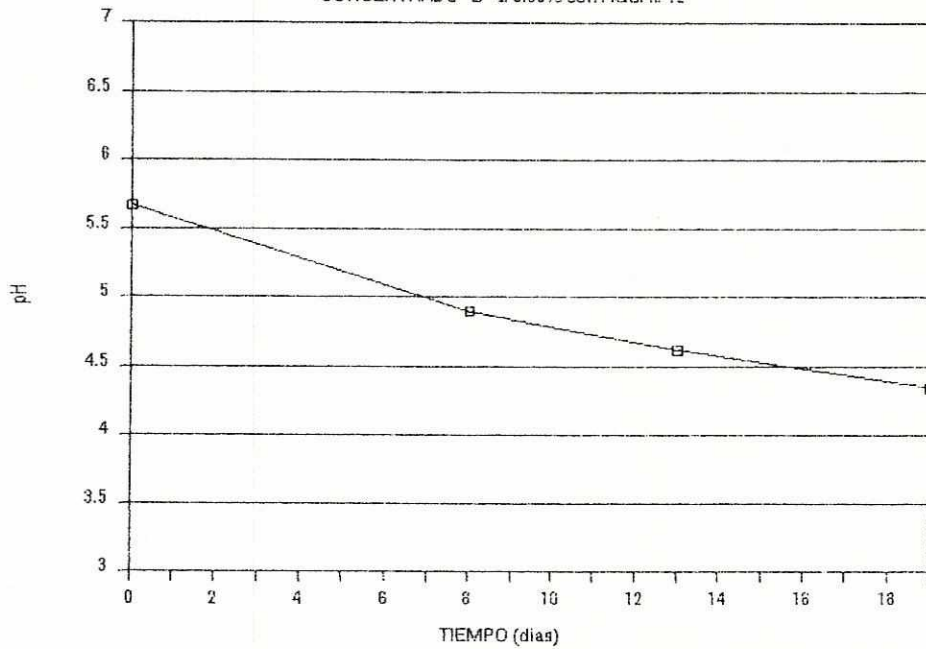
CONCENTRADO "B" al 0.35% con AGUA#8



*Gráfica #16*

### VARIACION DE pH CON RESPECTO AL TIEMPO

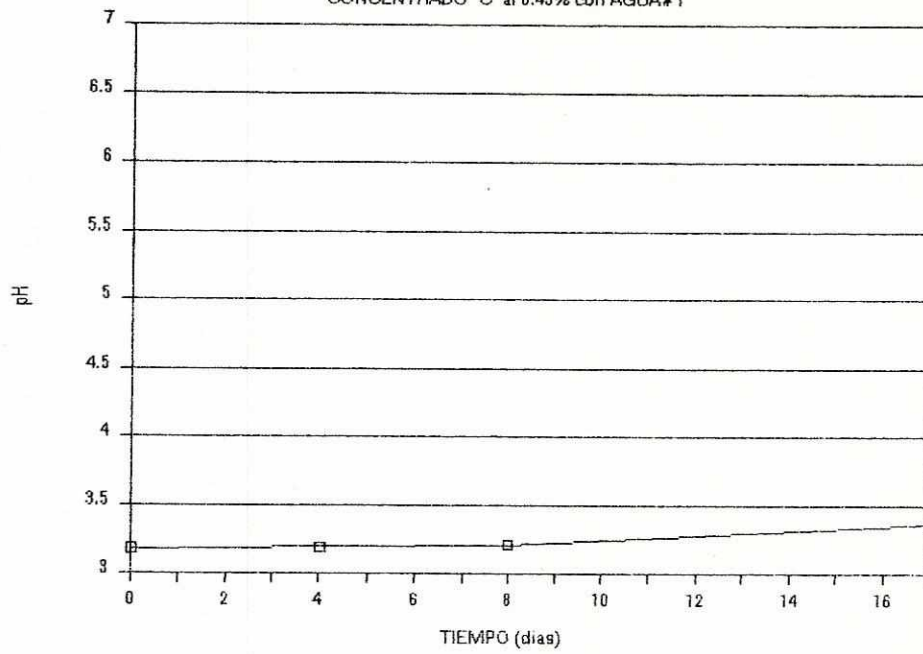
CONCENTRADO "B" al 0.35% con AGUA#12



*Gráfica #17*

### VARIACION DE pH CON RESPECTO AL TIEMPO

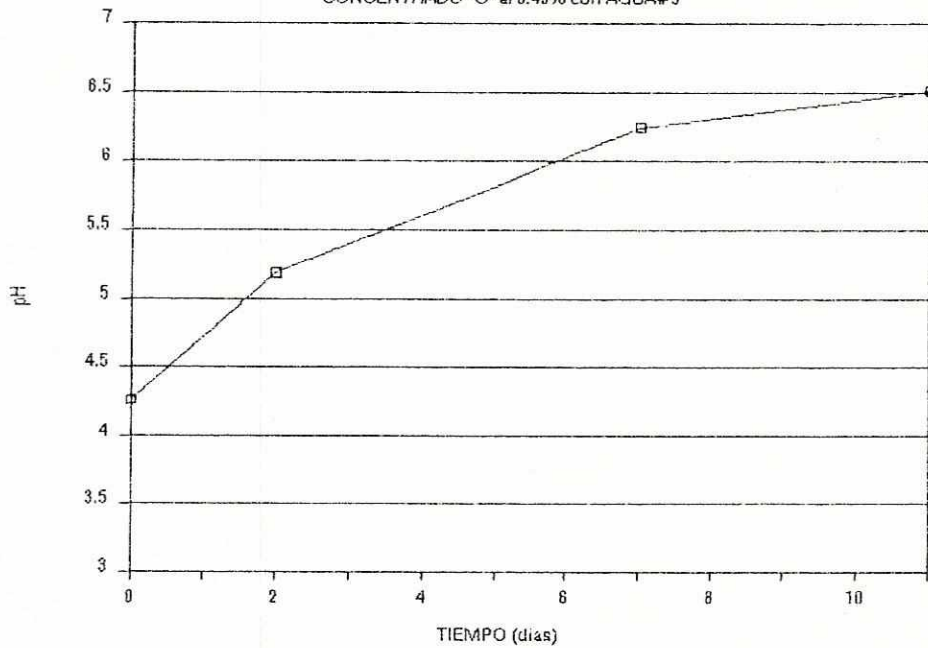
CONCENTRADO "C" al 0.45% con AGUA#1



*Gráfica #18*

### VARIACION DE pH CON RESPECTO AL TIEMPO

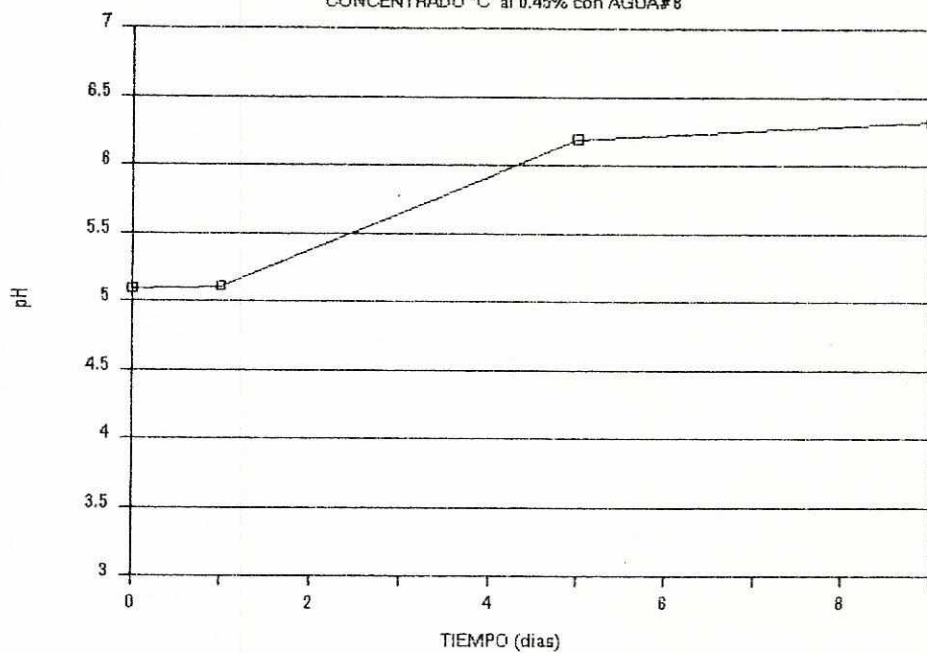
CONCENTRADO "C" al 0.45% con AGUA#3



*Gráfica #19*

## VARIACION DE pH CON RESPECTO AL TIEMPO

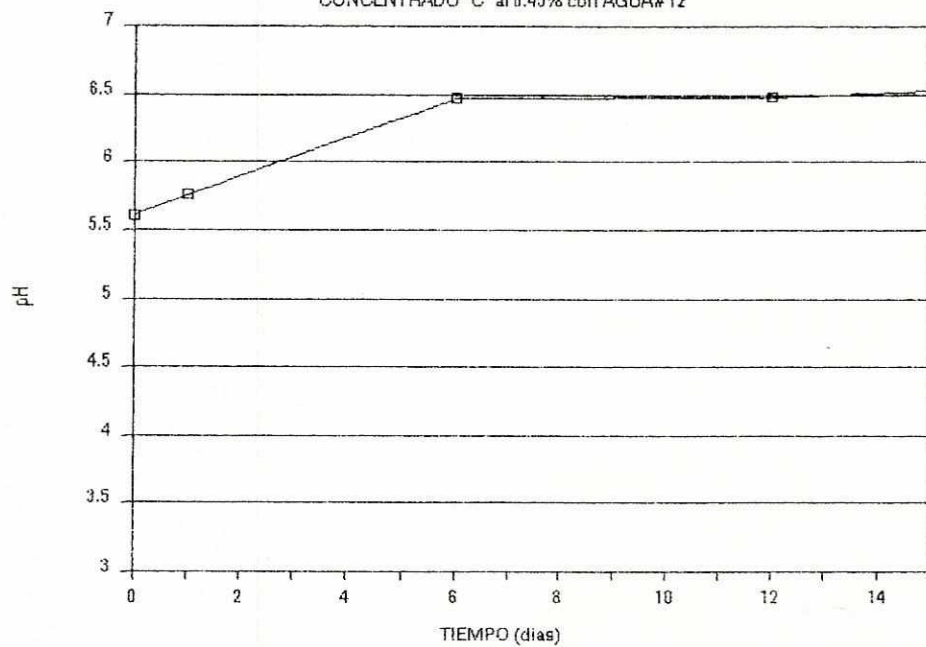
CONCENTRADO "C" al 0.45% con AGUA#8



Gráfica #20

## VARIACION DE pH CON RESPECTO AL TIEMPO

CONCENTRADO "C" al 0.45% con AGUA#12



Gráfica #21

## APENDICE C

### ANALISIS VISUAL DE LAS SOLUCIONES ALMACENADAS

CONCENTRADO Y CONCENTRACION	AGUA UTILIZADA	DIAS ALMA- GENAMIENTO	ESTADO DE LA SOLUCION	
A    0.75%	AGUA #1	28	Algas y puntos verdes	
		42	Algas y moho	
	AGUA #3	30	Principio de algas	
		40	Pocas algas	
	AGUA #12	27	Clara	
		41	Casi no hay algas	
	2.00%	AGUA #3	22	Algas
			35	Algas
	4.00%	AGUA #8	19	Clara
B    0.35%	AGUA #1	26	Algas y mal olor	
		40	Algas y mal olor	
	AGUA #3	21	Algas	
		35	Algas y moho	
	AGUA #8	12	Algas	
		32	Algas	
	AGUA #12	19	Algas y mal olor	
		33	Algas y mal olor	
	C    0.45%	AGUA #1	8	Moho
			19	Moho
AGUA #3		11	Turbia	
		21	Algas	
AGUA #8		9	Principio de Algas	
		20	Algas	
AGUA #12		12	Principio de Algas	
		26	Algas y turbia	

## APENDICE D

### EXAMEN QUIMICO DE AGUAS que Abastecen a la Ciudad de Guatemala .

FECHA	LUGAR	FUENTE	pH	DUREZA (ppm CaCO <sub>3</sub> )
Feb-1988	"Planta Ojo de Agua" Villa Canales	- Pozo anexo	6.8	82
		Ojo de Agua I		
		- Pozo nexo	6.9	90
		Ojo de Agua II		
		- Pozo #4	6.8	78
		- Pozo #1	7.1	118
		- Pozo #2	7.3	162
		- Pozo #7	7.1	112
		- Pozo #5	7.3	168
		- Vertedero central	7.2	96
Jun-1988	"Planta La Brigada" Guatemala	- Vertedero entrada	6.6	66
		- Salida tanques sedimentadores	6.1	62
		- Entrada pozos	6.1	54
		- Salida tanque de distribución	6.0	68
Oct-1988	"Planta Santa Luisa" Guatemala	- Union Vertederos	6.7	30
		- Salida tanques sedimentadores	5.7	32
		- Salida de filtros	5.5	32
		- Salida tanque de distribución	5.3	28

FECHA	LUGAR	FUENTE	pH	DUREZA (ppm CaCO <sub>3</sub> )
Mar-1989	"Planta El Cambray" Guatemala	-Vertedero #1	6.9	46
		-Vertedero #2	6.8	76
		-Salida tanques sedimentadores	7.1	64
		-Salida de filtros	7.0	70
		-Salida del grifo tanque redondo	6.9	60
		-Salida tanque de distribución	7.0	70
Abr-1989	"Planta "el Atlántico" Guatemala	-Entrada río a la planta	7.0	74
		-Tanque succión	7.0	70
Abr-1989	"Planta "las Ilusiones" Guatemala	-Salida Grifo 6.8 antes de vertedero	80	
		-Salida tanques sedimentadores	5.9	82
		-Salida de filtros	5.9	92
		-Salida tanque de distribución	5.9	84
May-1989	"Planta "Lo de Coy" Mixco	-Entrada pozo	7.3	52
		-Salida tanques sedimentadores	6.5	56
		-Salida de filtros	6.5	50
		-Salida tanque de distribución	6.5	52

(Datos proporcionados por la Empresa Municipal de Agua de la Ciudad de Guatemala, EMPAGUA, Dirección de Operación y Mantenimiento, Unidad de Laboratorio)