

### 3. TRATAMIENTO DE AGUA VIRSAN, S.A. DE C.V.

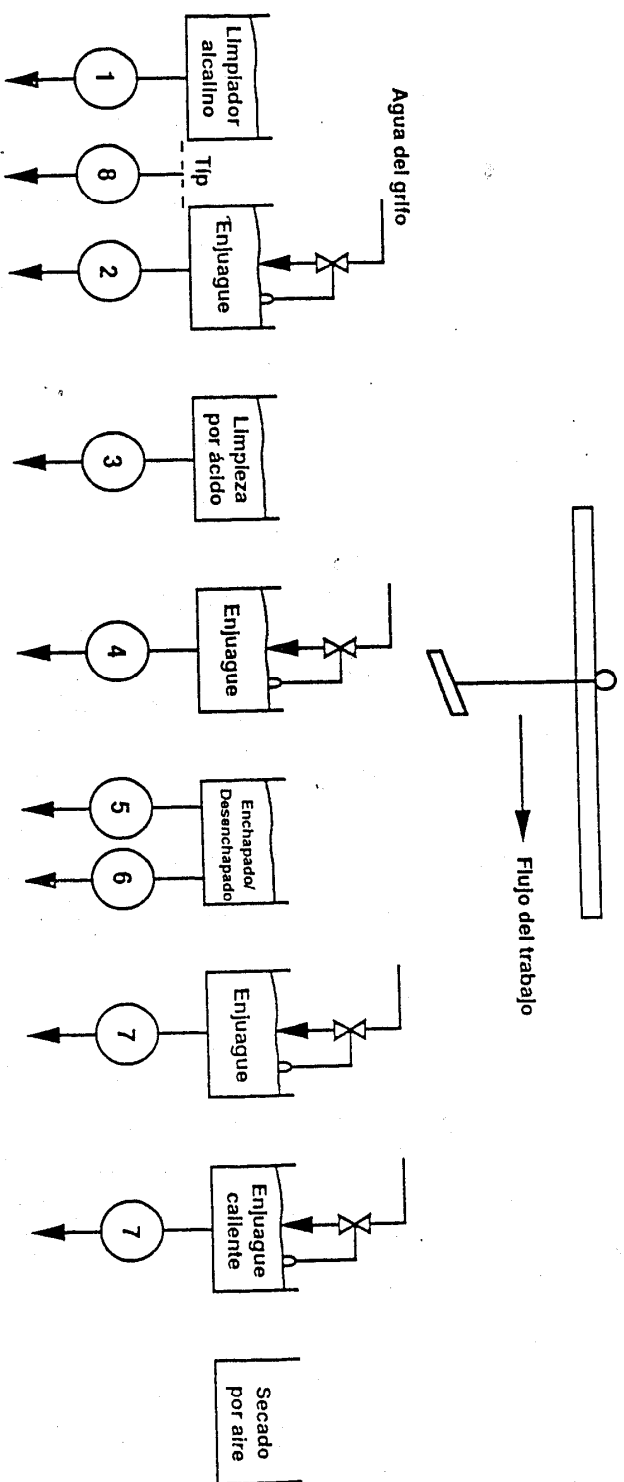
#### 3.1 Descripción del Proceso Generador

Como se ha mencionado anteriormente, el proceso generador del agua residual es el acabado metálico de estructuras de sillas y bancos escolares. Estas estructuras de acero son recubiertas con una capa de Níquel y una más delgada de Cromo. Este acabado le da características deseables al mueble, como son: apariencia de espejo al metal, resistencia a la corrosión y resistencia a la abrasión, es decir, una excelente presentación.

Estas operaciones se realizan en dos líneas de cromado en la empresa conocidas como: Línea 1 y Línea 2. Ambas realizan todo el proceso de cromado pudiendo distinguir cuatro operaciones importantes en el proceso de cada una de ellas:

Operación	No de tanques usados	Soluciones	Tanques de Enjuague
lavado alcalino	4	Causticas	2
Lavado acido	2	Acidas	2
Niquelado	5	sulfato y cloruro de Ni	3
Cromado	2	sulfato y acido cromico	4
No de tanques	13	Agua	11
Total de tanques			24

**Tabla No 1**  
**Operaciones y número de tanques utilizados en el proceso de cromado**



- (1) Solución alcalina gastada
- (2) Agua alcalina para enjuagar
- (3) Solución ácida gastada
- (4) Agua acídica para enjuagar
- (5) Residuos de rellenos
- (6) Solución de enchapado/desenchapado gastada
- (7) Agua de enjuagar
- (8) Derrames

**Figura No 4. Operaciones de Electroplásia y Efluentes Relacionados**

Como vemos, en la tabla anterior, se tienen un total de 13 tanques para las operaciones y 11 tanques para enjuagar las estructuras antes de pasar de una operación a otra, y de esta manera evitar contaminar las soluciones de trabajo.

Las operaciones de lavado se realizan en los tanques con soluciones alcalinas y ácidas. Estas operaciones cuentan con enjuagues para sus arrastres, aquí se remueven los aceites y grasas que contienen las estructuras metálicas, evitando de esta manera su oxidación.

Las soluciones ácidas y alcalinas tienen vida útil de 3 a 6 meses respectivamente, dependiendo del grado de contaminación de estos tanques. Una vez limpio el material es inmerso en los tanques de niquelado. Esta operación consiste en la adherencia de níquel disuelto en la solución por un flujo de corriente directa que va de la solución a las estructuras, lo que hace que el material se recubra con este metal. Esta operación necesita 15 minutos y es controlada con relojes o timers que indican el fin del enchapado con Níquel.

Una vez terminada esta operación, el material ya niquelado se enjuagua en tres tanques antes de ser inmerso en el tanque de Cromo. El Cromo utilizado es de valencia 3, el cual le proporciona a la estructura una capa delgada de Cromo que le da una mejor apariencia al recubrimiento de Níquel. Esta operación, tiene un tiempo de apenas un minuto, y es similar al enchapado con Níquel.

El fin del proceso consiste en un tratamiento a la capa de recubrimiento utilizando ácido crómico con valencia 6, es decir Cromo hexavalente. Este baño le proporciona al material una mayor resistencia a la oxidación de la estructura metálica. Una vez tratado el material, se enjuagua finalmente con agua dura y agua de ósmosis inversa a alta temperatura, para evitar manchas en el producto.

Cabe señalar que, durante el proceso, todo el material es transportado por vía aérea, utilizando equipo neumático. Como se puede notar, se tiene un número considerable de enjuagues que constantemente están vertiendo agua para poder conservarse limpios, y además, se manejan soluciones que se agotan con el tiempo y contienen cantidades considerables de sólidos por la limpieza o por las operaciones realizadas.

También se cuenta con una línea de desenchapado o descromado llamada "Stripper", en la cual se lleva a cabo el proceso de limpieza de Cromo y Níquel de las estructuras metálicas que fueron procesadas en las líneas de cromadora, pero que no pasaron el control de calidad satisfactoriamente. Una vez desenchapadas, las estructuras son enviadas de nuevo a la línea de cromado.

La línea de desenchapado cuenta con 5 tanques, de los cuales, uno se usa para el descromado utilizando solución cáustica. Dos se utilizan para los enjuagues y dos para el desniquelado utilizando ácido nítrico.

De este proceso se generan escurrimientos cáusticos y ácidos, así como una cantidad considerable de sólidos en el enjuague y, al darle limpieza a los tanques, estos sólidos están contenidos en el agua residual. Principalmente se presentan sólidos de Cromo y Níquel, al igual que en las líneas de cromado, sólo con la diferencia de que en las líneas de cromado se generan también cantidades considerables de grasas y aceites.

En la figura No 5 se presenta el plano del área de Cromadora

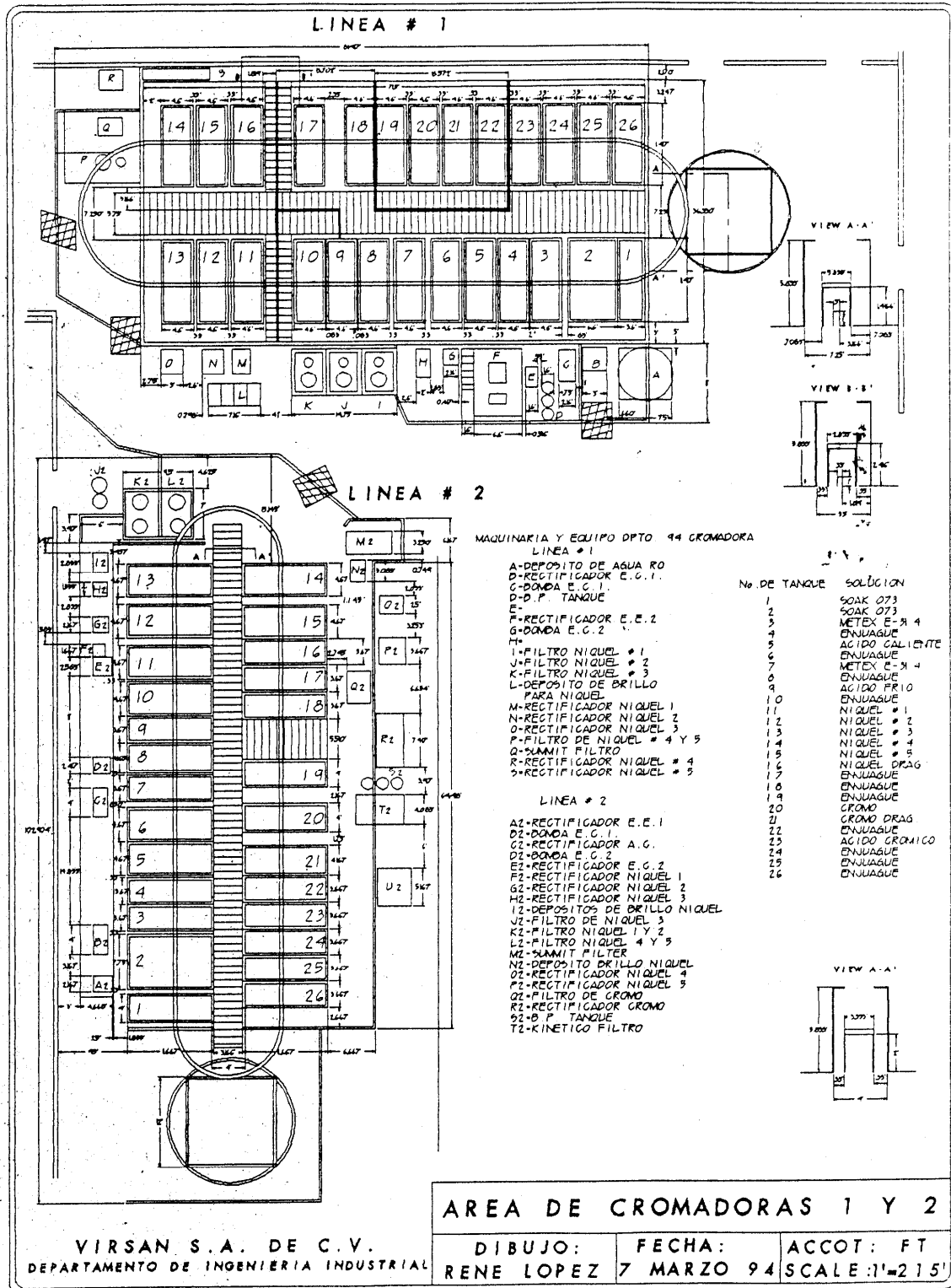


Figura No. 5

MAQUINARIA Y EQUIPO DPTO. 94 CROMADORA  
LINEA #1

A-DEPOSITO DE AGUA RO  
B-RECTIFICADOR E.C.1.  
C-BOMBA E.C.1.  
D-B.P. TANQUE

E-  
F-RECTIFICADOR E.E.2  
G-BOMBA E.C.2

H-  
I-FILTRO NIQUEL #1  
J-FILTRO NIQUEL #2

K-FILTRO NIQUEL #3  
L-DEPOSITO DE BRILLO  
PARA NIQUEL

M-RECTIFICADOR NIQUEL 1  
N-RECTIFICADOR NIQUEL 2  
O-RECTIFICADOR NIQUEL 3  
P-FILTRO DE NIQUEL # 4 Y 5  
Q-SUMMIT FILTRO  
R-RECTIFICADOR NIQUEL # 4  
S-RECTIFICADOR NIQUEL # 5

LINEA # 2

A2-RECTIFICADOR E.E.1  
B2-BOMBA E.C.1.  
C2-RECTIFICADOR A.C.  
D2-BOMBA E.C.2  
E2-RECTIFICADOR E.C.2  
F2-RECTIFICADOR NIQUEL 1  
G2-RECTIFICADOR NIQUEL 2  
H2-RECTIFICADOR NIQUEL 3  
I2-DEPOSITOS DE BRILLO NIQUEL  
J2-FILTRO DE NIQUEL 3  
K2-FILTRO NIQUEL 1 Y 2  
L2-FILTRO NIQUEL 4 Y 5  
M2-SUMMIT FILTER  
N2-DEPOSITO BRILLO NIQUEL  
O2-RECTIFICADOR NIQUEL 4  
P2-RECTIFICADOR NIQUEL 5  
Q2-FILTRO DE CROMO  
R2-RECTIFICADOR CROMO  
S2-B.P. TANQUE  
T2-KINETICO FILTRO

No. DE TANQUE

SOLUCION

DURACION

1	SOAK 073	1.5 Min
2	SOAK 073	3.0 Min
3	METEX E-31 4	1.5 Min
4	ENJUAGUE	0.25 Min
5	ACIDO CALIENTE	1.5 Min
6	ENJUAGUE	0.25 Min
7	METEX E-31 4	1.5 Min
8	ENJUAGUE	0.25 Min
9	ACIDO FRIO	1.5 Min
10	ENJUAGUE	0.25 Min
11	NIQUEL #1	1.0 Min
12	NIQUEL #2	1.0 Min
13	NIQUEL #3	1.0 Min
14	NIQUEL #4	1.0 Min
15	NIQUEL #5	1.0 Min
16	NIQUEL DRAG.	0.25 Min
17	ENJUAGUE	0.25 Min
18	ENJUAGUE	0.25 Min
19	ENJUAGUE	0.25 Min
20	CROMO	2.0 Min
21	CROMO DRAG.	0.25 Min
22	ENJUAGUE	0.25 Min
23	ACIDO CROMICO	0.30 Min
24	ENJUAGUE	0.25 Min
25	ENJUAGUE	0.25 Min
26	ENJUAGUE	0.25 Min

CHROME TICKNES 0.001"

PRODUCTION CAPACITY

SHIFT	TIME	BARRAS
1	9.5 HRS.	200
2	8.5 HRS.	178
TOTAL		378

VIRSAN S.A. DE C.V.  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL

AREA DE CROMADORAS 1 Y 2

DIBUJO: RENE LOPEZ  
FECHA: 31 JULIO 94  
ACCOT: FT  
SCALE: 1"=150'

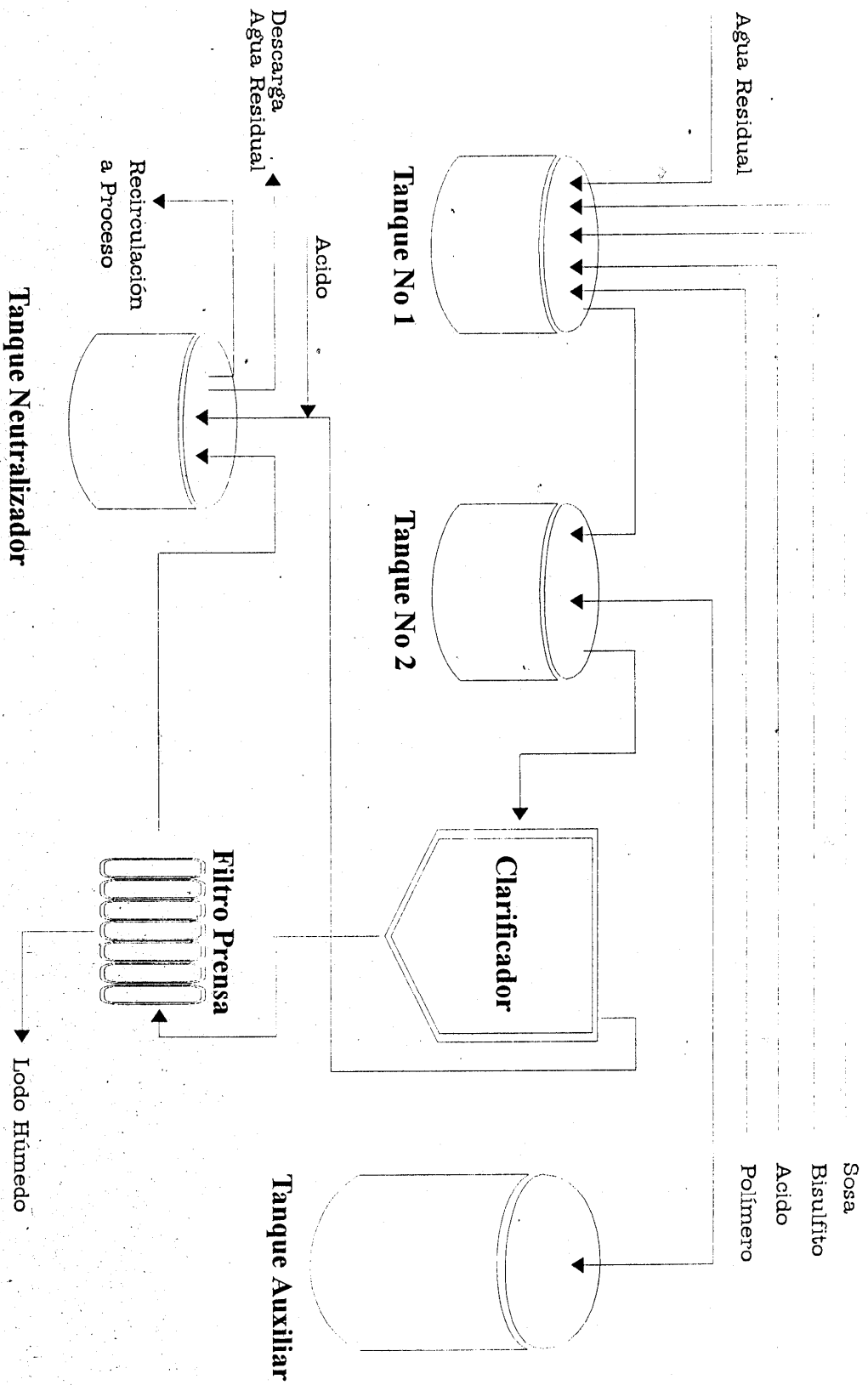
### ***3.2 Descripción del Tratamiento de Aguas Residuales***

El sistema con el que actualmente cuenta la planta es uno de los sistemas convencionales en el tratamiento de este tipo de aguas residuales. El proceso es de precipitación química de sólidos del afluente, es decir, se separan los compuestos sólidos de los líquidos.

A continuación presentamos el esquema de un tratamiento convencional para aguas de cromadora y un esquema del tratamiento de aguas utilizado en VIRSAN S.A. de C.V. Entre ellos existe esencialmente solo la diferencia del tratamiento aplicado al Cianuro. ( Fig. 6 y Fig. 7). \* Referencia III.







**Figura No 7.-Tratamiento de Aguas Residuales**

ACOT: Ft  
ESCALA: 1:50  
FECHA: 21-ABRIL-92 RENE LOPEZ U  
página No 19

---

En el esquema se puede apreciar una tina de recepción del afluente donde se adiciona sosa cáustica líquida al 50% para elevar el P.H. a un nivel de 10 aproximadamente. Esto se realiza con la operación de un controlador de P.H. que acciona una válvula selenoide que a su vez adiciona la sosa cáustica necesaria. Aquí mismo se realiza la adición de Metabisulfito de Sodio para reducir el Cromo Hexavalente ( $\text{Cr}+6$ ) a una forma más estable como lo es el Cromo trivalente ( $\text{Cr}+3$ ). Además, en el tanque No 2 se agrega un agente floculante, como es en este caso el producto "Kemfloc 427", el cual está compuesto de un polímero acrílico. Esto con el propósito de ayudar a la floculación de los sólidos en el afluente. Ambas operaciones se realizan diluyendo ambos productos químicos y adicionándolos a la tina No 2 por medio de dos bombas dosificadoras, con velocidades de acuerdo a lo requerido por el afluente.

En la tina receptora No 2, el agua residual se bombea a los clarificadores No 1 y No 2 a través de bombas neumáticas de 2 pulgadas de succión. Una vez transcurrido el tiempo de residencia del agua en los clarificadores, ésta se vierte por un extremo y es captada en una tina de neutralización a P.H. 7.0 con la ayuda de un controlador de P.H. y Ácido Sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).

El material sedimentado en los clarificadores se extrae por el fondo y se bombea a un filtro prensa donde se obtienen placas de lodo húmedo y una corriente de agua filtrada de calidad similar a la clarificada, por lo que se manda a la tina de neutralización.

El lodo húmedo se seca hasta un 30% de humedad aproximadamente y es dispuesto como residuo peligroso de acuerdo a las normas vigentes, en cuanto al manejo de Residuos Peligrosos.

A continuación se presentan los resultados de análisis comunes que se realizan por laboratorios externos del agua residual tratada y del lodo seco.

MEXICALI, BAJA CALIFORNIA A 28 DE SEPTIEMBRE DE 1993.

ANALISIS FISICO-QUIMICOS DE AGUAS RESIDUALES

EMPRESA : VIRSAN, S.A. DE C.V.  
 SITIO : PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.  
 MUESTREO : 23 DE SEPTIEMBRE DE 1993.  
 RECEPCION: 23 DE SEPTIEMBRE DE 1993.  
 ANALISIS : 24 DE SEPTIEMBRE DE 1993.

DETERMINACION	RESULTADO	NTE-CCA-017/88
PH (UNIDADES PH)	7.20	6-9
SOLIDOS SEDIMENTABLES (ML/L)	0.05	1.2
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (MG/L)	5.00	60
GRASAS Y ACEITES (MG/L)	3.00	15
CROMO HEXAVALENTE (MG/L)	0.02	0.2
CROMO TOTAL (MG/L)	0.06	1.0
COBRE (MG/L)	0.02	1.0
NIQUEL (MG/L)	2.58 *	2.4
FIERRO (MG/L)	0.13	1.2
ZINC (MG/L)	0.03	1.0
CIANURO (MG/L)	0.000	0.2
CADMIO (MG/L)	0.013	0.4
PLOMO (MG/L)	0.022	0.2
ALUMINIO (MG/L)	0.00	1.2
BARIO (MG/L)	0.00	2.4
MANGANESO (MG/L)	0.023	2.4
TEMPERATURA (C°)	36.80	35
CONDUCTIVIDAD (MICROMHOS/CM)	5620.00 *	< 2000 ■
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES (MG/L)	2845.00 *	1000 ■
RESIDUOS NO FILTRABLES (MG/L)	4.00	
TURBIDEZ (FTU)	2.00	
COLOR (UNITS Pt/Co)	8.00	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (MG/L)	55.00	150 ■
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO (MG/L)	88.00	100 ■
SOLIDOS TOTALES (MG/L)	2850.00 *	1000 ■
MATERIA FLOTANTE (GR/L)	0.00	
S.A.A.M. (DETERGENTES) (MG/L)	0.023	0.5 ■
COLIFORMES TOTALES (NMP/100ML)	N.D.	20000
CALCIO CaCo 3 (MG/L)	2.14	

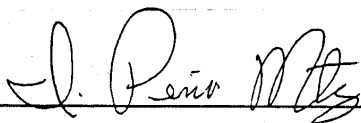
Tabla No 2 Resultados del Análisis de Agua

---

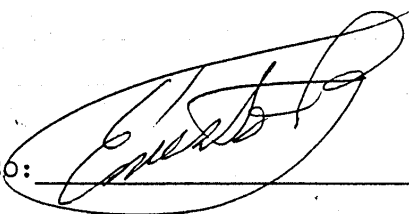
CALCIO (MG/L)	0.96
MAGNESIO (MG/L)	1.25
MAGNESIO CaCo 3 (MG/L)	0.78
FLUORUROS (MG/L)	2.14

OBSERVACIONES: \* FUERA DE NORMA  
■ REGLAMENTO PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA  
CONTAMINACIÓN DEL AGUA.  
N.D.= NO DETERMINADO

ANALIZO:



REVISO:



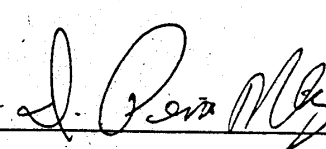
MEXICALI, BAJA CALIFORNIA A 16 DE FEBRERO DE 1994.

ANALISIS FISICO-QUIMICOS DE AGUAS RESIDUALES

EMPRESA : VIRSAN, S.A. DE C.V.  
SITIO : PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.  
MUESTREO : 11 DE FEBRERO DE 1994.  
RECEPCION: 11 DE FEBRERO DE 1994.  
ANALISIS : 12 DE FEBRERO DE 1994.

DETERMINACION		RESULTADO NOM-CCA-017-ECOL/93	
PH (UNIDADES PH)	6.96	6-9	
SOLIDOS SEDIMENTABLES (ML/L)	0.00	1.2	
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (MG/L)	15.00	60	
GRASAS Y ACEITES (MG/L)	5.00	30	
CROMO HEXAVALENTE (MG/L)	0.02	0.2	
CROMO TOTAL (MG/L)	0.02	1.2	
COBRE (MG/L)	0.01	1.0	
NIQUEL (MG/L)	0.60	2.5	
FIERRO (MG/L)	0.13	1.2	
ZINC (MG/L)	0.04	1.2	
CIANURO (MG/L)	0.002	0.5	
CADMIO (MG/L)	0.034	0.2	
PLOMO (MG/L)	0.058	0.7	
ALUMINIO (MG/L)	0.01	2.5	
BARIO (MG/L)	0.00	2.5	
MANGANESO (MG/L)	0.047	2.5	
PLATA (MG/L)	0.00	0.4	
TEMPERATURA (C°)	23.50	35	
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO (MG/L)	169.00		
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES (MG/L)	3290.00		
FLUORUROS (MG/L)	2.15		
CONDUCTIVIDAD (MICROMHOS/CM)	6520.00		
ARSENICO (MG/L)	N/D		
COLIFORMES TOTALES (NMP/100 ML)	39.00	20000	

ANALIZO



REVISO

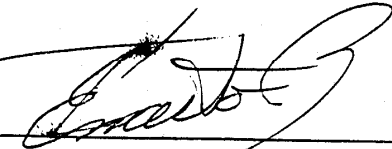



Tabla No 3 Resultados de análisis de aguas

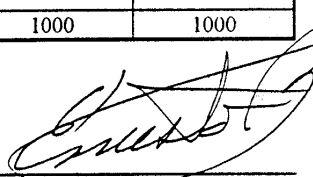
**ANALISIS FISICO - QUIMICOS DE AGUAS RESIDUALES**

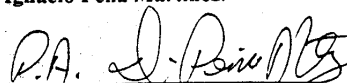
EMPRESA: Virsan, S.A. de C.V.  
 FECHA DE MUESTREO: 28 de Julio de 1994.  
 HORA DE MUESTREO: 1:00 p.m.  
 FECHA DE RECEPCION: 28 de Julio de 1994.  
 FECHA DE ANALISIS: 28 de Julio de 1994 - 2 de Agosto de 1994.  
 SITIO DE MUESTREO: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.  
 NOMBRE DE LA MUESTRA: No. 1

PARAMETRO	RESULTADO	NORMA LIMITE NOM-CCA-017-ECOL/1993	
		DIARIO	INST.
PH (UNIDADES DE PH)	7.78	6 - 9	6 - 9
SOLIDOS SEDIMENTABLES (ML/L)	0.10	1	1.2
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (MG/L)	10.0	50	60
GRASAS Y ACEITES (MG/L)	2.00	20	30
CROMO HEXAVALENTE (MG/L)	0.03	0.1	0.2
CROMO TOTAL (MG/L)	0.05	1.0	1.2
COBRE (MG/L)	N/D	0.5	1.0
NIQUEL (MG/L)	0.19	2.0	2.5
FIERRO (MG/L)	0.12	1.0	1.2
ZINC (MG/L)	0.02	1.0	1.2
CIANUROS (MG/L)	0.004	0.3	0.5
CADMIO (MG/L)	0.004	0.1	0.2
PLOMO (MG/L)	0.039	0.6	0.7
ALUMINIO (MG/L)	N/D	2.0	2.5
BARIO (MG/L)	N/D	2.0	2.5
MANGANESO (MG/L)	0.036	2.0	2.5
PLATA (MG/L)	N/D	0.2	0.4
FLUORUROS (MG/L)	1.76		
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES (MG/L)	3320		
TEMPERATURA (°C)	33.00		
COLIFORMES TOTALES (NMP/100 ML)	60	1000	1000

NOTA: N/D = NO DETECTADO

ANALIZO:   
 Ing. Ignacio Peña Martínez.

REVISO:   
 M.C. Ernesto Ripa Soleno.

RESPONSABLE:   
 Q.F.B. Leticia E. Ripa Soleno.

**Tabla No 4 Resultados de análisis de agua**

Mexicali, Baja California a 2 de Agosto de 1994.

**ANALISIS FISICO - QUIMICOS DE AGUAS RESIDUALES**

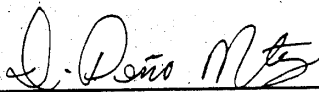
EMPRESA: Virsan, S.A. de C.V.  
FECHA DE MUESTREO: 28 de Julio de 1994.  
HORA DE MUESTREO: 1:00 p.m.  
FECHA DE RECEPCION: 28 de Julio de 1994.  
FECHA DE ANALISIS: 28 de Julio de 1994 - 2 de Agosto de 1994.  
SITIO DE MUESTREO: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.  
NOMBRE DE LA MUESTRA: No. 1

**PARAMETROS QUE SE DEBEN CONSIDERAR.**

PARAMETRO	RESULTADO	LIMITE REGLAMENTO PARA LA PREVENCION Y CONTROL DE LA CONTAMINACION DEL AGUA
CONDUCTIVIDAD (MICROMHOS/CM)	6680	< 2000
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES (MG/L)	10	1000
RESIDUOS NO FILTRABLES (MG/L)	10	
TURBIDEZ ( FTU)	6	
COLOR (UNIDADES Pt/Co)	43	
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (MG/L)	85	150
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO (MG/L)	232	100
SOLIDOS TOTALES (MG/L)	3330	1000
MATERIA FLOTANTE (GR/L)	N/D	
SUSTANCIAS ACTIVAS AL AZUL DE METILENO (MG/L)	0.498	0.5

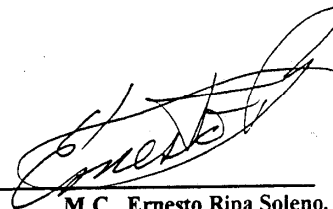
NOTA: N/D = NO DETECTADO

ANALIZO:



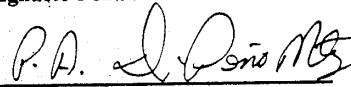
Ing. Ignacio Peña Martínez.

REVISO:



M.C. Ernesto Ripa Soleno.

RESPONSABLE:



Q.F.B. Leticia E. Ripa Soleno.



ENCYCLE/TEXAS, INC. 5500 UP RIVER ROAD (512) 289-0300 P.O. BOX 4767 CORPUS CHRISTI, TX 78649			SOLID SHIPMENT REPORT	
CLIENT: VIRSAN			PART:	LAB NO CC: 00999-90
WASTE DESCRIPTION: Plating Sludge			VOLUME:	1.00 ROLL OFFS
WASTE CODE(S): F006, D007			LOAD: 7592	DATE: 02-24-94
LAB ANALYSIS				
ICP	% DRY WEIGHT	% H2O	43.68	COLOR: TAN
		TOTAL CN-	NA	PHASES: 1
Al	<0.10	REACTIVE CN-	NA	ODOR: MILD
As	<0.10	NH3 as N	NA	
		TOC	NA	
Ba	<0.10	RADIOACTIVE	No	
Ca	15.19			
Cd	<0.10			
Co	<0.10			
Cr	1.48			
Cu	0.10			
Fe	4.24			
Mg	4.55			
Mn	<0.10			
Na	1.17			
Ni	16.96			
P	0.56			
Pb	<0.10			
Se	<0.10			
Sn	<0.10			
V	<0.10			
Zn	<0.10			
CHEMISTS: H. WENDLAND LAB MANAGER: B. CARMODY DATE ANALYSED: 02-25-94				

**Tabla No 5 Análisis de lodo seco residual**

### **3.3 Control de calidad del agua tratada.**

#### **3.3.1 Normatividad**

El control de calidad del laboratorio tiene como finalidad el conocer la eficiencia del tratamiento de aguas residuales.

Esto con el objetivo de obtener un resultado de los factores que pudieron haber influido en un mal tratamiento o para determinar la necesidad de tomar medidas correctivas.

La Norma Oficial Mexicana con la que hay que cumplir para la descarga de estas aguas residuales es:

NOM-CCA-017 ECOL/93

La cual establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de la Industria de acabados metálicos.

Parámetros	Límites Máximos Permisibles	
	Promedio Diario	Instantáneo
PH (Unidades de PH)	6 - 9	6 - 9
Sólidos Sedimentables (ml/l)	1.0	1.2
Sólidos Suspendidos (mg/l)	50.0	60.0
Grasas y aceites (mg/l)	20.0	30.0
Cromo hexavalente (mg/l)	0.1	0.2
Cromo total (mg/l)	1.0	1.2
Cobre (mg/l)	0.5	1.0
Níquel (mg/l)	2.0	2.5
Fierro (mg/l)	1.0	1.2
Zinc (mg/l)	1.0	1.2
Cianuros (mg/l)	0.3	0.5
Cadmio (mg/l)	0.1	0.2
Plomo (mg/l)	0.6	0.7
Aluminio (mg/l)	2.0	2.5
Bario (mg/l)	2.0	2.5
Manganeso (mg/l)	20.0	2.5
Plata (mg/l)	0.2	0.4

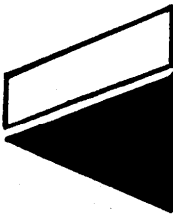
**Tabla No 6**  
**Valores máximos permitidos para descarga de agua residual a cuerpos receptores por acabados metálicos**

Cabe señalar que esta Norma Oficial pudiera no aplicarse a esta empresa, debido a que la descarga de agua residual es vertida al drenaje de la ciudad y no a un cuerpo receptor. Siendo aplicable la NOM-CCA-031 ECOL/93, la cual establece los límites máximos permisibles en las descargas de aguas residuales provenientes de la Industria, actividades agroindustriales, de servicios y el tratamiento de aguas residuales a los sistemas de drenaje y alcantarillado Urbano o Municipal .

Cabe añadir que la primera Norma mencionada tiene valores más ajustados en los parámetros a los de la Norma No 31. Esto es debido a que en la Norma No 31 se considera que las aguas residuales colectadas en un sistema de drenaje Urbano serán tratadas por una planta de tratamiento Municipal, la cual no existe en este Municipio, y las aguas del sistema de drenaje son vertidas al cauce del Río Colorado. Debido a lo anterior y con una conciencia del problema de contaminación por aguas residuales, la empresa trata de cumplir con la Norma antes mencionada: NOM-CCA-017 ECOL/93, ya que al cumplir con ésta, automáticamente lo hace con la NOM-CCA-031 ECOL/93.

El muestreo del agua tratada se realiza por períodos de cuatro horas, durante 24 horas, lo cual nos da un total de 6 muestras a analizar; el monitoreo de estas aguas se realiza diariamente y se lleva a cabo en el laboratorio de esta empresa.

Enseguida se muestra el formato de resultados y algunos de los análisis fisicoquímicos que se realizan:



RESULTADOS DEL MONITOREO PARA AGUAS RESIDUALES DE LA PLANTA  
DE TRATAMIENTO.

VRSAN S.A. DE C.V.

FECHA DE MUESTREO: \_\_\_\_\_  
FECHA DE ANALISIS: \_\_\_\_\_

PARAMETRO	METODO	*RESULTADO (PERIODO: 2a m/2pm)	**RESULTADO (PERIODO: 6/10pm)	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE (NTE 017/88).
PH	POTENCIOMETRICO			6-9 UNIDADES DE PH
CIANURO (CN <sup>-</sup> )	HACH DR/700			0.2 ppm
CROMO TOTAL (Cr <sup>tot</sup> )	LA MOTTE			1.0 ppm
CROMO TRIVALENTE (Cr <sup>+3</sup> )	LA MOTTE			0.8 ppm
CROMO HEXAVALENTE (Cr <sup>+6</sup> )	CHEMETS			0.2 ppm
NIQUEL (Ni)	HACH DR/700			2.4 ppm
FIERRO (Fe)	LA MOTTE			1.2 ppm
CONDUCTIVIDAD	MYRON L			2,000 mhos/cm
SOLIDOS DISUELTOS TOTALES (SDT)	MYRON L			1,000 ppm
DUREZA TOTAL (DT)				

\* MEZCLA COMPUESTA DE 4 MUESTRAS: 2a m/6a m/10am/2pm.  
\*\* MEZCLA COMPUESTA DE 2 MUESTRAS: 6pm y 10 pm

ANALIZO: \_\_\_\_\_

Tabla No 6A Analisis diario del agua tratada

### **3.3.2 Análisis Fisiscoquímicos realizados al efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales.**

Número de muestras por día ( 24 horas): 6

Pretratamiento: Ninguno

#### **ANALISIS FISICOQUÍMICOS:**

- 1.- Medición de P.H.
- 2.- Medición de conductividad.
- 3.- Cuantificación de Cromo total.
- 4.- Cuantificación de Cromo Hexavalente.
- 5.- Cuantificación de Níquel.
- 6.- Determinación de Sólidos disueltos totales (SDT).

*NOTA. Los análisis rutinarios realizados a las muestras de agua son los descritos anteriormente.*

## 1. MEDICIÓN DEL pH

a) **Rango:** 0 - 14 unidades de pH.

b) **Método:** Potenciométrico. Potenciómetro *LA MOTTE CHEMICAL*, pH Meter Modelo HA.

c) **Procedimiento:**

- Inicialmente, revisar la carga de la batería. Si ésta es satisfactoria proceder con el análisis.
- Tomar la solución buffer de pH=4.01 e introducirle el electrodo (previamente enjuagado con agua destilada y secado), regular la posición de la aguja al pH indicado con el control para estandarizar.
- Retirar el electrodo del buffer y enjuagar con agua destilada.
- Introducir el electrodo en una solución buffer de pH=7.0, regular la posición de la aguja a pH 7.0 con el control para estandarizar.
- Proceder con la medición de pH a la muestra problema.

## **2. DETERMINACION DE LA CONDUCTIVIDAD**

La conductividad,  $K$ , es una medida de la capacidad de una solución acuosa de transportar carga eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones, de su concentración total, movilidad, valencia y de la temperatura.

Las soluciones de compuestos inorgánicos se consideran relativamente buenas conductoras. Contrariamente, moléculas de compuestos orgánicos, que no se disocian en soluciones acuosas, conducen pobremente la corriente eléctrica.

Las unidades de expresión típicas de la conductividad son micromhos/cm.

La mayoría de los instrumentos o medidores de la conductividad, no dan como dato la conductancia ( $G$ ) o resistencia de las soluciones ( $R$ ). Generalmente tienen un dispositivo interno que permite utilizar una constante para ajustar la conductancia a partir de un estándar interno, de esta forma poder conocer directamente la conductividad de las muestras problema.

### **MEDICION DE LA CONDUCTIVIDAD**

**a) Rango :** 0-500 micromhos/cm

**b) Método :** Conductímetro, MYRON L, DS METER.

**c) Procedimiento:**

- Tomar la muestra problema y agitar manualmente o en agitador magnético por un tiempo corto.

- Llenar el compartimento para la muestra con la cantidad adecuada de la muestra problema.

- Oprimir el botón para obtener la lectura y mantener en esta posición hasta que la aguja se estabilice.

- El aparato tiene cuatro escalas, 0-5, 1-50, 0-500 y 0-5000, elegir la que sea conveniente para poder identificar exactamente la lectura de conductividad de la muestra

### 3. CUANTIFICACION DE CROMO

El Cromo puede encontrarse presente en cuerpos de agua que hayan sido contaminados con residuos industriales, como la industria del electroplatinado o por derrames de agua, la cual se haya utilizado como agua de enfriamiento, donde es común que se utilicen compuestos de Cromo para controlar la corrosión.

El Cromo puede existir en los cuerpos de agua en sus dos estados, que son Cromo Trivalente y Cromo Hexavalente, aunque es raro encontrar la forma Trivalente en agua potable.

Este metal pesado se considera como tóxico y si se encuentra presente en concentraciones arriba de 0.5 ppm, es evidente que las aguas provenientes de procesos industriales no han sido tratadas o el tratamiento ha sido incompleto o inadecuado.

#### *Determinación Colorimétrica de Cromo*

A continuación se enlistan diversas técnicas para la determinación de Cromo total y Cromo Hexavalente en muestras de agua, utilizando para ello técnicas colorimétricas.

#### **CROMO TOTAL (LA MOTTE)**

**a) Rango :** 0-1.5 mg/L.

**b) Método :** Reacción con Difenilcarbohidrazida.

Para determinar Cromo total, el Cromo Trivalente se lleva a Cromo Hexavalente por oxidación con permanganato de potasio. El Cromo Hexavalente se determina coloriméricamente por la reacción con difenilcarbohidrazida en solución ácida, formándose un color rosa-violeta proporcional a la concentración de Cromo presente.



**c) Procedimiento:**

- Con una probeta graduada medir 50 ml de muestra de agua.
- Vertirla dentro de un matraz Erlenmeyer de 125 ml .
- Con una pipeta de 1 ml, adicionar cuidadosamente 5 ml ( 5x1-ml) de ácido sulfúrico 5N.
- poner el matraz en una parrilla y llevar la solución a ebullición.
- A la solución en ebullición adicionarle gotas de permanganato de potasio, hasta que el color rosa persista durante el transcurso de la ebullición, que son 10 minutos.
- Después de este tiempo, agregar azida de sodio hasta decolorar la muestra.
- Enfriar la muestra bajo corriente de agua. Llevar nuevamente a 50 ml con agua desionizada.
- Llenar el tubo de ensaye para el análisis con el código (0230) del equipo La Motte hasta la marca con la muestra tratada.
- Utilizando una cuchara de 0.05g, adicionar una medida de reactivo de Cromo (7680). Tapar y agitar por un minuto. Esperar 5 minutos para desarrollo total del color.
- Poner el tubo en el comparador, compare con los estándares.
- Esta es la lectura de la concentración de Cromo total en mg/L (ppm).

#### **4. CROMO HEXAVALENTE ( LA MOTTE)**

**a) Rango :** 0-1.55 mg/L.

**b) Método :** El Cromo Hexavalente reacciona con 1,5 Difenilcarbohidrazida bajo condiciones ácidas, dando un color rojo púrpura en proporción al Cromo Hexavalente presente.

**c) Procedimiento:**

-Llenar 2 tubos colorimétricos (0967) a la línea de 10 ml con la muestra de agua a analizar

-Poner el filtro de 535 nm dentro de la abertura del colorímetro. Ajustar a 100 % T o 0 mg/L con el blanco

-Al otro tubo agregarle 0.1 g de reactivo de Cromo ( V-6276), tapar y agitar hasta que el polvo se disuelva. El color aparecerá de 2-3 minutos después de agregar el reactivo. Transcurrido este tiempo medir en el colorímetro % T. La lectura obtenida interpolarla en la curva de calibración (TRL)

## **5. CUANTIFICACION DE NÍQUEL**

El Níquel no se encuentra comúnmente en cuerpos de agua natural, excepto cuando el agua residual de las industrias está contaminada con este metal, como es el caso del producto de la corrosión de aleaciones de acero inoxidable y Níquel. El Níquel también puede entrar a aguas superficiales por el uso de ésta en procesos de recubrimientos con Níquel.

### ***Determinacion colorimétrica del Níquel***

Existen diversos métodos o técnicas colorimétricas para la determinación de Níquel en muestras de aguas. Enseguida se describe uno de estos métodos y su fundamento.

#### **1. NÍQUEL (HACH DR/700)**

**a) Rango :** 0-1.0 mg/L

**b) Método :** 1-(2-Piridilazo)-Naftol. (PAN)

Después de estabilizar y enmascarar a hierro (III) con pirofosfato, el Níquel reacciona con el indicador 1-(2-piridilazo)-2-naftol. (PAN). El indicador forma complejos con los metales presentes. Después del desarrollo del color, el Etilen Diamino Tetra Acético (EDTA) es adicionado para romper todos los complejos formados entre-metal-PAN, excepto el complejo de Níquel.

**c).-Procedimiento :**

-Llenar una probeta de 25 ml con agua destilada, transfiera a un frasco de mezcla de 25 ml.

-Llenar una probeta de 25 ml hasta la marca con la muestra problema. Transfiera la muestra a un segundo frasco de mezcla de 25 ml.

-Adicionar el contenido de una capsula de reactivo Ftalato-Fosfato a cada frasco , tape los frascos y agite vigorosamente hasta que todo el polvo se disuelva.

-Usando un gotero de plástico graduado agregue 1ml. de solución II indicadora de 1-(2-Piridilazo ) o PAN al 0.3 % a cada frasco y mezcle.

-Después de 15 minutos de reposo, agregue un sobre de polvo de Etilen Diamina Tetra Acetico (EDTA) a cada frasco, tape y agite hasta disolver el polvo.

-Vierta por lo menos 10 ml. de las soluciones preparadas a 2 celdas limpias de 10 ml.

-Instale el modulo 51.01 en el HACH DR/700. Encender el aparato, la pantalla mostrará un número de programa, las unidades de concentración, la posición decimal y el cero. Seleccionar el programa 51.09.1.

-Ponga el blanco dentro del compartimento del aparato, presione la tecla ZERO. En la pantalla aparecerá la cuenta regresiva de 20 a 0.

-Ponga la muestra preparada en el compartimento del aparato. Presione la tecla READ, después de la cuenta regresiva aparecerá el resultado de la concentración de níquel en ppm (mg/L).

**d) Interferencias:**

Aluminio (III)	= 32 ppm
Cadmio (II)	= 20 ppm
Cromo (III)	= 20 ppm
Cobre (II)	= 15 ppm
Fierro (III)	= 10 ppm
Potasio	= 500 ppm
Manganeso (II)	= 25 ppm
Sodio	= 5000 ppm
Zinc (II)	= 30 ppm
Calcio (II)	= 1000 ppm como $\text{CaCO}_3$
Cloruro	= 8000 ppm
Crómo (VI)	= 40 ppm
Fluoruro	= 20 ppm
Fierro (II)	= Interfiere directamente.
Magnesio (II)	= 400 ppm
Molibdeno (VI)	= 60 ppm
Plomo	= 20 ppm
EDTA agentes niquelantes	

**e) Notas:**

Si la muestra contiene fierro (III), es importante que todo el reactivo de ftalatofosfato se disuelva completamente.

## **6. DETERMINACION DE SOLIDOS DISUELTOS TOTALES (SDT)**

El término de “sólidos” se refiere a la cantidad de materia suspendida o disuelta en agua o agua residual, pudiendo estos sólidos, afectar la calidad del efluente en varias etapas o caminos.

Aguas con altas cantidades de sólidos disueltos son poco aceptables y pueden inducir reacciones fisiológicas desfavorables en los consumidores. Por ello, se estipula un límite de 500 mg de sólidos disueltos por litro de agua para beber.

Ademas, este tipo de agua, la que contenga cantidades elevadas de sólidos disueltos o minerales son de uso inadecuado en procesos industriales. Siendo también estéticamente desfavorable para su uso como agua de mano.

El análisis de sólidos en el laboratorio es importante para el control de tratamientos biológicos y físicos de aguas residuales.

“SOLIDOS DISUELTOS”, se le considera a aquella porción de sólidos disueltos que pasan a través de un filtro de 2.0 micrometros de tamaño de poro, bajo condiciones específicas..

## **PRINCIPIO DEL METODO:**

Una porción de la muestra a analizar es agitada y se pasa a través de un filtro de fibra de vidrio, y el material colectado en el filtro es evaporado casi a sequedad, en una estufa a temperatura de 180 grados Celcius.

El incremento en peso del crisol representa el peso de los sólidos disueltos totales.

Este procedimiento puede realizarse a otras temperaturas.

Otra forma de obtener el valor de la cantidad de sólidos disueltos totales es directamente de la conductividad. Al obtener este parámetro, se multiplica por un factor y se obtiene la cantidad de SDT en mg/L o ppm.

En el laboratorio de análisis fisicoquímicos se utiliza un conductímetro MYRON L para esta medición, el resultado se multiplica por 0.7, obteniéndose así la cantidad de SDT en la muestra.

### **3.4 Características del agua Residual**

Los elementos contenidos en la afluencia del tratamiento, para los cuales fue instalado este sistema de tratamiento son:

<b>Elemento</b>	<b>mg/lt</b>
p.H.	> 2.5-13
Cromo Total	> 0.20
Cromo Trivalente	> 0.20
Cromo Hexavalente	> 0.10
Níquel	> 50
Fierro	> 10
Plomo	> 10

Estas son las características del agua del efluente, el cual proviene de dos áreas principalmente: Línea de Cromadora y Línea de "Stripper".

la Línea de Cromadora dá como origen un agua de p.H. variable de 2.5-13, y con todos los elementos antes mencionados además de una pequeña cantidad de grasas y aceites.

El agua que proviene de la Línea de Desenchapado o "Stripper", contiene los metales de Níquel (Ni) y Cromo (Cr), a concentraciones mayores que el agua de la Línea de Cromadora, a diferencia de que ésta no contiene grasas y aceites.