

BIBLIOTECA FAC. DE QUIMICA

UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA

INCORPORADA

A LA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

TITULO DEL TEMA:

"ADAPTACION DE UN FILTRO PRENSA PARA SER UTILIZADO CON
FINES EXPERIMENTALES"

NOMBRE DEL SUSTENTANTE:

CARLOS AUGUSTO OLIVO PAEZ

CARRERA:

INGENIERIA QUIMICA

AÑO:

1967



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO ORIGINALMENTE SEGUN EL TEMA:

PRESIDENTE: Ing. Enrique Alarcón Robles.
VOCAL: Ing. Cutberto Ramírez.
SECRETARIO: Ing. Alberto Obregón.
1er. SUPLENTE: Ing. Germán Gleason Alvite.
2do. SUPLENTE: Ing. Pedro Reyes.

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:

LABORATORIO DE INGENIERIA QUIMICA U.N.A.M.

NOMBRE COMPLETO Y FIRMA DEL SUSTENTANTE: _____
Carlos Augusto Olivo Páez

NOMBRE COMPLETO Y FIRMA DEL ASESOR DEL TEMA: _____
Ing. Cutberto Ramírez

C O N T E N I D O

CAPITULO I	Introducción.
CAPITULO II	Filtración como Operación Unitaria.
CAPITULO III	Teoría de la filtración.
CAPITULO IV	Parte práctica y cálculos.
CAPITULO V	Diseño de prácticas y conclusiones.

Apéndices.

Bibliografía.

* * * * *

C A P I T U L O I

ADAPTACION DE UN FILTRO PRENSA PARA SER UTILIZADO CON FINES EXPERIMENTALES

INTRODUCCION

La intención que animó el desarrollo del presente trabajo, fue la de cooperar de una manera modesta en la planeación del laboratorio de Ingeniería - Química de la U.I.A., modificando lógicamente los equipos necesarios para poder realizar prácticas suficientemente didácticas con un mínimo de material y emplear diversos aditamentos que permitan obtener datos interpretables que industrialmente se dejan de lado. Se efectuarán previamente las prácticas que se planeen, para que al realizarlas posteriormente los alumnos, las lleven a cabo sin tropiezos.

Para el logro y desarrollo de este trabajo se cuenta con la sincera cooperación de las Autoridades de la Facultad de Química de la UNAM y la valiosa experiencia de los Ingenieros a cargo de este departamento.

Dentro de la serie de operaciones unitarias que es necesario considerar en el laboratorio, la filtración ocupa un lugar de preferencia, dado que es una de las operaciones que con mayor frecuencia se emplea en toda clase de industrias.

Se adaptarán los filtros prensa con que se cuenta en los laboratorios de Ingeniería, ya que, casualmente, uno de estos equipos existe idéntico en ambas Universidades.

Se adicionarán tanto la interpretación de los datos típicos, como su transposición a sistemas computables, lo cual permita presentar desde un punto de vista más moderno, el tratamiento de estos datos.

C A P I T U L O I I

FILTRACION COMO OPERACION UNITARIA

Muy a menudo nos encontramos procesos industriales en los cuales es necesario la operación de Filtración.

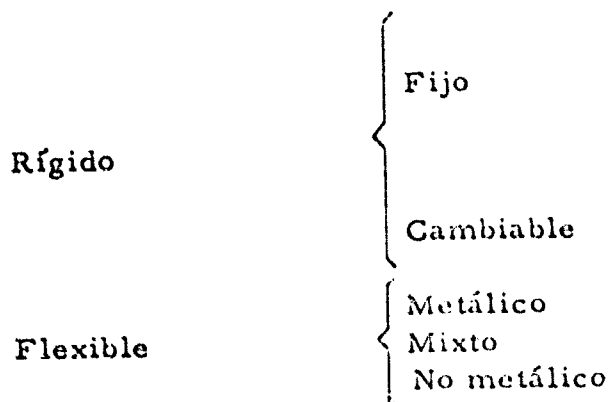
La filtración es una operación en la que una mezcla heterogénea de un fluido y de las partículas de un sólido se separan en sus componentes, - gracias al concurso de un medio filtrante que permite el paso del fluido, - pero retiene las partículas del sólido.

Hay dos variables importantes que deben considerarse en la construcción de un filtro para una suspensión dada, son pues el material que forma el medio de separación y el método usado para forzar el líquido a través - de ese medio.

Podemos clasificar los filtros por:

- A) Tipos de medios filtrantes
- B) Naturaleza de la fuerza impulsora que provoca la filtración

Tipos de medios filtrantes



La elección del medio filtrante es lo más importante para asegurar el funcionamiento eficiente y un buen rendimiento del filtro.

El medio filtrante se seleccionará en primer lugar por su capacidad para retener los sólidos sin obstrucción y sin indebido derrame de partículas al iniciarse la filtración; deberán considerarse todas las cualidades siguientes de los medios filtrantes en relación con el problema tratado:

1. - Capacidad para que los sólidos se traben en sus poros en un tiempo razonable después de haber empezado la filtración.
2. - Resistencia mínima a la circulación del fluido.
3. - Impedimento para que las partículas densas penetren en sus poros, pues aumentaría mucho la resistencia a la circulación.
4. - Resistencia suficiente para soportar la presión filtrante y para evitar el desgaste mecánico.
5. - Resistencia al ataque químico.
6. - Superficie lisa para la fácil descarga de la torta.

Rígido:

Fijo: Construido de carbón, madera, alúmina, material siliceo y material metálico.

Cambiable: Están contruidos de carbón coke, tierra de diatomacea, tierra y grava o piedra, sales precipitadas.

Flexible:

Metálico: De bronce, plomo, monel, nikel, plata, acero inoxidable.

Mixto: Metal revestido de algodón, de asbesto y metal, etc.

No Metálico: Algodón, Nylon, lino, seda, asbesto, madera, etc.

Principales medios filtrantes y características.

Los medios filtrantes se fabrican de algodón, lana, lino, yute, seda, lana de vidrio, algodón nitrado, carbón y otros sólidos porosos, metales, rayón y otros sintéticos y materiales diversos como caucho poroso.

Telas de algodón:

Constituye el tipo más común de medio filtrante, primero por su bajo costo inicial y además por la gran variedad de los tejidos con que se vende. El algodón es atacado por todos los ácidos minerales y por muchos ácidos orgánicos que cristalicen a la temperatura de la operación, pero, de ordinario, no es afectado por los ácidos orgánicos volátiles.

La temperatura de la operación debe mantenerse siempre inferior a 93° C.

El número de los hilos que define el peso de los hilos originales retorcidos, se fija por el peso de la tela y sus demás características y, por consiguiente, es un factor que raras veces se tendrá que considerar. El doblado se define por el número de pequeños hilos retorcidos juntos para formar la hebra o hilo final, mientras que el número de hilos por pulgada indica el número de hebras o hilos finales por pulgada en cada dirección. El peso se suele dar en Norteamérica en onzas por yarda cuadrada. Las telas de mucho peso y bajo número de hilos por pulgada, fabricadas con hebras de muchos doblados, son las más resistentes, pero, en general, tienen tendencia a cegarse fácilmente, o sea a retener los sólidos gruesos.

Las lonetas de algodón son los más comunes de los tejidos ordinarios, esta denominación cubre una amplia gama de fabricaciones.

Son de bajo costo inicial, tiene buena resistencia mecánica y también al - desgaste, además las tortas se pueden descargar con facilidad; sin embargo cuando son suficientemente cerradas para retener sólidos finos, oponen gran resistencia a la circulación y se ciegan bastante pronto.

Los "números de loneta" que figuran en la tabla siguiente, se emplean frecuentemente en filtros prensa.

TABLA I

No. del estilo.	F A B R I C A C I O N				DESCRIPCION
	P E S O		Hilos por in.	Doblado	
	oz/yarda ²	g/m ²			
12	11.5	390	50 x 34	2 x 2	Peso ligero, Tejido cerrado
10	14.7	498	50 x 30	3 x 3	Peso medio ligero, más a- (bierto.
8	18.0	610	45 x 28	3 x 4	Peso medio, tejido cerrado
6	21.3	722	36 x 26	3 x 3	Peso medio pesado
4	24.5	830	31 x 24	4 x 4	Peso pesado, tejido muy - (cerrado.

Las sargas de algodón se caracterizan por un tejido inclinado o en diagonal que resulta de entrelazar la urdimbre y la trama con un avance de un hilo en cada punto de enlace. Oponen menos resistencia a la circulación y -- tienen menos tendencia a cegarse que las lonetas, pero, es más probable que pasen las partículas al iniciar la filtración. La siguiente tabla o sea la número 2, expone los tejidos más comunes.

TABLA II SARGAS REPRESENTATIVAS DE ALGODON.

Clasificación		Fabricación (aproximada)				U S O S
P e s o	No. de hilos por in.	P E S O		Hilos por in.	Doblado	
		oz/yarda ²	g/m ²			
Ligero	Bajo	15.5	525	38 x 28	4 x 4	Para servicio ligero, como filtros al (vacío.
Ligero	Alto	15.5	525	66 x 44	2 x 2	Para servicio ligero, como filtros al (vacío.
Medio	Bajo	17.5	593	36 x 25	3 x 3	Para uso general, incluso los filtros (de elementos u hojas.
Medio	Alto	18.0	610	67 x 36	2 x 4	Para uso general, incluso los filtros (de elementos u hojas.
Pesado	Bajo	22	746	34 x 24	4 x 4	Para servicio duro, como los filtros (prensa.
Pesado	Alto	20	678	58 x 42	3 x 4	Para servicio duro, como los filtros (prensa.

TABLA III TEJIDOS REPRESENTATIVOS DE VINYON

F A B R I C A C I O N

Número del estilo	Tejido	P E S O		Hilos por pulgada	Doblado	Clasificación de porosidad.
		oz/yarda ²	g/m ²			(A el más cerrado) (F el más abierto)
1	Ordinario	13.66	463.07	54 x 34	3 x 5	B
2	Cadeneta	14.28	484.09	54 x 42.5	3 x 5	D
3	Sarga	26.33	892.59	36 x 25.5	10 x 10	F
5	Sarga	29.25	991.57	42 x 26	10 x 10	E
7	Cadeneta	23.68	802.75	63.5 x 36	3 x 10	C
13	Cadeneta	26.40	894.96	36 x 25	10 x 10	E
17	Ordinario	22.23	753.60	67 x 23.5	5 x 10	A

En la selección de una sarga, el peso tiene importancia para la resistencia y el desgaste mecánicos, mientras que aumentando el número de hilos por pulgada, se mejora su capacidad para retener los sólidos finos.

Las telas de lana se usan a veces en la filtración de soluciones ácidas diluidas y en la clasificación de líquidos viscosos. Sin embargo, se caracterizan por una grave tendencia a cegarse y porque los álcalis las atacan rápidamente.

Las telas de yute se han empleado mucho para filtrar a presión sólidos de granos gruesos.

Las telas de algodón nitrado y de pelos humanos se han aplicado a la filtración de soluciones de ácido sulfúrico hasta alrededor de un 30% de concentración.

Las telas de vidrio fibroso se han empleado para condiciones fuertes de acidez o temperatura, cuando no se precisan las resistencias mecánicas y al desgaste, como en los filtros de hoja. La resistencia a la flexión de las telas de vidrio se ha mejorado con mezclas de asbesto.

En el campo de las fibras sintéticas se emplea el nylon como sustituto de la seda y para resistencia a los álcalis y a los ácidos débiles.

El Vinyon se usa mucho por su resistencia a todas las concentraciones de ácidos y álcalis, incluso hasta el ácido sulfúrico de 70% de concentración. En la tabla 3 se dan algunas fabricaciones típicas de Vinyon.

Hay telas metálicas de acero KA2S, KA2S-Mo, monel, níquel, cobre, latón, bronce, aluminio y Everdur (aleación de cobre y siliceo) y en tejidos de varios tipos. En el tejido ordinario, el espaciado de los alambres --

más cerrado es de 400 mallas/pulg., limitando así su empleo a lodos cristalinos, pulpas, etc.

Hay dos tipos de medio de caucho que resisten a los ácidos diluidos y a los álcalis a temperaturas hasta de 71° C.; El Multiporo, que es una - lámina perforada convenientemente para filtrar partículas relativamente -- gruesas y el Micro-porus rubber, que puede separar sólidos muy finos. Ultimamente se ha interrumpido su fabricación.

El entreferro de algodón se emplea mucho en la filtración de partículas gelatinosas de las pinturas, de las soluciones para hilatura y otros líquidos viscosos y para separar las partículas extrañas de la leche, etc.; siendo descartado el entreferro después de usado.

Los papeles y pulpas de fieltro se usan a menudo para la retención - de sólidos muy finos y para la clasificación de líquidos que contengan pequeñas cantidades de sólidos. Los hay con diferentes grados de permeabilidad, grosor y resistencia mecánica, y algunos son resistentes a los ácidos y álcalis hasta con 30% de concentración. Deben ser soportados en el fieltro; y si la torta ha de ser quitada sin destruir el papel, éste deberá cubrirse con un lienzo.

Capas o lechos granulares, como las de los filtros de arena y de carbón, se usan mucho para filtrar el agua y las soluciones de productos químicos con objeto de eliminar pequeña cantidad de sólidos fácilmente coagulados. Se limpian lavándolos con agua que los recorra en sentido inverso al que severifica la filtración con un gasto o velocidad suficiente para romper el lecho y arrastrar con ella los sólidos finos.

Naturaleza de la fuerza impulsora que provoca la filtración.

Gravedad

Vacío

Presión

El criterio en que se basa esta clasificación, depende de la operación requerida.

La masa filtrante opone una cierta resistencia al flujo, que va a estar en función de las naturalezas de la masa filtrante y de la suspensión, cuando esta resistencia es pequeña la fuerza de gravedad es suficiente. Es el caso de los filtros de gravedad.

Si la gravedad no basta para vencer la resistencia, la presión de la atmósfera deberá dejarse actuar sobre un lado del medio filtrante, mientras que del otro lado se quita. Un aparato tal es el llamado filtro a vacío.

También en el caso de que la gravedad no baste para vencer la resistencia suele usarse que a la fuerza de la gravedad se le adiciona una presión. En este caso los aparatos reciben el nombre de filtros de presión.

Filtros de gravedad:

Estos tipos constituyen el tipo más sencillo y antiguo. Constan de un soporte para el medio filtrante que puede ser de cerámica, una bolsa de tela de alambre o una cama fija donde se coloca arena, o cualquier medio filtrante rígido cambiabile.

Para el tratamiento de aguas se utiliza como medio filtrante la arena de cuarzo de tamaño uniforme.

Para la filtración del ácido sulfúrico se usa el coque de tamaños clasificados, cargado en cajas de madera revestidas de plomo.

Para la filtración de líquidos alcalinos se usa la piedra caliza, triturada en tamaños adecuados.

Para la clasificación de líquidos orgánicos se utiliza lechos de carbón de madera.

Los filtros de arena están formados por depósitos de fondo perforado, llenos de arena porosa a través de la cual pasa el fluido en flujo laminar; son muy utilizados en el tratamiento de grandes cantidades de fluido que solo contiene pequeña cantidad de materiales sólidos en suspensión, como en la purificación de las aguas; en las cuales el depósito suele construirse de cemento.

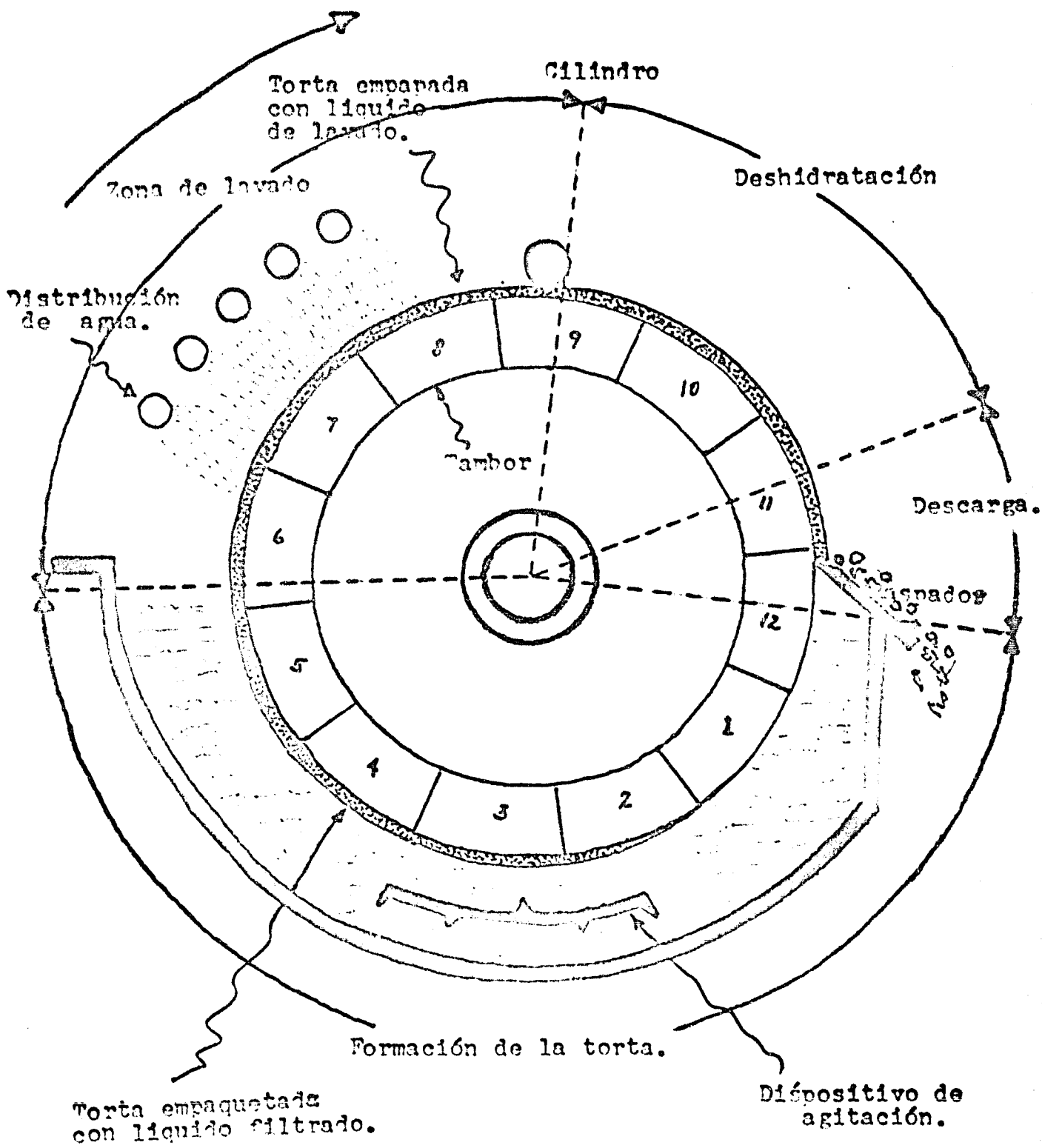
En todos los casos, el material de relleno grueso se dispone sobre el fondo perforado para que sirva de soporte a los materiales más finos. Los diferentes tamaños de materiales deberán disponerse en capas, de modo que las partículas de tamaños distintos no se mezclen. La arena utilizada para la filtración ha de tener un tamaño uniforme de partículas para proporcionar la máxima porosidad y la mayor velocidad de filtración.

Filtros al vacío.

Existen varios tipos de filtros a vacío, sin embargo aquí solo hablaré del de tipo rotatorio, por tener bastantes ventajas.

Los filtros a vacío rotatorio se utilizan cuando se desea practicar una operación continua y son prácticos en los trabajos a gran escala.

El tambor filtrante está sumergido en la suspensión a tratar. La aplicación de vacío al medio filtrante origina la formación de un depósito o



Esquema # 2 .

Esquema de un filtro de tambor rotatorio.

torta sobre la superficie exterior del tambor, conforme este va pasando, - en su giro, por la suspensión. Esta parte del ciclo de filtración se conoce como "formación de la torta".

Conforme el tambor gira en sentido de las manecillas del reloj, la - torta va adquiriendo espesor progresivamente, mientras que el líquido fil-- trado continua pasando hacia el colector principal, hasta que se llega a la - posición 6. En ella la torta está completamente formada, y son las seccio-- nes 1 a 5 según el esquema 2. En las etapas 6 a 8 del esquema, se efectúa el lavado de la torta, en el 9 hay un rodillo para hacer más compacta la tor-- ta y la zona 10 y 11 son para el secado de la torta. Al final tenemos un ras-- pador para separarla.

El filtro rotatorio continuo es muy utilizado cuando el precipitado es grande y voluminoso y el costo de la mano de obra debe reducirse a un míni-- mo.

Debido al método de separación de la torta, los materiales coloida-- les o gomosos no pueden manipularse satisfactoriamente con los filtros rota-- torios continuos, excepto con medios especiales tales como el uso de un re-- cubrimiento previo.

Filtros a presión.

En esta parte veremos suscintamente los tipos de filtros:

Filtro a presión de hojas y filtro de cilindro o barril. Y detallada-- mente el filtro de placas y marcos, dado que es el tipo de filtro con el que - vamos a trabajar.

Filtro a presión de hojas:

Puede ser de hojas rotatorias o estacionarias.

De hojas rotatorias: Son las hojas circulares y puede tener el eje al centro o ser excéntrico. Puede ser continuo para las soluciones que forman torta rápidamente.

De hojas estacionarias: Las hojas pueden ser de forma cuadrada, circular o rectangular.

Operación:

Entra el alimento y al mismo tiempo por medio de aire o un gas inerte se mantiene una presión sobre los lodos forzando al líquido a que pase a través del medio filtrante formándose la torta.

Cuando los discos emergen de los lodos, la torta puede ser lavada por unas espumas a presión más alta que la de la caja.

Para descargar se abre la válvula de descarga entrando gas inerte o aire a una presión mayor, desalojando el lodo residual, la torta cae a unos transportadores al fondo.

Ventajas:

Operación continua, torta uniforme, facilidad de lavado y de descarga.

Desventajas:

Muy costoso, es necesario muchos controles para sincronizar la operación.

Funcionamiento:

Se absorbe el alimento del depósito por medio de una bomba de mano, o por una bomba de engranes impulsada por el motor por medio de un juego de poleas y banda y se introduce a presión en la caja cerrada.

Esta presión del lodo alrededor de las hojas, fuerza al líquido a pasar a través de los medios filtrantes, el cual llena las cavidades y fluye -- por el tubo que une la hoja al colector general saliendo, mientras las partículas sólidas son retenidas por la tela formándose la torta.

La rapidez de la formación de la torta está en función de:

- a) La velocidad del flujo.
- b) Compresibilidad de torta.
- c) Concentración de sólido.
- d) Agitación.
- e) Temperatura.
- f) p^H (afecta poco).
- g) Impurezas del lodo.

Filtro de presión continua de Barril.

Es similar a los filtros de vacío, excepto que el barril es encerrado en una caja y la presión directa es usada por la filtración.

Por la dificultad estructural de encerrar en un vaso de presión un barril de tamaño grande, las presiones usadas rara vez llegan a 20 ó 25 -- lbs/pulgada cuadrada.

Los filtros de este tipo son usados para solventes volátiles y para -

trabajar con temperaturas elevadas.

Desventajas:

Funcionamiento complicado; requiere mucho espacio y su construcción es costosa.

Filtro Prensa de Marcos y Placas.

Descripción:

El filtro prensa de marcos y placas está constituido por una base de hierro cuya forma permite que se acoplen alternadamente marcos y placas.

El marco es el espacio donde se recibe la suspensión a tratar que pasará a través de los medios filtrantes adyacentes a cada lado y donde se acumulará la torta. (Figura 3)

La placa sirve para dar apoyo o solidez al medio filtrante, tienen canales para que corra por ahí el filtrado y crestas planas que son el apoyo del medio filtrante. (Figura 4)

Existen muchos tipos de filtros prensa pero el más sencillo posee un conducto único para la introducción de la suspensión y el líquido de lavado y un solo orificio en cada placa para el desagüe del líquido filtrado.

En otros tipos existen conductos que pueden estar situados en el centro o lugares intermedios de las placas y los marcos.

El conjunto de placas y marcos forman una unidad por el esfuerzo mecánico de un tornillo o de una prensa hidráulica.

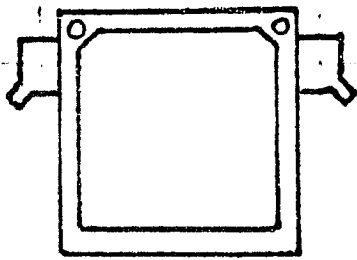


Figura # 3. Marco.

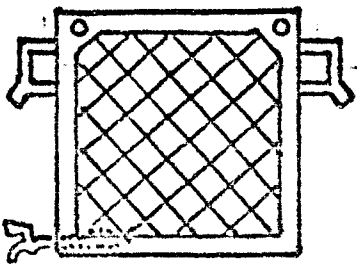


Figura # 4. Placa.

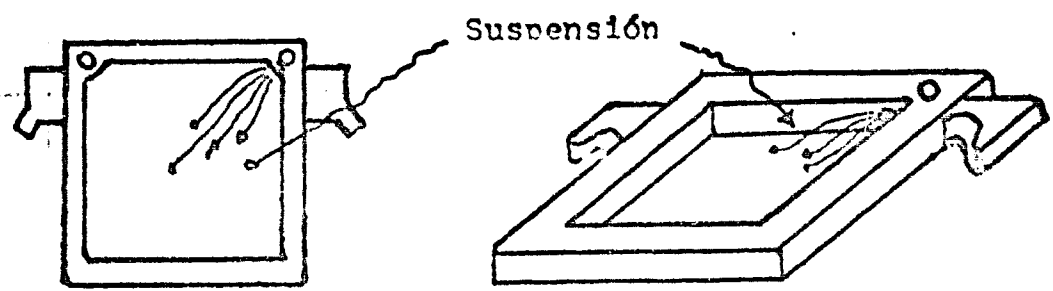
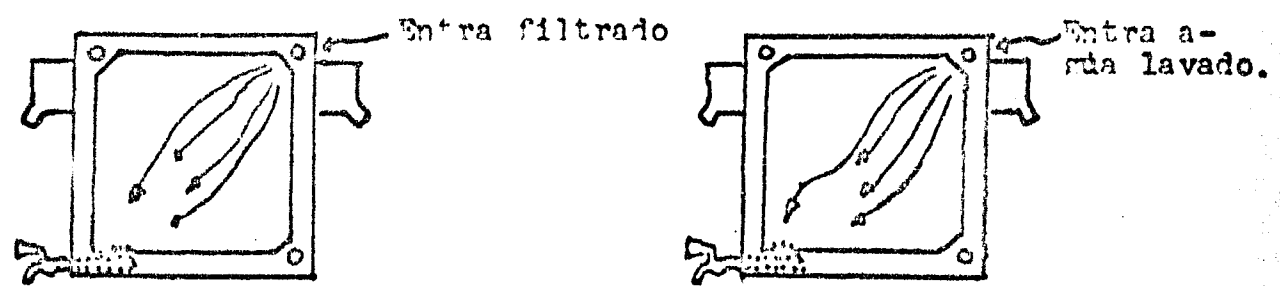
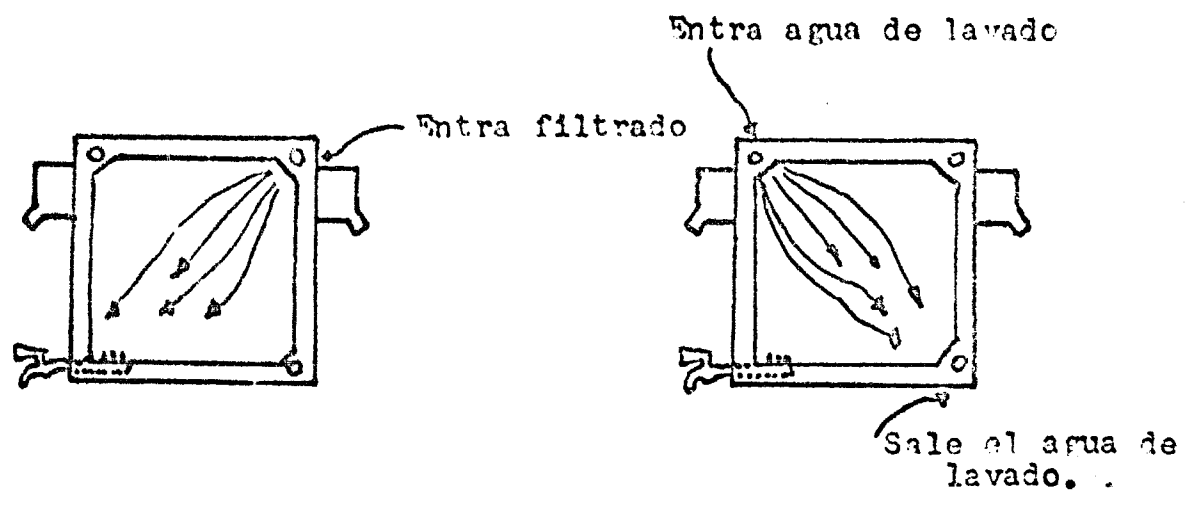


Figura # 5.

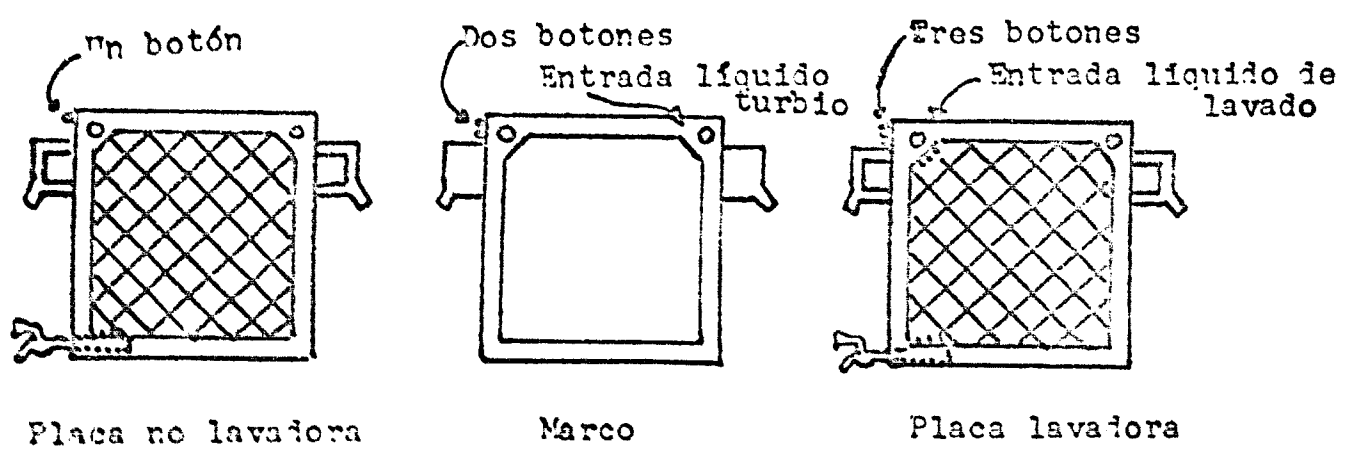
LAVADO SIMPLE



LAVADO A CONTRACORRIENTE.



LAVADO ABSOLUTO.



Descripción de la operación:

Por el conducto formado por los orificios situados en la esquina superior derecha, penetra la suspensión que vamos a filtrar.

Todos los marcos tienen una entrada u orificio que establece comunicación entre el conducto de alimentación y el espacio libre entre las placas penetrando por ahí la suspensión. (Ver esquema # 5)

La presión ejercida sobre la suspensión de alimentación al filtro-- prensa obliga al filtrado a pasar a través de las telas a cada lado de las - placas y a circular hacia la salida (circula por el espacio existente entre - la tela y la placa). Las materias sólidas en suspensión se acumulan en -- las telas o paños a ambos lados de las placas.

Cuando además de la descarga inferior por medio de llaves, el filtro está provisto de un canal separado en otra esquina de las placas, las - aguas de lavado pueden descargarse y recogerse separadamente del filtra- do.

Lavado simple es cuando el líquido lavado fluye a través de la tor- ta siguiendo el mismo recorrido que el filtrado.

Lavado a contra corriente, en este caso el agua de lavado entra -- por el extremo superior izquierdo y sale por el extremo inferior derecho, haciendo un recorrido en cruz con el recorrido del filtrado.

Lavado absoluto es aquel en el cual se requiere el empleo de dos - diferentes tipos de placas. La placa no lavadora que es la que tiene un bo- tón y la placa lavadora la cual tiene tres botones. (Ver esquema # 6)

En este proceso la alimentación llega al marco como antes (esquina superior derecha), pero el líquido de lavado llega a cada dos placas, - una sí y otra no, por el conducto superior izquierdo de la placa de lavado de tres botones y pasa a través de las dos tortas contenidas en cada marco, a ambos lados de la placa y sale por las llaves dispuesta en la placa no lavadora, o de un botón. Este método requiere cerrar las llaves de aquellas placas (tres botones) por las que penetra en el filtro el líquido de lavado.

Todos estos tipos de placas pueden proyectarse para trabajar con desagüe cerrado, haciendo que lleven un tercer conducto formado por los orificios practicados en la esquina inferior derecha de placas y marcos. Cuando llevan un cuarto conducto es posible trabajar a desagüe cerrado con salidas independientes para el filtrado y el lavado. La suspensión a filtrar llega a cada marco por el conducto superior derecho (no existen orificios de comunicación entre este conducto y las placas). El filtrado abandona cada placa por el conducto inferior izquierdo, hasta que los marcos quedan llenos con la torta. El líquido de lavado penetra por el conducto superior izquierdo, en una placa sí y en otra no, y atraviesa las dos tortas de los marcos a ambos lados de la placa y sale por el conducto inferior derecho de placas alternas (un botón).

Durante el lavado se mantienen cerradas las llaves de salida del filtrado y de entrada de la suspensión.

Una vez que está lavada la torta se seca por medio de aire que se introduce a presión para que pueda vencer la resistencia que presenta la torta, el aire va a desalojar el agua dando mayor consistencia a la torta. El-

aire se alimentará por la parte superior y hasta que no salga agua cesa el secado.

Después de estas operaciones se abre el filtro-prensa, separando sucesivamente las placas y marcos, desprendiendo la torta.

Capacidad:

La capacidad está en función de los espesores de los marcos, puesto que estos forman la cavidad que se llena de torta, y el tamaño de las cámaras, o sea el área de filtración.

Ventajas:

- a) Costo inicial bajo
- b) Operación comparativamente simple
- c) Poco trabajo manual, sin necesidad que el operador sea especializado
- d) Aparatos auxiliares modestos
- e) Partes fácilmente reemplazables
- f) Larga duración de la prensa
- g) Mayor área de filtración por metro cuadrado de terreno
- h) Eficiente lavado de la torta
- i) No resulta difícil la operación con exceso de sólidos
- j) Distintas aplicaciones con diferentes medios filtrantes
- k) No se daña el filtro-prensa o se sobrecarga con la torta como puede sucederle al filtro de hojas.

Desventajas:

- A) Es intermitente lo que sube el costo de operación

- B) Dificultad en el lavado de la torta debido a lo comprimido de ésta por la presión, lo cual ocasiona un largo tiempo inefectivo.
- C) Gran consumo de vestiduras porque éstas dañan al abrir y cerrar el filtro.

Elección de filtros.

De los diversos tipos de filtros, el filtro-prensa de placas y marcos es probablemente, el más barato por unidad de superficie filtrante, y requiere un mínimo de superficie de terreno para su instalación. El costo de la labor manual necesaria para abrir y descargar estos filtros resulta elevado, especialmente en los de gran capacidad. Por esta razón, este tipo de filtro no suele escogerse cuando hay que separar de un líquido una gran cantidad de sólidos sin valor. Si los sólidos poseen un valor elevado y, particularmente, si la cantidad a tratar no justifica un filtro continuo automático, el costo de la mano de obra respecto al valor de la unidad de cantidad del producto es relativamente baja, y el filtro-prensa de placas y marcos resulta satisfactorio. Este aparato permite una recuperación elevada de sólidos en forma de torta de muy fácil manipulación en un secadero de bandejas o estantes, frecuentemente utilizados en el caso de productos valiosos.

El filtro de láminas ofrece las ventajas de su fácil manipulación, su mínima mano de obra y el eficaz lavado y descarga de su torta, sin necesidad de separar las láminas del filtro. Los filtros rotatorios continuos ofrecen, además, las ventajas inherentes a toda operación continua y automáti-

ca en la alimentación, filtrado, lavado y descarga de la torta.

El filtro rotatorio continuo es muy utilizado cuando el precipitado es grande y voluminoso, y el costo de la mano de obra debe reducirse a un mínimo. Debido al método de separación de la torta, los materiales coloidales o gomosos no pueden manipularse satisfactoriamente con los filtros rotatorios continuos, excepto con medios especiales, tales como el utilizar el filtro con recubrimiento previo.

* * * * *

C A P I T U L O I I I

TEORIA DE LA FILTRACION

Introducción:

La filtración es una operación en la cual una mezcla heterogénea de un fluido y partículas de sólido, se separan haciendo uso de un medio filtrante, que permite el flujo del fluido, pero retiene las partículas del sólido.

Las Filtraciones Industriales van del simple colado, a la alta complejidad de separación, sin embargo, el filtro prensa de tipo plato y marco es ampliamente usado en las operaciones de filtración.

La filtración ha tenido un desarrollo como arte práctico, más que como ciencia, pero dado que la teoría de la filtración es útil para interpretar ensayos de laboratorios, para poder saber las condiciones óptimas, para poder predecir los efectos de las variaciones en las condiciones de funcionamiento, es por ésto que recibe cada día más atención en la industria.

Un factor importante para que se estudie en la Universidad, es que las características filtrantes deben determinarse siempre con el lodo a trabajar, siendo inaplicables los datos obtenidos con un material a la filtración de otro.

La filtración da como resultado, generalmente, la formación de una torta de partículas sólidas, sobre la superficie del cuerpo poroso. Una vez formada esta capa o torta, la superficie actúa como medio filtrante, depositándose los sólidos que van aumentando el espesor de la torta mien-

tras que el líquido claro pasa a través de ella.

Teoría:

Las partículas que forman la torta del filtro son normalmente pequeñas y el grado de flujo de filtración es bajo, el flujo puede considerarse como un torrente continuo. La torta, como una serie de tubos capilares del mismo tamaño y paralelos, puede ser posible que presente condiciones de fluido dada por la ley de Poiseuille.

$$-dP = \frac{32 L u \mu}{g D^2} \quad (1)$$

Siendo:

- d P Presión de la gota a través del tubo.
- L Longitud del tubo .
- u Velocidad del fluido .
- μ Viscosidad de la filtración.
- g Constante gravitacional.
- D Diámetro del tubo.

Se espera sin embargo que el grado de filtración sea proporcionalmente inversa a la viscosidad del filtrado. La fuerza impulsora es la presión de la gota a través de la torta.

Tuth sugirió la siguiente relación en todos los casos de flujo fluido.

$$\frac{dv}{Ad \phi} = \frac{P}{\mu (\alpha (W/a) + r)} \quad (2)$$

Esta ecuación nos expresa la velocidad instantánea de filtración por unidad de superficie.

Donde:

V Volumen del filtrado colectado en un tiempo dado.

θ Tiempo.

A Area de la superficie filtrante.

P Presión, la cual es la caída total a través del medio filtrante y de la torta sobre él.

μ La viscosidad del filtrado.

W Peso de los sólidos de la torta seca.

r Resistencia de la unidad de superficie de la tela filtrante y la resistencia por concepto de caída de presión en las tuberías.

α Representa la resistencia específica de la torta.

El peso de los sólidos de la torta seca W, lo podemos reemplazar por algunos de sus términos equivalentes quedándonos:

$$W = \omega V \left(\frac{\rho_c}{1 - mc} \right) V \quad (3)$$

ω Peso de los sólidos de la torta seca por unidad de volumen del filtrado.

ρ Densidad del filtrado.

c La fracción en peso de los sólidos del lodo exento de soluto.

m Relación de los pesos de la torta húmeda lavada y seca.

La resistencia específica de la torta α , podemos relacionar con la presión P y la compresibilidad s

$$\alpha = \alpha' P^s \quad (4)$$

Constante determinada en gran parte por tamaño de las partículas.

s Compresibilidad de la torta la cual varía de 0 a 1.0

Siendo 0 para las tortas rígidas y 1.0 para las tortas muy compresibles, la mayoría de los lodos industriales están entre 0.8 y 1.0

Integrando la ecuación (2) Para P constante

$$\frac{dv}{A d\theta} = \frac{P}{\mu (\alpha (W/a) + r)}$$

$$\frac{\mu (\alpha (W/A) + r)}{P} = \frac{A d\theta}{dv}$$

$$\frac{\mu \alpha (W/A) + \mu r}{P} = \frac{A d\theta}{dv}$$

$$\frac{\theta}{V/A} = \frac{\mu \alpha}{2 P} \left(\frac{W}{A} \right) + \frac{\mu r}{P} \quad (5)$$

sustituyendo (3) en (5)

$$\frac{\theta}{V/A} = \frac{\mu \alpha}{2 P} \left(\frac{W}{A} \right) + \frac{\mu r}{P} \quad (6)$$

Como es a presión constante podemos simplificar, sabiendo que

Kp y C son constantes y tienen un valor:

$$K_p = \frac{\mu \alpha W}{2 P} \quad (7)$$

$$C = \frac{\mu r}{P} \quad (8)$$

Sustituyendo en (6), la (7) y (8) nos queda:

$$\frac{\theta}{(V/A)} = K_p \left(\frac{W}{A} \right) + c \quad (9)$$

Si K_p :

$$K_p' = K_p w \quad (10)$$

de la (2)

$$W = wV$$

$$w = \frac{W}{V} \quad (3A)$$

Sustituimos (3A) en (10)

$$K_p' = K_p \frac{W}{V}$$

$$V K_p' = K_p W \quad (11)$$

Sustituyendo (11) en (9)

$$\frac{\Theta}{(V/A)} = K_p' \left(\frac{V}{A} \right) + C \quad (12)$$

Si la ecuación (1) la integramos pero ahora considerando una velocidad o gasto del filtrado constante, tendremos la siguiente ecuación:

$$\frac{\Theta}{(V/A)} = \frac{\mu a}{P - P_1} \left(\frac{W}{A} \right) \quad (13)$$

Sustituyendo la (4) en (13)

$$\frac{\Theta}{V/A} = \frac{\mu a w}{P - P_1} \left(\frac{V}{A} \right)$$

P_1 = Es la caída de presión en la medio filtrante.

$$P l = \mu r \left(\frac{V}{A \Theta} \right) \quad (15)$$

Para el caso de que la velocidad sea constante, podemos simplificar las ecuaciones

$$\frac{V}{A \Theta} = \frac{P}{K r} + C' \quad (16)$$

$$\frac{V}{A \Theta} = \text{Gasto por unidad de \u00e1rea, en la unidad de tiempo.}$$

$$K r = \text{Constantes para las condiciones dadas.}$$

$$C' = \text{Constantes para las condiciones dadas.}$$

ANALISIS DE LA IMPORTANCIA DE LAS ECUACIONES DE FILTRACION

Si partimos de la ecuaci\u00f3n (2) veremos que tiene informaci\u00f3n interesante respecto a los efectos mutuos de las variables de trabajo.

Cuando una torta se compone de part\u00edculas duras y granuladas, esta torta es r\u00edgida e incompresible. Si aumentamos la presi\u00f3n veremos que no se produce ninguna deformaci\u00f3n de las part\u00edculas ni de sus intersticios, por lo cual $S=0$, y si despreciamos la resistencia del medio filtrante ya que es muy peque\u00f1a en comparaci\u00f3n con la resistencia de la torta, podemos reducir la ecuaci\u00f3n diferencial (2) a la siguiente expresi\u00f3n.

$$\frac{dV}{d\Theta} = \frac{A P}{\mu \alpha' (W/A)}$$

Por lo cual podemos llegar a la conclusi\u00f3n de que para las tortas incompresibles, la velocidad o gasto es directamente proporcional al \u00e1rea y a la presi\u00f3n, e inversamente a la viscosidad, a la cantidad total de la torta y a α' (constante determinada en gran parte por el tama\u00f1o de las part\u00edculas).

En el caso en que la torta está formada por partículas muy blandas y fáciles de deformar, $S=1$ este es el caso del hidróxido férrico y otros hidróxidos metálicos, por lo cual la ecuación diferencial (2) la podemos reducir:

$$\frac{dV}{d\Theta} = \frac{\Lambda}{\mu \alpha^1 (W/\Lambda)}$$

En este caso hemos vuelto a despreciar la resistencia del medio filtrante por la misma razón.

El gasto en este caso es independiente de la presión.

El efecto de la presión mostrado antes, se modifica en la mayoría de las filtraciones industriales, en las que la compresibilidad de la torta suele estar comprendida entre 0.1 y 0.8. Además, la resistencia del medio filtrante reduce los efectos de las respectivas variables. Sin embargo, se halló que en la filtración de sólidos granulares o cristalinos, un aumento de la presión produce un incremento casi proporcional de la velocidad o gasto del filtrado. Los precipitados fluculentos experimentan solamente un ligero aumento del gasto de filtración cuando se aumenta la presión. Algunos materiales tienen una presión crítica por encima de la cual cualquier aumento de la misma, conduce a una disminución efectiva de la velocidad o gasto.

El efecto de las dimensiones de las partículas sobre las resistencias de la torta y de la tela es notable. Incluso las pequeñas variaciones del tamaño de las partículas, afectan al coeficiente α^1 de la ecuación para la resistencia de la torta, $\alpha = \alpha^1 P^S$, y los cambios mayores afectan a la compresibilidad S . La disminución del tamaño de las partículas, dá como resul-

tado gastos de filtración menores y contenido más elevado de humedad en la torta, pero también produce a veces mejor rendimiento de lavado.

El espesor de la torta es un factor importante en la fijación de la capacidad y en el proyecto de un filtro, y de él depende el ciclo de funcionamiento. La teoría de la filtración demuestra que, despreciando la resistencia ofrecida por la tela, el gasto medio durante una filtración es inversamente proporcional a la cantidad de torta depositada.

El efecto de la temperatura sobre el gasto de filtración de la mayoría de las tortas incompresibles, se evidencia por su influencia sobre la viscosidad. Una elevación de la temperatura baja la viscosidad del filtrado y hace -- que el gasto varíe en proporción inversa a la viscosidad.

Efecto del tipo del medio filtrante. Al elegir el medio filtrante para una filtración dada, hay que buscar el término medio más conveniente entre un tejido lo más abierto posible, con objeto de reducir su obstrucción, y otro tan cerrado como sea necesario para impedir el derrame excesivo de partículas finas. Una vez formado un pequeño espesor de torta sobre el medio filtrante, suele detenerse dicho derrame de partículas finas, porque quedan -- atrapadas en la torta.

Las ecuaciones de la filtración son útiles para predecir el efecto del cambio en cualquier variable, si se determinan las constantes partiendo de -- los datos tomados en la lechada en cuestión.

* * * * *

C A P I T U L O IV

PARTE PRACTICA Y SUS RESULTADOS

La parte práctica se llevó a cabo en dos etapas, la primera en el filtro prensa del laboratorio de Ingeniería Química de la Universidad Nacional Autónoma de México, y la segunda, se realizó en un filtro más pequeño, semejante al que se colocará en la Universidad Iberoamericana.

En la primer etapa el equipo con el que se trabajó, es:

FILTRO PRENSA T Shriver & Co. Work's Harrison N.J.

capacidad de 0.4 ft^3 , con 6 marcos.

MOTOR DE LA BOMBA . A 2 / 1.8

1 / 2 H. P.

Ciclos 50 / 60

R. P. M. 1425 / 1725

CENTRIFUGA Wifug

R. P. M. 3500

Amp. 0.8

Volts 110

Watts 75

El agitado se efectua por medio de aire.

Las corridas que se efectuaron se enfocaron al cálculo de las constantes de filtración, basados en la utilidad que trae el conocer como se determinan dichas constantes, ya que varían para cada medio filtrante, para cada tipo de mezcla a filtrar, por la presión, temperatura, concentración, etc.

Con el objeto de obtener datos más reales y exactos, se hicieron algunos cambios al equipo:

1. - En la parte superior de los marcos se hizo un orificio con la finalidad de que al principio de la operación pueda salir todo el aire, evitando que se forme un colchón que impida la formación uniforme de la torta. Una vez que salió todo el aire, comienza a salir el líquido, en este momento se tapa el orificio por medio de su tornillo.

2. - Es importante conocer cada vez que hay un incremento de volumen constante, para poder registrar los tiempos, para este control se usó un tanque que está provisto de un flotador que mueve una varilla, la cual hace contacto con un timbre cuando se efectúa un incremento de dos litros.

Las variables temperatura y concentración se mantuvieron constantes durante toda la corrida.

PROCEDIMIENTO SEGUIDO PARA EFECTUAR LAS CORRIDAS

Se prepara la suspensión a filtrar, (en este caso fue CaCO_3), se agita con aire para mantener una concentración igual en toda la suspensión. En caso que sea necesario calcular la concentración, se determina ésta con la centrífuga.

Se viste el filtro cuidando que el acomodo de las placas y marcos sea 1-2-3-2-1-2-3-2-1-2-3-2-1.

Se arranca la bomba recirculando al tanque de suspensión, se abre un poco la válvula que comunica al filtro cuidando que la bomba no cavite hasta dejar abierta totalmente dicha válvula. Se cierra la válvula de recirculación.

Los orificios de los marcos que deben de estar abiertos al principio de la corrida, se cierran cuando ya salió todo el aire y empieza a salir el líquido.

Al tiempo en que empieza a salir la solución filtrada, se arranca el cronómetro, y cada vez que toca el timbre indicando que está conectado al flotador del tanque receptor, se anota el tiempo que ha transcurrido desde que empezó a salir la solución filtrada.

Cuando termina la filtración se anota el volumen total filtrado, se desmonta el filtro y se lava.

RESULTADOS DE ALGUNAS EXPERIENCIAS EFECTUADAS

Se adjuntan los resultados de algunas de las corridas que se llevaron a cabo.

La primera experiencia que se presenta, se efectuó con un colector único en donde se recibe el filtrado (ver foto página 39) la concentración fue de 20% en volumen, temperatura de 18°C, una presión de 36.1 p.s.i.a. en la primer corrida y de 67.4 p.s.i.a. en la segunda.

La segunda experiencia se llevó a cabo sin el colector único, y bajo las mismas condiciones de temperatura, concentración y presiones.

Por último en esta etapa, se dan a conocer los resultados que se obtuvieron cuando se utilizó únicamente un juego de placas y marcos en la corrida, a una temperatura de 16°C 18% en volumen de concentración, a una presión constante de 28.9 p.s.i.a. en la primer corrida y 67.4 p.s.i.a. en la segunda.

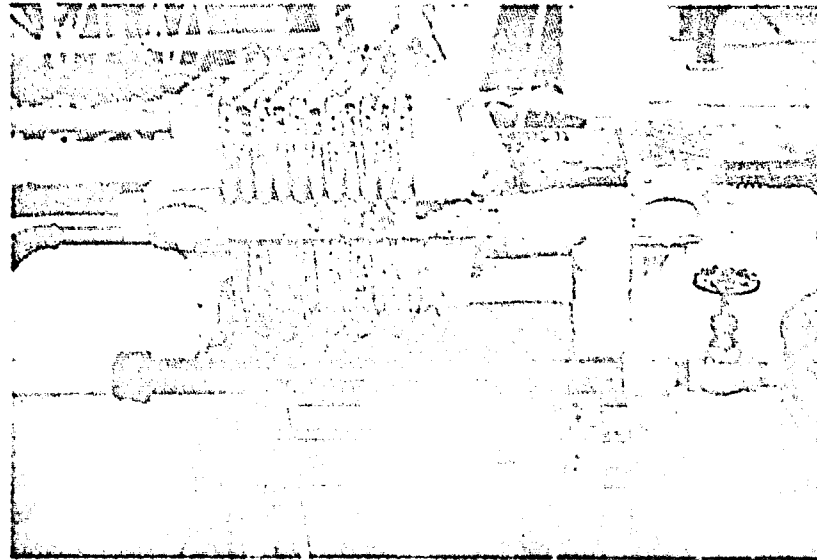
Todos los cálculos de las constantes de filtración se efectuaron en computadora, para lo cual fue necesario elaborar un programa, en R. P. G. (lenguaje para escribir el programa), y fue corrido dicho programa en una máquina I. B. M. 360/20, teniendo la ventaja que ocupa muy poca memoria, lo cual nos dá la facilidad de poderlo correr tanto en una computadora pequeña, como en alguna compleja.

Los datos se alimentan a la máquina por medio de tarjetas perforadas, las cuales traen la información de la hoja de apuntes que se llenó durante la corrida de filtración.

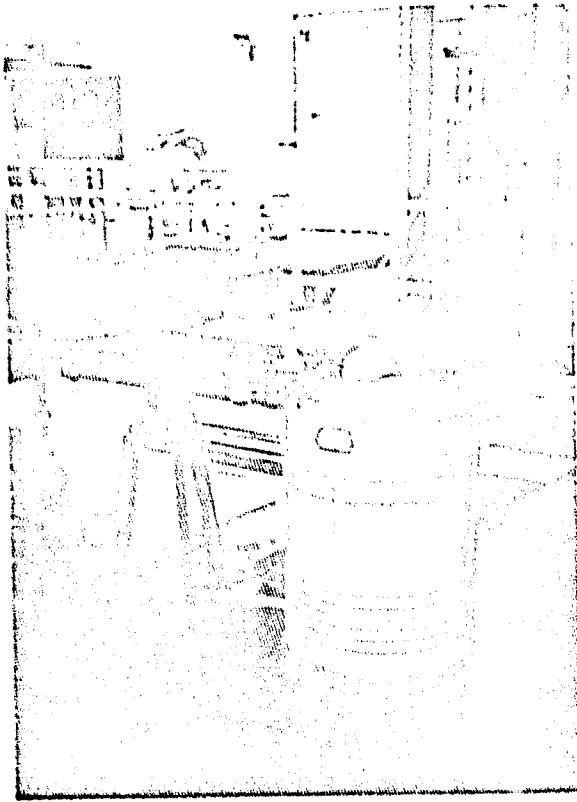
En el apéndice B se indica cuáles son y cómo se alimentan los datos a la máquina.



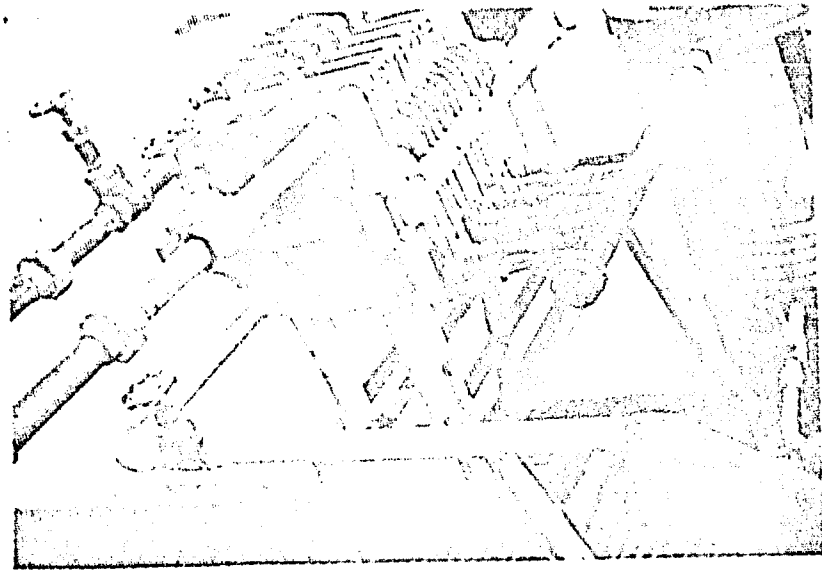
Orificio que se hizo en la parte superior de los marcos para evitar la formación de un colchón de aire, el cual impide la formación uniforme de la torta.



Dispositivo de colector único con una válvula que sirve para regular la presión, a la salida de la filtración.



Dispositivo para poder saber cuando había un incremento de dos litros en el volúmen: la varilla conectada al flotador hace contacto con un timbre, el cuál indica cada vez que hay incremento.



Por la tubería 1, entra el lodo a filtrar. Por la tubería 2 se inyecta el agua de lavado y posteriormente el aire para secar la torta. Por el desagüe 3, sale el agua que lavó la torta y el aire al secar arrastra por este conducto el agua.

Primera experiencia.

Filtro Prensa. P 67.4 psia.

$PTA/V \times 10^3$

19

18

17

16

15

14

13

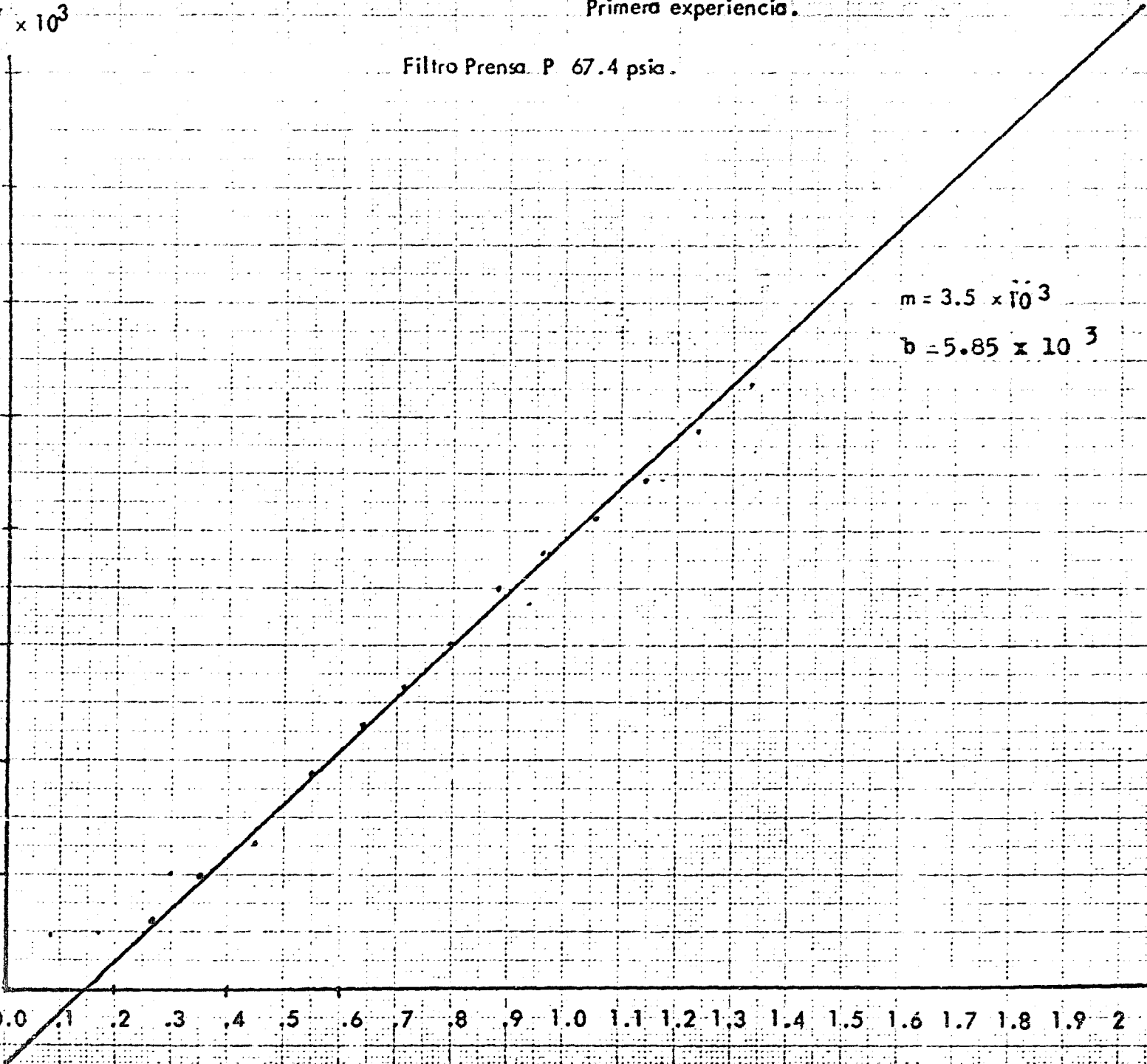
12

11

$m = 3.5 \times 10^3$

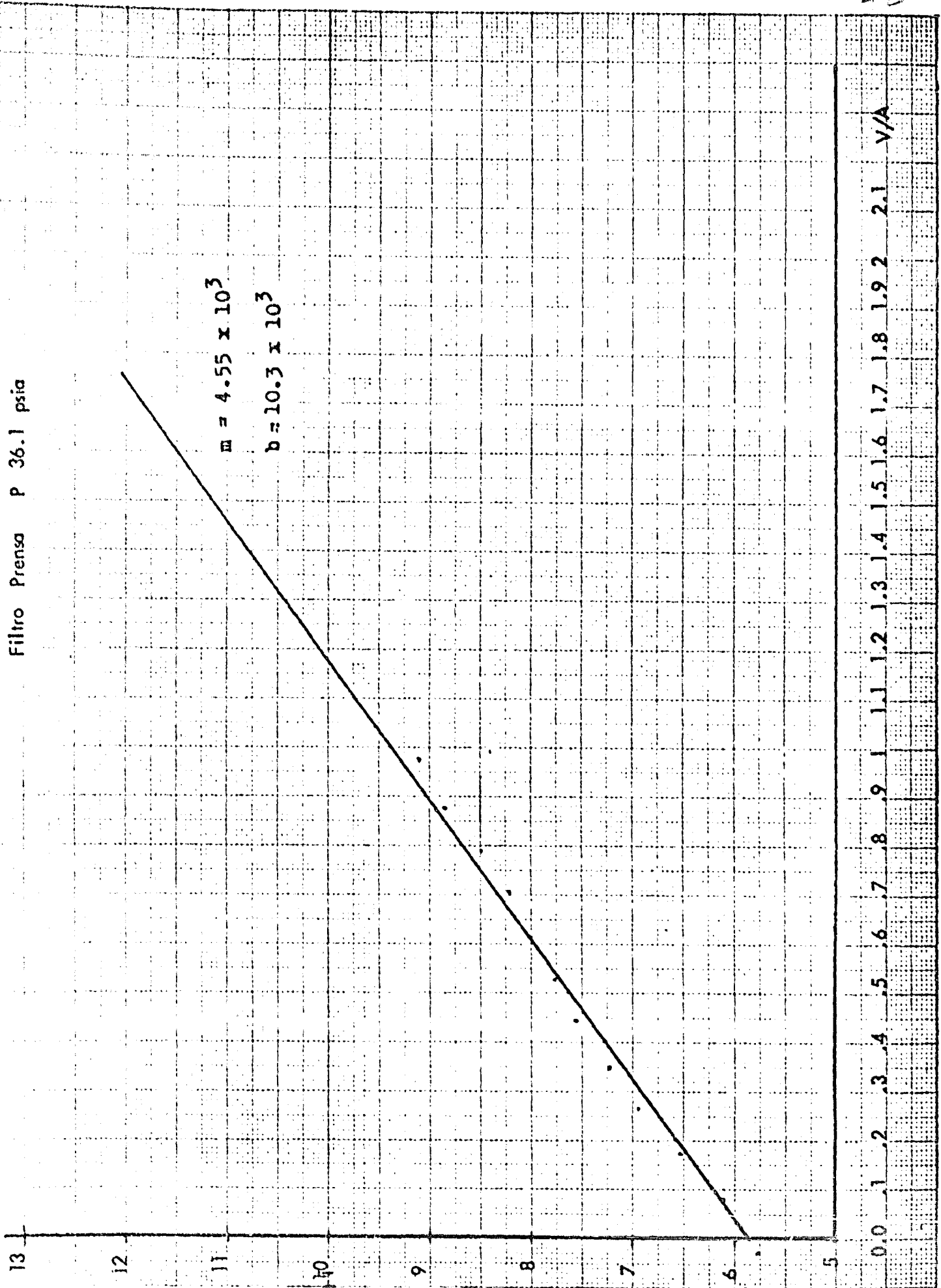
$b = 5.85 \times 10^3$

0.0 .1 .2 .3 .4 .5 .6 .7 .8 .9 1.0 1.1 1.2 1.3 1.4 1.5 1.6 1.7 1.8 1.9 2 V/A



$M \times 10^3$

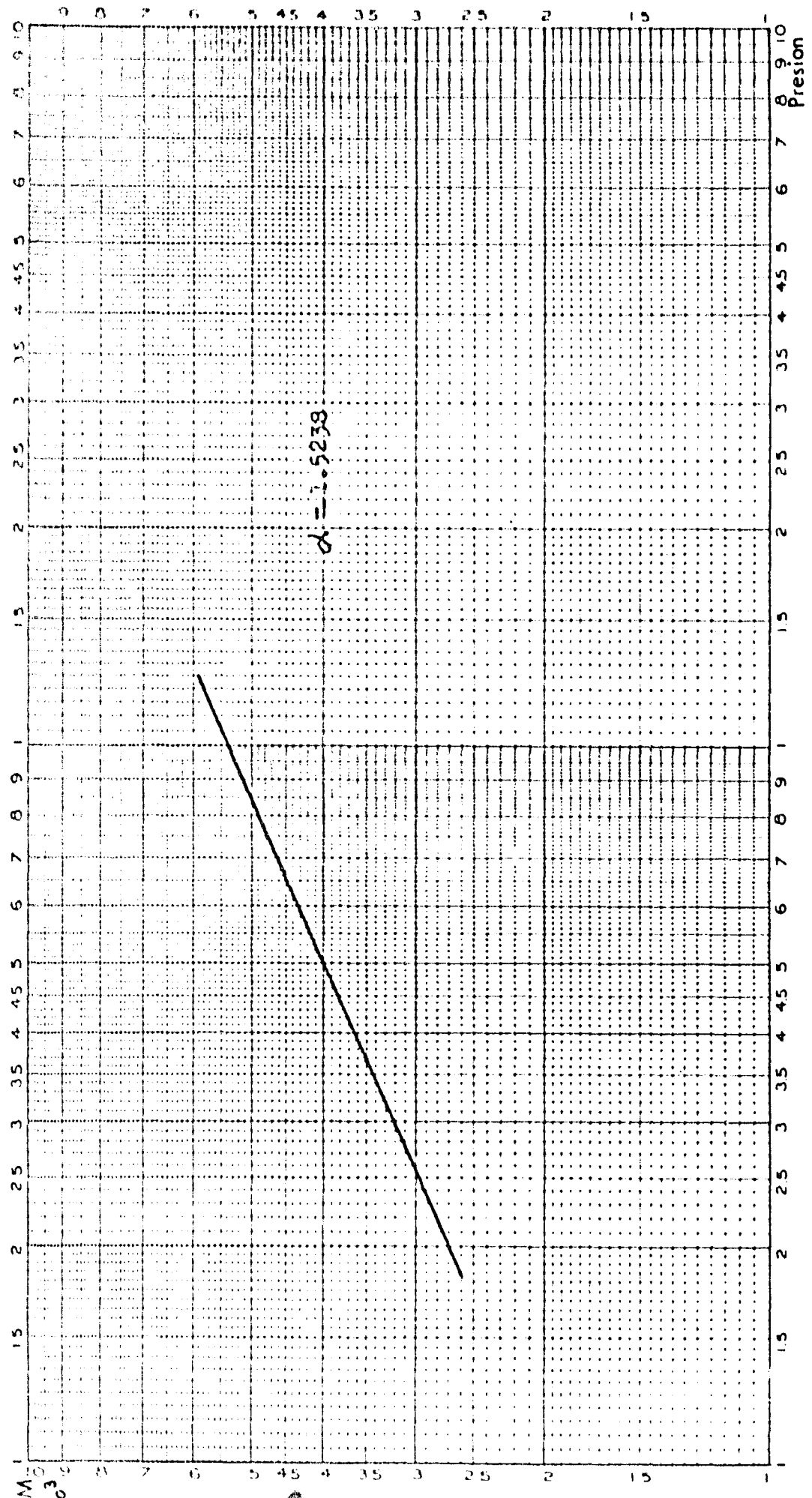
Filtro Prensa P 36.1 psia



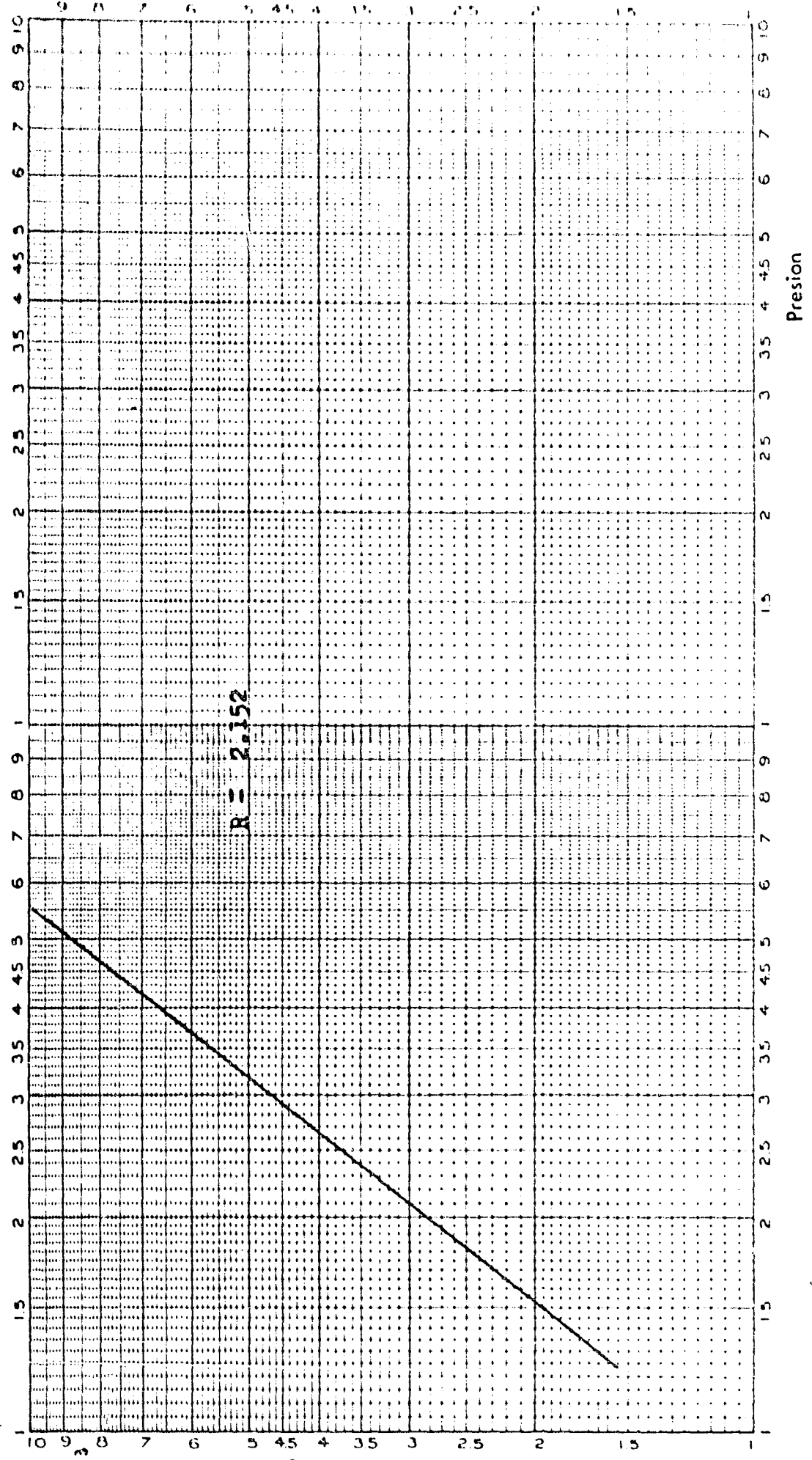
$m = 4.55 \times 10^3$

$b = 10.3 \times 10^3$

FREDERICK POST COMPANY
321TG12 FULL-LOGARITHMIC 112 5" CYCLES



HEIDENHAIN POST COMPANY
3217612 FULL-LOGARITHMIC 132 5" CYCLES

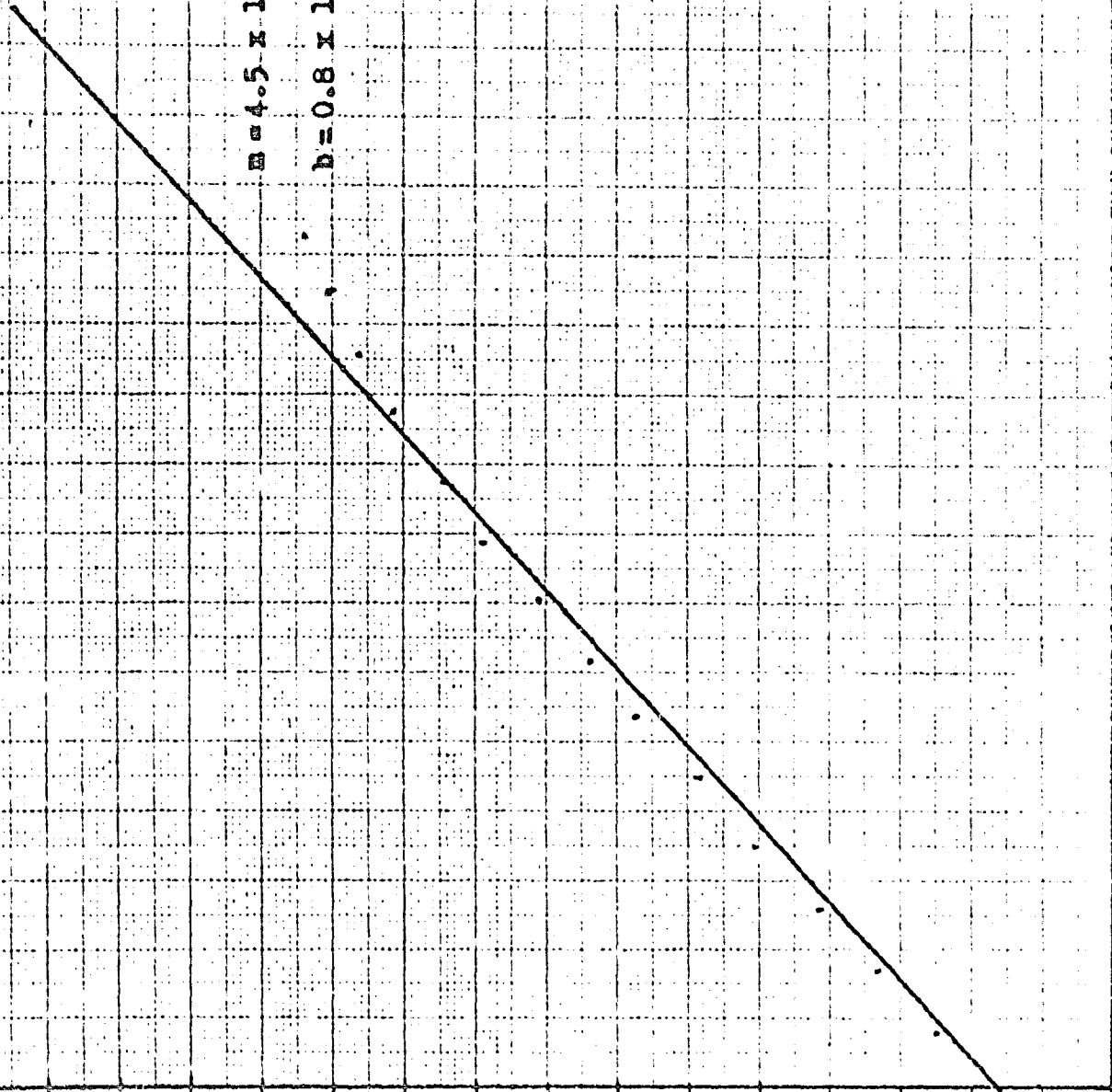


SEGUNDA EXPERIENCIA SIN COLECTOR COMUN

Filtro prensa P 36.1 psia

$a = 4.5 \times 10^3$

$b = 0.8 \times 10^3$

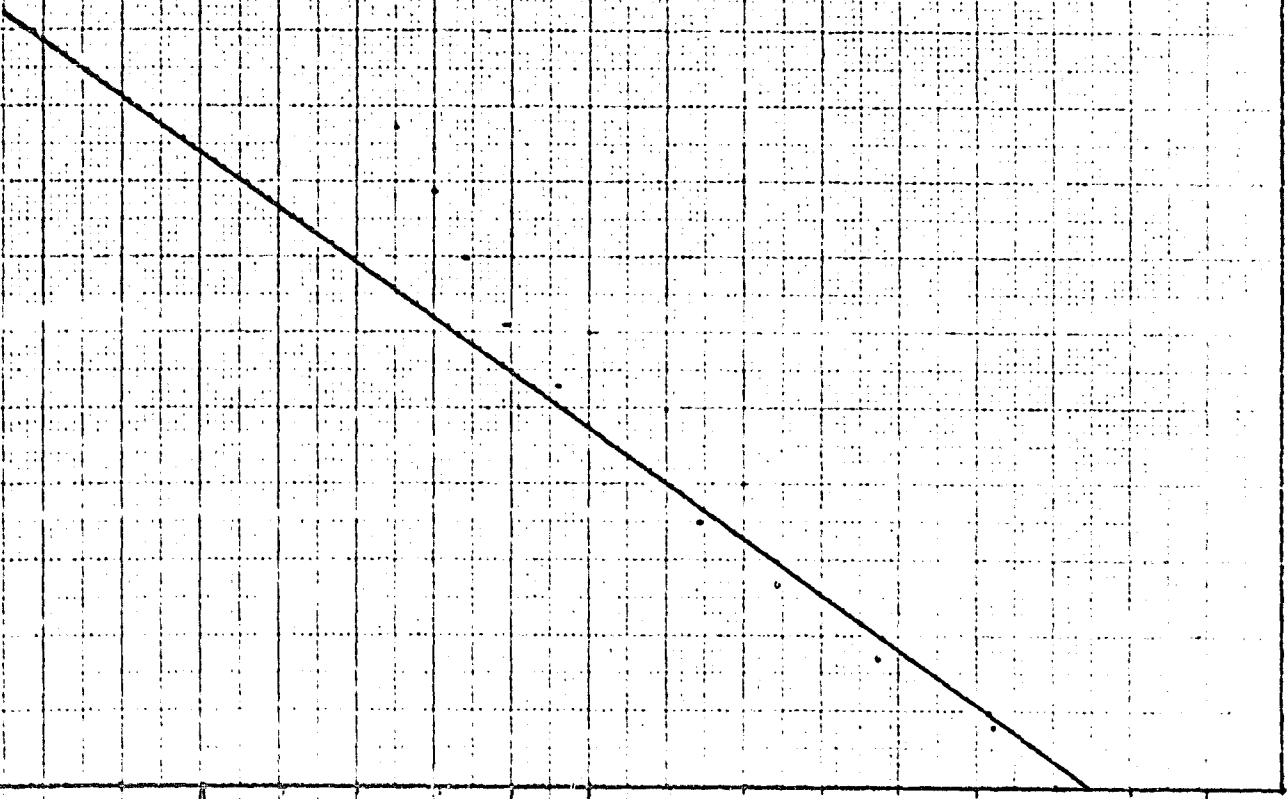


0.0 .1 .2 .3 .4 .5 .6 .7 .8 .9 1.0 1.1 1.2 1.3 1.4 1.5 1.6 1.7. 1.8 1.9 2 V/A

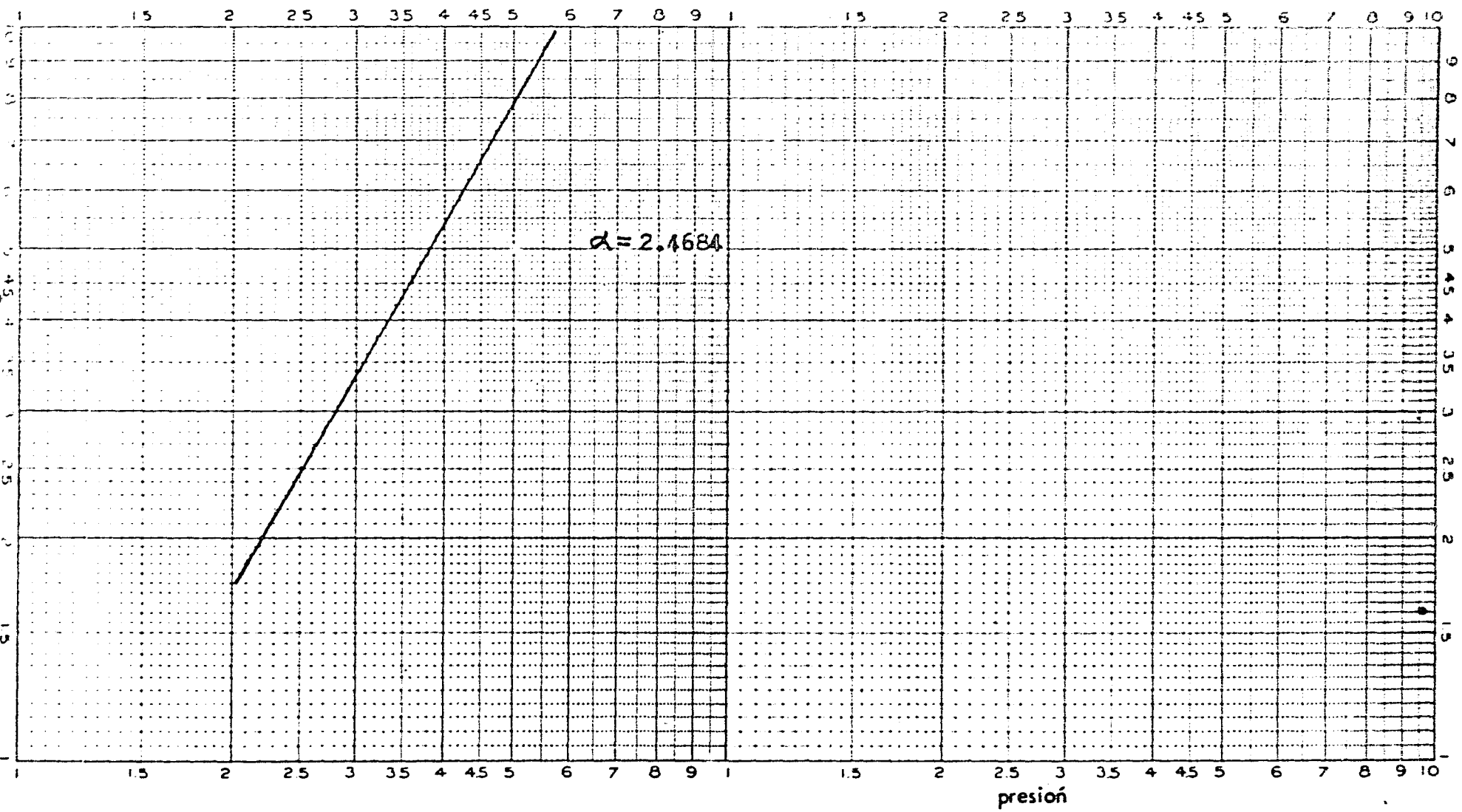
Filtro prensa P 67.4 psia.

m = 13.7 x 10³

b = 2.5 x 10³

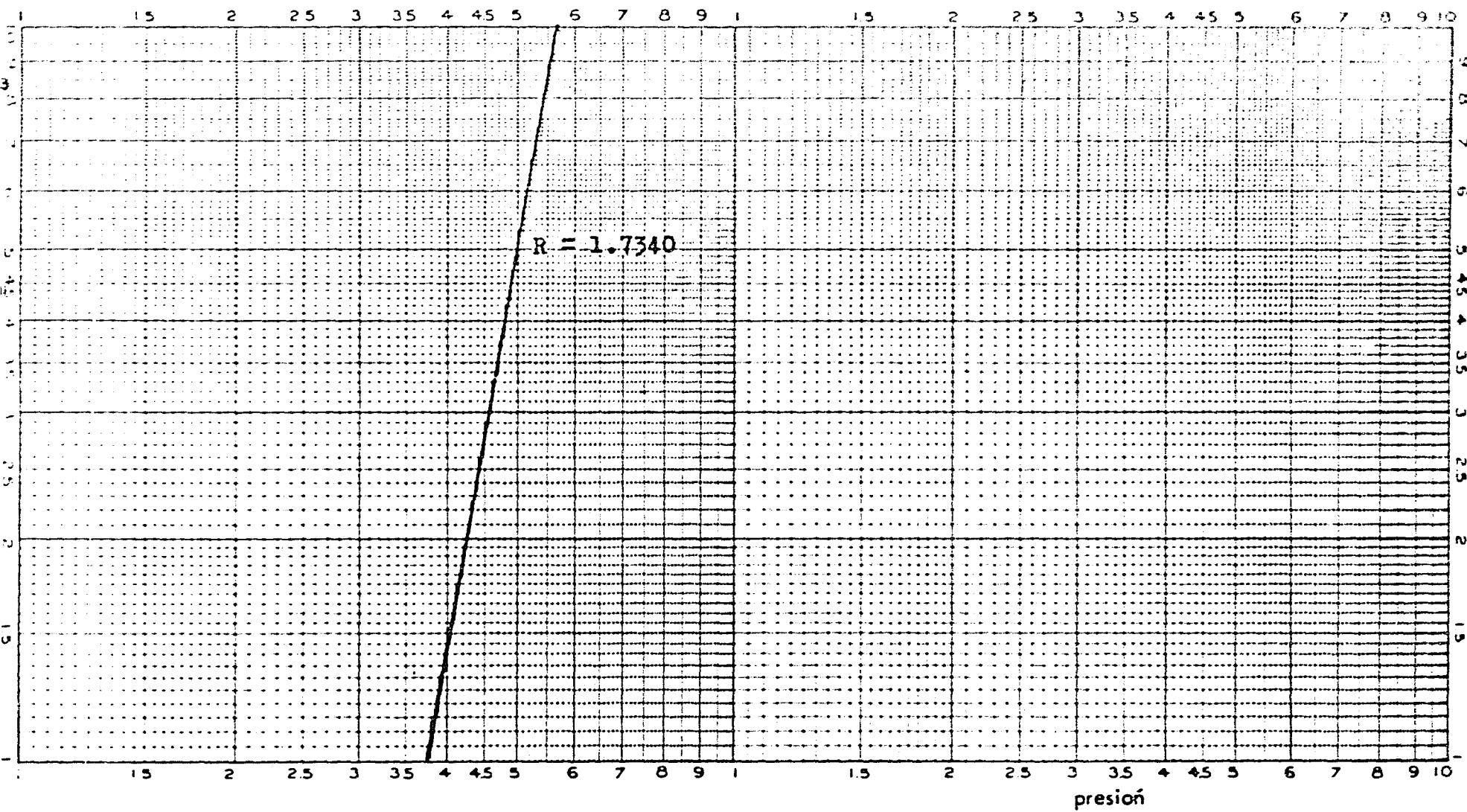


0.0 .1 .2 .3 .4 .5 .6 .7 .8 .9 1.0 1.1 1.2 1.3 1.4 1.5 1.6 1.7 1.8 1.9 2.0 V/A



-47-

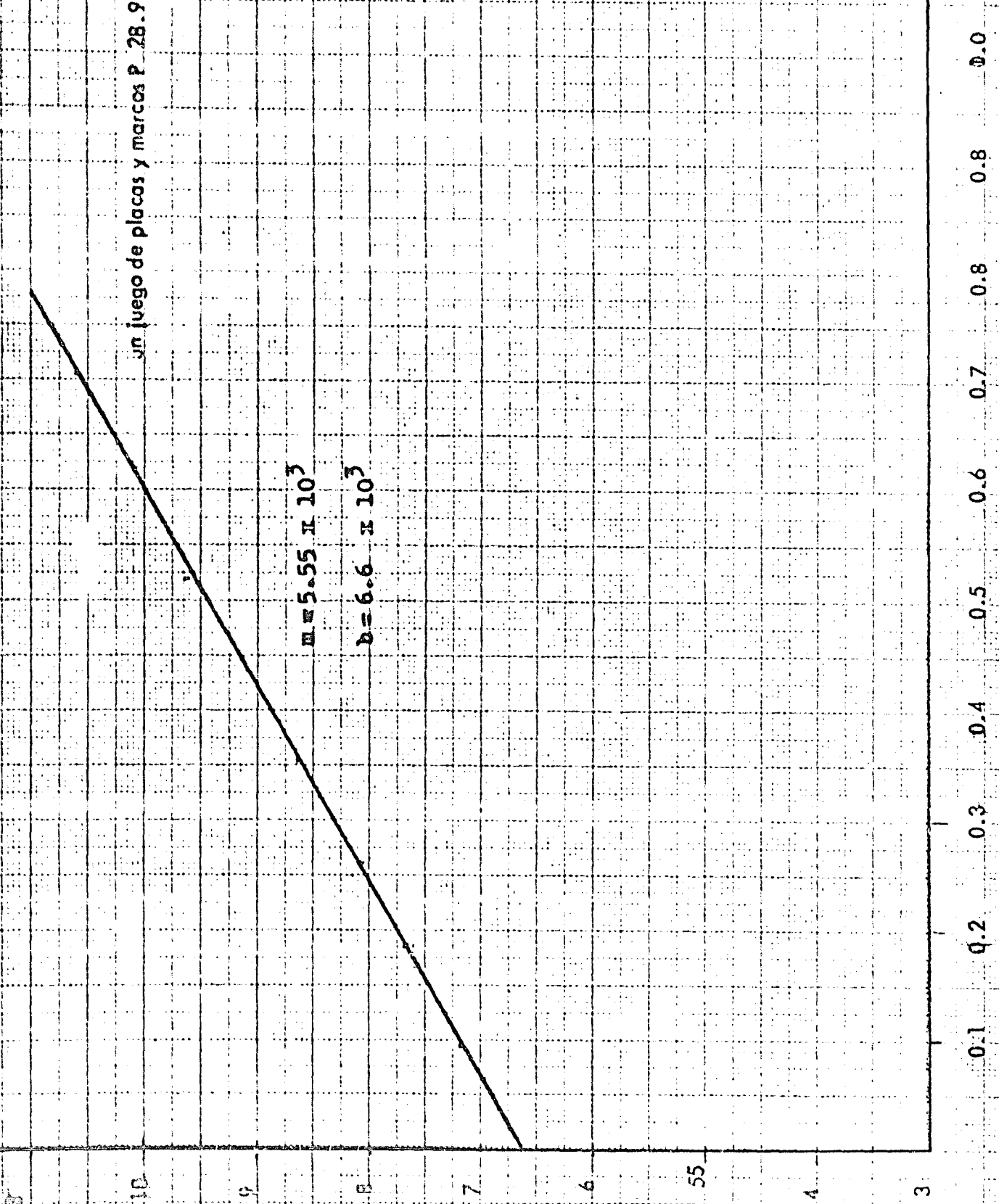
47



- 48 -

48

EXPERIENCIA CON UN SOLO JUEGO DE PLACAS Y MARCOS



10³

10

9

8

7

6

55

4

3

0.1

0.2

0.3

0.4

0.5

0.6

0.7

0.8

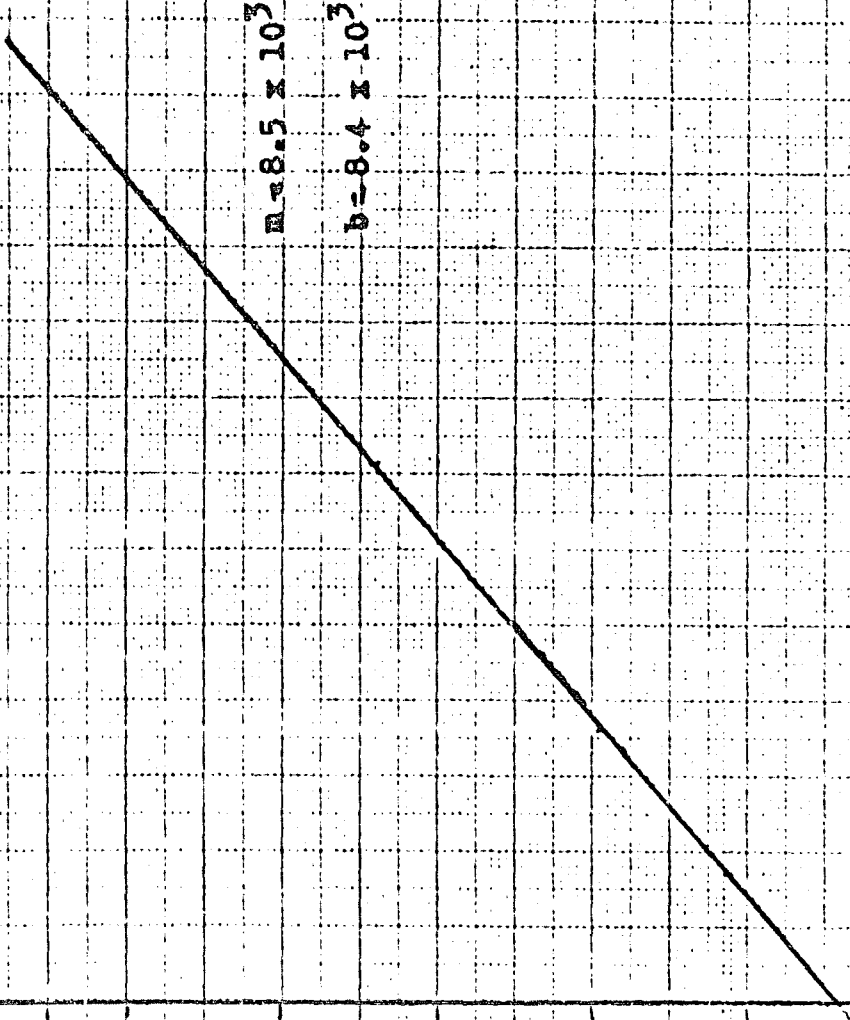
0.8

0.0

V/A

un juego de placas y marcos P 67.4 psia.

P.M.



$$m = 8.5 \times 10^3$$

$$b = 8.4 \times 10^3$$

13

12

11

10

9

8

7

6

0.1

0.2

0.3

0.4

0.5

0.6

0.7

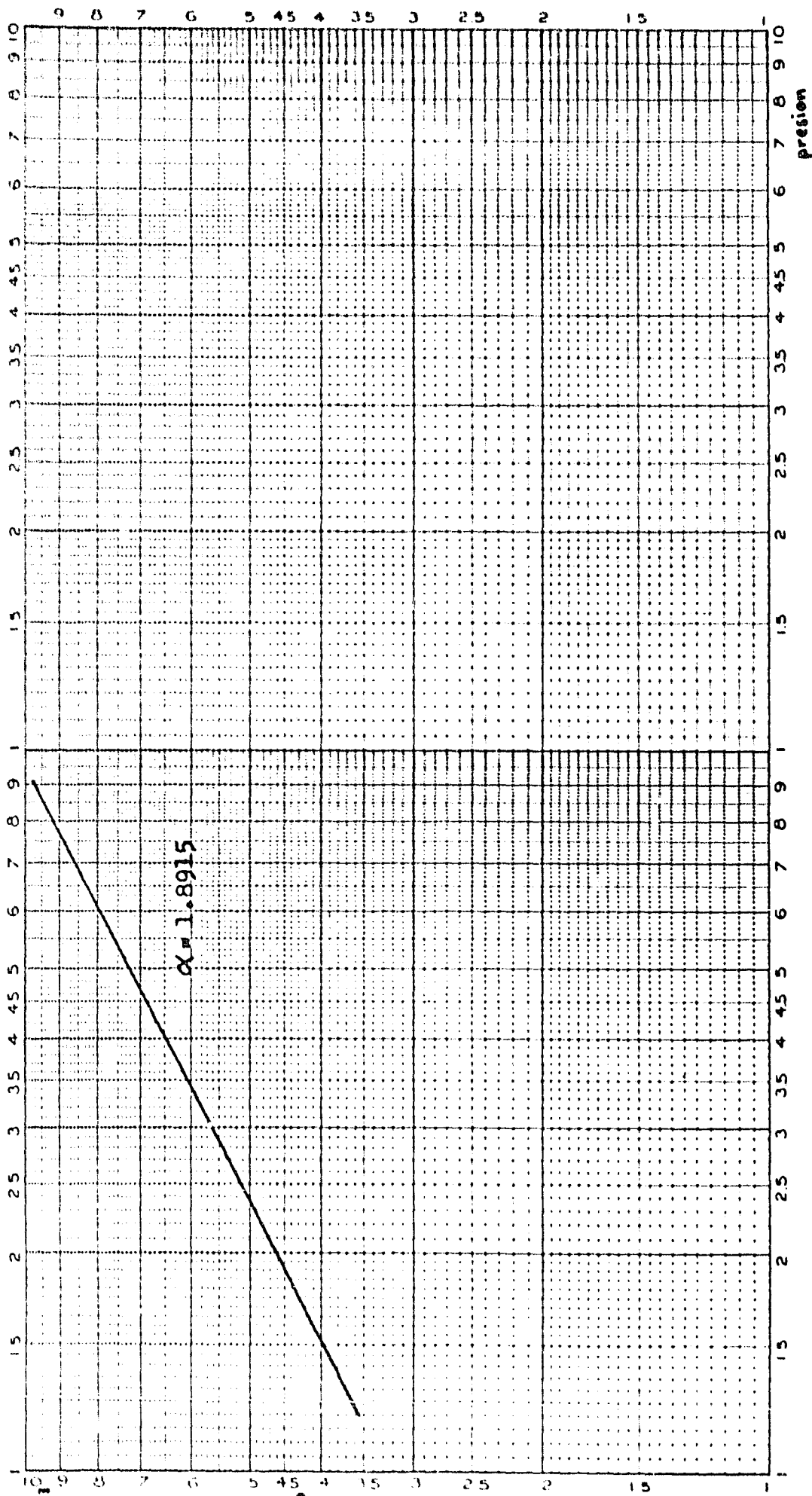
0.8

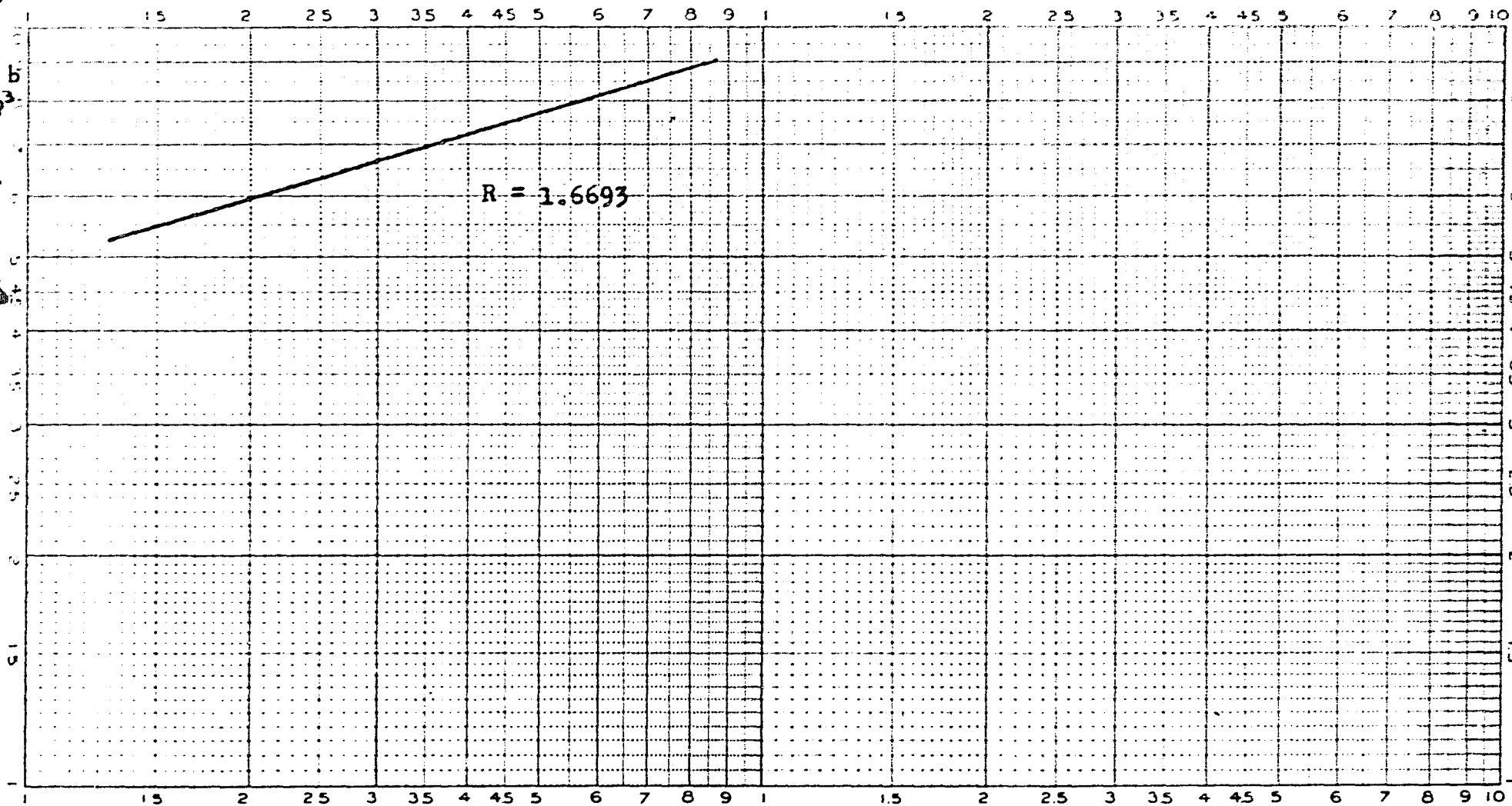
0.9

1.0

V/A

FREDERICK POST COMPANY
3217612 FULL-LOGARITHMIC 1X2 5" CYCLES





presión.

En la segunda etapa el equipo utilizado es:

FILTRO PRENSA

William R. Perrin.
Company Manufactures.
Chicago U. S. A.
Tres marcos.

MOTOR DE LA BOMBA: General Electric.

50 / 60 Ciclos
1 / 4 H. P.
1425 R. P. M.
A. C.

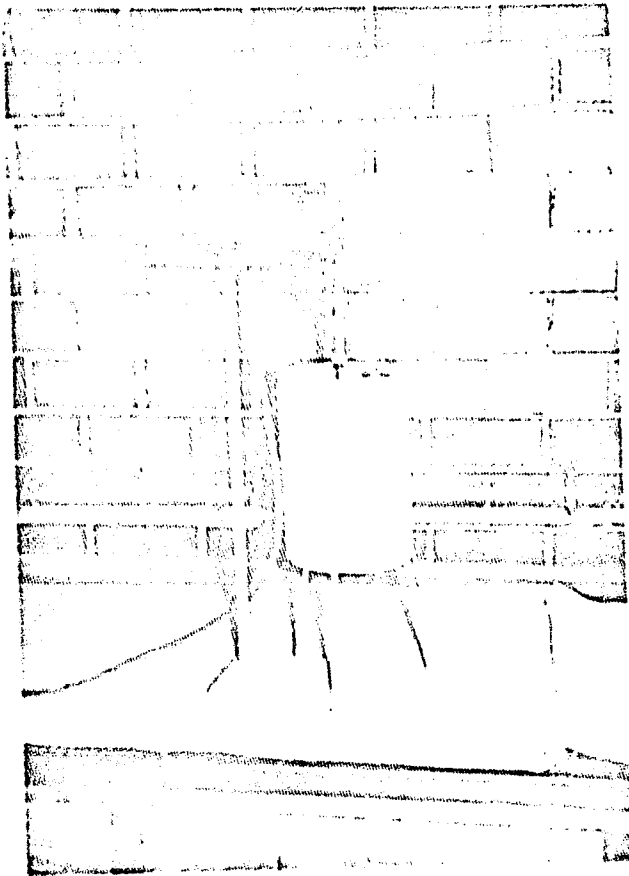
AGITADOR

Sargent.
115 Volts.
50 / 60 Ciclos
50 Amperes
A. C.

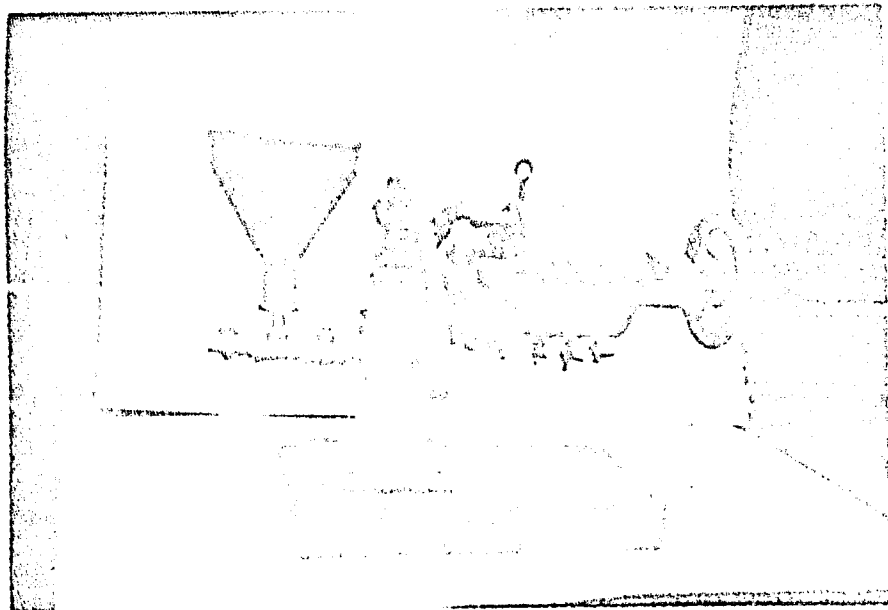
CENTRIFUGA:

Wifug
3500 R. P. M.
0.8 Amp.
110 Volts.
75 Watts.

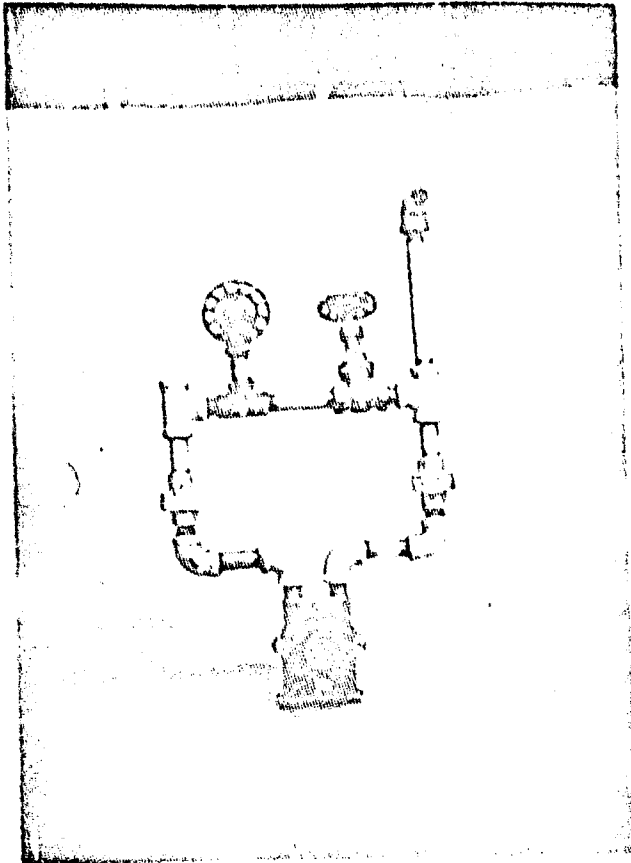
El filtro original tenía una bomba de mano, (ver foto página 55), se le adaptó una bomba centrífuga para obtener mayor control sobre la presión, al igual que en el otro filtro, se efectuaron experiencias para el cálculo de las constantes de filtración.



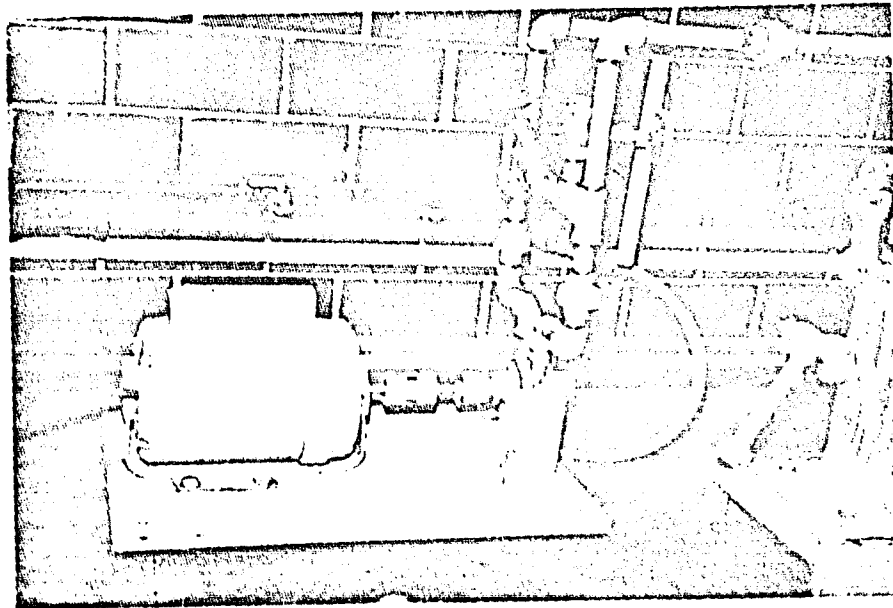
Agitador que se adaptó para
mantener una concentración
uniforme en toda la mezcla.



Filtro original con su bomba de mano, igual
al que se encuentra en la Universidad Ibero-
americana.



Bomba que se arregló y adaptó para obtener una presión de bombeo constante.



El motor de 1/4 de H.P. adaptado a la bomba, y ésta al filtro.

EXPERIENCIA EN EL FILTRO PEQUEÑO

PRESION 20.7 psia

PRESION / P.S. &

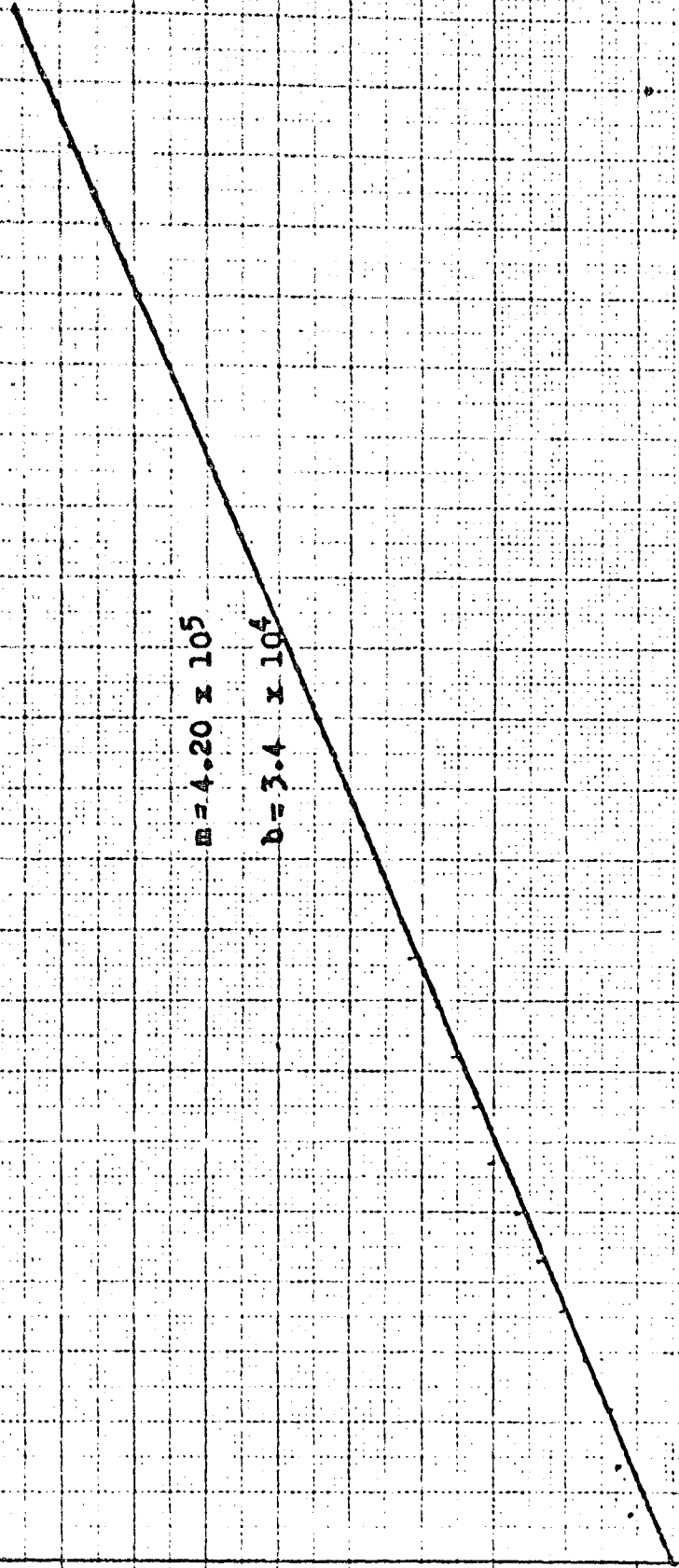
$m = 4.20 \times 10^5$

$b = 3.4 \times 10^4$

PA/V
3.103

150
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
00

0.02 0.04 0.06 0.08 0.10 0.12 0.14 0.16 0.18 0.20 V/A



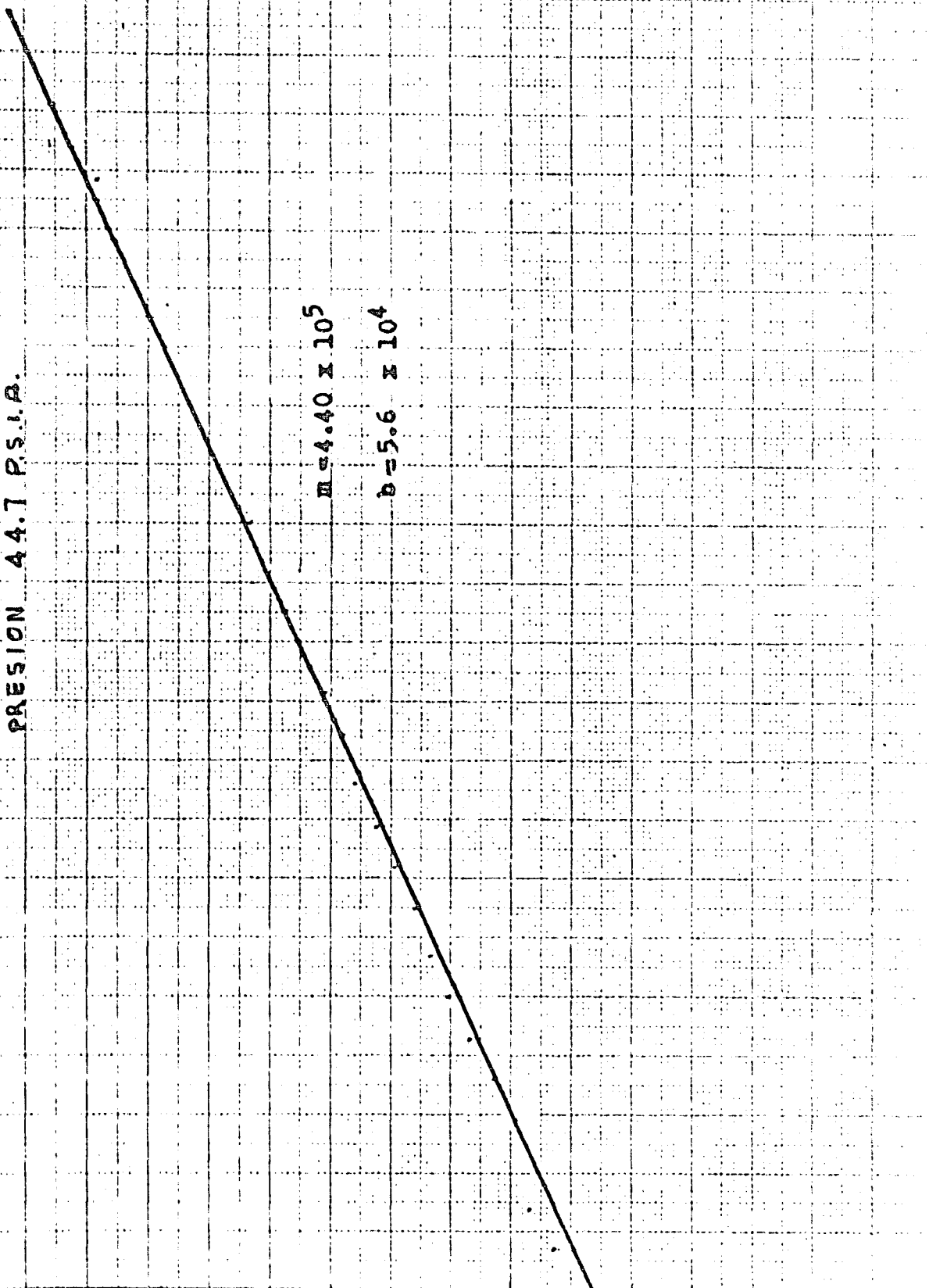
PRESION 44.7 P.S.I.A.

$m = 4.40 \times 10^5$
 $b = 5.6 \times 10^4$

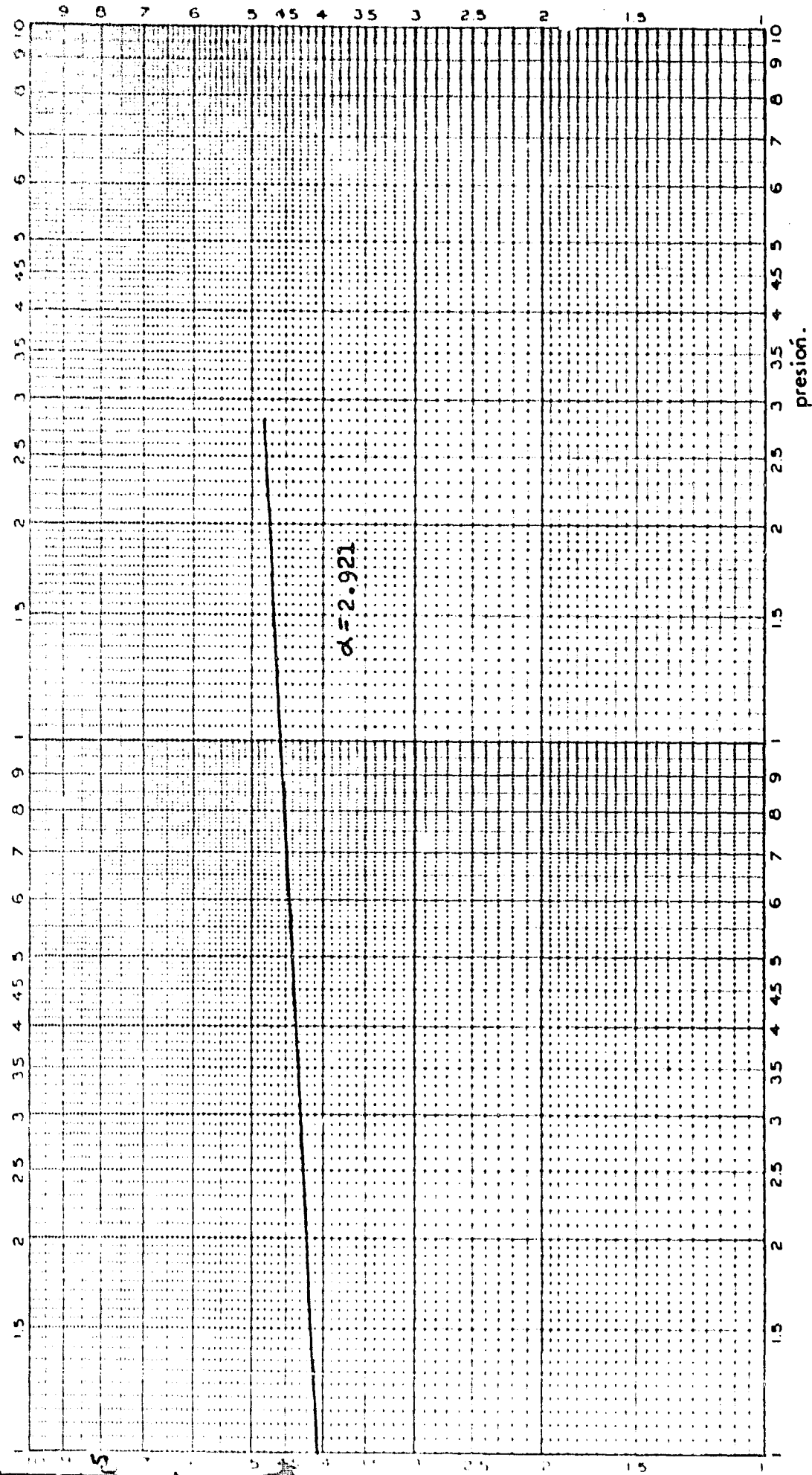
PV/A

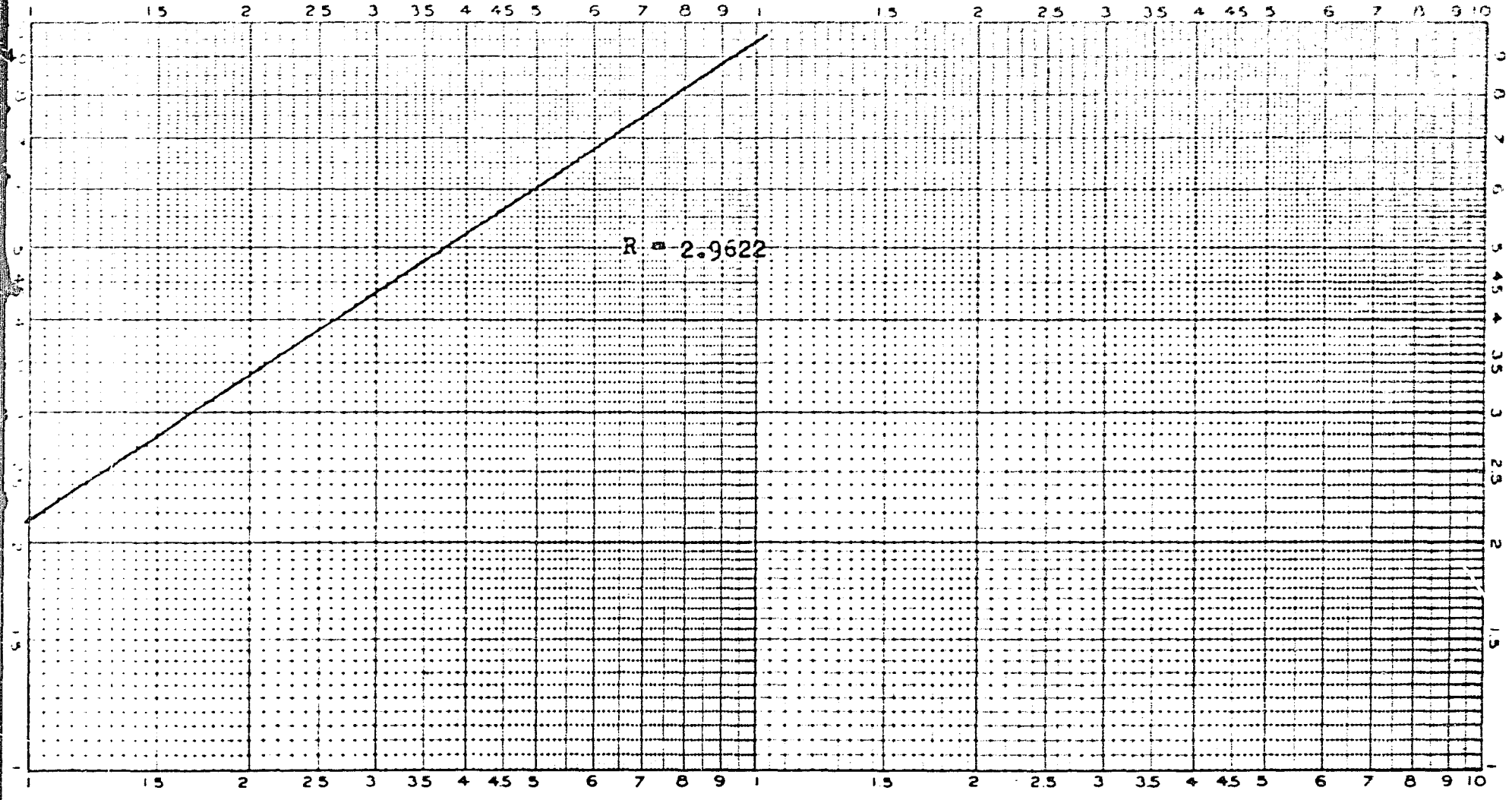
150
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
00

0.02 0.04 0.06 0.08 0.10 0.12 0.14 0.16 0.18 0.20 V/A



WALDEN A. POST COMPANY
377012 FULL-LOGARITHMIC 182 5" CYCLES





presión.

C A P I T U L O V

PRACTICA PARA DETERMINAR LAS CONSTANTES DE FILTRACION

OBJETO:

Que el alumno conozca cómo determinar las constantes de filtración, ya que éstas varían para cada medio filtrante, presión, concentración, etc.

APARATOS Y MATERIALES:

El filtro prensa de marcos y placas, bomba centrífuga con motor de velocidad constante, agitador, manómetro, termómetro, centrífuga para determinar la concentración, y cronómetro para determinar el tiempo a un incremento de volumen constante, el cual se mide por medio de una probeta grande en la cual cae el filtrado, hay un flotador con una varilla que hace contacto cada vez que hay un incremento de volumen de 100 ml. sonando un timbre.

Por último, el carbonato de calcio que servirá para hacer la mezcla.

PROCEDIMIENTO:

Remójense las telas del filtro en agua, prepárese la mezcla de carbonato de calcio, para lo cual se ayudará del agitador; mientras está revolviéndose la mezcla inspecciónese la unidad para estar familiarizado con el sistema de bombeo. Apúntese el área de los marcos y el número.

Arrégense las placas, marcos y tela del filtro en el filtro prensa de tal manera que quede: placa, tela, marco tela, placa, etc. una vez armado el filtro y ajustado el tornillo de presión, tómense cuatro muestras de la mezcla a filtrar y determínese la concentración; una vez que se tenga la concentración deseada y que toda la mezcla esté homogénea, médase la temperatura y anótese junto con la concentración en la hoja de reporte.

Ajústese el cronómetro a cero y hágase circular la mezcla unos dos minutos mientras se checa que esté correcta la probeta que va a recibir la solución filtrada.

Abrir la válvula que comunica al filtro prensa e iniciar la alimentación de la mezcla regulando la presión por medio de la válvula del colector único, en el momento que empiece a salir la solución filtrada, arránquese el cronómetro y apúntese el tiempo transcurrido cada vez que hay un incremento de 100 ml., o sea cuando suena el timbre al hacer contacto la varilla del flotador.

Una vez acabada la filtración se desmonta el filtro, se lavan las placas, marcos y telas y se repite la operación a otra presión. Hay que procurar que la diferencia de presiones sea lo más grande posible.

DATOS E INFORMACION:

Registre en la hoja de apuntes la siguiente información: Presión en p. s. i. a., la concentración en % en volumen la temperatura de la mezcla en °C, el área del marco en cm^2 o bien en in^2 , el número de marcos, y a cada incremento constante de volumen, anote el tiempo transcurrido en segundos.

INSTRUCCIONES DEL REPORTE:

Por medio de tarjetas perforadas (ver formato apéndice "B"), aliméntense los datos de la hoja de apuntes a la máquina computadora, ya hay elaborado un programa para que directamente de un reporte del cual se toman los datos para hacer las gráficas y calcular "r" resistencia de la unidad de superficie de la tela filtrante y la resistencia por concepto de la caída de presión en las tuberías, y " α " que es la resistencia específica de la torta.

La "r" se obtendrá: graficando el reporte de salida de la computadora PTA/V Vs. V/A para cada una de las presiones, y se obtendrán dos rectas, de las cuales se determinará la pendiente y la ordenada al origen, estas dos pendientes se graficarán en papel logarítmico contra las presiones y la pendiente que se obtenga será el valor de "r".

Para el cálculo de " α " se graficará en papel logarítmico las ordenadas al origen contra las presiones y la pendiente dará el valor de " α ".

PRESENTACION DEL REPORTE DE PRACTICAS.

Nombre del alumno _____

Fecha _____ Curso _____

Nombre de la práctica _____

Teoría de la práctica _____

Aparatos usados _____

Descripción y procedimiento de la práctica _____

FORMATO DE LA HOJA DONDE SE APUNTAN LOS DATOS

Presión _____ p. s. i. a.

Temperatura _____ °C

Area del marco _____ Cm² _____ in²

Número de marcos _____

Concentración _____ % en volumen.

Volumen	Tiempo
(its.)	(seg.)
00.000	0000.0
00.000	0000.0

Adjuntar las gráficas y cálculos.

Sugerencias y conclusiones de las prácticas _____

Firma del alumno

CONCLUSIONES

Como puede observarse fácilmente, las prácticas de Ingeniería - Química son una extensión obligada a la preparación que regularmente - adquiere un alumno que estudia esta rama profesional.

Así pues deberá educarse el futuro profesionista en el uso de técnicas que le permitan obtener de una manera directa y sencilla los datos de un equipo para resolver variados problemas con carácter ya sea económico, científico, o que guarde un interés específico en relación con algún proceso industrial.

Por esta razón, creo que el presente trabajo es un ensayo que encierra el sincero deseo de proyectar un medio de enseñanza con los fines antes anotados. Se emplean diversos métodos, aún algunos que no tienen un carácter esencial; pero que pueden mostrarnos algunos resultados de - interés.

Por lo tanto, los esfuerzos necesarios para ir despertando el interés en esta clase de actividades, así como la aportación a la formación - de un laboratorio de esta clase para mi Escuela, que han sido metas perseguidas al efectuar este trabajo, espero que dentro de la modestia del - mismo hayan quedado plenamente satisfechos.

* * * * *

APENDICE "B"

La tarjeta IBM mide $7 \frac{3}{8}$ " x $3 \frac{1}{4}$ " y tiene un grueso de .007". La tarjeta está dividida en 80 columnas las cuales están numeradas de 1 al 80 contando de izquierda a derecha de la tarjeta. Cada columna está dividida en doce posiciones de perforación, siendo de -- arriba a abajo: 12, 11, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Las posiciones para los dígitos corresponden del 0 al 9; para las letras hay combinaciones de dos perforaciones en la misma columna, así la "a" equivale a 12, 1. y la "b" a 12, 2., etc.

Los datos son registrados perforando la información deseada mediante una perforadora.

El formato que se le dió a la tarjeta para los datos que se obtienen es:

Columna	Descripción.
1 a 5	Volumen de entrada para cada incremento, en Lts.
7 a 11	Tiempo transcurrido para este volumen en seg.
13 a 16	Presión a la cual operamos en p.s.i.a.
22 a 22	Número de marcos del filtro.
24 a 28	Volumen total de filtración, en Lts.
30 a 33	Concentración a la cual trabajamos.
35 a 44	Area de los marcos en in ² .
45 a 46	Espesor de los marcos en in.

BIBLIOGRAFIA

- CHEMICAL ENGINEERS HANDBOOK. Perry Chilton Kirkpatrick.
Fourth Edition. Mc Grau-Hill.
- PRINCIPIOS DE OPERACIONES UNITARIAS. A. S. Foust.
Segunda impresión en español. 1964.
Cía. Editorial Continental, S.A.
- CHEMICAL ENGINEERING. Laboratory Equipment.
Zimmerman & Lavine.
Industrial Research Service. 1943.
- PRINCIPLES OF CHEMICAL ENGINEERING. Walker, Lewis Mc. Adams, and Grilliand.
Mc Grau-Hill Book Company,
1937 3rd. Edition.
- IND. ENGINEERING CHEMICAL. Mc Millen, E.L., and Wibber H.A.
1938.

* * * * *