

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL**



**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS  
RESIDUALES INDUSTRIALES DEL LAVADO  
DE BOTELLAS DE BEBIDAS GASIFICADAS**

**INFORME DE INGENIERIA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO SANITARIO**

**JESUS RICARDO CARHUAPOMA ACOSTA**

**LIMA - PERU**

**1993**

A MI MADRE SRA. ENA ACOSTA

MAESTRA Y FORJADORA DE HIJOS PROFESIONALES.

**AGRADECIMIENTOS ESPECIALES A:**

- \* **ING. JOSE BETETA LOYOLA** Asesor del presente informe de ingeniería.
  
- \* **ING. RICARDO ROJAS VARGAS** por su colaboración durante el desarrollo del estudio.
  
- \* **ING. EDUARDO ARIAS GOVEA** por su colaboración para la sustentación del presente informe de ingeniería.

JOSE R. LINDELY E HIJOS S.A.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES

INDUSTRIALES DEL LAVADO DE BOTELLAS

Lima - Perú

=====

## **CONTENIDO**

### **I. ASPECTOS GENERALES**

- 1.1 Antecedentes
- 1.2 Objetivo
- 1.3 Ubicación
- 1.4 Planta embotelladora
- 1.5 Procesos Industrial del lavado

### **II. CANTIDAD Y CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES DEL LAVADO DE BOTELLAS.**

- 2.1 Cantidad
  - 2.1.1 Máquina SURGOF
  - 2.1.2 Máquina UB 72
- 2.2 Calidad
- 2.3 Problemática

### **III. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

- 3.1 Generalidades
- 3.2 Sistema de Recolección
- 3.3 Acondicionamiento previo
  - 3.3.1 Tanque de Retención de Sólidos
  - 3.3.2 Trampa de sólidos Industriales
- 3.4 Tratamiento de las Aguas Residuales Industriales
  - 3.4.1 Alcances
  - 3.4.2 Pruebas de Laboratorio
  - 3.4.3 Datos de Diseño y Dimensionamiento
- 3.5 Recomendaciones

## JOSE R. LINDLEY E HIJOS S.A.

### PLANTA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES

#### I. ASPECTOS GENERALES

##### 1.1 Antecedentes

Las aguas residuales producidas en los procesos de lavado de botellas de bebidas jarabeadas y de mesa, son generalmente alcalinas como consecuencia del tratamiento en soda cáustica a que se someten cada uno de los frascos y con alto contenido de sólidos en suspensión.

En el caso particular de la planta embotelladora José R. Lindley e Hijos del Rimac, las aguas residuales provenientes del proceso de lavado de botellas, tienen alto contenido de sólidos en suspensión que procede principalmente de la presencia de sorbetes, colillas de cigarrillos, papel y otros tipos de desperdicios, así como valores de temperaturas, pH y conductividad ligeramente altos, incrementándose estos valores conforme se reusan las aguas de lavado dentro de la propia máquina lavadora. De esta manera, el agua empleada en el lavado final de las botellas, tiene los valores mas bajos de temperatura, pH y concentración de sólidos disueltos (conductividad), que las aguas utilizadas en el lavado inicial de las botellas a su ingreso a la máquina lavadora.

La Embotelladora José R. Lindley e Hijos S.A. a solicitud de SEDAPAL, decidió tratar los residuos líquidos totales de su planta embotelladora ubicada en el distrito del Rimac.

## **1.2 Objetivo**

El presente proyecto tiene por finalidad diseñar el proceso de tratamiento, acondicionamiento y sistema de recolección de las aguas residuales industriales de la Planta Embotelladora José R. Lindley e Hijos S.A. ubicada en el distrito del Rímac. Las aguas residuales a ser incluidas en el presente estudio están representados por los desechos líquidos descargados por las máquinas lavadoras de botellas.

La planta de tratamiento acondicionará todos los efluentes indicados anteriormente a las condiciones establecidas por SEDAPAL en su Reglamento de Servicios de Agua Potable y Desague (R.M. N° 1041-71-VI DG del 21-06-71).

## **1.3 Ubicación**

Las instalaciones de la planta embotelladora José R. Lindley e Hijos S.A. están ubicados en la Calle Cajamarca N° 311, del distrito del Rímac. En la figura N° 1.1 se indica su ubicación.

## **1.4 Planta Embotelladora**

La planta embotelladora desde el punto de vista físico puede dividirse en área administrativa y de producción. A su vez en lo que respecta al área de producción se identifican tres procesos principales: preparación de jarabes, lavado y envasado.

El proceso de mayor consumo de agua es el de lavado, en donde por término medio se emplea aproximadamente dos volúmenes de agua por cada volumen envasado, lo que conduce a la producción de una gran cantidad de aguas

PLANO DE UBICACION



FIGURA Nº 1.1



residuales el mismo que debe disponerse obligatoriamente al colector público. Le sigue en importancia el proceso de envasado, pero a diferencia del primero, el agua empleada forma parte del producto terminado, por lo que se puede indicar que no existe desecho líquido que eliminar, a excepción el correspondiente al lavado de máquinas.

En la figura N° 1.2 se ilustra la distribución de la planta embotelladora.

### 1.5 Proceso industrial de lavado

La planta embotelladora José R. Lindley e Hijos S.A. se dedica al envasado de diversos tipos de bebidas jarabeadas así como de agua de mesa.

Las botellas vacías son ingresadas a las máquinas de lavado en donde se acomodan individualmente en dispositivos metálicos que los transportan hasta el final del proceso de lavado. El primer paso consiste en eliminar los desperdicios que pudieran contener los frascos, lo cual se efectúa por gravedad, colocándolos boca abajo. A continuación son sometidas a un pre-lavado, luego sumergidas en una solución alcalina caliente, solución alcalina débil y una serie de enjuagues siendo el último de ellos con agua blanda limpia. Los enjuagues que anteceden al enjuague final y pre lavado inicial se ejecuta reusando el agua en diferentes etapas. Las figuras N° 1.3 y 1.4 esquematizan un diagrama de flujo típico.

PLANO DE DISTRIBUCION

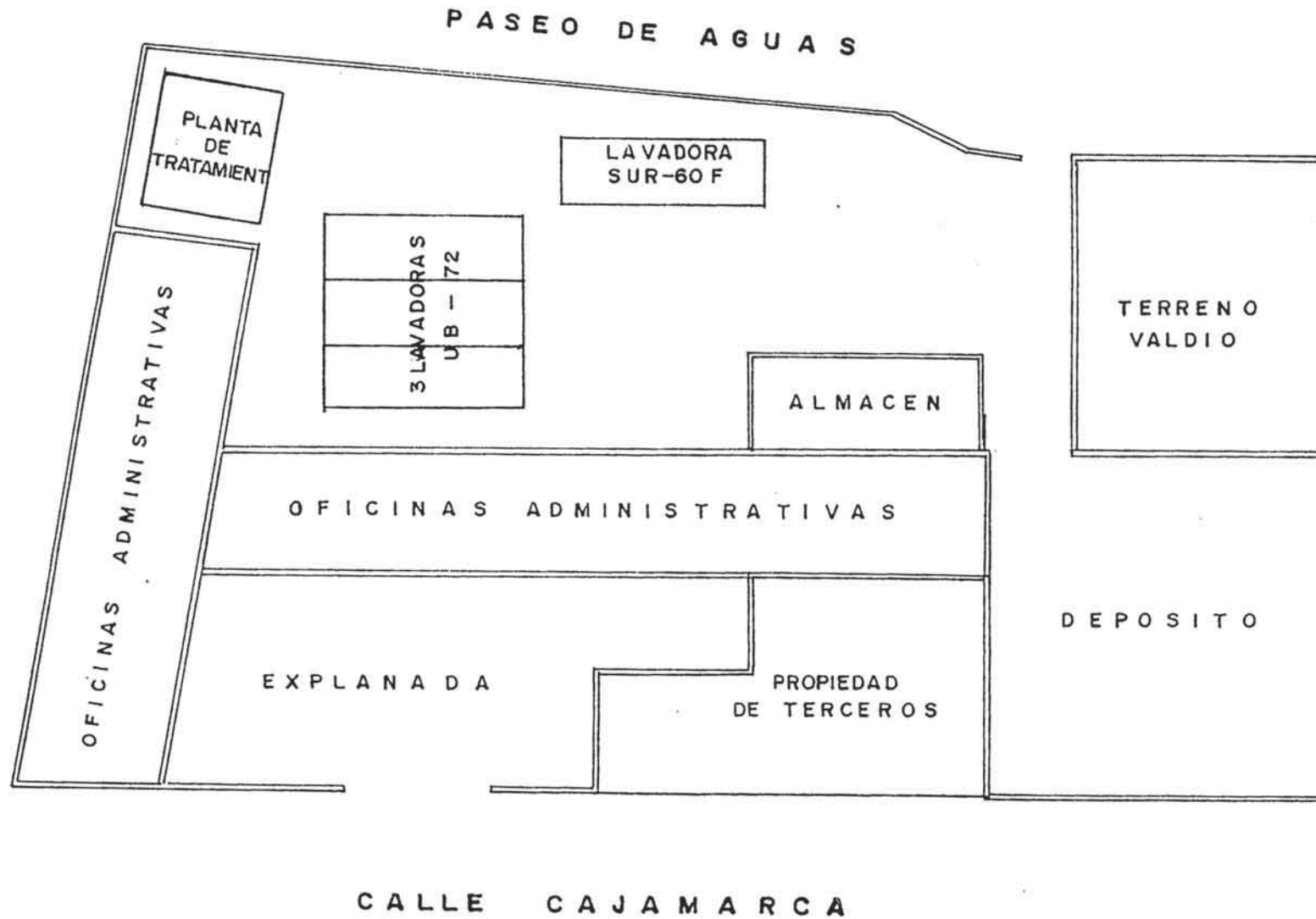
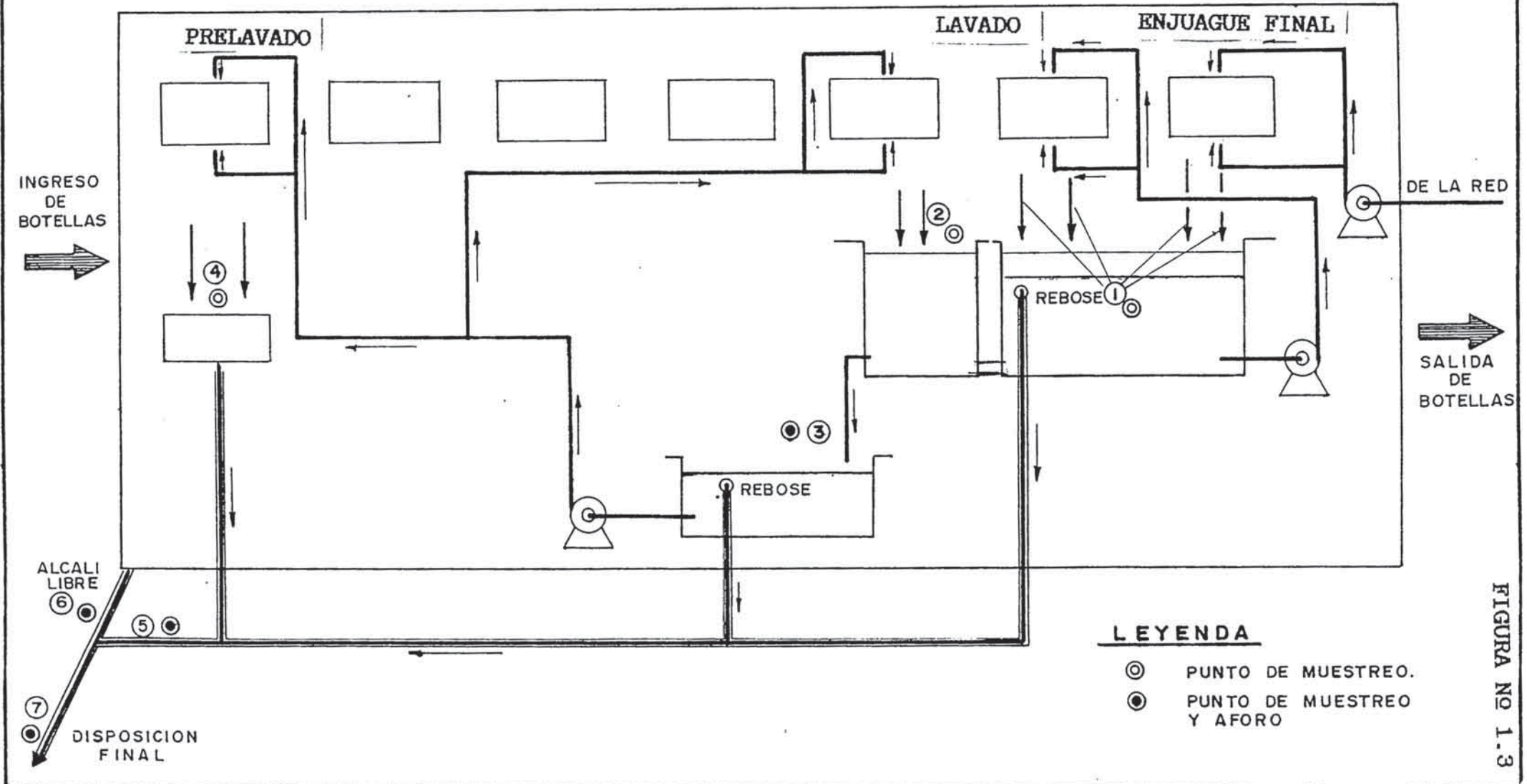


FIGURA N° 1.2

# DIAGRAMA DE FLUJOS - MAQUINA SUR\_60 F



### LEYENDA

- PUNTO DE MUESTREO.
- PUNTO DE MUESTREO Y AFORO

FIGURA NO 1.3

# DIAGRAMA DE FLUJOS-MAQUINA UB - 72

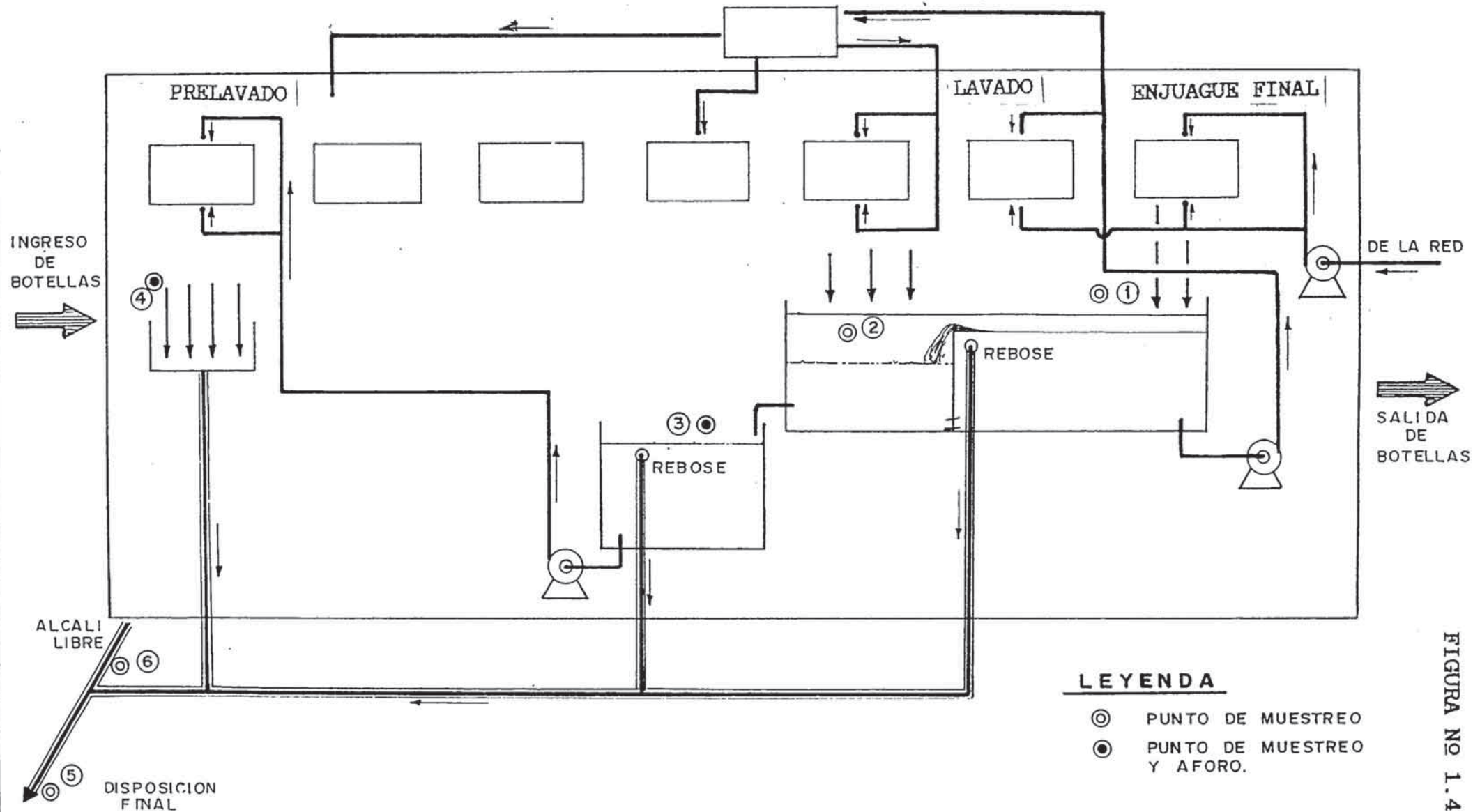


FIGURA N° 1.4

## II. CANTIDAD Y CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES DEL LAVADO DE BOTELLAS.

La planta embotelladora cuenta con cuatro máquinas lavadoras, de las cuales, para efectos de la caracterización se seleccionaron dos de ellas, la SUR 60 F con una capacidad de consumo de agua de 60 GPM y la UB 72 de 50 GPM.

Los puntos de muestreo para la caracterización de la calidad de las aguas de lavado se indican en las figuras N° 1.3 y 1.4

### 2.1 Cantidad

La cuantificación de las aguas residuales generadas por cada una de las máquinas fue determinado mediante el aforo en los principales puntos de descarga, no habiendo existido dificultades en el caso de la máquina SUR 60 F, mas no así en la UB 72, en donde resulto prácticamente imposible la descarga total por las características propias de la instalación.

#### 2.1.1 Máquina SUR 60 F

Se ubicaron un total de siete puntos de muestreo de los cuales cuatro estuvieron destinados a cuantificar el caudal de las aguas residuales (Ver figura N° 1.3). Los puntos aforados fueron:

- Punto N° 3: Segundo bombeo
- Punto N° 5: Pre-lavado
- Punto N° 6: Rebose alcali débil
- Punto N° 7: Descarga total

En la cuantificación de los caudales se emplearon los métodos de descarga libre en tubería, orificio y sección-velocidad. Las mediciones se ejecutaron durante cinco días con un total diario de ocho horas, lo que permitió una aceptable evaluación de los volúmenes de descarga.

En los cuadros N° 2.1 al 2.4 se sintetiza la información correspondiente a los valores promedios, máximos, mínimos y desviación normal.

Así mismo en el cuadro N° 2.47 se muestra el promedio total global por punto de muestreo y que corresponde a los cinco días de muestreo.

El caudal promedio drenado por cada uno de los puntos de muestreo se resume de la manera siguiente:

Punto N° 3 = 3.66 +/- 1.11 lps  
Punto N° 5 = 4.59 +/- 0.96 lps  
Punto N° 6 = 1.43 +/- 0.17 lps  
Punto N° 7 = 6.20 +/- 1.05 lps

Además se encontró que los caudales máximos y mínimos alcanzaron con respecto al promedio la siguiente variabilidad:

Punto N° 3 = 148 y 40 %  
Punto N° 5 = 123 y 60 %  
Punto N° 6 = 120 y 73 %  
Punto N° 7 = 145 y 58 %

De esta última información se puede deducir la fuerte variabilidad del régimen hidráulico existente en los vertimientos de las aguas residuales.

### 2.1.2 Máquina UB 72

Esta máquina es de menor capacidad que la anterior y en su concepción constructiva difiere ligeramente de esta. Al efecto se ubicaron un total de seis puntos de muestreo de los cuales tres estuvieron destinadas a cuantificar el caudal de las aguas residuales (ver figura N° 1.4). Los puntos aforados fueron:

Punto N° 3: Segundo bombeo

Punto N° 4: Pre-lavado

Punto N° 6: Alkali Débil

Al igual que para el proceso antedicho se emplearon los métodos de descarga libre en tubería, orificio y sección-velocidad. Las mediciones se ejecutaron durante tres días con un total diario de ocho horas. En este caso el tiempo de muestreo fue menor por paralizaciones de la planta embotelladora, pero a pesar de ello, permitió una aceptable evaluación de los volúmenes de descarga.

En los cuadros N° 2.5 al 2.7 se sintetiza la información correspondiente a los valores promedios, máximos, mínimos y desviación normal.

Así mismo en el cuadro N° 2.47 se muestra el promedio total global por punto de muestreo y que corresponde a los tres días de muestreo.

El caudal promedio drenado por cada uno de los puntos de muestreo se resume de la manera siguiente:

Punto N° 3 = 1.86 +/- 0.49 lps

Punto N° 4 = 1.50 +/- 0.38 lps

Punto N° 6 = 0.14 +/- 0.03 lps

Además se encontró que los caudales máximos y mínimos alcanzaron con respecto al promedio la siguiente variabilidad:

Punto N° 3 = 128 y 78 %

Punto N° 4 = 152 y 68 %

Punto N° 6 = 235 y 00 %

El comportamiento del régimen hidráulico es similar al de la máquina SUR 60 F, es decir de fuerte variabilidad.

## 2.2 Calidad

Conjuntamente con las mediciones de caudal, se ejecuto la toma de muestras para caracterizar la calidad física de las aguas residuales de lavado. Los resultados de las pruebas físicas se resumen en los cuadros siguientes:

ANALISIS	CUADROS
Temperatura	
Máquina Sur 60 F	
Promedios diarios	2.8 al 2.14
Promedio Total	2.48
Máquina UB 72	
Promedios diarios	2.15 al 2.20
Promedio Total	2.48
Valor de pH	
Máquina Sur 60 F	
Promedios diarios	2.21 al 2.27
Promedio Total	2.49
Máquina UB 72	
Promedios diarios	2.28 al 2.33
Promedio Total	2.49



## Conductividad

Máquina Sur 60 F	
Promedios diarios	2.34 al 2.40
Promedio Total	2.50
Máquina UB 72	
Promedios diarios	2.41 al 2.46
Promedio Total	2.50

Del análisis de la información obtenida se observa que las muestras pueden agruparse en dos categorías, la primera referida a las aguas residuales mas agresivas, caso del rebose continuo del tanque de alcali debil el mismo que tiene una marcada influencia en el efluente total, haciéndola variar sustancialmente sus características físicas en cuanto al contenido de sólidos disueltos (conductividad) y valor de pH.

El segundo lugar se tienen las aguas del enjuague final, lavado y pre lavado, las que son reusadas progresivamente desde el momento del enjuague final hasta el proceso de prelavado. Como consecuencia del reuso se produce el incremento en la temperatura, solidos disueltos(conductividad) y en el valor de pH. Asi mismo se ha observado que la contribución de desperdicios en la etapa de pre lavado es significativo pero no impactante desde el punto de vista de tratamiento.

El incremento de la temperatura se debe al proceso de enfriamiento indirecto a que se someten las botellas luego del tratamiento en el tanque de soda caustica. Este incremento en la temperatura varia aproximadamente entre 4 y 6 oC entre el lavado final y el efluente de la máquina lavadora.

El valor de pH tiene un aumento significativo durante todo el proceso de lavado, por el enjuague de los restos de hidroxido de sodio adheridos en las botellas luego del tratamiento en el tanque de soda caustica. Este incremento es de aproximadamente 3 unidades, con un valor máximo de 13 unidades.

Finalmente, el contenido de solidos disueltos también sufre un incremento por un mecanismo similar al descrito para el caso del valor de pH aumentando desde 800 a 6,500 uS/cm durante todo el proceso de lavado.

### 2.3 Problemática

Los resultados de los análisis físico químico efectuados, indica que las descargas de las máquinas lavadoras presentan un alto valor de pH. habiéndose observado adicionalmente la presencia de alta cantidad de materia suspendida y grasa. Así mismo se ha notado que las descargas líquidas de la planta de tratamiento de agua y de los filtros de arena contribuyen con un alto contenido de sólidos sedimentables, conformado principalmente por compuestos calcáreos y con alto valor de pH.

Estos dos últimos aspectos son consecuencia de la mala operatividad de las estructuras mencionadas.

El cuadro N° 2.51 resume las principales características físico químico de las aguas residuales provenientes de las máquinas lavadoras de botellas.

En el caso de la planta de agua produce un exceso de lodo y el agua resultante presenta una alta turbiedad conformada por flóculos de hidróxido de calcio, los que son retenidos en los filtros de arena. Durante el lavado de éstos filtros se elimina el conjunto turbiedad bajo la forma de lodo y que afectará al tratamiento de los desagües industriales.

CUADRO No 2.1

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES DIARIOS

MAQUINA SUR 60 F

PUNTO DE MUESTREO No 3

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

FECHA	CAUDAL (l/s)			
	Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
15/09	3.06	1.17	4.75	1.45
17/09	4.07	0.88	5.43	1.97
18/09	3.93	0.85	5.08	3.02
19/09	4.11	0.90	5.27	2.79
21/09	3.20	1.12	5.09	2.02

CUADRO No 2.2

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES DIARIOS

MAQUINA SUR 60 F

PUNTO DE MUESTREO No 5

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

FECHA	CAUDAL (l/s)			
	Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
15/09	4.30	0.94	5.38	2.06
17/09	4.74	0.82	5.60	3.13
18/09	4.88	0.72	5.67	3.66
19/09	5.10	0.60	5.54	3.52
21/09	4.05	1.25	5.65	2.76

CUADRO No 2.3

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES DIARIOS

MAQUINA SUR 60 F

PUNTO DE MUESTREO No 6

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

FECHA	I	CAUDAL (l/s)			
		Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
15/09	I	1.25	0.15	1.48	1.05
17/09	I	1.57	0.07	1.71	1.43
18/09	I	1.50	0.04	1.60	1.48
19/09	I	1.28	0.12	1.48	1.05
21/09	I	1.52	0.11	1.71	1.35

CUADRO No 2.4

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES DIARIOS

MAQUINA SUR 60 F

PUNTO DE MUESTREO No 7

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

FECHA	I	CAUDAL (l/s)			
		Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
15/09	I	5.81	0.88	7.13	4.11
17/09	I	6.34	0.83	7.08	4.49
18/09	I	6.37	0.71	7.15	5.14
19/09	I	7.04	0.88	8.97	6.20
21/09	I	5.57	1.26	7.27	3.59

CUADRO No 2.5

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES DIARIOS

MAQUINA UB 72

PUNTO DE MUESTREO No 3

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

FECHA	I	CAUDAL (l/s)			
		Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
18/09	I	1.86	0.17	2.08	1.08
19/09	I	1.91	0.14	2.07	1.69
21/09	I	2.01	0.28	2.39	1.46

CUADRO No 2.6

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES DIARIOS

MAQUINA UB 72

PUNTO DE MUESTREO No 4

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

FECHA	I	CAUDAL (l/s)			
		Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
18/09	I	1.55	0.37	2.27	1.18
19/09	I	1.39	0.26	1.79	1.02
21/09	I	1.56	0.45	2.26	1.02

CUADRO No 2.7

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES DIARIOS

MAQUINA UB 72

PUNTO DE MUESTREO No 6

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

FECHA	I	CAUDAL (l/s)			
		Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
18/09	I	0.10	0.04	0.21	0.06
19/09	I	0.21	0.06	0.33	0.11
21/09	I	0.06	0.03	0.09	0.00

CUADRO No 2.8

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES DIARIOS

MAQUINA SUR 60 F PUNTO DE MUESTREO No 1

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

FECHA	TEMPERATURA			
	Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
17/09	28.7	3.10	38.0	24.9
18/09	27.8	1.12	29.2	25.5
19/09	28.6	0.66	29.7	27.5
21/09	25.9	1.09	27.8	24.2

CUADRO No 2.9

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES DIARIOS

MAQUINA SUR 60 F PUNTO DE MUESTREO No 2

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

FECHA	TEMPERATURA			
	Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
17/09	35.0	5.40	54.1	29.3
18/09	32.1	1.69	34.5	28.8
19/09	33.4	1.23	34.7	30.6
21/09	28.5	2.10	30.7	23.3

CUADRO No 2.10

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES DIARIOS

MAQUINA SUR 60 F

PUNTO DE MUESTREO No 3

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

FECHA	TEMPERATURA			
	Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
17/09	29.5	1.29	33.6	26.3
18/09	29.5	1.57	31.1	26.1
19/09	31.3	1.09	32.8	30.2
21/09	27.4	1.59	29.3	24.0

CUADRO No 2.11

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES DIARIOS

MAQUINA SUR 60 F

PUNTO DE MUESTREO No 4

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

FECHA	TEMPERATURA			
	Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
18/09	27.9	1.18	29.0	25.2
19/09	29.0	1.22	31.0	26.4
21/09	26.1	1.24	28.4	23.4



CUADRO No 2.12

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES DIARIOS

MAQUINA SUR 60 F

PUNTO DE MUESTREO No 5

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

FECHA	TEMPERATURA			
	Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
17/09	29.0	1.10	30.7	27.8
18/09	28.2	1.01	29.5	26.3
19/09	29.5	1.66	32.8	26.9
21/09	26.2	1.28	28.6	23.7

CUADRO No 2.13

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES DIARIOS

MAQUINA SUR 60 F

PUNTO DE MUESTREO No 6

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

FECHA	TEMPERATURA			
	Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
17/09	44.0	2.10	48.3	39.5
18/09	39.8	2.22	42.7	35.8
19/09	44.2	1.87	46.8	42.5
21/09	35.7	2.81	40.1	30.8

CUADRO No 2.15

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES DIARIOS

MAQUINA UB 72

PUNTO DE MUESTREO No 1

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

FECHA	TEMPERATURA (oC)			
	Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
18/09	27.6	1.23	29.7	26.0
19/09	26.2	0.59	26.9	25.2
21/09	28.9	0.75	30.6	27.9

CUADRO No 2.16

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES DIARIOS

MAQUINA UB 72

PUNTO DE MUESTREO No 2

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

FECHA	TEMPERATURA (oC)			
	Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
18/09	28.9	1.39	30.7	26.5
19/09	27.6	0.59	28.6	27.1
21/09	32.5	1.29	33.9	30.5

CUADRO No 2.17

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES DIARIOS

MAQUINA UB 72

PUNTO DE MUESTREO No 3

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

FECHA	TEMPERATURA (oC)			
	Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
18/09	29.4	1.33	31.2	27.2
19/09	27.9	0.62	29.3	27.2
21/09	32.4	1.45	34.5	30.5

CUADRO No 2.18

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES DIARIOS

MAQUINA UB 72

PUNTO DE MUESTREO No 4

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

FECHA	TEMPERATURA (oC)			
	Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
18/09	29.2	1.15	31.1	27.1
19/09	28.5	0.76	29.9	27.4
21/09	31.8	1.97	36.9	30.1

CUADRO No 2.21

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES DIARIOS

MAQUINA SUR 60 F PUNTO DE MUESTREO No 1

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

FECHA	VALOR DE pH			
	Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
15/09	9.4	0.35	9.9	8.7
17/09	8.7	0.20	10.0	9.4
18/09	9.8	0.18	10.1	9.6
19/09	9.9	0.16	10.1	9.6
21/09	9.5	0.11	9.7	9.4

CUADRO No 2.22

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES DIARIOS

MAQUINA SUR 60 F PUNTO DE MUESTREO No 2

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

FECHA	VALOR DE pH			
	Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
15/09	10.4	0.26	10.9	10.1
17/09	10.2	0.28	11.0	9.8
18/09	10.5	0.34	10.9	10.1
19/09	10.7	0.06	10.8	10.6
21/09	10.0	0.13	10.1	9.7

CUADRO No 2.23

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES DIARIOS

MAQUINA SUR 60 F                  PUNTO DE MUESTREO No 3

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

FECHA	VALOR DE pH			
	Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
15/09	9.8	0.65	10.5	8.1
17/09	9.7	0.16	10.0	9.6
18/09	10.2	0.34	10.7	9.8
19/09	10.5	0.10	10.7	10.4
21/09	9.8	0.15	10.0	9.5

CUADRO No 2.24

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES DIARIOS

MAQUINA SUR 60 F                  PUNTO DE MUESTREO No 4

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

FECHA	VALOR DE pH			
	Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
18/09	10.3	0.32	10.8	9.8
19/09	10.4	0.17	10.6	10.1
21/09	9.8	0.27	10.5	9.4

CUADRO No 2.25

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES DIARIOS

MAQUINA SUR 60 F

PUNTO DE MUESTREO No 5

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

FECHA		VALOR DE pH			
		Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
15/09		9.9	0.47	10.3	8.8
17/09		9.6	0.22	10.0	9.1
18/09		10.2	0.23	10.5	9.8
19/09		10.3	0.15	10.5	10.1
21/09		9.7	0.32	10.3	9.0

CUADRO No 2.26

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES DIARIOS

MAQUINA SUR 60 F

PUNTO DE MUESTREO No 6

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

FECHA		VALOR DE pH			
		Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
15/09		12.8	0.35	13.0	11.8
17/09		12.8	0.34	13.0	12.4
18/09		12.9	0.17	13.0	12.5
19/09		13.0	0.00	13.0	13.0
21/09		12.1	0.32	12.3	11.2

CUADRO No 2.27

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES DIARIOS

MAQUINA SUR 60 F

PUNTO DE MUESTREO No 7

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

FECHA	VALOR DE pH			
	Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
15/09	12.0	0.31	12.6	11.4
17/09	11.1	0.25	11.6	10.4
18/09	11.7	0.17	12.0	11.5
19/09	11.8	0.22	12.2	11.4
21/09	11.7	0.31	12.2	10.9

CUADRO No 2.28

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES DIARIOS

MAQUINA UB 72

PUNTO DE MUESTREO No 1

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

FECHA	VALOR DE pH			
	Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
18/09	9.7	0.23	10.1	9.4
19/09	9.6	0.11	9.8	9.5
21/09	9.6	0.14	9.8	9.3

CUADRO No 2.29

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES DIARIOS

MAQUINA UB 72

PUNTO DE MUESTREO No 2

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

FECHA	VALOR DE pH			
	Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
18/09	10.1	0.21	10.5	9.8
19/09	9.8	0.10	10.1	9.7
21/09	10.1	0.13	10.3	9.8



CUADRO No 2.30

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES DIARIOS

MAQUINA UB 72

PUNTO DE MUESTREO No 3

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

FECHA	I	VALOR DE pH			
		Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
18/09	I	10.3	0.16	10.6	10.0
19/09	I	10.1	0.07	10.2	10.0
21/09	I	10.9	0.43	11.4	10.0

CUADRO No 2.31

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES DIARIOS

MAQUINA UB 72

PUNTO DE MUESTREO No 4

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

FECHA	I	VALOR DE pH			
		Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
18/09	I	11.4	0.34	11.7	10.8
19/09	I	12.1	0.78	13.0	10.8
21/09	I	11.4	0.95	13.0	10.3

CUADRO No 2.32

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES DIARIOS

MAQUINA UB 72

PUNTO DE MUESTREO No 5

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

FECHA		VALOR DE pH			
		Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
18/09		11.6	0.16	11.8	11.3
19/09		11.7	0.49	13.0	11.1
21/09		11.7	0.85	13.0	10.3

CUADRO No 2.33

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES DIARIOS

MAQUINA UB 72

PUNTO DE MUESTREO No 6

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

FECHA		VALOR DE pH			
		Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
18/09		12.2	0.57	13.0	11.4
19/09		11.5	0.24	11.8	11.0
21/09		12.8	0.33	13.0	12.2

CUADRO No 2.34

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES DIARIOS

MAQUINA SUR 60 F PUNTO DE MUESTREO No 1

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

FECHA	CONDUCTIVIDAD (uS/cm)			
	Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
15/09	1,016	45.3	1,100	900
17/09	978	61.2	1,150	900
18/09	900	0.0	900	900
19/09	878	24.9	900	850
21/09	865	39.1	950	850

CUADRO No 2.35

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES DIARIOS

MAQUINA SUR 60 F PUNTO DE MUESTREO No 2

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

FECHA	CONDUCTIVIDAD (uS/cm)			
	Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
15/09	1,210	46.8	1,300	1,150
17/09	1,122	84.7	1,400	1,050
18/09	1,086	102.5	1,250	1,000
19/09	1,194	68.5	1,350	1,100
21/09	995	52.2	1,100	900

CUADRO No 2.36

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES DIARIOS

MAQUINA SUR 60 F PUNTO DE MUESTREO No 3

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

FECHA	CONDUCTIVIDAD (uS/cm)			
	Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
15/09	1,070	72.2	1,150	900
17/09	988	57.3	1,100	900
18/09	1,007	56.2	1,100	950
19/09	1,089	39.3	1,150	1,050
21/09	970	40.0	1,050	900

CUADRO No 2.37

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES DIARIOS

MAQUINA SUR 60 F PUNTO DE MUESTREO No 4

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

FECHA	CONDUCTIVIDAD (uS/cm)			
	Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
18/09	1,121	157.8	1,500	1,000
19/09	1,094	36.9	1,150	1,050
21/09	1,040	190.8	1,600	900

CUADRO No 2.38

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES DIARIOS

MAQUINA SUR 60 F

PUNTO DE MUESTREO No 5

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

FECHA		CONDUCTIVIDAD (uS/cm)			
		Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
15/09		1,088	50.5	1,150	1,000
17/09		991	50.7	1,100	900
18/09		1,107	72.8	1,250	1,000
19/09		1,111	31.4	1,150	1,050
21/09		1,035	161.3	1,500	900

CUADRO No 2.39

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES DIARIOS

MAQUINA SUR 60 F

PUNTO DE MUESTREO No 6

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

FECHA		CONDUCTIVIDAD (uS/cm)			
		Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
15/09		5,430	1,593	8,450	2,200
17/09		6,084	838	7,050	4,200
18/09		7,471	1,697	9,500	3,850
19/09		14,288	2,646	18,800	10,300
21/09		32,550	839	49,500	1,700

CUADRO No 2.40

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES DIARIOS

MAQUINA SUR 60 F

PUNTO DE MUESTREO No 7

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

FECHA	CONDUCTIVIDAD (uS/cm)			
	Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
15/09	2,333	708	4,100	1,050
17/09	2,222	470	3,250	1,650
18/09	2,686	563	3,750	2,050
19/09	2,929	1,043	4,510	1,300
21/09	2,400	528	3,250	1,400

CUADRO No 2.41

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES DIARIOS

MAQUINA UB 72

PUNTO DE MUESTREO No 1

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

FECHA	CONDUCTIVIDAD (uS/cm)			
	Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
18/09	837	21.7	850	800
19/09	822	24.8	850	800
21/09	811	20.8	850	800

CUADRO No 2.42

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES DIARIOS

MAQUINA UB 72

PUNTO DE MUESTREO No 2

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

FECHA	CONDUCTIVIDAD (uS/cm)			
	Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
18/09	894	30.0	950	850
19/09	872	24.8	900	850
21/09	967	70.7	1,150	900

CUADRO No 2.43

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES DIARIOS

MAQUINA UB 72

PUNTO DE MUESTREO No 3

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

FECHA	CONDUCTIVIDAD (uS/cm)			
	Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
18/09	938	54.5	1,050	900
19/09	917	33.3	1,000	900
21/09	1,189	147.0	1,450	950

CUADRO No 2.44

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES DIARIOS

MAQUINA UB 72

PUNTO DE MUESTREO No 4

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

FECHA	CONDUCTIVIDAD (uS/cm)			
	Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
18/09	2,331	909	3,550	1,050
19/09	4,550	3,311	10,400	1,150
21/09	4,611	6,369	20,000	1,050



CUADRO No 2.45

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES DIARIOS

MAQUINA UB 72

PUNTO DE MUESTREO No 5

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

FECHA	I	CONDUCTIVIDAD (uS/cm)			
		Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
18/09	I	2,594	572	3,700	1,650
19/09	I	2,850	1,995	8,000	1,400
21/09	I	4,072	5,706	20,000	1,050

CUADRO No 2.46

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES DIARIOS

MAQUINA UB 72

PUNTO DE MUESTREO No 6

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

FECHA	I	CONDUCTIVIDAD (uS/cm)			
		Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
18/09	I	3,988	1,516	6,850	2,200
19/09	I	2,111	448	2,800	1,250
21/09	I	13,422	4,377	18,550	5,350

CUADRO No 2.47

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES TOTALES

MAQUINA SUR 60 F

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

PUNTO DE MUESTREO	I	CAUDAL (l/s)			
		Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
3	I	3.66	1.11	5.43	1.45
5	I	4.59	0.96	5.67	2.76
6	I	1.43	0.17	1.71	1.05
7	I	6.20	1.05	8.97	3.59

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES TOTALES

MAQUINA UB 72

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

PUNTO DE MUESTREO	I	CAUDAL (l/s)			
		Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
3	I	1.86	0.49	2.39	1.46
4	I	1.50	0.38	2.28	1.02
5	I	0.14	0.03	0.33	0.00

CUADRO No 2.48

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES TOTALES

MAQUINA SUR 60 F

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

PUNTO DE MUESTREO	I	TEMPERATURA °C			
		Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
1	I	27.9	2.33	38.0	24.2
2	I	32.6	4.40	54.1	23.3
3	I	29.4	2.08	33.5	24.0
4	I	27.7	1.76	31.0	23.4
5	I	28.3	1.76	32.8	23.7
6	I	41.3	4.19	48.3	30.8
7	I	31.4	2.05	36.6	27.2

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES TOTALES

MAQUINA UB 72

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

PUNTO DE MUESTREO	I	TEMPERATURA °C			
		Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
1	I	25.6	1.45	30.6	25.2
2	I	29.7	2.38	33.9	26.5
3	I	29.9	2.25	34.5	27.2
4	I	29.9	2.01	36.9	27.1
5	I	30.7	2.16	36.7	26.4
6	I	37.4	6.88	48.4	26.9

CUADRO No 2.49

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES TOTALES

MAQUINA SUR 60 F

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

PUNTO DE MUESTREO	I	VALOR DE pH			
		Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
1	I	9.6	0.28	10.1	8.7
2	I	10.3	0.34	11.0	9.8
3	I	9.9	0.47	10.7	8.1
4	I	10.1	0.35	10.8	9.4
5	I	9.9	0.39	10.5	9.0
6	I	12.5	1.38	13.0	11.2
7	I	11.6	0.44	12.6	10.4

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES TOTALES

MAQUINA UB 72

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

PUNTO DE MUESTREO	I	VALOR DE pH			
		Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
1	I	9.6	0.18	10.1	9.3
2	I	10.0	0.20	10.5	9.7
3	I	10.4	0.43	11.4	10.0
4	I	11.6	0.81	13.0	10.8
5	I	11.7	0.59	13.0	10.3
6	I	12.2	0.69	13.0	11.0

CUADRO No 2.50

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES TOTALES

MAQUINA SUR 60 F

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

PUNTO DE MUESTREO	I	CONDUCTIVIDAD			
		Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
1	I	940	74.8	1,150	850
2	I	1,120	104.3	1,400	900
3	I	1,020	74.5	1,400	900
4	I	1,080	149.4	1,600	900
5	I	1,055	97.0	1,500	900
6	I	6,960	3,835	18,800	1,700
7	I	2,460	718	4,510	1,050

VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS Y  
DESVIACIONES NORMALES TOTALES

MAQUINA UB 72

Mes de muestreo: Setiembre de 1987

PUNTO DE MUESTREO	I	CONDUCTIVIDAD			
		Promedio	Desviacion	Maximo	Minimo
1	I	825	24.9	850	800
2	I	910	62.5	1,150	850
3	I	1,015	156.2	1,450	900
4	I	3,890	4,378	20,000	1,050
5	I	3,195	3,629	20,000	1,050
6	I	6,525	5,781	18,550	1,250

CUADRO N° 2.51

CARACTERISTICAS DE LAS AGUAS DE LAVADO POR ETAPAS

DESCARGA TOTAL

Caract.	SUB 60	UB 72	CEM 60	ROB 40	TOTAL	EXPRESION
Caudal	4.6	2.0	4.4	2.2	13.0	lps
pH	10.1	10.5			10.1	unid
Temp	27.7	29.9			29.0	oC
Conduc	1080	1100			1100	uS/cm

AGUA DE PRE ENJUAGUE (80% DEL TOTAL)

Caract.	SUB 60	UB 72	CEM 60	ROB 40	TOTAL	EXPRESION
Caudal	3.7	1.6	3.5	1.6	10.4	lps
pH	9.9	10.4			10.0	unid
Temp	29.4	29.9			29.0	oC
Conduc	1080	1015			1020	uS/cm

AGUA DE PRE LAVADO (20% DEL TOTAL)

Caract.	SUB 60	UB 72	CEM 60	ROB 40	TOTAL	EXPRESION
Caudal	0.9	0.4	0.9	0.4	2.6	lps
pH	10.3	10.5			10.4	unid
Temp	27.7	29.9			29.0	oC
Conduc	1200	1200			1200	uS/cm

Nota: Los caudales correspondientes a las máquinas CEM 60 y ROB 40 han sido estimados en base a los datos obtenidos de los catálogos de cada una de las máquinas lavadoras.

### III.- PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

#### 3.1 Generalidades

El sistema de tratamiento de las aguas residuales industriales de la planta embotelladora José R. Lindley e Hijos S.A., se divide en dos partes: segregación de las aguas residuales y tratamiento.

Esto último a su vez comprende el acondicionamiento previo y el tratamiento correctivo.

La segregación de las aguas residuales está destinado a separar la aguas residuales industriales de las domésticas, con el propósito de hacer mas eficiente el tratamiento de los desechos industriales.

El proceso de acondicionamiento está representado por el tanque de retención de lodos de la planta de tratamiento de agua y la trampa de grasas y flotantes de las aguas residuales provenientes de las máquinas lavadoras.

El tratamiento correctivo, estará conformado por la planta de neutralización de las aguas residuales descarga por las máquinas lavadoras de botellas .

#### 3.2 Sistema de Recoleccion

Como resultado de la concepción de los procesos de acondicionamiento y tratamiento, se requiere la separación de las aguas residuales industriales y domésticas con la finalidad de evitar un mal funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales industriales.

Las obras planteadas son la construcción de un pequeño interceptor para las aguas residuales domésticas y la

línea de alcantarillado de las aguas residuales industriales crudas y tratadas, para lo cual se considera el máximo aprovechamiento de las construcciones existentes.

En el caso de la línea de conducción de las aguas residuales domésticas, se interceptará el actual colector situado en el interior de los servicios higiénicos, a la altura de la caja ubicada frente al urinario, el primer tramo será superficial y se ubicará en el pasaje que comunica a los servicios higiénicos, para lo cual se deberá elevar el nivel del piso en aproximadamente 20 centímetros por medio de una losa de concreto.

El segundo tramo será enterrado y con grandiente a una caja situada a la salida del área de la fábrica. Este colector drenará en forma exclusiva las aguas residuales domésticas.

En lo que respecta al alcantarillado industrial, por razones constructivas se ha considerado que el nuevo trazo vaya paralelo a la actual línea, en funcionamiento y se aprovecharán las cajas de registro existentes. En el plano N<sup>o</sup> 1 y 3 se indican las características de los trazos propuestos.

### **3.3 Acondicionamiento previo de las aguas residuales**

El acondicionamiento previo estará destinado a brindar un determinado grado de tratamiento a las aguas residuales antes de ser sometidas al tratamiento correctivo, el mismo que está representado por el ajuste de la concentración de los iones hidrógeno (pH) a los valores indicados en la reglamentación vigente sobre descargas industriales.



Los procesos previos identificados son :

- a. Remoción de los lodos de las descargas de la planta de tratamiento de agua y del material sedimentable de las descargas de las unidades de filtración.
- b. Remoción del material flotante (sorbetes, aceites, grasas y otros) de las aguas residuales descargadas por las máquinas lavadoras.

### 3.3.1 Tanque de retención de sólidos

Los tanques de retención de sólidos estarán destinados a retener la mayor cantidad posible de la fracción sedimentable de los lodos de las purgas de la planta de tratamiento de agua y de las aguas de lavado de las unidades de filtración.

Las purgas de la planta de agua se realiza generalmente una vez cada hora y lleva consigo una alta concentración de los residuos generados como consecuencia del acondicionamiento del agua para la elaboración de las gaseosas, la cual por su naturaleza química altera significativamente el valor de pH de los residuos líquidos.

La estructura de retención de los sólidos evacuados por la planta de tratamiento de agua, estará conformado por un tanque a ser construido en plancha de fierro y de un metro cúbico de capacidad. El tanque se situará sobre una parihuela en las proximidades de la planta de agua. El agua llegará a la unidad de acondicionamiento aprovechando la presión hidráulica que brinda referida planta de tratamiento.

El tanque operará como sedimentador por espacio de una hora con la finalidad de permitir el asentamiento del material suspendido. Al término de este tiempo el sobrenadante se descargará al sistema de alcantarillado

hasta un volumen determinado. Con ayuda de un "pato" el tanque se conducirá al lugar de disposición final.

La configuración de la estructura de acondicionamiento no impedirá en ningún momento el vaciado total de la planta de tratamiento de agua.

En relación con el acondicionamiento de las descargas de las unidades de filtración, se ha previsto la construcción de una poza en el tramo final de la canaleta de desague de estas unidades, con la finalidad de retener los sólidos sedimentables descargados conjuntamente con el agua de lavado.

Los lodos provenientes de la planta de tratamiento de agua propiamente dicho así como los retirados de la poza proyectada, serán conducidos fuera de la planta y descargados a lechos de secado, con la finalidad de proceder a su desecación parcial de manera que al término de las 24 horas se disponga de un menor volumen de lodo y más manejable.

En el plano N<sup>o</sup> 1 y N<sup>o</sup> 4 se ilustra la ubicación de las referidas estructuras y los detalles del mismo.

### **3.3.2 Trampa de sólidos flotantes**

Las botellas que ingresan a las máquinas lavadoras llevan consigo diferentes tipos de sólidos, conformado principalmente por sorbetes, muchos de los cuales son descargados conjuntamente con las aguas de lavado al sistema de alcantarillado, así mismo como consecuencia de la operación y mantenimiento de las máquinas lavadoras y envasadoras se adicionan aceites y grasas. Todas estas impurezas obligatoriamente deben ser removidas de los residuos líquidos antes de su tratamiento.

Al efecto se ha previsto la construcción de una trampa de residuos flotantes y que estará ubicada al final del sistema de recolección de las aguas residuales industriales.

La unidad de retención de flotantes brindará un período de retención de tres minutos, el cual es suficiente para remover el material flotante comunmente presente en los desechos líquidos provenientes de las máquinas lavadoras de botellas.

Las aguas provenientes del área de tratamiento de agua no ingresará a la trampa de sólidos flotantes, para lo cual se ha previsto la construcción de una caja de intercepción que permita el desvío de estas aguas.

En el plano N<sup>o</sup> 1 y N<sup>o</sup> 3 se ilustra la ubicación de la referida estructura y los detalles del mismo.

### **3.4 Tratamiento de las aguas residuales industriales**

#### **3.4.1 Alcances**

El tratamiento correctivo estará dirigido a ajustar la concentración de los iones hidrógeno (pH) a los valores indicados en la reglamentación vigente sobre descargas industriales.

La planta ha sido diseñado para tratar el caudal promedio actual y con proyección para acondicionar durante cortos períodos de tiempo, el caudal correspondiente a una producción de aproximadamente 60,000 docenas por día.

### 3.4.2 Pruebas de laboratorio

Por desconocerse la tratabilidad de las aguas residuales industriales, primeramente se programó y ejecutó una serie de pruebas a escala piloto en una columna de neutralización. El agente químico neutralizante seleccionado de mutuo acuerdo entre el interesado y el proyectista fué el bióxido de carbono.

Las pruebas se dividieron en dos grupos, difiriendo una de la otra en la manera de aplicación del gas. En la primera la aplicación se ejecuta en el fondo del reactor y en la segunda sub-superficial. Para el primer caso se requiere de un equipo de presión media tipo ventilador Roots y de manufactura extranjera, mientras que en el segundo solo basta un ventilador de presión baja y de fabricación local.

En la figura N<sup>o</sup> 3.1 se ilustra los dos modelos de equipo empleado en las pruebas de laboratorio y en las figuras N<sup>o</sup> 3.2 y N<sup>o</sup> 3.3 se muestran los resultados de las dos series de prueba. En los cuadros N<sup>o</sup> 3.1 y N<sup>o</sup> 3.2 se presentan los resúmenes de las características de las pruebas, las mismas que se representan en la figura N<sup>o</sup> 3.4. De este último gráfico se deduce que el sistema de mayor eficiencia en cuanto a transferencia del bióxido de carbono es el de difusión a profundidad, pero requiere de un mayor período de retención comparado con el método sub-superficial. El sistema de aplicación sub-superficial por ser menos eficiente en el aspecto de transferencia del gas requiere de mayor caudal de recirculación del mismo.

En lo que respecta al balance energético se encuentra que ambos sistemas son similares en cuanto al consumo de energía.

CUADRO Nº 3.1  
 PRUEBAS PILOTO DE NEUTRALIZACION  
 TIPO DIFUSION

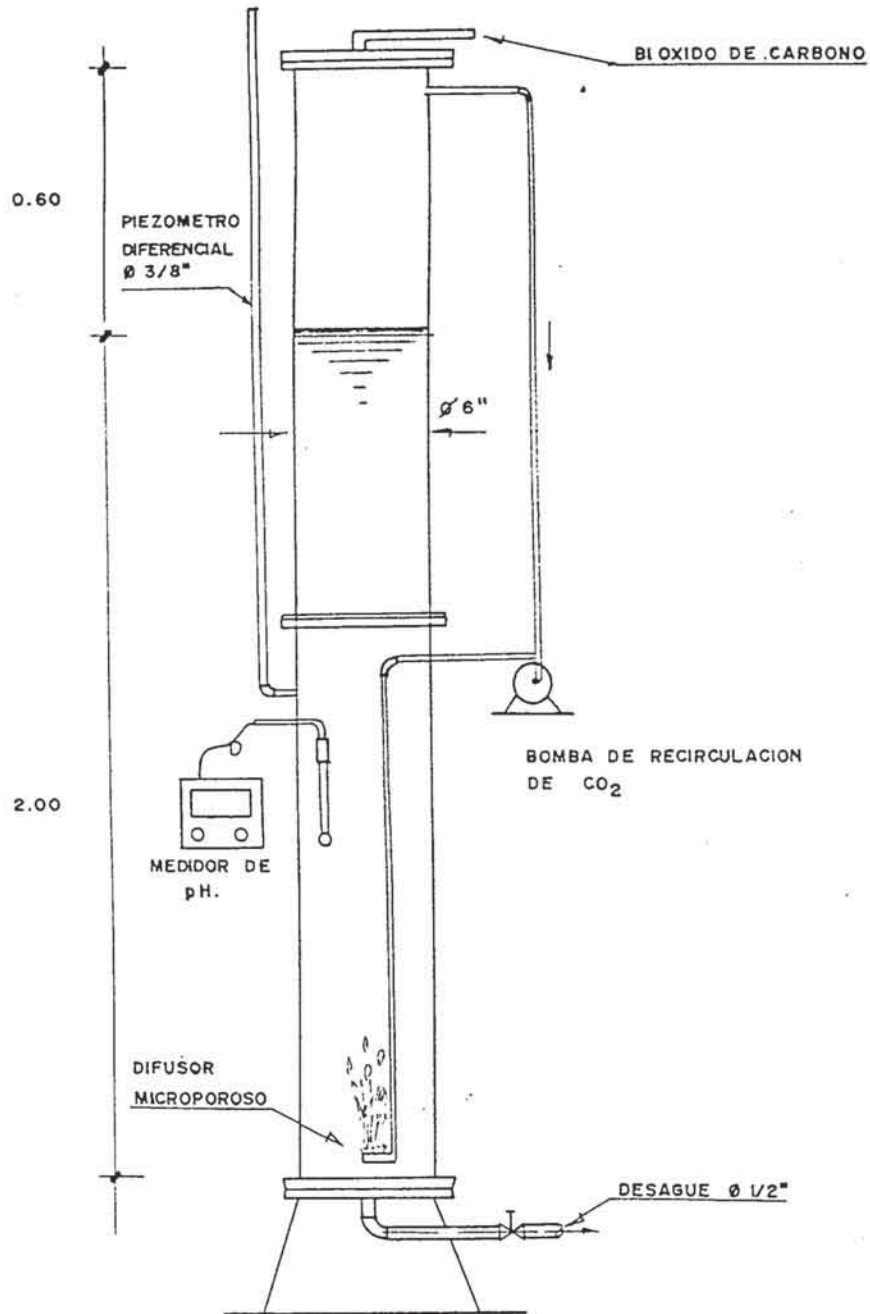
TASA DE RECIRCULACION (cc/seg)								
9.5			19.5		29.0		39.0	
pH	P.R. (min)	CO2 (g/L)	P.R. (min)	CO2 (g/L)	P.R. (min)	CO2 (g/L)	P.R. (min)	CO2 (g/L)
9.0	5.8	0.21	3.3	0.24	2.9	0.32	2.3	0.33
8.5	7.0	0.25	4.0	0.29	3.3	0.36	2.5	0.37
8.0	7.6	0.27	4.5	0.33	3.6	0.39	2.7	0.40
7.5	8.1	0.29	4.8	0.35	3.8	0.41	2.9	0.43
7.0	10.3	0.37	5.3	0.39	4.4	0.48	3.2	0.47

CUADRO Nº 3.2  
 PRUEBAS PILOTO DE NEUTRALIZACION  
 TIPO SUB-SUPERFICIAL

TASA DE RECIRCULACION (cc/seg)						
	39.5		58.5		78.0	
pH	P.R. (min)	CO2 (g/L)	P.R. (min)	CO2 (g/L)	P.R. (min)	CO2 (g/L)
9.0	2.6	0.38	2.1	0.46	2.1	0.46
8.5	3.8	0.55	2.5	0.55	2.5	0.73
8.0	4.4	0.65	2.7	0.61	2.7	0.79
7.5	5.0	0.73	3.3	0.73	3.1	0.89
7.0	5.4	0.79	4.2	0.92	3.8	1.11

Nota: P.R. = Periodo de Retención  
 CO<sub>2</sub> = Bióxido de Carbono

MODELO TIPO DIFUSION



MODELO TIPO SUB-SUPERFICIAL

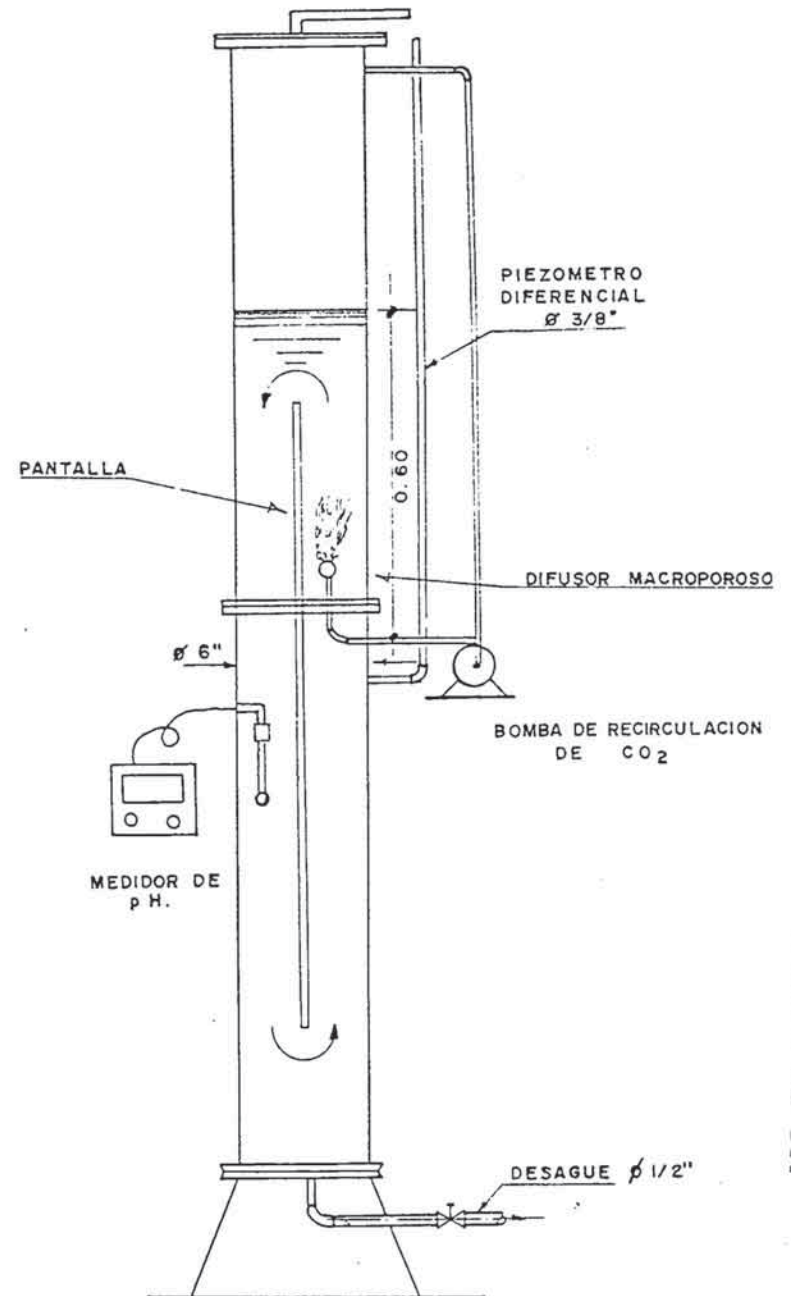


FIGURA NO. 3.1

# CURVA DE NEUTRALIZACION CON GAS CARBONICO CO<sub>2</sub>

MODELO: DIFUSOR MICROPOROSO A PROFUNDIDAD

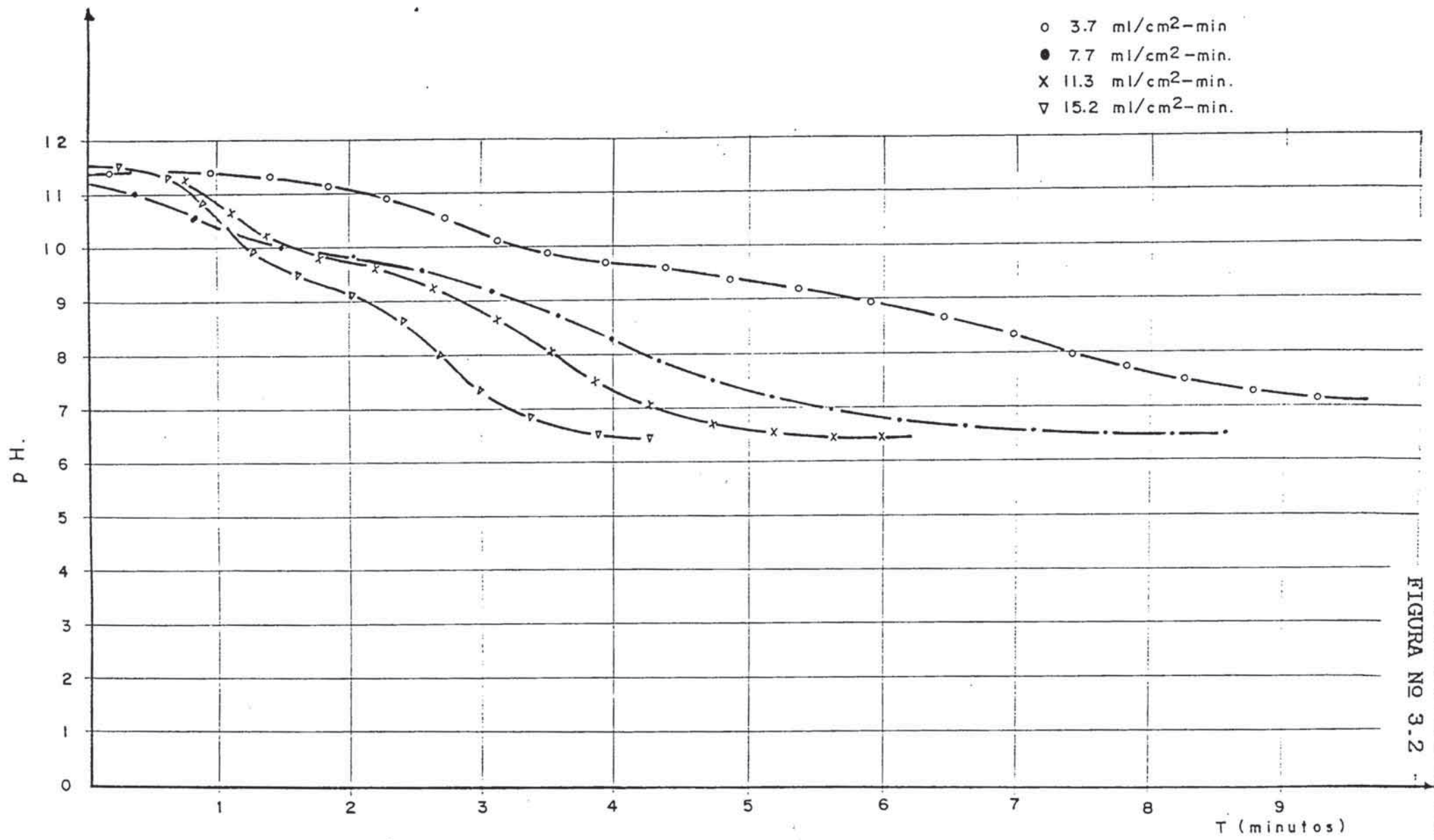


FIGURA Nº 3.2

# CURVA DE NEUTRALIZACION CON GAS CARBONICO CO<sub>2</sub>

MODELO: DIFUSOR MACROPOROSO SUB - SUPERFICIAL

- 15.2 ml/cm<sup>2</sup>-min.
- x 22.3 ml/cm<sup>2</sup>-min.
- o 30.5 ml/cm<sup>2</sup>-min.

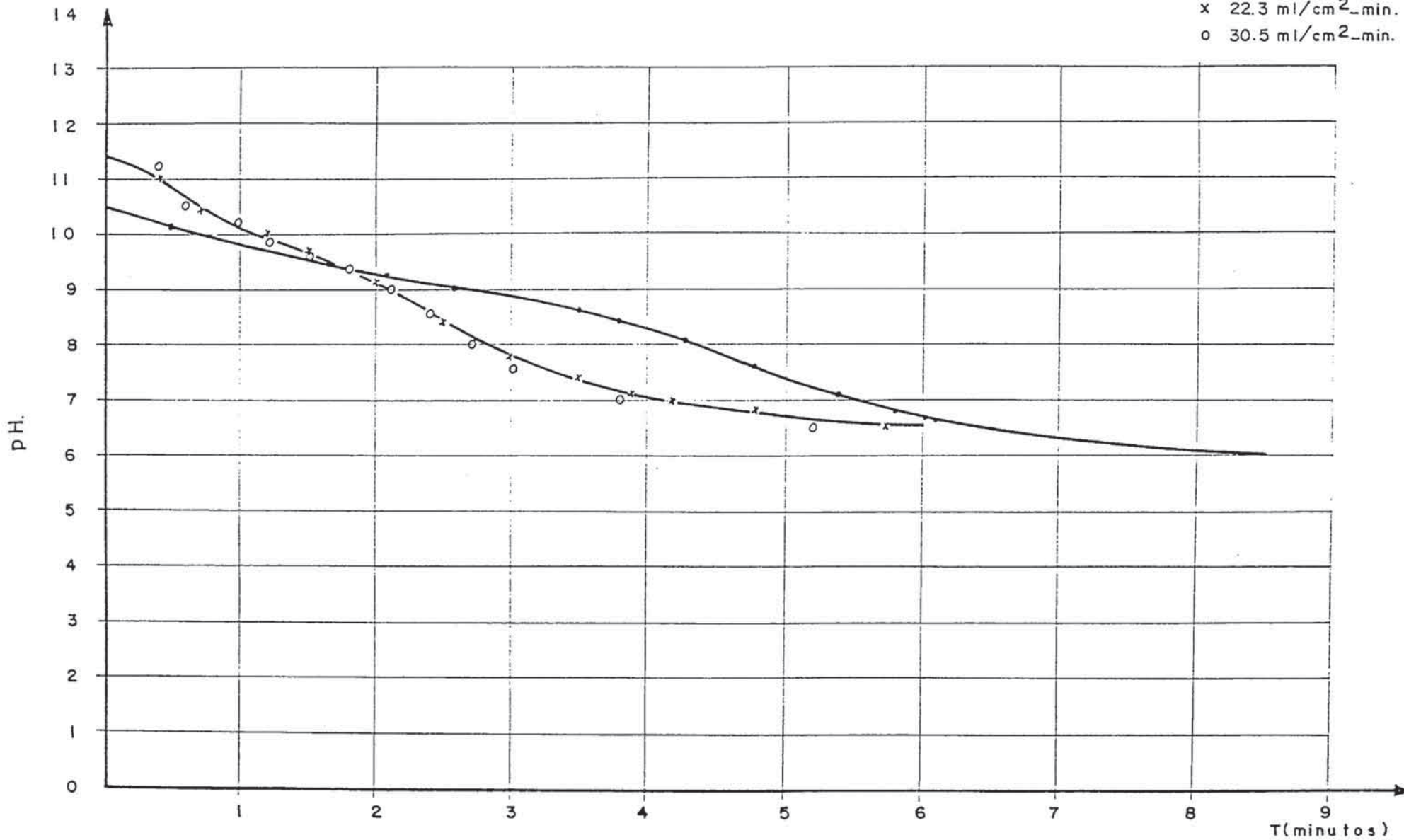


FIGURA NO 3.3



# TASA SUPERFICIAL Vs TIEMPO DE RETENCION

EN FUNCION DEL VALOR DE pH.

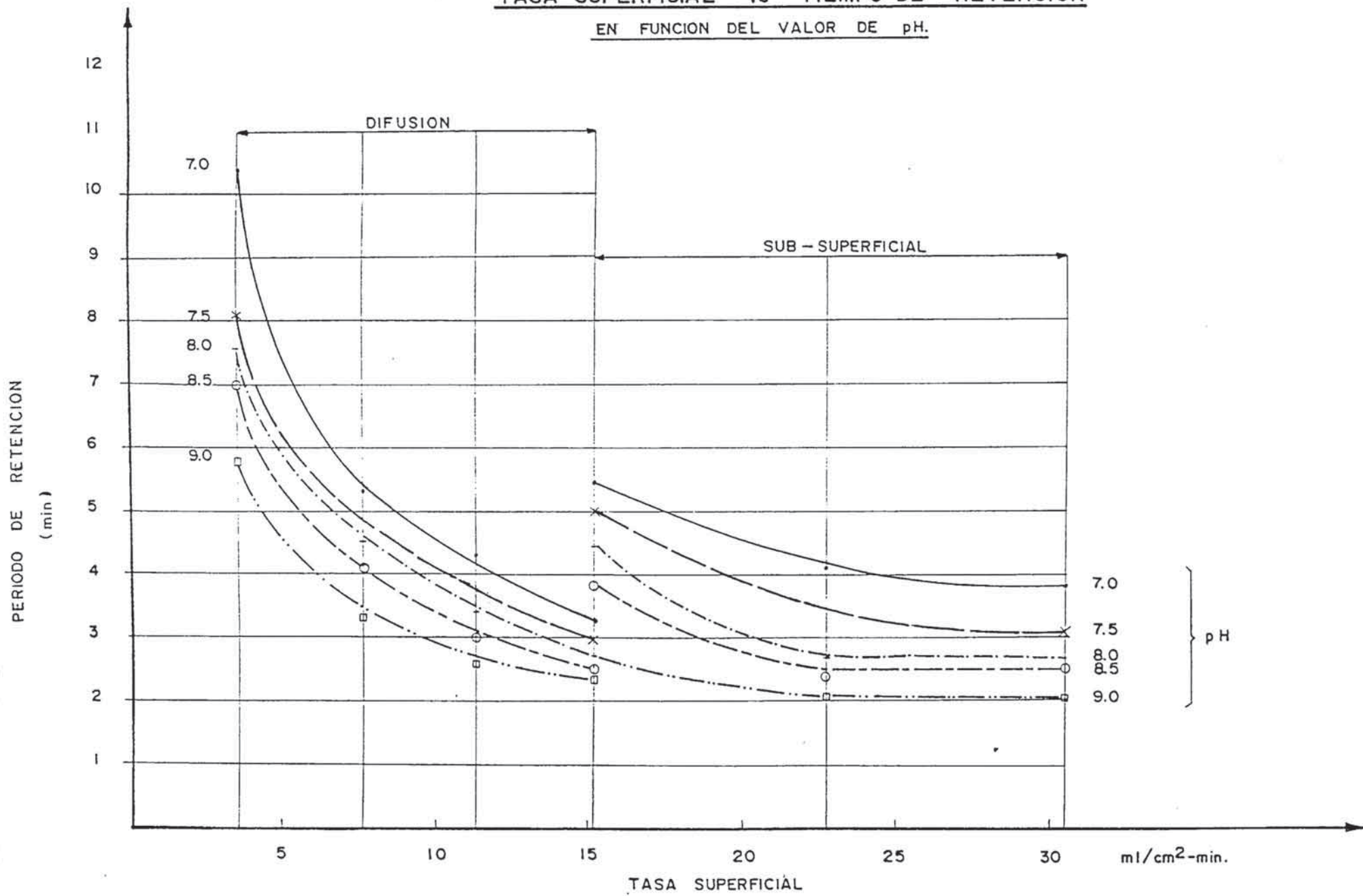


FIGURA NO 3.4

Si el análisis concluyera en este aspecto, se aprecia que el sistema de aplicación en profundidad tiene mayores ventajas con respecto al sub-superficial, pero al haberse concebido un sistema cerrado con recirculación del gas para aprovechar al máximo al bióxido de carbono, resulta más ventajoso el empleo del modelo sub-superficial a pesar de la baja eficiencia en la transferencia del gas y por no requerir tecnología foránea.

### 3.4.3 Datos de Diseño y Dimensionamiento

La planta de tratamiento ha sido dimensionado teniendo en cuenta la capacidad de producción de cada una de las líneas de llenado:

UB 500 doc/min	(0.3 L)	14,000 doc/turno
CEM 400 doc/min	(0.3 L)	12,500 doc/turno
ROB 160 doc/min	(1.0 L)	6,000 doc/turno
SUB 270 doc/min	(1.0 L)	9,000 doc/turno

Para una producción de 60,000 docenas por día, se determinó un caudal promedio por máquina de:

UB	2.0 lps
CEM	4.4 lps
ROB	2.2 lps
SUB	4.6 lps
	-----
	13.2 lps

De esta manera se infiere que para las condiciones normales con una producción fluctuante entre 30,000 a 40,000 docenas por día, el caudal podría ser del orden de los 8.8 lps.

Los datos de diseño seleccionados para el dimensionamiento de la unidad de tratamiento son como

siguen:

Caudal	9.0 lps
pH inicial	11.2 unid
pH final	7.0 unid
Tasa superficial	20 ml/min-cm <sup>2</sup>
Período de retención	5 minutos (Fig. N <sup>o</sup> 4 )
Eficiencia	50%

El volumen de la unidad para los datos indicados anteriormente es de 5.4 m<sup>3</sup> y las dimensiones finales de la unidad con fines constructivos es de:

Largo	4.25 m
Ancho	1.15 m
Tirante de agua	1.50 m

El ventilador de aire tendrá las características siguientes:

Capacidad	45 pies cúbicos por minuto
Presión estática	0.80 m

El sistema de distribución ha sido dimensionado para brindar una pérdida de carga mínima durante la conducción del gas. La tubería principal de distribución tendrá un diámetro de cuatro pulgadas, los sistemas de alimentación a cada uno de los difusores será 1 1/2 pulgadas y el difusor propiamente dicho estará confeccionado por tuberías de 3/4" de diámetro.

A su vez cada uno de los difusores etará dotado de 120 agujeros de 5/32 pulgadas de diámetro y todo el sistema se instalará a 0.50 metro de profundidad.

Adicionalmente se colocará una pantalla de fibra de vidrio para inducir a una mezcla homogénea de la masa de agua. En el plano N<sup>o</sup> 1 y N<sup>o</sup> 2 se indica la ubicación y características constructivas de las mismas.

### 3.5 RECOMENDACIONES

Durante el desarrollo del proyecto y que no fué estudiada por no formar parte del presente estudio se ha encontrado que la planta de tratamiento de agua produce un exceso de lodo y el agua resultante presenta una alta turbiedad conformada por pequeños flóculos de hidróxido de calcio, los que son retenidos en los filtros de arena. Durante el lavado de estos filtros se elimina el conjunto de la turbiedad bajo la forma de lodo y que indudablemente afectará el funcionamiento de la planta de neutralización.

Revisada la configuración de la planta se ha encontrado, que la unidad no cumple con ninguno de los parámetros de diseño recomendados tanto para plantas convencionales como del tipo acelerado. Normalmente estas unidades de tratamiento realizan la recirculación del lodo y trabajan con un manto de lodos que actúa como lecho filtrante y que redundará en una economía en el consumo de productos químicos y en una mayor eficiencia en la remoción de la turbiedad remanente.

El diseño de los lechos de secado de los lodos se ha efectuado en forma conservadora a partir de los datos recogidos en la planta embotelladora y sin la realización de pruebas de velocidad y ciclos de secado, por lo cual se recomienda la ejecución de estas pruebas, con la finalidad de determinar las condiciones mas favorables de manejo de los lodos antes de su disposición final. Así mismo es de esperar que las características del lodo varien si la planta de tratamiento de agua se moderniza.