

BALANCE DE SALES EN EL DISTRITO DE RIEGO N° 38,
RIO MAYO, SONORA.

TESIS

Sometida a la consideración de la
Escuela de Agricultura y Ganadería

de la

Universidad de Sonora

por

Carlos Minjárez Lugo.

Como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agrónomo especialista en Fitotecnia.

Diciembre de 1972.

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

INDICE

	Pag.
INTRODUCCION.....	1
LITERATURA REVISADA.....	3
MATERIAL Y METODOS.....	12
RESULTADOS.....	31
DISCUSION.....	35
RESUMEN Y CONCLUSIONES.....	37
BIBLIOGRAFIA.....	39

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

		Pag.
Cuadro	1. Sitios de aforo en drenes.....	16
Cuadro	2. Cantidad y frecuencia de aforos.....	16
Cuadro	3. Sitios de muestreo para análisis de agua en drenes.....	19
Cuadro	4. Frecuencia de muestreo para análisis de agua.....	19
Cuadro	5. Clasificación de diferentes tipos de suelo.....	30
Gráfica	1. Gráfica comparativa de entradas y sa- lidas de sal.....	32
Plano	1. Localización de pozos de bombeo en el distrito de riego No. 38 Río Mayo, Son....	15
Plano	2. Sitios de control de aforo en drenes.....	17
Plano	3. Sitios de muestreo para análisis de agua de drenes.....	20
Plano	4. Zonas de muestreo para análisis de suelos.....	28
Forma	1. Volumen y cantidad de sal del pozo No. 58 (primera unidad), y del dren Mayas.....	23-24
Forma	2. Resultados de análisis químico de agua del dren Mayas.....	25
Forma	3. Balance de sales del distrito de riego No. 38 (toneladas de sal).....	33-34

INTRODUCCION

La agricultura bajo riego permanente en regiones de condiciones climáticas áridas y semiáridas, requiere que las sales que se encuentran dentro de la zona radicular sean removidas por el agua. Para alcanzar ese balance de sales, se debe aplicar un poco más de agua que la que es necesaria para la evotranspiración, además de mantener la capa freática lo más bajo que sea posible para evitar la acumulación de sales en la superficie. ① La salinidad de los suelos es un problema que ha llegado a despertar un gran interés entre los factores que intervienen en la agricultura de todos los paí- ses. En México, y en particular los Distritos de riego que se encuentran en el noroeste presentan características de salinidad muy semejantes originadas por diversas fuentes.

En el Distrito de Riego No. 38, Río Mayo, Sonora, debido a la escasez de agua que ha sufrido el Distrito en los últimos ciclos, ha motivado que se utilicen aguas del subsuelo las cuales en su mayoría son de baja calidad. Estas aguas de bombeo en el caso particular del Distrito No. 38, se emplean en forma colectiva, es decir el dueño del pozo se compromete a entregar su agua a canales propiedad del Distrito para entregarse posteriormente a usuarios que tienen sus lotes aguas abajo del mismo. Estas aguas de bombeo que generalmente tienen altas concentraciones de sales, al mezclarse en los canales con agua de gravedad, originaba mezclas también con altas concentraciones. Esta condición causó alarma

entre los agricultores del Distrito, principalmente los que se encuentran localizados en la parte baja del mismo, denominado "Bajo Río Mayo", ya que esta zona utilizaba para sus riegos mezclas efectuadas aguas arriba de los canales. Los agricultores veían que sus tierras, ya teniendo problemas de sal al utilizar aguas de mala calidad, su problema se agudizara y sus tierras se convirtieran en incosteables. Las autoridades del Distrito ante este problema procedieron de inmediato a buscar una solución del mismo. Por lo tanto, se programó este estudio cuyo objetivo principal consiste en cuantificar la sal que entra al Distrito en el agua de riego y la desalojada por el sistema de drenaje y de esta forma encontrar un balance entre las "entradas" y "salidas" de sal, y al mismo tiempo conocer las áreas que se están recuperando o se están afectando, mediante el muestreo y análisis de los suelos del Distrito.

Este trabajo se inició el día 2 de mayo de 1971 y está programado para continuarse por un periodo de cinco años efectuando el balance anualmente para comparar con este primer estudio que servirá de base, cada uno de los cuatro restantes del trabajo.

LITERATURA REVISADA

La sal se acumula en los suelos regados cuando se les añade más de la que eliminan. Las aguas de riego contienen desde 0.25 a 12.5 toneladas de sal por un volumen de agua, de base una hectárea y 30 centímetros de espesor. Cuando no existe drenaje, el agua de riego puede aportar cada año de 2.5 a 25.0 ó incluso más toneladas de sal a una hectárea de tierra. Para evitar esta acumulación de sal, que trae consigo la disminución de los rendimientos de las cosechas, los riegos deben eliminar sal con la misma proporción en que es adicionada al terreno (6).

En 1958, aproximadamente 31 millones de acres estaba bajo riego en los 17 estados del oeste y Hawai y de acuerdo con Hayward (1958), un 27 por ciento de esta tierra presentaba cierto grado de salinidad. De hecho, durante la década de 1929 a 1939 se abandonaron más de un millón de acres de tierra bajo riego en los 17 estados del oeste debido a la acumulación de sales y de sodio (2).

✓ Puede suceder que no sea factible mantener baja salinidad en forma económica, debido a aguas salinas para riego, una capa freática a poca profundidad o permeabilidad deficiente del suelo. Bajo tales circunstancias, la juiciosa selección de los cultivos que puede producir mejores rendimientos bajo condiciones de salinidad, y la selección de prácticas especiales de manejo para reducir al mínimo dicha salinidad, puede ser motivo de éxito o fracaso (3).

✓ La fuente original de las sales del suelo y el agua, son los minerales primarios que se encuentran formando las rocas y los suelos. La formación de las sales se realiza mediante el proceso de interperismo (Hidrólisis, Hidratación, solubilización, oxidación, carbonatación) en las rocas y los suelos que las liberan gradualmente (12).

El desarrollo del proceso de salinización se ve favorecido por factores como los siguientes:

a).- Mal drenaje. Este se presenta cuando la permeabilidad es reducida por causa de las arcillas finas o capas compactadas o de caliche.

b).- Aguas freáticas superficiales. Se favorece el proceso de salinización por la rápida evaporación característica de los climas áridos y semiáridos, cuando estas aguas son estáticas y con alto contenido salino o bien que existan sales en el suelo.

c).- Aguas de mala calidad. El uso de aguas salinas para regar acelera el proceso de salinización.

d).- El clima. La alta evaporación y lo reducido de las lluvias evita el lavado natural de las sales.

e).- Topografía. Las topografías accidentadas y las variaciones geológicas y edafológicas facilitan la formación de acuíferos confinados y represamientos superficiales que con la influencia de la rápida evaporación incrementa el proceso (12).

La fuente mayor y más peligrosa de la salinidad del agua de riego la constituye las filtraciones y el aprovechamiento

de las aguas residuales de los riegos de tierras más altas. Los propietarios de terrenos que toman el agua en las partes más bajas de los cursos fluviales, los cuales a su vez reciben aguas de filtraciones y residuales de riego de las tierras salinas, situadas en las partes más altas, deberían comprobar el contenido salino y tomar precauciones especiales para evitar a los cultivos y a los suelos los perjuicios de esta fuente de salinidad (6).

La presencia de sales en la solución del suelo es dañina para las plantas. La cantidad de sales presentes en la solución del suelo se mide, en forma directa, cuantificándolos individualmente a partir del extracto de saturación del suelo y se expresa en conductividad eléctrica en micromhos/cm. (12). Las plantas toman agua por la diferencia de potencial de agua entre las raíces y la solución del suelo. En regiones húmedas, la concentración de sales en el suelo raramente es tan alta como para interferir con la absorción del agua. En regiones áridas la acumulación de un exceso de sales frecuentemente limita el crecimiento de las plantas (14).

La concentración de las sales solubles en la solución del suelo, se ve aumentada conforme disminuye la humedad debido a la evaporación y transpiración (11).

La falta de percolación de los suelos de las regiones áridas, juntamente con la excesiva evaporación del agua, produce la acumulación, en la parte superficial del suelo de sales solubles que son perjudiciales para la vida de las plantas.

Como las altas concentraciones de sales disueltas aumentan el esfuerzo total de humedad del suelo, los suelos salinos contienen menos agua disponible para las plantas, a cualquier contenido de humedad, que los suelos no salinos. Es más probable que los cultivos que crecen en suelos salinos sufran escasez de agua y retardo en el crecimiento, que los que se desarrollan en suelos no salinos. En consecuencia, las necesidades de agua en los suelos salinos suelen ser mayores que en los no salinos, debido a que las mayores tensiones de humedad restringen el crecimiento de las plantas (8).

La Ingeniería de Riego y Drenaje nos enseña que la germinación, así como el rendimiento de los cultivos, disminuyen a medida que aumenta la salinidad del suelo; a este aspecto, el Laboratorio de Salinidad de los EE.UU., indica, por ejemplo, que la germinación de la alfalfa es del 80% para una salinidad del suelo de 2300 ppm. medida en extracto de saturación del suelo y del 40% para una salinidad de 5500 ppm.; el rendimiento del algodón en suelos salinos comparado con el rendimiento en suelos no salinos, bajo condiciones similares de cultivo, es del 50% para una salinidad de 6400 ppm.(13).

En varias partes del mundo, así como en las áreas desérticas de los estados de California, Arizona, Texas y Nuevo Mexico y en el oeste de EE.UU. donde el agua subterránea puede obtenerse con relativa facilidad su calidad no es satisfactoria. De igual manera, donde se usan aguas superficiales, el aumento de la agricultura bajo riego y las prácti

cas de manejo está causando problemas muy serios debido a la calidad de las aguas. Esto significa que, después de varios años, las derivaciones de las corrientes superficiales pueden cambiar de aguas no contaminadas a una proporción contaminada de flujo revolvente de pobre calidad proveniente del drenaje (3).

Los pozos del Valle de El Paso y las del Distrito de Riego del Valle de Juárez se encuentran en condiciones más o menos parecidas presentándose el mejor porcentaje de pozos entre las 2 y 4 toneladas de sal por Ha. a 12 cms. de lámina de riego. El caso más grave corresponde a los pozos del Distrito de Conservación de Hudspeth, muestreados en 1955, ya que variaron desde 2.5 a más de 10.0 Ton. de sal por Ha. a 12 cms. de lámina de agua (10)*.

Cuando los pozos se operen en condiciones normales o sea que las extracciones son aproximadamente iguales a las aportaciones del acuífero, no se presentan problemas significativos en la variación de la concentración salina a través del tiempo; sin embargo, si la extracción excede al reabastecimiento del acuífero, la composición química del agua puede sufrir variaciones (1).

La forma asociada de las sales se presenta, por combinación de los iones; y los iones más comunes y abundantes son, según su denominación siguiente:

Aniones		Cationes	
Cl^-	(*)	Ca^{++}	(*)
$\text{SO}_4^{=}$	(*)	Mg^{++}	(*)
$\text{CO}_3^{=}$	(*)	Na^{++}	(*)
$\text{HCO}_3^{=}$	(*)	K^+	
$\text{NO}_3^{=}$		Fe^{+++}	
$\text{SiO}_3^{=}$		B^{+++}	

(9) (*) Aniones y Cationes más abundantes.

En general existen tres criterios principales para juzgar la conveniencia o limitación del empleo del agua con fines de riego de cultivos agrícolas. Estos criterios son: el contenido de sales solubles, el efecto probable del sodio sobre las características físicas de los suelos y el contenido de elementos tóxicos para las plantas (1).

En general, las aguas cuya conductividad eléctrica sea menor de 750 micromhos/cm. son satisfactorias para el riego por lo que respecta a sales, las aguas cuya C.E. varía entre 750 a 2250 micromhos/cm. son comúnmente utilizadas, obteniéndose con ellas crecimiento adecuado de las plantas siempre y cuando haya buen manejo de la tierra y un drenaje eficiente; sin embargo, las condiciones de salinidad se presentarán si el lavado y el drenaje no son adecuados. El empleo de aguas con C.E. mayor de 2250 micromhos/cm. es una excepción y raras veces se obtienen buenos resultados (3).

El contenido de sales de la mayor parte de las aguas para riego varía de 0.14 a 7.0 toneladas de sal por hectárea

en una lámina de 20 cm. de agua (70-3,500 ppm.). Por tanto, el conocimiento de la calidad del agua es de extrema importancia ya que tendrá gran influencia en las prácticas de riego y drenaje, en la selección de los cultivos y, hasta cierto grado, en otras prácticas de explotación del suelo (2, 7).

A menudo se ha estimado que las aguas salinas no eran aptas para el riego sin tener en cuenta las necesidades de la zona. Si la gestión es adecuada se puede mantener una agricultura de regadío utilizando aguas salobres. Por ejemplo, cuando mayor sea el contenido de sal del agua mayor debe ser el agua aplicada que debe ser empleada en lavar el suelo para obtener un balance favorable de sales (5).

La relación entre la cantidad de sales solubles llevadas hacia una zona por el agua de riego y la cantidad de ellos eliminada de esa zona por medio del drenaje, ha sido llamada (Scofield, 1940) "balance de sales en la zona". Por lo tanto, en una zona de riego debe mantenerse un balance de sales que es una condición en que la extracción de sales equivale o excede a la entrada, si la agricultura de riego ha de ser de tipo permanente (9).

El estudio de balance de sales, o sea la cuantificación de las sales que entran a la zona agrícola y de las que salen, es muy útil para definir a gran escala el proceso de acumulación de sales. Todavía no se cuenta con una metodología suficientemente buena para cuantificar los resultados, de cualquier manera, se tiene la certeza que está íntimamente ligado el balance hídrico (12).

Al formularse un balance de sales debe definirse la profundidad del suelo que va a ser considerada en el estudio. Es conveniente que esta profundidad sea de 3 a 5 Mts. para que con cierta confianza pueda presuponerse que se abarcan todas las fluctuaciones importantes del contenido de sales (1).

La selección de los tipos de muestreo depende de las finalidades de los trabajos por desarrollar, distinguiéndose dos casos principales:

a).- El primer caso se presenta cuando solo interesa llevar un control periódico de la calidad de las aguas de riego, con fines de preveer oportunamente cualquier cambio de la misma y su efecto sobre los suelos y cultivos y calcular las láminas de sobre-riego.

b).- El segundo caso se presenta cuando interesa formular el balance de sales de áreas de riego o de almacenamiento naturales o artificiales. En este caso la finalidad es detectar y cuantificar los procesos de ensalitramiento en terrenos de riego y/o pronosticar la calidad del agua en almacenamiento, cuando ésta se define por la mezcla de fuentes de diverso origen, con salinidades variables con el tiempo (1).

El océano puede ser una fuente de sales, en caso de que los depósitos marinos se hayan elevado y el drenaje de los mismos afecte posteriormente a las fuentes de agua para riego o también puede ser una fuente de sales, las llamadas sales cíclicas a lo largo de la costa debido a aspersiones transportadas

tadas por el viento (2).

El contenido de sales en los océanos es alrededor de 3% (90.0 toneladas de sal por Ha. en una lámina de 30 cm. de agua). Las aguas corrientes de las montañas generalmente contienen menor de 2.2 a 24 toneladas de sal por Ha. en una lámina de 30 cm. de agua; las aguas de drenes y aguas de zonas desérticas contienen de 22 a 33 toneladas de sal por Ha. en una lámina de 30 cm. (2).

En estudio realizado en el Valle de Coachella, California, fueron descritas las condiciones de balance de sales y agua para el período de 1957-1965. El índice de balance de sales fue relacionado con el área de riego que tiene drenaje subterráneo y el porcentaje de lavado. Las diferencias observadas entre las láminas de riego y drenaje en el balance de sales, indican que bajo las condiciones climáticas del Valle de Coachella, Calif. en donde aproximadamente un sexto de la tierra se siembra con dobles cultivos, el requerimiento de evapotranspiración es de 4 piés de agua por año (120.0 cms.). Este valor se aproxima al calculado con la fórmula de Blaney-Criddle que fue de 4.6 (132.0 cms.) para el período en que se efectuó el balance (4).

En estudio efectuado en los Distritos de Riego Nos. 25 y 26 del Bajo Río Bravo y Bajo Río San Juan en Río Bravo Tamaulipas, reportan en el año de 1966 un balance favorable de 2'074,423 toneladas de sal, ya que entraron en el agua de riego 608,603 toneladas y fueron desalojadas 2'683,026 toneladas de sal (15).

MATERIAL Y METODOS

El presente trabajo se llevó a cabo el Distrito de Riego No. 38, Río Mayo, Sonora, dependiente de la Secretaría de Recursos Hidráulicos el cual está localizado al sur del Estado de Sonora y ocupa ambas márgenes del Río Mayo entre los paralelos 27° y 21' y 26° 41' de latitud norte y los meridianos 109° 22' y 109° 44' de longitud del meridiano de Greenwich. El clima predominante en la región de acuerdo con la clasificación de C.W. Thornthwaite es: provincia de humedad árida, vegetación desértica con humedad deficiente en todas las estaciones, provincia de temperatura mesotérmica.

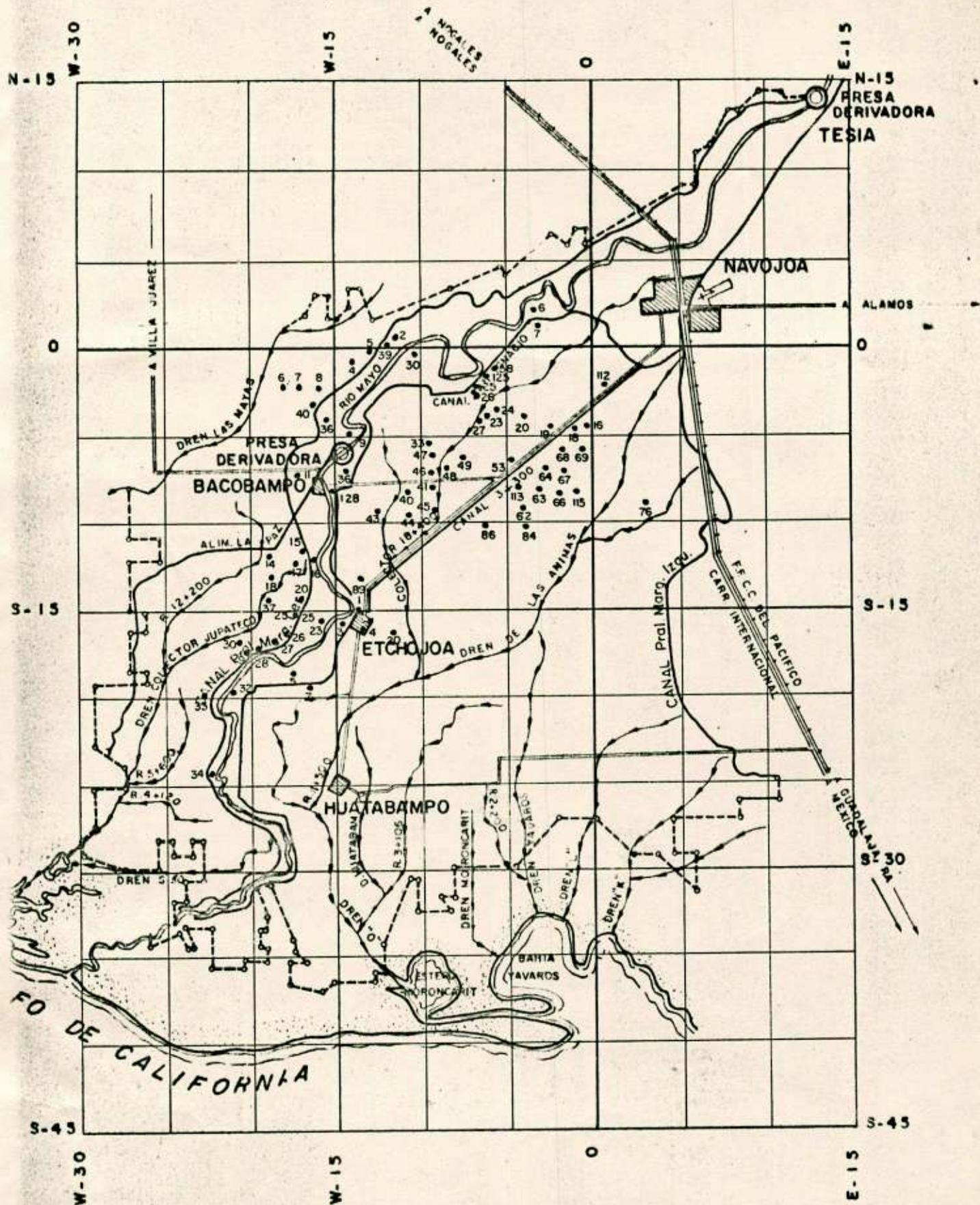
La precipitación media anual en la cuenca de captación del Río Mayo es del orden 750 mm. y en el centro del Distrito es de 260 mm. registrándose normalmente durante los meses de julio a octubre y en algunas ocasiones en los meses de diciembre y enero. Las temperaturas registradas en las estaciones termopluviométricas establecidas en la zona de riego anotan variaciones de 1°C hasta 48°C, siendo la temperatura media anual de 30°C.

La superficie bruta comprendida dentro de los límites del Distrito es de 114,000 Has. aproximadamente y la superficie neta es de 96,000 Has. la cual es irrigable con la Presa "Adolfo Ruiz Cortínez", que tiene un almacenamiento de 1015 millones de M³.

Para facilitar la operación el distrito se ha dividido en tres unidades, 10 zonas y 54 secciones de riego.

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
 DIRECCION GENERAL DE DISTRITOS DE RIEGO
 DISTRITO DE RIEGO No. 38, RIO MAYO, SON
 OFICINA DE INGENIERIA DE RIEGO Y DRENAJE

PLANO No. 1



CLAVE

● LOCALIZACION DE POZOS DE BOMBEO

Escala 1:300,000

El agua del subsuelo también se viene utilizando para regar parte del distrito dentro del cual existen 117 pozos que se operan con fines de riego.

El ciclo agrícola en este distrito es del 1º de octubre al 30 de septiembre.

Considerando que el balance de sales consiste en cuantificar las sales que en el agua de riego entran al distrito y las que son desalojadas por la red de drenaje, se realizó el estudio tomando en cuenta dos puntos principales que son el eje del balance:

I).- Contabilizar los volúmenes de agua derivadas al distrito y las extraídas por el sistema de drenes.

II).- Cuantificar la cantidad de sal que en dichos volúmenes de agua entra y sale del distrito.

I.- Para llevar un control minucioso de los volúmenes de agua se consideraron por separado los siguientes aspectos:

a) Volumen de agua derivada al distrito (entradas)

b) Volumen de agua que salió del distrito (salidas).

En el primer caso (entradas), se consideró el agua derivada por la Presa Adolfo Ruiz Cortínez y la bombeada por pozos particulares que estuvieron auxiliando al distrito para complementar los volúmenes solicitados semanalmente por los agricultores.

Los aforos en la presa derivadore se efectuaron diariamente utilizando para ello el método de molinete; en los pozos de bombeo se aforó el caudal directamente en el medidor volumétrico de la bomba, realizándose esta operación cada

tercer día.

Durante el tiempo que comprendió este primer estudio es tuvieron bombeando al distrito 83 pozos (Plano No. 1) haciéndose la aclaración de que estos pozos no estuvieron trabajando simultáneamente en su totalidad pero sín un 70% de ellos durante los meses de mayo, junio, julio y parte de agosto, en el resto de los meses del estudio bajó la intensidad de bombeo debido a la iniciación de las lluvias al final del ciclo agrícola 70-71 y a la iniciación de un programa de siembra en el ciclo agrícola 1971-72 con agua suficiente en la presa para no incluir bombeo intensivo.

Para contabilizar el volumen de agua que fue desalojado se consideraron todos los drenes colectores que salen del distrito, el río Mayo y la sección de riego No. 16 ya que esta sección no cuenta por su localización con sistema de drenes para sus excedentes de agua, por tal motivo todo el volúmen de agua entregado a la sección antes mencionada para sus riegos, se consideró como volumen de salida y la superficie de la sección No. 16 no se consideró dentro del estudio de balance.

Los sitios de control para aforo en drenes se localizaron en lugares estratégicos donde previamente existía una estrutura de aforo en los cuales con anterioridad se llevó un control de los volúmenes drenados. Para ello se procuró que los sitios estuvieran lo más próximo el dren en cuestión con el límite del distrito con el fin de que los volúmenes aforados fueran realmente los que estuvieron saliendo del distri-

to. Los sitios de aforo fueron los que aparecen en el Cuadro No. 1 y se marcan en el Plano No. 2.

Cuadro 1. Sitios de aforo en drenes.

Unidad	Sitios de Aforo	Nombre del Dren
Primera	1	" K "
	2	" L "
Segunda	8	Jupateco
	9	Mayas
Tercera	3	Yavaros
	4	Huatabampo
	5	Animas
	6	Sección 16
	7	Vado Júpero (Río Mayo)

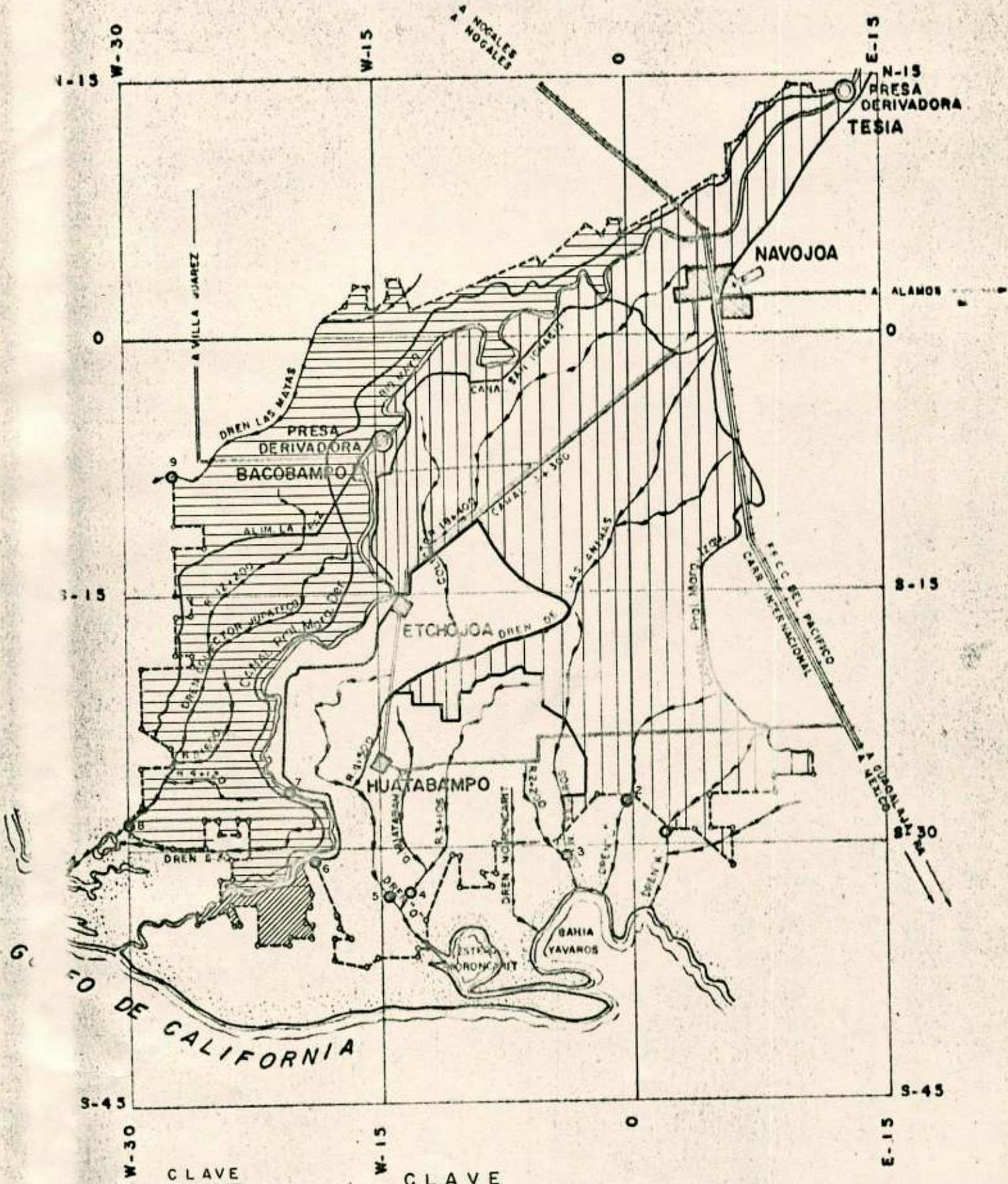
El método de aforo utilizado para contabilizar volúmenes fue de "molinete" siendo realizados por personal del departamento de operación, la frecuencia de aforo fue como se ilustra en el Cuadro No. 2.

Cuadro 2. Cantidad y frecuencia de aforos.

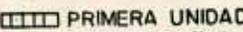
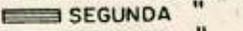
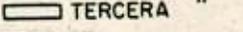
Localización	Frecuencia	Cantidad de Aforos
Fresa Derivadora	Diario	1
Fozos de bombeo	Cada tercer día	83
Drenes	Diario	9

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
 DIRECCION GENERAL DE DISTRITOS DE RIEGO
 DISTRITO DE RIEGO No. 38, RIO MAYO, SON
 OFICINA DE INGENIERIA DE RIEGO Y DRENAJE

PLANO No. 2



CLAVE

-  PRIMERA UNIDAD
-  SEGUNDA "
-  TERCERA "

CLAVE

-  SITIO DE CONTROL DE AFORO EN DRENES
-  SECCION DE RIEGO 16

Escala 1:300,000

NOTA: Es importante hacer notar que a principios del mes de agosto, se presentó la influencia en el distrito del ciclón "Katrina" motivo por el cual estuvieron suspendidos los riegos por un período aproximado de 15 días ya que la mayoría de los suelos del distrito estaban irrigados. Posteriormente en los primeros días del mes de noviembre se presentó una "creciente" suspendiéndose también temporalmente los servicios de riego, ocasionando estos dos fenómenos que se paralizaran las "entradas" pero los drenes sí estuvieron trabajando intensamente.

II.- Se cuantificó la cantidad de sal que entra y sale del distrito mediante el análisis químico de las aguas derivadas y las extraídas por el sistema de drenes.

Para la localización de los sitios de muestreo se siguió el siguiente procedimiento:

a) "Entradas". En el caso de la presa derivadora la muestra se sacó del vaso de almacenamiento y en los pozos de bombeo se muestreó directamente en la salida de agua del pozo.

b) "Salidas". En este aspecto se consideraron los drenes colectores y la sección de riego No. 16, en el caso de los drenes, el sitio de muestreo se localizó en el cruce del dren en cuestión con el límite del distrito, en la sección 16 se muestreó sobre el canal Lat.3+300 en el lugar de entrada de dicho lateral a la sección de riego.

Cuadro 3. Sitio de muestreo para análisis de agua en drenes.

Unidad	Sitios de Muestreo	Nombre del Dren
Primera	1	" K "
	2	" L "
Segunda	8	Jupateco
	9	Mayas
Tercera	3a y 3b	Yavaros
	4	Huatabampo
	5a y 5b	Animas
	6	Vado Júparo (río Mayo)
	7	Sección 16

La frecuencia de muestreo para análisis de agua tanto de entrada como de salida, fue cómo se ilustra en el Cuadro No. 4.

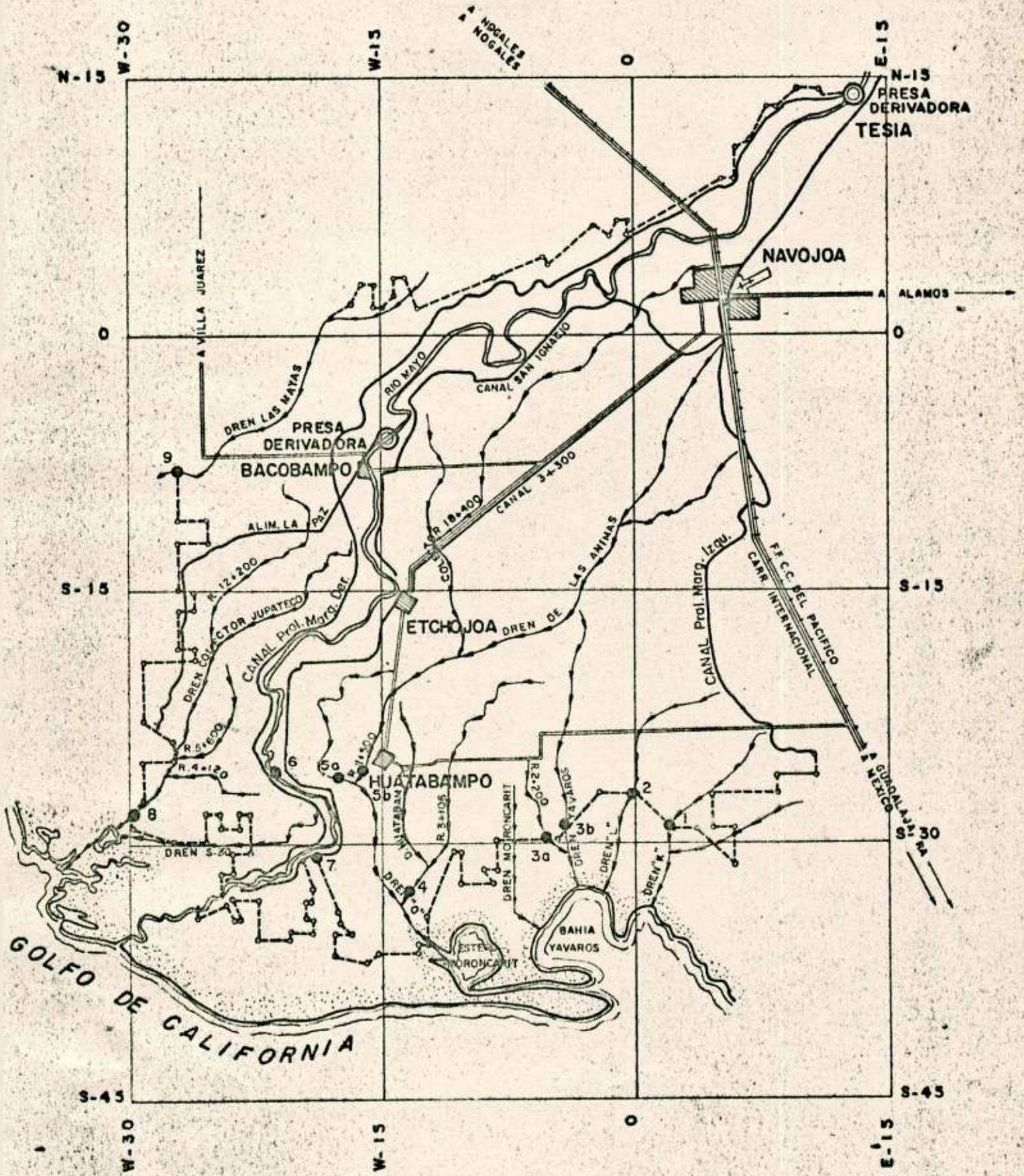
Cuadro 4. Frecuencia de muestreo para análisis de agua.

Localización	Frecuencia	Cantidad de Análisis
Presa Derivadora	Semanal	1
Pozos de bombeo	Cada tercer día	83
Drenes	Semanal	11

Los pozos de bombeo se muestrearon cada tercer día y en el caso de la presa derivadora y los drenes la muestra se extrajo los días miércoles de cada semana. Una vez extraída

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
 DIRECCION GENERAL DE DISTRITOS DE RIEGO
 DISTRITO DE RIEGO No. 38, RIO MAYO, SON
 OFICINA DE INGENIERIA DE RIEGO Y DRENAJE

PLANO No. 3



CLAVE

● SITIOS DE MUESTREO PARA ANALISIS DE AGUA DE DRENES.

Escala 1:300,000

la muestra, se llevó al laboratorio del distrito en frascos de vidrio debidamente cerrados y limpios, en el laboratorio se procesó efectuándole los análisis siguientes:

1.- Conductividad eléctrica y pH

2 a).- Cationes

Calcio + Magnesio

Calcio Ca^{++}

Sodio Na^+

2 b).- Aniones

Carbonatos $CO_3^{=}$

Bicarbonatos HCO_3^-

Sulfatos $SO_4^{=}$

Cloruros Cl^-

3.- Clasificación.

Los métodos de análisis fueron los indicados en el manual No. 60 del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América, Cap. 8.

Obtenidos los volúmenes y los análisis de agua antes mencionados, se procedió al cálculo de las toneladas de sal para lo cual se contabilizaron los volúmenes de agua de lunes a domingo y se tomó como valor representativo de la salinidad la muestra de agua extraída los miércoles. En el caso de los pozos de bombeo se valuó cada tercer día. La cantidad de sales (Kgs.) se obtuvo multiplicándose las partes por millón (ppm.) de la muestra reportada en el análisis de laboratorio por el volumen de agua acumulado semanalmente aforado en el punto de control establecido (Millares de metros cúbicos).

$$K_s = \text{ppm.} \times V_s \text{ - - - - - 1}$$

donde: K_s = Kilogramo de sal

ppm. = partes por millón.

V_s = volumen semanal (millares de metros cúbicos)

Las partes por millón (ppm.) fueron la suma del producto de los miliequivalentes por litro de cada ión reportado en el análisis químico del laboratorio por el peso miliequivalente del mismo.

$$\text{ppm.} = (\text{Me/Lt. (ión)} \times \text{Pe}) \text{ - - - - - 2}$$

donde: ppm. = partes por millón

Pe = Peso miliequivalente en mg.

Ejemplo:

<u>Cationes</u>	¹ Me/L	² Peso Miliequi valente (Mg.)	ppm. (1 x 2)
Ca ⁺⁺	8.7	20.04	174.348
Mg ⁺⁺	8.3	12.16	100.928
Na ⁺	15.8	23.00	363.400
<u>Aniones</u>			
HCO ₃ ⁻	5.0	61.01	305.050
SO ₄ ⁼	7.9	48.03	379.437
Cl ⁻	22.2	35.46	787.212
			$\Sigma = 2,110.375$

El control de la cantidad de sal extraída o derivada del agua de riego se llevó semanalmente en formas individuales para cada sitio de muestreo (forma No. 1) posteriormente las cantidades reportadas en estas formas, se acumularon por separado "entradas" (presa, pozos de bombeo) y "salidas"

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS

DIRECCION GENERAL DE DISTRITOS DE RIEGO

DISTRITO DE RIEGO No. 38, RIO MAYO, SONORA

OFICINA DE INGENIERIA DE RIEGO Y DRENAJE

VOLUMEN Y CANTIDAD DE SALES DEL POZO 58, PRIMERA UNIDAD

CICLO 1970 - 1971

Forma No. 1.

S E M A N A	VOLUMEN (M ³) 10 ³	P. P. M.	TONELADAS SALES	ACUMULADO
2 AL 8 - V - 71	47.270	607	28.693	
9 AL 15 - V - 71	58.890	657	38.691	67.384
16 AL 22 - V - 71	34.190	698	23.865	91.249
23 AL 29 - V - 71	55.760	661	36.857	128.106
30 AL 5 - VI - 71	47.400	621	29.435	157.541
6 AL 9 - VI - 71	59.250	683	40.468	198.009
13 AL 19 - VI - 71	42.310	583	24.666	222.675
20 AL 26 - VI - 71	50.410	583	29.389	252.064
27 AL 3 - VII - 71	39.880	583	23.250	275.314
4 AL 10 - VII - 71	15.210	604	9.187	284.501
11 AL 17 - VII - 71	16.380	625	10.238	294.739
18 AL 24 - VII - 71	10.800	645	6.966	301.705
25 AL 31 - VII - 71	29.970	665	19.930	321.635
1 AL 7 - VIII - 71	55.330	616	34.083	355.718
8 AL 14 - VIII - 71	30.350	605	18.362	374.080
15 AL 21 - VIII - 71	— 0 —	— 0 —	— 0 —	374.080
22 AL 28 - VIII - 71	19.980	600	9.588	383.688
29 AL 4 - IX - 71	— 0 —	— 0 —	— 0 —	383.688
4 AL 11 - IX - 71	31.610	610	19.282	402.950
12 AL 18 - IX - 71	22.470	512	11.505	414.455
19 AL 25 - IX - 71	6.470	522	3.377	417.832
26 AL 2 - X - 71	6.480	522	4.427	422.259
12 AL 18 - XII - 71	20.550	522	10.727	432.986
19 AL 25 - XII - 71	29.020	522	15.148	448.134
9 AL 15 - I - 72	3.370	522	1.759	449.893
16 AL 22 - I - 72	16.840	522	8.790	458.683
23 AL 29 - I - 72	14.910	522	7.783	466.466
30 AL 5 - II - 72	9.850	522	5.142	471.608
6 AL 12 - II - 72	16.550	522	8.639	480.247
13 AL 19 - II - 72	10.220	522	5.335	485.582
20 AL 26 - II - 72	14.160	522	7.391	492.973
27 AL 4 - III - 72	9.560	522	4.990	497.963
19 AL 25 - III - 72	15.840	522	8.268	506.231
26 AL 1 ^a - III - 72	12.940	522	6.755	512.986
16 AL 22 - III - 72	15.730	522	8.211	521.197

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
DIRECCION GENERAL DE DISTRITOS DE RIEGO
DISTRITO DE RIEGO No. 38, RIO MAYO, SONORA
OFICINA DE INGENIERIA DE RIEGO Y DRENAJE

VOLUMEN Y CANTIDAD DE SALES DEL DREN MAYAS
CICLO 1970 - 1971

Forma No. 1

S E M A N A	VOLUMEN(M ³)10 ³	P. P. M.	TONELADAS SALES	ACUMULADO
2 AL 8 - V - 71	110.160	2,110	232.438	
9 AL 15 - V - 71	107.136	2,672	286.267	518.705
16 AL 22 - V - 71	81.734	1,825	149.165	667.870
23 AL 29 - V - 71	101.952	2,318	236.325	904.195
30 AL 5 - VI - 71	97.200	1,935	188.082	1,092.277
6 AL 12 - VI - 71	62.208	3,404	211.756	1,304.033
13 AL 19 - VI - 71	65.664	2,502	164.291	1,468.324
20 AL 26 - VI - 71	58.752	3,595	211.213	1,679.537
27 AL 3 - VII - 71	68.774	2,477	170.353	1,849.890
4 AL 10 - VII - 71	64.800	1,773	114.890	1,964.780
11 AL 17 - VII - 71	75.254	2,647	199.197	2,163.977
18 AL 24 - VII - 71	69.120	5,093	352.028	2,516.005
25 AL 31 - VII - 71	43.632	1,859	81.112	2,597.117
1º AL 7 - VIII - 71	70.416	6,573	462.844	3,059.961
8 AL 14 - VIII - 71	323.136	3,822	1,235.025	4,294.986
15 AL 21 - VIII - 71	749.520	342	256.336	4,551.322
22 AL 28 - VIII - 71	149.472	544	81.313	4,632.635
29 AL 4 - IX - 71	219.456	536	117.628	4,750.263
5 AL 11 - IX - 71	198.720	882	175.271	4,925.534
12 AL 18 - IX - 71	147.744	1,620	239.345	5,164.879
19 AL 25 - IX - 71	119.664	2,527	302.391	5,467.270
26 AL 2 - X - 71	92.275	2,374	219.060	5,686.330
3 AL 9 - X - 71	94.608	3,919	370.769	6,057.099
10 AL 16 - X - 71	47.520	3,845	182.714	6,239.813
17 AL 23 - X - 71	43.200	3,663	158.241	6,398.054
24 AL 30 - X - 71	65.664	4,168	273.687	6,671.741
31 AL 6 - XI - 71	5,788.800	2,214 *	12,816.403	19,488.144
7 AL 13 - XI - 71	639.360	259	165.594	19,653.738
14 AL 20 - XI - 71	412.560	395	162.961	19,816.699
21 AL 27 - XI - 71	423.360	509	215.490	20,032.639
28 AL 4 - XII - 71	410.400	1,123	460.879	20,493.518
5 AL 11 - XII - 71	302.400	2,620	792.288	21,285.806
12 AL 18 - XII - 71	253.152	1,986	502.760	21,788.566
19 AL 25 - XII - 71	222.912	2,563	571.723	22,360.289
26 AL 1º - I - 72	206.928	2,244	464.346	22,824.635
2 AL 8 - I - 72	231.120	1,950	450.684	23,275.319
9 AL 15 - I - 72	184.896	2,779	513.826	23,789.145
16 AL 22 - I - 72	180.576	2,460	444.216	24,233.361
23 AL 29 - I - 72	233.280	1,461	340.822	24,574.183
30 AL 5 - II - 72	228.096	1,768	403.274	24,977.457
6 AL 12 - II - 72	228.960	2,076	475.321	25,452.778
13 AL 19 - II - 72	227.232	1,421	322.897	25,775.675
20 AL 26 - II - 72	232.416	1,562	363.033	26,138.708
27 AL 4 - III - 72	241.920	1,709	413.441	26,552.149
5 AL 11 - III - 72	199.584	1,825	364.241	26,916.390
12 AL 18 - III - 72	235.008	1,693	397.868	27,314.258
19 AL 25 - III - 72	209.952	1,518	318.707	27,632.965
26 AL 1º - IV - 72	236.736	1,900	449.798	28,082.763
2 AL 8 - IV - 72	245.376	2,068	507.438	28,590.201
9 AL 15 - IV - 72	237.600	1,869	444.074	29,034.275
16 AL 22 - IV - 72	234.144	1,755	410.923	29,445.198
23 AL 29 - IV - 72	247.104	2,042	504.586	29,949.784

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
DIRECCION GENERAL DE DISTRITOS DE RIEGO
DISTRITO DE RIEGO No. 38, RIO MAYO, SON.
OFICINA DE INGENIERIA DE RIEGO Y DRENAJE

Forma No. 2

**RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO DE AGUA DEL DREN MAYAS
DE LA SEGUNDA UNIDAD**

MUESTRA	10 ³		CATIONES m.e./lt.			SUMA Cat.	ANIONES m.e. / lt.				SUMA ANIO	R.A.S	Clasif.	SALES DISUELTAS P. P. M.
	C.E.	PH	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺		CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁼	Cl ⁻				
2-8-V-71	3.4	7.8	8.7	8.3	15.80	32.80		5.0	7.9	22.2	35.1	5.41	C ₄ S ₂	2110
9-15-V-71	4.5	8.1	7.8	12.8	22.50	43.10		4.6	9.6	31.0	45.2	7.12	C ₄ S ₃	2672
16-22-V-71	2.8	8.0	9.0	4.0	16.38	29.38		6.0	3.0	20.0	29.0	6.68	C ₄ S ₂	1825
23-29-V-71	3.4	8.1	17.0	1.0	20.54	38.54		7.0	3.0	26.0	36.0	6.84	C ₄ S ₂	2318
30-V-5-VI-71	3.4	7.6	8.0	7.0	16.50	31.50		3.0	5.0	25.0	33.0	6.04	C ₄ S ₂	1935
6-12-VI-71	5.0	7.7	8.0	18.0	31.95	57.95		6.0	12.0	38.0	56.0	8.87	C ₄ S ₃	3404
13-19-VI-71	3.4	7.9	8.0	12.0	21.10	41.10		8.0	7.0	25.0	40.0	6.67	C ₄ S ₂	2502
20-26-VI-71	5.5	7.8	14.0	16.0	31.95	61.95		4.0	18.0	36.0	58.0	8.25	C ₄ S ₃	3595
27-VI-3-VII-71	4.0	7.9	10.0	10.0	20.00	40.00		5.0	9.0	27.0	41.0	6.32	C ₄ S ₂	2477
4-10-VII-71	2.8	8.3	4.5	8.3	16.30	29.20	0.3	3.7	6.6	18.5	29.1	6.44	C ₄ S ₂	1773
11-17-VII-71	4.4	8.1	15.0	6.0	21.28	42.28	1.0	4.0	13.0	25.0	43.0	6.69	C ₄ S ₂	2647
18-24-VII-71	7.0	7.8	13.0	27.0	45.95	85.95	3.0	4.0	22.0	58.0	87.0	10.27	C ₄ S ₄	5093
25-31-VII-71	3.0	7.9	6.0	9.0	16.38	31.38	2.0	4.0	5.0	20.0	31.0	6.00	C ₄ S ₂	1859
1-7-VIII-71	9.0	7.6	21.0	28.0	57.20	106.20	1.0	6.0	30.0	75.0	112.0	11.44	C ₄ S ₄	6573
8-14-VIII-71	6.0	7.9	12.0	17.0	36.00	65.00	1.0	5.0	18.0	38.0	62.0	9.49	C ₄ S ₃	3822
15-21-VIII-71	0.5	7.5	2.0	1.0	2.14	5.14		2.0	1.0	2.0	5.0	1.75	C ₂ S ₁	342
22-28-VIII-71	0.8	8.0	3.0	2.0	3.60	8.60	1.0	2.0	1.0	5.0	9.0	2.27	C ₃ S ₁	544
29-VIII-4-IX-71	0.95	8.1	3.0	2.0	3.80	8.80	1.0	2.0		6.0	9.0	2.40	C ₃ S ₁	536
5-11-IX-71	1.4	8.5	3.0	5.0	6.26	14.26	1.0	3.0	4.0	6.0	14.0	3.13	C ₃ S ₁	882
12-18-IX-71	2.2	8.5	7.0	5.0	12.50	24.50	1.0	4.0	9.0	12.0	26.0	5.10	C ₃ S ₂	1620
19-25-IX-71	3.8	8.2	8.0	11.0	23.00	42.00	1.0	6.0	11.0	22.0	40.0	7.47	C ₄ S ₂	2527
26-IX-2-X-71	3.6	8.1	8.0	9.0	20.20	37.20	2.0	3.0	18.0	15.0	38.0	7.01	C ₄ S ₂	2374
3-9-X-71	5.0	7.9	12.0	15.0	34.50	61.50	2.0	6.0	26.0	29.0	63.0	9.53	C ₄ S ₃	3919
10-16-X-71	6.0	8.0	13.0	14.0	36.00	63.00	1.0	5.0	24.0	31.0	61.0	9.91	C ₄ S ₃	3845
17-23-X-71	5.0	7.7	15.0	13.0	32.80	60.80	2.0	5.0	22.0	29.0	58.0	8.77	C ₄ S ₃	3663
24-30-X-71	6.0	7.9	16.0	14.0	39.60	69.60	1.0	6.0	25.0	33.0	65.0	10.23	C ₄ S ₃	4168
31-X-6-XI-71	NO	SE	MUESTREO											* 2214
7-13-XI-71	0.34	8.2	1.0	2.0	0.94	3.94		2.0		2.0	4.0	0.72	C ₂ S ₁	259
14-20-XI-71	0.55	8.0	3.0	1.0	1.50	5.50		2.0	2.0	2.0	6.0	1.06	C ₂ S ₁	395
21-27-XI-71	0.7	7.7	3.0	2.0	2.84	7.84		2.0	2.0	4.0	8.0	1.79	C ₂ S ₁	509
28-XI-4-XII-71	1.9	7.5	5.0	6.0	6.90	17.90		5.0	5.0	7.0	17.0	3.0	C ₃ S ₁	1123
5-11-XII-71	3.4	7.6	8.0	13.0	20.90	41.90		6.0	17.0	18.0	41.0	6.57	C ₄ S ₂	2620
12-18-XII-71	2.6	8.1	6.0	7.0	15.46	30.46	1.0	5.0	13.0	12.0	31.0	5.67	C ₄ S ₂	1986
19-25-XII-71	3.6	8.2	11.0	9.0	20.20	40.20	1.0	5.0	18.0	16.0	40.0	6.39	C ₄ S ₂	2563
26-XII-1-I-72	4.5	8.3	16.0	8.0	23.00	47.00	1.0	7.0	20.0	21.0	49.0	6.64	C ₄ S ₂	2244
2-8-I-72	2.6	7.8	8.0	8.0	15.48	31.48	1.0	5.0	12.0	12.0	30.0	5.48	C ₂ S ₂	1950
9-15-I-72	4.0	8.0	11.0	11.0	21.00	43.00	1.0	7.0	16.0	20.8	44.8	6.34	C ₄ S ₂	2800
16-22-I-72	3.2	8.0	9.0	9.0	19.08	37.08	1.0	7.0	14.0	17.0	39.0	6.36	C ₄ S ₂	2460
23-29-I-72	2.0	8.2	6.0	5.0	11.08	22.08	1.0	5.0	7.0	10.0	23.0	4.73	C ₃ S ₂	1461
30-I-5-II-72	2.6	8.0	8.0	5.0	14.28	27.28	1.0	7.0	7.0	12.0	27.0	5.71	C ₄ S ₂	1768
6-12-II-72	2.8	8.1	9.0	8.0	14.64	31.64		7.0	9.0	17.0	33.0	5.03	C ₄ S ₂	2076
13-19-II-72	2.0	8.1	7.0	5.0	11.08	23.08	1.0	5.0	5.0	11.0	22.0	4.52	C ₃ S ₂	1421
20-26-II-72	2.2	8.1	7.0	5.0	12.50	24.50	1.0	6.0	6.0	11.0	24.0	5.10	C ₃ S ₂	1562
27-II-4-III-72	2.6	8.2	7.0	6.0	13.94	26.94		6.0	8.0	12.0	26.0	5.46	C ₄ S ₂	1709
5-II-III-72	2.6	8.2	8.0	6.0	14.28	28.28	1.0	6.0	7.0	15.0	29.0	5.40	C ₄ S ₂	1825
12-18-III-72	2.6	8.2	6.0	7.0	12.80	25.80	1.0	6.0	7.0	13.0	27.0	5.01	C ₄ S ₂	1693
19-25-III-72	2.2	8.0	6.0	6.0	11.80	23.80		4.0	8.0	12.0	24.0	4.81	C ₃ S ₂	1518
26-III-1-IV-72	2.8	8.1	7.0	10.0	14.64	31.64		4.0	8.0	19.0	31.0	5.03	C ₄ S ₂	1900
2-8-IV-72	2.8	8.0	8.0	8.0	17.26	33.26		6.0	10.0	16.0	32.0	6.12	C ₄ S ₂	2068
9-15-IV-72	2.6	8.3	6.0	7.0	15.48	28.48		7.0	8.0	14.0	29.0	6.09	C ₄ S ₂	1869
*16-22-IV-72	2.6	8.1	9.0	6.0	13.20	28.20		5.0	9.0	13.0	27.0	4.83	C ₄ S ₂	1755
23-29-IV-72	2.8	8.0	8.0	10.0	14.64	32.64		5.0	10.0	18.0	33.0	4.88	C ₄ S ₂	2042

(drenes y sección No. 16) este control se llevó también semanalmente utilizando la forma No. 3.

El índice semanal por pozo se obtuvo dividiendo la cantidad de sal aportada por los pozos entre el número de ellos que estuvieron bombeando.

Para complementar el balance de sales y con el propósito de conocer las variaciones de salinidad en el suelo, se programó un muestreo anual de los suelos del distrito, el cual se efectuó de la siguiente manera.

Para conocer la intensidad de muestreo se dividió el distrito en dos zonas considerando la afectación salina que presentan y la heterogeneidad en los tipos de suelo, de esta manera se denominó:

1.- Zona "A". A la zona que se encuentra localizada arriba de la coordenada sur 15 (Plano No. 4), la cual se caracteriza por su bajo grado de afectación salina y poca variabilidad de los tipos de suelo localizándose en esta área 230 sitios de muestreo y

2.- Zona "B". A la zona que se encuentra localizada entre la coordenada sur 15 y el Golfo de California (Plano No. 4) caracterizándose esta zona por su alto grado de afectación salina y su variabilidad en los tipos de suelo, debido a estas condiciones se intensificó el muestreo localizándose 365 sitios.

Para la localización de los sitios de muestreo se siguió la cuadrícula del distrito trazada a 1 Km. de equidistancia se numeraron progresivamente y se descartaron todos

aquellos sitios que cayeron ya sea dentro de un poblado, lecho del río o fuera de los límites del distrito, una vez numerados se escogieron completamente al azar los sitios de muestreo definitivo.

<u>Zona</u>	<u>Sitios de Muestreo</u>
A	230
B	<u>365</u>
Total:	595

Se fijaron 595 sitios de muestreo a 5 profundidades cada uno, las profundidades fueron de:

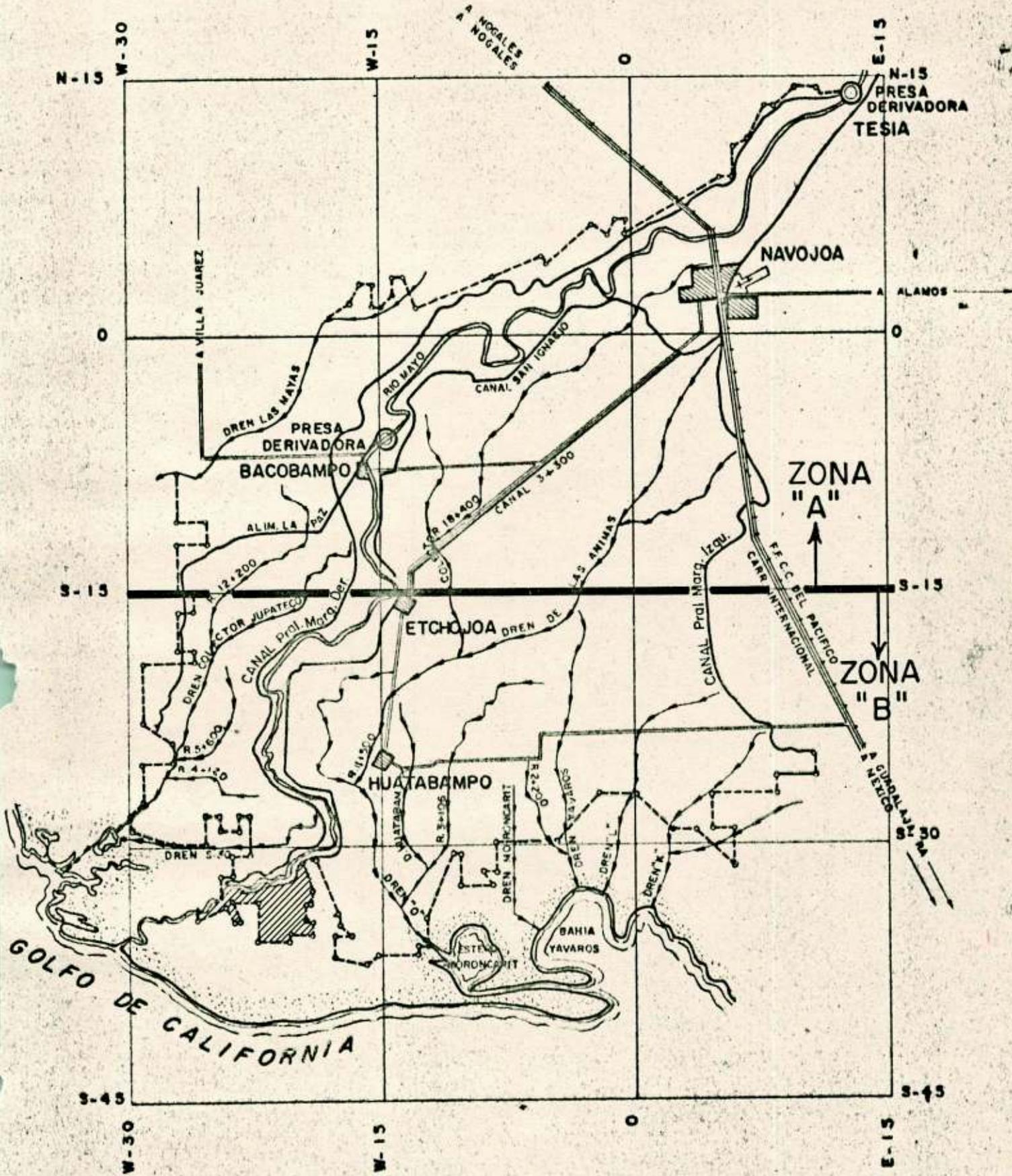
0	-	30 cms.
30	-	60 "
60	-	110 "
110	-	160 "
160	-	210 "

El muestreo se efectuó con barrenas de rotación manual, y posteadoras de tijera. La muestra, una vez sacada, se llevó al laboratorio en bolsas de polietileno con la etiqueta de identificación correspondiente.

En el laboratorio la muestra de suelo siguió el proceso siguiente:

- 1.- Secado al aire
- 2.- Molienda y tamizado
- 3.- Extracto de saturación (%)
- 4.- pH y conductividad eléctrica

SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
DIRECCION GENERAL DE DISTRITOS DE RIEGO
DISTRITO DE RIEGO No. 38, RIO MAYO, SON
OFICINA DE INGENIERIA DE RIEGO Y DRENAJE



CLAVE

▨ SECCION DE RIEGO 16

Escala 1:300,000

5.- Aniones.	Carbonatos CO_3^-
	Bicarbonatos HCO_3^-
	Sulfato SO_4^-
	Cloruro Cl^-
Cationes	Calcio + Magnesio
	Calcio Ca^{++}
	Sodio Na^+
6.- Cálculos	R.A.S.
	P.S.I.
	Clasificación
7.- Análisis mecánico	Determinación de % de arena, limo y arcilla. Clasificación textural.

Este análisis se hizo con el propósito de obtener datos que sirvieron para la elaboración de un plano de salinidad a diferentes profundidades donde las variantes fueron los valores de conductividad eléctrica en milimhos por cm. a 25°C y los valores de porcentaje de sodio intercambiable (P.S.I.).

Los rangos de clasificación utilizados fueron los normalmente establecidas (Cuadro No. 5).

Cuadro 5. Clasificación de diferentes tipos de suelo.

	C.E. x 10 ³	(mmhos/cm.)	P.S.I.
1.- Normal	<	4.0	< 15.0
2.- Salino	~	4.0	< 15.0
3.- Salino sódico	~	4.0	> 15.0
4.- Sódico	~	4.0	> 15.0

RESULTADOS

Al obtener los valores acumulados semanalmente tanto para "entradas" como para "salidas" en la Forma No. 1, se tabularon por separado en la Forma No. 3 en la cual aparecen resumidas todas las toneladas de sal en la Presa derivadora, pozos de bombeo (entradas) y drenes, sección 16 (salidas), finalmente en la misma forma aparecen los resultados del balance indicándonos si fue favorable o desfavorable, con estos valores de balance se construyó la Gráfica No. 1 donde aparecen en clave las entradas y salidas de sal.

Los valores de conductividad eléctrica en milimhos/cm. a 25°C y porciento de sodio intercambiable (P.S.I.) determinantes de las condiciones de salinidad de un suelo, se llevaron a un plano general del distrito escala 1:50,000 en el cual estaban localizados previamente los sitios de muestreo para análisis de suelo, con el fin de que una vez interpolados dichos valores obtener áreas por profundidades de muestreo con diferentes condiciones de salinidad y observar las variaciones en los diferentes perfiles durante el tiempo total que dure el estudio de balance.

DISCUSION

En la Gráfica No. 1 y la forma No. 3 se observa que durante la época que estuvieron trabajando intensivamente los pozos de bombeo, el balance de sales fue desfavorable o sea que las "entradas" de sal al distrito fueron mayores que las "salidas"; sin embargo, con la influencia del ciclón "Katrina" en los primeros días del mes de agosto, las "entradas" estuvieron paralizadas por un período aproximado de 15 días debido a que ya era final del ciclo agrícola 1970-1971 y había pocos cultivos en pié, los cuales se encontraban regados. Por otro lado, los drenes estuvieron trabajando con bastante intensidad desalojando los excedentes de agua motivados por las fuertes lluvias que se registraron, ésto dió como resultado que las "salidas" aumentaran considerablemente observándose entonces un balance favorable; a partir de esta fecha los pozos dejaron de bombear en su mayoría, permaneciendo el balance más o menos estable.

Posteriormente durante los primeros días del mes de noviembre se presentó otro fenómeno imprevisto como fue la venida del Río Mayo originadas por lluvias de consideración registradas aguas arriba de la cortina de la Presa Adolfo Ruíz Cortínez. Este creciente regó gran parte de la superficie que ya estaba preparada para cultivos de invierno imposibilitando también la conducción del agua por los canales del distrito hacia terrenos que no fueron inundados, ésto motivó que también durante un lapso de tiempo las "en-

tradas" estuvieran paralizadas y las "salidas" trabajaran intensamente desalojando los volúmenes excedentes, este factor fue la causa principal para que en este tiempo fueran extraídas gran cantidad de sales del distrito. Sin embargo, hay que considerar que estos dos fenómenos imprevistos van a variar el estudio en ciclos posteriores, por lo que se debe tomar este trabajo únicamente como base de comparación.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

El fin del presente trabajo es el de cuantificar anualmente la cantidad de sal que en el agua de riego entra y sale del distrito y observar las variaciones de salinidad a diferentes profundidades del suelo para comparar finalmente los estudios que se realicen durante 5 años con este primer trabajo que es el básico.

Tomando en cuenta estos dos factores se llevó un control de las toneladas de sal que estuvieron entrando al distrito y las extraídas por el sistema de drenes.

Se contruyó un eje de coordenadas dibujando una gráfica para "entradas" y otra para "salidas", la cual tiene como valores de X el tiempo durante el cual se realizó el estudio y como valores correspondientes a Y las toneladas de sal.

Se llevó a cabo un muestreo de los suelos del distrito siguiendo una cuadrícula de un kilómetro de equidistancia y distribuidos completamente al azar, se dividió el distrito en dos zonas de acuerdo a las condiciones manifestadas de salinidad y a la heterogeneidad en los tipos de suelo. Una vez analizadas las muestras de suelo, se construyó con los valores obtenidos de conductividad eléctrica y porcentaje de sodio intercambiable un plano en el cual aparecen áreas con diferentes características de salinidad; este plano servirá como base de comparación para trabajos que continuarán a este primer estudio durante un lapso no menor de cinco años.

De acuerdo a los resultados de la forma No. 3, se llegó al final de este estudio con balance favorable de 365,476.399 toneladas de sal ya que las entradas fueron menores que las salidas. Por lo que se concluye que para este primer año de estudio el balance de sales es favorable.

Se recomienda seguir este tipo de estudio tomando en cuenta otras regiones agrícolas donde necesariamente tendrá que existir condiciones diferentes a este distrito.

BIBLIOGRAFIA

- 1) ACEVES, N.E. y V.O. PALACIOS. Instructivo para el muestreo, registro de datos e interpretación de la calidad del agua de riego agrícola. Escuela Nacional de Agricultura. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 1970.
- 2) ALLISON, L.E. La salinidad y su relación con el riego. Centro Regional de Ayuda Técnica; Agencia para el Desarrollo Internacional (AID). México. 1966.
- 3) ALLISON, L.E. y J.W. BROWN. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. (Manual No. 60). Trad. L.A. Richards. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. México, D.F. p. 71. 1954.
- 4) BOWER, C.A., I.R. SPENCER y L.O. WEEKS. Balance de sales y agua en el Valle de Coachella, Calif. Trad. M.J.L. Trava. Distrito de Riego No. 75. Los Mochis, Sin. 1970.
- 5) FAUSER, O. Mejoramiento de suelos agrícolas. Trad. M.T. Tosl. Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana. México, D.F. p.2. 1965.
- 6) ISRAELSEN, W.O. y E.V. HANSEN. Principios y aplicaciones de riego. Editorial Reverté, S.A. México, D.F. p. 202. 1965.
- 7) JIMENEZ, G.E. Estudio de la calidad del agua de riego en la zona "El Sahueral", Costa de Hermosillo. Universidad de Sonora, Escuela de Agricultura y Ganadería. Hermosillo, Son. p. 5. 1971. (Tesis mimeografiada).
- 8) LOMA, J.L. DE LA. Influencia de los factores del suelo sobre las necesidades de agua de los cultivos. S.R.H. Dirección General de Distritos de Riego. México. Memorándum Técnico No. 266. p. 11. Febrero de 1969.
- 9) LUTHIN, J.N. Drenaje de tierras agrícolas. Ed. Limusa Wiley, S.A. México, D.F. p. 563. 1967.
- 10) MARTÍNEZ, L.A. Problemas de salinidad en el Valle de Juárez, en relación con la escasez de agua de gravedad para riego y con la explotación de mantos subterráneos. S.R.H. Departamento de Planeación Estadística. Memorándum Técnico No. 133. México, D.F. p. 5-6. Enero de 1958.

- 11) ORTIZ, M.R. Suelos salinos y alcalinos; conceptos actuales sobre su estudio. S.R.H. Dirección General de Distritos de Riego. México, D.F. Memorándum Técnico No. 143. p. 17. 1958.
- 12) PEÑA, I. DE LA. Apuntes de salinidad de los suelos Centro de Capacitación. El Carrizo, Sinaloa. 1972. (Apuntes sin publicar.
- 13) SANCHEZ, G.N. El agua para riego y el agua para lavado de suelos. Ingeniería Hidráulica en México. Vol. XXI. No. 3. 1967.
- 14) SLAYTER, R.O. Plant-water relationships. Vol. 2. Academic Press. New York. p. 122. 1967.
- 15) TIRADO, O.F. Balance de sales en los Distritos de riego No. 25 y 26. Boletín Informativo "El Aguedor". Año 2. No. 10. Jul-Ago. 1971.

R. S. T. 223