

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION DE OBRAS DE RIEGO

INFORME PRELIMINAR
SOBRE
LA METEOROLOGIA E HIDROLOGIA
DE LA CUENCA ALTA
DEL
RIO GUAIRE

por
A. A. KOCH
Ingeniero Consultor
EN COLABORACION CON
A. KLANKE y
DR. G. POSEWITZ

CARACAS, SETIEMBRE 1951.

Prefacio

El informe actual es un esfuerzo en tratar de suministrar una base para tanteos productivos y para estudios más intensos de las causas meteorológicas y de los efectos hidrológicos de las crecientes en la cuenca alta del valle del Río Guaire. Tal vez algunos de los métodos expuestos aquí, encontraran aplicación en otras partes de Venezuela. La Meteorología tropical, como también el fenómeno de escurrimiento en regiones de terrenos escabrosos, son tópicos que aún no han recibido la atención que se merecen.

La cooperación de la División de Hidrología de la Dirección de Obras de Riego, bajo la dirección del Dr. León Camilo Salazar T., es agradecida y reconocida. En varias ocasiones, el Dr. Eduardo Röhl, ha puesto los archivos del Observatorio Cagigal, a nuestra disposición.

Ing^o Albert A. Koch

Caracas, Venezuela,

Setiembre 1951.

111

TABLA DE LO CONTENIDO

Sección I

RASGOS GENERALES

<u>Artículo</u>	<u>Página</u>
1. Descripción de la Cuenca	1
2. Clima y tiempo	1
3. Temperatura	2 3
4. Viento	4
5. Precipitación	6
6. Corriente de agua	6
7. Historia de las crecientes	14
8. Características de las crecientes	14
9. Evaporación	16

Sección II

ESTUDIOS DE ~~TEMPERATURAS~~ Y CRECIENTES
TORMENTAS

10. General	16 17
11. Crecientes del 15 al 17 Febrero 1951	17 18
12. Creciente del 4 de Noviembre de 1949	26

Sección III

ESTABLECIMIENTO DE CRITERIO DE TORMENTAS PARA
DISEÑOS.

<u>Artículo</u>	<u>Página</u>
13. General	29
14. Relaciones Duración-Intensidad de la Precipitación.	29
15. Distribución del tiempo de lluvias de tempestad para diseños.	30
16. Precipitación de punto máximo y de área	30 31

IV
Sección IV

ESTUDIOS METEOROLOGICOS:

<u>Artículo</u>	<u>Página</u>
17. General	33
18. Temperatura del Mar y Aire	34
19. Datos Meteorológicos disponibles	38
20. Agua precipitable	39
21. Distribución del agua precipitable	47
22. Precipitación Orográfica	47

Sección V

ESTIMACION DE LA RED DE PLUVIOMETROS

23. Densidad de estaciones de precipitación	53
24. Errores de pluviómetros	55

Sección VI

COMPUTO DEL ESCURRIMIENTO DE CRECIENTES

25. General	59 60
26. Tiempos de concentración computados	59 60
27. Proporción de pérdidas	60 61
28. Desarrollo de la Ecuación Empírica de gastos.	61 62
29. Derivación de curvas de frecuencia de crecientes.	65 66
30. Crecientes máximas posibles.	67 68

Sección VII

TRANSPORTE DE SEDIMENTOS Y ESCOMBROS

31. General	70 72
32. Transporte de sedimentos	71 73
33. Escombros	74 76

V

Sección VIII

ESTUDIOS TECNICOS MISCELANEOS

Artículo

Página

34. Dispersión de remolinos

~~74~~ 75

Sección IX

Bibliografía seleccionada

~~77-78~~ 79-80

VJ

LISTA DE LAS TABLAS

<u>Nº</u>	<u>MATERIAS</u>	<u>PAGINA</u>
1.	Características topográficas de las cuencas	2
2.	Frecuencia Promedia de huracanes en Las Antillas	3
3.	Variación media media anual de la dirección del viento (1941- 1944)	5
4.	Lluvia media anual ajustada para período de 14 años (1936- 1949)	7
5.	Lista de estaciones pluviométricas en y cerca del Valle de Caracas.	8-13
6.	Observaciones de Superficies seleccionadas, Febrero 12-22, 1951.	19
7.	Precipitación diaria en milímetros para el período Febrero 14-20, 1951.	20
8.	Distribución de lluvia de ^{tormantas} tempestades por días del Río Guaire aguas arriba de Petare.	20 22
9.	Características de escurrimiento observadas 16-17 Febrero, 1951.	24
10.	Características de escurrimiento observadas 15 de Febrero 1951.	25
11.	Distribución del tiempo de precipitación media de tempestades (diseño). ^{tormantas}	25 32
12.	Correlación. Temperatura del Aire en Caracas y tem- peratura del mar en Cristobal-Zona del Canal.	35
13.	Temperaturas(° C) promedias de la superficie del mar entre paralelos de latitud.	37
14.	^{Campo} Examen de la variación diaria de la temperatura de superficie del mar en los Trópicos.	38
15.	Datos del aire superior disponibles del Instituto de Meteorología Tropical, Rio Piedras, Puerto Rico, 10- 27 Febrero 1951.	40
16.	Cómputo de la precipitación máxima de agua del Agua Maxima Precipitable en el Aire	43

(continuación) LISTA DE LAS TABLAS

<u>Nº</u>	<u>MATERIAS</u>	<u>PAGINA</u>
17.	Cómputo de la precipitación máxima de agua. Agosto.	44
18.	Correlación. Variación anual del máximo de agua precipitable y de la precipitación media en el Observatorio Cagigal, Caracas.	45
19.	Cantidad de agua precipitable por debajo 400 milibar de nivel, 12-16 Febrero 1951.	46
20.	Densidad de estaciones pluviométricas. Norte de Venezuela.	53
21.	Densidad de estaciones pluviométricas en Centros Urbanos.	54
22.	Comparación de pluviómetros grandes y pequeños	57
23.	Frecuencia de crecientes computadas del Río Guaire en la Ciudad Universitaria.	66 68
24.	Frecuencia de crecientes computadas del Río Guaire en la Avenida O'Higgins.	67 68
25.	Ordenadas de ^{fluviografo unidad} la Unidad Gráfica Instantánea del Río Guaire en la Ciudad Universitaria.	68 70
26.	Creciente máxima computada del Río Guaire en la Ciudad Universitaria.	69 71
27.	Valores representativos de 'n' en la Ecuación de Sedimentos.	72 74
28.	Temperatura Media(2 A) Octubre y Noviembre 1944- San Juan y Antigua.	76 80
29.	Determinación de Haurwitz del Coeficiente Harmónico de variación de temperatura diurna.	76 80

LISTA DE FIGURAS

- | <u>Nº</u> | <u>TITULO</u> |
|-----------|---|
| 1. | Variación media anual de los Cuadrantes del viento principal de superficie. (1941- 1944). |
| 2. | Variación de lluvia anual-Obs. Cagigal- Caracas (1891 a 1950). |
| 3. | Variación media estacional de escurrimiento(1945-49) del Río Guaire. |
| 4. | Curva Gasto-Duración, Estimada del Río Guaire en Petare. |
| 5. | Curvas-Profundidad-Area. Precipitación total del 15 al 18 Febrero 1951(Río Guaire). |
| 6. | Curva media de masas de precipitación de tempestades, Valle de Caracas, Faldas Noreste de las montañas(16-17 Febrero 1951). |
| 7. | Distribución del tiempo de precipitación media de tormentas, Valle de Caracas. Faldas Noreste de las montañas(16-17 Febrero 1951). |
| 8. | Distribución del tiempo de lluvia promedia de tormenta. Valle de Caracas. Faldas Noreste de las montañas.(15 Febrero 1951). |
| 9. | Curva Profundidad-Area. Precipitación total del 15 a 18 Febrero 1951(Río Tuy). |
| 10. | Curva-Profundidad contra Area. Tormenta de Noviembre 4, 1949. |
| 11. | Distribución de tiempo de la lluvia media de tormenta, 4 de Noviembre 1949. |
| 12. | Relación Intensidad-Duración, Caracas, Venezuela. |
| 13. | Relación Profundidad-Duración estimada, lluvia máxima de 24 horas en un punto. Valle del Río Guaire. |
| 14. | Distribución del tiempo de lluvias de tempestad para diseños. |
| 15. | Relaciones de Intensidad-Superficie-Duración de la lluvia. |
| 16. | Variación anual de las temperaturas del aire y la superficie del mar. |
| 17. | Temperaturas(2C) del agua en la superficie del mar en Febrero. |
| 18. | Temperaturas(2 C) del agua en la superficie del mar en Agosto. |

(continuación -Lista de figuras).

<u>Nº</u>	<u>TITULO</u>
19.	Agua Atmosférica Precipitable(Máximo)
20.	Variación Anual computada del máximo de agua precipitable.
21.	Distribución de Agua precipitable por debajo del nivel de 400 -mb., 14 Febrero 1951.
22.	Profundidad de agua precipitable (en mm.) debajo del nivel de 400 -mb., 16 Febrero 1951.
23.	Perfil Medio de la Barrera del Sur al Norte(Longitud 0 66 47'30"- 66 55'00").
24.	Variación de la velocidad Horizontal con la Elevación.
25.	Aceleración neta debido a la barrera de la Costa.
26.	Campo de velocidad vertical encima de la barrera de la Costa.
27.	Diagrama de Fulk(Cómputo de las cantidades de precipitación).
28.	Desviación de la zona de máxima lluvia orográfica(diagramática).
29.	Efecto del viento sobre medidas de lluvias.
30.	Tiempos de concentración contra parámetros de las cuencas.
31.	Limites asumidos de ratas de infiltración para areas sin pavimentar. Valle del Río Guaire.
32.	Histograma aproximado de Area- Río Guaire en la Ciudad Universitaria.
33.	Ratas de gasto máximo y tiempos de concentración.
34.	Escurreimiento superficial. Relaciones de cubrimiento de suelos.
35.	Curva de frecuencia de crecientes computada, Río Guaire en la Ciudad Universitaria, Río Guaire en la Avenida O'Higgins .
36.	Gastos máximos de crecientes computadas.
37.	Cómputo de la curva de duración de transporte de sedimento , Río Guaire en Petare.

(continuación Lista de Figuras)

Nº

TITULO

38. Cómputo de ratas de transporte de sedimentos de crecientes, Río Guaire en la Ciudad Universitaria.
39. Relación de volúmen de creciente contra volúmen de escombros (California del Sur).
40. Características de las cuencas contra volúmen de escombros (California del Sur).
41. Variación del coeficiente de dispersión de remolinos con la altura.

=====

LISTA DE MAPAS

MAPA

TITULO

- A. Red Hidrológica de la Hoya del Río Tuy.
- B. Precipitación Total, 15 al 18 Febrero 1951.
- C. Isopercental Preliminar, 16 Febrero 1951.
- D. Isopercental Preliminar, 17 Febrero 1951.

LISTA DE APENDICESAPENDICESUJETO

- A * Datos e información miscelánea.
- B * "Informe sobre la inspección de las Estaciones Pluviométricas del Gran Ferrocarril de Venezuela, en Mayo de 1951 " por A. Klanke.
- Y
"Memorandum sobre el Progreso del Estudio de las condiciones Hidrometeorológicas en los Valles de Caracas" por A. Klanke.
- C * "Informe Sobre la revisión de los Registros Pluviométricos en la Hoya del Río Guaire y en el Litoral" por Dr. G. Posewitz.
- D ** "Análisis de condiciones Meteorológicas Existentes durante el período 12-18, 1951" por A. Klanke.

E * *Memoranda relativa al Rio Guaire*

F * *Desarrollos Teoricos para el analisis hidraulico del canal de alta velocidad del Rio Guaire*

* Incluido en el informe.

** Bajo cubierta separada.

SECCION I

RASGOS GENERALES

1. Descripción de la Cuenca:

La cuenca del Río Guaire aguas arriba de Petare, es un valle alto cuyo eje principal es paralelo a la costa Norte de Venezuela. Está cercado por faldas de montañas empinadas de las cuales escurren muchos arroyos cortos é intermitentes. La vertiente tiene aproximadamente 40 kilómetros de largo y 15 kilómetros de ancho en su dimensión lateral mayor. Las elevaciones varían desde aproximadamente 2600 metros en la cresta de la barrera de la costa norte hasta más o menos 900 metros a lo largo del fondo del valle de Petare. Los declives de las hoyas tributarias son empinados frecuentemente excediendo 350 metros por kilómetro. Las características topográficas de los tributarios de importancia y del río principal se encuentran en la Tabla I.

2. Clima y Tiempo

El clima de la cuenca superior del Valle del Río Guaire es predominantemente marítima, estando bajo la influencia directa de masas de aire cuyas propiedades son adquiridas en la región de origen(las aguas tropicales del Atlántico entre alrededor latitud N 5° y latitud N 20°) La sección IV, trata de mostrar la relación estrechamente asociada que existe entre algunas de las características de estas masas de aire y el clima de Caracas.

TABLA I

Características topográficas de las cuencas

Valle del Río Guaire

<u>RIO</u>	<u>LOCALIZACION</u>	<u>AREA</u> (Km ²)	<u>LARGO</u> (Km)	<u>PENDIENTE CURSO DEL AGUA</u> (m/Km)
Guaire	Saliendo de Petare	463	56	
Guaire	Unión con río Valle	365	47	11.2
Guaire	Entrando Caracas	304		
Macarao	Unión con Guaire	108		
Macarao	Palo Negro	92	13.5	29.6
San Pedro	Confluencia	125	22	25.7
Valle	Unión con Guaire	116	24.4	10.2
Valle	Mariposa	48	10.8	28.2
Catuche	Salida	7.1	6.5	60.7
Catuche	Entrando Caracas	4.5		
Caroata	Salida	11.0	7	22.0
Anauco	Salida	11.2	6.5	82
Anauco	Entrando Caracas	9.1		
Chacaito	Salida	9.4	7	78
Tócome	Salida	15	8	69
Caurimare	Salida	16	8	123
Guaire	Carapita		36	15.9

Normalmente hay dos épocas bastante distintas: la seca, desde Diciembre y que va hasta el fin de Abril; la lluviosa, desde Mayo y que va hasta el fin de Noviembre.

Durante el período lluviosa la región está sometida a frecuentes tempestades de tipo convectivas y de extensión de área limitada que con frecuencia cubren solamente una parte relativamente pequeña del Valle del Río Guaire. En años recientes, y también probablemente en el pasado inmediato, tempestades de alta intensidad han ocurrido en la época seca. Evidencia existe de la influencia de huracanes en la región del Caribe, al Norte, y sobre la situación de las lluvias de tormentas en el Norte de Venezuela (ver Sección II). No hay sin embargo, caso conocido de un huracán que haya pasado directamente sobre el área de Caracas. El más cerca a esta localidad fue aquel que atravesó los Estados Monagas y Sucre y la Isla de Margarita el 28 de Junio de 1933 y posiblemente otro en 1877. La frecuencia promedio de huracanes en Las Antillas es mostrada en la Tabla 2.

TABLA 2

<u>Frecuencia promedio de huracanes en Las Antillas por ciento</u>											
<u>Enero.</u>	<u>Feb.</u>	<u>Marzo.</u>	<u>Abr.</u>	<u>Mayo.</u>	<u>Jun.</u>	<u>Jul.</u>	<u>Ago.</u>	<u>Set.</u>	<u>Oct.</u>	<u>Nov.</u>	<u>Dic.</u>
0	0	0	0	1	3	3	26	26	34	4	3

Es probable que la barrera de la costa al Norte de Caracas tenga una acción de deflección sobre las trayectorias de ciclones tropicales.

3. Temperatura

La temperatura media anual para Caracas Obs. Cagigal, 1935-46, es 20.42° C. La temperatura media mensual menor en Caracas 18.82°

* E. González P., "Datos Detallados de Climatología de Venezuela", Ministerio de Sanidad y Asistencia Social, Caracas, Diciembre 1949.

ocurre en Enero, la mayor 21.2, en Setiembre y Octubre. La figura 16 muestra la variación anual de la temperatura del aire en el Obs. Cagigal. La temperatura máxima registrada en Caracas, fué 33.3 ° C, el mínimo 7.1 ° C. En las elevaciones más altas de la Cordillera de la Costa, al Norte, la temperatura media anual es aproximadamente 12.5° C.

4. Viento

En Caracas los vientos principales para todos los meses del año, con excepción de Noviembre, son del Sureste y Noroeste, la velocidad media anual es 3.5 metros por segundo. Para el período (1941-1944) la velocidad máxima registrada en el Observatorio fué de 31.5 metros por segundo, del Sureste, el 19 Junio 1942. La tabla 3, muestra la variación media anual de la ocurrencia de la dirección del viento por meses. La figura 1 es un diagrama de la variación anual de las principales direcciones del viento.

TABLA 3

Variación media anual de la dirección del viento (1941-1944)⁽¹⁾

(Porcentaje del número total de observaciones mensuales)

OBSERVATORIO CAGIGAL

MES	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSO	SO	OSO	O	ONO	NO	NNO
Enero					5,2	3,2	49,0	8,4	5,8	2,6	0,6			0,6	23,9	0,6
Febrero		0,17		0,7	2,1	1,4	43,6	7,8	8,6	2,1	0,7				25,0	7,8
Marzo		0,14		0,6		1,9	44,9	8,2	4,4						32,9	7,0
Abril	0,6		0,6		4,0	2,6	45,7	10,6	1,3	0,6					25,8	7,9
Mayo					5,1	6,4	60,5	5,1	3,2		0,6			1,3	15,9	1,9
Junio					5,9	1,3	79,7	7,2	0,6						5,2	
Julio					7,2	2,4	68,1	7,8	7,2						6,6	0,6
Agosto	0,6				5,9	1,8	52,1	13,0	13,6	0,6			0,6		10,6	1,2
Setiembre	1,3				5,7	1,3	51,0	12,1	14,0	0,6			0,6		12,1	1,3
Octubre	1,2	0,6			6,9	1,2	34,6	10,7	17,0	0,6	0,6		3,1		18,2	5,0
Noviembre	1,4				4,1	1,4	24,0	8,2	14,4	1,4	2,0		4,1		35,6	3,4
Diciembre	0,7				6,1	2,0	38,4	6,8	11,0	1,4	1,4		4,8		27,0	3,4
Anual	0,48	0,05	0,05	0,11	4,85	2,24	49,3	8,82	8,42	2,50	0,49	0	1,10	0,16	19,6	3,34

(1) Datos de "Climatología de Venezuela" Dr. Eduardo Röhl, Caracas, ¹⁹⁴⁶ páginas 79-82.

5. Precipitación

En promedio más o menos el 15 % de la lluvia total anual ocurre en la época seca de 5 meses y aproximadamente 85 % en el período húmedo de 7 meses. La Tabla 4, da el promedio ajustado anual de precipitación para estaciones en y cerca la cuenca del Río Guaire. Una lista de las estaciones en y cerca del Valle de Caracas se incluye como Tabla 5. La influencia topográfica notablemente afecta la distribución de la lluvia, un estudio del cual se incluye en la Sección IV de este informe. La lámina A indica la situación y tipo de estaciones pluviométricas en y cerca de la hoya del Río Tuy(Secciones 5 y Apéndice B, incluyen información adicional relativas a la red hidrológica y estudios de tormentas. La máxima pricipitación de 24 horas registrada, 419 mms., tuvo lugar en el Infiernito, el 16 de Febrero de 1951. Para la misma estación la suma total de precipitación de tormenta (15 al 17 Febrero) fué 529 mm. La figura 2 da la lluvia anual en el Observatorio Cagigal para el período de 60 años de 1891- 1950 inclusivo. El promedio corrido, también mostrado, indica la tendencia cíclicas de períodos de baja y alta lluvia.

6. Corriente de agua.

El escurrimiento es basicamente natural con la excepción del Río Valle que normalmente es controlado grandemente por la Represa de La Mariposa. El almacenaje del valle es despreciable..

La expansión rápida de Caracas está causando un cambio acelerado en las características de escurrimiento de la cuenca baja. Tal vez dentro del próximo cuarto de siglo algunos 60

- 7 -
TABLA 4

Promedio ajustado de lluvias para el período de 14 años

1936 a 1949 inclusive.

(Del informe del Tuy, Diciembre de 1950)

ESTACION	ELEVACION (metros)	LONGITUD	LATITUD NORTE	LLUVIA ANUAL mm.
<u>DTC. FEDERAL</u>				
Caracas(Ob.Cag)	1093	66° 55'39"	10° 30'24"	757
Caracas(GFV)	912	66° 55'20"	10° 30'24"	839
Caracas(Of.Elec)	913	66° 54'38"	10° 30'33"	794
Caoma(Pta. Elec.)	850	67° 07'09"	10° 30'57"	1046
El Paraíso	920	66° 54'47"	10° 30'30"	1019
El Valle	885	66° 55'52"	10° 27'07"	830
Dique Petaquire	1300	67° 09'	10° 28'15"	834
Hda.Mon.Antimano	925	66° 58'05"	10° 28'16"	850
S. José del Avila	998	66° 54'45"	10° 31'14"	840
Los Castillitos	1065	66° 56'22"	10° 32'30"	785
La Guaira	10	66° 56'02"	10° 36'08"	614
Las Trincheras	900	66° 58'48"	10° 33'21"	738
Macarao	1100	67° 02'	10° 25'45"	1238
Maiquetia	20	66° 56'	10° 35'	637
Mamo(Estanque)	832	67° 05'24"	10° 31'13"	972
Mamo(Planta)	302	67° 05'12"	10° 32'12"	734
Marapa(Planta)	15	67° 03'15"	10° 35'00"	481
Turnerito.	930	66° 55'41"	10° 25'30"	821
<u>ESTADO MIRANDA</u>				
Agua Fría	1000	67° 11'	10° 25'	951
Aragüita	60	66° 27'5"	10° 13'1'	2235
Country Club	904	66° 51'30"	10° 30'30"	898
Colonia Mendoza	200	66° 48'00"	10° 08'00"	1190
Cúa	241	66° 53'20"	10° 09'40"	955
Carupao(Estanque)	420	66° 38'18"	10° 30'12"	1052
Chacao	880	66° 51'02"	10° 29'50"	805
Charallave(Pta.).	315	66° 51'3'	10° 14'8'	797
El Encantado(Plta.)	785	66° 47'06"	10° 27'30"	1006
El Encanto(GFV)	1150	67° 05'15"	10° 19'24"	1052
Guatire	323	66° 32'5'	10° 28'0'	962
Izcaragua(Plant)	600	66° 41'18"	10° 30'06"	1032
Izcaragua(Estanque)	1200	66° 41'21"	10° 30'54"	1000
Ocumare del Tuy	210	66° 46'07"	10° 07'03"	778
Petare	884	66° 48'32"	10° 28'40"	667
Sta. Teresa	150	66° 39'5'	10° 14'1'	1333
Los Teques	1169	67° 02'02"	10° 20'48"	1121

8
Tabla 5

Lista de las Estaciones Fluviométricas

=====

de los Valles de Caracas y sus Alrededores

=====

Contenido: A = Hoya del Río Guaire
 b = Hoya del Río Tuy
 C = Hoya del Litoral
 D = Hoya del Lago de Valencia
 E = Hoya del Río Orinoco

A. Hoya del Río Guaire

A/I Río Guaire hasta Petare.

A/I/a: Río Macarao.

PR	1425	OS	Alto No León	Dist. Federal	1948 al presente
PR	1417	OS	Alto Izcaragua	"	1949 al pres.
PR	1418	AC	Junquito	"	1948 al pres.
PR	1427	OS	Sabaneta	"	1949 al pres.
PR	1426	OS	Palo Negro	"	1949 al pres.
PC	1428	PR	Macarao	"	1939 - 1944
PR	1437	OS	Llano de Cura	"	1949 al pres.

A/I/b: Río San Pedro.

PR	1445	OS	Topo de Espejo	Miranda	1949 al pres.
PR	1446	OS	Oropeza	"	1949 al pres.
PR	1447	OS	Pozo de Rosas	"	1949 al pres.
PR	1448	OS	Teques - INOS	"	1949 al pres.
PC	1449	FV	Teques - G.F.V.	"	1901 al pres.
PR	1439	OS	Carite	Dist. Federal	1949 al pres.

A/I/c: Ciudad Caracas.

-	0500	-	Caracas (valores adoptados)	"	1936 - 1950
PC	0551	PR	Antimano	"	1945 - 46
PC	0541	OP	Caracas - Carolina	"	1948 al pres.
PC	0542	FV	Caracas - Palo Grande	"	1944 al pres.
PR	0531	OC	Caracas - Cagigal	"	1891 al pres.
PC	0523	FG	Caracas - Est. G.F.G.	"	1901 - 1940
PC	0532	FV	Caracas - Sta. Inés	"	1901 - 1943
PC	0543	AC	Caracas - El Paraíso	"	1949 al pres.
PR	0524	AC	Caracas - Cuartel Viejo	"	1942 al pres.
PC	0521	OC	Caracas - San José del Avila	"	1941 - 43 y 1948 al pres.
PR	0545	OS	Caracas - Oficina INOS	"	1947 al pres.
PR	0533	OP	Caracas - Previsora	"	1949 al pres.
PC	0534	EC	Caracas - Electricidad	"	1921 al pres.
PR	0528	PR	Caracas - Country Club	Miranda	1945 al pres.
PC	0529	PR	Caracas - Chacao	"	1942 al pres.

A/I/d: Río El Valle.

PR	0539	OS	Caracas - Cid. Univ.	Dist. Federal	1949 al pres.
PC	0553	AC	Valle	"	1940 - 44 y 1947 - 49
PC	0552	AC	Turmerito	"	1931 - 40 y 1942 - 45
PR	0563	OS	Mariposa	Miranda	1949 al pres.

A/I/e: La vertiente Sur de la Cordillera del Avila.

PC	5012	OC	Caracas - Campo Alegre	Dist. Federal	1950 al pres.
PC	0514	OC	Caracas - Venados	"	1937 - 40 y 1950 al pres.
PR	0513	OC	Caracas - Castillitos	"	1944 al pres.
PR	5021	OS	Caracas - Chacaito	Miranda	1950 al pres.
PC	0527	OC	Caracas - Papelón (Avila)	Dist. Federal	1950 al pres.
PC	5015	OC	Caracas - Sebucán	Miranda	1948 y 1951 al pres.
PC	5016	OC	Caracas - Chorros	"	1948 al pres.
PR	5023	OS	Caracas - Fila Maestra	"	1949 al pres.
PR	5024	OS	Caracas - Camino Avila	"	1949 al pres.
PR	5025	OS	Caracas - Vigía	"	1949 al pres.
PR	5027	OS	Caracas - Caurimare	"	1949 al pres.

A/I/f: Petare.

PC	0554	OC	Petare - SMN	Miranda	1932 - 42 y 1950 al pres.
PR	0555	OS	Petare - INOS	"	1949

A/II Río Guaire entre Petare y desembocadura.

PC	0556	EC	Encantado	Miranda	1936 al pres.
PC	0557	AC	Mariches	"	1949 al pres.

B. Hoya del Río Tuy

B/I Alto Río Tuy hasta Tejerías.

PR	1435	OC	Colonia Tovar	Aragua	1931 al pres.
PR	1434	OS	Buena Vista	"	1948 al pres.
PR	1442	OS	Roble	"	1949 al pres.
PR	9343	OS	Jarillo	"	1949 al pres.
PR	1436	OS	Agua Fria	Miranda	1942 - 45 y 1949 al pres.
PR	1457	OP	Buen Paso	Aragua	1940 al pres.
PC	1456	OP	Conde	"	1943 al pres.
PC	1455	OP	Urbina	"	1940 al pres.
PR	1467	PR	Santa Teresa	"	1916 - 48
PC	1468	FV	Tejerías - G.F.V.	"	1901 al pres.
PC	1478	PR	Paují	"	1941
PC	0564	AC	Naranjal	Miranda	1950 al pres.
PC	1458	FV	Encanto	"	1906 al pres.

B/II Río Tuy entre Tejerías y Sta.Teresa.

PC	0562	AC	Maitana	"	1950 al pres.
PC	0572	OP	Charallave	"	1947 - 48
PR	0582	OP	Cúa - Bomba	"	1941 - 49
PR	0583	OP	Cúa - Parcela	"	1948 al pres.
PC	0593	OP	Piñate	"	1946 - 50

PC	0594	AC	Colonia Mendoza	Miranda	1943 - 48
PC	0595	OP	Aponte	"	1946
PC	0596	OC	Ocumare del Tuy	"	1921 - 37
PR	0576	OP	Sta. Teresa del Tuy	"	1949 al pres.

B/III Río Caucaagua.

B/III/a: Río Caucaagua hasta Guatire.

PR	5028	OS	Caracas - Macanillal	Miranda	1949 al pres.
PR	5029	OS	Caracas - Tacamahaca	"	1950 al pres.
PC	0515	EC	Izcaragua - Estanque	"	1936 al pres.
PC	0516	EC	Izcaragua - Planta	"	1936 - 40 y 1944 al pres.
PC	0517	EC	Curupao - Estanque	"	1936 al pres.
PC	0518	EC	Curupao - Planta	"	1936 al pres.
PR	0548	OP	Guareñas	"	1950 al pres.
PC	0558	AC	Guatire - MAC	"	1943 - 46
PC	0559	OP	Guatire - MOP	"	1941 al pres.

B/III/b: Río Caucaagua entre Guatire y desembocadura.

PR	1541	OP	Altos de Luisa	Miranda	1950 al pres.
PR	1542	OP	Palo Gacho	"	1951
PR	1551	OP	Portachuelo	"	1951
PR	1553	OP	Caucaagua - MOP	"	1941 al pres.

B/IV Río Tuy entre Sta. Teresa y desembocadura del Río Caucaagua.

PC	0579	OP	Carricero	Miranda	1947 al pres.
PC	1572	OP	Aragüita	"	1943 - 46
PR	1572	OP	Aragüita	"	1951

B/V Bajo Río Tuy.

B/V/a: Río Capaya.

PC	1524	OP	Capaya	Miranda	1941 - 49
PR	1534	OP	Café	"	1949 al pres.
PC	1526	OP	Pacheco	"	1947 al pres.
PR	1536	OP	Tacarigua	"	1949 al pres.
PC	1547	OP	Mamporal	"	1947

B/V/b: Río Tuy, parte baja.

PR	1548	OP	Puerto Sotillo	Miranda	1950 al pres.
PR	1558	OP	Puerto San Juan	"	1950 al pres.
PC	1586	OP	Panaquire	"	1943 - 48
PC	1574	OP	Tapipa	"	1947 - 48
PC	1584	OP	Carmen de Cuira	"	1948

B/V/c: Río Chico y Río Guapo.

PC	1662	OP	Río Chico	Miranda	1943 - 44 y 1948 - 49
PR	1682	OP	Guapo	"	1943 al pres.

C. Hoya del Litoral

C/I Litoral - Norte.

C/I/a: Río Maya.

PR 9322	OS	Paraulata	Aragua	1951
PR 9331	OS	Providencia - INOS	"	1950 al pres.
PC 1432	AC	Costa de Maya	"	
PR 9332	OS	Portachuelo	"	1927 al pres.
PC 1422	OS	Buenos Aires	"	1948 al pres.

C/I/b: Río Cagua.

PC 1403	PR	Panarigua	Dist. Federal	1911 - 30
PC 1411	PR	Limón - Oficina	"	1939
PC 1412	OS	Guitarrita - C	"	1948 al pres.
PR 1423	OS	Guitarrita - R	"	1949 al pres.

C/I/c: Río Chichiriviche.

PR 9313	OS	Naranjal	Dist. Federal	1951
PC 1413	OS	Peñita	"	1949 y 1951

C/I/d: Río Oricao.

PR 9304	OS	Puerto Oricao	Dist. Federal	1951
PR 1414	OS	Mercedes Fila	"	1949
PC 1415	OS	Mercedes - Hacienda	"	1949 al pres.

C/I/e: Río Mamo.

PC 1408	EC	Marapa	Dist. Federal	1936 al pres.
PC 1407	EC	Mamo - Planta	"	1936 al pres.
PC 1406	EC	Mamo - Estanque	"	1937 al pres.
PC 1405	EC	Caoma	"	1938 al pres.
PC 1416	EC	Petaquire	"	1920 - 26 y 1934 al pres.

C/I/f: Quebrada Tagua.

PR 0511	AC	Tacagua	Dist. Federal	1950 al pres.
PC 1419	AC	Topo	"	1950 al pres.
PC 0512	CE	Caracas - Trincheras	"	1936 al pres.

C/I/g: Quebrada Río Grande (Maiquetía-La Guaira)

PR 0501	AC	Maiquetía - MAC	Dist. Federal	1949 al pres.
PR 0502	OS	Maiquetía - INOS	"	1948 al pres.
PR 0503	OC	Maiquetía - SMN	"	1940 - 42 y 1950 al pres.
PC 0504	OC	Guaira - SMN	"	1937 - 39
PC 0505	FG	Guaira - Est.GFG	"	1921 - 40
PC 0506	PR	Guaira - Vargas	"	1935 - 41
PC 0509	OC	Guaira - Michelena	"	1920 - 31
PC 5013	OC	Caracas - Flores	"	1949 al pres.
PC 5014	OC	Caracas - Infiernito	"	1950 al pres.

C/I/h: Quebradas de Macuto y Caraballeda.

PC	0508	OS	Macuto - INOS	Dist. Federal	1948 al pres.
PC	0507	AS	Macuto - SAS	"	1948 - 49
PC	5007	OC	Camurí Chico	"	1950 al pres.
PC	5008	OS	San Julián	"	1949 al pres.

C/I/i: Río Grande (Osma)

PC	5009	PR	Osma	Dist. Federal	1931 - 38
----	------	----	------	---------------	-----------

C/II Litoral - Este. (Río Curiepe)

PR	1515	OP	Birongo	Miranda	1951
PC	1516	OP	Curiepe	"	1948 al pres.
PC	1518	OP	Higuerote	"	1946 - 49
PR	1519	OP	Mondragón	"	1950 al pres.
PR	1508	OP	Carenero	"	1951

D. Hoya del Lago Valencia

D/I Río Maracay.

PC	0438	AS	Delicias	Aragua	
PC	0448	AS	Caratípano	"	
PR	0455	OP	Maracay - Dep. MOP	"	1940 - 47
PR	0456	MN	Maracay - Est. Met.	"	1938 al pres.
PC	0457	AS	Maracay - Est. Mal.	"	1939 al pres.
PC	0458	FV	Maracay - G.F.V.	"	1901 al pres.
	0400		Maracay (valores promedios)"	"	1936 al pres.

D/II Río Turmero.

PC	1452	OP	Paya	Aragua	1940 al pres.
PC	1451	OP	Guayabita	"	1940 al pres.
PR	0467	AC	Maracay - Providencia	"	1940 al pres.
PC	1461	PR	San Pablo	"	1941 - 42

D/III Río Aragua.

D/III/a: Río Aragua (parte alta)

PR	9344	OS	Aguadita	Aragua	1949 al pres.
PR	1444	OP	Pié del Cerro	"	1940 al pres.
PC	1443	OP	Pedregal	"	1941 - 42
PR	1454	OP	Santa Rosalía	"	1940 - 47
PC	1453	AC	Sabaneta	"	1947 al pres.

D/III/b: Río Aragua (parte baja)

PR 9366	OS	Victoria - INOS	Aragua	1949 al pres.
PC 1466	FV	Victoria - GFV	"	1901 al pres.
PC 1465	PR	Victoria - MAC	"	
PC 1476	AC	Recreo	"	1948 al pres.
PR 1464	OP	Concepción	"	1941 - 47
PC 1475	OP	Suata - Embalse	"	1945 al pres.
PC 1472	CE	Cagua - CVE	"	1940 al pres.
PR 1473	OP	Cagua - MOP	"	1950 al pres.
PC 1474	PR	Palmar - Cagua	"	1944 - 46
PC 1484	OP	Suata - Caserío	"	1946 al pres.

D/IV Ríos Aparo, Taguaigai y Tocarón.

PC 1483	OP	Casupito	Aragua	1944 al pres.
PC 1491	OP	Barrancón	"	1944 al pres.
PC 0498	OP	Tanques	"	1944 al pres.
PR 0472	OP	Tocarón - Caserío	"	1951

E. Hoya del Río Orinoco

E/I/a: Río Guárico alto (hasta San Juan de los Morros)

PR 1495	OP	Caicara	Aragua	1944 - 45 y 1951
PC 1493	OP	Aguacates	"	1944 - 45 y 1948
PR 1492	OP	Montero	"	1940 al pres.
PC 2405	OP	Campo Alegre - Planta	"	1940 al pres.
PC 2416	AC	S. Juan de los Morros-MAC	Guárico	1942 - 44
PR 2417	OP	S. Juan de los Morros-MOP	"	1950 al pres.

E/I/b: Río Guárico bajo.

PC 2408	OP	San Sebastián	Aragua	1947 - 48 y 1950 al pres.
PC 0592	AC	San Casimiro-S. José	"	1949 al pres.
PC 0591	AC	San Casimiro-Negrillo	"	1936 al pres.
PR 2521	OP	Camatagua	"	1943 - 45 y 1947 al pres.
PR 2522	OP	Carmen de Cura	"	1950 al pres.
PC 2524	OP	Taguai	"	1948 al pres.

E/I/c: Río Orituco.

PR 2505	OP	Guatopo	Guárico	1949 al pres.
PC 2516	OP	Altagracia de Orituco	"	1943 - 48 y 1950 al pres.
PC 2507	OP	S. Francisco de Macaira	"	1946 al pres.

kilometros cuadrados de tierras habrán cambiado de uso agrícolas a desarrollos urbanos.

El patrón medio anual de desagüe del Río Guaire aguas arriba de Petare usualmente corresponde estrechamente al patrón promedio de distribución de lluvia de estación, nominalmente desagües pequeños desde Diciembre hasta fines de Abril, desagües relativamente altos desde Mayo hasta fines de Noviembre. La variación media epocal de escurrimiento en Petare es indicada en la Figura 3. De manera igual como la ocurrencia de lluvia, años recientes muestran una variación amplia del patrón normal. La figura 4 muestra la estimación promedia de la relación de desagüe- duración para el Río Guaire en Petare. El promedio estimado anual de volumen de desagüe en Petare es 6100 Hectáreas- Metros. La lámina A indica la situación de estaciones de aforos en y cerca de la región abarcada en este informe.

7. Historia de las crecientes.

La historia de las crecientes del Río Guaire hasta la fecha no se han registrado adecuadamente . En la hoya superior se sabe de crecientes que ocurrieron en 1892, Noviembre 1949, Noviembre -Diciembre 1950 y en Febrero 1951. Una curva de frecuencia de crecientes basada solamente en información histórica no es posible con datos tan escasos.

8. Características de Crecientes.

Faldas empinadas de las hoyas, tiempos cortos de concentración, propiedades pobres de retención de lluvias de las áreas más bajas del valle, tempestades de corto período y de alta intensidad resultan en crecientes de carácter ostentosas. El escurrimiento por kilómetro cuadrado de áreas contribuyentes es fre-

cuentemente alto. Crecientes de múltiples máximos probablemente ocurren aunque los datos de observación todavía no son suficientes para confirmar la suposición que todas las crecientes son constituídas casi. La Sección VI incluye estudios más detallados de las propiedades de las ~~crec~~ crecientes en el Valle del Río Guaire, y su relación a las características y meteorología de la cuenca.

Deforestación excesiva, quemazón de las hierbas y otros abusos a las montañas alrededor de Caracas año tras año han agravado la situación de las crecientes en el Río Guaire. A menos que se tomen medidas adecuadas para la reforestación y control de la erosión de los suelos las crecientes empeoran.

Ya en 1936, Pittier* tenía lo siguiente que decir sobre este asunto " ----- los efectos de una destrucción excesiva de los bosques se sienten de varias maneras. Además del empobrecimiento de grandes áreas que eran especialmente provechosas para fines agrícolas, ha habido una alteración en el clima y el secamiento total o parcial de las quebradas. Actualmente el clima de Caracas no es como anteriormente cuando existían los bosques densos del Valle de Tacagua ~~los bosques de Tacagua~~ y los bosques de Catia. En aquella época la temperatura era más uniforme, la sequía del verano no era tal vez tan marcada y la vegetación verde era más persistente durante todo el curso del año.-----

* Pittier H., "Consideraciones relativas a la destrucción de bosques y quemazón de las sabanas." Boletín Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales, Tomo III Nº 26, Mayo-Julio 1936. Caracas.-

" La topografía tan evidente en Tacagua, revela la presencia de barrancos profundos que solamente se han podido formar por torrentes, pero hoy raramente llevan una corriente de agua. Y el Guaire----- es hoy reducido a una mera gota de agua con crecientes pesadas que también son debidas a la deforestación de su nacimiento. "

La Sección VI trata más con el tema de la restauración de las cuencas.

9. Evaporación

Mediciones exactas de evaporación fueron iniciadas por el M.O.P. tempreno en 1948 ** Ellas indican, por un período de dos años, una evaporación anual de aproximadamente 1675 mms. para un evaporímetro en un sitio expuesto y aproximadamente 935 mm. *hechas en la sombra. La estación está a una elevación* por año para medidas de 915 metros sobre el nivel medio del mar situado en la Urbanización Arvelo, Caracas.

Sección II

ESTUDIOS DE TORMENTAS Y CRECIENTES

10. General.

La importancia de análisis detallados de tormentas para el propio entendimiento de las causas de las crecientes recientes en el Río Guaire es evidente. No obstante el número considerable de medidas de lluvias y escurrimiento que se han hecho por varios individuos y agencias fué difícil obtener información exacta y completa respecto aun a las tormentas más recientes y mucho menos para las tormentas de años atrás.

** Dr. J. Gschwendtner "Relación Entre la Evaporación a la Interperie y a la Sombra"- 30 meses de Observación en la Estación Experimental del MOP." Caracas, Setiembre 1950.

Datos de lluvia de grandes áreas urbanas tal como Caracas, eran abundantes. Observaciones de precipitación de tormentas en las regiones montañosas que son de la mayor importancia para cualquier estudio de la hidrología del Río Guaire carecían grandemente en cantidad y cuando disponibles eran tristemente inexactos.

En el valle del Río Guaire y a lo largo de la costa norte todas las crecientes son de corta duración. Luego es especialmente importante que todo registrador automático de lluvia y de estado de agua sean seguros con respecto al tiempo, sino la relación entre la intensidad de lluvia y el correspondiente máximo de escurrimiento o es oscurecido o puede ser completamente perdido. Medidas hechas después de crecientes para determinar el gasto por el método del área y pendiente o método similar y el relleno o banqueo eran generalmente de poco valor debido a la falta de información relativas los canales de los cauces de agua antes de las crecientes.

11. Crecientes del 15 al 17 Febrero 1951.

Las crecientes en el Río Guaire y en las hoyas costales del norte fueron consecuencia directa de la precipitación que ocurrió en el período del 15 al 18 Febrero inclusive. Desde el punto de vista meteorológico la lluvia parece ser la consecuencia de la invasión de aire polar a la región del Caribe. Un frente frío aparece haberse desarrollado en ó cerca de la costa a lo largo de la cual olas de disturbios que la estaban recorriendo de este a oeste eran propagadas. El efecto combinado de lluvia frontal, levantamiento orográfico y actividad convectiva en las olas pueden dar cuenta de las grados de precipitación extremamente altos. La faja

de actividad se extendió por lo menos hacia el Este hasta Trinidad adonde hay evidencia también, que grados extraordinariamente altos ocurrieron. Análisis meteorológicos que se están haciendo ahora aclararán la situación sinóptica en existencia durante el período. Observaciones venezolanas seleccionadas de superficie para el período del 12 al 22 de Febrero, se dan en la Tabla 6.

La Tabla 7 muestra las cantidades diarias de precipitación para el período del 14 al 20 de Febrero inclusive. Está incluido también el total para los 4 días de la actividad máxima de la lluvia. En la lámina B está dibujado el modelo preliminar de las isoyetas para estos 4 días. Al este de Macuto la falta de datos hizo imposible poder determinar la distribución de líneas de igual lluvia. Sin embargo los gastos extremos de crecientes evidenciaron la existencia de proporciones altas de lluvias a lo largo de las faldas norte de la cordillera probablemente tan al Norte como Caruao.

Las láminas C y D delinean el modelo aproximado de líneas isoporcenciales para los dos días más pesados de lluvia, el 16 y el 17 de Febrero.

TABLA 6

OBSERVACIONES

~~CARACTERÍSTICAS~~ SELECCIONADAS DE SUPERFICIE

(1530 H L V)

12 al 22 Febrero 1951

ESTACION	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
<u>CARACAS(Obs.Cagigal)</u>											
Temperatura(°C)	23,0	24,0		23,0			23,8		21,6	20,6	21,2
Viento(Dir-KPH)	N036	N036		N029			N021		N018	N010	E10
Presión(mb)	897,2	898,6		898,3			899,1		897,8	897,6	895,9
<u>MAIQUETIA-LA GUAIRA</u>											
Temperatura(°C)		28,7	27,5		22,1				24,6	24,3	25,3
Viento(Dir-KPH)		E25	E14		03				ENE10	E54	ESE10
Presión(mb)		1015,0	1012,0		1014,1				1013,2	1012,1	1010,5
<u>MARACAY</u>											
Temperatura(°C)	31,0	29,2	31,2	31,0	23,4	29,0	30,0	27,0	28,5	29,2	32,0
Viento(Dir-KPH)	07	N012	N08	N08	NE3	N03	calma	NNO3	NE3	S0	S3
Presión(mb)	1009,6	1011,4	1011,6	1010,9	898,1	1010,9	1011,4	1011,5	1010,6	1009,8	1008,5
<u>MARACAIBO</u>											
Temperatura(°C)	28,6	30,1	30,7	27,2	28,5	30,0	28,8	28,8	27,7	29,5	30,6
Viento(Dir-KPH)	N3	N54	N32	N43	NNE43	N43	N32	N43	N43	N32	N32
Presión(mb)	1010,5	1012,4	1012,0	1012,4	1012,4	1012,0	1012,2	1011,9	1010,9	1009,0	1007,8
<u>MATURIN</u>											
Temperatura(°C)	28,4	29,7	29,6	30,2	30,5	31,0	28,0	29,9	28,4	27,8	
Viento(Dir-KPH)	NE5	calma	N3	calma	calma	calma	calma	NE5	NE5	NE5	
Presión(mb)											

+ del Boletín Meteorológico , Servicio de Meteorología y Comunicaciones.

(1) A nivel de la estación.

(2) Reducido a Nivel Medio del mar.

TABLA 7

PRECIPITACION DIARIA EN MILIMETROS PARA EL PERIODO DEL 14 AL 20 FEBRERO 1951

(supuesto por la mañana)

+ Ajuste de fechas necesario para algunos datos de las estaciones

ESTACION	ELEVACION	FEBRERO								TOTAL
	(m)	14	15	16	17	18	19	20	Feb.15 al 18	
<u>DTO.FEDERAL</u>										
Camuri Chico	1205	1,2	56,2	201,6	32,5	6,5	41,5	3,5	296,8	
Campo Alegre				250,8					250,8	
Los Castillitos	1605	3,7		218,0	50,3				268,3	
Las Flores		4,4		339,0	70,5	24,7	25,0	19,0	434,2	
Obs.Cagigal	1043	0	9,3	72,9	18,7	5,9	0,4	0,7	106,8	
Carite				18,8	23,7		15,2	7,1	42,5	
Infiernito		15,0		419,0	80,0	30,0	18,6	24,0	529,0	
Caracas-Oficina	913			56,0	56,0	3,8	0,4	0,7	115,8	
S.José del Avila				110,0	7,5	8,8	4,6		126,3	
Carolina	916			211,0		8,0	5,1	4,6	219,0	
L.Vec.El Avila	1524			40,4	44,3	2,4		2,6	87,1	
El Cojo	5		0	210,0	70,0	11,0	19,0	30,0	291,0	
Maiquetía	35			156,0	49,8	36,4	1,4	18,2	242,2	
Hda.Mercedes	1100	6,4	95,7	230,3	39,5	21,2	19,3	23,7	386,7	
Palo Grande(GFV)				31,5	57,0	5,0			93,5	
Palo Negro		0	32,6	26,2	0	3,5	0,3	0	62,3	
Pto.Oricaó		0,4	0	106,8	80,8	64,7	5,5	24,4	252,3	
Tacagua	600		25,0	189,0	26,0	1,8	10,5	1,6	241,8	
Topo	700		20,6	200,2	20,2	10,0	9,2	6,3	251,0	
La Previsora	880			85,2	14,1	15,1	3,1	0,2	114,4	
<u>ESTADO MIRANDA</u>										
Parc.Experimental	1240			9,6	0,6			0,2	10,2	
Sta.Teresa del Tuy	150		0,4	7,6				0,4	8,0	
Aragüita			10,1	11,8	3,2		1,8	16,8	15,0	
Country Club	904			81,8	22,1	4,5		0,2	118,5	
Agua Fría	1000	3,4	0	85,8	47,2	0	10,0	0	133,0	
Izcaragua(planta)	600			67,0	36,5	2,0		2,5	105,5	
Izcaragua(Est.)	1200			115,0	38,5				153,5	
Los Teques(GFV)	1169		7,0	30,0	0,4	10,2		4,0	47,6	
Encanto(GFV)	1150		7,2	30,9	7,0	17,8			62,4	

Fluviografos

~~Hidrógrafos de etapas~~ suministrados por el INOS, para las quebradas que escurren al Río Guaire al Norte y Nor-Este de Caracas, como también ~~gráficos registrados de la~~ ^{pluviografos} ~~proporción de lluvia~~, indican que precipitación moderadamente pesada ocurrió en las montañas y a lo largo de la costa cerca de Macuto el 15 de Febrero.

La figura 5 representa los resultados de la integración de la totalidad del patrón isohietal de tormento en las hoyas del Río Guaire, arriba de Petare, arriba de Mopía y entre Petare y Mopía. Para el área aguas arriba de Petare el promedio total de profundidad de lluvia fué 78 mm.

Basándose en la integración de áreas de los isoporcientales se obtuvo la distribución aproximada de volúmen de lluvia mostrada en la tabla 8 para el área arriba de Petare para cada uno de los cuatro días.

Una curva media de masas ajustada de precipitación para el 16 y 17 de Febrero, se muestra como figura 6. Representa el promedio de cuatro estaciones registradoras ajustadas, con respecto al tiempo para compensar errores aparentes de reloj. Una descomposición de la curva de masas en un mapa pluviométrico se muestra en la figura 7. La precipitación que ocurrió durante estos dos días se puede dividir en tres períodos distintos de 9 horas de duración en cada uno de los cuales la intensidad máxima por hora del primer al tercer período aumentó progresivamente en casi una relación lineal.

Para obtener para las faldas nortes de las montañas las relaciones de tiempo entre lluvia y escurrimiento durante el 16 y el 17 se hizo recurso de los ~~hidrógrafos por~~ ^{pluviografos}

TABLA 8

DISTRIBUCION DE LLUVIA DE TORMENTA POR DIAS .

RIO GUAIRE ARriba DE PETARE

<u>FECHA</u>	<u>PROFUNDIDAD MEDIA DE LLUVIA</u>		<u>VOLUMEN DE PRECIPITACION</u>	
	<u>(mm)</u>	<u>(% Total)</u>	<u>(H.M.)</u>	<u>(H.M/Km)</u>
Febrero 15	9.4	12.0	435	0.94
Febrero 16	45.2	57.9	2093	4.52
Febrero 17	15.3	19.6	708	1.53
Febrero 18	8.2	10.5	380	0.82
Totales:	78.1	100.0	3616	7.81

del INOS. Los datos están resumidos en la Tabla 9.

La distribución de tiempo de lluvia media que cayó el 15 de Febrero para los mismos cuatro pluviómetros se muestra en la Figura 8. La Tabla 10, da para el período correspondiente, las características de escurrimientos observadas de varias quebradas.

La secuencia cronológica de eventos durante la tempestad está todavía pobremente definida para la cuenca entera. Sinembargo, del tiempo de comienzo de precipitación que ocurrió el 16 de Febrero, en varias estaciones ampliamente espaciadas aparenta que la tempestad se propaga de Este a Oeste a una velocidad de aproximadamente 7.5 kilometros por hora.

En la región de montaña al Noreste de Caracas, la rata media de aumento de precipitación de acuerdo con la altura para el 16 y el 17 de Febrero aproximó 17 mms., por 100 metros.

La curva profundidad-área para el total del período de tempestades del Río Tuy aguas arriba de Santa Teresa, se muestra en la Figura 9. Ambas, Figura 5 y Figura 9, son explícitamente derivadas para las áreas de drenaje aludidas y no se debn interpretar en el sentido usual, nominalmente como la extensión de área de las tormentas.

TABLA 9

CARACTERISTICAS DE ESCURRIMIENTOS OBSERVADAS, 16 Y 17 FEBRERO 1951

(TIEMPO DEL COMIENZO DE SUBIDAS Y PICOS)

QUEBRADA	Comienzo de la primera subida	1er. pico	Comienzo de la segunda subida	2° pico	Comienzo de la tercera subida	3er. pico
Chacaíto	0600 (16)					
Sebucán	0550 (16)		1750(16)	2230(16)	0330(17)	0350(17)
Galindo	0600(16)	0940(16)	1750(16)	2100(16)	0350(17)	0500(17)
Pasaquire	0830(16)	1000(16)	1930(16)	2200(16)	0420(17)	0500(17)
Tácome	0600(16)	0940(16)	1730(16)	1920(16)		0330(17)
Camburí	0600(16)	0940(16)	1900(16)	2110(16)	0410(17)	0500(17)
Tenería	0640(16)	1010(16)	1840(16)	+ 2100(16)		
Macarao en Palo Negro.			2150(16)	2320(16)	0300(17)	0500(17)
Tacamahaca	0620(16)	1000(16)				
Caurimare	0650(16)	1010(16)	1810(16)	+ 2200(16)	0350(17)	0430(17)

TABLA 10

CARACTERISTICAS DE ESCURRIMIENTO OBSERVADAS EL 15 FEBRERO 1951

QUEBRADA	COMIENZO DEL AUMENTO	MAXIMO
Galindo	13 <u>00</u>	13 <u>00</u>
Pasaquire	13 <u>00</u>	13 <u>10</u>
Tócome	13 <u>00</u>	13 <u>40</u>
Camburí	12 <u>40</u>	13 <u>00</u>
Macarao en Palo Negro	17 <u>00</u>	18 <u>40</u>
Caurimare	13 <u>00</u>	14 <u>00</u>

12. Creciente del 4 de Noviembre de 1949.

La tempestad y la creciente de temprano Noviembre de 1949, han sido estudiadas en más detalles por el Ministerio de Obras Públicas y otras agencias, que cualquier otro período crítico de escurrimiento. La compilación del Dr. Fiorini, y análisis de los datos de precipitación, es el tópico de un informe comprensivo sobre el tratamiento estadístico de los datos. El resultado de estudios adicionales relativos a la extensión área-distribución con respecto al tiempo, duración de la lluvia y rata de pérdidas fueron sumariadas por el informe de Diciembre de 1950⁴ Segundo Progreso y Resumen Parcial del Informe sobre Estudios Hidrológicos de las regiones del Río Tuy y Barlovento".

De acuerdo con el Dr. Fletcher* el factor meteorológico de primera importancia al clima venezolano para los primeros varios días de Noviembre, fué un huracán que avanzó hacia el Oeste a lo largo del 22º paralelo de latitud. A medida que se acercaba al meridiano de la Isla Windward, el ITC(Zona de Convergencia Intertropical) que se hallaba atravesando Las Guaya-

* Informe al Ministerio de Obras Públicas, Gobierno de Venezuela, sobre las condiciones meteorológicas sobre el área del Caribe, durante el período Noviembre 1º de 1949, hasta el 15 de Enero 1950 inclusive" por Robert D. Fletcher, Washington, D.C. Enero, 1951. pp. 10-11.

nas y Venezuela Central, fué arrastrado hacia el Norte a una ola cuya cresta también procedía hacia el Oeste en repuesta al movimiento del huracán. En ^{el} ~~la~~ segunda la cresta de la ola estaba no lejos del Sur de Trinidad. En ^{el} ~~la~~ tercera se hallaba al norte de la cuenca del río Tuy, mientras tanto, un sistema grande de alta presión, procedía hacia Occidente a las Antillas Mayores. A medida que el centro avanzaba, barrió la rama oriental de la onda ITC a través de la hoya del río Tuy el 4 de Noviembre. Durante y siguiente a este pasaje, los vientos eran fuertes del Este y causaron una condición meteorológica----- favorable para la ocurrencia de lluvias generales fuertes en la cuenca del Río Tuy."

"Del 4 hasta el 8 inclusive, la rama Este de la cresta de la ola ITC, estaba situada entre Maracay y Maracaibo. La ola entonces , se movió a una posición bastante Norte de Panamá adonde se quedó casi por dos semanas, subsidiando al Sur del Istmo el 17 de Noviembre. Sobre Venezuela, sinembargo, la ITC subsidió al Sur el 19 de Noviembre. Se podía localizar a través de Las Guayanas y la parte Sur-Central de Venezuela, por más de una semana marcado por olas ocasionales de disturbios que avanzaban hacia el Este, cada uno de los cuales asistió en producir un estado borrascoso local en las áreas del Sur."

La Figura 10, es un gráfico de la relación Profundidad-Area determinada del mapa ^{150 y 100} ~~100 y 100~~ del Dr. Fiorini, de la tempestad del 4 de Noviembre, el centro del cual estaba localizado en las cuencas altas de los Ríos Guaire y Tuy.

La actual curva Profundidad-Area se puede aproximar estrechamente por la expresión:

$$1/1.350$$

$$-0.0362 A$$

$$P = 85.6 X e \text{ ----- } (2-1)$$

adonde:

P = Profundidad promedio de precipitación(en mm) y

A = Extensión de área en Km².

distribucion de tiempo para

La Figura 11, representa el modelo promedio de estaciones en y en la vecindad de Caracas.

La falta de ~~hidrógrafos~~ ^{fluviogramas} completos en el área arriba de Petare, impidió la posibilidad de determinar las ratas de pérdidas en aquella región para la creciente del 4 de Noviembre.

Basándose en los fluviógrafos del Río Guaire en Mopia, se estimó que para el área total arriba del fluviómetro el promedio por hora de la rata de pérdidas para el período del 4 al 6 de Noviembre se aproximó a 10 mms., por hora. ~~Los~~

Los gastos máximos instantáneos se estimaron para varios sitios en el Guaire a través de Caracas.

En la Ciudad Universitaria el 4 de Noviembre la cresta fué de más ó menos 300 M³/seg.

SECCION IIIEstablecimiento de criterio de tormentas para diseños.13. General

Durante el curso de estas investigaciones se recibió una petición para desarrollar para el Río Guaire, curva de frecuencia de creciente y también estimaciones de las crecientes máximas posibles. Para esto se ha incluido en esta sección, una descripción de los medios usados para deducir la caída de las lluvias y como también un plano general de estudios meteorológicos que cuando estén terminados contribuirán a un mejor entendimiento de las complejidades del problema del escurrimiento de lluvias en la región inmediata cubierta por este informe.

14. Relaciones ~~de intensidad y duración~~ Duración-Intensidad; de la precipitación

La investigación de todas las tempestades de alta intensidad de años recientes en la región de Caracas, es un proyecto que se debía efectuar en el tiempo más pronto posible. Para este informe fuimos restringidos a análisis un poco incompletos de dos o tres tormentas, los datos para los cuales estaban incompletos cuando eran disponibles y frecuentemente insatisfactorias con respecto a su exactitud.

El análisis del Dr. Fiorini, de ~~los pluviogramas~~ ^{los pluviografos} de las tormentas del 4 de Noviembre de 1949 y estudios preliminares de los períodos Noviembre-Diciembre 1950, y Febrero 1951 formaron un punto focal para derivar la relación duración-intensidad-área*

* A.A. Koch. "Estudios de tempestades para el Valle de Caracas" en memorandum, Caracas, Febrero, 26, 1951.

de drenaje de creciente de área pequeña de la región de Caracas.

Para expresar la lluvia en un punto la siguiente ecuación para intensidad - duración-frecuencia de lluvias se derivó:

$$i_F = 463 \frac{F^{1/3.70}}{(T + 9)^{1/1.428}}, \text{-----} (3-1)$$

adonde:

i_F = intensidad de lluvia en mm., por hora correspondiente a la frecuencia F años.

T = Duración de precipitación en minutos. La distribución de área en estos estudios preliminares es dado por la expresión:

$$\frac{i}{i_0} = \left\{ 1 - \left(\frac{93-T}{1670} \right), \frac{180}{A-330-T} \right\} \text{-----} (3-2)$$

adonde:

A = área en kilómetros cuadrados.

i = Intensidad promedia en mm., por hora sobre área A, y

i_0 = intensidad en mm., por hora de lluvia en un punto.

Las ecuaciones (3-1) y (3-2) se derivaron para cuencas ~~menores~~ ^{menores} de 25 Km² en área y se aplicó a todas las frecuencias. Soluciones gráficas de las ecuaciones (3-1) y (3-2) son mostradas por las figuras 12 y 15.

15. Distribución de tiempo de lluvia de tormenta para diseños.

Todavía aún no hay a la mano suficiente información de una naturaleza puramente meteorológica para establecer para el valle del Río Guaire el tiempo de sequencia de intensidad de lluvias que

se esperan. La figura 14, y Tabla 11, son los histogramas tentativos de tormentas adoptados para usarse en el presente estudio. Ellos representan el patrón medio de tres tempestades, a saber: Noviembre 1949, Diciembre 1950, y Febrero de 1951, cada uno de los cuales era ajustado a una duración común de 9 horas.

Basándose en el estudio de la tormenta de Febrero de 1951(véase la figura 7), se asumió que para propósitos de desarrollar las formas más probables de las curvas de masas de lluvia crítica, varios de estos patronos de distribución de tiempo se podrían seguir estrechamente uno al otro.

16. Precipitación de Punto Máximo y de Area:

Para la parte alta del valle del Río Guaire, la lluvia máxima posible de punto se tomó en 480 mm., por día, valor previamente usado en el informe Tuy-Barlovento de Diciembre 1950.

La curva de duración-profundidad para la precipitación máxima se muestra en la figura B. La distribución de área se computó de la ecuación siguiente, también presentada primeramente en aquel informe, a saber:

$$\frac{d}{d_0} = \left\{ 1 - \frac{1}{20} \times A^{\frac{1}{4}} \right\}, \text{ (Duración de 24 horas) } \dots (3-3)$$

adonde:

d = promedio de profundidad de lluvia en mm. sobre área.

d₀ = profundidad máxima de precipitación en mm., y

A = área en Km².

Esto da por ejemplo, para el Río Guaire en la Ciudad Universitaria:

$$\frac{d}{d_0} = 0.782$$

TABLA 11DISTRIBUCION DE TIEMPO DE PRECIPITACION MEDIA DE TORMENTAS(DISEÑO)Porcentaje del total de 9 horas de lluvia.

HORA	LLUVIA CANTIDAD (% DEL TOTAL)
0 - 1	2,6
1 - 2	9,8
2 - 3	14,7
3 - 4	22,1
4 - 5	28,0
5 - 6	10,6
6 - 7	7,7
7 - 8	2,8
8 - 9	1,7

dgm.

SECCION IV

ESTUDIOS METEOROLOGICOS

17. General

En el presente informe hemos tratado de hacer uso de las gráficas preparadas por el Dr. Fletcher, para el período Noviembre 12, 1949- Enero 15, 1950. Sin embargo, ellos ofrecen poco de uso inmediato en el estudio de las situaciones meteorológicas productoras de crecientes de esta área y se sugiere que estudios a continuación deben tomar en cuenta las condiciones de niveles superiores en preferencia a las de superficie.

La experiencia de los meteorólogos en análisis de climas tropicales indican que en general, los mapas de las superficie no reflejan adecuadamente las situaciones sinópticas en los trópicos. Es probable que esto es particularmente verdad para el Norte de Venezuela, adonde las influencias topográficas son muy marcadas. De acuerdo con Riehl y Schacht * "La mayoría de los sistemas sinópticos del Caribe, son más pronunciados en el aire de arriba. La troposfera baja usualmente, compensa para los gradientes de presión y temperaturas que existen arriba, de manera que las artes y camellones superiores son frecuentemente unicamente reflejados débilmente en la superficie". También ellos señalan "los cambios de presión diurnas en los trópicos son tan grandes que deformación considerable del campo de presión frecuen-

* Riehl, H., y Schacht, E. "Método de Análisis para la región del Caribe" Boletín de la Sociedad Meteorológica Americana, Vol., 27, Diciembre 1946, páginas 569-575.

temente resulta a través de la superposición de los efectos diurnos del patrón sinóptico de presión.

Adicionalmente, las presiones de nivel del mar reportadas por estaciones adjuntas cercas, son frecuentemente tan diferentes debido a la variedad de errores de observaciones é instrumentos, que es muy difícil dibujar un patrón único isobárico en un campo de gradientes débiles, adonde un error de observación de un millibar, puede afectar el patrón considerablemente."

En vez de análisis meteorológicos adecuados a niveles más altos este estudio se restringió a unas pocas líneas específicas de ataques que aparecían ofrecer algunas bases prácticas para determinar aquellos factores que más probablemente afectarían nuestro entendimiento de las causas de las ratas máximas de lluvia de tormentas. Aún en estos casos estábamos restringidos por los límites puestos de datos inadecuados y tiempo y personal insuficiente de manera que las conclusiones alcanzadas se deben considerar unicamente como preliminares y tentativas.

18. Temperaturas de mar y aire.

Como fué señalado en el Informe del Río Tuy, de Diciembre 1950, existía una relación estrecha entre la temperatura de la superficie del mar en Cristobal, Zona del Canal y la temperatura del aire en Caracas, indicando que las influencias que afectan el clima de la hoya del Río Guaire, son predominantemente marítimas. La Figura 16 muestra un gráfico de la correspondencia entre la temperatura de mar y aire y la tabla 12 dá un coeficiente de correlación $P = + 0.841$, una relación estadística altamente satisfactoria para estos factores. Más aún, la naturaleza de los vientos son tales que el origen de la humedad para el proceso de

TABLA 12

Correlación- Temperatura del aire en Caracas y temperatura del mar, Cristobal, Zona del Canal.

Método Rango-Diferencia

Mes	Temperatura aire(°C)	Temperatura mar(°C)	u _i	v _i	(u _i - v _i)	(u _i - v _i) ²
	Caracas(X ₁)	Cristobal(Y ₁)				
Enero	18,8	26,7	12	12	0	0
Febrero	19,0	26,8	11	11	0	0
Marzo	19,9	27,3	9	10	-1	1
Abril	21,1	27,7	4	8	-4	16
Mayo	21,5	28,4	1	4	-3	9
Junio	21,0	28,7	5	1	+4	16
Julio	20,8	28,3	7	6	+1	1
Agosto	21,0	28,3	6	5	+1	1
Setiembre	21,2	28,5	2	2	0	0
Octubre	21,2	28,5	3	3	0	0
Noviembre	20,3	27,8	8	7	+1	1
Diciembre	19,5	27,4	10	9	+1	1
N = 12					Σ = 0	Σ = 46

$$\text{Chequeo } \sum (u_i - v_i) = 0$$

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum (u_i - v_i)^2}{n(n^2 - 1)} = 1 - \frac{6 \times 46}{12 \times 145}$$

Por tanto, $\rho = 0,841$

la precipitación en esta región debe originarse en el Atlántico del Norte entre 5° N y 20° N de latitud.

La Figura 17 representa la distribución normal de las temperaturas del agua de la superficie del mar en los océanos Atlántico y Pacífico para Febrero, el mes de las temperaturas más bajas, mientras la figura 18 muestra las temperaturas correspondientes en Agosto.

De acuerdo con Sverdrup,* en todos los océanos las temperaturas del agua de superficie más altas se encuentran junto al Norte del Ecuador.

El Ecuador térmico (región de temperaturas más altas) se mueve con las estaciones y aparenta estar relacionado al carácter de la circulación atmosférica en los dos hemisferios.

Las temperaturas de la superficie del mar en el Hemisferio del Norte son más altas que aquellas del Hemisferio del Sur.

Esto se adscribe a la diferencia en el carácter de los vientos prevalecientes. La Tabla ¹³ muestra las temperaturas promedio de la superficie del mar para los dos océanos que bordean el Continente de Sur América.

* Sverdrup, H. - "Oceanografía para Meteorologistas".
George Allen & Unwin Ltd., London, 1945.

TABLA 13

TEMPERATURAS PROMEDIAS DE LA SUPERFICIE DEL MAR (°C) ENTRE
PARALELOS DE LATITUD

LATITUD	OCEANO ATLANTICO	OCEANO PACIFICO
N.30° <u>to</u> N.20°	24.2	23.4
N.20° <u>to</u> N.10°	25.8	26.4
N.10° <u>to</u> 0°	26.7	27.2
S.10° <u>to</u> 0°	25.2	26.0
S.20° <u>to</u> S.10°	23.2	25.1
S.30° <u>to</u> S.20°	21.2	21.5

En todas latitudes libres de hielo los océanos reciben un exceso de radiación solar. De ahí que en oceanos libres de hielo el calor es transferido de la superficie del mar a la atmósfera en la forma de vapor de agua que en el caso de las masas de aire que afectan el clima de Venezuela, es la primera fuente de energía disponible. ^{La temperatura de} La superficie del mar es por esta razón, en promedio, más alta que la temperatura del aire inmediatamente encima la superficie del oceano. Medidas recientes han indicado que en el Océano Atlántico, entre latitudes N-20 y S 55° la temperatura del aire en las latitudes más bajas se representan por una curva de senos con mínimos entre 2.30 horas y 3.00 horas y máximos entre 14.30 horas y 15.00 horas y un campo de variación de 0.3 °C a 0.4 °C.

El ciclo diurno de temperaturas de aire en Maiquetía y Caracas muestra tiempos semejantes de los valores extremos. Los datos

de observación de Sverdrup relativas al campo de temperaturas diurnas en aguas tropicales, se dá en la tabla 14 más abajo.

TABLA 14
TEMPERATURA DE
CAMPO DE VARIACION DIURNA DE LA SUPERFICIE DEL MAR
~~TEMPERATURA~~ EN LOS TROPICOS.

VIENTO Y NEBULOSIDAD	VARIACION DE TEMPERATURA (°C)		
	PROMEDIO	MAXIMO	MINIMO
<i>fresca</i> Brisa fresca moderada <i>↑</i>			
a) Cielo nublado	0.39	0.6	0.0
b) cielo claro	0.71	1.1	0.3
Calma o brisa muy liviana			
a) Cielo nublado	0.93	1.4	0.6
b) Cielo claro	1.59	1.9	1.2

19. Datos meteorológicos disponibles.

Hay a nuestra disposición, actualmente, solamente información limitada relativas a las características del aire superior durante épocas de tormentas. El Ministerio de la Defensa Nacional, Servicio de Meteorología y Comunicaciones en Maracay, ha suministrado datos en códigos para la tempestad de Febrero de 1951. Sin embargo, sondeos de los detalles necesarios se pueden procurar unicamente en el Instituto de Meteorología Tropical, Río Piedras, Puerto Rico,

~~nota~~

a un costo nominal del Director de esa Institución(mi memorandum del 4 de Junio de 1951). La tabla 15, dá un cróquis de los datos que se pueden obtener.

En Febrero de este año la División de Hidrología fué requerida de obtener de Puerto Rico y de Trinidad todos los datos pertinentes para la tormenta de Febrero. Hasta la fecha no se ha obtenido respuesta alguna a esa petición.

El Sr. R. Frost, Oficial Superior de Meteorología, Campo de Aviación de Piarco, Trinidad, está preparando un análisis de la tormenta de Febrero de 1951, una copia de la cual, se espera, se hubiese recibido para ser incorporado en este informe.

La Pan American Airways System, ha suministrado, a través de su oficina de Miami, observaciones de superficie y aerológicas tomadas durante el mes de Febrero de 1951.

→ Esta información se dá en el Apéndice A.

Los mapas del tiempo diario del Ministerio de la Defensa Nacional, durante el año pasado, contribuyen marcadamente al entendimiento de la Meteorología en Venezuela.

20. Agua Precipitable.

Basándose en la suposición que (a) la humedad que ultimamente apareció como precipitación en la Hoya del Río Guaire, se origina en la región de nacimiento del Océano Atlántico Norte entre N 5° y N 20° y que (b) el vapor de agua en la atmósfera está directamente relacionado a la temperatura de la superficie del mar, entonces sería posible, computar la condición más saturada de aire entrante que se podría esperar que

TABLA 15

DATOS DEL AIRE SUPERIOR DISPONIBLE EN EL INSTITUTO DE METEOROLOGIA TROPICAL,
RIO PIEDRAS, PUERTO RICO.

10- 27 FEBRERO 1951

Radiosonda (RSCA KSJU 0300Z)

526 - San Juan

Globo Piloto (PECA KSJU 0430Z, 1030Z, 2230Z)

439 - Pt. Principe, Haiti

485 - Ciudad Trujillo

514 - Borinquen Field

521 - Sta. Isabel, P.R.

526 - San Juan, P.R.

547 - St. Croix

897 - Guadalupe

926 - Martinica

SUPERFICIE

(MTCA KSJU 0030Z, 0630Z, 1230Z, ^{1830Z}~~1830Z~~)
0330Z, 0930Z, 1530Z, 2130Z)

439- Port Principe, Haiti

457 - Puerto Plata

485 - Ciudad Trujillo

486 - Ciudad Trujillo

514 - Borinquen Field

521 - Sta. Isabel, P.R.

526 - San Juan

543 - St. Thomas

547 - St. Croix

857 - St. Kitts

862 - Antigua

866 - St. Martin

873 - St. Eustatius

890 - Desirade

894 - St. Bartholomeu

897 - Guadalupe

907 - Old Code

926 - Martinique

946 - St. Lucia

953 - Barbados

988-- Curacao.

ocurriera durante períodos críticos de tormentas. Se asumió por lo tanto, que la temperatura máxima de la superficie del mar en la región de origen no excediera de 20°C en Agosto, y no más de 26°C en Febrero. La correspondiente temperatura de aire al nivel del mar sería respectivamente 28°C y 25°C. Para saturación máxima de la columna de aire la rata de lapso pseudo-adiabática se aprocharía en toda su altura.

El agua atmosférica precipitable se avalúa por medio de la integral.

$$W_p \text{ (en milímetros)} = \frac{1}{100} \int_{P_1}^{P_0} q_h \cdot dp, \text{----- (4-1)}$$

adonde:

W_p = agua precipitable en la columna.

q_h = humedad específica (en gms/kilogramos) , y

p = presión en milibares.

En términos de incrementos* finitos la ecuación (4-1) se puede escribir:

$$\Delta \overline{W_p} = \frac{(q_{h1} + q_{h2})}{200} \times \Delta p \text{ ----- (4-2)}$$

adonde:

$\Delta \overline{W_p}$ = incremento de agua precipitable entre las capas (1) y (2).

q_{h1} y q_{h2} = respectivamente la humedad específica en el fondo y en la parte superior de cada capa.

$\Delta \overline{W_p}$ es sumando la columna para obtener el total.

* Solot, S. "Computación de Profundidad de agua precipitada en una columna de aire ". Revista mensual del tiempo, vol., 67, pp. 100-103, 1939.

La Tabla 16 da la computación para el agua máxima precipitable para Febrero, mientras la Tabla 17 presenta el cómputo para Agosto, Estos valores son indicados graficamente en la Fig. 19.

Estudios preliminares muestran que la variación anual del máximo precipitable de agua atmosférica del aire que entra en Venezuela del Océano Atlántico, se puede aproximar cercamente por una ecuación harmónica.

Se expresa así:

$$W_p = 89.0 + 10.5 \cos \left\{ \frac{2\pi}{12} \cdot t \right\} \text{ ----- (4 - 5)}$$

aquí:

t = tiempo en meses medidos desde Agosto.

Una comparación de la variación anual computada de agua máxima precipitable y de la variación anual de precipitación media en el Observatorio Cagigal, Caracas, se muestra en la figura 20. El coeficiente computado de correlación de estas dos variables, es $p = + 0.979$, la Tabla 18, indicando estadísticamente una correspondencia casi perfecta. De ahí, es probable que cuando podemos comparar el agua actual en la atmósfera con la lluvia en Caracas, podemos obtener un indicio por lo menos para el mejor entendimiento del problema inmediato.

La Tabla 19, muestra la cantidad de agua atmosférica en el aire procediendo de inmediato y durante la tormenta de Febrero 1951, en las estaciones seleccionadas del Caribe. El 17 de Febrero el aire alcanzó 92 porciento de saturación en la Zona del Canal.

Cómputo del Agua Precipitable en el Aire

Estación { nombre: Agua Marina precipitable Día del sondeo: _____
 { número: Febrero Hora del sondeo: _____ T.M.G.

Nivel (mb)	Δp (mb)	q_h (g/kg)	$q_{h1} + q_{h2}$	$(q_{h1} + q_{h2}) \Delta p$	$\overline{\Delta W_p} =$ $0,005(q_{h1} + q_{h2}) \Delta p$	$\Sigma \overline{\Delta W_p}$ (mm)
1000		20,4				
	50		39,7	1985	9,9	9,9
950		19,3				
	50		37,5	1875	9,4	19,3
900		18,2				
	50		35,2	1760	8,8	28,1
850		17,0				
	50		32,7	1635	8,2	36,3
800		15,7				
	50		30,2	1510	7,6	43,9
750		14,5				
	50		27,7	1385	6,9	50,8
700		13,2				
	50		25,0	1250	6,2	57,0
650		11,8				
	50		22,1	1105	5,5	62,5
600		10,3				
	50		19,2	960	4,8	67,3
550		8,9				
	50		16,3	815		71,4
500		7,4				
	50		13,4	670		74,8
450		6,0				
	50		10,5	525		77,4
400		4,5				
<u>Suposiciones:</u>						
	Temperatura	de la superficie del mar	26° C			
	Temperatura	del aire a nivel del mar	25° C			
	Rata pseudo-adiabaticas del lapso					

$$\Delta W_p = \frac{(q_{h1} + q_{h2}) \Delta p}{200};$$

q_{b1} = humedad específica en el límite inferior de la capa

 q_{h2} = humedad específica en el límite superior de la capa Δp = incremento de la presión atmosférica

Cómputo del Agua Precipitable en el Aire

Estación { nombre: Agua máxima precipitable Día del sondeo: _____
número: Agosto Hora del sondeo: _____ T.M.G.

Nivel (mb)	Δp (mb)	q_h (g/kg)	$q_{h1} + q_{h2}$	$(q_{h1} + q_{h2}) \Delta p$	$\overline{\Delta W_p} =$ $0,005(q_{h1} + q_{h2}) \Delta p$	$\Sigma \overline{\Delta W_p}$ (mm)
1000		24,5				
	50		47,9	2395	12,0	12,0
950		23,4				
	50		45,6	2280	11,4	23,4
900		22,2				
	50		43,2	2160	10,8	34,2
850		21,0				
	50		40,6	2030	10,2	44,4
800		19,6				
	50		37,8	1890	9,4	53,8
750		18,2				
	50		34,9	1745	8,7	62,5
700		16,7				
	50		32,0	1600	8,0	70,5
650		15,3				
	50		29,0	1450	7,2	77,7
600		13,7				
	50		25,8	1290	6,4	84,1
550		12,1				
	50		22,5	1125	5,6	89,7
500		10,4				
	50		19,1	955	4,8	94,5
450		8,7				
	50		15,5	775	3,9	98,4
400		6,8				
<u>Suposiciones :</u>						
Temperatura de la superficie del mar 29° C						
Temperatura del aire a nivel del mar 28° C						
Rata pseudo adiabática del lapso.						

$$\Delta W_p = \frac{(q_{h1} + q_{h2}) \Delta p}{200} ;$$

q_{h1} = humedad específica en el límite inferior de la capa

q_{h2} = humedad específica en el límite superior de la capa

Δp = incremento de la presión atmosférica

TABLA 18

CORRELACION -VARIACION ANUAL DE AGUA MAXIMA PRECIPITABLE Y DE PRECIPITACION
MEDIA EN EL OBSERVATORIO CAGIGAL, CARACAS.

§ Entre las capas de 1000 ~~mb.~~ y 400 ~~mb.~~
 mb. mb.

Mes	W_p (mm) (X_i)	Precip. Caracas (% anual) (Y_i)	u_i	v_i	$(u_i - v_i)$	$(u_i - v_i)^2$
Enero	79,9	2,68	10	10	0	0
Febrero	78,5	1,10	12	12	0	0
Marzo	79,9	1,58	11	11	0	0
Abril	83,7	4,02	9	9	0	0
Mayo	89,0	9,88	7	7	0	0
Junio	94,3	12,07	5	5	0	0
Julio	98,1	12,44	3	4	-1	1
Agosto	99,5	13,41	1	1	0	0
Setiembre	98,1	12,68	2	3	-1	1
Octubre	94,3	13,29	4	2	+2	4
Noviembre	89,0	11,34	6	6	0	0
Diciembre	83,7	5,49	8	8	0	0
$n = 12$			$\sum = 0$		$\sum = 6$	

$$W_p = 89,0 + 10,5 \times \cos \left\{ \frac{2\pi}{12} \times t \right\} \quad (\text{mm})$$

t = tiempo en meses medidos desde Agosto

$$\text{Verificación: } \sum (u_i - v_i) = 0$$

$$= 1 - \frac{6 \sum (u_i - v_i)^2}{n(n-1)} = 1 - \frac{6 \times 6}{12 \times 145}$$

$$\text{De adonde, } \underline{\rho = + 0,979}$$

TABLA 19

CANTIDAD DE AGUA PRECIPITABLE DEBAJO DEL NIVEL DE 400 ^{mb.} DEL 12 AL 18 FEBRERO DE 1951.

(En milímetros - 1500 Tiempo Medio de Greenwich)

Fechas.	Tampa, Fla.	Miami, Fla.	Havana	Guantánamo, O. R.	San Juan, P.R.	Swan Island	Albrook Fld. C.Z.
	72 211	72 202	78 325	78 367	78 526	78 501	78 806
Febrero 12,			42,7		53,3		
Febrero 13	44,8	45,9					
Febrero 14,	43,4	44,3	49,9		52,2	56,3	65,4
Febrero 15,			53,0		53,3	59,7	
Febrero 16,			50,6	50,3	52,7	59,5	55,4
Febrero 17,			53,3	51,1	50,5	59,7	72,1
Febrero 18,				50,9	50,7	56,4	65,1

+ Extrapolado arriba del nivel de 620 - ^{mb.}

dgm.

Basándose en los datos de Riehl * para Puerto Rico y Antigua el promedio de agua precipitable entre la superficie y 6.1 km., se aproximó a 70 por ciento de la saturación máxima dada por la ecuación (4-2). De donde de esta evidencia, hay razón para creer que la saturación máxima computada no es una asunción demasiada severa que, es probable, es bastante frecuentemente apropiada.

21. Distribución de agua precipitable

Modelos típicos de distribución de agua atmosférica durante períodos de tormentas es mostrado por las figuras 21 y 22.

22. Precipitación Orográfica.

En el informe del Tuy en Diciembre 1950, una ecuación para la variación de la lluvia orográfica con la elevación se daba como:

$$\frac{P}{P_o} = 1 + 0.540 \times h - 0.0243 \times h^2 \text{ ----- (4 - 4)}$$

adonde:

P_o = precipitación en mm., en una estación a nivel del mar y

P = precipitación en mm., a la altura de h metros.

Esta expresión indica una lluvia máxima a más o menos 1100 metros.

Un estudio adicional de la tormenta costanera del 3 de Agosto de 1949, dió una ecuación expresada bajo la siguiente forma:

$$\frac{P}{P_o} = 1 + 0.201 \times h - 0.00931 \times h^2 \text{ ----- (4 - 5)}$$

* Boletín de la Sociedad Meteorología Americana, Volúmen 28, Setiembre 1947.

La relación anterior dá una rata máxima de lluvia también a más o menos 1100 metros.

Como se indicó en un memorandum ** previo, es posible por medio de cálculos aproximar los efectos de topografía sobre la producción de lluvias de tormenta de alta intensidad siempre que haya a la mano datos relativos al viento en varios niveles y las características físicas de las masas de aire ascendiendo las faldas.

Tres aproches analíticos se emplearon en este informe, pero preferencia se dió al tercero que a pesar de satisfacer menos teóricamente se cree de conformar más de cerca las condiciones actuales. Los dos primeros métodos implican la solución del tipo de gasto irracional sobre una barrera que satisface la ecuación de dos dimensiones:

$$\frac{\partial (p v_x)}{\partial x} + \frac{\partial (p v_z)}{\partial z} = 0. \text{-----} (4 - 6)$$

En estos procedimientos, el método Bjerknes y el de Relajamiento*** se usaron. La base para el tercer método se describe en

** A.A. Koch.-"Informe inicial de progresos relativos a estudios preliminares hidrológicos de la hoyra del Río Tuy" Mayo 11, 1950.

*** Bjerknes J, "En método de cálculo aproximado de precipitación orográfica " U.S. Engineer Office, San Francisco, Agosto 1940.

**** Gilman y Weis."Una solución numérica para el gasto irracional sobre una barrera montañosa". Transacciones de la Unión Geofísica Americana, vol., 31, Nº 5, Octubre 1950.

los párrafos siguientes y se escogió en preferencia a los otros debido a la semejanza entre las condiciones topográficas en el origen de los datos y la región costal norte de Venezuela.

Un conocimiento de la distribución vertical de vientos transmontañosos horizontales es necesario en cualquier estudio de la acción orográfica en la producción de lluvias. En general poco se sabe aún de tales vientos y con la excepción de unos casos aislados, ningunas observaciones ~~sobre~~^{de} los efectos de barreras de montañas sobre pendientes de vientos se ha observado.

Para tierras llanas la altura a la cual sopla el viento sin impedimento de los efectos de fricción de la tierra es como 1000 metros. Esta altura se conoce como " el nivel de pendiente del viento, en lo siguiente denominado- N.P.V.

Sobre terrenos escabrosos la N.P.V. es considerablemente más alta de 1000 metros por encima de la superficie de la tierra.

La velocidad del viento en la N.P.V. se puede computar si mapas del clima de la superficie son accesibles resolviendo la ecuación diferencial:

$$-\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial n} = \frac{v^2}{r} + 2vw \sin \phi \quad \text{----- (4 - 7)}$$

adonde: s y n = coordenadas locales dirigidas a lo largo del componente horizontal del viento y el normal a la izquierda del componente horizontal respectivamente,

v = velocidad del viento

r = radio de curvatura de la trayectoria horizontal.

p = presión

ρ = densidad y

W = velocidad de rotación de la tierra en la latitud ϕ .

Teniendo la velocidad de gradiente del viento computada, la distribución de la velocidad entre la tierra y el N.P.V. se puede estimar. Mapas más detallados del clima diario que aquellos ahora a la mano en Venezuela, permitirían una rápida acumulación de información relativa a la distribución vertical del viento local.

En este informe la variación de velocidad en el aire libre, y sobre las sierras, se basó en ~~mensuras~~ ^{5/}mensuras de la potencia del viento hechas en la región de la Montaña Verde * de Nueva Inglaterra adonde la orientación y las alturas de las montañas son similares aunque menos escabrosas que la Cordillera de la Costa de Venezuela. De ahí se asumió que ^{5/}nosotros usamos los efectos de aceleración de la sierra en los vientos transversales de las montañas de la Nueva Inglaterra estaríamos en el lado conservador, ~~se~~ se aplica a las montañas de la Costa de Venezuela.

La figura 23, muestra el perfil medio de la barrera de la sierra al norte de Caracas, entre las Longitudes $0^{\circ} 66' 47'' 30''$ y $0^{\circ} 66' 55'' 00''$. La variación asumida de la velocidad horizontal del viento ~~con~~ ^{contra} elevación en el aire libre y debido a la barrera se muestra en la Figura 24. La figura 25 indica la aceleración neta del viento horizontal causada por la cordillera.

A lo largo de la superficie de la barrera el componente de la velocidad vertical es igual a ~~el~~ componente horizontal de la velocidad del viento transversal de montaña multiplicado por el seno del ángulo de pendiente horizontal.

* Putman, P.C.- "Fuerza tomada del viento" D. Van Nostrand Inc., New York, 1948, pp. 25-30.

En este estudio la rata de decaimiento de ~~la~~^{el} componente vertical del viento, se asumió de acuerdo con estudios previos por el Dr. J. Bjerknes, de variar exponencialmente con la altura. La variación de la componente vertical se dividió en dos para cada aumento de 1000 metros de elevación.

La Figura 26, es una representación grafica del campo de velocidad vertical encima de la barrera costal tomando en cuenta las suposiciones precedentes relativas a la velocidad del viento encima de las sierras y el decaimiento de la velocidad vertical.

En la figura 27, se muestran las dos columnas de aire extremamente saturadas para Febrero y Agosto de las cuales las ratas de precipitación ~~se~~ computaron hacia arriba del lado Barlovento (Norte) de la cordillera de la costa, usando el campo de velocidad de la figura 26. La esparcidad de datos de viento hicieron imposible formar una opinión exacta relativa a la magnitud del ^{MAXIMO} viento (V_o) ~~maximo~~ de nivel del mar y cruzador de montañas. Se asumió que $V_o = 10$ metros/segundo, se podrá lograr razonablemente durante tiempo de tormenta.

Con varios valores asumidos de V_o y tomando en cuenta la velocidad terminal de la gota de agua*, trayectorias aproximadas, las intensidades de lluvias resultantes y sus distribuciones a lo largo de las cuestas se determinaron.

Por ejemplo con $V_o = 10$ metros por segundo la intensidad,

* Koch A.A. " La Dinámica de gotas de lluvias y piedras de granizo " Procedimientos de la Conferencia de Ingeniería, Divisiones del Norte y Sur Pacífico, Cuerpo de Ingenieros, Departamento de Guerra, San Francisco, California, Febrero 1940, 99, 241-268.

máxima de precipitación orográfica se computó en aproximadamente 28 milímetros por hora, si hubiera ocurrido en Febrero y aproximadamente 35 milímetros por hora si hubiera ocurrido en Agosto.

El desplazamiento de la zona de precipitación máxima orográfica con velocidad (V_o) se muestra diagramáticamente en la Figura 28. Para vientos altos transversales del Caribe, la computación muestra que la zona de lluvia máxima yace justo al sotavento del pico de la cordillera y en los alcances altos de las hoyas contribuyentes al caudal del Río Guaire.

El apéndice D, contiene los resultados meteorológicos de estudios hechos en la División de Hidrología para el período 12-18 Febrero de 1951, a la cual se hace referencia para detalles adicionales.

SECCION VESTIMACION DE LA RED DE PLUVIOMETROS23. Densidad de estaciones de precipitación

Para tempestades de extensión de áreas pequeñas, el tipo común a Venezuela, la densidad de estaciones pluviométricas para tomar muestra adecuada de las lluvias de tempestades es importante. La Tabla siguiente dá la presente densidad de estaciones para varias de las divisiones políticas en y cerca de la Hoya del Río Guaire.

TABLA 20

*
DENSIDAD DE LAS ESTACIONES PLUVIOMETRICAS- NORTE DE VENEZUELA

<u>División Política</u>	<u>Area (Km2)</u>	<u>Número de Estaciones</u>	<u>Densidad de Estaciones (Km2/ estación)</u>
Distrito Federal	1930	69	28
Edo. Anzoátegui	43300	36	1200
Edo. Aragua	5600	70	82
Edo. Carabobo	4650	49	95
Edo. Miranda	7950	76	105

El número relativamente grande de estaciones en los centros de población se indica abajo en la Tabla 21.

TABLA 21

DENSIDAD DE LAS ESTACIONES PLUVIOMETRICAS EN CENTROS URBANOS

Comunidad	Area aproximada (K m2)	Número de Estaciones	Densidad de estaciones Km2/ estación.
Caracas	56	19	3
Barcelona	8	4	2
Maracay	11	5	2
Puerto Cabello	3	3	1
Valencia	15	7	2

Relación media: $\frac{\text{No de estaciones por Km2}}{\text{No total Estaciones por Km2}} = 85 \text{ al}$

(de las Tablas 20 y 21)

Es evidente que unicamente en las ciudades son las densidades de estación suficiente para delinear adecuadamente los modelos de tempestades y aún en estos casos asumiendo funcionamiento seguro la distribución de las estaciones es tan casual como

*

Datos de "Lista Numérica de las Estaciones Pluviométricas de Venezuela," M.O.P. Dirección de Obras de Riego, Abril, 1951.

para hacer la interpretación difícil. Hay poco para justificar el número relativamente grande de estaciones urbanas cuando se considera la necesidad mayor para muestras rurales.

La densidad deseada es aproximadamente 1 estación para cada 25 kilómetros cuadrados. En general adonde se aproxima a esta densidad las estaciones están en el fondo de los valles y las áreas más importantes para estudios de crecientes, es decir, las faldas de las montañas mayormente se descuidan.

En este estudio, el método Thiessen de profundidad de área computada no se ha usado debido a las razones siguientes, a saber:

a) El procedimiento Thiessen normalmente asume que las isoyetas entre estaciones de base están igualmente espaciadas. En estudios de tormentas a menos que los modelos de lluvias se modifiquen para tomar en cuenta influencias topográficas locales, esto conduce a inexactitudes cuando se aplica a regiones de terrenos de montaña escabrosas.

b) La locación de estaciones en el Norte de Venezuela es en muchos instantes únicamente aproximadamente conocido que es en si mismo un origen de error geométrico en el método Thiessen.

24. Errores de pluviómetros

Temprano en este estudio se inició una apreciación de la exactitud de observaciones de pluviómetros en Venezuela. La necesidad para tal inspección ocurrió a través de un esfuerzo para interpretar las causas de grandes discrepancias en los registros de muchas estaciones de características similares y frecuentemente en proximidad cerca uno al otro. El apéndice B preparado por el Sr. Arturo Klanke y ^{e/} apéndice C por el Dr. G. Posewitz, describe las investigaciones de campo y los métodos empleados para

aislar los errores y medios posibles de compensación.

Los principales tipos de errores de mensuras de lluvias en Venezuela son los siguientes:-

(1) - Errores de observación: son usualmente a causa de observadores pobremente entrenados, los más frecuentes y los más serios.

(2) - Exposición y tamaño del medidor: son factores frecuentemente grandemente descuidados en la consideración de la conveniencia de un sitio para pluviómetros.

(3) - Evaporación: en muchos tipos viejos de pluviómetros aún en uso, no ^{esta} convenientemente ^{resguardada} ~~protegida~~.

(4) - Efectos del viento: son raramente si acaso considerados en la evaluación de la exactitud de medidas de precipitación.

Como se señala en mi memorandum sobre el Río Tuy, de Mayo 1950, errores de medidas unicamente se pueden reducir al mínimo cuando los observadores han sido adecuadamente entrenados y estimulados para tomar un interés en la lectura de medidas exactas.

Los efectos del tamaño de pluviómetro, ha sido el tópico de considerable investigación. Tan temprano como 1853 una serie de medidas se obtuvieron de un medidor de superficie grande rectangular (1.80 x 2.20 mts) y comparado con observaciones de un medidor circular 12,7 cms., de diámetro * Para un período de 28 años el pluviómetro pequeño indicó una deficiencia de 10 por ciento en la medida de precipitación promedia anual. La Tabla 22 incluye las observaciones para los meses que normalmente no serían influenciados por la caída de nieve. Muchos de los pluviómetros en Venezuela

* Lawes, Gilbert y Warrington. "Cantidad y composición de agua de lluvia y drenaje recogida en Roghamstead," Diario Sociedad Agrícola de Inglaterra, Volúmen 17, 1881, p. 224.

(ver las fotografías en el Apéndice B) son de diámetros muy pequeños y probablemente introducen errores similares cuando se usan como dispositivos de espécimen para lluvia de cuencas.

TABLA 22

COMPARACION DE PLUVIOMETROS GRANDES Y PEQUEÑOS

(ROTHAMSTEAD, INGLATERRA)

Mes	Deficiencia de pluviómetro pequeño (%)	Mes	Deficiencia de pluviómetro pequeño (%)
Mayo	7.7	Agosto	7.7
Junio	7.3	Setiembre	8.9
Julio	6.3	Octubre	9.9

Exposición y efecto de viento son factores importantes para resultados exactos. La figura 29 da los resultados probablemente demasiados extremos para aplicarse directamente a Venezuela, de medidas hechas por el Dr. Koschmieder*, sobre una cordillera expuesta en la cual los vientos eran excepcionalmente fuertes. Por lo menos para ciertas estaciones de montaña indicaba la magnitud aproximada de los errores incurridos. En años recientes la hoya de San Dimas en California se ha instrumentado con 300 pluviómetros puestos en la faldas del relieve de la montaña semejante a aquel que rodea a Caracas.

* Koschmieder, H. "Métodos y resultados de medidas Definitvas de Lluvia". Revista mensual del Tiempo, vol. 62, nº 5, 1934.

** Informe del Departamento de Tiempo, 1896-1897.

Los datos experimentales de San Dimas frecuentemente muestran pérdidas altas de lluvias para pluviómetros expuestos impropriamente ~~para~~^{en} casos adonde los vientos fuertes predominan. Apéndice B, muestra la exposición extremadamente mala de varios pluviómetros importantes por razón de su largo ~~registro~~^{registro} a los estudios climatológicos de las regiones Tuy-Valencia. De acuerdo con el Dr. A.J. Henry **-----"El pluviómetro debería ~~de~~^{si} es posible estar localizado en un espacio abierto sin obstrucciones de árboles, edificaciones ó cercas. Arbustos y cercas, ^{bajas} ó paredes que rompen la fuerza del viento en la vecindad de los pluviómetros, ^{son} sin embargo, beneficiosos si están a una distancia no menos de la altura del objeto. Los pluviómetros se deben exponer sobre los techos de edificios únicamente cuando mejores sitios no son disponibles; y cuando situados de esa manera la parte central de un techo plano sin obstrucciones, generalmente dá los mejores resultados. La Tabla siguiente presenta una comparación de los resultados ~~negativos~~^{relativos} obtenidos de pluviómetros a nivel del techo y de la tierra como afectando las medidas de precipitación promedia anual.

<u>Situación</u>	<u>Proporción, Lluvia por pluviómetro sobre tierra. Lluvia por pluviómetro sobre techo .</u>
Filadelfia, P.A.	1.08
San Luis, Mo.	1.05

$$\text{Proporcion: } \frac{\text{Lluvia por pluviometro sobre tierra}}{\text{Lluvia por pluviometro sobre techo}}$$

SECCION VI

COMPUTO DEL ESCURRIMIENTO DE CRECIENTES

25. General

La falta actual de medidas confiables de gastos de crecientes en la hoya alta del Río Guaire, impone dificultades con respecto a nuestra habilidad de verificar contra observación los resultados de los métodos de cómputos usados en la síntesis de crecientes extremas. Se han prestado del estudio de la hidrología del Tuy-Barlovento* ciertas técnicas a las cuales *se han hecho* modificaciones y refinamientos para la adaptación con las condiciones locales, ~~han~~ ^{han} se cree, mejorado las bases prácticas y teóricas.

26. Tiempos de concentración computados

Se ha asumido que para cuencas pequeñas el tiempo de concentración y el tiempo para descarga máxima, son idénticos para condiciones de precipitación variable intensa. Las tablas 9 y 10 indicaron únicamente de un modo general los intervalos probables de concentración. Información de sucesos ocurridos para otras áreas no son disponibles.

En el informe del Río Tuy se presentó la siguiente fórmula para tiempo de concentración que trata de relacionar dos de los parametros de las cuencas:

$$T_c \text{ (en horas)} = 0.335 \times \left\{ \frac{A}{V.S} \right\}^{1/1.686} \text{ ----- (6-1)}$$

adonde:

A = área en Km2., y

S = promedio de la pendiente del curso del agua en metros por kilometro.

Para áreas pequeñas de agricultura la siguiente expresión deducida de medidas sobre cuencas experimentales en California, se empleó:

$$T_c \text{ (en horas)} = 0.846 \times \left\{ \frac{L}{\sqrt{S}} \right\}^{1/1.300} \text{ ----- (6 -2)}$$

adonde:

L = largo del curso fluvial en kilometros y

S = Elevación máxima - Elevación Mínima, en metros por Km.
Largo.

Cualquiera de (6-1) o (6-2) se usaron, la selección dependiendo principalmente sobre cual de las dos ecuaciones daba el tiempo de concentración menor. Valores computados se dan en las Figuras 30 y 33.

27. Rata de pérdidas:

Es posible de fotografías aéreas, de obtener la distribución presente del uso del suelo, es decir, el porcentaje al área total en bosques, pastos, agricultura desarrollada, desarrollo urbano, etc. Este estudio se está emprendiendo pero los resultados no estaban listos para incluirlos en el presente informe.

Para el cómputo de ratas de pérdidas probables en áreas sin pavimentar, las medidas más recientes disponibles de infiltración en solares * del Departamento de Agricultura de U.S., se asumieron aplicables en el Valle del Guaire. Las ratas límites se enseñan en

* Gilman, C.S. y Kirkpatrick, Jr. M.H.- "Lluvia, Infiltración, é Hidráulica de los cómputos de escurrimiento". Transacciones de la Unión Geográfica Americana, vol., 31, Nº 5, Octubre 1950, p. 772.

la figura 31, el de arriba para desperdicios de bosques y viejos pastos, el más bajo para tierra rasa encostrada. La curva baja se aproxima rápidamente al valor calculado para el Guaire arriba de Mopia en Noviembre 4-6, 1949, nominalmente 10 mm., por hora. Ambas curvas se pueden expresar en la forma:

$$f = f_s + \{f_o - f_s\} e^{-Kt}, \text{ ----- (6 - 5)}$$

adonde:

f = rata de infiltración en mm., por hora ⁹ en tiempo t ,

f_s = estado ^{barejo} ~~estable~~ de rata de infiltración.

f_o = rata inicial (fin del primer minuto) y

K = una constante

Para los dos casos tenemos:

<u>Tipo de cubierta</u>	<u>f_o mm/hr</u>	<u>f_s mm/hr.</u>	<u>K</u>
Desperdicios de bosque	137	72.0	12.5
Tierra rasa encostrada	30.5	10.0	6.25

Cuando se aplica los resultados de medidas de infiltrómetros, estudios recientes han mostrado que la Relación:

Rata de pérdida de infiltrómetro

Rata de pérdida ^{de} ~~en~~ la cuenca

tiene un valor de aproximadamente 1.25. Por lo tanto en el informe presente los valores de la figura 31 se multiplicaron por 0.8 para obtener las ratas de las cuencas. En todos casos para las áreas más grandes la pérdida inicial se asumió a un mínimo de 20 mm., por hora.

28. Desarrollo de la Ecuación Empírica de Descarga.

En este estudio preliminar no había suficiente tiempo

para investigar para todas las áreas los gastos probables de crecientes por el procedimiento señalado arriba. Por lo tanto, una ecuación empírica se buscaba que podría ser útil para indicar la magnitud de los picos de gastos correspondientes a frecuencias dadas de lluvias. Se hizo uso de análisis dimensionales para obtener una relación que envuelva parametros fácilmente asequible para todas las quebradas. Se asumió que los factores pertinentes son pendientes, tiempo de concentración, área de la cuenca, y rata del tiempo de exceso de lluvia. La relación se puede entonces expresar en la forma:

$$S = K, T_c^{\alpha_1} A^{\alpha_2} Q^{\alpha_3} i^{\alpha_4} \text{ ----- (6 - 4)}$$

adonde las dimensiones de los parametros son:

S = pendiente media del curso del agua

$Q \equiv [L^3 T^{-1}]$ = rata del tiempo del descarga

$A \equiv [L^2]$ = área de la cuenca.

$T_c \equiv [T^1]$ = tiempo de concentración, tiempo al pico

$i \equiv [L T^{-1}]$ = rata del tiempo de exceso de lluvia

sustituyendo estas unidades dimensionales en (6-4) tenemos:

$$[Lo] = [T^1]^{\alpha_1} [L^2]^{\alpha_2} [L^3 T^{-1}]^{\alpha_3} [L T^{-1}]^{\alpha_4} \text{ ----- (6 - 5)}$$

entonces, ~~por~~ ^{por} el Método de Lord Rayleigh, ecuacionando los exponentes dimensionales para L y T tenemos:

$$0 = 2\alpha_2 + 3\alpha_3 + \alpha_4 \text{ ----- (6 -6)}$$

$$0 = \alpha_1 - \alpha_3 - \alpha_4 \text{ ----- (6- 7)}$$

Puesto que hay cuatro incógnitas, dos de los exponentes quedaraán indeterminados temporalmente. Sinembargo, si dejamos

$\alpha_1 = 1$ entonces de (6-6) y (6-7)

$$\begin{aligned} -\alpha_3 &= \alpha_4 - 1 & \text{-----} (6-8) \\ 3\alpha_3 &= -2\alpha_2 - \alpha_4 & \text{-----} (6-9) \\ \alpha_2 &= -\frac{1}{2} - \alpha_3 \end{aligned}$$

Si se asume que $\alpha_3 = 1$ entonces

$$\alpha_2 = -\frac{3}{2} \quad \text{y} \quad \alpha_4 = 1 - \alpha_3 = 0$$

De adonde la ecuación (6-4) se vuelve:

$$S = K_1 T_c A^{-3/2} Q^{2/3}$$

Resolviendo para Q , tenemos:

$$Q = K \frac{S A^{3/2}}{T_c} \text{-----} (6-10)$$

En el siguiente desarrollo 6-10 es asumido aplicarse para la rata unidad de exceso de lluvia.

Ahora se hace uso de la relación empírica previamente dada para el tiempo de concentración, a saber:

$$T_c = 0.335 \left\{ \frac{A}{\sqrt{S}} \right\}^{\frac{1}{1.686}} \text{-----} (6-1)$$

sustituyendo (6-1) en (6-10) resulta:

$$Q = C \cdot \left\{ A^{\frac{1}{1.10}} \times S^{1.30} \right\} \text{-----} (6-11)$$

En la ecuación (6-11) el valor de C , basado en datos limitados aparenta aproximar $\frac{1}{660}$ para áreas menos de 100 Km².

Entonces para la rata inicial de exceso de lluvia:

$$Q = \frac{1}{660} \left\{ A^{1/1.10} \times S^{1.30} \right\} \text{-----} (6-12)$$

adonde:

Q = pico de gasto en tiempo de concentración por Km².

A = Area de la cuenca en Km²; y

S = pendiente promedia del curso del agua en metros/Km

La figura 33, da una solución gráfica de la ecuación (6-12) e incluye tiempos de concentración pronosticado por (6- 1).

Los efectos de aceleración del agotamiento de la cubierta de la hoya sobre la profundidad del escurrimiento es mostrado por la Figura 34. La curva se basa en medidas de escurrimiento y erosión en 97 solares experimentales en el centro y el sur de Utah*, representando en cubierta, hierba, antemisia y monte de montaña. Para propósitos de diseños esta relación entre el área de la cuenca cubierta por vegetación y la profundidad del escurrimiento ha sido supuesta aplicarse para el Valle del Río Guaire.

Sobre la base del agravamiento del escurrimiento de crecientes debido a la destrucción de la cubierta de plantas como ilustrado arriba ha habido probablemente para varias de las quebradas que escurren al ^{Río} Guaire en Caracas, un aumento de la proporción 5 a 10 en la magnitud de escurrimiento de tormentas de intensidad equivalentes. Los experimentos de Utah han mostrado que en cuencas adonde la cubierta de las plantas resguardaban más de 50 por ciento de la superficie, menos de 5 por ciento de los primeros 38 mms., de lluvia se escurrían. ^{El escurrimiento aumenta rápidamente con la disminución del} ~~La~~ área cubierta de plantas

* Bailey, R.W. y Craddock, G.W. "Manipulación de cuencas para el control de sedimentos" Procedimientos de la conferencia de Sedimentación de la Interagencia Federal, Departamento del Interior, de U.S., Washington. Enero 1948, pp.307-308.

rindiendo para tierra rasa más de 80 por ciento de precipitación de tormenta.

29. Deducción de curvas de frecuencia de crecientes.

En la parte alta del Río Guaire la relación entre la magnitud de la creciente y la correspondiente frecuencia debe de necesidad ser fundada sobre la lluvia más bien que en el método usual de predecir el tamaño de la creciente de medidas del gasto. La base de la determinación fué una integración aproximada de un histograma de características de cuencas, ilustrado para el Río Guaire en la Ciudad Universitaria por la Figura 32.

Se puede demostrar que para un área incremental de cuenca la rata de tiempo de descarga es muy casi una primera función de potencia de la profundidad del exceso de la lluvia. Por tanto, si esto se expresa en la forma de una ecuación diferencial lineal y las características de concentración de un área de drenaje se puede poner en una forma manejable, entonces por integración el hidrógrafo de gastos se puede desarrollar. En general el procedimiento envuelve una integración de un tipo:

$$Q = R \left\{ \int_0^+ \phi(t) dt - e^{-\frac{t}{C}} \int_0^+ \phi(t) e^{\frac{t}{C}} dt \right\}, \text{----- (6-13)}$$

adonde: $\phi(t) = W(x) =$ ecuación del histograma expresado en cualquier forma ó de tiempo ó de área.

$v =$ velocidad de descarga de concentración

$t =$ tiempo

$C, R =$ constantes, y

$Q =$ rata de descarga instantánea.

Considerando las pérdidas descritas previamente y la frecuencia de la lluvia mostrada por la figura 12, una solución muy aproxi-

mativa de la ecuación (6-13) se hizo para el Río Guaire en la Ciudad Universitaria y en la Avenida O'Higgins. Los resultados se dan en las Tablas 23 y 24. La Figura 35, es un ploteo de estas computaciones.

Las curvas de frecuencia derivadas, en vista de las muchas suposiciones necesarias se deben considerar como si fueran tentativas hasta que otros medios basados en observaciones futuras de gastos, sean disponibles para estimar el grado de precisión obtenidos.

TABLA 23.

Frecuencia de crecientes computadas

Río Guaire en la Ciudad Universitaria

<u>Intervalo promedio de recurrencia</u> (años)	<u>Descarga ^{maxima} cumbre</u> (M3/seg.)
5	300
10	360
15	400
25	460
50	600
75	720
100	840

TABLA 24.

Frecuencia de crecientes computadas.

Río Guaire en la Avenida O'Higgins

Intervalo Promedio de recurrencia (años)	Descarga ^{maxima} calculada (M3/seg.)
5	245
10	290
15	320
25	370
50	470
75	570
100	660

30. Creciente máxima posible.

En la determinación de la creciente máxima posible en la Ciudad Universitaria, se asumió que debido a desarrollo futuro urbano y destrucción de la cubierta de la cuenca, la relación de escurrimiento a precipitación se aproxima a 80 % durante períodos críticos de escurrimientos. La lluvia de punto máxima posible y su tiempo de distribución se dan por las Figuras 13 y 14. La distribución de área se computó de la ecuación desarrollada en el informe Tuy-Barlovento de Diciembre de 1950, a saber:

$$\frac{d}{d_o} = 1 - \frac{1}{20} \times A^{\frac{1}{4}} \text{ ----- (6- 14)}$$

que en el caso del Río Guaire en la Ciudad Universitaria da:

$$d = 0.78 \times d_o$$

Fluviogvato

El ~~modelo~~ unidad sintético del Dr. Bertucci, se adoptó como base para calcular la creciente máxima(Tabla 25). Las ordenadas del ~~hidrograma~~ *fluviogvato* máximo de crecientes se presentan en la Tabla 26. El pico instantáneo, 7 metros cúbicos por segundo por kilometro cuadrado cae en la curva de Envolvi- miento de Creager's, $C = 60$, como se muestra en la Figura 36.

TABLA 25

Fluviogvato
ORDENADAS DEL ~~hidrograma~~ UNIDAD ~~hidrograma~~

Río Guaire en la Ciudad Universitaria.

$A = 360 \text{ Km}^2$

$Sc = 11,2 \text{ mts/km.}$

Tiempo desde el comienzo del escurrimiento(horas)	Gasto M3/seg.	Tiempo desde el comienzo del escurrimiento(hrs)	Gasto M3/seg.
0	0	10	1.79
1	3,56	11	1.24
2	8,08	12	0.87
3	14,17	13	0.62
4	16,90	14	0,46
5	12,71	15	0,35
6	8,52	16	0,28
7	5,73	17	0,20
8	3,87	18	0,12
9	2,63	19	0,04

Del informe "Las Mayores Crecientes del río Guaire en La Ciudad Universitaria, 1949-1950", 20 Febrero 1951. por el Ingeniero Renato Bertucci.

TABLA 26

Creciente máxima computada

Río Guaire en la Ciudad Universitaria

Tiempo desde el comienzo de la creciente	Gasto (M3/seg.)
0	0
1	95
2	365
3	960
4	1690
5	2300
6	2520 ⁺
7	2290
8	1970
9	1680
10	1400
11	1140
12	860
13	600
14	410
15	280
16	200

⁺ 7,0 M3/seg/Km2.

SECCION VII

Transporte de sedimentos y escombros

31. General.

Evidencia histórica indica que hasta años bastantes recientes el Río Guaire, aún durante crecientes, era un río claro, que llevaba cantidades despreciables de escombros y material en suspensión. El contrario es verdad hoy.

Hay toda la indicación que la condición progresivamente se tornará más severa a menos que se tomen amplios pasos para controlar el origen del material.

Estudios por el Servicio de Conservación de Suelos de E.U., han indicado que una vez que el depauperamiento de la cubierta de plantas procede a un estado adonde el mantel de tierra vegetal se fractura, menos y menos lluvia se necesita para producir más y más cantidades de escurrimiento y detritus.

En esta consideración hay poco para apoyar la pretensión muchas veces hecha de que la producción fuerte de escombros de crecientes siempre es el resultado de precipitación excepcionalmente fuerte y un mantel de capa vegetal saturado.

En la creciente del 16-17 Febrero 1951, hay amplia evidencia visual para mostrar que ambos, el origen principal del escurrimiento de tormentas y de los escombros originó de un área relativamente pequeña a la altura de más ó menos 1000 a 2000 metros sobre la cual la cubierta de plantas y los desperdicios de

bosque habían probablemente sido previamente notablemente reducidos por prácticas pobres de administración de tierras.

Es probable que en algunas áreas, particularmente a lo largo de la región de la costa al Norte de Caracas, que muchas de las quebradas han aumentado sus cargas de sedimentos de 25 a 50 ó más veces desde los días que las tierras estaban en su estado virgen imperturbado.

Un número de remedios a la producción de escombros y crecientes son posible de los cuales mención se hace únicamente de uno aquí.

En cualquier sistema de control es necesario que las faldas de tierra excesivamente inclinadas se mantengan con alguna cubierta densa. Kudzu, una viña leguminosa de raíces profundas y nativa del Japón, crece prodigiosamente y es muy útil para proveer un control en la erosión de las zanjas profundas y laderas empinadas. En adición su alto contenido de proteínas ofrece posibilidades favorables para fines de pastoreo y forraje. Ya ha defacto reclamado áreas extensivas de tierra en el Sur de los Estados Unidos que anteriormente se consideraban estar completamente perdidas en cuanto a otra vez volver a ser útil por lo concerniente a ^{la} agricultura.

32. Transporte de Sedimentos.

La poca cantidad de medidas directas de concentración de sedimentos en el escurrimiento del Río Guaire, hace la pronosticación de la cantidad de sedimento conducida anualmente y especialmente durante crecientes, difícil.

~~51~~

Más frecuentemente la curva de la rata de sedimentación de un río se expresa en la forma de ecuación del tipo:

$$S = K Q^n \text{ ----- (7 - 1)}$$

adonde:

S = peso de sedimento transportado en tiempo unidad y

Q = gasto

K = una constante

Generalmente el exponente de n fluctúa en la vecindad de 2 variando de 1.75 a 2.25. Valores representativos se dan en la Tabla 27, de abajo.

TABLA 27

Valores representativos de 'n' en la Ecuación de
Sedimentos.

RIO	<u>n</u>
Missouri River, Kansas City	2.16
Red River, Arkansas	2.04
Powder River, Wyoming	1.85
Colorado River	1.86
Río Cojedes, Venezuela*	1.85
Motatán, Venezuela *	2.74

* Dr. Fernando Key Sánchez.-"Algunas consideraciones con respecto a la determinación del acarreo sólido y su magnitud en algunos ríos de Venezuela". Revista del Colegio de Ingenieros de Venezuela, Nº 177, Dic., 1950.

Desafortunadamente ecuaciones en la forma (7-1) no reflejan en si mismos el hecho observacional de que en muchos rios la concentración de sedimentos alcanza un máximo en el estado cuando el agua llega casi al tope de los bancos después del cual puede haber una declinación marcada en la concentración de sedimentos. Por lo tanto, en el estudio del Río Guaire a la ecuación siguiente(obtenida del análisis previo del Río Tuy) se le dió preferencia debido a que da razón de la posibilidad de alcanzar una concentración máxima cuando se consideran medidas actuales hechas en la cuenca.

$$P \times 10^6 = 4545 \times Q - 2.003 \times Q^2 \text{ ----- (7- 2)}$$

adonde:

P = porcentaje de concentración de sedimentos por peso y

Q = gasto del río en metros cúbicos por segundo.

Esta expreción dá una concentración máxima de 2.58 por ciento a un gasto de 1140 M3/seg.

La Figura 37 es una representación gráfica de la curva de duración computada de transporte de sedimentos del Río Guaire en Petare. En esa locación el Río Guaire anualmente transporta alrededor de 2 Hectáreas-Metros de materiales suspendidos que es equivalente a 0.43×10^{-2} H.M./Km2/Anual ó 0.033 % del gasto anual.

La rata pronosticada de transporte de sedimentos durante crecientes se presenta como una curva de frecuencia para el Río Guaire en La Ciudad Universitaria en la Figura 38. Estos valores

son para las presentes condiciones de cuencas que pueden cambiar radicalmente con las modificaciones de la cubierta regional.

33. Escombros.

Medidas cuantitativas directas de escombros no son disponibles en Venezuela. Comparaciones de una naturaleza cualitativa pueden ser de uso limitado para propósitos de diseño.

Se han incluido por lo tanto figuras 39 y 40 que se cree representa la única información observacional relativas a ratas posibles de producción de escombros de condiciones de terrenos y mantel de tierra no desimilar a aquellas del Norte de Venezuela.

SECCION VIII

ESTUDIOS TECNICOS MISCELANEOS

34. Dispersión de remolinos.

Como se ha indicado más temprano en este informe, la falta de análisis completos de situaciones meteorológicas de interés directo a los problemas de crecientes del Norte de Venezuela, ha de necesidad, enfocado nuestra atención en la relación del contenido de humedad atmosférica y ratas de lluvia. La distribución vertical de temperatura y humedad es sin duda influenciado por la turbulencia de la atmósfera como también por convección.

En Octubre y Noviembre de 1944, en San Juan, Puerto Rico, y en Antigua, Indias Occidentales Británicas, una serie especial de sondeos a intervalos de 3 horas se efectuaron. La Tabla 28 da las temperaturas medias en niveles fijos y la Tabla 29 tabula la determinación de Haurwitz del coeficiente armónico de la variación de temperatura diurna.

Con los datos precedentes hemos computado el coeficiente de dispersión de remansos K para el período. K es una característica del movimiento de remolino sobre grandes áreas para grandes intervalos de tiempo relativamente y es útil en la computación de la variación del viento contra elevación en las capas de la superficie adonde fuerzas de fricción son de magnitud considerables. Se puede emplear también en avaluar la transferencia turbulante de calor en causar cambios de temperatura y la difusión

TABLA 28

Temperatura Media (A₂) - En Niveles fijos*

Octubre y Noviembre 1944

(San Juan, Puerto Rico y Antigua, Indias Occidentales Inglesas)

	<u>0130</u>	<u>0.430</u>	<u>0730</u>	<u>1030</u>	<u>1330</u>	<u>1630</u>	<u>1930</u>	<u>2230</u>
Nivel (metros)								
0	297.6	297.3	298.2	301.2	301.4	300.2	298.8,	298.3
1525	288.7	288.4	288.7	289.5	289.5	298.1	288.7	288.6
3050	281.8	281.9	282.2	283.4	283.5 283.5	282.5	281.9	281.7

* Del Boletín de la Sociedad Americana Meteorológica vol., 28
Setiembre 1947, p. 134, por Herbert Riehl.

TABLA 29

Determinación de Haurwitz del coeficiente Harmónico de
Temperatura diurna de variación.**

Nivel (metros)	ϕ (θ A)	A_1	ϕ_1	Tiempo del máximo	A_2	ϕ_2	Tiempo del mínimo
0	299.1	1.98	184°	13 ^h 46 ^m	0.71	315	11 ^h 58 ^m
1525	288.9	0.47	176	13 ^h 14 ^m	0.25	323	12 ^h 14 ^m
3050	282.4	0.87	161°	13 ^h 14 ^m	0.35	330	12 ^h 30 ^m

$$\theta = \theta_0 + A_1 \cos \{t - \phi_1\} + A_2 \cos \{2t - \phi_2\}$$

** Boletín de la Sociedad Meteorológica Americana, vol. 28,
Setiembre 1947, p., 320.

de vapor de agua a través de la baja atmósfera. Resultados de valores directos al cuadro meteorológico sobre las áreas de tierra de Venezuela, requerirán sondeos más frecuentes que los que se toman ahora. Los valores de K computados en este informe se asumen a ser representativos de masas de aire que entran a la Hoya del Río Guaire directo del océano.

Por definición:

$$\text{adonde: } \frac{\partial \theta}{\partial t} = + K \frac{\partial^2 \theta}{\partial z^2} \text{ ----- (8-1)}$$

θ = temperatura

t = tiempo, y

z = elevación

Aproximadamente la variación diurna de temperatura de superficie se puede expresar * como:

$$\theta = \theta_0 + \psi \cos \left\{ \frac{2 \pi}{D} \cdot t \right\} \text{ ----- (8 - 2)}$$

adonde:

θ_0 = temperatura media para el día

ψ = amplitud de la variación de temperatura

D = período(24 horas) y

t = tiempo de la temperatura máxima

Usando la expresión (8-2) una solución de la ecuación (8-1) es:

$$\theta = \theta_0 - \alpha z + \psi e^{-\lambda z} \cos \left\{ \frac{2 \pi}{D} t - \lambda z \right\} \text{ ---- (8-3)}$$

* Hawson y Longley "Meteorología Teoretica y Aplicada" John Wiley e hijos, Inc., 1944, p. 157.

adonde: $\lambda = \sqrt{\frac{H}{KD}} \text{ ----- (8 - 4)}$

Si la amplitud a la altura Z es ψ_1 , y la amplitud a la altura Z_2 es ψ_2 , entonces

$$e^{-\lambda(Z_1 - Z_2)} \frac{\psi_1}{\psi_2} = \text{----- (8 - 5)}$$

Combinando (8-3) y (8-4) y resolviendo para K obtenemos:

$$K = \frac{H}{D} \left\{ \frac{Z_1 - Z_2}{\log_{nat} \left(\frac{\psi_1}{\psi_2} \right)} \right\}^2 \text{ ----- (8-6)}$$

Usando los coeficientes de Haurwitz en:

$$\theta = \theta_0 + A_1 \cdot \cos (t - \phi_1) + A_2 \cdot \cos (2t - \phi_2) \text{ ---- (8-7)}$$

en vez de (8-2) la variación de K con la elevación presentada en la Figura 41 se obtuvo.

SECCION IX

Bibliografía Seleccionada

Meteorología:

Fuerza del Aire del Ejército "Meteorología Tropical" Manual AAF 105-0-2, Washington, D.C., Mayo 15, 1945.

Bjerknes J. "Un método de Computación Aproximada de Precipitación Orográfica" División del Sur del Pacífico, Oficina de Ingeniería de E. U., Departamento de Guerra, San Francisco, Agosto 1940.

Bjerknes, J. "Memorandum sobre tempestades locales de verano." División del Sur del Pacífico, Oficina de Ingeniería de E. U., Departamento de Guerra, San Francisco, 1940.

Departamento del tiempo de E.U. H.M.S., "Precipitación Máxima posible sobre la Cuenca del Canal de Panamá" Informe N° 4, Noviembre de 1942.

Serra, A.B., "Atlas de Meteorología Relativo al Período de 1910-1934." Servicio Gráfico del Instituto Brasileiro de Geografía y Estadística, Rio de Janeiro, 1946.

Departamento del tiempo, H.M.S. "Lluvia de Tempestades" Informe N° 5, Estación Experimental de Vías de Agua, Vicksburgo, Miss., 1947.

Fletcher R.D. "La circulación General de la Atmósfera Tropical y Ecuatorial" Diario de Meteorología Vol., 2 N° 3, Setiembre 1945.

Simpson R.H. "Aspectos Sinópticos de la Convergencia Intertropical cerca Centro y Sur América". Boletín de la Sociedad Americana de Meteorología, volumen 28, N° 7, Setiembre 1945, p. 335.

Tannhill, I.R. "Huracanes" Prensa de la Universidad de Princeton, 1945.

Departamento de tiempo ^{U.S.A} "Mapas diarios del tiempo".

Sedimentación:

Rouse, H.- "Hidráulica de Ingeniería" John Wiley é hijos, Inc., Nueva York, 1950, pp. 769-834.

Rouse, H.- "Criterio para Similaridad en el Transporte de Sedimento". Universidad de Iowa Estudios en Ingeniería, Boletín Nº 20.

Departamento de Interior de E.U.- "Actas de la Conferencia Federal Interagencial de Sedimentación, Washington D.C., Enero, 1948.

Precipitación y escurrimiento:

Ayala D. Dr. J.A. "Determinación del Gasto probable del Río Guaire en el Puente San Antonio(Avenida Roosevelt)" Instituto Nacional de Obras Sanitarias, Caracas, Noviembre 16, 1950.

Fiorini, Dr. G.- "Frecuencia de las lluvias Intensas en Caracas" Ministerio de Obras Públicas, División de Hidrología, Obras de Riego, Caracas.

APENDICE " A "

Datos Misceláneos é información

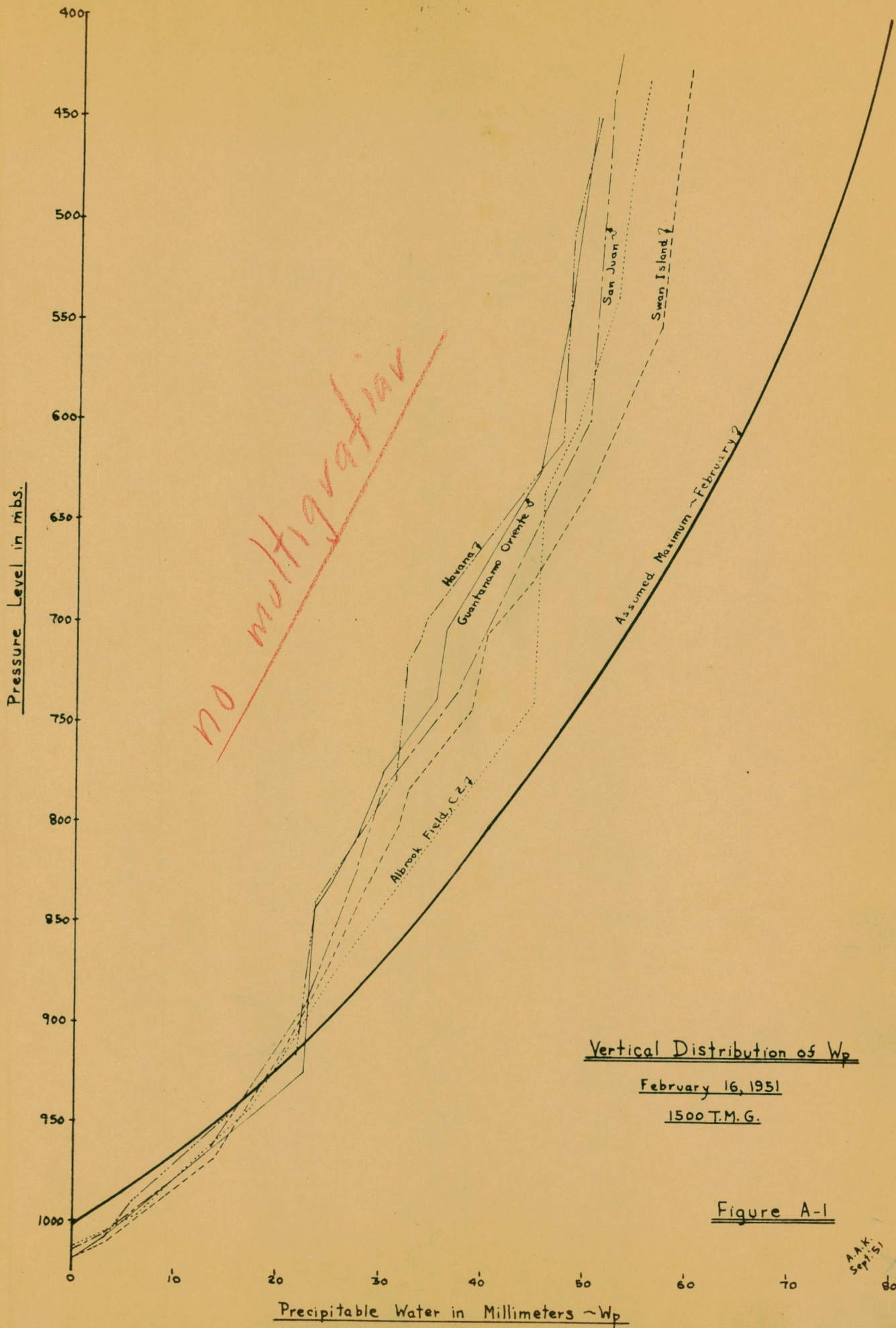
Datos Meteorológicos, Maiquetía, Febrero 1951.

Figura A-1, Distribución Vertical de W_p , 16 Febrero 1951

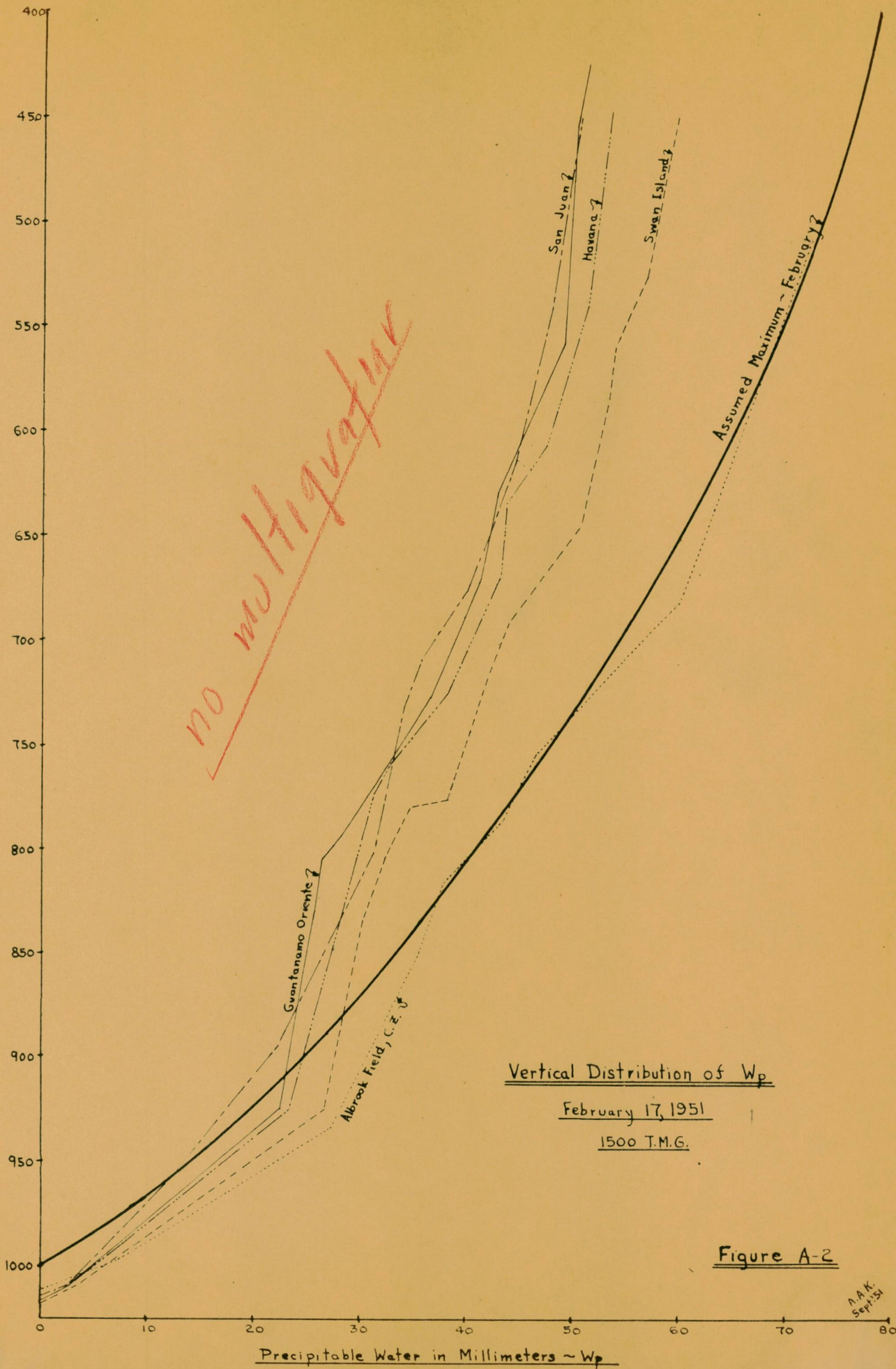
Figura A-2, Distribución Vertical de W_p , 17 Febrero 1951

Figura A-3, Distribución de Agua Pricipitable debajo del nivel 400-mb, 17 Febrero 1951.

dgm.



Pressure Level in mbs.



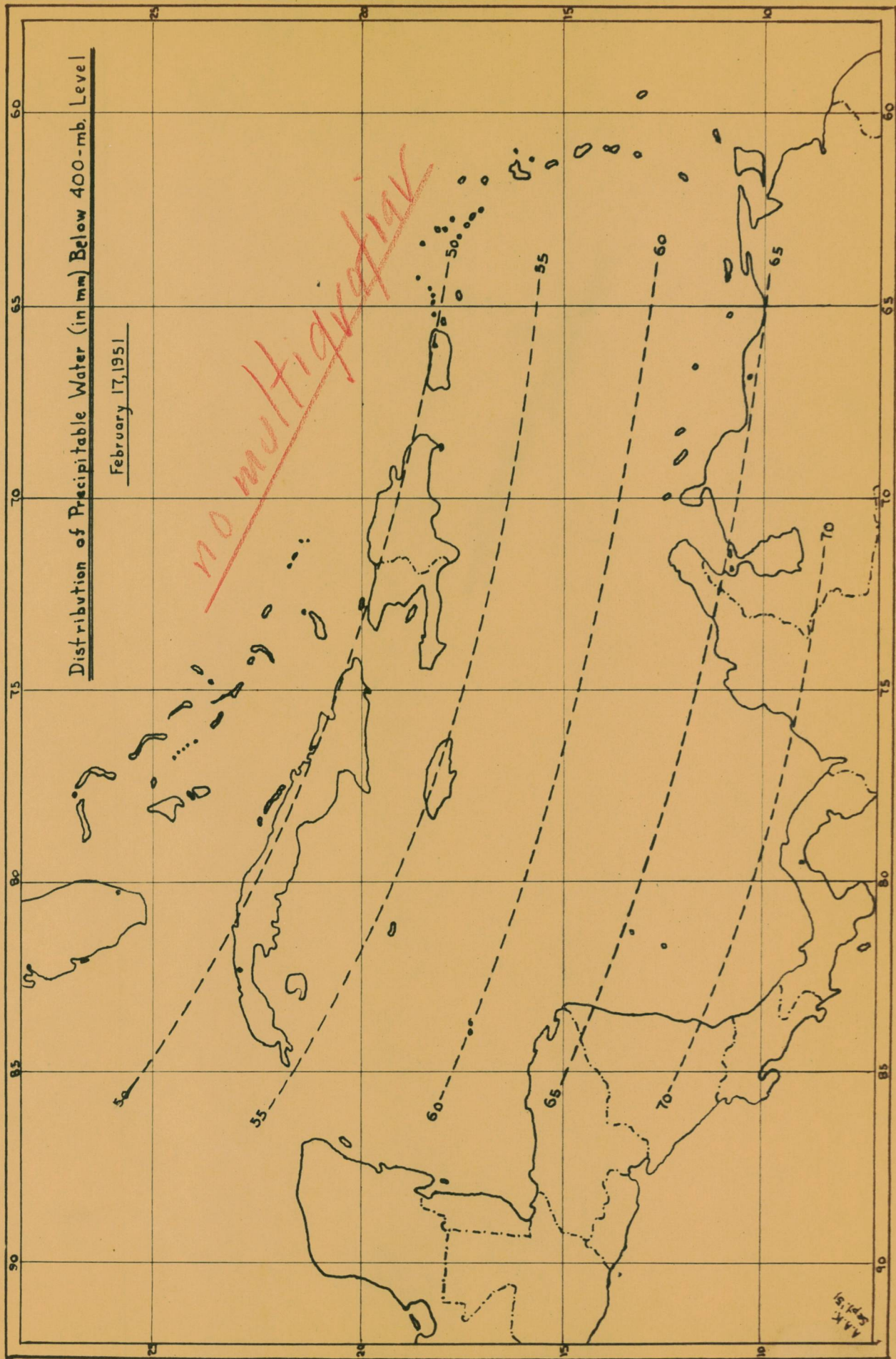


Figure A-3

APPENDIX B

27. 6. 51.

Memorandum sobre el Progreso del Estudio de las Condiciones
Hidrometeorológicas en los Valles de Caracas

1) En realización del proyecto de estudiar las condiciones hidrológicas que reinan en los Valles de Caracas para fines de control de aguas en general con respecto al desarrollo de esta capital, el Sr. Director de Riego me encargó el 8 de Enero del año en curso colaborar en el programa propuesto por el M. A. A. Koch, consultor técnico en la D. d. O. d. R., en su memorandum de fecha 27 de Diciembre de 1950. Para adelantar los estudios y en vista de la extensión que ya han mostrado, se agregó, también, al Sr. Dr. Pécovitz el día 17 de Abril de este año.

Mientras el archivo de la División de Estudios Hidrológicos, ahora, está funcionando independientemente bajo la vigilancia del Sr. Hernandez, la sección de pluviometría y publicaciones, todavía, necesita mi supervisión y requiere mucha atención, de suerte que no me puedo dedicar solo y únicamente a estudios y trabajos especiales. (Véase mi Memorandum sobre el Funcionamiento del Serv. Pl.o del 23.11.50.)

2) Al lado de la climatología del País en general, el análisis de las condiciones hidrológicas y sus causas atmosféricas durante las tormentas notables es el objeto más importante para este estudio. Como el material hidrológico y sobre todo las observaciones meteorológicas son más completas en el reciente espacio de tiempo, se acordó empujar los estudios con las tormentas de Febrero 1951, Octubre 1950 y Noviembre 1949.

3) Examinando el material disponible para llevar a cabo el programa del menciona-

de memorandum, resultó necesario empezar inmediatamente con los siguientes trabajos preparatorios:

- a) Revisar y analizar detenidamente los datos existentes y conseguir todos los demás datos necesarios, especialmente meteorológicos.
 - b) Visitar las estaciones pluviométricas más importantes para informarse personalmente sobre la calidad de las observaciones y determinar de cada estación los varios factores de su respectivo "valor representativo" para la región.
 - c) Procurar a base de las revisiones e informaciones obtenidas todos los recursos necesarios, p. ej. descripciones completas de las estaciones, mapas exactos de la red pluviométrica, cartas y diagramas meteorológicos, fotocroquis etc.
- 4) Los trabajos preparatorios se han extendido considerablemente. Pero, sin revisar a fondo todos los datos y sin conocer el valor representativo de las observaciones no se pueden deducir conclusiones exactas.

En favor de este estudio, el Sr. Dr. Posevitz modificó su revisión general de los datos pluviométricos de manera que se dedica, ahora, solamente a los registros de las estaciones importantes para este trabajo incluyendo, por otro lado, en las investigaciones las observaciones de otros Organismos y extendiéndola hasta Marzo 1951. Mientras la colaboración con esos Organismos que se inició para ese fin llegó a ser de gran valor, p. ej. el contacto personal con el INOS, los métodos de recopilación y reproducción de los datos y gráficas que se emplean actualmente quedan, todavía, insuficientes y poco económicos.

- 5) Se inició un estudio detenido de las condiciones orográficas de los Valles de Caracas para el cual se pidieron a la Cartografía Nacional varios mapas, fotocroquis etc. El pedido de aerofotografías del litoral antes y después de las tormentas de Febrero de 1951 (3.4.51.), todavía, está pendiente. Como las condiciones del suelo (la orografía, la vegetación, etc.) desempeñan un importante

papel en el régimen de las aguas, los viajes proyectados para visitar las estaciones pluviométricas, también, son de gran valor para complementar el conocimiento de la geografía de esta región sin el cual los valores y las fórmulas deducidas quedarían siempre muy teóricas.

6) Al fin de Febrero se pidió por esta División al U.S. Weather Bureau, al Institute of Tropical Meteorology, Pto. Rico y al Meteorological Office, Piarco Airport, Trinidad, el material necesario para el análisis meteorológico el cual hace, todavía, mucha falta para el progreso del trabajo.

Se cogió, aún, en ocasión del viaje a Maracay (20.4.51.) mucha información de gran valor por cortesía del Sr. A.W. Goldbruner, meteorólogo pronosticador del S.M.N.

7) Se analizaron los registros de largo período de varias estaciones (Cagigal, GFV) mediante sus "curvas de doble masa" y se encontraron muchas irregularidades (Anexos 1 y 2). Una breve investigación de las causas de estas deficiencias dió resultados sorprendentes e importantes aunque en parte negativos. (Véase el informe sobre la inspección). En interés de este trabajo y de otros estudios climatológicos e hidrológicos del País, sería de gran valor continuar esta investigación y repetir el análisis con valores propiamente adaptados; pero, esto se debe suspender, ahora, para no perder más tiempo aún.

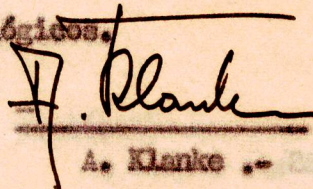
8) Los siguientes mapas y diagramas están en preparación:

- a) Carta Hidrológica Central, a escala 1: 250.000,
- b) Carta Hidrológica Río Guáire, a escala 1: 100.000,
- c) Carta Meteorológica, a escala 1: 500.000,
- d) Carta Aerológica,
- e) Diagramas de Stive y de Rossby,
- f) Atlas de la Red Hidrológica de la Región Central, a escala 1: 25.000.

9) Con objeto de averiguar las situaciones de las estaciones pluviométricas de la Compañía de Electricidad de Caracas en nuestros mapas, se puso al habla con el gerente de la Compañía y se pudieron rectificar grandes diferencias. En el anexo 3 figuran unos ejemplos entre ellos se distingue especialmente la colocación de las estaciones de Mamó - Planta y Mamó - Estanque cuyas posiciones se corrigieron re-orientadamente según el mapa pluviométrico del INOS, (1: 25,000). En aquel mapa están dibujadas en el sitio de Marapa cerca del pueblo de Mamó en la vecindad de la costa; pero, en realidad se encuentran unos ocho kilómetros agua arriba con una diferencia de altura de más de 500 m. y lejos de la influencia inmediata del mar.

No son solamente los errores de distancia (de kilómetros!) sino también de altura y de situación geográfica que cuentan. Pues, no es lo mismo si un pluviómetro se halla al pie de una colina o en la fila, y una estación en el sotavento de un cerro muestra una característica muy distinta de otra que se encuentra en el barlovento así que sea tan cerca como quiera. Por lo tanto, el conocimiento exacto de las estaciones pluviométricas sobre su situación es de gran importancia para la evaluación de sus registros.

10) No hay duda ninguna que en nuestro País las observaciones pluviométricas tienen un gran porcentaje de inseguridad. La revisión crítica de los datos es, por consecuencia, la primera necesidad y constituye una de las tareas principales de esta oficina que debe efectuarse antes de que los valores se publiquen o se usen en los estudios y proyectos hidroclógicos.


A. Klanke .- 25.9.51

-24-
87

27 de Junio de 1951.

Informe sobre la inspección de las Estaciones Fluviométricas
del Gran Ferrocarril de Venezuela en Mayo de 1951.

1) Para fines del estudio general del régimen de las aguas en los Valles de Caracas se inició un análisis de registros de largo periodo de varias estaciones pluviométricas (anexos 1 y 2 del Memorandum) que dió lugar a una investigación detenida para aclarar las irregularidades que se mostraron y para determinar los límites entre los cuales estos valores pueden usarse para estudios y proyectos hidrológicos.- Aunque por falta de tiempo y de personal esta investigación, todavía, no está completa los resultados de la misma ya han revelado varios hechos cuyo conocimiento, ahora, conduce a un juicio mucho mayor acerca de la calidad de los datos.

2) De acuerdo con el artículo 3 - b de mi memorandum sobre el progreso del mencionado estudio de fecha 27 de Junio de 1951, se visitó durante el mes de Mayo de 1951 a las siguientes estaciones pluviométricas:

0523 Caracas, Estación G.F.G.
0532 Caracas, Estación G.F.V.
1449 Los Teques, Estación G.F.V.
1458 El Encanto, Estación G.F.V.
1468 Tejerías, Estación G.F.V.
1466 La Victoria, Estación G.F.V.
0458 Maracay, Estación G.F.V.
0461 Valencia, Estación G.F.V.

Los resultados principales de esta investigación cuyos detalles pueden retirarse de las fichas, croquis y fotografías anexas son los siguientes:

- a) 0523 Caracas - G.F.G. De 1891 a 1940 buen sitio a menos de 100 m del sitio viejo del pluviómetro del G.F.V. en Santa Inés. Se eliminó.
Calificación de los registros: 1891 a 1940: bueno; 1940 - 41: regular.

b) 0532 Caracas - G.F.V. El pluviómetro que la Compañía del Gran Ferrocarril de Venezuela está llevando en Caracas desde el año 1901 fué mudado seis veces en cinco años (entre 1944 y 1949). Ahora se encuentra en el jardín de la oficina del G.F.V. (Casa de Madera) de Palo Grande a una distancia de más de 1200 m de sunsitio viejo (Caño Amarillo) al otro lado de la colina del Calvario y funciona bajo condiciones meteorológicas completamente distintas.- Se considera, por lo tanto, como otra estación y se le atribuyó un nuevo serial, así:

Pct 0532 Caracas - Santa Inés, 1901 - Marzo (oct.) 1944

Pct 0542 Caracas - Palo Grande, Nov. 44 al presente.

Calificación de los registros: 1901 - 3.44: regular; 4.44.- 8.49: deficiente; 9.49, al presente: regular.

c) 1449 Teques - G.F.V. El sitio del pluviómetro no está bien por los obstáculos. (Véase croquis y foto.)

Calificación de los registros: 1901 al presente: inseguro.

d) 1458 Encanto. Por su largo registro y su buena situación, esta estación tiene grande importancia como único pluviómetro en esta región. Pero está funcionando actualmente bajo malas condiciones: Se quebraron el aparato y la probeta (véase foto) y para protegerlo contra los daños de los que pisen el observador suele guardar el pluviómetro en su casa y lo coloca en su sitio solamente "en caso de lluvia". Se supone, por lo tanto, que los valores anotados no comprendan toda la precipitación caída sino que se hagan estimaciones incontrolables.

Las causas de las dos inflexiones marcantes (1920 y 1925) en la curva de análisis (anexo del memorandum) todavía, no se pudieron averiguar.

Calificación de los registros: 1906 - 1920: bueno; 1921 - 1925: dudoso; 1926(?) al presente: inseguro.

e) 1468 Tejerías: bueno.

f) 1466 Victoria. Se encontró el pluviómetro completamente asombrado por un gran árbol de mango. Además, el observador tiene poca confianza.

Calificación de los registros: 1901 - 1947: inseguro; 1948 al presente: malo.

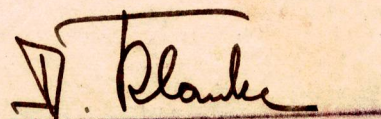
g) 0458 Maracay - G.F.V. Hay obstáculos que influyen en la caída de la lluvia en caso de viento. La estación no está bien atendida, actualmente.

Calificación de los registros: 1901 - 3.1944: regular; 4.1944 al presente: deficiente.

h) 0461 Valencia - G.F.V. Colocación mala de 1943 hasta Marzo 1951. Muy mal atendida desde 1947 hasta Marzo 1951.

Calificación de los registros: 1901 - 1943: regular; 1943 - 1946: defectuoso;
1947 - 3.1951: malo; desde 4.1951 al presente:
regular

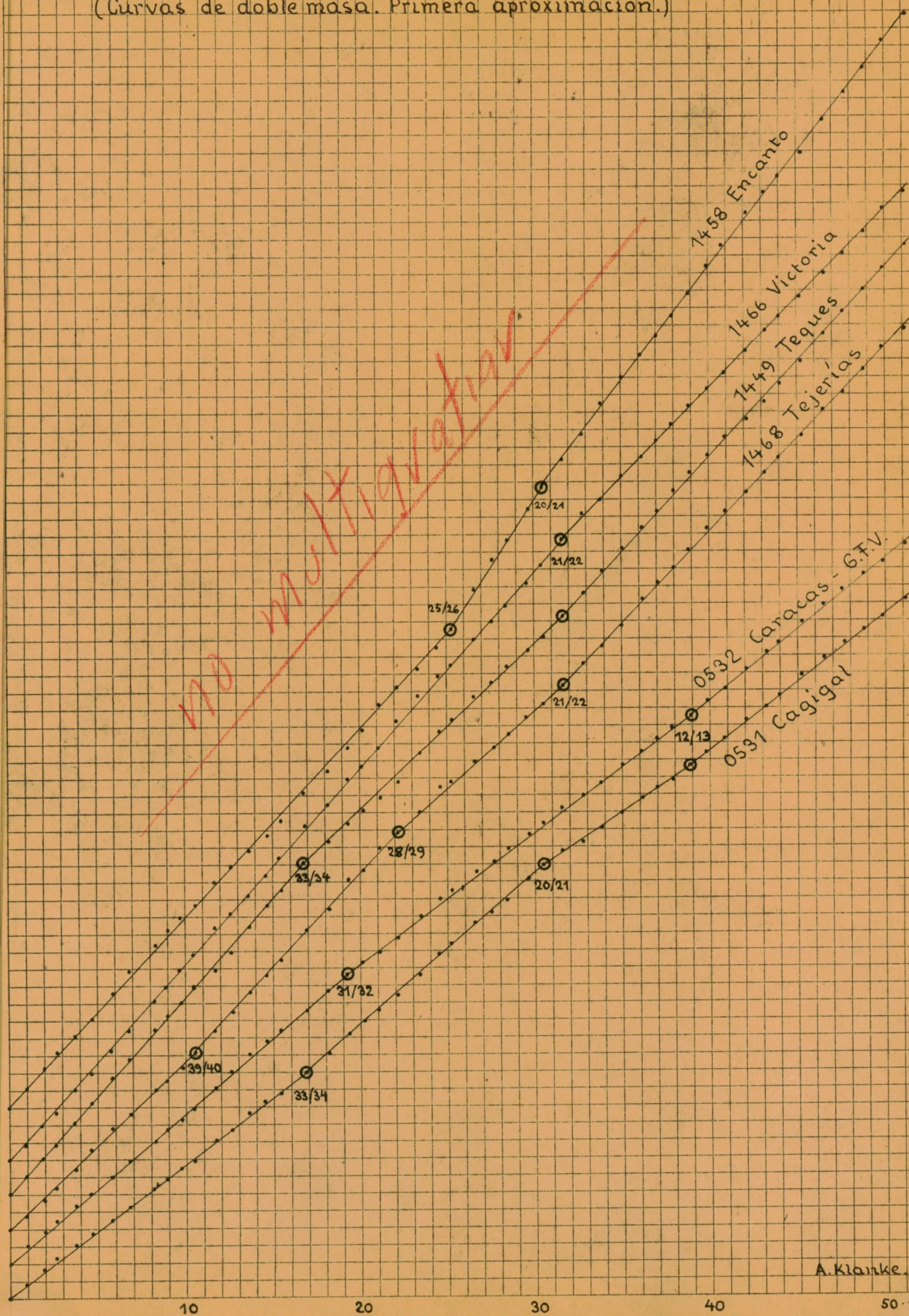
- 3) La inspección de estas estaciones fué facilitada considerablemente por la cortesía del Jefe Vía del G.F.V., Sr. W. Gummelt, quien nos acompañó en todas las visitas y puso a nuestra disposición su automotriz para llegar a El Encanto. Nos dió mucha información útil y afirmó que la Compañía del G.F.V. está dispuesta a consentir a cualquier mejoramiento del servicio pluviométrico por parte del Ministerio, así como en la adopción de nuestro sistema de palmillas etc. y recomendó dirigir una carta oficial a la Compañía (al gerente).
- 4) En vista de que todos los pluviómetros del G.F.V. son modelos viejos y se encuentran en un estado muy malo, se recomienda reemplazarlos por nuevos aparatos del tipo corriente. Particularmente, se hace las siguientes proposiciones:
- a) 0452 Caracas - Palo Grande: Reemplazar el pluviómetro por uno nuevo.
 - b) 1449 Teques - G.F.V. Instalar nuevo pluviómetro en el sitio indicado en el croquis.
 - c) 1458 Encanto: Instalar un pluviómetro mensual con cántaro de control dentro de una cerca fuerte en el mismo sitio.
 - d) 1468 Rejerías: Instalar nuevo pluviómetro en el sitio proyectado según croquis.
 - e) 1466 Victoria: Buscar observador de confianza en el mismo lugar para instalar nueva estación.
 - f) 0458 Maracay - G.F.V. Eliminar la estación.
 - g) 0461 Valencia - G.F.V. Reemplazar el pluviómetro por uno nuevo.
 - h) Dirigir una carta oficial al gerente de Ferrocarriles de Venezuela, Sr. Dr. Cárdenas Tarrías, Caño Amarillo, ~~Caracas~~ ofreciéndole la introducción de nuestro sistema pluviométrico, para el cual ya se envió el material según un acuerdo con el Jefe Vía así como la renovación de las estaciones anteriormente expuesta.
 - i) Se recomienda, además, elaborar un "documento de nombramiento de honor" para los observadores a fin de excitar su interés.


Artur Klanke

Acumulación de precipitación anual de 6 estaciones durante 50 años (1900-1950) 1

	Año Climático	Promedio	0531 Cagigal	0532 Palo Grde.	1468 Tejerías	1449 Teques	1466 Victoria	1458 Encanto
1	1949/50	962	898	1.092	735	1.044	872	1.130
2	48/49	1.946	1.716	1.857	1.730	2.042	1.980	2.351
3	47/48	2.628	2.326	2.494	2.288	2.813	2.658	3.187
4	46/47	3.673	3.049	3.266	3.428	4.092	4.078	4.122
5	45/46	4.583	3.745	4.044	4.528	5.235	4.868	5.074
6	44/45	5.806	4.544	5.028	5.669	6.715	6.189	6.688
7	43/44	6.822	5.318	5.892	6.631	7.719	7.478	7.891
8	42/43	8.246	6.378	7.081	8.005	9.538	9.087	9.385
9	41/42	8.933	6.925	7.686	8.470	10.313	9.962	10.242
10	40/41	9.685	7.450	8.329	9.339	11.087	10.949	10.934
11	39/40	10.388	7.951	8.892	10.109	11.855	11.837	11.650
12	38/39	11.672	9.067	10.205	11.393	12.924	13.367	13.043
13	37/38	12.569	9.807	11.065	12.563	13.912	14.138	13.896
14	36/37	13.639	10.699	12.052	13.663	15.364	15.221	14.804
15	35/36	14.574	11.338	12.797	14.693	16.582	16.357	15.645
16	34/35	15.373	11.818	13.360	15.477	17.508	17.495	16.551
17	33/34	16.870	13.040	14.587	17.174	19.101	19.218	18.071
18	32/33	18.080	14.172	15.780	18.406	20.183	20.497	19.414
19	31/32	19.344	15.230	16.694	20.119	21.270	21.909	20.814
20	30/31	20.103	15.983	17.419	20.652	22.060	22.660	21.817
21	29/30	21.058	16.562	17.979	21.975	22.842	23.837	23.123
22	28/29	22.093	17.488	18.801	22.888	23.802	25.339	24.209
23	27/28	23.369	18.650	20.010	24.043	25.393	26.812	25.275
24	26/27	24.536	19.773	21.040	25.356	26.678	27.868	26.468
25	25/26	25.215	20.442	21.552	25.653	27.365	28.537	27.708
26	24/25	26.598	21.554	22.581	26.917	28.698	29.877	29.926
27	23/24	27.565	22.170	23.164	27.814	29.487	31.093	31.625
28	22/23	28.409	22.933	23.895	28.489	30.396	31.899	32.803
29	21/22	29.623	24.057	24.845	29.534	31.418	33.339	34.506
30	20/21	30.458	24.874	25.503	30.229	32.108	34.234	35.760
31	19/20	31.630	25.654	26.240	31.343	33.307	35.801	37.395
32	18/19	32.787	26.319	26.961	32.686	34.688	37.206	38.824
33	17/18	33.859	27.094	27.791	33.613	35.967	38.042	40.606
34	16/17	35.003	27.966	28.662	34.840	37.143	39.364	42.003
35	15/16	36.140	28.847	29.511	36.200	38.373	40.531	43.338

Análisis de 6 estaciones pluviométricas
de largo período.
(Curvas de doble masa. Primera aproximación.)



A. Klauke, Feb. 51.

10

20

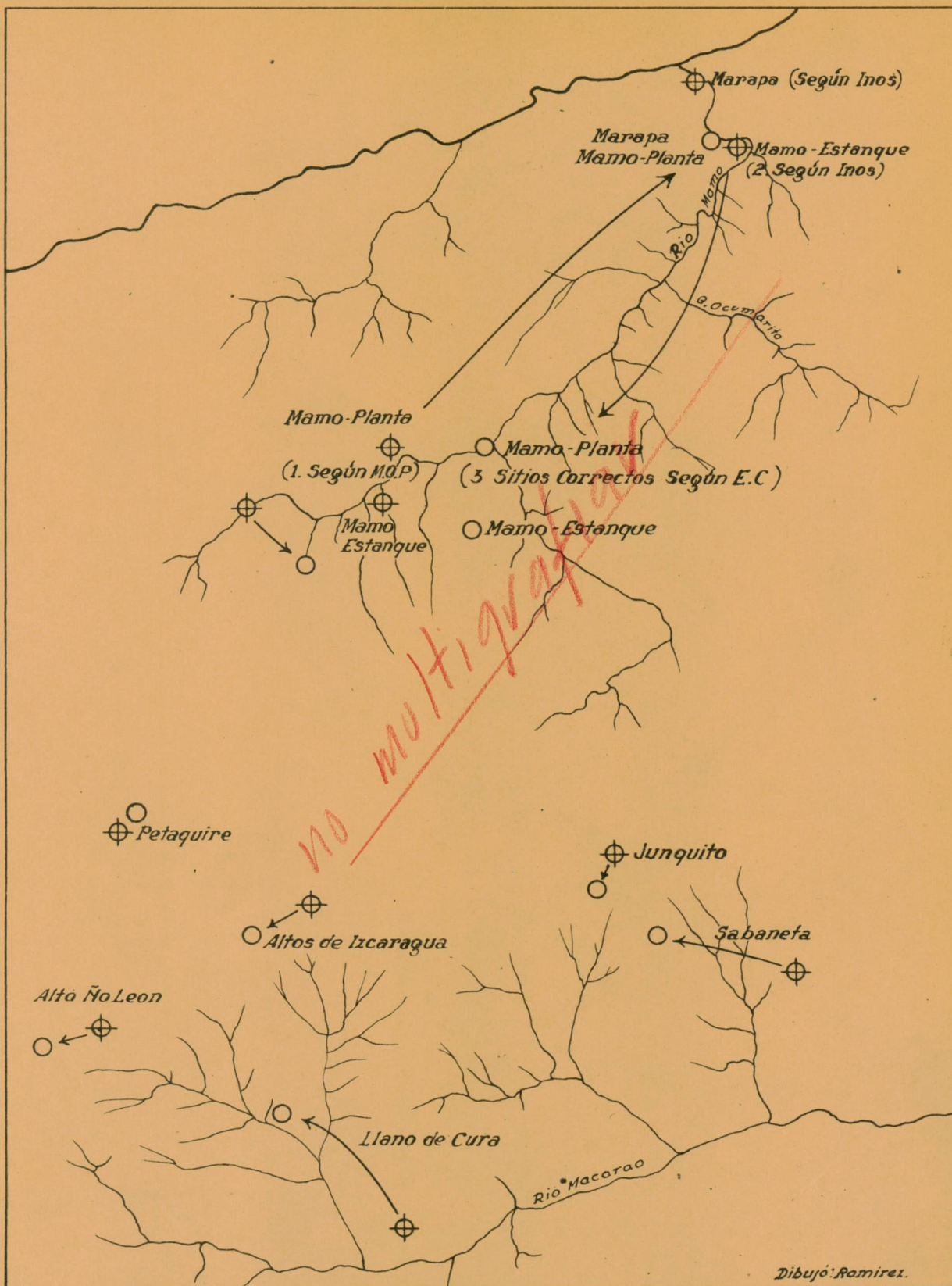
30

40

50 · 10³ mm



Corrección del Mapa de las Estaciones Pluviométricas



Escala 1:100000
0 1 2 3 4 5
Kilómetros

7 ~~24~~ -
20

FG

PCt

0523

Ficha de Estaciones Pluviométricas

(Al llenar el formulario, sirvase leer las notas al respaldo.)

Estación (1): Caracas- G.F.G.Longitud: 66° 55' 19" Latitud: 10° 30' 45" Altura (s.n.m.): 909 mMétodos (2): Coordenadas según mapa 1:25.000 (N° 240343 Ed. 1947)Altura relacionada con Levantamiento G.F.V.Sitio actual (3): Patio de un Depósito del G.F.G.Lugar (4): Caño Amarillo Municipio: CaracasDistrito: Parroquia Catedral Estado: Distrito FederalHoya del río: Macarao, afluente del Río Guaire

Observador actual: _____

Habitación del observador (5): _____

Empezó (fecha): _____

Capacidad (6): _____

Suplente (7): _____

Observadores anteriores (8): _____

Clase de aparato (9): Mecanismo de Columpio con indicador de forma de relojDiámetro: 8" X 8" Constante: 25.4 Capacidad (10): IlimitadaInstalado por: _____ Fecha: 1891Graduación y capacidad de la probeta: Indicador de ColumpioColocación (11): Sobre un tubo de hierro de 1.50.- Obstáculos medianos.Véase FotografíaHistoria de la estación (12): 1891- Jardín de la Estación G.F.G.Sitio Bueno- 1940 - Patio del Depósito.-Véase Croquis.-Caracas, 17-5-51

(Lugar y fecha)

A. Klanke

(Firma)

Notas
=====

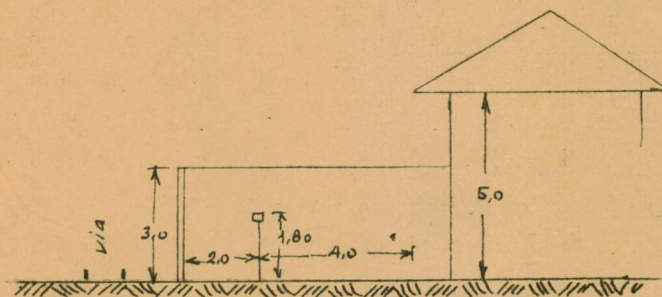
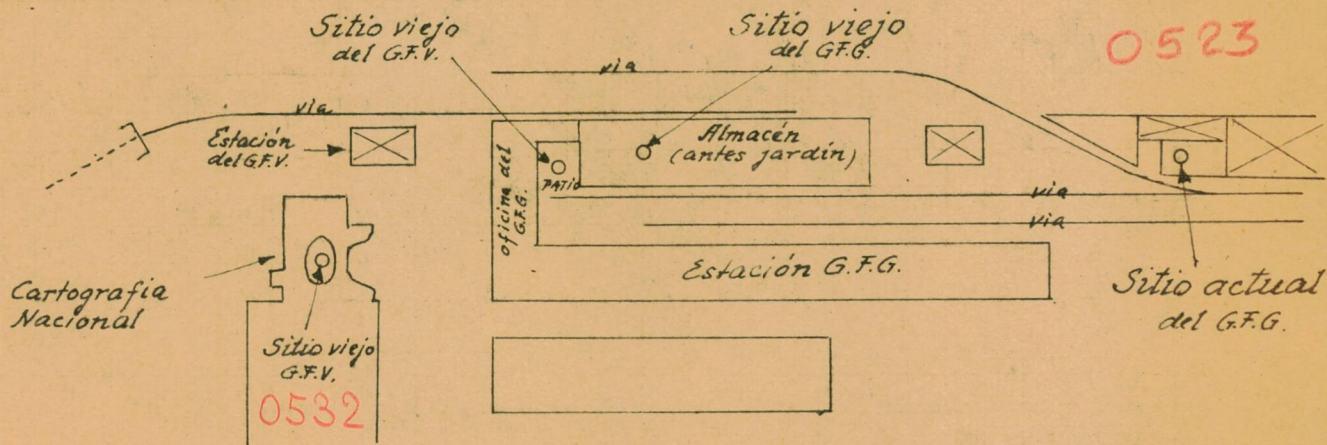
- 1) El "nombre" de la estación como está adoptado por la oficina central y anotado en la libreta de campo.
- 2) Indicar precisamente como fueron determinado las coordenadas y la altura.
- 3) El "sitio" es el punto de la colocación de la estación: p.ej. "patio de la casa N° 17 de la Avenida Sur".
- 4) Población, caserío o hacienda a la cual pertenece el sitio donde está la estación.
- 5) Casa y lugar donde vive el observador, es decir: su dirección completa.
- 6) Capacidad y responsabilidad del observador.
- 7) Anotar nombre, dirección y capacidad de la persona que hace las observaciones pluviométricas en caso de enfermedad o ausencia del observador.
- 8) Indicar los observadores anteriores y sus respectivos períodos de servicio así como la calidad de sus observaciones.
- 9) Cántaro o/y registrador. Se anota, también, la marca y el serial de fábrica y el período de cambio de la hoja pluviográfica.
- 10) Cantidad máxima en mm o cm³ que puede medir el aparato en una vez.
- 11) Describir la forma en que está instalado el aparato; indicar si hay obstáculos, defectos o otras deficiencias.
- 12) Cambios y mejoras hechas con sus fechas. Interrupciones en los datos, fechas y causas. Toda otra observación que sea útil para poder analizar los datos.

Importante: A cada ficha debe añadirse (en papel milimetrado) un croquis de la situación de la estación con indicación de las distancias, las cotas y los detalles importantes.

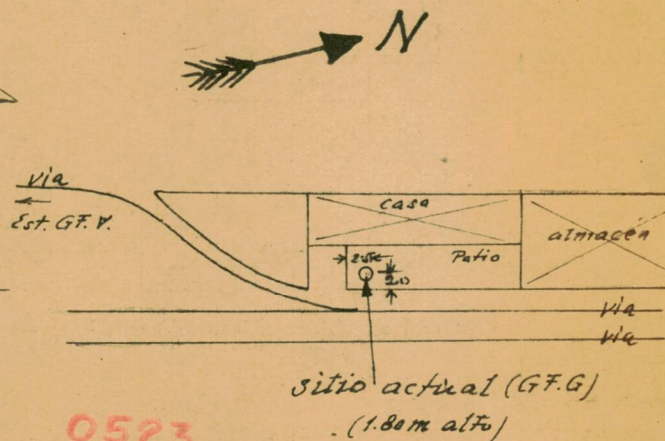
Para cada cambio de sitio de la estación hay que llenar una nueva ficha.

Caracas - Estación G.F.G.
y Caracas - Santa Inez G.F.V.
 (Caña-Amarillo)

0523 y
 0532



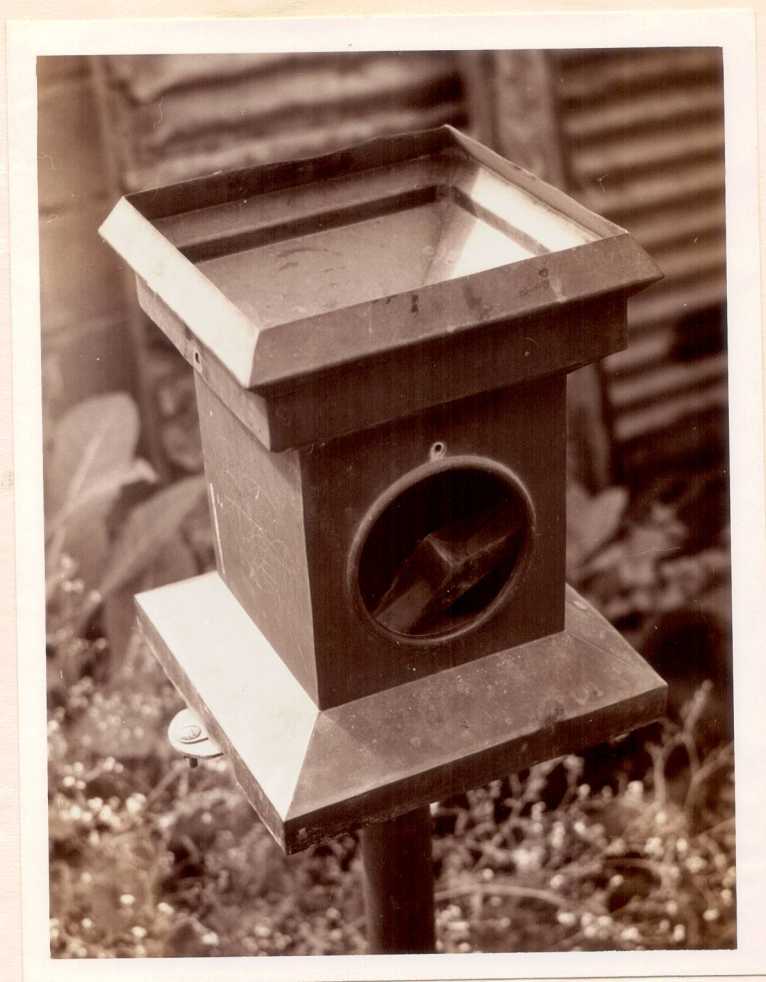
Perfil de la situación actual
 de la est. pluviométrica de G.F.G.



No multigráfica

17.5.1957.

Asensio



Pct 0523 Caracas - G.F.G.

Fluviómetro abandonado.

(Foto: A. Klanke, 17.5.1951)



PCt 0523 Caracas - G.F.G.

Ultimo sitio de la estación.

(Foto: A.Klanke, 17.5.1951.)

Ficha de Estaciones Pluviométricas

(Al llenar el formulario, sirvase leer las notas al respaldo.)

Estación (1): Caracas - Santa InésLongitud: 66° 55' 19" Latitud: 10° 30' 35" Altura (s.n.m.): 915 mMétodos (2): Coordenadas según mapa 1:25.000 (N° 240343 Ed. 1947)Altura relacionada con levantamiento G.F.V.Sitio actual (3): Patio Elíptico Qta. Santa Inés (Hoy: Cart. Nacional)Lugar (4): Caño Amarillo Municipio: CaracasDistrito: Parroquia Catedral Estado: Distrito FederalHoya del río: Macarao, Afluente del Río GuaireObservador actual: G.F.V. Hasta Abril 1944. (Dr. Serrano)Habitación del observador (5): Cartografía Ministerio ExteriorEmpezó (fecha): 1901

Capacidad (6): _____

Suplente (7): _____

Observadores anteriores (8): _____

Clase de aparato (9): Cántaro (Marca Desconocida)

Diámetro: _____ Constante: _____ Capacidad (10): _____

Instalado por: G.F.V. Fecha: 1901

Graduación y capacidad de la probeta: _____

Colocación (11): Sobre un surtidor en el centro del patio, 2 mt. sobre el sueloHistoria de la estación (12): Trasladó a la Estación Palo Grande en 1944
dónde funciona ahora bajo el serial 05424-44 patio de la oficina G.F.G. (sitio malo)- 10-44 y 2-45- oficina
bultos Correo 4-45Caracas, 15-5-51

(Lugar y fecha)

A. Klanke

(Firma)

Ficha de Estaciones Pluviométricas

(Al llenar el formulario, sirvase leer las notas al respaldo.)

Estación (1): Caracas - Palo GrandeLongitud: 66° 55' 37" Latitud: 10° 30' 03" Altura (s.n.m.): 909 mMétodos (2): Coordenadas según mapa 1:25.000 (N° 240343 Ed. 1947)Altura relacionada con levantamiento G.F.V.Sitio actual (3): Jardín Casa Madera (Oficina) del G.F.V.Lugar (4): Palo Grande Municipio: CaracasDistrito: Parroquia San Juan Estado: Distrito FederalHoya del río: GuaireObservador actual: Luis NuñezHabitación del observador (5): La PastoraEmpezó (fecha): 1943Capacidad (6): Bueno

Suplente (7):

Observadores anteriores (8): Enrique Gummelt 1943-48 (Bueno)Dr. Serrano 1943 (Bueno)Clase de aparato (9): Cántaro (Hellmam)Diámetro: 160mm. Constante: 0.05 Capacidad (10): 240 mm.Instalado por: G.F.V. Fecha: Noviembre 1949Graduación y capacidad de la probeta: 1/10 mm. 10 mm.Colocación (11): Sobre un tubo de hierro de 1.50 de alturaObstáculos medianos. Véase Croquis.-Aparato en mala condición, necesita reemplazo

Historia de la estación (12): 1901- Santa Inés- 4-44- Caño Amarillo, Estación G.F.G. (sitio malo)- 10-44 Casa Madera- 2-45- Oficina Bultos Correo! 4-45 Taller G.F.V. Palo Grande- 5-46 Casa jefe taller, Palo Grande- 8-49- Casa Madera.

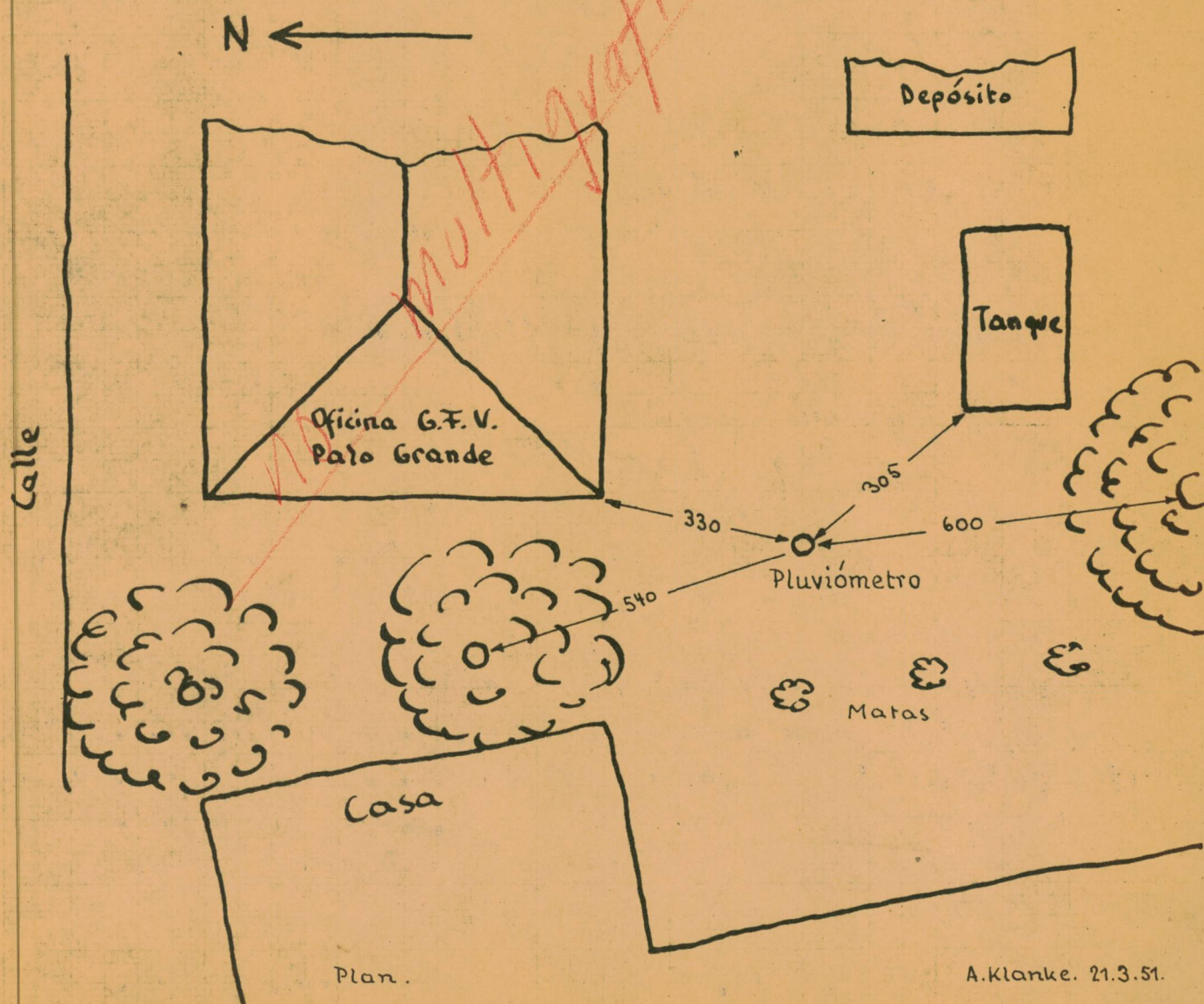
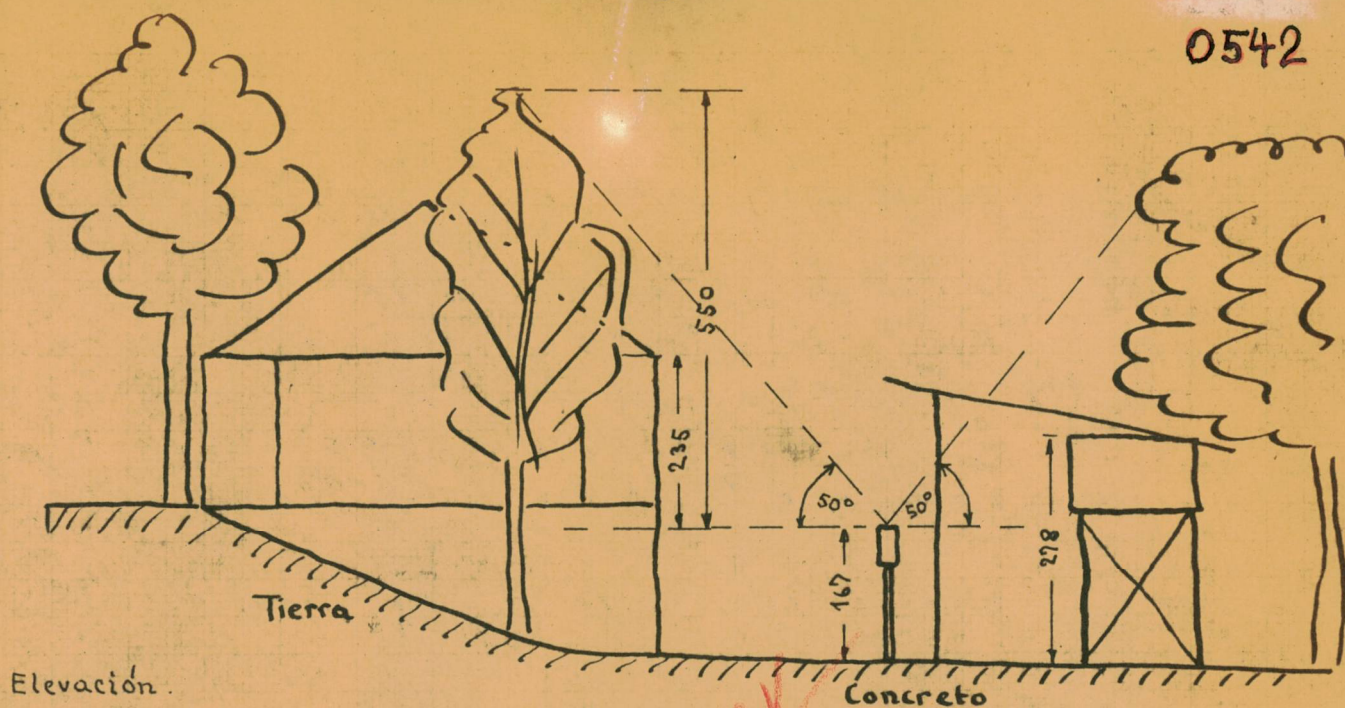
Caracas, 15--5-51

(Lugar y fecha)

A.Klanke

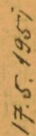
(Firma)

0542



A.Klanke. 21.3.51.

0542



26 Dec 1878

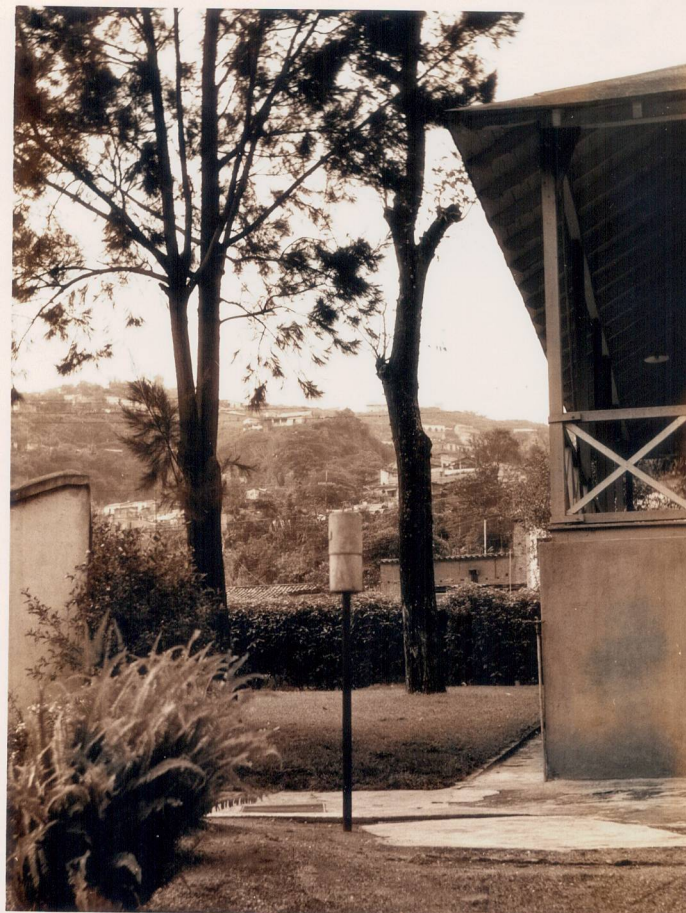


PCt 0542 Caracas - Palo Grande

Sitio viejo (5.46. - 7.49.)

El pluviómetro se encontró en el mismo punto del primer plano donde está ahora la mata.

(Foto: A. Klanke, 15.5.1951)



PCt 0542 Caracas - Palo Grande

Sitio actual de la estación,
vista hacia Norte.

(Foto: A. Klanke, 21.3.1951)



Pct 0542 Caracas - Palo Grande

Sitio actual de la estación,

vista hacia al Sur

(Foto: A. Klanke, 21.3.1951)

Ficha de Estaciones Pluviométricas

(Al llenar el formulario, sirvase leer las notas al respaldo.)

Estación (1): Teques G.F.V.Longitud: 67° 02' 17" Latitud: 10° 20' 37" Altura (s.n.m.): 1179 mMétodos (2): Coordenadas según mapa 1:25.000 (N° 240610 Ed. 1947)Altura relacionada con levantamiento G.V.FgSitio actual (3): Jardín de la Casa N° 13, Calle IndependenciaLugar (4): Los Teques Municipio: Los TequesDistrito: Guacaipuro Estado: MirandaHoya del río: GuayasObservador actual: W. GummeltHabitación del observador (5): Calle Independencia N° 13 Los TequesEmpezó (fecha): Diciembre 1943Capacidad (6): BuenoSuplente (7): Sra. de GummeltObservadores anteriores (8): Sr. Antonio MinghettiClase de aparato (9): CántaroDiámetro: 113 mm Constante: 0.01 Capacidad (10): 200 mmInstalado por: G.F.V. Fecha: 1943Graduación y capacidad de la probeta: 1/10 mm; 25 mm °)Colocación (11): Sobre un tubo de hierro de 1.50 de altura entre arboles altos. Véase Croquis

°) Se usa una probeta de 250 ml con las unidades borradas en el vidrio

Historia de la estación (12): 1901-1943 Casa al ladoLos Teques 12-5-51

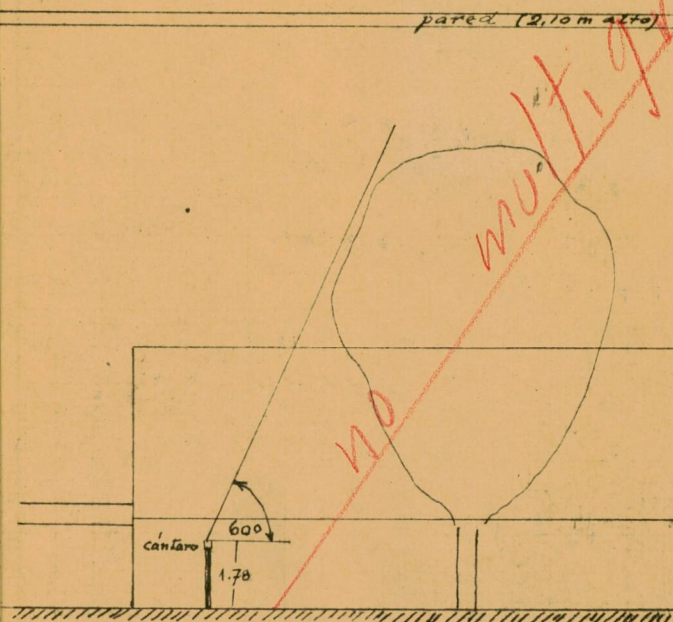
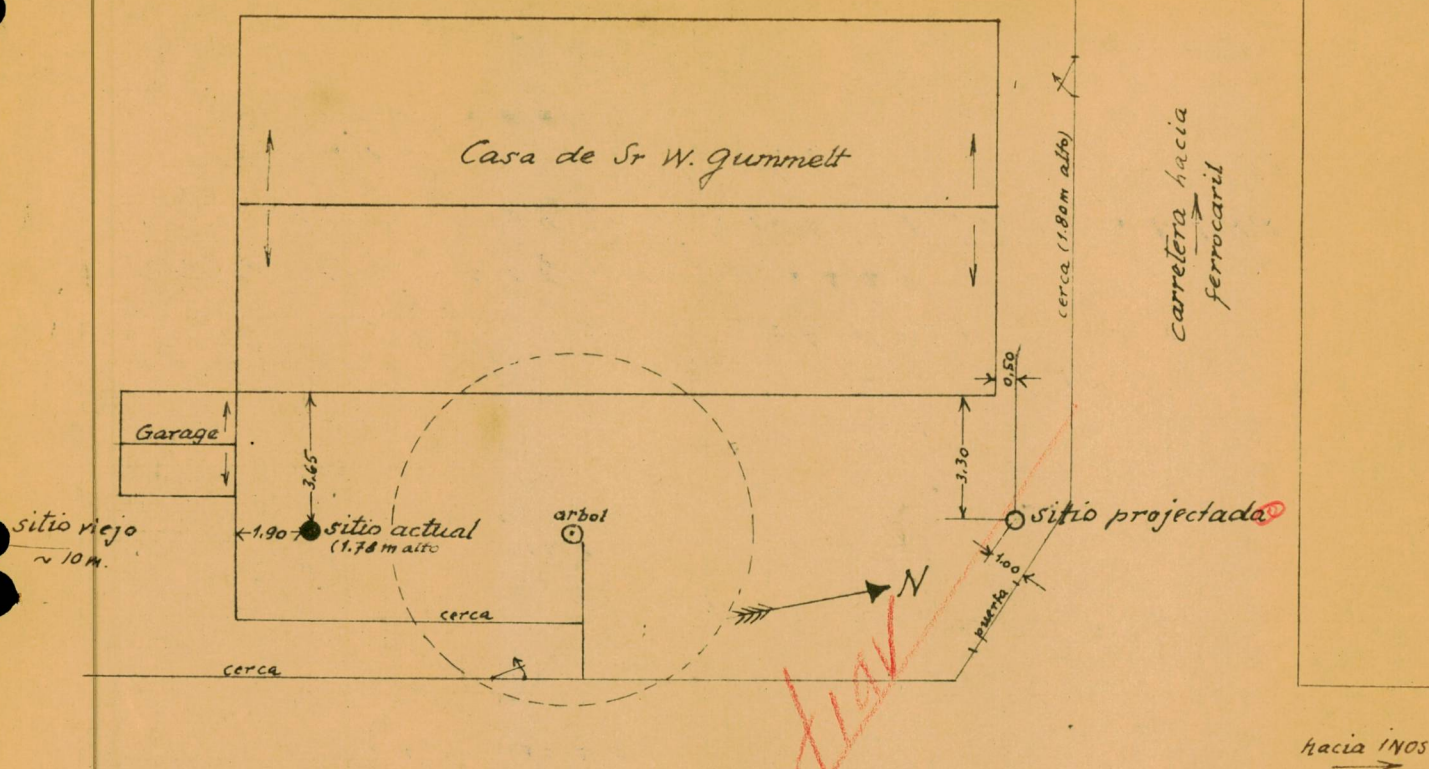
(Lugar y fecha)

A. Klanke

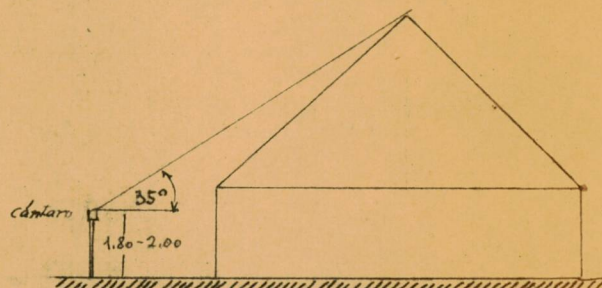
(Firma)

Los Tegues G.F.V.

1449



Situación de la est. pluv. actual



Situación de la est. pluv. proyectada

Escala 1:200
1 cm (=) 2 m

11 Mayo de 1951
M. Perrot



Pct 1449 Teques - G.F.V.

Vista hacia Norte

(Foto: A. Klanke, 12.5.1951)



Pct 1449 Teques - G.F.V.

Vista hacia Sur

(Foto: A. Klanke, 12.5.1951)

-101

FV Pct 1449



Pct 1449 Teques - G.F.V.

Vista del pluviómetro

(Foto: A. Klanke, 12.5.1951)

Ficha de Estaciones Pluviométricas

(Al llenar el formulario, sirvase leer las notas al respaldo.)

Estación (1): EncantoLongitud: 67° 04' 41" Latitud: 10° 19' 12" Altura (s.n.m.): 1145 mMétodos (2): Coordenadas según mapa 1:25.000 (N° 240618 Ed. 1947)Altura relacionada con levantamiento G.F.V.Sitio actual (3): Estación del Gran Ferrocarril de VenezuelaLugar (4): El Encanto Municipio: Los TequesDistrito: Guaicaipuro Estado: MirandaHoya del río: TuyObservador actual: Hernán Aguirre 1950- Abril 51, Torre AlbaHabitación del observador (5): Estación El EncantoEmpezó (fecha): Abril 1951Capacidad (6): No es muy capaz

Suplente (7):

Observadores anteriores (8): Octavio Gonzalez 1943-1949Clase de aparato (9): CántaroDiámetro: 113 mm Constante: 0.01 Capacidad (10): 200 mmInstalado por: G.F.V. Fecha: 1906Graduación y capacidad de la probeta: 1/10mm; 25 mmColocación (11): En caso de lluvia se coloca el aparato sobre un poste (Tronco) de madera. Aparato y probeta en malas condiciones.Véase Fotografía. Sitio bueno. Véase croquisHistoria de la estación (12): Mudado en 1943-44El Encanto 12-5-51

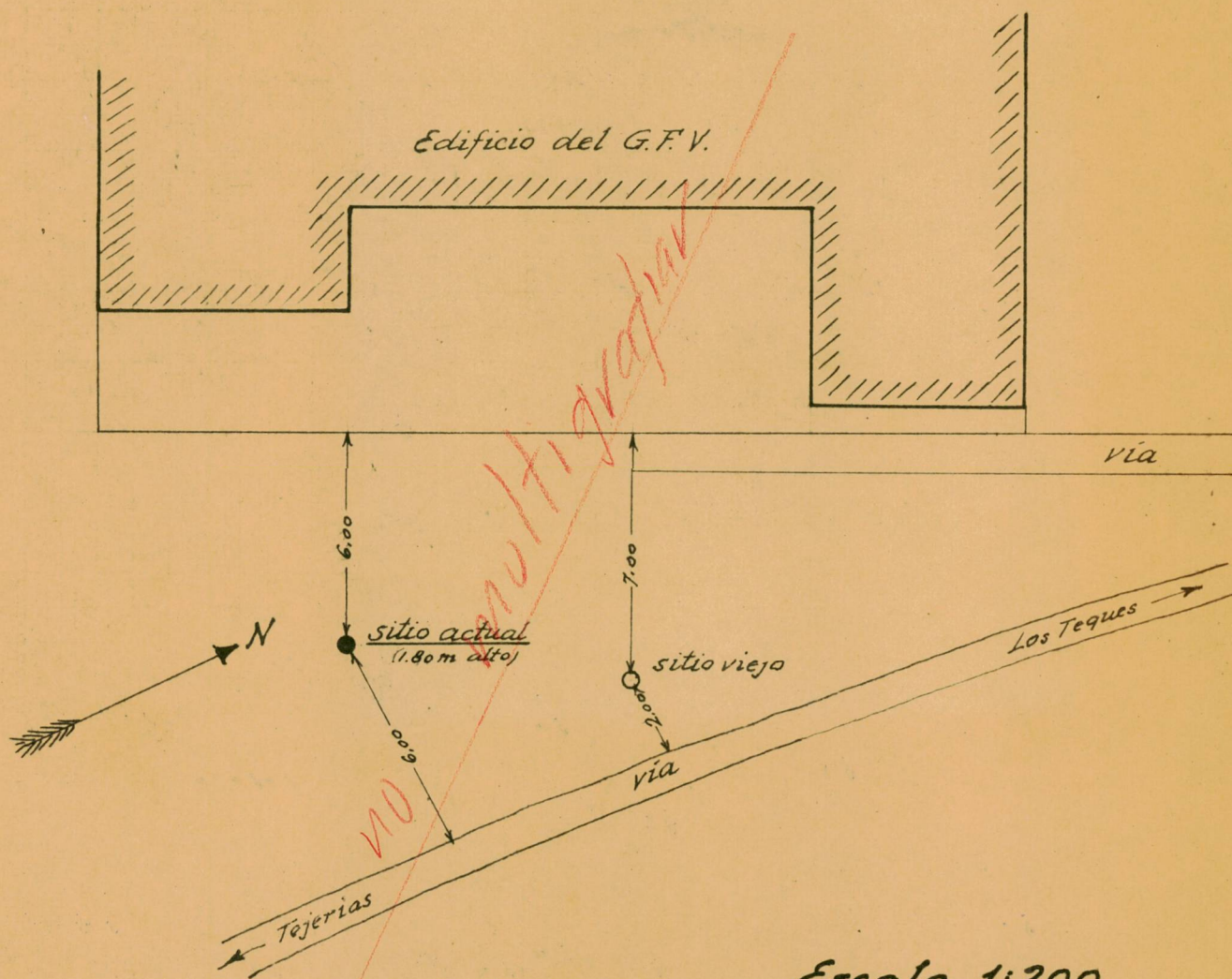
(Lugar y fecha)

A. Klanke

(Firma)

Encanto G.F.V.

1458



Escala 1:200

1 cm (=) 2 m

11. Mayo de 1951

R. R. R.



PCt 1458 Encanto

Sitio viejo inmediato al lado del poste.

(Foto: A. Klanke, 12.5.1951)



Fct 1458 Encanto

Sitio actual.

(Foto: A. Zlanke, 12.5.1951)



Pct 1458 Encanto

Pluviómetro y probeta.

(Foto: A. Klanke, 12.5.1951)

Ficha de Estaciones Pluviométricas

(Al llenar el formulario, sirvase leer las notas al respaldo.)

Estación (1): **Tejerías**Longitud: _____ Latitud: _____ Altura (s.n.m.): **504** m

Métodos (2): _____

Altura relacionada con levantamiento G.F.V.Sitio actual (3): **Estacion del G.F.V.**Lugar (4): **Tejerías** Municipio: **Tejerías**Distrito: **Ricaurte** Estado: **Aragua**Hoya del río: **Tuy**Observador actual: **Alejandro López**

Habitación del observador (5): _____

Empezó (fecha): **Octubre 1946**Capacidad (6): **Bueno**Suplente (7): **Angulos**Observadores anteriores (8): **W. Gummelt (1925-1937)**Clase de aparato (9): **Cántaro**Diámetro: **113 mm** Constante: **0.01** Capacidad (10): **200 mm**Instalado por: **G.F.V.** Fecha: **1901**Graduación y capacidad de la probeta: **1/10 mm; 25 mm**Colocación (11): **En un tubo de hierro de 1.50 de Altura**Historia de la estación (12): **1901- Casa de piedras- 1-6-37- Estacion G.F.V.****Tejerías 16-5-51**

(Lugar y fecha)

A. Klanke

(Firma)

Tejerías G.F.V.

1468

sitio proyectado

Toca

2.5

Fábrica

Tanque
de aceite

grua

Rampa

La Victoria

sitio actual

1.6.37, al pie,

Cochera

Est. del
G.F.V.

sitio proyectado

Escala 1:1000
1cm (=) 10 m

N

Los Torques

150

Rampa

Cochera

Estación del G.F.V.

sitio viejo

1901-1937

Casa

16.5.1951

Morales



ICt 1468 Tejerías

Vista hacia Norte

(Foto: A. Klanke, 16.5.1951)

~~108~~
108

FV PCt 1468



PCt 1468 Tejerías

Vista hacia Sur.

(Foto: A. Klanke, 16.5.1951)

Ficha de Estaciones Pluviométricas

(Al llenar el formulario, sirvase leer las notas al respaldo.)

Estación (1): VictoriaLongitud: _____ Latitud: _____ Altura (s.n.m.): * 550 m

Métodos (2): _____

Altura relacionada con levantamiento G.F.V.Sitio actual (3): Patio de la casa N° 69, Calle LibertadorLugar (4): La Victoria Municipio: La VictoriaDistrito: Ricaurte Estado: AraguaHoya del río: AraguaObservador actual: José Ramón VisvalHabitación del observador (5): Calle Libertador N° 69, La VictoriaEmpezó (fecha): 1948Capacidad (6): No tiene confianzaSuplente (7): P. Juan BogadoObservadores anteriores (8): P. Juan Bogado y varios 1925-1948Clase de aparato (9): CántaroDiámetro: 113 mm Constante: 0.01 Capacidad (10): 200 mmInstalado por: G.F.V. Fecha: 1901Graduación y capacidad de la probeta: 1/10 mm; 25 mmColocación (11): Sobre un tubo de hierro de 1.50 mt. completamente bajo un gran arbol de mangosHistoria de la estación (12): 1901- Estación G.F.V.- 1945- Casa al lado- 1948- Calle Libertador N° 69La Victoria 16-5-51

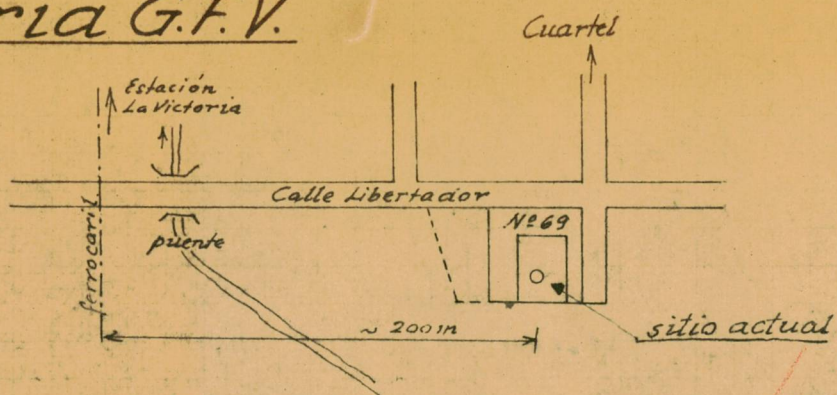
(Lugar y fecha)

A. Klanke

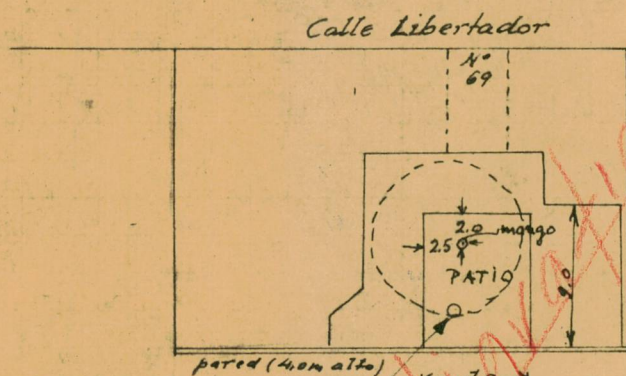
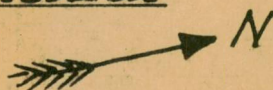
(Firma)

Victoria G.F.V.

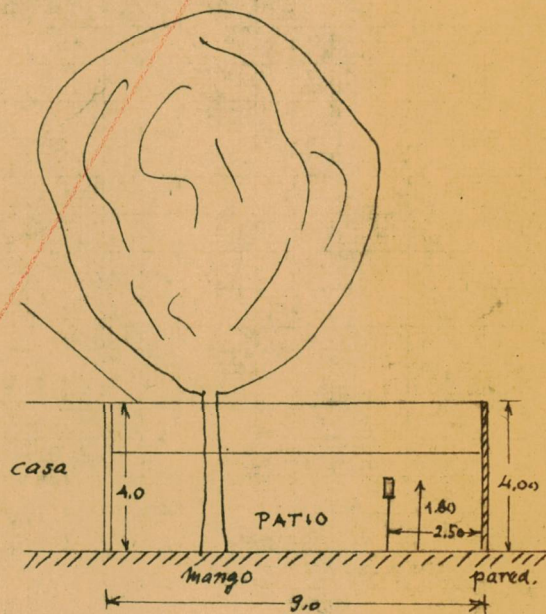
1466



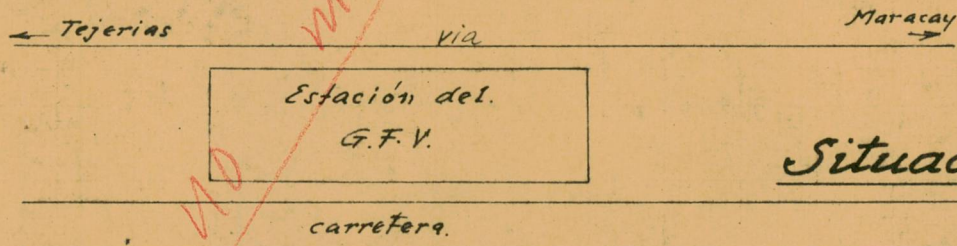
Situación actual



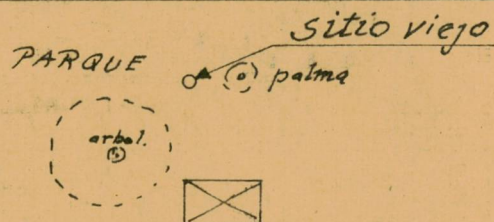
Sitio actual
(1.80m alto)



Situación actual (perfil)



Situación vieja



16.5.1951.

AD Pravit



Pct 1466 Victoria - G.F.V.

El pluviómetro bajo un mango.

(Foto: A. Klanke, 16.5.1951)

Ficha de Estaciones Pluviométricas

(Al llenar el formulario, sirvase leer las notas al respaldo.)

Estación (1): **Maracay - G.F.V.**Longitud: _____ Latitud: _____ Altura (s.n.m.): **442** m

Métodos (2): _____

Altura relacionada con levantamiento G.F.V.Sitio actual (3): **Jardín Casa Madera del G.F.V.**Lugar (4): **Maracay** Municipio: **Maracay**Distrito: **Girardot** Estado: **Aragua**Hoya del río: **Guay**Observador actual: **Rodriguez Barco (Nicolás Trujillo) °)**Habitación del observador (5): **Casa Madera G.F.V.**Empezó (fecha): **1-5-51**Capacidad (6): **Bueno**Suplente (7): **Nicolás Trujillo**Observadores anteriores (8): **Melquiades Rodriguez**Clase de aparato (9): **Cántaro**Diámetro: **113 mm** Constante: **0.01** Capacidad (10): **200 mm**Instalado por: **G.F.V.** Fecha: **1901**

Graduación y capacidad de la probeta: _____

Colocación (11): **Sobre un tubo de hierro de 1.50 mt. Obstáculos medianos (Arboles, casa).- Véase Croquis**Historia de la estación (12): **1901- Estación G.F.V. (sitio bueno)- 3-1944 Jardín Casa Madera.-**

°) El señor N. Trujillo lleva el agua de lluvia en la probeta al señor R. Barco quien lee la cantidad y la anota.-

Maracay 16-5-51

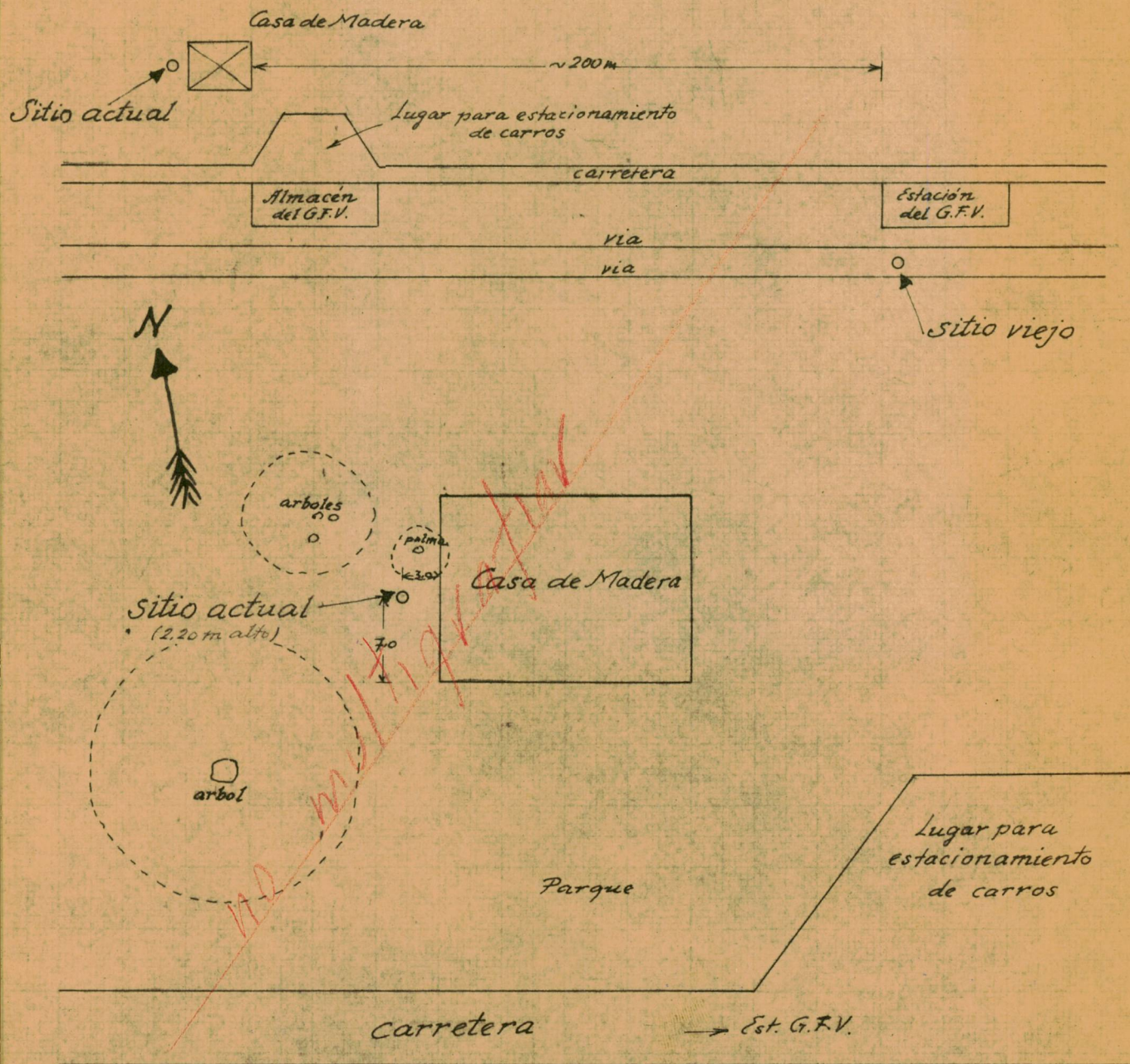
(Lugar y fecha)

A. Klanke

(Firma)

Maracay G.F.V.

0458



16.5.1951.

Abreint



PI 0458 Maracay - G.F.V.

Sitio actual.

(Foto: A. Klanko, 16.5.1951)

Ficha de Estaciones Pluviométricas

(Al llenar el formulario, sirvase leer las notas al respaldo.)

Estación (1): Valencia - G.F.V.Longitud: _____ Latitud: _____ Altura (s.n.m.): 464 m

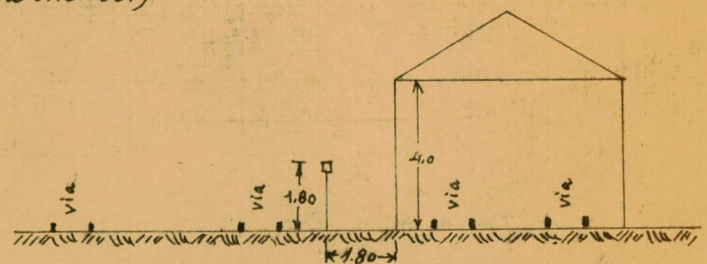
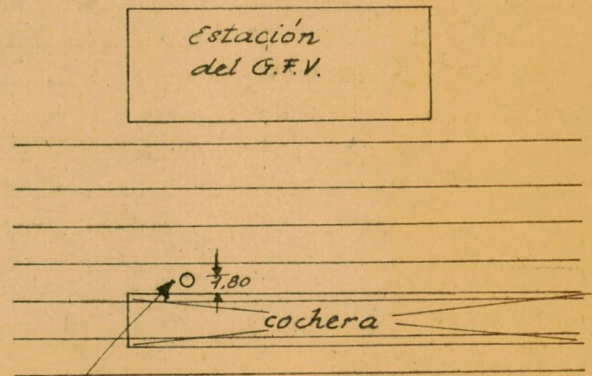
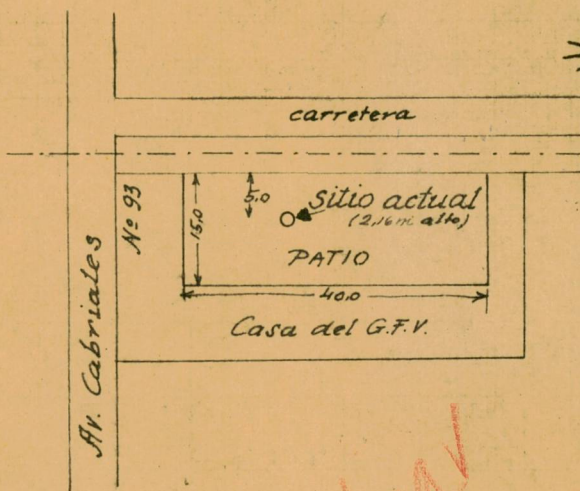
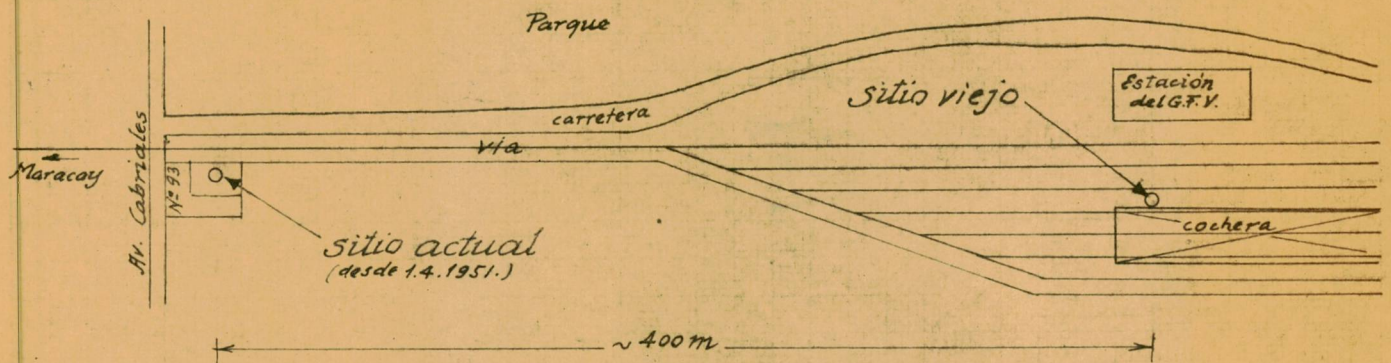
Métodos (2): _____

Altura relacionada con levantamiento G.F.V.Sitio actual (3): Patio casa Pernotación G.F.V.Lugar (4): Valencia Municipio: ValenciaDistrito: Valencia Estado: CaraboboHoya del río: CabrialesObservador actual: Melquiades RodriguezHabitación del observador (5): Casa Pernotación G.F.V.Empezó (fecha): 1-4-51Capacidad (6): BuenoSuplente (7): Carlos PicObservadores anteriores (8): Carlos Pic: 1947-51 (Muy deficiente!)Clase de aparato (9): CántaroDiámetro: 113 mm Constante: 0.01 Capacidad (10): 200 mmInstalado por: G.F.V. Fecha: 1901Graduación y capacidad de la probeta: 1/10 mm; 25mmColocación (11): Sobre un tubo de hierro de 1.50 m.Historia de la estación (12): 1901- Corral casa pernotación G.F.V.- 1930 -
casa al lado- 1943- Estación G.F.V.- 1-4-51- patio casa pernotación
G.F.V.Valencia 16-5-51

(Lugar y fecha)

A. Klanke

(Firma)



Perfil de la situación vieja.

No multigráfica

16.5.1951

W. Prent



Pct 0461 Valencia - G.F.V.

Sitio viejo (1943 - 3.1951).

El pluviómetro se encontró en el punto
donde está la persona.

(Foto: A. Klanke, 16.5.1951)

~~135~~
115

FV Pct 0461



Pct 0461 Valencia - G.F.V.

Pluviómetro y probeta.

(Foto: A. Klanke, 16.5.1951)

APPENDIX C

INFORME SOBRE LA REVISION DE LOS REGISTROS PUBLIOMETRICOS
EN LA HOYA DEL RIO GUAIRE Y EN EL LITORAL

Se han revisado en el Litoral, al Norte de la Cordillera Central los valores de 38 estaciones y en la Hoya del Río Guaire y alrededores los valores de 57 estaciones pluviométricas durante el periodo de 1936-1950.

En la revisión no se aplicó el método viejo, el que consistía en dar como valor anual de lluvia, la suma de los meses que se habían observado, aunque faltara un mes o dos. En otro caso, lo que se hacía era promediar el valor de los meses observados correspondientes al que ahora nos falta y dar este valor estimado como bueno para el mes en averiguación.

Por el contrario, esta vez se ha empleado un método gráfico consistente en dibujar un gráfico de los valores mensuales de cada una de las estaciones.

Comparando estos gráficos hemos visto que muchas veces estaciones vecinas tienen características muy similares.

Superpuestos los gráficos de las estaciones últimamente citadas se han completado los valores que faltaban y se han corregido los dudosos.

La curva anexada nos muestra el fundamento de este método gráfico.

En ellas vemos que las estaciones pluviométricas: Buena Vista y Colonia Tovar, marchan con las mismas características hasta casi confundirse, cosa que vemos al superponer los gráficos de ambas estaciones. Pero también vemos que hay 5 puntos que se destacan de los demás por salirse de la trayectoria de los otros. Esto ocurrió con Enero de 1948 que no se había observado y con Julio y Agosto del mismo año y Septiembre y Octubre de 1950, que están ⁱⁿcompletos. Se completaron est

timando el valor por comparación con los valores de Colonia Tovar. Estas estimaciones casi siempre se hacen por comparación con varias estaciones vecinas y adoptando criterios propios del caso.

Con frecuencia se ve que estaciones próximas tienen características muy diferentes, debido a la situación orográfica de ellas y que la cantidad de lluvia depende de altitud y situación de la estación que en cada caso hay que considerar.

Así por ejemplo: Es mucho más lluviosa una vertiente situada de cara a los vientos generales, también varía la intensidad de las lluvias con la altitud de la estación que generalmente aumenta hasta los 2.000 metros y luego comienzan a disminuir a medida que sigue aumentando la altitud.

Con el sistema explicado aquí se han estimado más de 400 valores mensuales para completar valores anuales de las 95 estaciones analizadas.



Ing. Guido Posewitz.

Caracas, 6 de Agosto de 1951

GP/DGM.



Corrección de los valores deficientes por comparación de registros.

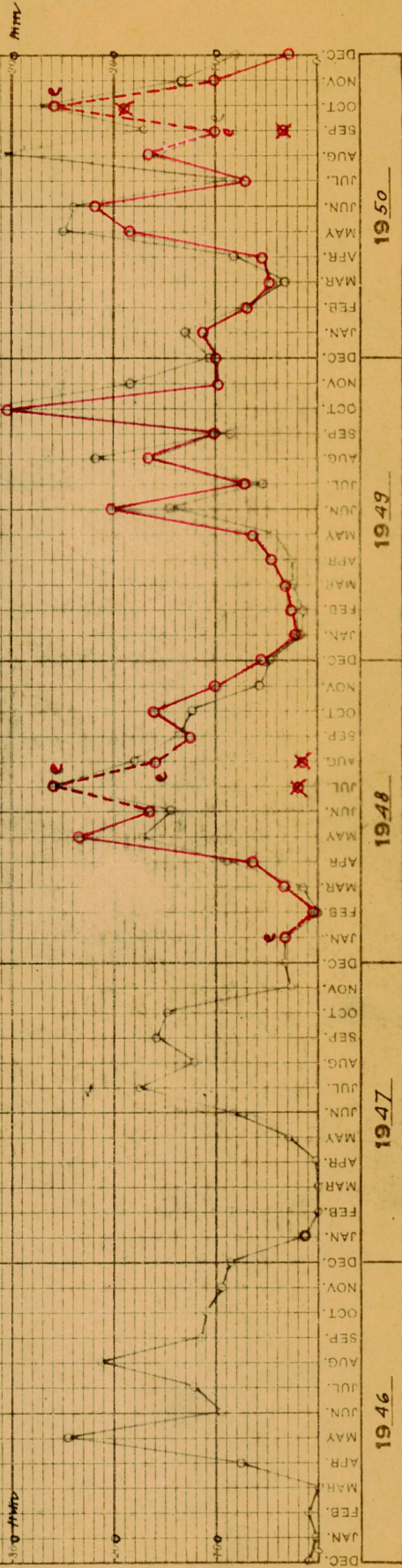
Leyenda:

~~Buena Vista (1434, INOS, reg.) ARAGUA.~~

~~Colonia Torar (1435, SMN, reg.) ARAGUA.~~

~~Valores corregidos.~~

~~Valores deficientes~~



217.57

-119-

APENDICE "E"

Memoranda relativa al Río Guaire.

12 de Abril de 1952.

Memorandum al Dr. Pedro Palacios Herrera,
Director de Obras de Riego,
Ministerio de Obras Públicas.

Materia: Revisión de la Relación Frecuencia de Descarga
de creciente Máxima para el Río Guaire.

- 1.- Como se explicó en el reciente memorandum a Ud., "Informe sobre el Progreso de Estudios é Investigaciones de Corrientes", fechado el 17 de Marzo 1952, varias líneas nuevas de aproche para la solución de frecuencia de crecientes para el Río Guaire se han investigado. Los resultados, aunque todavía preliminares y por lo tanto sujeto a cambio sin más investigación, son aquí establecidos para su consideración en el asunto de establecer "Ratas de descarga para diseños" para los varios tramos del río.
- 2.- Un aproche basado en la situación y medida de marcas altas de crecientes y también de determinaciones calculadas de fluviógrafos archivados de la creciente de Febrero 1951, en un número de quebradas previamente instrumentadas por el I.N.O.S., constituye la información más satisfactoria de la relación precipitación- escurrimiento local. Aunque todavía no enteramente completa la evidencia acumulada hasta la fecha sugiere una revisión hacia aumento de posibles ratas de gastos

de áreas de escurrimientos moderadamente pequeñas sobre aquellos observados y ~~no~~ calculado y presentado en el estudio hidrológico inicial de la cuenca alta del Río Guaire. Por ejemplo para varias de las quebradas investigadas en el campo, las indicaciones son que para áreas menores de 10 Kms², las ratas de crecientes máximas fluctuaron de 3 a 5 metros cúbicos por segundo por kilómetro cuadrado en Febrero de 1951. Algunas áreas pueden haber desarrollado gastos más altos pero la evidencia, a una fecha tan tardía después de la creciente, es difícil de adquirir y está cuando se obtiene, sujeta de necesidad a grandes errores de estimación. Ahora aparenta que las condiciones meteorológicas similares a aquellas de Febrero 15-18, 1951 no son tan raras como se había pensado previamente- la consecuencia de esto sobre el cuadro de las crecientes del Río Guaire se discuten en el parágrafo 4.

3.- Otro aproche para la determinación del gasto de crecientes para diseños es primordialmente sintético en naturaleza. Este medio se empleó en el análisis preliminar del Río Guaire aunque constituyendo en el análisis algo de compromiso entre consideraciones y un número de modificaciones empíricas. Desafortunadamente, para cuencas relativamente pequeñas, en terreno montañoso ningún medio enteramente satisfactorio para predecir ratas de escurrimiento de crecientes por solos medios teóricos aún existe. Uno ó dos métodos producen resultados razonables y son teóricamente sanos, pero son muy laboriosos y por consiguiente

generalmente imprácticas desde el punto de vista del tiempo requerido para aplicarlos como también con respecto al entrenamiento analítico o equipo que raramente está a la mano del hidrólogo. De ahí, era particularmente deseado, en el caso de la investigación del Río Guaire, para fortalecer nuestros conocimientos con evidencia del campo.

4.- Hay a nuestra disposición, con respecto a modelos de tormentas, únicamente dos períodos de los cuales los datos básicos, son tolerablemente adecuados y los análisis suficientemente efectuados para servir como base de diseños. Aquel del 4 de Noviembre 1949, es típico de la clase convectiva mientras el de 15-18 Febrero 1951, es de forma más compleja con actividad frontal, convección local y acción orográfica decidida operando simultáneamente. Mientras la tormenta convectiva es la más común, aquella de Febrero de 1951 no se puede ahora eliminar de consideraciones serias, El Apéndice D del informe preliminar discute las condiciones meteorológicas conducentes a la producción de pesadas ratas de precipitación en las tormentas de los meses tempranos del año por el mecanismo de la invasión del aire polar del continente de Norte América. Hay en la historia de crecientes del Norte de Venezuela una situación similar a Febrero de 1951 que ocurrió por los años de 1870. La continuación de estudios meteorológicos siguiendo el estilo del Apéndice D serían extremadamente útil en fijar los límites posibles de períodos de

repetición del tipo anterior de tormenta.

5.- En la presente investigación los dos modelos distintos de tormentas descritos en el párrafo 4 se transportaron de los sitios adonde ellos actualmente ocurrieron a los lugares más críticos con respecto a la generación de picos máximos de crecientes. Las frecuencias asignadas de lluvias fueron sin embargo, usadas sin alteración. Por este método aumentos definitivos sobre estimaciones de gastos previos se obtuvieron particularmente cuando se hizo empeño de incluir en las computaciones pronósticos de condiciones de escurrimiento peores. En áreas de terreno escabroso como representado en el Alto Guaire, hay una limitación práctica al método de transporte de tormenta que se compensó en parte por incluir efectos de topografía en la producción de lluvia. Para frecuencias definitivas de ocurrencia más allá de nuestra actual experiencia de precipitación, se hicieron ajustes al contenido de humedad de los modelos, la cual información se obtuvo de estudios de los datos del aire superior. Es mucho lo que se puede hacer para mejorar este método de ajuste por una investigación continua de los sondeos del aire superior.

6.- Aunque todos los estudios descritos arriba no están enteramente completos, y otras investigaciones similares están o prontamente estarán en progreso, es concluido que estimaciones de los picos de descarga para el río Guaire en la forma dada en el informe de Setiembre de 1951, necesitan una revisión de aumento.

El campo de los aumentos de los picos de escurrimiento computados varía desde aproximadamente 15 a 25 por ciento para una frecuencia dada de escurrimiento.

Consecuentemente se recomienda que para propósitos de diseño las ordenadas de la descarga de la curva de frecuencia de crecientes (Figura 35- Informe, Setiembre 1951) se multiplique por un factor promedio de 1.20. Los valores revisados para el Río Guaire en la Ciudad Universitaria y en la Avenida O'Higgins se presentan en la Tabla A y Tabla B, a continuación:

TABLA A
Frecuencias de Crecientes Revisadas, Río Guaire en
La Ciudad Universitaria.

<u>Intervalo de recurrencia</u> <u>promedio</u> <u>(Años)</u>	<u>Pico de descarga</u> <u>(M3/seg.)</u>
5	360
10	430
15	480
25	550
50	720
75	860
100	1000

TABLA B

Frecuencias de crecientes revisadas, Rio Guaire en la
Avenida O'Higgins.

<u>Intervalo de recurrencia</u> <u>promedio</u> <u>(Años)</u>	<u>Pico de descarga.</u> (M3/seg.)
5	295
10	350
15	385
25	440
50	560
75	680
100	790

7.- Un estudio recientemente completado de posibles ratas máximas de precipitación y duración derivadas de consideraciones teóricas meteorológicas como también por análisis estáticos de observaciones de precipitación indican que las estimaciones originales de máximos posibles de ratas de descarga de crecientes, como dadas en el informe de Setiembre de 1951, son amplios.

Ing^o Albert A. Koch

vt.dgm

2

125

17 de Marzo de 1952

Memorandum a : Dr. Pedro Palacios Herrera,
Director de Obras de Riego,
Ministerio de Obras Públicas.

Materia: Informe del progreso de estudios actuales é
investigaciones.

Desde el principio del año actual un número de investigaciones y estudios se han continuado de aquellos en progreso tarde en 1951, como también varias líneas nuevas de investigación que previamente no se habían considerado adecuadamente. Las materias cubiertas son brevemente descritas en los siguientes parágrafos:

1.- El Dr. Vicente Tejera, ha completado con cuidado especial respecto a la exactitud técnica, una traducción del texto, tablas, láminas y figuras del, "Informe Preliminar sobre la Meteorología é Hidrología de la cuenca alta del Río Guaire", fechada en Setiembre 1951. Un primer borrador de la edición en castellano se está mecanografiando preparatoriamente a la multigrافیación de las copias finales. Todas las figuras y láminas serán dibujadas de nuevo con la nomenclatura en castellano, tan pronto como esté disponible un dibujante para la tarea.

2.- El apéndice D, del Informe de la Cuenca Alta del Río Guaire, entitulado " Análisis de las Condiciones Meteorológicas Existentes durante el período Febrero 12-18, 1951, " ha sido terminado por el Sr. Arturo Klanke. Yo especialmente reco-

miendo el Apéndice D a su atención y a la atención de los ingenieros en las varias agencias interesadas en los problemas hidrológicos del Norte de Sur América. Es de esperarse que estudios similares de las situaciones críticas meteorológicas que ocurren durante periodos de crecientes encontrarán el apoyo requerido. En esta conexión es necesario que datos más extensivos y más precisos se obtengan para la región del Caribe en general y para Venezuela, Colombia, Brasil y Las Guayanas en particular. Hasta la fecha, ha sido difícil obtener en Venezuela, datos de fuera del país y ésto es una grave dificultad para el correcto entendimiento de la meteorología de las áreas de interés al M.O.P.

3.- Las líneas de investigación presentadas en la parte principal del Informe de la Cuenca alta del Río Guaire, se están extendiendo y mejorando para incluir información recientemente adquirida que, cuando completada, se incluirá como apéndices adicionales. Hay en los datos básicos del campo muchos instantes de errores de observación é instrumentos el tratamiento del cual se incluirá como un suplemento a la edición final del informe. Se está haciendo un esfuerzo para hacer más uso de procedimientos normales estadísticos de lo que generalmente se han usado en estudios hidrológicos. Indicaciones alentadoras se obtuvieron por el aproche estadístico en el estudio del Río Tuy y algunas de las cuales se sumarizaron en la Tabla 29 de

aquel informe ⁽¹⁾. Un método similar ha sido usado por el Sr. R. L. Lowvy, en su análisis de relaciones de precipitación-escorrimento que existen en la Hoya del Río Tocuyo. En la cuenca del Alto Guaire la data de observación es más abundante que para otras partes de Venezuela, pero frecuente - mente ~~manca~~, por una variedad de razones, la precisión requerida. En el estudio del Guaire la manipulación estadística de la información para derivar el valor probable ofrece un instrumento necesario y eficiente.

4.- El Ministerio de la Defensa, Servicio de Meteorología y Comunicaciones de las Fuerzas Aéreas, ha suministrado y continúa suministrando todos los aforos del aire superior para la estación en Maracay. Esta data se está procesando de una manera preliminar, para permitir un estudio estadístico de posibles relaciones entre los elementos meteorológicos observados y el mecanismo de la lluvia de tormentas. No hay ni el tiempo ni el personal disponible para efectuar la investigación ^{con el refinamiento} actualmente deseado. Se está investigando especialmente con objeto de obtener más información respecto a las intensidades y la distribución de la precipitación orográfica en el Guaire y en las hoyas altas del Tuy. Un período de especial interés es aquel del 19 de Junio de 1951, uno de notablemente altas intensidades de lluvia en el área al oeste de Maracay, una condición reflejada en los aforos del aire superior de ese día.

5.- El establecimiento de una historia de crecientes del Río Guaire se ha perseguido con algún éxito. El trabajo todavía no se ha completado ~~pero~~ un número de crecientes se han sumado a aquellas que se saben han ocurrido en los 40 años de 1870 a 1910. En adición, para el período entero de 1900 a 1934, se ha encontrado análisis promedios de mes por mes de las situaciones para Sur y Centro América.

6.- Durante los varios meses pasados un número de investigaciones de campo de estaciones de ~~gasto y precipitación~~ ^{fluviómetros y pluviómetros} se han efectuado. Un entendimiento mucho mejor de la topografía existente y ^{su} cubierta como también de la magnitud de la creciente de Febrero de 1951, se ha obtenido por estos medios. Uso particular se está haciendo de los fluviógrafos para las quebradas instrumentadas por el I.N.O.S., con vertederos y pluviómetros y que escurren al Río Guaire al Nor-este de Caracas. Las principales características de estas pequeñas hoyas se indican en la Tabla I. Marcas altas de la creciente de Febrerom1951, se han localizado en un número de estas quebradas y estimaciones aproximadas de las ratas máxi-mas de gasto de creciente se están haciendo con las marcas como base para las determinaciones. Desafortunadamente, la evidencia se está desapareciendo bastante rápidamente en muchas quebradas que yo creo hubieran sido un origen de infor-mación útil se se hubiera aprovechado la oportunidad de medir las alturas de las crecientes inmediatamente después de ocurridas.

TABLA I

Características Físicas de Hoyas Instrumentadas.

<u>QUEBRADA</u>	<u>AREA DE DRENAJE</u> <u>KM2.</u>	<u>ELEVACION VERTEDEROS</u>	<u>OBSERVACIONES</u>
Caurimare	6.22	1015	
Chacaíto	6.49		Destruído Feb. 1951.
Galindo	3.51	980	
Pajaritos	1.22	1040	Destruído Feb. 1951
Pasaquire	0.94	970	
Sebucán	1.37	1010	
Tenería	1.31	1045	Destruído Feb. 1951.
Tócome	9.47	1035	Destruído Feb. 1951.

El I.N.O.S., ha suministrado detalles de cada uno de los vertederos y los correspondientes pluviógrafos. En vista que ambos, Caurimare y Galindo, son fácilmente accesibles y que los dos ahora tienen pluviómetros y vertederos operando en las cuencas inmediatas, ambos se están estudiando en detalle en el sentido de que éllas son áreas apropiadas de pruebas.

Relaciones satisfactorias entre lluvia y escurrimiento para estas cuencas se han establecido de las cuales se anticipa que podríamos estar en una posición de aplicar los resultados a las muchas áreas que todavía no se han mensurado y que son contributarias al Río Guaire. De esta manera se mejoran las estimaciones de

gastos para todas las frecuencias deseadas de ocurrencia.

6.- El análisis hidráulico del caudal de alta velocidad, originalmente comenzado para su aplicación a los alcances del revestimiento en concreto del Río Guaire, se han continuado para obtener soluciones generales para cualquier canal en la cual el gasto tiene un número de Froude mayor que la Unidad. Ellos ofrecen, yo creo, medios de computación más comprensivos y más fáciles de aplicar al diseño actual que aquellos que han estado en uso general hasta la fecha. El beneficio principal es que en algunos casos las pérdidas de energía se pueden predecir para condiciones de caudal usualmente analizadas asumiendo una pérdida de cero. Se extiende en esta dirección tan lejos como se puede esperar que funcione cualquier teoría bastante elemental. Habría alguna ventaja para el trabajo futuro del M.O.P., de presentar estos estudios en forma de un manual algo análogo pero considerablemente más grande y más comprensivo en abarque a la publicación "Caídas y Rápidos de Sección Rectangular en Canales de Tierra", Ing^o David S. Ruiz, Dirección de Obras de Riego, 1950. Las materias siguientes se han tratado y en todos casos la correspondencia entre las predicciones teóricas y evidencia experimental accesible ha sido confirmatorio de los métodos deducidos.

- a) Pérdidas en el flujo uniforme y no uniforme.
- b) El salto hidráulico estacionario y el movable.
- c) Integración de la ecuación de flujo variable.

- d) Características hidráulicas de contracciones de arco circular y sus pérdidas de energía.
- e) Características hidráulicas de contracciones de muros rectos y sus pérdidas de energía.
- f) Características hidráulicas de subidas-abruptas en inversiones de canales, incluyendo pérdidas de carga.
- g) Características hidráulicas y pérdida de energía en caídas altas.
- h) Características hidráulicas y pérdida de energía en saltos bajos o saltos ahogados.
- i) Características de derrame libre.
- j) Producción de olas y plantillas en canales abiertos de alta velocidad.
- k) Efectos de superelevación.
- l) Características hidráulicas y pérdidas de energía en Canales ext^{pa}ensivos.
- m) Determinación de la superficie del agua y pérdidas de energía, debido a estribos de puente y otras obstrucciones del canal.

Ing^o Albert A. Koch

Febrero 29, 1952

Memorandum a: Dr. Pedro Palacios Herrera,
Director de Obras de Riego,
Ministerio de Obras Públicas.

Materia; Estudios Hidrológicos y meteorológicos de la
cuenca del Río Guaire.

- 1.- Un informe de los estudios que ahora se siguen relativos a la hidrología y meteorología del Río Guaire se está preparando y se le someterá durante las dos próximas semanas.
- 2.- El jueves, 21 de Febrero, en la compañía del Dr. Guillermo Machado, Dr. Vicente Tejera y el Sr. Arturo Klanke, se hizo una visita a la estación meteorológica del Dr. Machado en Guayabitos. El equipo y la disposición de su localización es ciertamente uno de los mejores en Venezuela y debería yo creo, incorporarse a la red hidrológica del M.O.P., como una de sus más importantes fuentes de data en la región Guaire-Tuy. El Dr. Machado ha amablemente hecho accesible a esta oficina dos años de registros que afortunadamente, encierra varios períodos de tormentas y de la cual región la información había estado faltando previamente.
- 3.- En la actualidad la estación de Guayabitos, no está en operación completa debido a la necesidad de reparar varios instrumentos. Se planea resumir observaciones alrededor del 1º de Abril si se pueden hacer las reparaciones. Sería deseado también instalar un pluviómetro registrador semanal del M.O.P. para reemplazar

el pluviómetro de cántaro ahora en uso.

4.- Por lo tanto, se recomienda que el Dr. Juan Gschwendtner, se autorice para usar su destreza en componer y ajustar los instrumentos ahora instalados y que esta oficina suministre é instale un pluviómetro registrador.

Esto se debía hacer durante Marzo, de manera que todo el equipo esté listo para comenzar a funcionar el 1º de Abril.

Ingº Albert A. Koch.

vt.dgm.