

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL MAGDALENA

FACULTAD DE AGRONOMÍA .

R e c t o r :

JORGE NIGRINIS SALAS, M. V.

D e c a n o :

MANUEL MOSCOTE PITRE I. A.

S e c r e t a r i o G e n e r a l :

VICTOR INSIGNARES CANEDO, Biol.

J u r a d o s :

MANUEL GRANADOS NUÑEZ I. A.

ANTONIO ESCOBAR HENRIQUEZ I. C.

Tes. 63-Agro.

M43q.

IA 00055

" ESTUDIO Y EVALUACION DEL RIEGO POR ASPERSION DE LA GRANJA DE
LA UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DEL MAGDALENA"

"TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO"

POR:

JUVENAL MIER MARIMON.

LUIS VEGA CUELLO.

JOSE MATTOS ALFARO.

PRESIDENTE:

JOSE TOMAS ALFARO I. G. A.

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DEL MAG-
DALENA.

FACULTAD DE AGRONOMIA.

SANTA MARTA. 1. 9 7 3.

" EL PRESIDENTE DEL TRABAJO Y EL
CONSEJO EXAMINADOR DE GRADO NO
SERAN RESPONSABLE DE LAS IDEAS
Y CONCEPTOS EMITIDOS POR LOS
AUTORES.

DEDICO :

A LA MEMORIA DE MIS ABUELOS

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

FAMILIARES Y AMIGOS.

J U V E N A L .

DEDICO :

A LA MEMORIA DE MIS ABUELOS

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MI NOVIA

FAMILIARES Y AMIGOS.

L U I S.

DEDICO :

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A PROFESORES, AMIGOS Y COMPAÑEROS

QUE SUPIERON DARME SU VOZ DE

ALIENTO EN MIS MOMENTOS MAS

DIFICILES.

J O S E

A G R A D E C I M I E N T O S

A José Tomás Pájaro, I. C., Presidente del trabajo de grado que con sus invaluable conocimientos dirigió acertadamente el presente estudio.

A Manuel Granados Nuñez, I. A. y Antonio Escobar Henriquez quienes fueron Jurados de brillante actuación en sus insinuaciones.

A las directivas de la Universidad Tecnológica del Magdalena.

A los doctores Víctor Insígnares, Jaime Ramírez, Manuel García y Mario Sandoval.

A los señores Ivan Tano y Moisés Alvarez.

A la señorita Glerys de la Hoz que con su aporte valioso y su interés único supo darle toda la estética y la presentación a nuestro estudio.

Los Autores . . .

C O N T E N I D O
- - - - -

	Pag.
INTRODUCCION	
CAPITULO PRIMERO	
Generalidades	1
CAPITULO SEGUNDO	
Revisión de Literatura	32
CAPITULO TERCERO	
Materiales y Métodos	62
CAPITULO CUARTO	
Cálculos y Resultados	72
CAPITULO QUINTO	
Conclusiones	85
CAPITULO SEXTO	
Resumen.....	88
Bibliografía	90

T A B L A S

	Pag.
Temperaturas	5
Vientos	6
Porcentaje de horas sol	8
Infiltración (Lote I.).....	20
Infiltración (Lote II).....	23
Infiltración (Lote III).....	26
Gastos de combustible	36
Tablas de operación	58
Tablas de aspersores	68 A.

G R A F I C A S

LLuvias (Estación Gaíra).....	5-A
LLuvias (Estación Punta de Betín).....	5-B
LLuvias (Estación San Pedro Alejandrino).....	5-C
LLuvias (Estación Plásticos de Mag.)	5-D
LLuvias (Estación Hotel Tamacá)	5-E
Temperaturas año de 1.968	5-F
Temperaturas año de 1.970	5-G
Temperaturas año de 1.971	5-G
Infiltración (Lote I.)	20-A
Pérfil hídrico	22-A

Infiltración (Lote II)	23-A
Pérfil Hídrico	24-A
Infiltración (Lote III).....	26-A
Pérfil Hídrico	28-A

I N T R O D U C C I O N

La Universidad del Magdalena, fue creada por el Estado Soberano del Magdalena, por decreto de febrero 28 de 1.871. Por lo anterior, puede considerarse que la apertura de la actual Tecnológica, no es otra cosa, que el restablecimiento, de una de las más antiguas Universidades provinciales de Colombia. Su nueva vida comenzó el 10. de mayo de 1,962, con 45 estudiantes de agronomía y 6 profesores, en cumplimiento de la Ordenanza 05 del año 1.958, teniendo como base de organización el decreto 0277 del año 1,958, que reglamentó las Universidades Oficiales Departamentales. Posteriormente por medio del decreto 2399 del año 1.968, se le dió aprobación oficial. Tuvo como sede el edificio colonial del convento de San Agustín, situado dentro del perímetro urbano de la ciudad de Santa Marta, en la carrera 2 entre calles 16 y 17.

El 21 de diciembre de 1965, la Asamblea departamental mediante la ordenanza número 46 artículo 26, cedió a la Universidad Tecnológica del Magdalena un lote de terreno, con una extensión de 50 hectáreas, situado dentro de la hacienda San Pedro Alejandrino, con miras al establecimiento de una ciudadela universitaria y una granja agropecuaria.

En el año de 1.969 bajo la rectoría del doctor José Luis Bermudez Cañizares, se inició la construcción de la ciudad universitaria proyectada por la firma HABITAR de Medellín, lo cual permitió el traslado de la Universidad a su sede actual en el año de 1.970.

En la actualidad cuenta con 4 edificios y se siguen las siguientes disciplinas académicas: Agronomía, Economía Agrícola, Administración Agrícola, Ingeniería Pesquera y Ciencias Pedagógicas.

La Universidad con el deseo de ampliar su radio de acción en el campo docente, ha iniciado el desarrollo de la granja agrícola, empresa vital para el mejoramiento del nivel académico docente y para el progreso de la investigación regional.

Dada las condiciones climatéricas de la zona es factor indispensable para el buen suceso de la granja, la implantación del riego técnico, vale decir, es requisito previo.

Por tal motivo recomendamos a las directivas universitarias y a la dirección de la granja este estudio y la comparación con las otras modalidades existentes de riego.

CAPITULO I

G E N E R A L I D A D E S

LOCALIZACION:

La región de Mamatoco está situada entre los 74° grados 07 minutos y 74° grados 12 minutos de longitud Oeste y entre los 11° grados 11 minutos y 11° grados 15 minutos de latitud Norte. La topografía dominante es plana a ligeramente plana, presentandose algunas áreas y onduladas.

Las principales hoyas hidrográficas estan constituidas por los ríos Gaira y Manzanares.

La altura sobre el nivel del mar varía entre 4 y 10 metros aproximadamente. La temperatura media es de 28.23 grados centígrados y la precipitación media por año es de 674.4 mm. La humedad relativa en valores medio anuales puede variar desde 74% hasta un 76%.

La región está influenciada especialmente por los vientos alisios del hemisferio Norte que soplan durante casi todo el año en dirección NE-N.

En la zona se ~~hay~~an las siguientes formaciones vegetales: Monte Espinoso Tropical (m. e. t.) La agricultura se basa especialmente

en cultivos de tomate, cítricos, hortalizas, yuca, etc.

Los suelos se caracterizan por tener un perfil mediano aunque en los horizontes inferiores algunas veces, aparecen texturas franco-arcillo-arenoso, franco-arcilloso y arenoso a partir de los 90 cms.

El nivel freático varía de profundo a muy profundo. Es un suelo con buen drenaje interno, aunque se presentan pequeñas zonas que sufren inundaciones, durante cortos períodos del año.

C A R A C T E R I Z A C I O N D E L O S S U E L O S

Los suelos localizados en la parte plana pertenecen a un valle aluvial formado por los ríos Gaira y Manzanares y los localizados en la parte quebrada con suelos coluviales formados por el río Manzanares y las deposiciones de los cerros aledaños a lado y lado del valle.

Los resultados de los análisis químico revelan que los suelos de la serie Mamatoco, Bonda tienen un nivel moderado de fertilidad, en general se podría sugerir la aplicación de fertilizantes de relación 2:4:1 con alto contenido de nitrógeno ya que en estos suelos el contenido de materia orgánica es bajo.

RECOMENDACIONES DE CULTIVOS:

Segun los estudios efectuados anteriormente (Acosta Cabrales) desde el punto de fertilidad de los suelos, los cultivos más importantes que pueden adaptarse a la zona estudiada son los siguientes:

COCO: Es sumamente apto para la región, requiere suelo permeable, con niveles freático que puedan variar entre 1 y 2.5 mts. La acidez optima del suelo puede situarse entre 6.3 y 7.5.

SORGO: Se adapta muy bien al clima de la región, da excelentes resultados en zonas calurosas que padecen de sequía. El pH optimo oscila entre 5.5. y 7.5.

AJONJOLI: En esta región es conveniente escoger muy bien la época de siembra, de tal modo que la cosecha no coincida con los vientos fuertes. Se pueden escoger variedades precoces adaptadas a las condiciones de la región, también es recomendable hacer riegos ligeros.

TOMATE: Para este cultivo se dan las mismas recomendaciones que para el ajonjolí como son: Escoger la época de siembra, variedades adaptadas a la región y hacer riegos periódicos.

FRUTALES: Exigen suelos permeables y bien drenados, los suelos de la zona en estudio presentan estas características, por lo tanto ofrece buenas posibilidades para frutas tales como mango, guanabana, marañón, tamarindo, nispero, papaya, cítricos y mamón.

HORTALIZAS: Por las condiciones climáticas y de suelo podría incrementarse varios cultivos hortícolas, que pueden a bastecer las necesidades del mercado local.

PASTOS: Estos suelos por las condiciones anotadas anteriormente, son apto para toda clase de pastos.

MAIZ: El maíz debe cultivarse en suelos fértiles bien drenados y relativamente livianos. Para un adecuado desarrollo vegetativo, estas plantas requieren abundante agua, principalmente en las etapas de crecimiento inicial y desde el espigamiento a la formación de granos. En general el maíz utiliza para su normal crecimiento de 600 a 800 mm de agua. Por tanto en zonas de baja precipitación pluvial o de lluvias irrregularmente distribuidas como en la zona de estudio, se necesita riego en forma oportuna. Por estas necesidades de agua, fue que se escogió el maíz como patrón para el estudio de este trabajo.

FACTORES METEOROLOGICOS:

a.- LLUVIAS: Las lluvias en la zona estudiada es muy escasa por lo que es necesario utilizar el riego ya sea por superficie o por aspersión, ver las gráficas de lluvia que caen en la zona.

b.- TEMPERATURA: La temperatura promedio anual es de 28° G.

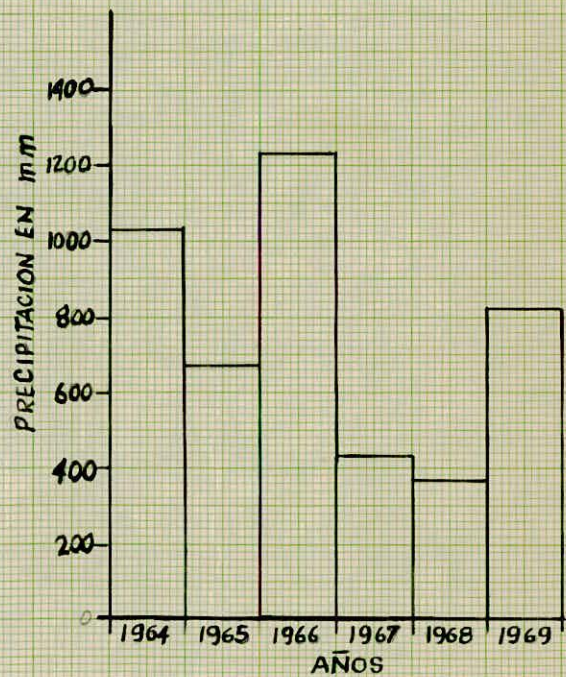
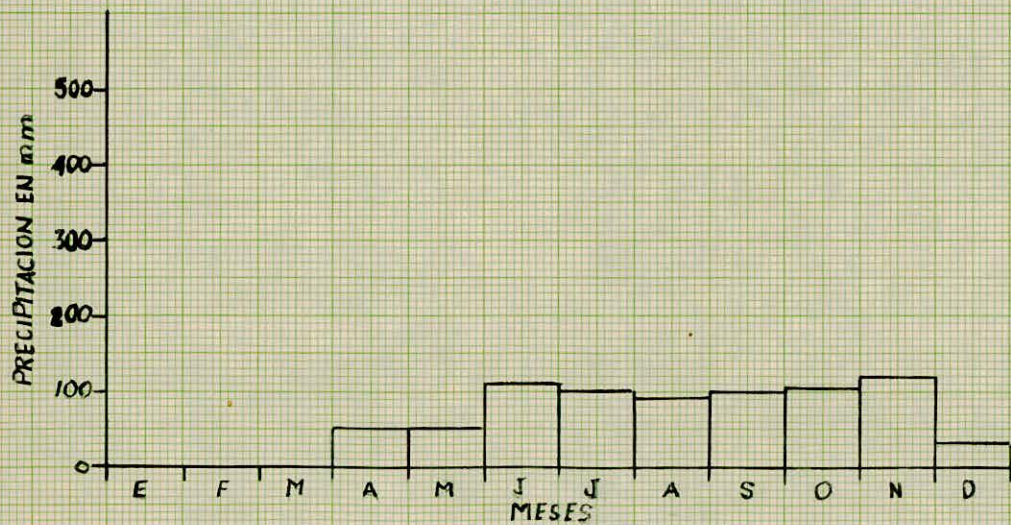
Máxima media anual es de 29,5° G.

Mínima media es de 27,2° G.

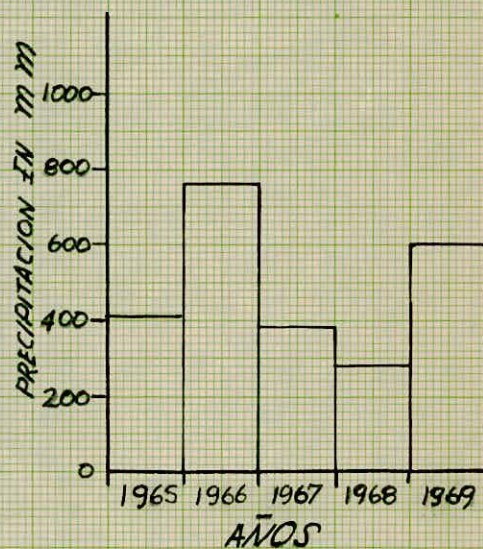
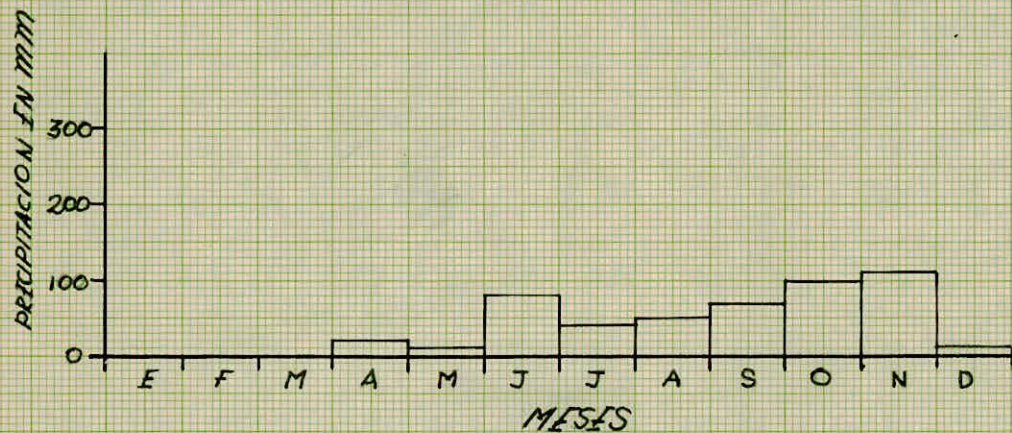
T E M P E R A T U R A S P R O M E D I O M E N S U A L
D E L O S A Ñ O S 6 9 - 7 0 - 7 1 (")

MESES	AÑOS		
	1969	1970	1971
Enero	28,0	29,0	28,5
Febrero	29,5	27,8	27,8
Marzo	28,4	28,2	28,4
Abril	27,5	28,5	29,5
Mayo	29,0	29,0	29,0
Junio	27,2	28,3	27,2
Julio	27,8	27,0	28,0
Agosto	27,5	27,9	29,0
Septiembre	28,5	28,6	28,3

PROMEDIOS MENSUALES Y ANUALES DE LLUVIAS
ESTACION SAN PEDRO ALFANDRINO

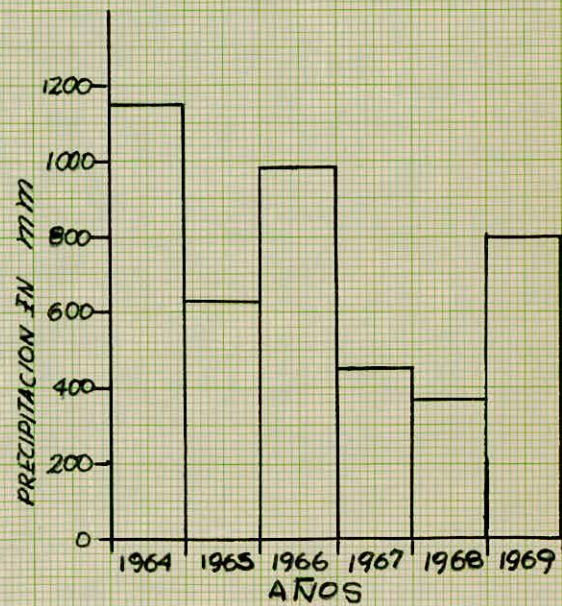
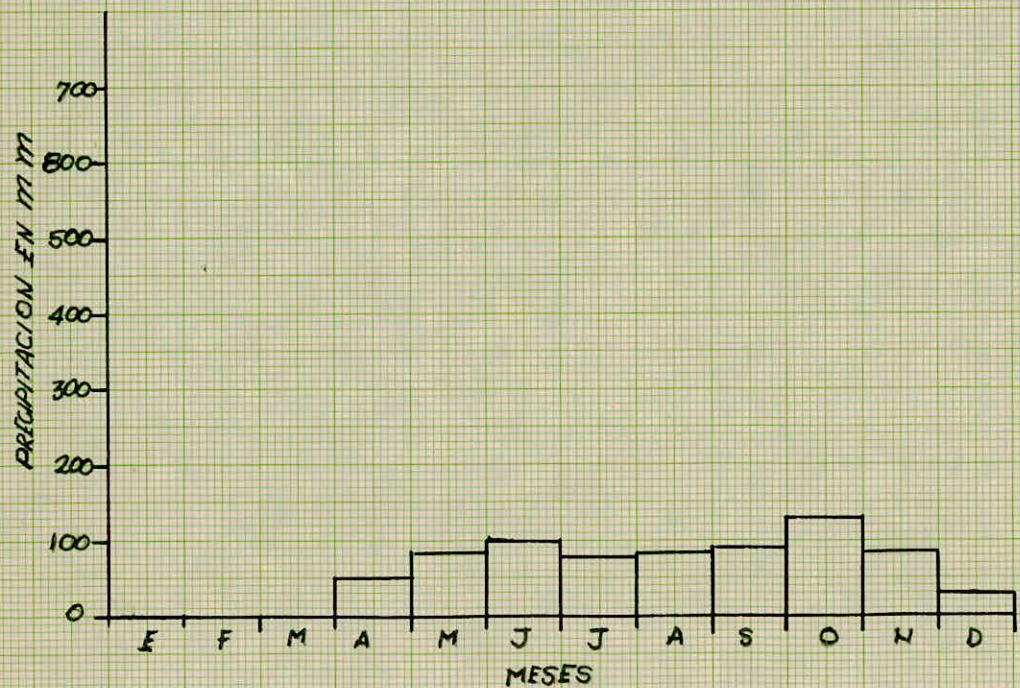


PROMEDIOS MENSUALES Y ANUALES DE LLUVIAS
ESTACION PUNTA DE BETIN

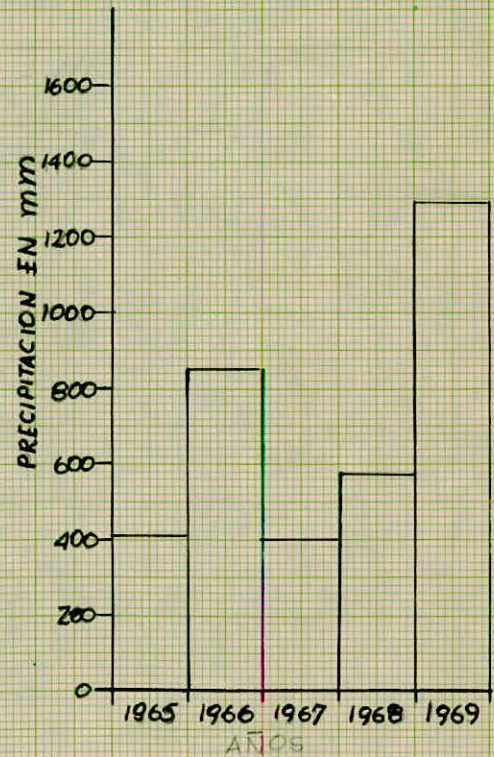
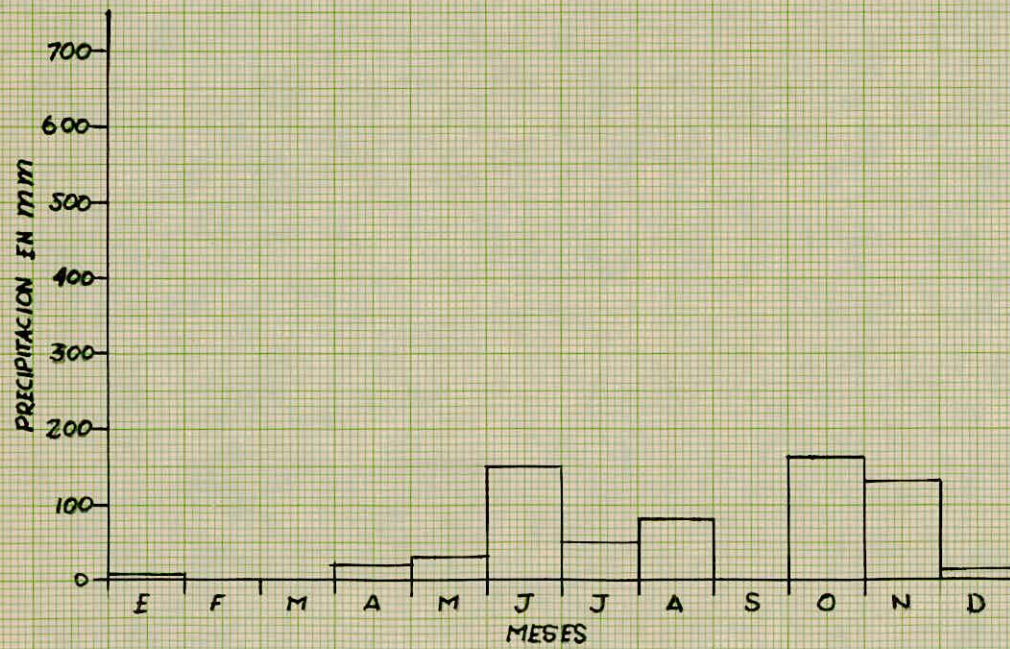


PROMEDIOS MENSUALES Y ANUALES DE LLUVIAS

ESTACION GAIRA

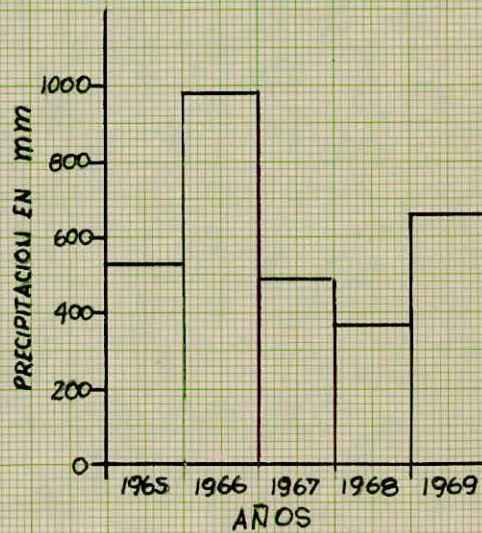
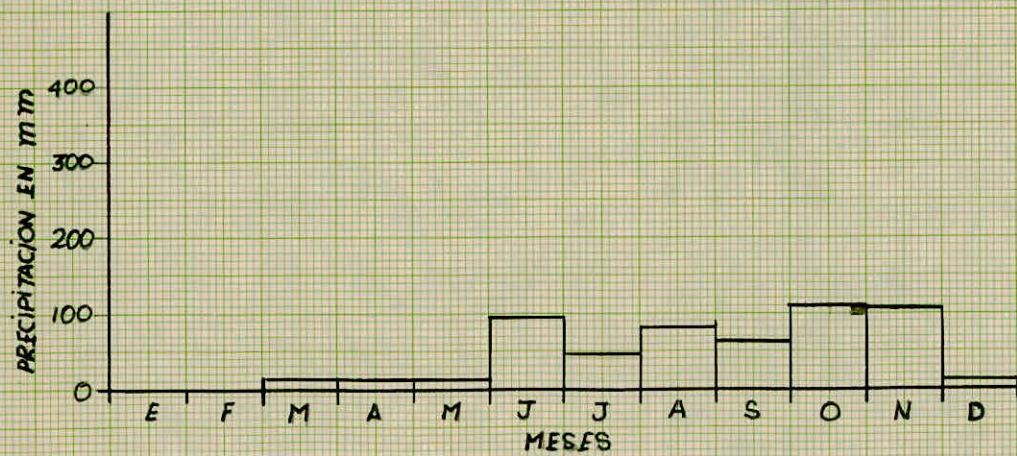


PROMEDIOS MENSUALES y ANUALES DE LLUVIAS
ESTACION PLASTICO DEL MAGDALENA

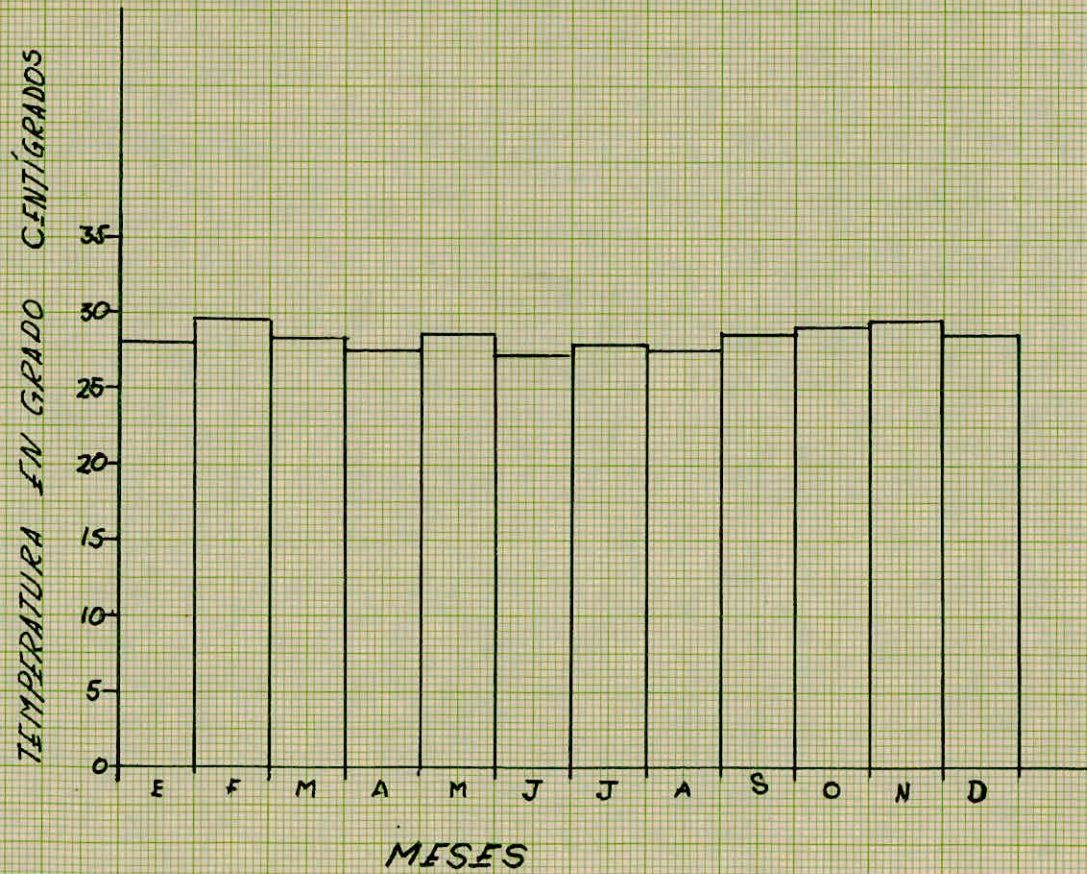


PROMEDIOS MENSUALES Y ANUALES DE LLUVIAS

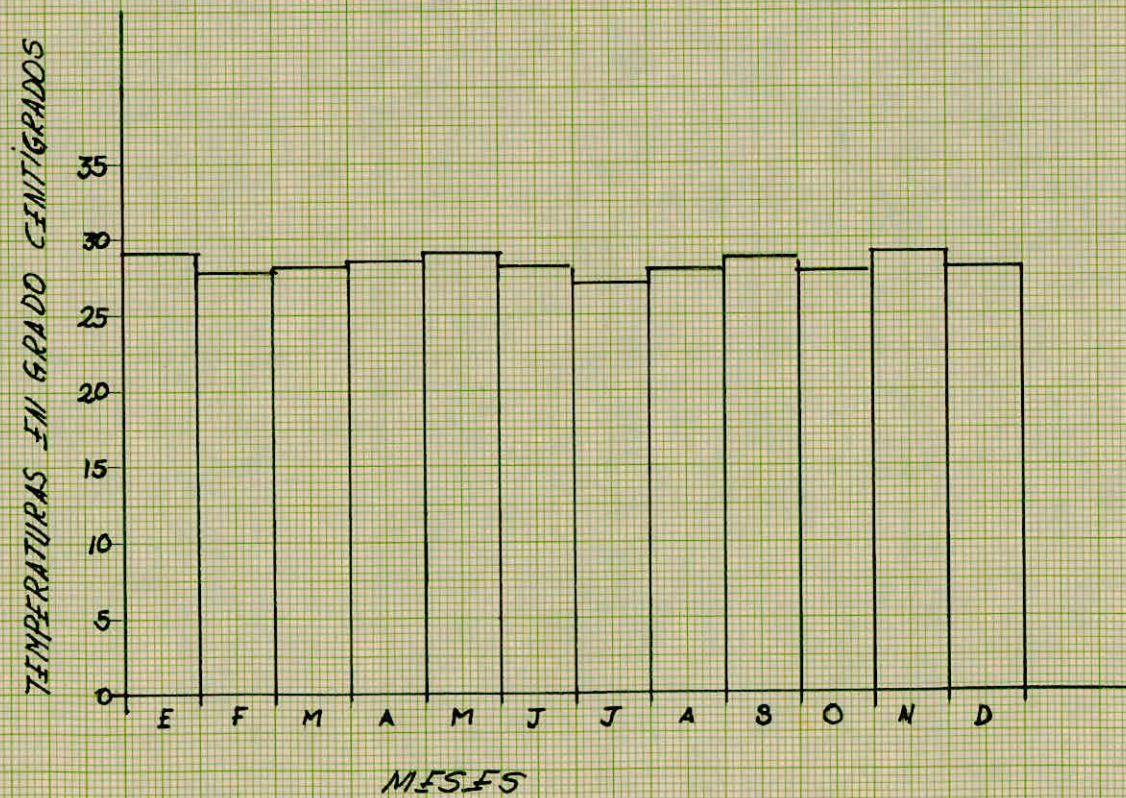
ESTACION HOTEL TAMACA



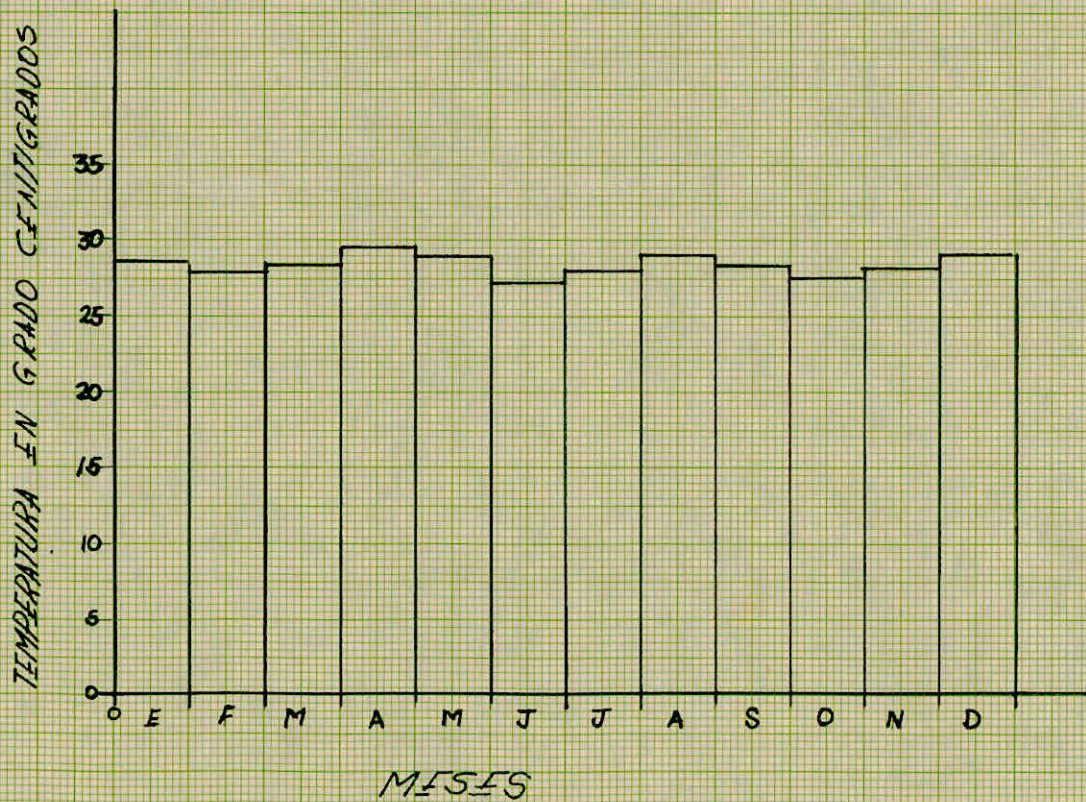
TEMPERATURAS PROMEDIAS MENSUALES DEL AÑO 1969



TEMPERATURAS PROMEDIAS MENSUALES DEL AÑO 1970



TEMPERATURAS PROMEDIAS MENSUALES DEL AÑO 1971



MESES	AÑOS		
	1969	1970	1971
Octubre	29.0	27.8	27.5
Noviembre	29.5	29.0	28.2
Diciembre	28.5	28.0	29.0

(") Datos obtenidos del INDERENA.

c.- VIENTOS: En la región de la Costa del Caribe entre Barranquilla y la península de la Guajira, sopla el alisio del hemisferio Norte con rumbo NE_N durante todo el año menos en septiembre y Octubre, en que soplan los vientos ecuatoriales del Sur. El Nordeste sopla con especial intensidad en Diciembre, Enero, Febrero, Marzo aumentando la evaporación y acentuando las condiciones desérticas de la región costera. La velocidad de estos vientos se observan en el siguiente cuadro:

VELOCIDAD DE LOS VIENTOS DE LOS
AÑOS 1.969 1.970 y 1.971 (")

MESES	AÑOS
-------	------

	1969	1970	1971
Enero	4,2	4,2	3,7
Febrero	4,2	4,1	4,8
Marzo	5,2	4,2	4,4
Abril	4,4	4,1	4,6
Mayo	4,6	4,3	3,5
Junio	3,2	3,4	2,8
Julio	2,9	2,9	2,8
Agosto	3,2	3,6	2,9
Septiembre	4,0	3,2	2,2
Octubre	3,7	2,8	2,4
Noviembre	3,3	2,2	2,7
Diciembre	<u>3,2</u>	<u>3,3</u>	<u>3,3</u>
Promedio anual	3,8	3,5	3,3

Velocidad de los vientos en Nudos.

(") Datos obtenidos del INDERENA

La humedad relativa para esta zona es del 75%

LJZ: El porcentaje de horas sol se observan en el siguiente cuadro.

P O R C E N T A J E D E H O R A S D E S O L

6 A 12 D E L A M A Ñ A N A (")

<u>DIAS</u>	<u>MESES</u>					
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
1	47,5	45,5	39,4	38,4	38,4	27,3
2	43,9	48,9	36,9	38,4	0,8	43,5
3	43,0	24,3	33,5	36,0	44,0	42,0
4	34,3	40,4	36,0	39,2	42,4	19,8
5	36,0	45,7	39,4	39,2	21,6	22,5
6	32,5	45,6	35,5	40,4	4,8	35,6
7	42,1	45,7	24,3	5,7	20,0	39,6
8	35,1	42,9	29,4	32,7	44,0	3,9
9	33,4	1,7	30,5	0,0	32,4	40,0
10	18,0	40,4	0,0	32,7	24,0	0,0
11	22,0	43,8	36,0	39,2	16,0	26,9
12	15,9	45,7	29,4	31,8	9,6	43,5
13	10,5	25,8	25,2	10,6	40,0	4,7
14	1,8	42,8	15,1	25,3	33,6	19,0
15	18,0	42,1	40,4	8,2	8,0	42,0
16	29,9	41,3	36,9	16,0	22,6	42,0
17,	17,6	43,8	39,4	43,3	0,0	28,5
18	50,8	41,8	41,9	46,6	32,0	44,3
19	42,5	11,2	38,5	41,7	24,0	30,1

20	25,6	8,6	36,9	45,0	20,0	42,0
21	32,5	41,3	37,7	45,5	16,0	26,9
22	43,9	42,9	36,9	40,0	28,0	22,2
23	43,9	21,5	31,0	32,7	43,0	15,8
24	43,9	7,7	3,3	44,1	36,0	17,4
25	42,1	34,4	29,4	41,7	37,6	35,0
26	44,8	38,6	10,8	24,5	46,0	0,0
27	42,1	37,8	33,5	20,4	8,0	24,5
28	44,8	40,4	37,7	0,0	20,5	41,2
29	43,0	0,0	36,0	8,9	46,5	27,7
30	39,5	0,0	44,4	44,5	44,0	35,6
31	<u>46,0</u>	<u>0,0</u>	<u>39,4</u>	<u>0,0</u>	<u>42,0</u>	<u>0,0</u>
Promedio	33,9	35,9	32,1	31,4	37,1	25,5

(") Datos obtenidos por el INCORA..

<u>DIAS</u>	<u>MESES</u>					
	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
1	43,8	44,1	32,7	19,1	34,7	42,1
2	37,6	36,8	31,9	3,9	32,6	41,2
3	41,1	27,8	22,9	14,3	0,0	40,0
4	43,8	0,0	24,4	32,7	39,7	40,7
5	11,4	19,6	27,0	16,7	38,1	40,3
6	42,9	32,7	32,7	18,4	39,7	40,3
7	40,7	32,7	39,2	10,0	0,0	19,4
8	35,0	16,3	36,0	26,2	11,1	31,6
9	0,0	24,0	28,6	36,6	42,1	36,4
10	43,8	0,0	2,9	42,2	31,0	0,9
11	35,9	15,5	28,6	8,7	21,5	13,2
12	39,0	0,0	3,3	31,8	31,8	15,5
13	35,0	8,2	35,1	14,3	40,5	11,4
14	21,0	0,0	40,0	20,7	54,5	1,3
15	0,0	0,0	17,2	35,8	40,5	13,2
16	0,0	6,5	19,6	15,1	7,9	4,4
17	26,3	4,9	0,0	19,9	31,0	41,2
18	43,8	0,0	0,0	15,9	39,7	33,8
19	32,4	12,3	13,9	26,2	39,7	19,4
20	41,1	0,0	45,0	33,4	30,2	13,2
21	32,4	0,0	3,68	8,7	37,4	24,7
22	37,8	0,0	31,1	27,0	39,7	46,5
23	21,4	1,6	16,3	21,5	42,1	42,1

24	35,6	3,3	40,9	11,9	41,3	43,9
25	38,5	4,5	45,0	43,7	42,1	46,5
26	21,9	0,0	44,8	38,6	10,8	44,4
27	27,5	4,9	0,0	18,8	34,4	46,5
28	42,8	0,0	18,0	10,3	38,9	43,0
29	43,8	0,0	2,4	38,1	0,0	43,0
30	47,3	4,7	0,0	2,4	1,6	45,1
31	<u>44,6</u>	<u>3,9</u>	<u>0,0</u>	<u>0,6</u>	<u>0,0</u>	<u>45,7</u>
Promedio	33,6	10,8	23,9	19,8	30,7	30,7

(") Datos suministrados por el INCORA.

P O R C E N T A J E D E H O R A S D E S O L

1 2 A 6 D E L A T A R D E (")

CUADRO No. 2

<u>DIAS</u>	<u>MESES</u>					
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
1	9,6	34,4	37,7	40,9	27,2	42,8
2	40,3	26,9	42,2	39,2	1,6	42,8
3	25,1	38,6	34,4	40,9	33,6	38,0
5	28,9	33,5	22,7	40,9	16,0	39,6
6	15,9	38,5	20,2	40,9	4,0	33,3
7	25,1	43,6	11,2	8,0	28,0	42,0
8	18,5	38,5	0,0	28,6	42,4	3,9
9	3,5	31,0	0,0	39,2	36,8	13,5
10	36,9	5,9	0,0	32,7	28,0	0,0
11	3,5	38,5	0,0	32,7	32,0	15,1
12	17,6	38,5	0,0	24,7	22,4	25,1
13	35,1	31,4	3,3	9,0	24,0	0,0
14	0,0	38,5	19,3	24,5	20,0	22,2
15	29,5	26,9	39,4	12,3	16,0	23,7
16	6,1	35,5	38,5	4,1	0,0	7,1
17	4,4	37,7	39,4	20,9	28,0	18,2
18	36,9	10,1	41,9	40,9	16,0	31,7
19	39,5	34,4	40,2	42,5	4,0	37,2
20	4,4	37,9	37,7	37,0	17,6	22,7

21	40,3	38,5	38,5	42,5	32,0	7,9
22	39,5	37,7	37,6	14,4	15,8	46,5
23	39,5	45,9	25,2	32,7	44,0	0,0
24	39,5	36,9	0,0	42,5	0,0	37,2
25	40,3	13,4	0,0	26,1	8,0	40,4
26	40,3	36,9	25,2	42,5	0,0	0,0
27	39,5	38,5	16,8	40,9	46,5	31,7
28	38,7	35,2	33,5	32,7	32,0	22,2
29	35,1	0,0	41,9	8,0	32,0	15,8
30	30,4	0,0	6,8	32,7	38,4	0,0
31	<u>26,8</u>	<u>0,0</u>	<u>42,2</u>	<u>0,0</u>	<u>40,2</u>	<u>0,0</u>
Promedio	28,8	33,7	24,8	30,8	27,7	21,6

(") Datos suministrados por el INCORA.

<u>DIAS</u>	<u>MESES</u>					
	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
1	41,2	37,0	35,2	36,8	23,7	41,3
2	41,2	41,3	39,4	38,4	37,2	41,2
3	40,3	25,8	35,2	42,4	34,1	39,3
4	40,3	31,0	37,7	40,0	7,8	39,3
5	40,3	41,3	35,2	16,3	35,6	39,3
6	40,3	45,7	37,7	2,4	43,5	20,4
7	19,4	43,8	25,2	5,6	23,7	32,6
8	31,6	40,4	38,6	0,0	15,1	35,9
9	36,9	35,3	11,8	16,8	0,0	1,0
10	0,9	42,9	34,0	19,5	42,0	39,3
11	13,2	38,6	14,3	24,5	15,1	14,2
12	15,9	42,9	16,8	8,2	15,8	15,8
13	11,4	21,5	50,0	40,9	0,8	12,5
14	1,3	42,9	12,6	15,2	34,1	4,8
15	13,2	40,4	41,9	4,9	38,6	14,2
16	4,4	34,4	38,5	28,6	10,3	4,5
17	41,1	27,5	37,7	34,3	18,2	40,2
18	23,8	38,6	38,6	44,1	23,7	24,5
19	19,4	34,4	33,5	46,6	19,0	19,2
20	13,2	32,6	36,0	46,6	26,1	13,2
21	24,7	42,9	37,7	46,6	7,1	24,7
22	37,7	40,4	31,0	37,6	40,7	45,5
23	42,1	34,4	26,9	40,9	0,0	43,1

24	43,9	39,5	33,0	46,6	33,3	42,9
25	46,5	32,6	10,1	38,4	42,0	47,5
26	44,4	32,6	14,3	33,5	0,0	45,4
27	46,5	36,2	8,4	32,7	19,8	45,5
28	43,0	36,2	28,5	3,3	19,8	44,4
29	43,0	36,2	13,4	45,8	11,9	45,5
30	35,1	39,5	13,9	45,8	2,4	44,0
31	<u>45,7</u>	<u>39,5</u>	<u>0,0</u>	<u>41,9</u>	<u>0,0</u>	<u>43,0</u>
Prom.	30,7	37,2	27,7	28,9	29,1	30,7

NOTA: Estos datos corresponden al año 1969.

(") Datos suministrados por el INCORA.

P R O M E D I O S T O T A L E S D E L A M A

Ñ A N A Y T A R D E (")

Enero.	62,7	Julio.	64,3
Febrero	69,6	Agosto	48,0
Marzo	56,9	Septiembre	51,6
Abril	59,6	Octubre	48,7
Mayo	59,8	Noviembre	50,8
Junio	49,1	Diciembre	61,4

P O R C E N T A J E E S P E C I F I C O M E N S U A L

D E H O R A S S O L A Ñ O 1 . 9 7 0

MESES

Enero	10,5	Julio	6,4
Febrero	9,7	Agosto	6,5
Marzo	8,7	Septiembre	8,3
Abril	7,6	Octubre	9,1
Mayo	6,5	Noviembre	10,3
Junio	6,1	Diciembre	10,5

(") Datos suministrados por el INCORA.

C A R A C T E R I S T I C A S F I S I C A S E H I
D R O N I N A M I C A S D E L A S Z O N A S

Para detallar las características físicas e hidrodinámicas de la zona se escogieron tres lotes representativos.

PRIMER LOTE:

- A.- PENDIENTE. La pendiente de este lote es de 0,0012 (SN)
- B.- TEXTURA. La Textura es: Franco-arcillo-arenosa
- C.- ESTRUCTURA. La estructura es : Bloque subangular
- C.- DENSIDAD APARENTE. Se tomaron muestras de suelos con un barrenado de forma cilíndrica, la altura del cilindro es de 11 cm. con un diámetro de 7 cm. a cada muestra se le determinó la densidad aparente.

$$D_{Ap} = \frac{P \text{ (Muestra)}}{V \text{ (Cilindro)}}$$

$$V_c = \pi r^2 h = 3,14 \times (3,5)^2 \times 11 = 423 \text{ cms}^3$$

Primera muestra:

$$D_A = \frac{680}{423} = 1,50 \frac{\text{Grs.}}{\text{Cm}^3}$$

Segunda Muestra:

$$DA = \frac{700}{423} = 1,60 \frac{\text{Grs.}}{\text{cm}^3}$$

Tercera Muestra:

$$DA = \frac{715}{423} = 1,69 \frac{\text{Grs}}{\text{Cm}^3}$$

Para obtener la densidad aparente media se suman estas y se dividen por el número de sumandos.

$$DA = \frac{1,50 + 1,60 + 1,69}{3} = 1,59 \frac{\text{Grs}}{\text{cm}^3}$$

La densidad aparente para este primer lote es de 1.59 $\frac{\text{grs}}{\text{cm}^3}$

E.- AREA. El área de este lote es de 7.840 metros cuadrados

F.- PUNTO DE MARCHITEZ. Para determinar el punto de marchitez permanente, se escogieron por cada lote tres muestras de suelo al azar en mazetas de tres kilos cada una, luego se sembraron en ellas sendas plantas de girasol, una vez que las plantas fueron establecidas se le aplicó un riego hasta obtener su capacidad de campo; se taparon con papel plástico para someterlas a la prueba de marchitez, pasado el tiempo de marchitez se tomaron muestras de cada mazetas con un peso de 50 gramos y se sometieron por 24 horas a la estufa a una temperatura de 110 grados y se les determinó el contenido de agua en base seca así:

$$P. M. P. = \left(\frac{PM \text{ (Humeda)}}{PS \text{ (Seco)}} - 1 \right) \times 100$$

$$P. M. P. = \left(\frac{50 \text{ grs}}{47 \text{ grs.}} - 1 \right) \times 100 = 6,38\%$$

El punto de marchitez permanente (P. M. P.) es igual a 6,38%

El tiempo medio de marchitez es de 5.5 días en este lote, el punto de marchitez es aproximadamente el 50% -55% de la capacidad de campo (Hidalgos, Granados)

G. INFILTRACION. En este lote se hicieron tres puebas de infiltración distanciadas cada una entre si 5 metros, se escogió el sitio indicado luego se procedió a enterrar los anillos del infiltrometro a una profundidad aproximada de 10 centímetros. Una vez enterrados éstos llenamos los anillos de agua con un crónometro tomamos el tiempo y con una reglilla graduada medimos la cantidad de agua infiltrada de la cual nos resulta el cuadro y la gráfica que a continuación se detallan.

T A B L A D E I N F I L T R A C I O N

Tiempo en min.	Infil. acumula da en mm.	Infil. Ins tantanea en mm/min.	Infil. efecti va en el perío do	Infil. media por hora en mm.
2	10	5	10	300
4	13	3,25	3	90
6	15	2,50	2	60
8	17	2,12	2	60
10	18	1,80	1	30
20	23	1,15	5	30
50	28	0,56	5	10
80	32	0,40	4	8
120	38	0,31	6	9

OBSERVACIONES:

Este lote presenta buena conductividad hidráulica, ya que la secuencia de la **curva** es normal, lo que nos indica una buena distribución del agua a través de los horizontes del suelo. Observar la gráfica de infiltración de este lote a continuación.

H.- CAPACIDAD DE CAMPO. Para determinar la capacidad de campo en los lotes se hizo lo siguiente: Saturamos el suelo por tres horas en sitios distanciados 25 metros dentro del lote; y luego efectuado esto se cubrieron estos sitios con un plástico por espacio de 72 horas, pasado este tiempo se tomaron muestras a una profundidad de 10 cms. y se llevaron al laboratorio para ser sometidas a desecación, a una temperatura de 110^o centígrados por un tiempo de 24 horas. Este método es

válido para los otros dos lotes.

Primera Muestra:

Peso húmedo de la muestra = 50.6 grs.

Peso seco de la muestra = 45 grs.

$$CC = \left(\frac{PH}{PS} - 1 \right) \times 100$$

$$CC = \left(\frac{50,6 \text{ grs.}}{45 \text{ grs.}} - 1 \right) \times 100 = 12,44$$

Segunda Muestra:

$$CC = \left(\frac{PH}{PS} - 1 \right) \times 100$$

$$CC = \left(\frac{50,6 \text{ grs.}}{45 \text{ grs.}} - 1 \right) \times 100 = 12,44$$

Tercera Muestra:

Peso húmedo de la muestra = 50 grs.

Peso seco de la muestra = 40 grs.

$$CC = \left(\frac{PH}{PS} - 1 \right) \times 100$$

$$CC = \left(\frac{50 \text{ grs}}{40 \text{ grs.}} - 1 \right) = 25$$

La capacidad de campo del primer lote según los cálculos efectuados y por la elevada magnitud de la tercera muestra se estimó en 12,44

I.- PROFUNDIDAD MEDIA. La profundidad media de los suelos de la zonas es de 1 metro

J.- PERFIL HIDRICO. Para determinar el perfil hídrico se efectuaron en el terreno después de un riego de saturación, calicatas de un metro cuadrado por uno de profundidad para tener una idea del perfil hídrico del terreno, en este lote se observó que el contenido de humedad del suelo después de un riego aumenta a medida que el agua decende a los estratos inferiores.

Observese la gráfica correspondiente a este lote.

SEGUNDO LOTE:

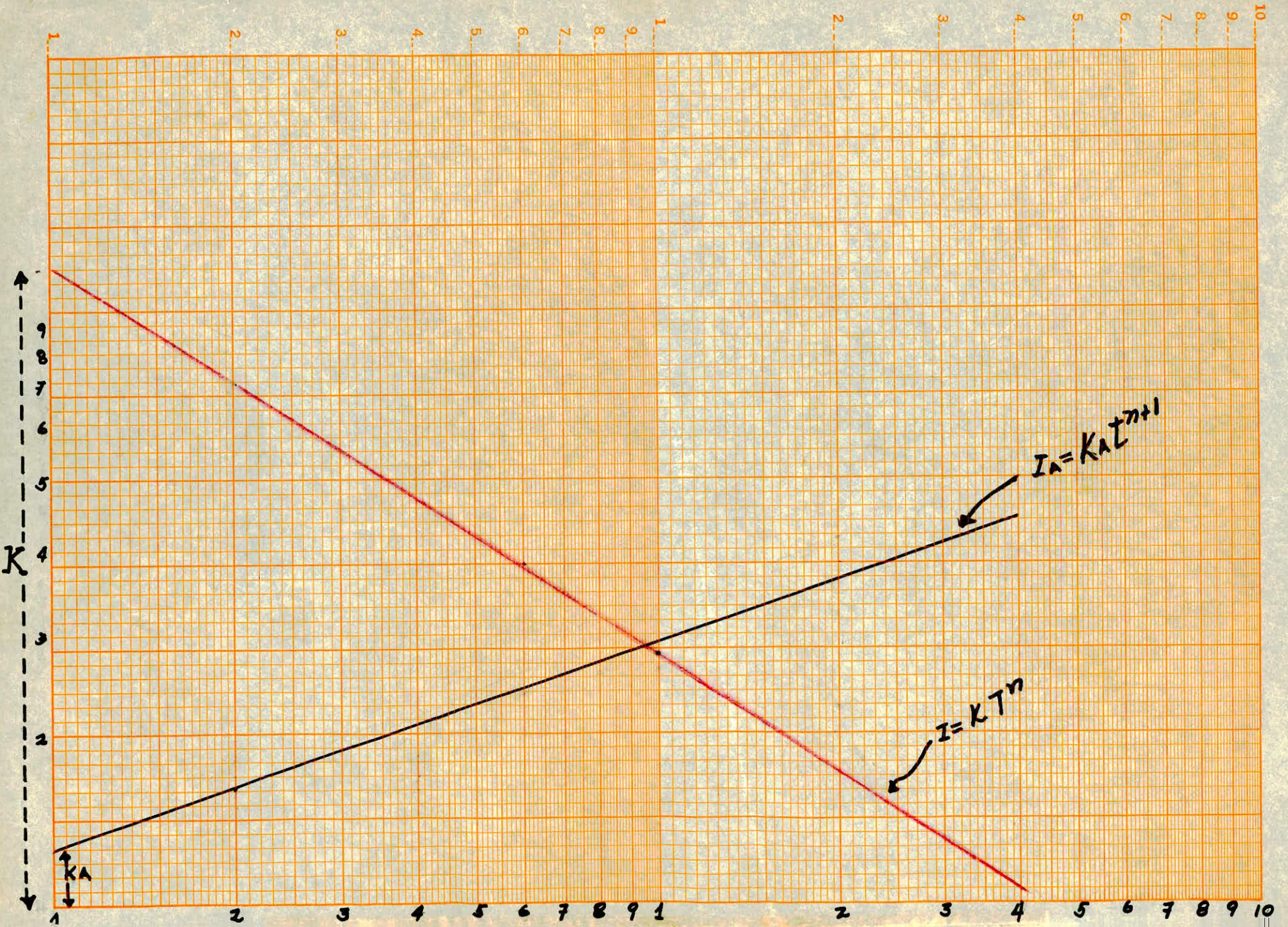
A.- PENDIENTE. La pendiente de este lote es de 0,0012

B.- TEXTURA. La textura es franco arcilloso

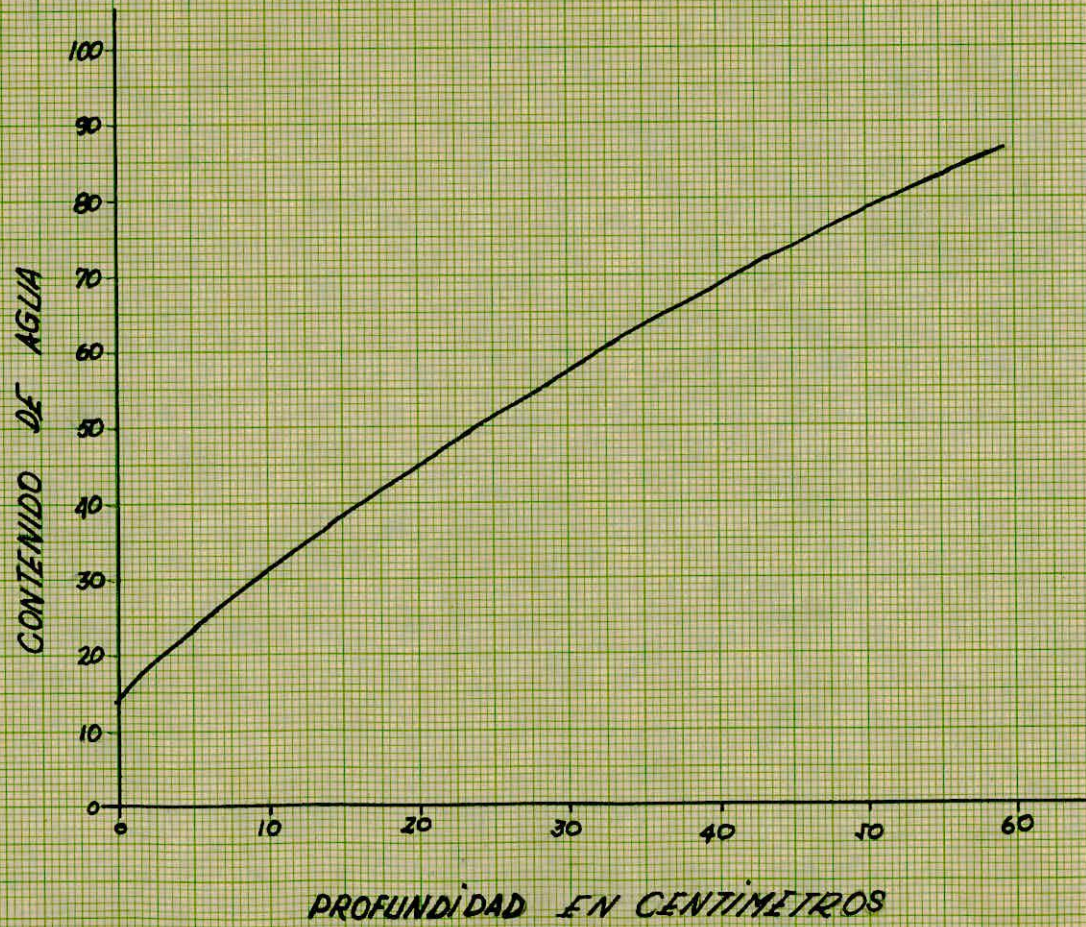
C.† ESTRUCTURA. Bloque subangular

D.- DENSIDAD APARENTE. Según el método seguido para el primer lote se obtuvo un resultado de $1,60 \frac{\text{grs.}}{\text{cm}^3}$.

E.-AREA. El area de este lote es de 5.000 metros cuadrados



PERFIL HIDRICO



F.- PUNTO DE MARCHITEZ. Siguiendo el método anterior nos dió un resultado de 6%.

El tiempo medio de marchitez fue de 5 días.

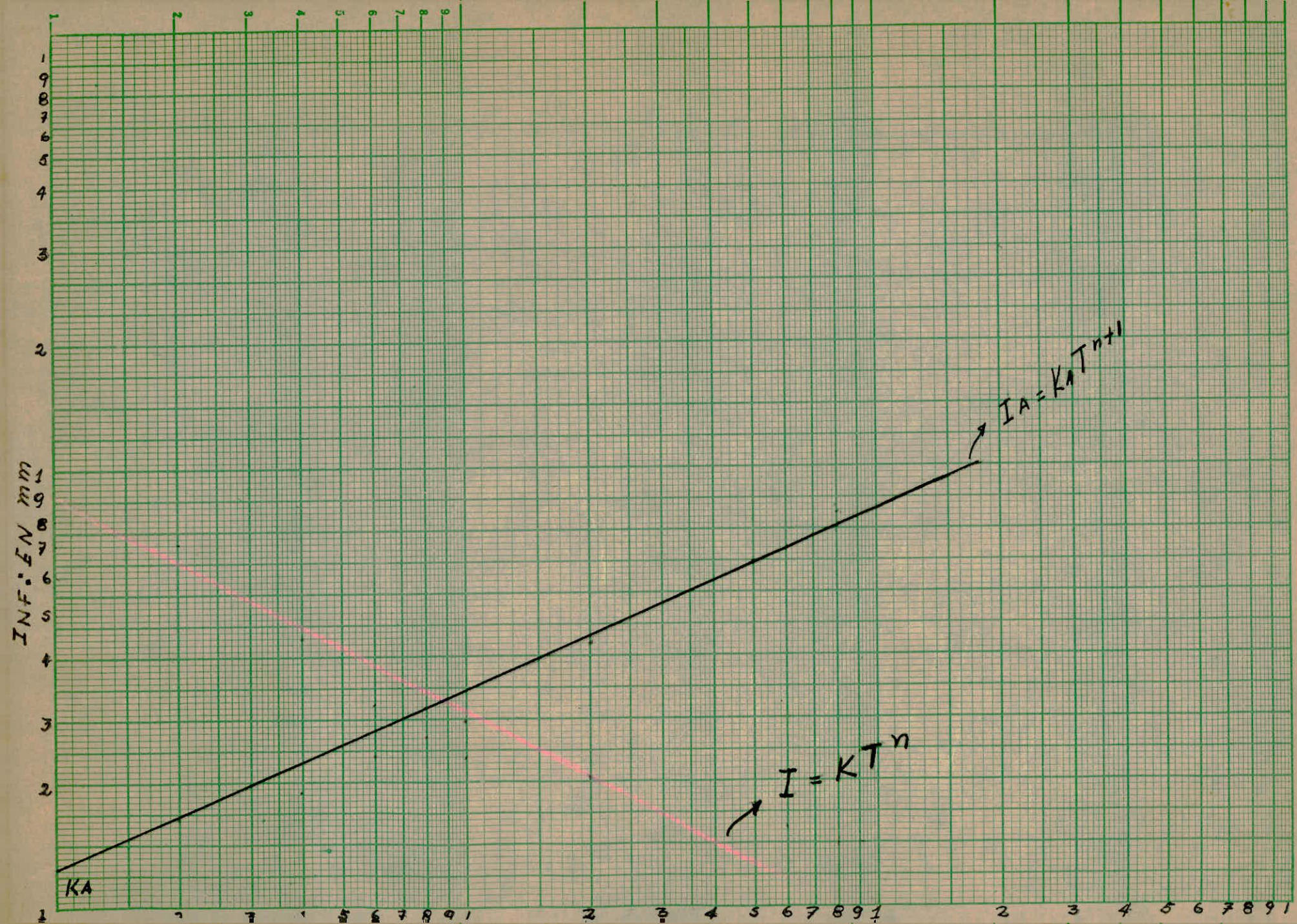
G.- INFILTRACION.- Según el método visto anteriormente resultó el siguiente cuadro dando su correspondiente gráfica.

T A B L A D E I N F I L T R A C I O N

Tiempo en min.	Infil. acumulada en mm.	Infil. Ins tanea en mm/min.	Infil. efectiva en el período.	Ifil. media por hora en mm.
2	14	7	14	420
4	18	4,5	4	120
6	24	4	6	180
8	26	3,25	2	120
10	29	2,9	3	90
20	43	2,15	14	84
50	62	1,24	19	38
80	88	1,1	26	52
120	130	1,08	32	48

OBSERVACIONES:

Se nota en la gráfica y en el cuadro anterior un cambio brusco en la infiltración efectiva debido a una ligera alteración de la estructura de este lote, originada por una arada profunda a la cual fue sometido este lote en meses anteriores.



H.- CAPACIDAD DE CAMPO. (Referida a peso seco).

Primera Muestra:

Peso humedo = 50 grs.

Peso seco = 45 grs.

$$CC = \left(\frac{PH}{PS} - 1 \right) \times 100$$

$$CC = \left(\frac{50 \text{ Grs.}}{45 \text{ Grs.}} - 1 \right) \times 100 = 11,11\%$$

Segunda Muestra:

Peso humedo = 50 grs.

Peso seco = 44 grs.

$$CC = \left(\frac{50 \text{ grs.}}{44 \text{ grs.}} - 1 \right) \times 100 = 13,63 \%$$

Tercera Muestra:

Peso humedo = 50 grs.

Peso seco = 46 grs.

$$CC = \left(\frac{50 \text{ grs.}}{46 \text{ grs.}} - 1 \right) \times 100 = 13,63\%$$

$$CC = \frac{11,11 + 23,63 + 13,63}{3} = \frac{38,37}{3} = 12,79 = 13$$

Efectuado los cálculos, la capacidad de campo en este lote se aproxima a trece

I.- PROFUNDIDAD MEDIA. La profundidad media para los suelos de la zona es de un metro.

J.- PERFIL HIDRICO. El perfil hídrico desde este lote es el siguiente ver la gráfica.

TERCER LOTE:

- A.- PENDIENTE. La pendiente es de 0,001
- B.- TEXTURA. La textura es franco arcilloso arenoso
- C.- ESTRUCTURA. La estructura es: Bloque subangular
- D.- DENSIDAD APARENTE. La densidad aparente de este lote es de 1,59 siguiendo el mismo método utilizado en el primer lote.
- E.- AREA. El area de este tercer lote es 5.000 metros cuadrados.
- F.- PUNTO DE MARCHITEZ.- Según fórmula anterior el punto de marchitez se estimó en 4%
- G.- INFILTRACION. Siguiendo el mismo método anterior nos resulto el cuadro y la gráfica siguiente que nos muestra las características de la infiltración.

PERFIL HIDRICO



LOT & II

T A B L A D E I N F I L T R A C I O N

Tiempo en min.	Infil. Acumulada en mm.	Infil. Instantanea en mm/min.	Infil. Efectiva en el período.	Infil. Media por hora en mm.
2	17	8,5	17	510
4	23	5,75	6	180
6	29	4,83	6	180
8	33	4,12	4	120
10	36	3,60	3	90
20	41	2,05	5	30
50	45	1,00	8	16
80	52	0,65	7	14
120	61	0,50	9	13

OBSERVACIONES:

La infiltración en este lote según la gráfica y el cuadro anterior, no presenta alteraciones brusca en su secuencia.

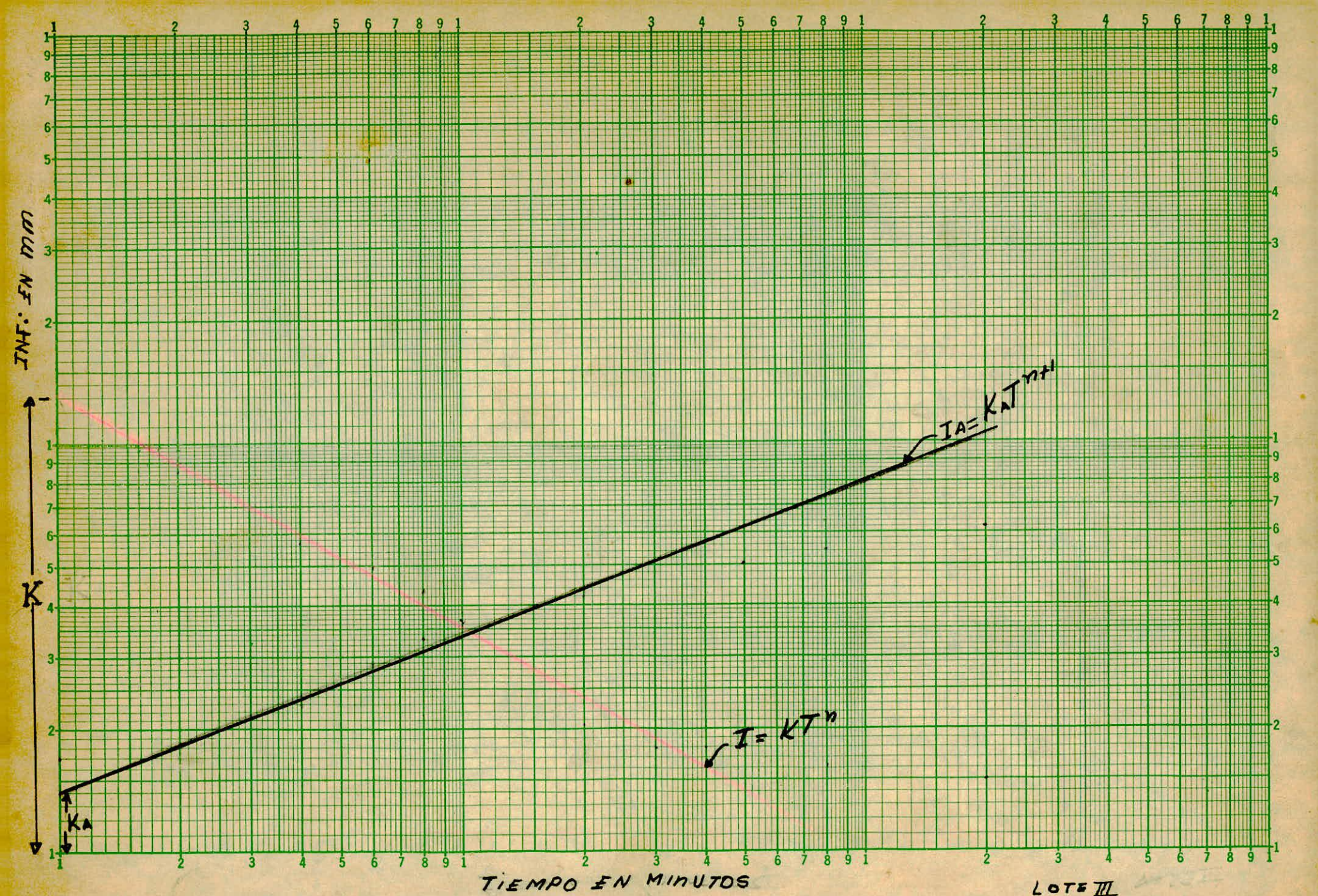
H.- CAPACIDAD DE CAMPO: (Referida a peso seco)

Primera Muestra:

Peso humedo = 50 Grs.

Peso seco = 45 Grs.

$$CC = \left(\frac{PH}{PS} - 1 \right) \times 100$$



LOTE III

$$CC = \left(\frac{50 \text{ grs.}}{46 \text{ grs.}} - 1 \right) \times 100 = (1,08 - 1) 100 = 8$$

Segunda Muestra:

Peso humedo = 50 Grs.

Peso seco = 45 Grs.

$$CC = \left(\frac{50 \text{ grs.}}{45 \text{ grs.}} - 1 \right) 100 = (1,11 - 1) 100 = 11$$

Tercera Muestra:

Peso humedo = 50 Grs.

Peso seco = 44 Grs.

$$CC = \left(\frac{50 \text{ grs.}}{45 \text{ grs.}} - 1 \right) 100 = (1,11 - 1) 100 = 11$$

$$CC = \frac{8 - 11 + 11}{3} = 10$$

La capacidad de campo para este lote fue de 10 según cálculos.

I.- PROFUNDIDAD MEDIA. La profundidad media para los suelos de la zona es de un metro

J.- PERFIL HIDRICO. El perfil hídrico de este lote se puede observar en la gráfica siguiente.

ORIGEN DEL AGUA UTILIZADA

El agua utilizada, debido a las condiciones de sequía de la región y a la nulidad de fuentes naturales (corrientes) con caudal aceptable para riego por aspersión o de superficie, procede de agua subterránea representada en dos pozos profundos localizados en la zona de estudio cuyas características se detallan a continuación.

CARACTERISTICAS DEL POZO NUMERO UNO.

Q = 2 litros/seg.

Profundidad = 30 metros.

Diámetro = 6 pulgadas

NOTA: Nó está engravillado y el agua en caso de un mayor aprovechamiento (máximo de 15 litros (Hg) surge con muchos sedimentos o partículas en suspensión.

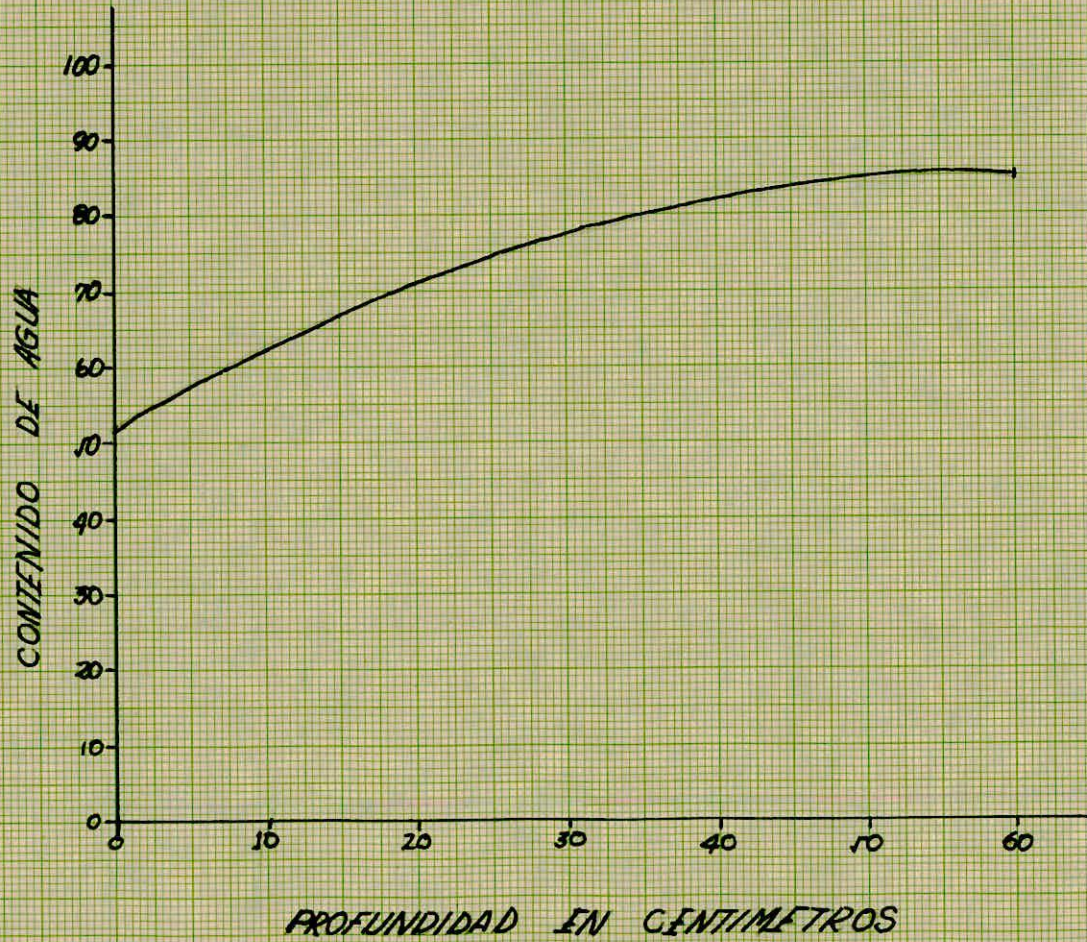
CARACTERISTICAS DEL POZO NUMERO DOS.

Q = 40 litros/seg.

Profundidad = 42 metros.

Diámetro = 10 pulgadas.

PERFIL HIDRICO



LOTE III

Engravillado y ranurado en una columna de 23 metros.

NOTA: El agua es de la misma calidad que la anterior, pero el pozo está cubierto de filtros, sin peligros de sedimentos. El abatimiento de la columna en éste pozo cuando se explotan 15 lts. por segundo es de 1,7 mts. lo cual nos dá un indicio de la riqueza del acuífero existente.

El nivel estático en ambos pozos está a 5,5, mts. de la superficie del terreno.

El segundo es de mayor capacidad y de mayor reserva de agua para el empleo del riego.

CALIDAD DEL AGUA EMPLEADA:

El análisis efectuado de esta agua, la califica como apta para uso agrícola e industrial, ya que en ella no se encuentran sales en suspensión ni en solución en alto índice nocivos para los suelos en lo que se refiere a salinización.

Ver el análisis del agua del cuadro NO.

A N A L I S I S D E A G U A D E L P O

Z O # 1.

POZO

MUESTRA # 1

PH. Potenciométrico	7.3
Conductividad Micron'hos/cm.	6 60.
Relación de Sodio (RAS)	0.84
Boro. B.P.P.M.	
Sólidos en Solución P.P.M.	
Cálcio. Ca. m.e/litro	2.8
Magnesio. Mg.	2.4
Sodio. Na.	1.4
Sílice, SiO ₂ p.p.m.	
Potasio, K	
Suma de Cationes	6,6
Carbonatos, CO ₃	0.0
Bicarbonatos. HCO ₃	5.5
Sulfatos, SO ₄	-
Clóruo, CL	1.5
Fluoruros. F	
Nitrátos, NO ₃	
Suma de Aniones	7.0
Na ₂ CO ₃ Residual	0.3
Porcentaje de Sodio Soluble	
Concentración meq/l.	6.60
Clasificación	C2.S1

OBSERVACIONES:

Puede usarse para riego siempre y cuando haya un riego moderado de lavado.

NOTA: Análisis efectuado en el INCORA

CAPITULO II,

REVISION DE LITERATURA

El riego por aspersión es un sistema en el cual el agua de riego se aplica al suelo en forma de lluvia por medio de tuberías perforadas de orificios operados bajo presión o de rociadores giratorios.

Los sistemas de riegos por aspersión son instalados para aplicar el agua de riego eficiente y uniformemente sin producir escorrentía ni erosión excesiva con el fin de mantener la humedad del suelo dentro de valores óptimos para el crecimiento de las plantas (5).

NECESIDADES DEL RIEGO:

La cantidad de agua total necesaria para el desarrollo de una planta, es la suma de agua necesaria para su constitución, a las cuales hay que añadir eventualmente las cantidades de agua evaporadas directamente y las consumida por la planta.

Del agua que penetra en la planta, una parte es retenida y la otra es evaporada; el agua retenida viene a formar el agua de CONSTITUCION, y la evaporada el agua de VEGETACION. (9)

Se a visto que el agua contenida en el suelo no es enteramente uti-

lizable por la planta, es pues importante determinar la cantidad de agua útil, de esta reserva útil un 50% al 60% es consumida por la planta. (9)

El conocimiento de la evaporación (uso consuntivo) nos da un índice de las cantidades necesarias de agua a aportar, así tenemos la siguiente relación.

E.T. < Precipitación

E.T. = Evapotraspiración.

Cuándo se tiene ésta relación, el riego **no** se justifica.

Para la relación:

E. T. P. > Precipitación

E. T. P. = Evapotranspiración potencial.

Con ésta relación las necesidades de agua (D) son:

$$D = E. T. - P$$

Esta segunda relación se presenta en la zona de estudio, no obstante la reserva útil debe intervenir por lo menos en la determinación del primer riego.

NECESIDADES ANUALES DE AGUA DE RIEGO:

Como se a visto, las necesidades de agua de riego de una zona es -
tan sujeta a diferentes factores como son:

La evápotranspiración, la infiltración, vientos, tipo de suelo, hu-
medad relativa del aire, cubierta vegetal y lluvia.

Hay diferentes fórmulas que tienen en cuenta algunas o todas las va-
riables anteriores y que en conjunto han sido establecidas bien, para una
zona con clima particular, o bien para un cultivo determinado.

Para la zona en referencia (Mamatoco) y en especial los terrenos de
la granja de la Universidad Tecnológica del Magdalena, recibén una preci-
pitación baja y muy mal distribuida durante todo el año, por esta razón
los usos mensuales en lo que se refiere al cultivo del maíz son elevados;
teniendo para dicho cultivo un uso máximo de 18.5 cms. por mes, que vie-
ne a ser muy alto.

La siguiente igualdad, nos indica así las necesidades anuales de
agua de riego en función de las necesidades mensuales.

Necesidades anuales de agua de riego = \sum necesidades mensuales

ECONOMIA DEL RIEGO:

OBJETIVO:

Si el riego tiene por finalidad, regularizar las producciones y obtener cosechas mayores, solo se debe regar cuando el balance económico es positivo, puesto que se deben realizar grandes inversiones. Más adelante veremos, que el riego no reside únicamente en ésto, si nó que permite también una transformación radical en la forma de obrar y de pensar del agricultor; por que el riego por su insidencia económica obliga a realizar fundamentalmente el problema de las especulaciones..

Antes de tomar las decisiones de regar, es indispensable conocer con exactitud la rentabilidad del riego, determinar los gastos que ocasiona éste é igualmente los beneficios que proporciona; de donde se decidirá, con seguridad que el riego de determinados cultivos no es aconsejable. Por ejemplo, regar maíz para obtener 40 quintales es un mal negocio porque la instalación sólo servirá un año de cada tres y los gastos serán superiores a los ingresos. Por el contrario pensar en 100 quintales es un objetivo posible ya que el beneficio a obtener será superior a los gastos hechos.

El costo de una instalación puede dividirse así:

1.- Gastos de amortización.

2.- Gastos de funcionamiento.

3.- Gastos anexos (1)

GASTOS DE AMORTIZACION:

Estos gastos dependen de la duración previsible (Administrativa) Admisible legalmente del material y del tanto por ciento de interéres.

C U A D R O D E A M O R T I Z A C I O N

Material	Cuantía financiable	Tiempo de amortización
Pozos profundos	1'000.000	20 Años
Construcciones ligeras	200.000	10 "
Bombas y Motores	200.000	10 "
Materia Movil	200.000	10 "
Ramales Metálicos	50.000	8 "
Mangueras y Aspesores	10.000	6 "

La Caja de Crédito Agrario para las operaciones de créditos con fines para riego ofrece la cifra de \$1'000.000 aclarando que la Caja sólo da el 70% de la cifra solicitada.

GASTOS DE FUNCIONAMIENTO:

Los gastos de funcionamiento son el contrario de los gastos de amortización ya que éstos no son fijos sino que son proporcionales al número hora de marcha del equipo o instalación.

El conjunto de los gastos proporcionales está formado por:

1.- GASTOS DE CONSERVACION:

Casí únicamente del conjunto del material, los motores de accionamiento necesitan conservarse. Para las conducciones, aspesores, pieza de acople, puede fijarse un tanto alzados teniendo en cuenta el almacenamiento del material y pequeñas reparaciones a efectuar como acople, muelles, etc.

Se puede tomar como base aceptable una suma anual equivalente al 2.5% al precio inicial de compra.

Para los motores los gastos de conservación varían según el tipo de motor.

$$\text{Motor eléctrico} = \frac{0,0001}{100} p = \text{hora}$$

$$\text{Motor Diessel} = \frac{0,01}{100} p = \text{hora}$$

$$\text{Motor de Gasolina} = \frac{0,007}{100} = \text{hora}$$

Siendo p = al precio de compra (2)

2.- GASTO DE FUERZA MOTRIZ:

Según el tipo de motor, se deberán contar los gastos de carburantes o electricidad a los que deben añadirse los lubricantes.

Para los combustibles líquidos es necesario contar aproximadamente, 190 a 200 gramos, por caballo y por hora para un Diessel y de 0,21 a 0,31 grs. por CV y por hora para un motor de gasolina tendremos según el siguiente cuadro, los gastos en litros de combustibles líquido.;

G A S T O S E N L I T R O S D E C O M B U S T I
B L E L I Q U I D O

	DIESSEL	GASOLINA
10 CV	2,3L a 2,5L	3L
15CV	3,5L a 3,8L	4,5L
20 CV	3,6L a 5L	6,L
25 CV	5,9L a 6,2L	7,5L
30 CV	7L a 7,2L	9L

Los aceites lubricantes y las grasas deben cifrarse en el 10% del **precio** del carburante para los motores de gasolina en el 20% para los Diessel.

Para la electricidad, si el consumo si es fácil de calcular puesto que corresponde a la potencia absorbida en kilovatios, por el contrario es muy difícil estimar su costo por la deficiencia del servicio eléctrico en la zona estudiada. (9).

COSTO DE MANO DE OBRA:

El costo de mano de obra es muy importante y es el más delicado de estimar pues en él interviene el factor humano donde las variaciones de rendimiento y pago no son iguales de un individuo a otro, además debe considerarse la naturaleza del cultivo del terreno, porque los desplazamientos serán más rápidos en una pradera que en un maizal en donde la labor del riego se hace más dispendiosa, pero en definitiva el elemento principal es el método de riego empleado y la cantidad de material a movilizar, los desplazamientos desde la instalación con mucho trabajo en una disposición en tectángulo a una en triángulo, o a una en rastrillo o finalmente una simple instalación con manguera.

Utilizando la frecuencia de riego para una hectárea en 7 días, se regaría 4 veces al mes, utilizando tres obreros con un salario diario de \$30.00 lo que da \$90.00 para los tres obreros en un día de riego pero como son cuatro da un total de \$360.00 mensuales por hectáreas regada (3).

GASTOS ANEXOS:

Estos gastos, comprenden principalmente:

- 1.- Los gastos de gestión y organización.
- 2.- Obreros suplementarios que se necesitan para obtener altos rendimientos.
- 3.- Gastos suplementarios de recolección y almacenaje.

La cuantía de estos gastos anexos es relativamente fácil de calcular, ya que se trata de gastos efectuados y obligatoriamente contabilizados.

RENTABILIDAD DE LA INSTALACION:

La ecuación económica fundamental del riego puede escribirse así:

$$Pc > Ctr$$

De donde Pc = Precio de la cosecha debido al riego.

Ctr = Costo total del riego.

Si se tiene Ctr > Pc, el riego es inútil y no debe utilizarse, pe-

ro es fácil de comprender que el término Pc, no puede aumentar hasta el infinito; es necesario saber que el valor máximo del precio de la cosecha debido al riego corresponde al mínimo de inversiones. (9)

C O N D I C I O N E S P A R A S U E M P L E O

Para elegir un sistema de riego por aspersión, se deberá disponer de una evaluación económica en la que se compare este sistema de riego con otros sistemas y se justifique plenamente su uso.

En general el método de riego por aspersión se adapta a la mayoría de los cultivos excepto para el arroz, a la mayoría de las tierras irrigables y a la mayoría de las condiciones climáticas existente.

Este método no es aconsejable en zonas de temperaturas demasiadas altas, ni en zonas donde la velocidad del viento sea alta durante la mayor parte del año (2).

Para el empleo de un sistema de riego por aspersión se deberá disponer de agua de buena calidad, de manera que se puedan satisfacer todas las necesidades de riego según el tipo de cultivo.

El agua que se utiliza deberá ser limpia y carecer de residuos y otras sustancias extrañas que puedan así obstruir los rociadores, los

cojinetes y orificios se desgantan rápidamente cuando el agua tiene arena.

Será necesario tener en cuenta todas las condiciones de operación esperada para lo cual sería necesario recopilar toda la información necesaria antes de comenzar su diseño (9).

A P L I C A C I O N E S

El método de riego por aspersión se indica cuando se tiene las si - guientes condiciones:

- A) Suelos demasiados porosos en los que la distribución del agua no es muy aceptable, cuando se emplean métodos de riego superficial de tipo tradicional.
- B) Suelos superficiales cuya topografía impide la nivelación requerida por los métodos de riegos de superficie.
- C) Terrenos con muchas pendientes y fácilmente erosionables
- D) Caudales demasiados pequeños para distribuir con eficacia el agua por medio de superficie tradicionales.

- E) Terrenos demasiados ondulados en las que el costo de nivelación para riego de superficie es bastante alto.
- F) Suelos con agua fréaticas muy altas en las cuales se necesita un sistema de riego bastante elástica, fácil de controlar y en las que se faciliten graduar la lámina de agua aplicada y llegado el caso se puede utilizar el equipo de riego en otra zona hasta que mejoren las condiciones fréaticas (6).

T A S A D E A P L I C A C I O N

La tasa de aplicación no podrá exceder de la capacidad de infiltración estabilizada del suelo bajo riego.

Cuando existan varias condiciones de diseño para el área considerada se deberá utilizar la tasa de aplicación más desfavorable (5).

P A T R O N E S D E D I S T R I B U C I O N Y

R E Q U I S I T O S D E E S P A C I A M I E N

T O S

Al relacionar el espaciamento entre rociadores en una tubería o separación en tres posiciones sucesivas de tuberías con rociadores se

deberá tener en cuenta la separación entre hileras de árboles o la distancia entre filas de cultivos.

Para obtener las tasas de aplicación y distribución del agua se deberán combinar los siguientes factores:

1. Espaciamiento entres rociadores.
2. Tamaño del orificio utilizado
3. Presión de operación.

C A P A C I D A D D E L S I S T E M A

Este cálculo se basa en la fórmula de AMES IRRIGATION (1)'

$$Q = \frac{1,120 \times A \times d}{D \times H}$$

En donde 1,120 es una constante.

- A.- # de hectáreas irrigables.
- d.- Aplicación de agua en pulgadas.
- D.- # de días de riego
- H.- Tiempo de riego
- Q.- Caudal en galones por minutos.

R A T A D E A P L I C A C I O N

La rata de aplicación se determina por la siguiente fórmula:

$$Ra = \frac{Q \times 96.3}{A} = \text{pulg/hora (3)}$$

Donde: A = espaciamento del aspersor en el lateral x espaciamento del lateral (en pies²) Q = descarga del aspersor en (G.P.M.)

C I C L O D E R I E G O

El ciclo de riego se determina por la aplicación neta del agua al suelo en una profundidad determinada de acuerdo a los hábitos de las raíces y el consumo de agua diaria de la planta.

El primer riego tendrá un ciclo menor que los riegos sucesivos por cuanto no toda el agua aplicada debe consumirse. Este margen corresponde a lo que se denomina punto de marchitamiento o en otras palabras es el porcentaje de la humedad aplicada que se puede utilizar.

D I S T R I B U C I O N D E L S I S T E M A

En este punto de diseño es necesario conocer con la mayor exactitud las dimensiones topográficas y detalles del terreno mediante un plano topográfico.

Este plano servirá para tomar las decisiones sobre longitud y dirección de las tuberías principales y laterales se deberán considerar velocidades de los vientos y en general todas las condiciones desfavorable de aplicación. Cuando se disponga de datos del fabricante sobre coeficiente de uniformidad, se deberán seleccionar los espaciamientos entre rociadores, orificios y presión de operación de manera que el coeficiente de uniformidad no sea inferior al 85% (10).

R O C I A D O R E S

Para seleccionar un rociador se deberá disponer de los datos de aplicación o caudal por rociador, y espaciamiento deseado, con estos datos se podrá obtener del fabricante el tamaño de orificio y la presión de operación.

Al seleccionar rociadores se deberá poner especial cuidado de que estos operen bajo las condiciones óptimas especificadas por el fabricante. Las gotas no deberán ser ni muy finas que puedan ser arrastradas por el viento, ni muy gruesas, puesto que en este caso se rompe la es -

trctura. En los casos en que pueda haber más de un cultivo deberán seleccionarse tales, que un cambio de boquilla pueda satisfacer las nece - sidades y permitan una mayor flexibilidad en el sistema. Cuando el agua contenga sedimentos arenosos y abrasivos, deberán especificarse cogine - tes a pruebas de desgaste (6).

E S P A C I A M I E N T O M A X I M O

Los espaciamentos máximos deberán cumplir los siguientes criterios.

- a) Para rociadores de bajas, moderadas, e intermedias presiones el espa - ciamiento a lo largo de la línea lateral no deberá exceder del 50% del diámetro mojado. El espaciamento de laterales a lo largo de la línea no deberá exceder del 65% de dicho diámetro mojado.

Quando se esperan vientos en la zona regada el espaciamento de las tuberías principal deberá ser reducido hasta el 50% para velocidades medias de 8 Km. por hora y hasta el 30% para velocidades mayores de 15 Kmt. por ho - ra.

- b) Para rociadores de altas presiones, la máxima distancia entre dos ro - ciadores (diagonal) sobre líneas laterales adyacentes no deberá exce - der de los dos tercio del diametro mojado para condiciones óptimas de operación.

En los casos de vientos el espaciamiento diagonal deberá reducirse al 50% del diámetro mojado para velocidades medias de 8 kilómetros por horas y hasta el 30% para velocidades medias de 15 kilómetros por hora (10).

L I N E A S L A T E R A L E S

La longitud de los tramos de tuberías de aluminio se escogerá teniendo en cuenta:

- A) Distancia entre cultivos.
- B) Distancia entre rociadores.
- C) Distancia entre posiciones sucesivas del lateral.

El tipo de acople se seleccionará teniendo en cuenta:

- A) Facilidad de montaje y desmontajes.
- B) Posibilidad de que sea usado nuevamente cuando la tubería a la cual pertenece sea retirada de servicio.
- C) Escapes en las uniones sea nulos.
- D) Que permitan deflexiones en las tuberías de por lo menos 5 grados.

Las líneas laterales deberán diseñarse de manera que las pérdidas

de presión debida a la fricción no se dan del 20% de la presión de operación calculada de los rociadores.

Excepto para operaciones bajo los árboles, los tubos elevadores usados en las líneas laterales deberán ser lo suficientemente largos con el fin de evitar interferencias con el patrón de distribución cuando se estan regando los cultivos más altos.

La mínima altura de los tubos elevadores para evitar la turbulencia producida por la derivación hacia un rociador individual de una parte de flujo que lleva la tubería lateral sera la siguiente:

GASTO POR ROCIADOR EN GALONES POR MINUTOS.	METRO 3 POR HORAS.	ALTURA DEL ELEVADOR.
Menos de 10		
10-25	2-3	0.15m
25-50	2.3.-5.7	0.25m
50-120	11.4 27.2	0.50
120 o más	27.2	1.00

El ángulo óptimo que debén tener las tuberías laterales con la dirección del viento será de 90 grados.

Al final de las tuberías laterales deberá preverse un tramo adicional

de tuberías el cual tendrá por objeto mejorar la operación del último rociador cuando el agua lleva sedimentos o cuando las líneas laterales estén sujetas a un llenado rápido.

Cuando por varias causas algunos rociadores dispongan de una presión superior a la del diseño, se deberán prever reguladores de flujo. Si la presión disponible es mayor en un 20% que la presión de operación de los rociadores se deberían diseñar reguladores de flujos (9).

L I N E A S P R I N C I P A L E S

Las líneas principales, sus ramales y tuberías de conducción deberán diseñarse para llevar las cantidades de agua requeridas por todas las tuberías laterales a las presiones máximas calculadas.

Cuando la presión requerida por la operación de un sistema de riego sea suministrada por un equipo de bombeo; el tamaño y el material de la línea principal deberá ser seleccionada de acuerdo a un estudio económico comparativo de costo de tubería, costos de equipos y costos anuales de bombeo ().

DIFERENTES METODOS DE RIEGOS:

Probablemente existen tantos métodos de riego que cada quien modifi

ca con sus instalación para aumentar su eficacia y aumentar en los posible su trabajo.

Algunos buscan un riego perfecto sin preocuparse de la cantidad de mano de obra empleada; los que no disponen de éstos buscan desplazamientos mínimos a pesar de obtener una eficacia mínima.

El ideal será una cobertura total de la superficie regable por una red túpida de tubería provistas a interválos regulares de aspersores cu ya puesta en marcha y parada serían previstas de antemano. ().

DISPOSICIONES O METODOS:

Entre las diferentes disposiciones tenemos:

DISPOSICION EN PEINE:

La toma de agua (pozo, ríos, boca de riego a presión) se realiza en el líndero o en el exterior de la parcela.

En el siguiente gráfico se utilizaron los siguientes signos:

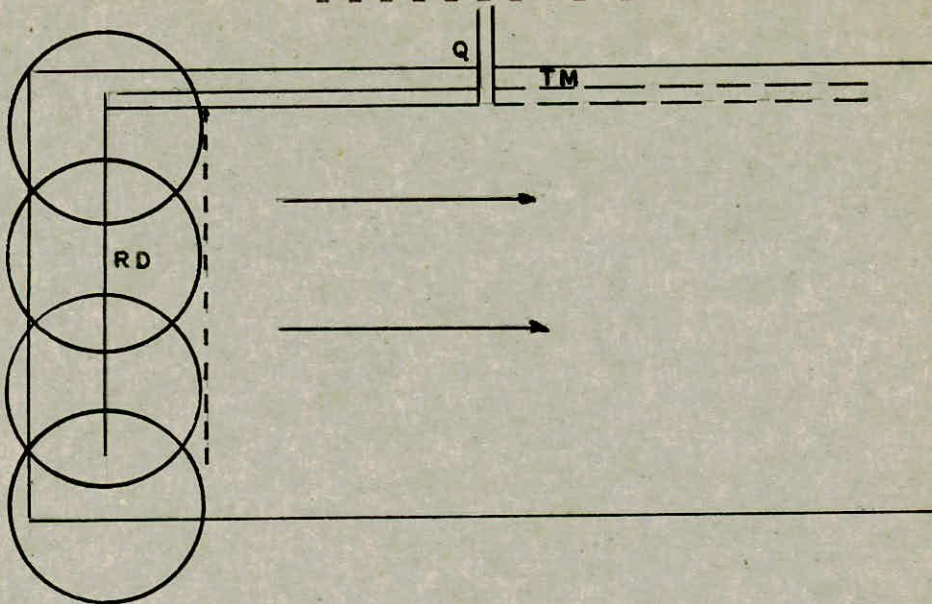
TM = Tubería Madre.

RD = Ramal de distribución.

→ Dirección de los Desplazamientos

Q = Caudal.

G R A F I C A # 1



VENTAJAS:

El material se reduce al mínimo, pero tiene los inconvenientes como desplazamiento de la instalación, y la parada de la instalación en cada desplazamiento, gran sección de la tubería madre (TM), ya que la tubería madre es igual al caudal total. (Q).

$$TM = Q$$

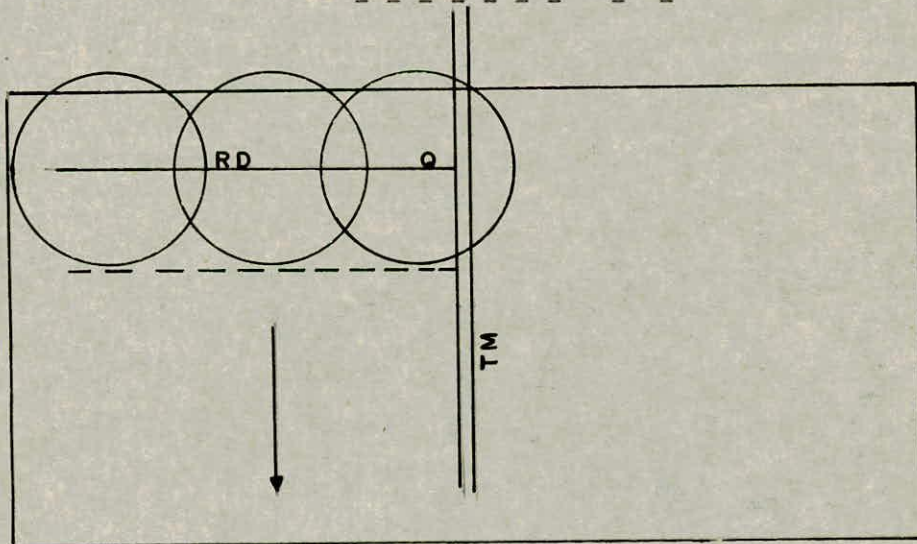
SOLUCION:

Estos inconvenientes se pueden solucionar teniendo en reserva un ramal regador y eventualmente un juego de aspersores.

DISPOSICION EN RASTRILLO O EN "L"

La toma del agua en la disposición en rastrillo se hace en los linteros o en el exterior de las parcelas donde se va efectuar el riego.

G R A F I C A # 2



VENTAJAS:

Tubería madre fija, pero de gran sección.

Desplazamientos menores al final del turno

INCONVENIENTES:

Costos ligeramente superior al anterior.

Desplazamientos importantes.

Parada completa de la instalación a cada desplazamiento.

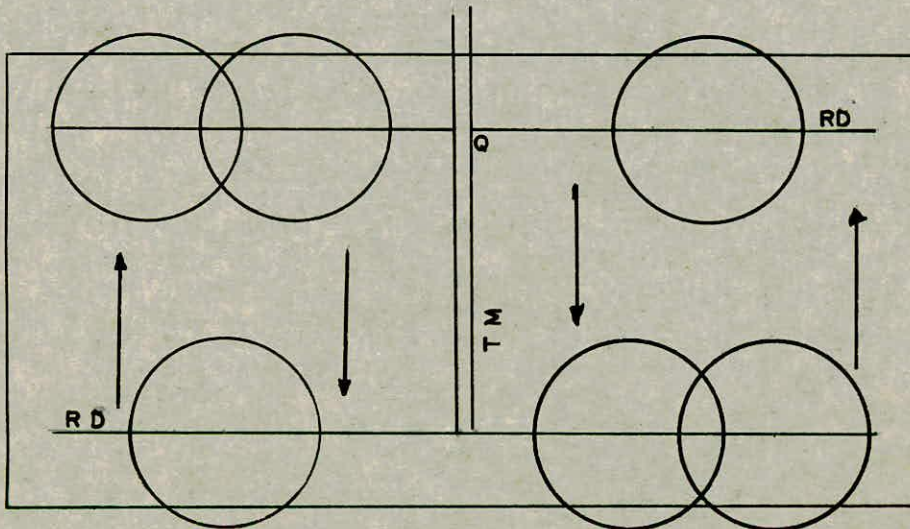
SOLUCIONES:

Tener una red de distribución en reserva (8).

DISPOSICIONES EN TRIANGULO:

La disposición en triángulo presente el mayor recubrimiento, pero su implantación en terreno presenta algunas dificultades por el número de desplazamientos.

G R A F I C A # 3



DISPOSICION DE COBERTURAS TOTAL:

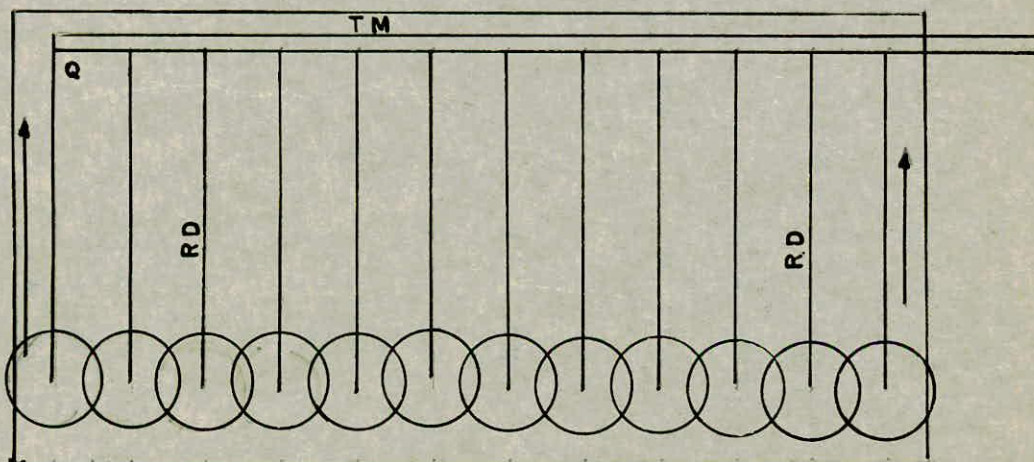
Sistema en el cual no sería necesario realizar ningun desplazamiento por ser la tubería pequeña que transportan caudales relativamente pequeños de 3 a 4 metros³ por hora, correspondientes a uno o dos aspersores rotativos de media presión lo que obliga a poseer casi tantos ramales como aspersores, el sistema será totalmente fijo.

VENTAJAS:

Desplazamiento reducido al mínimo.

La duración del material es mayor ya que no está sometido a los desplazamientos. (8).

GRAFICA # 4



DISPOSICION MAXIMA:

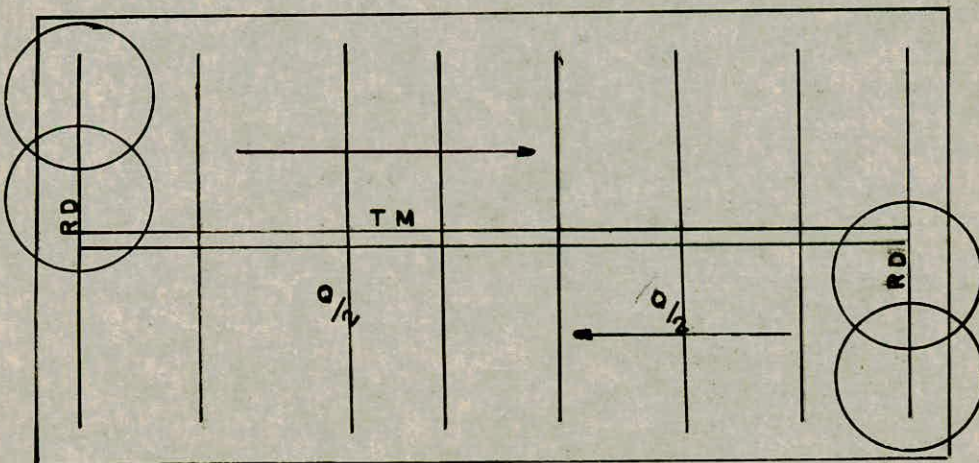
VENTAJAS:

La ventaja de ésta disposición con respecto a las anteriores, radica en un equilibrio todavía mejor de las perdidas de carga y que los diámetros de la tubería resultan inferiores.

DESVENTAJAS:

Una de las desventajas de éste sistema consiste en el número de plazamientos.

GRAFICA # 5
- - - - -



B O M B A S Y U N I D A D E S D E P O T E N C I A

Las capacidades de las bombas y unidades de potencia deberán ser adicionadas por la correcta y eficiente operación del sistema. El número de unidades de bombeo se seleccionará de tal manera que:

- (a) Cuando una unidad queda fuera de servicio se puede suministrar por lo menos un 75% del gasto necesario.
- (b) Permita la mayor flexibilidad en los períodos en que no se esta suministrando riego máximo.
- (c) La potencia requerida por la bomba se determina por la siguiente fórmula:

$$Pr = \frac{Q \times H}{3.960 \times E}$$

Q = Caudal en galones por minutos.

H = Altura en pies.

3.960 = Constante.

E = Eficiencia.

MANUAL DE OPERACIONES

Para todo diseño de sistema de riego por aspersión debe elaborarse el MANUAL DE OPERACIONES, el cual debe contener toda la información necesaria para operar correctamente y en forma eficiente, el sistema de acuerdo a sus condiciones de diseño.

TABLAS DE OPERACION

A) LATERALES

Aluminio Pulgads	No aspesores por línea	Long. Max. de lat.	Q/late G.M.P.	Hora- rios.	Dura- cion.	Frecuen- cia.
---------------------	---------------------------	-----------------------	------------------	----------------	----------------	------------------

2

3

4

E)

P R I N C I P A L E S

Ø L

G

H

Pulg. Mts.

G. M. P.

m

4

6

8

10

12

14

R E C O M E N D A C I O N E S G E N E R A L E S D E

O P E R A C I O N Y M A N T E N I M I E N T O

D E L O S S I S T E M A D E R I E G O P O R

A S P E R S I O N

Para obtener un buen funcionamiento de los sistemas de riego por aspersión se recomienda cuidadosamente las indicaciones contenidas en el manual de operaciones.

Las tuberías se deben colocar en las posiciones indicadas, el número

de horas calculadas para cada día del ciclo del riego.

Es importante observar si los círculos que forman los rociadores coinciden con los provistos; si son más grande la presión es mayor de la necesaria y esto indica que se está regando con exceso.

Puede ocurrir una situación contraria a la anterior, esto es que el agua salga con muy poca presión, caso en el cual hay deficiencia de agua, las gotas son muy grandes pueden dañar la estructura del suelo.

En estos casos se aconseja hacer una revisión del sistema.

Cuando los rociadores no giran o se detienen hay necesidad de cambiarlos por otros.

En los casos en que se produzca encharcamientos y escorrentía al comienzo de la aplicación del agua será necesario, hacer una revisión en el sistema, ya que la tasa de aplicación es superior a la capacidad de infiltración al suelo.

En casos de lluvias concentradas se deberá disminuir el número de riego, de acuerdo al agua disponible en el suelo.

Al presentarse una lluvia en el momento en que se efectue el riego se hace necesario suspenderlo.

Es necesario controlar permanentemente los niveles; cuando estos se encuentran muy altos llegan a la zona de raíces de las plantas y se perjudican estas por las falta de aireación (6).

Siempre que existan fugas de agua en las uniones de las tuberías o en otro sitio; habrá necesidad de investigar sus causas y corregir sus fallas ya que se pierde el agua y se reduce la presión de trabajo.

Se deberá tener cuidado especial de no pasar la maquinaria agrícola sobre las tuberías de aluminio.

Las tuberías de aluminio permiten ciertas deflexiones en las uniones después de las cuales es necesario usar codo; hay que tener cuidado de no forzar esas uniones y darles quiebra mayores de los permitidos.

CAPITULO III

M A T E R I A L E S Y M E T O D O S

Para el presente trabajo se escogieron 3 lotes representativos de terrenos ubicados en diferentes partes de la granja. En cada uno de ellos se determinó y se estudió el mecanismo de la relación existente entre el suelo y el agua, ya que cada tipo de suelo se caracteriza por lo siguiente:

1. Por la forma en que se encuentran distribuidas las partículas que lo componen.
2. Por la facilidad con que el agua puede penetrar y ser retenida.
3. Por su granulometría.
4. Por su permeabilidad.
5. Por su estructura.
6. Por su capacidad de retención.
7. Por su punto de marchitez.

Cuando estos diferentes elementos sean conocidos, entonces podemos determinar las necesidades de riego de los lotes; de donde calculamos las reservas de agua que contiene, así como las cantidades que son capaces de admitir. A partir de estos datos se definen; la dosis de riego y la frecuencia de los mismos, la adaptabilidad del sistema empleado a la zona de estudio, lo mismo que la eficiencia del método de riego empleado.

METODO:

Un método indicado a emplearse en la zona es el de cobertura total método semiportatil de gran eficiencia y fácil manejo, tipo aspersion subarbóreo utilizando los canales de conducción por gravedad (Ver plano adjunto) para captar el agua, ya que en este proyecto no utilizamos tuberías principales, la motobomba, lo mismo que los laterales son completamente portátiles.

Las necesidades de agua de ésta zona son elevadas como se dijo anteriormente, debido a las características metereológicas y a las condiciones de uso (evapotranspiración) de la región y en especial lo que se refiere a cultivos como maíz, hortalizas, sorgo etc.

Estas necesidades las podemos determinar **aproximadamente** en base a las frecuencias, a los usos más elevados durante el año.

ASPERSOR ESCO
GIDO. →

Boquillas m m	Presión at- mosfera	Caudal M ³ /h.	Ø de cober- tura en mts.	Precipitación en mm/h. Separación en (m)					Separación máxima en trian- gulo	
				6 x 12	12x12	12x15	12x18	18x18	Distancia m	precipita- ción mm/h
	2.0	2.29	30	31.8	19.9	12.7	10.6	7.1	24 x 24	4.0
MI GUR	2.5	2.55	31	35.4	17.7	14.2	11.8	7.9	24 x 24	4.4
55 x 42	3.0	2.81	32	39.0	19.5	15.6	13.0	8.7	24 x 24	4.9
	3.5	3.06	33	42.5	22.2	17.0	14.2	9.5	24 x 24	5.3
	4.0	3.25	35	45.2	22.6	18.0	15.0	10	24 x 24	5.6

TIPO DE ASPERSION (SUB ARBOREO)

Con aspersor N AAN 333/92

Conexión macho y hembra 3/4"

Este es un aspersor de TAMAÑO MEDIO DE UTILIZACION GENERAL.

Presenta gran diámetro de cobertura a presiones bajas y medias. Distribución uniforme del agua y pulverización fina. Recomendado por toda clase de cultivos, así como riego sub-arboreo de frutales.

Es apropiado para presiones variables y condiciones difíciles de trabajo, boquilla de plástico resistente

Del cuadro de característica de el tipo de aspersor utilizado en el estudio, tomamos los siguientes datos.

Lámina del aspersor = 1,56 cms/hora.

Presión = 3 atmósfera

Ø de cobertura 32m.

Caudal 2.81 m³/h.

EVALUACION DEL SISTEMA
DE RIEGO POR ASPERSION

CONDICIONES REQUERIDAS:

Un buen sistema de riego por aspersión debe ajustarse a las condiciones del suelo, de clima y cultivo para los cuales fué diseñado.

Los principales elementos que caracterizan un buen diseño y una buena operación puede resumirse en la forma siguiente:

1. El grado de aplicación del sistema debe ser tal que no sobrepase la capacidad de infiltración del suelo.

2. El volumen total de agua aplicada en cada riego debe ser suficiente para humedecer el suelo hasta una profundidad igual a la profundidad de la zona de absorción radicular de la planta.
3. La capacidad del sistema debe ser tal que permita reemplazar la humedad del suelo por lo menos con la misma rapidez con que la planta consume el agua.
4. El agua debe aplicarse al suelo de manera tal que asegure una distribución uniforme.
5. Las pérdidas de agua por evaporación o por transporte eolíos no deben ser mayor del 10 o 15% de la capacidad total del sistema.
6. El diámetro de las tuberías de distribución debe ser tal que produzca un balance económico entre el costo de la tubería y el costo de la potencia necesaria para bombear el agua.
7. El agua debe aplicarse de tal manera que no produzca daños físicos al cultivo.

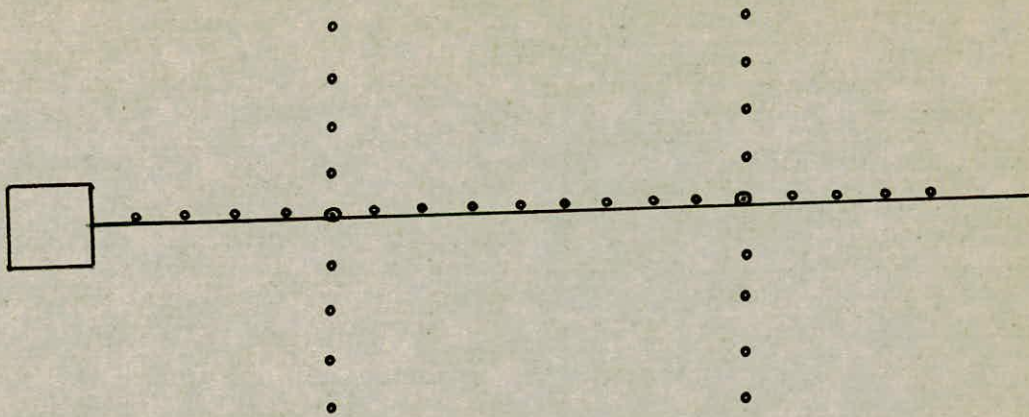
MATERIALES DE EVALUACION:

En este trabajo se utilizaron los elementos siguientes:

- 1.- Equipo de riego por aspersión
- 2.- Barreno
- 3.- Crónometro
- 4.- 64 latas con capacidad para un litro.
- 5.- Probeta de 500 cc. de capacidad
- 6.- Cinta métrica.

PROCEDIMIENTO:

- 1.- Con el barreno se observa el suelo hasta una profundidad de 60 centímetros, se estimó que este se encontraba en forma aproximada a su capacidad de campo.
- 2.- Una vez instalado el equipo se procedió a colocar las latas de un litro en la forma indicada en el siguiente esquema.

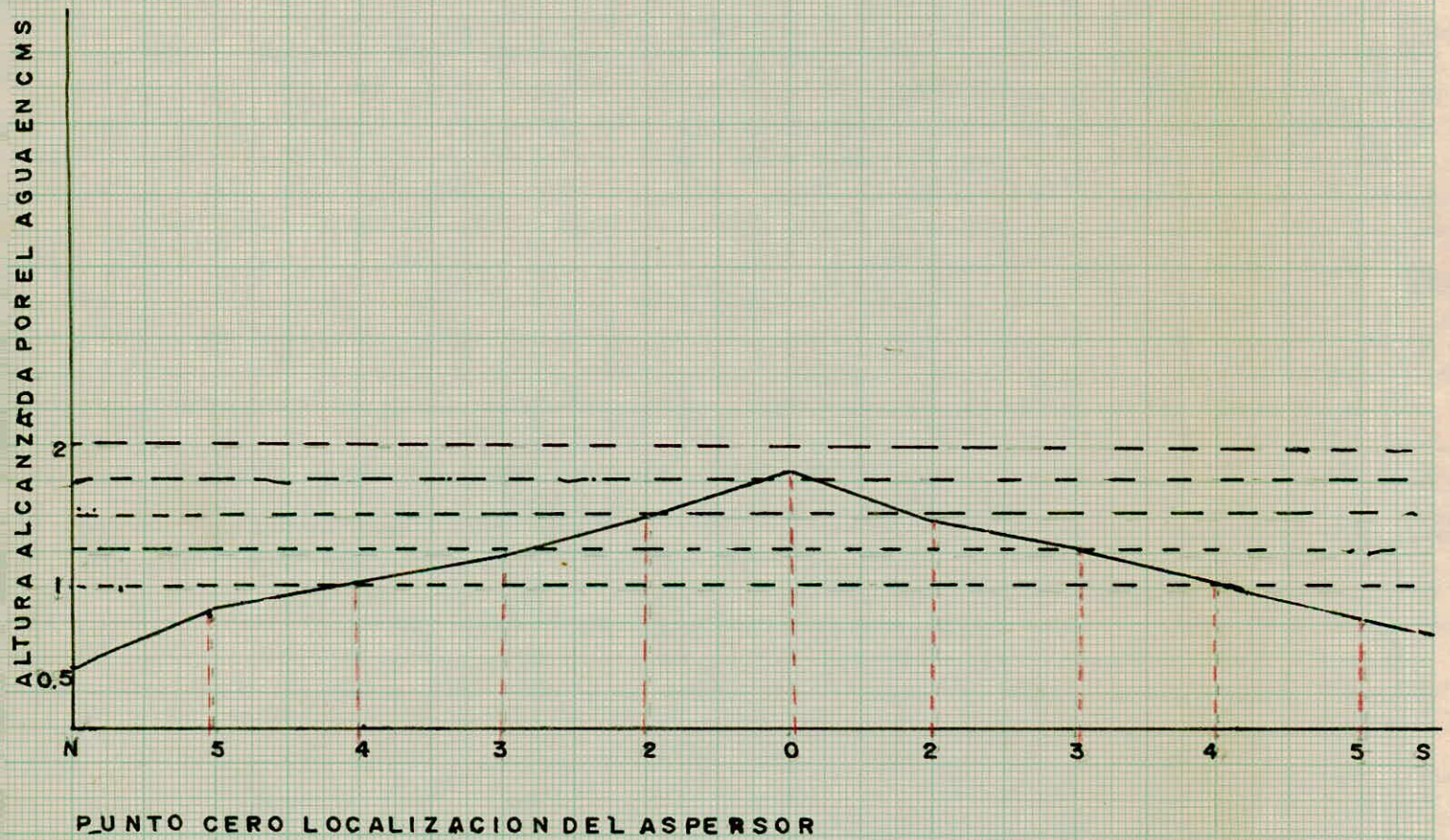


Latas = •

Aspersores = ●

- 3.- Se tomó la hora en que los rociadores empezaron a descargar agua sobre el área de estudio. El sistema continua operando hasta un tiempo de una hora.
- 4.- Se cortó el suministro de agua y dos días después se observa con el barreno la distribución y penetración del agua en el suelo.
- 5.- Finalmente se procedió a medir la precipitación caída en cada una de las latas de captación, para esto se utilizó la probeta graduada. (Ver gráfica los resultados)!

LAMINA DEL ASPERSOR DIRECCION N-S



POTES	5	4	3	2	2	3	4	5
ALTURA DEL AGUA	0.8	1	1.3	1.4	1.8	1.6	1.3	1

ESCALA: 2:1

LATERALES: # de laterales 2 # de rociadores por laterales 16 Espacia
miento entre rociadores 12 Mts.

Espaciamiento entre laterales 15 mts. longitud 200 mts. Día
metro 2.5"

PRINCIPAL: # de válvulas de salida _____ espaciamiento entre vál-
vulas _____ longitud _____ diámetro _____ (no
se utilizan)

BOMBA: Marca ? Modelo ? Capacidad 396.8 gal/h Car-
ga 42.42mts. Motor _____ Potencia 6.9. H.P. (cálcu-
lada).

AGUA: Fuente de abastecimiento POZOS Gasto disponible 40 lts/segs.

OPERACION: # de posiciones de los laterales para cubrir todo el campo
78 # de posiciones por día 11

de laterales que operan simultaneamente 2

de horas que los laterales operan por día 24

de rociadores que operan simultaneamente 32

El estudio para valorar el equipo de riego se hace en base a los factores siguientes:

- 1.- Frecuencia de riego
- 2.- Uniformidad de aplicación.
- 3.- Pérdida de agua.
- 4.- Eficiencia de aplicación.
- 5.- Tiempo requerido, lámina suministrada.
- 6.- Número de movimientos de laterales por día.
- 7.- Capacidad del sistema que resulta de multiplicar el gasto promedio de cada rociador, por el número de rociadores que operan simultáneamente.
- 8.- Carga total de la bomba, que es igual a la presión obtenida en el tubo de descargue, más las pérdidas de carga por fricción y succión respectivas.

CAPITULO IV

C A L C U L O S Y R E S U L T A D O S

El conjunto de las técnicas necesarias para regar con lluvia han sido examinadas; es posible pues tratar de hacer un balance, desde el punto de vista agrónomico como económico. Se vera que regar supone u na sujeción importante y que frecuentemente es necesario ser prudente, por que hay una forma de regar bien y existe desgraciadamente muchas formas de regar mal.

Los métodos que consisten en aportar el agua sin medida o aque - llos que pretenden dar muy poca, son poco rentables los unos con los otros. Regar es una técnica relativamente compleja que tiene exigen- cias a las cuales hay que ajustarse. Es necesario estudiar muchos mé- todos de riego adaptables a las parcelas a regar y llegar entre ellos aquel que permite el máximo de rendimientos para una inversión mínima; estas operaciones solo pueden hacerse por tanteos.

La elección definitivamente **da** una instalación sólo puede hacerse después de haber establecido un programa de riego, haber estimado al máximo de agua a aportar, haber estudiado muchos métodos, calculándolos y comparándolos, con la ayuda de fórmulas desarrolladas y finalmente comprobar que la relación está bien orientada en el sentido deseado.

Nuestro deseo al concluir este trabajo es el de que la Universidad del Magdalena y especial la facultad de Agronomía, no descuiden la parte tocante al riego de la granja y puedan perfeccionar o mejorar estas ideas aquí expuestas para un mejor desarrollo de la Universidad desde el punto de vista físico y académico.

DE TER MIN AC ION DE L U SO M E N S U A L
EN LA Z ON A E ST U DI AD A P A R A E L
C U L T I V O D E L M A I Z.

$$U_m = \frac{t \times p \times k}{100}$$

Pero $f = \frac{t \times p}{100}$ por consiguiente U_m queda así:

$$U_m = f \times k$$

t = Temperatura en grados fahrenheit.

Para convertir grados centígrados en grados fahrenheit se utiliza la formula siguiente:

$$^{\circ}f = 1.8 \times ^{\circ}c + 32$$

p = % de horas sol

k = Coeficiente de consumo

MESES:

TEMPERATURAS:

	^o C	^o F
Enero	28.0	82.4
Febrero	29.5	85.1
Marzo	28.4	83.1
Abril	27.5	81.5

FACTOR DE CONSUMO MENSUAL (F)

K

CONSUMO MENSUAL:

cms.

$82.4 \times 10.5/100 = 8.6$	2.15	18.5
$85.1 \times 9.7/100 = 8.2$	2.15	16.5
$83.1 \times 7.6/100 = 6.2$	2.15	13.3
$81.5 \times 8.7/100 = 5.3$	2.15	<u>11.4</u>
		59.7

Consumo mensual promedio = 14.9

DOTACION DE RIEGO

,La dotación de riego se determina así:

$$Dr = \frac{Um}{Ea}$$

Ea = Eficiencia de aplicación, que en el riego por aspersión tiene un rango de 60 a 80% y ésta depende no solo del cultivo sino también de factores controlables e incontrolables.

Dr = Dotación de riego mensual

Um = Consumo mensual.

<u>MESES:</u>	<u>Dr</u>	<u>Cms.</u>
Enero	18.5/0.70 =	26.4
Febrero	16.6/0.70 =	23.7
Marzo	13.3/0.70 =	19.0
Abril	11.4/0.70 =	<u>16.2</u>
		85.3

La dotación de riego promedio mensual es de 21.3 cms.

L A M I N A F R E C U E N C I A Y T I E M P O
D E L O S D I F E R E N T E S L O T E S

PRIMER LOTE: CC = 12%

$$CM = 6\%$$

$$Ga = 1.59$$

$$Ds = 80 \text{ Cms.}$$

Riego al consumirse el 70% del agua útil

Hm = Humedad mínima

$$D70 = \frac{D \ 100 \% \times 70\%}{100} = \frac{70 \times 6}{100} = 4.2$$

$$Hm = 12 - 4.2 = 7.8$$

$$\text{LAMINA: } DA = \frac{(CC - Hm) \times Ga \times Ds}{100}$$

$$DA = \frac{(12 - 7.8) \times 1.59 \times 80}{100} = 5.34 \text{ cms.}$$

$$\text{USO MENSUAL: } Um = 18.5 \text{ cms.}$$

$$\text{USO DIARIO: } = \frac{Um}{30 \text{ días}} = \frac{18.5 \text{ cms.}}{30 \text{ días}} = 0.6 \text{ cms/día}$$

$$\text{FRECUENCIA: } Fa = \frac{DA}{Ud} = 8.9 \text{ días}$$

$$\text{DOTACION EN CADA RIEGO} = \frac{DA}{Ea} = \frac{5.34 \text{ cms.}}{0.70} = 7.62 \text{ cms.}$$

$$\text{TIEMPO DE RIEGO (T)} = \frac{Dr}{da} = \frac{7.62}{1.56} = 4.9 \text{ horas}$$

LAMINA DEL ASPERSOR: da = 156 Cms/hora
LAMINA: DA = 5.34 cms.
USO MENSUAL Um = 18.5 cms.
USO DIARIO: Ud = 0.6 cms/día
FRECUENCIA: Fa = 8.9 días
TIEMPO T = 4.9 horas
DOTACION DE CADA RIEGO Dr = 7.62 cms.

SEGUNDO LOTE:

Datos: CC = 13%

GM = 6%

Ga = 1.60

Ds = 80 Cms!

Riego al consumirse el 70% de agua útil

Hm = Humedad mínima

$$D70 = \frac{D \ 100\% \times 70\%}{100} = \frac{70 \times 6}{100} = 4.2$$

$$Hm = 13 - 4.2 = 8.8$$

$$\text{LAMINA: } DA = \frac{(CC - Um) \times Ga \times Ds}{100}$$

$$DA = \frac{(13 - 8.8) \times 1.60 \times 80 \text{ cms}}{100} = 5.37 \text{ cms.}$$

USO MENSUAL Um = 18.5 cms.

$$\text{USO DIARIO: } Ud = \frac{Um}{30 \text{ días}} = \frac{18.5 \text{ cms.}}{30 \text{ días}} = 0.6 \text{ cms/día}$$

$$\text{FRECUENCIA: } Fa = \frac{DA}{Ud} = \frac{5.37 \text{ cms}}{0.6 \text{ cms/día}} = 8.9 \text{ días}$$

$$\text{DOTACION DE CADA RIEGO: } \frac{DA}{Ea} = \frac{5.37}{0.70} = 7.67$$

$$\text{TIEMPO DE RIEGO: } T = \frac{Dr}{da} = \frac{7.67}{1.56} = 4.9 \text{ horas}$$

$$\text{LAMINA DEL ASPERSOR: } da = 1.56 \text{ cms./hora}$$

$$\text{LAMINA: } Da = 5.37 \text{ cms.}$$

$$\text{USO MENSUAL: } Um = 18.5 \text{ cms.}$$

$$\text{USO DIARIO: } Ud = 0.6 \text{ cms./día}$$

$$\text{FRECUENCIA: } Fa = 8.9 \text{ días}$$

$$\text{TIEMPO: } T = 4.9 \text{ horas}$$

$$\text{DOTACION DE CADA RIEGO: } D = 7.67 \text{ cms.}$$

TERCER LOTE:

$$\text{Datos: } CC = 10\%$$

$$GM = 4\%$$

$$Ga = 1.59$$

$$Ds = 80 \text{ cms.}$$

Riego al consumirse 70% de agua útil

Hm = Humedad mínima

$$D70 = \frac{D100\% \times 70\%}{100} = \frac{70 \times 4}{100} = 2.8$$

$$Hm = 10 - 2.8 = 7.2$$

$$\text{LAMINA: } DA = \frac{(CC - Hm) \times Ga \times ds}{100}$$

$$Da = \frac{(10 - 7.2) \times 1.59 \times 80 \text{ cms.}}{100} = 3.56 \text{ cms.}$$

$$\text{USO MENSUAL: } = Um = 18.5 \text{ cms.}$$

$$\text{USO DIARIO: } = \frac{Ud}{30} = \frac{Um}{30 \text{ días}} = \frac{18.5 \text{ cms.}}{30} = 0.6 \text{ cms./día}$$

$$\text{FRECUENCIA: } = Fa = \frac{DA}{Ud} = \frac{3.56 \text{ cms.}}{0.6 \text{ cms./día}} = 5.9 \text{ días}$$

$$\text{DOTACION DE CADA RIEGO: } = \frac{DA}{Ea} = \frac{3.56}{0.70} = 5.08 \text{ cms.}$$

$$\text{TIEMPO DE RIEGO: } = T = \frac{Dr}{da} = \frac{5.08 \text{ cms.}}{1.56 \text{ cms/hora}} = 3.2 \text{ horas}$$

LAMINA DEL ASPERSOR	da = 1.56 cms/hora
LAMINA	DA = 3.56 cms.
USO MENSUAL:	Um = 18.5 cms.
USO DIARIO:	Ud = 0.6 cms./día
FRECUENCIA:	Fa = 5.9 días
DOTACION DE RIEGO:	Dr = 5.08 Cms.
TIEMPO DE RIEGO:	T = 3.2 horas

NOTA: Se deben tomar los datos del primer lote, para los cálculos del presente estudio.

1. NUMEROS DE ASPERSORES O ROCIADORES:

Longitud de la línea (lateral) = 200 mts. = 16 aspersores

Espaciamiento entre Rociadores 12 mts.

Cada lateral lleva 16 aspersores.

2. La disposición de los tubos laterales se puede observar en el plano del terreno sobre el cual se va realizar el riego.
3. La separación o espaciamiento de los tubos laterales es de 15 metros entre sí.
4. El diámetro de los tubos laterales se obtiene de la siguiente manera:

Presión de trabajo = 3 atmósferas

Pérdida de carga = 20% ciento

$$\text{Pérdida de carga } d = \frac{20 \times 3}{100} = 0.6 \text{ atmósfera}$$

$$1 \text{ atm.} = 14.7 \text{ Lbs./Pulg}^2.$$

$$14.7 \times 0.6 = 8.82 \text{ Lbs./Pulg}^2$$

Caudal del aspersor = 2.81 mts.³/hora, lo reducimos a litros/mín.=
 $2.81 \text{ m}^3/\text{h.} \times 1000/60 \text{ min.} = 46.81 \text{ lit./min.}$

Para encontrar el diámetro de los tubos laterales usamos el monograma de BLAIR, valiendonos de los datos anteriores y encontrando el valor de $2\frac{1}{2}$ pulgadas.

5. 78 tubos laterales se necesitan para cubrir todo el terreno (área) regables.

6. No. de tubos laterales totales = 78 = 11.4 12
Frecuencia práctica del riego por defecto

7. Duración del riego = $\frac{Dr}{da} = \frac{7.62}{1.56} = 4.9$ horas

Tiempo en horas = 24 horas = 4.8 turnos = 4

Duración del riego 4.9 horas por exceso

Número de posiciones por día = 11.4 = 2.1 laterales 3
Número de turnos por día 4.8 por defecto

8. HORARIO:

Primer turno 4 A. M. - 8.09 A.M.

Segundo turno 9.09 A.M. - 2.39 A.M.

Tercer turno 3.39 P.M. - 8.29 P.M.

Cuarto turno 9.29 P.M. - 2.19 A.M.

NOTA:

Este horario es para cubrir en un momento dado toda el área de riego. Para un área menor el horario dependerá del tamaño del área. Entre cada turno se deja una hora para efectuar los movimientos necesarios.

9. Número de laterales x Número de aspersores por lateral.

Laterales = 2 x 16 aspersores = 32 aspersores.

PRESION DE TRABAJO Y POTENCIA DE LA BOMBA:

Para el cálculo de la presión de trabajo, tuvimos en cuenta tabla de de SCOEY. que se encuentra en el manual de BLAIR, página 121.

Coefficiente de rugosidad en la tubería de aluminio portátil con

uniones K = 0.40
Caudal del aspersor 2.81 mts/h.

2.81 mts/h. x 16 aspersores 44.96 m³/h.

$$\frac{44.96 \times 1.000}{3.600} = 12.5 \text{ lts/seg.}$$

Caudal por lateral = 12.5 lts/seg.

Con éstos datos y utilizando la tabla de SCOBEEY. se encontró que la pérdida de carga para una tubería lisa de 2.5" de diámetro es de 6% (monograma).

$$\text{Pérdida de carga en el tramo de 7 metros} = \frac{6 \times 7}{100} = 0.42 \text{ mts.}$$

Pérdida de carga en el lateral = 20% de la presión de trabajo.

Presión de trabajo = 3 atmósfera = 30 metros.

$$\text{Pérdida en lateral de 200 metros} = \frac{20\% \times 30}{100} = 6 \text{ metros}$$

$$H = 30 \text{ mts.} + 6 \text{ mts.} + 0.42 \text{ mts.} = 36.42 \text{ mts.}$$

Potencia de la bomba.

$$P = \underline{Q \times Prs \text{ bomb.} \times 1 \text{ k l/ lts.}} =$$

$$P = \underline{12.5 \text{ lit} \times 36.42 \text{ mts.} \times 1 \text{ kl/lts.}} = 6 \text{ H. P.}$$

CAPITULO V.

C O N C L U S I O N E S

En éste estudio se obtuvieron las siguientes conclusiones:

Los suelos de la granja, presentan una alta infiltración de 40 - 60 mm/hora; lo que nos indica que la lámina del aspersor se ajusta a la rata de infiltración.

El sistema o equipo empleado de puede utilizar, ua que dió resultados satisfactorios. Los acoples a presión no se recomiendan por no ser eficientes.

Las necesidades de agua para el cultivo del maíz, en la zona se encuentran entre 700 y 800 mm. La lámina calculada es de 5.34 cms. para esta clase de cultivos.

La orientación de las líneas debe efectuarse en forma tal que los vientos caigan en forma perpendicular sobre ellas.

El tiempo o duración del riego es de 4.9 horas, para cada turno.

La frecuencia práctica de riego es cada 7 días.

Los estudios de infiltración y de perfil hídrico nos indican que los suelos de la granja presentan un buen drenaje interno. En las prácticas efectuadas no se presentaron encharcamientos, lo que es indicativo de que existe un buen drenaje.

La dirección y la velocidad de los vientos son factores importantes para determinar la posición de los laterales y la distancia entre rociadores, **siendo** éstas de 15 a 12 metros respectivamente. La distancia entre aspersores debe disminuirse a medida que aumenta la velocidad del viento, ya que éste afecta el diámetro de cobertura del aspersor.

El grado de aplicación de los rociadores en ningún caso debe ser mayor que la rata de infiltración del suelo, para evitar el escurrimiento del agua superficial.

Por otra parte la periodicidad de los riegos y el tiempo total de aplicación estarán limitados por la capacidad de retención del suelo.

Un método que puede adaptar sin hacer grandes modificaciones es el de cobertura total que tiene ciertas ventajas como son:

- a.- Desplazamientos reducidos al mínimo.
- b.- La duración del material es mayor, ya que no esta sometido a muchos desplazamientos.

El caudal del pozo No. 2 de la granja de la Universidad es suficiente para cubrir las necesidades de riego de toda la granja.

El agua utilizada en el riego no presenta sales en suspensión nocivas para los suelos y cultivos.

Para mejorar la eficiencia de conducción y evitar pérdidas por infiltración se pueden revestir los canales de riego.

CAPITULO VI.

RESUMEN

Este trabajo se efectuó en los terrenos de la Universidad Tecnológica del Magdalena, que se encuentra situada en la región de Mamatoco al Oriente de la ciudad de Santa Marta. Este estudio tuvo su comienzo en el mes de septiembre de 1.972 y se concluyó en abril de 1.973.

El objetivo principal fué estudiar el riego por aspersión y determinar si es factible la utilización de éste riego en las labores agrícolas de la granja.

Para su desarrollo se usaron los laboratorios de suelos, de química además de diferentes implementos pertenecientes a la Universidad Tecnológica del Magdalena. Las prácticas de campo se efectuaron en todo el terreno ocupado por la granja, en el tiempo previsto para su ejecución.

Se comenzó con pruebas de infiltración en lotes escogidos previamente, siguiendo en su orden las pruebas de capacidad de campo, punto de marchitez, determinación de perfiles hídricos, texturas, estructuras, etc.

Se utilizó el equipo comprado por la Universidad del Magdalena, cuyos resultados se van a conocer en éste estudio y se aconsejó comprar un equipo de mayor capacidad que supliera las necesidades de la granja, cuyas características del equipo aconsejado son las siguientes:

Equipo portátil, con 16 aspersores con una presión de trabajo de 3 atmósferas, sin tuberías principales, ya que éstas fueron remplazadas por los canales de riego; con laterales de 200 metros de longitud.

El sistema de riego adoptado es el de cobertura total de gran eficiencia, ya que permite regar la zona con mayor facilidad y un mínimo de desplazamientos, lo que permite la conservación del material por más tiempo.

La prueba efectuada de distribución del agua, resultó buena dando una lámina bastante uniforme y bien distribuida. Para el sistema empleado se utiliza una distancia entre laterales de 15 metros y entre aspersores 12 metros. Los laterales deben ser colocados perpendicularmente a la dirección de los vientos, ya que éstos son un factor limitante en la eficiencia del riego por aspersión.

B I B L I O G R A F I A

1. AMES IRRIGATION HANDBOOK. W. R. Company. Tampa. Florida. 174p.
1967.
2. ANDERSON B. 1968. Ensayos de laboratorios y campos. Edit. Riegos Técnicos. Boletín.
3. BLAIR F. ENRIQUE. 1965. Manual de Riego y Avenamiento. Bogotá, INCORA. p.p. 25-30-45.
4. CABRALES. L. A. et al; Levantamiento semidetallado de la Región de Gaira- Mamatoco-Bonda. Tesis Santa Marta, Universidad. Facultad de Agronomía. 1968. 2p. mecanografía.
5. CRITERIOS DE DISEÑOS. Sistema de Riego por aspersión. Boletín. Misión Tahal.
6. ESPINOSA VICENTE ENRIQUE. 1964. Los distritos de Riego, su administración, Operación y Conservación. 2ed. México, Cecsa. pp. 15-35.
7. HIDALGOS GRANADOS A. 1967. Métodos Modernos del Riego de Superficie.

8. IRAEISEN Y HANSEN. 1965. Principios y Aplicaciones del Riego. 2ed. Barcelona, Reverté. 396p.
9. JEAN D'AT DE SAINT-FOULE, 1968. Riego por Aspersión. Editores Técnicos Asociados. Barcelona. 125-200pp.
10. Riego por Aspersión. 1966. Riegos Técnicos Boletín p.21.
11. Servicio de Conservación de Suelo. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. 1972. Riego por Aspersión. Boletín. Edit. Diana, México.
12. THORNE. D. W. 1965. Técnica del Riego, Fertilidad y Explotación de los Suelos. 2ed. México, Edit. Continental. pp.200
13. TRISOLDI ANGEL. 1967. El Riego, planificación y práctica. Barcelona. Aedos, pp 210.
14. TRUEBA CORONEL SAMUEL. 1965. Hidráulica. 6ed. México, Edit. Continental, pp 107-130