

TES.1342

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

ESCUELA DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE METEOROLOGIA E

# ESTUDIO Y EVALUACION DE LA RED PLUVIOMETRICA EXISTENTE

VICTOR LUCAS CANO

CARACAS, ABRIL DE 1964

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

**ESTUDIO Y EVALUACION  
DE LA RED PLUVIOMETRICA EXISTENTE**

VICTOR LUCAS CANO

Trabajo Especial presentado  
ante la ilustre Universidad Cen-  
tral de Venezuela, para optar el  
título de Hidrometeorologista.

Caracas, 1.964

DEDICATORIA

A mis queridos padres

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

Al Dr. Roberto J. Alvarez, quien ha sido ex  
celente guía y cabal orientador en la elaboración  
de la presente tesis.

Vaya también mi agradecimiento a todas aque-  
llas personas e Institutos Públicos, por su valiou  
sa cooperación en la realización del presente trau  
bajo.

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

Al elegir este Trabajo Especial, en las conversaciones preliminares con el Profesor Guía, se convino en hacer un trabajo que ayudara en el futuro a unificar y recordar los conceptos fundamentales, que se deben de tener en cuenta al tratar de planificar o reorganizar una red pluviométrica.

En países jóvenes como el nuestro, y vírgenes en la investigación, no podemos entrar en ramas especializadas de estudios, ya que la gran variedad de Servicios Nacionales, los cuales no están unificados en sus sistemas y criterios de trabajo; donde las observaciones y procesamientos de las mismas no están normalizadas y que por falta de una coordinación central existen áreas de gran densidad de estaciones, mientras que en otras, hay carencia absoluta de ellas; nos hace pensar que el entrar en un tipo de investigación científica es prácticamente un lujo que no podemos darnos. Por ello hemos considerado que este trabajo y otros similares, pueden servir como base de partida para unificación de criterios.

En el presente trabajo no se ha pretendido efectuar un estudio exhaustivo sobre redes pluviométricas, pero si, una descripción general de redes, y algunas consideraciones sobre tiempos mínimos de registros; materia que aunque parezca un poco fuera de tema, tiene gran importancia, ya que he constatado en mi corta experiencia dentro de la profesión, que muchas estaciones se abren, suspenden sus observaciones o se cierran, sin ningún criterio. Para aquellos países que han alcanzado dentro de los escalones de la evolución, un desarrollo y una madurez a través de más de cien años de experiencia les parecerá un trabajo distinto al que amerita una tesis. Pero cuando observemos que el País no cuenta con un directorio nacional de estaciones, actualizado; pero si, con varios de distintos servicios, algunos completos y otros

incompletos, nos damos cuenta de las grandes necesidades de Venezuela en materia hidrológica.

Siendo el Ministerio de Obras Públicas, el organismo que cuenta con el mayor servicio pluviométrico y posiblemente más moderno y organizado, he tratado de mostrar en el presente trabajo, parte de los procedimientos usados por el Ministerio de Obras Públicas, para identificación de estaciones en Venezuela.

Desde mi ingreso en el departamento de Meteorología e Hidrología, he escuchado constantemente las palabras de las autoridades en la materia, sobre la necesidad de la centralización de métodos y servicios, y se nos ha aclarado que ello no implica una competencia desleal entre distintos servicios; ni que los servicios más poderosos absorban a los más débiles sino que dentro de su independencia, necesidades y facilidades de trabajo, se dicten las normas y formas de trabajo que permitan normalizar procedimientos. En el departamento de Meteorología e Hidrología hemos aprendido, que Venezuela como país signatario y miembro de la Organización Meteorológica Mundial, debe tratar de ajustarse a los procedimientos aconsejados por dicha Organización, siempre y cuando las condiciones lo permitan y que dentro de América y el Mundo entero se debe trabajar como una sola unidad científica, sin diferencias de idiomas y fronteras.

Por esta razones, de índole práctico y evolutivo, he desarrollado este tema.

REDES PLUVIOMETRICAS

Al proceder a la instalación de una red pluviométrica, es de la mayor importancia precisar el objetivo, inmediato o futuro, a la cual ha de responder.

Cualquiera que sea esta finalidad; en nuestro caso es pluviometría, y por limitados y modestos que sean los propósitos de la red, ésta debe organizarse desde el primer momento, de una manera tan perfecta como sea posible, ya que millares de observaciones hechas con toda constancia y buena fé, han resultado inútiles, o lo que es peor, han contribuido con datos erróneos a crear desorientación y dudas, por no haberse puesto en la instalación o en el método de trabajo el esmero necesario.

En la primera parte de este trabajo haremos un estudio de la red pluviométrica existente en el país. Pero antes consideraremos las condiciones básicas que deben existir en una red.

Una red de estaciones deberá dar una representación adecuada de las características geográficas del país, tales como son: cordilleras, llanuras, mesetas, islas, costas, etc. Otro factor de importancia esencial está representado por la demanda de información. Esta demanda será particularmente necesaria en los casos de regiones agrícolas, industriales, aunque la densidad de estaciones para una red pluviométrica ideal depende mucho del elemento climático a considerar, en nuestro caso la lluvia, y de las condiciones geográficas del área. Por ejemplo, una red de estaciones extendidas, bien puede ser suficiente para el análisis y estudio de la presión atmosférica reducida al nivel del mar; pero en el caso de que se vaya a estudiar el régimen de vientos de un país, será necesario que las estaciones estén más agrupadas de acuerdo a la topografía de la zona; y una gran densidad de es-

taciones será necesaria para el estudio de temperaturas extremas y frecuencias de elementos climáticos. Por tal razón es necesario efectuar un estudio detallado de los factores climáticos imperantes en una zona, mediante los gradientes vertical y horizontal, en un corte de los estratos de la atmósfera, o bien por los métodos que la Meteorología, pone en nuestras manos. Dicho en otras palabras, al proyectar una red de estaciones debe de tenerse en cuenta la importancia del elemento climático, para el cual se ha diseñado la red.

#### DISTRIBUCION ACONSEJADA POR LA O.M.M.

- a) La O.M.M. considera que la densidad de una red de estaciones pluviométricas, en zonas cultivadas o pobladas, debe de ser de una estación por cada  $200 \text{ km}^2$ , lo cual equivale a una estación contenida en un cuadrado de  $14,2 \text{ km}$ . por lado. Aunque una densidad mayor de estaciones sería preferible en centros densamente poblados, de manera de facilitar el estudio de las precipitaciones y la planificación de sistemas de drenajes.
- b) En zonas donde las condiciones geográficas son regularmente uniformes, una estación por cada  $1.000 \text{ km}^2$ , es suficiente, o sea que la estación debe de estar contenida en un cuadrado de aproximadamente  $33 \text{ km}$ . de lado. Sin embargo, una red de estaciones diseñadas en base al concepto anterior, será insuficiente para el registro de chaparrones y tormentas de poca duración y gran intensidad, siendo los datos proporcionados escasos, para la formación de un catálogo de tormentas locales, tan comunes en nuestras latitudes.

- c) Para las estaciones situadas perpendicularmente a las costas, la O.M.M. recomienda una distancia entre ellas variable, entre 2 y 10 km., de acuerdo a condiciones topográficas.

En algunas ocasiones, el establecimiento de una red adecuada, es demorado, por falta de recursos o especialmente, si el estudio climático de la zona no es de mucha necesidad. Es muy importante conocer los medios con que se cuenta, y la extensión de la red que se va a instalar, de acuerdo al elemento climatológico a estudiar.

Una red de estaciones equipada con instrumentos registradores será más efectiva que aquella que no los tenga, en parte por que se elimina el error humano en la lectura, además de que los gráficos permiten obtener la relación entre pluviosidad y tiempo. No es lógico descartar, en una estación pluviométrica, el pluviómetro de cántaro, pues éste es considerado como instrumento patrón.

En especial en Venezuela, debido a la escasez de personal, sería deseable que la red pluviométrica estuviese equipada con aparatos registradores. Una red de estaciones pluviométricas, equipada con pluviómetros, aparte de existir gráficos permanentes, permite mediante la interpolación de estos datos, mostrar las variaciones del elemento climatológico, en esa área o en áreas adyacentes de estaciones equipadas con registradores.

Hemos notado que esta condición es difícil de aplicar en las islas pequeñas marítimas, por el efecto destructor del salitre.

### DISTRIBUCION DE ESTACIONES PLUVIOMETRICAS

El número de estaciones pluviométricas a ser instaladas en determinada hoyra y para determinado fin, debe de ser tal que permita dar una idea exacta de la distribución de la precipitación local. En base a esto la distribución de pluviómetros debe ser mayor, cuanto más variable sea el régimen pluviométrico.

La gran generalidad de los problemas hidrológicos exige el conocimiento de las alturas de lluvia media, en determinada área. El proceso más simple consiste en calcular la media aritmética de las alturas suministradas por los diversos pluviómetros instalados, dentro del área a ser estudiada. Mediante este método se puede obtener buenos resultados en la distribución de los pluviómetros, y uniformemente la variación de las alturas medidas no es muy grande.

Otro método utilizado, es el método de Thiessen, el cual toma en cuenta la distribución de las estaciones pluviométricas, resultando una media ponderada de alturas de lluvia. En este método se admite que las alturas proveídas, por cada estación pluviométrica se distribuyen uniformemente por toda el área de influencia geométrica de cada una de las estaciones. El problema de este método radica en determinar las áreas de influencia de cada pluviómetro. Para determinar dichas áreas, se procede a unir en un mapa de localización de estaciones, los puntos representativos de pluviómetros, por medio de rectas. Acto seguido se levantan las mediatrices a esas rectas, de modo que el conjunto de ellas forme diversos polígonos de influencia para cada estación.

Los polígonos se planimetrán y el área se expresa en porcentaje corres

pondiente a área total de la hoya. Para calcular la altura de lluvia media ponderada, basta con multiplicar cada una de las alturas de lluvia proveídas por cada estación, por su correspondiente porcentaje de área total.

La suma de estos productos expresará la cantidad de precipitación media de la hoya.

El método más eficaz para la distribución de una red pluviométrica en una región, consiste en trazar en el mapa, las curvas de igual precipitación o Isoyetas, las cuales vienen a ser, el lugar geométrico de los puntos de una misma altura de lluvia. Nos extenderemos un poco en la teoría de este método, ya que lo consideramos esencial para el proyecto de una red hidrológica adecuada. Se explica en la página Nº 16

#### ESTACIONES HIDROLOGICAS

Para sentar las bases de lo que es una estación hidrológica, debemos efectuar un análisis amplio y objetivo acerca de las regulaciones técnicas en la materia.

La Organización Meteorológica Mundial (OMM), en su capítulo especial sobre estaciones climatológicas, las subdivide en:

- a) Estaciones climatológicas principales, en las cuales se efectúan observaciones de todos los elementos meteorológicos en las horas internacionales de observación, y cuyos registros debidamente tabulados son enviados a los distintos centros de recolección de datos.
- b) Estaciones climatológicas ordinarias, son aquellas en las cuales como mínimo se efectúan medidas de temperaturas extremas, y de precipitación.

- c) Estaciones pluviométricas, en estas estaciones se efectúan mediciones de lluvia exclusivamente. Para el presente trabajo utilizaremos este tipo de estación climatológica, haciendo la salvedad de que nos valdremos también, de todas aquellas estaciones - que posean pluviógrafo o pluviómetro, sean pluviométricas o no.

Para un mejor planteamiento del trabajo, procederemos a dividir las estaciones hidrológicas, de acuerdo al uso a que son destinadas. Antes que remos hacer constar que, no existen normas internacionales fijadas por la OMM, acerca de métodos, procedimientos, equipos y horas de observación para el funcionamiento de dichas estaciones. En Venezuela, estas disposiciones son fijadas por los distintos Servicios Nacionales.

Las estaciones hidrológicas comprenden instalaciones de diverso orden, las cuales son utilizadas para el estudio, control y aprovechamiento de ríos y cuencas hidrográficas.

Estas estaciones se han dividido según el uso a que son destinadas - en:

- a) Estaciones hidrométricas registradoras, en las cuales se efectúan aforos sistemáticos, estructuras de aforos y registros por medio de fluviómetros.
- b) Estaciones hidrométricas simples, en las cuales se efectúan aforos sistemáticos, lecturas de mira (semanal, diario).
- c) Estaciones en sitios de aforo ocasionales.
- d) Estaciones para medición de acarreo. Estas mediciones no requieren estaciones especiales, sino que se efectúan en las estaciones citadas anteriormente. Las muestras de acarreo se toman en el mismo orden de frecuencia de los aforos.

- e) Estaciones limnigráficas, estas estaciones tienen como objeto - las mediciones de niveles de agua en lagos, embalses. Estas estaciones están equipadas con aparatos registradores.
- f) Estaciones fluviométricas, en estas estaciones se efectúan las - lecturas periódicas de nivel de agua en ríos.

#### TIEMPOS MINIMOS DE REGISTROS

Al proyectar una estación es necesario que se garantice su funcionamiento continuo, por lo menos durante 10 años. Cada red debe de señalar e incluir una selección de estaciones, cuya situación permanecerá inalterada durante largo tiempo, para fines de comparación. Generalmente a este tipo de estaciones se le da el nombre de estaciones de frecuencia.

Hay que hacer constar que, una serie de observaciones cortas, pueden servir para un propósito especial. En estos casos se efectúan arreglos de manera que la red funciona durante pocos años únicamente. Una red diseñada para tal propósito estará plenamente justificada.

Es deseable que cuando se efectúe el traslado de una estación, se hagan observaciones paralelas en el lugar anterior de manera que se pueda - proceder a interpolaciones de las observaciones anteriores y actuales.

#### DIRECTORIO DE ESTACIONES

Hemos dicho que antes de considerar cualquier proyecto climatológico, es esencial considerar cuidadosamente la información que se requiere, y averiguar para qué estación o región es útil tal información.

La selección de datos que encajen en el propósito particular, será - facilitado, si existe un registro completo y reciente de la distribución y

del programa de observación de todas las estaciones de la red. En base a esto, debe por consiguiente, publicarse un directorio nacional de estaciones. Se recomienda el formato utilizado por la OMM, el cual consiste en carpetas con hojas tamaño carta e intercambiables, de manera que las publicaciones de nuevas estaciones posteriores a la fecha de edición del directorio, no amerite la edición de uno nuevo, sino colocar la hoja correspondiente.

Es aconsejable, llevar una planilla en la contratapa, para registros de los cambios o eliminación de estaciones, además se puede hacer constar la instalación de nuevas estaciones.

El Comité Nacional de Hidrometeorología, debería realizar un estudio y disponer de una partida especial para este propósito.

Este tipo de publicación, en muchos casos es imposible de efectuar, sin embargo esto se puede complementar con las publicaciones anuales de los servicios, incluyendo en ellas el nombre, número de identificación y coordenadas geográficas de cada estación. Se puede agregar además datos relativos a la topografía actual de la estación y programa de observaciones que se lleva a cabo.

En caso de ser posible es conveniente indicar en un croquis de la estación las distancias, al poblado más cercano y acompañar la ficha de estación con una fotografía de la misma.

El directorio debe contener información de todas las estaciones de la red, independientemente de si pertenece a un Servicio o a otro, haciendo constar el Servicio Nacional que controla la estación o si pertenece a alguna institución privada.

### NOMBRE Y NUMERO DE IDENTIFICACION DE LAS ESTACIONES

No es aconsejable bajo ningún concepto alterar el nombre de la estación, si ésta no cambia de lugar.

En el caso de que una estación sea transferida otro sitio pero cerca no al anterior, no es aconsejable identificar la estación con varios nombres.

En caso de que se utilice un solo nombre, es aconsejable diferenciar lo por medio de números romanos. Este sistema se utiliza cuando dos o más estaciones están operando simultáneamente, dentro de la misma región. Se puede utilizar el mismo nombre, siempre que se diferencie por medio de números.

Para facilitar la localización e identificación de la estación en el mapa o en el directorio, es aconsejable colocar al lado de cada estación el serial. Este método es particularmente bueno en zonas de gran densidad de estaciones.

### PROCEDIMIENTOS USADOS EN VENEZUELA, PARA LA NUMERACION DE ESTACIONES

El primer procedimiento que se utilizó en Venezuela, para identificar estaciones, fué el uso del nombre del lugar donde estaba ubicada la es tación. En un primer momento este sistema fué efectivo, debido a la escasez de estaciones en el país, pero a medida de que fué aumentando el número de estaciones, se presentó el grave inconveniente, de que existían estaciones con el mismo nombre, aunque ubicadas en sitios diferentes.

Al proceder a realizar el directorio de estaciones, éstas se clasifi caban en orden alfabético, encontrándose que aunque en el directorio había

estaciones que figuraban unas al lado de otras, en la realidad éstas distaban muchos kilómetros entre sí; existiendo por consiguiente, confusión en la localización de las mismas.

A medida de que las necesidades en la materia fueron aumentando, surgió la necesidad de idear un nuevo sistema de identificación, para lo cual el Ministerio de Obras Públicas, y en particular la División de Hidrometeorología, puso en funcionamiento un método que consiste en que cada estación está designada por un número de cuatro cifras. Este número, el cual es distinto para cada estación, se denomina serial. Para asignar el serial a cada estación se procedió a la creación de una carta clave, lo cual consistió en colocar entre cada paralelo y cada meridiano, un número indicativo, comenzando por cero y terminando por nueve. El orden fué en el sentido de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo, en orden creciente.

Para la numeración de las cuadrículas se procedió a colocar las dos cifras resultantes de la intersección, siendo el primer dígito el número entre dos paralelos y el segundo dígito, el número entre dos meridianos. Con respecto a la tercera y cuarta cifra del serial, éstas corresponden al número de estación y para la obtención de este número, la distribución se hizo en lo posible, de manera que la numeración comenzaba en la esquina noroeste de la cuadrícula, para terminar en la esquina sureste, es decir, que los seriales progresaban hacia la derecha y hacia abajo.

Los principales inconvenientes que tuvo este método fueron los siguientes:

Venezuela se extiende aproximadamente desde los 60° hasta los 73° de longitud al oeste de Greenwich y desde los 01° hasta los 12° de latitud norte, esto trajo como consecuencia, que el Territorio Nacional, estuvie -



se dividido en más de 99 cuadrículas. Este problema se solucionó trasladando el serial de las cuadrículas que no tuvieran estaciones, a aquéllas que si tuvieran y que por las causas citadas anteriormente, no hubieran podido ser identificadas mediante el procedimiento anterior. Se presentó también el caso de que existían cuadrículas con más de 99 estaciones, en ese caso el serial debía de tener cinco dígitos y este problema se resolvió dividiendo las cuadrículas en dos partes y dando al rectángulo resultante de esa división los dos primeros números de una cuadrícula, donde no existieran estaciones. En este último caso para completar el número serial se procedió de igual manera a la explicada al comienzo del método.

Actualmente la División de Hidrometeorología del Ministerio de Obras Públicas, ha puesto en servicio un nuevo sistema sin desechar totalmente el anterior, ya que este número se toma en consideración para tabulación y programación en máquinas I.B.M.

El sistema en vigencia, utilizado por la División de Hidrometeorología del Ministerio de Obras Públicas, consiste en lo siguiente:

El País está dividido en cuadrados, los cuales se forman por la intersección de paralelos y meridianos, dando la impresión de ser un panel de mosaicos. Estos mosaicos se identifican mediante cuatro dígitos, los cuales corresponden, los dos primeros al paralelo inferior y los dos restantes al meridiano de menor valor absoluto que limita el mosaico. Por consiguiente, las dimensiones de cada mosaico, serán de 01° de lado.

A cada número identificador de mosaico, se le denomina serie y a su vez cada mosaico se divide en cuadrados más pequeños, los cuales tendrán 06" de lado. Así, cada cuadrícula resultante se numera con cuatro dígitos, y a ese número se le denomina, número. Los dos primeros indican la posición

relativa de la cuadrícula en el mosaico, empezando por el número 00 y terminando por el 99. La numeración empieza en la esquina inferior derecha y termina en la esquina superior izquierda del mosaico. Los otros dos números corresponden al número de la estación que se halla en la cuadrícula. La identificación de las estaciones, mediante esos números, se hace en el orden cronológico de instalación.

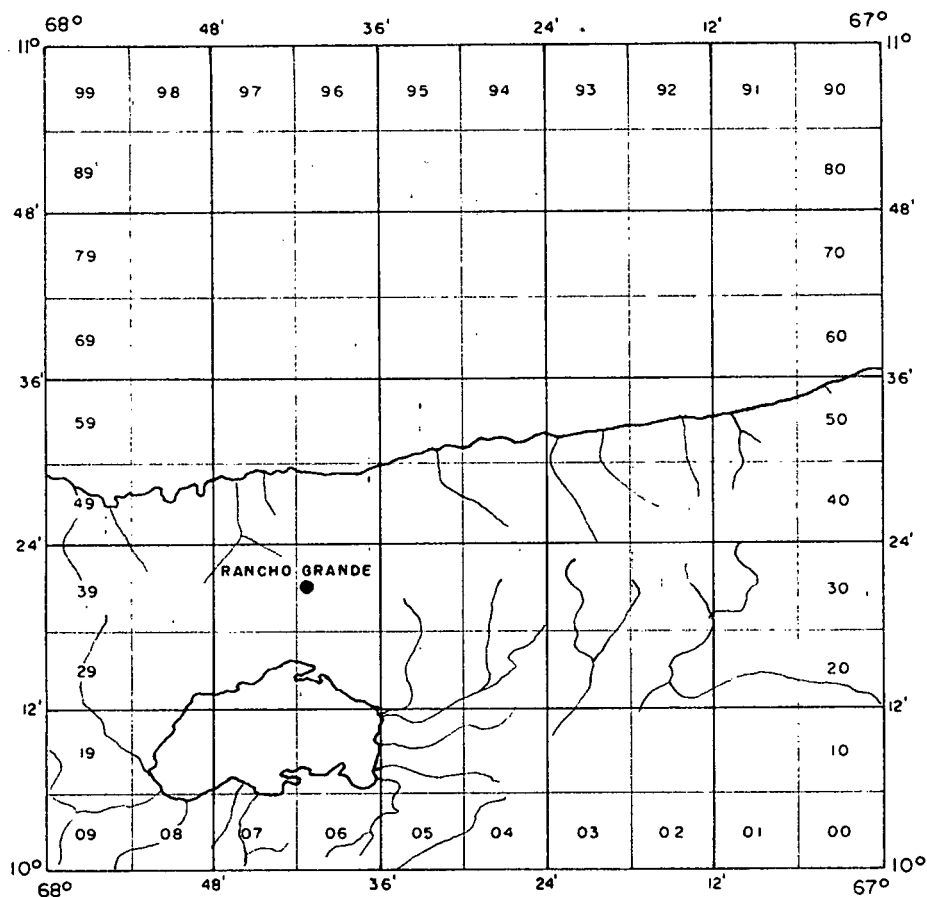
Este método presenta la ventaja que es que en cada cuadrícula, no existirá jamás un número mayor de 99 estaciones, ya que un área de 121 km<sup>2</sup>, no amerita tal número de estaciones y por lo tanto, el número siempre vendrá expresada por cuatro cifras. Además cada cuadrícula tendrá alrededor - de 11 km. por lado, y una estación colocada en el centro de cada una cumple con las consideraciones de la Organización Meteorológica Mundial.

Por supuesto, que esto es en el caso ideal de que la estación se halle colocada en el centro de cada cuadrícula, pero como bien sabemos, la ubicación de estaciones pluviométricas, no responde a caprichos artificiales, sino más bien, a necesidades climatológicas o topográficas.

Este método responde a necesidades nacionales y no es lógico aplicar lo fuera de Venezuela, ya que al llegar al meridiano 100, la serie vendría representada por cinco (5) dígitos. La división del planisferio en cuadrante, tal como se hace en Meteorología (codificación de Sinop Ship), traería nuevas complicaciones sin ningún motivo, a este método perfectamente aplicable a Venezuela.

El inconveniente que se puede suscitar en procesamientos de I.B.M. - con la identificación de estaciones por ocho (8) cifras, se elimina ya que al procesar los datos se trabaja con un número de cuatro (4) cifras, el - cual corresponde al serial de la estación y que se obtiene por el método -





● ESTACION: RANCHO GRANDE

LATITUD: 10° 21'

LONGITUD: 67° 41'

A.S.N.M.: 1.126 MTS.

IDENTIFICACION:

SERIAL: 0246

SERIE: 1067

Nº: 36 XX

NOTA: XX CORRESPONDE AL ORDEN DE INSTALACION (ORDEN CRONOLOGICO)

SISTEMA UTILIZADO POR EL M.O.P.

de la carta clave.

Un procedimiento de identificación de estaciones basado en la división climatológica del país, es difícil de realizar ya que el clima de Venezuela, por el momento, no está bien definido y en él se observan grandes variaciones.

Si para la identificación de estaciones nos basamos en la división de hoyas hidrológicas, nos encontramos que por la gran existencia de ríos del país resulta sumamente complicado el logro de los límites de las hoyas. Este problema se manifiesta fundamentalmente en la región de los Llanos.

#### LOCALIZACION DE ESTACIONES EN EL MAPA

Para la localización de las estaciones se utilizan las coordenadas geográficas.

La latitud y la longitud, vienen expresadas en grados y minutos.

La elevación, o sea la distancia vertical de un punto fijo, situado en un plano de la estación, al nivel medio del mar; se expresa con aproximaciones de 5 metros.

Una apreciación mayor sería deseable aunque no es necesaria.

La información relativa a la altitud puede ampliarse cuando sea posible, con la isóbara de la estación referida.

En la ficha de la estación debe existir un informe detallado sobre el método que se utilizó para efectuar el levantamiento topográfico, determinación de coordenadas geográficas y marcas de referencia, además del método utilizado para la determinación de la altura sobre el nivel del mar.

Generalmente en el país no se cuenta con un sistema de poligonales de enlace certeras, lo cual trae inconvenientes en la apreciación y deter

minación de curvas de nivel y apreciación de cotas topográficas. En los ca sos que se presenten estos problemas es aconsejable determinar la altura - sobre el nivel del mar, por medio de un hipsómetro de precisión.

A continuación se anexa una de las planillas que utiliza la División de Hidrometeorología del Ministerio de Obras Públicas, para el cálculo de coordenadas.

### MAPAS ISOYETICOS

Los mapas isoyéticos son utilizados para describir la precipitación en un área, proveyendo datos para computar correctamente esa precipitación.

El Hidrologista utiliza frecuentemente estos mapas en los cuales se muestra la precipitación ocurrida en períodos de tiempo. Si se efectúan de tallados estudios de tormentas, los mapas isoyéticos pueden ser elaborados para mostrar la distribución de precipitación en pequeños intervalos de - tiempo.

El mapa isoyético se asemeja al mapa topográfico en la forma y el mé todo de construirse, sin embargo, se diferencia notablemente en los datos básicos para su elaboración. Los datos para la construcción de un mapa topográfico son líneas de picos, taludes y depresiones, o sea una reproducción identificable de la topografía de la zona a estudiar.

Los datos básicos para la elaboración de un mapa isoyético, son los registros de precipitación, suministrados por aparatos registradores, situa dos al azar en determinada topografía. Por consiguiente, al elaborar un ma pa isoyético de determinada zona, no es requisito indispensable hacerlo so bre un mapa topográfico, aún cuando existe un criterio fundamental con res pecto al trazado de las curvas, en regiones montañosas y es que la preci

**CALCULO ABREVIADO DE COORDENADAS GEOGRAFICAS Y CODIFICACION DEL NOMBRE DE LA ESTACION**

Estación: RIO GRANDE EN RENGIFO. Serie: 1066 Número: 33

LATITUD: 102 18' 18'' LONGITUD: 662 23' 36'' Elevación: 60m.s.n.m. Fecha de Instalac.: Oct 1942

Carta (s) a Escala (s): \_\_\_\_\_ usada (s) para el Area de la Hoya: 719 Km2

Estación situada en la Carta Nº 250418 de Cartografía Nacional a Escala: 25.000

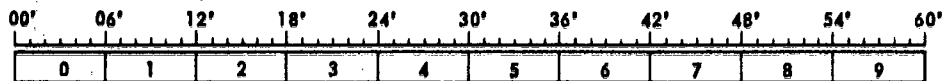
por J. A. Hernández según informe de Ficha y Cróquis de fecha Octub. 1942

punto situado a 127 mm al S del paralelo 102 20' y a 101 mm al E del meridiano 662 25'

CALCULO DE LATITUD		CALCULO DE LONGITUD													
<u>184</u> mm = <u>2,5</u> minutos	<u>184 : 2,5 :: 127 : X</u>	<u>183</u> mm = <u>2,5</u> minutos	<u>183 : 2,5 :: 101 : X</u>												
<table border="1"> <tr><td><u>102</u></td><td><u>20'</u></td></tr> <tr><td>-</td><td><u>1,72'</u></td></tr> <tr><td><u>102</u></td><td><u>18,28'</u></td></tr> </table>	<u>102</u>	<u>20'</u>	-	<u>1,72'</u>	<u>102</u>	<u>18,28'</u>	$X = \frac{127 \times 2,5}{184} = 1,72$	<table border="1"> <tr><td><u>662</u></td><td><u>25'</u></td></tr> <tr><td>-</td><td><u>1,38'</u></td></tr> <tr><td><u>662</u></td><td><u>23,62'</u></td></tr> </table>	<u>662</u>	<u>25'</u>	-	<u>1,38'</u>	<u>662</u>	<u>23,62'</u>	$X = \frac{101 \times 2,5}{183} = 1,38$
<u>102</u>	<u>20'</u>														
-	<u>1,72'</u>														
<u>102</u>	<u>18,28'</u>														
<u>662</u>	<u>25'</u>														
-	<u>1,38'</u>														
<u>662</u>	<u>23,62'</u>														
	<u>0,28 x 60 = 16,8''</u>		<u>0,62 x 60 = 37,2''</u>												
LATITUD: <u>102 18' 17''(1)</u>		LONGITUD: <u>662 23' 37''(1)</u>													

**CODIFICACION NUMERICA DEL NOMBRE DE LA ESTACION**

La parte numérica del Nombre Codificado de la Estación, está constituida por dos grupos de cuatro dígitos cada uno. Ejemplo: ABCD XYON.  
 El primer grupo (ABCD) representa la Serie a la cual pertenece la Estación y el Mosaico en el cual está ubicada. Este grupo se forma con las coordenadas geográficas de la Estación, según: AB = Grados de Latitud. BC = Grados de Longitud.  
 El segundo grupo (XYON) representa el Número (distintivo numérico individual) de la Estación que la distingue de las otras de su misma Serie.  
 Los dos primeros dígitos (XY) identifican la Cuadrícula del Mosaico en la cual está ubicada la Estación y se obtiene así:  
 X = Sexta parte entera de los minutos y segundos de la Latitud. Y = Sexta parte entera de los minutos y segundos de la Longitud. Esto se efectúa también mediante el uso del ábaco que sigue. Otros procedimientos aparecen detalladamente expuestos en el Manual de Códigos y Claves de la División.

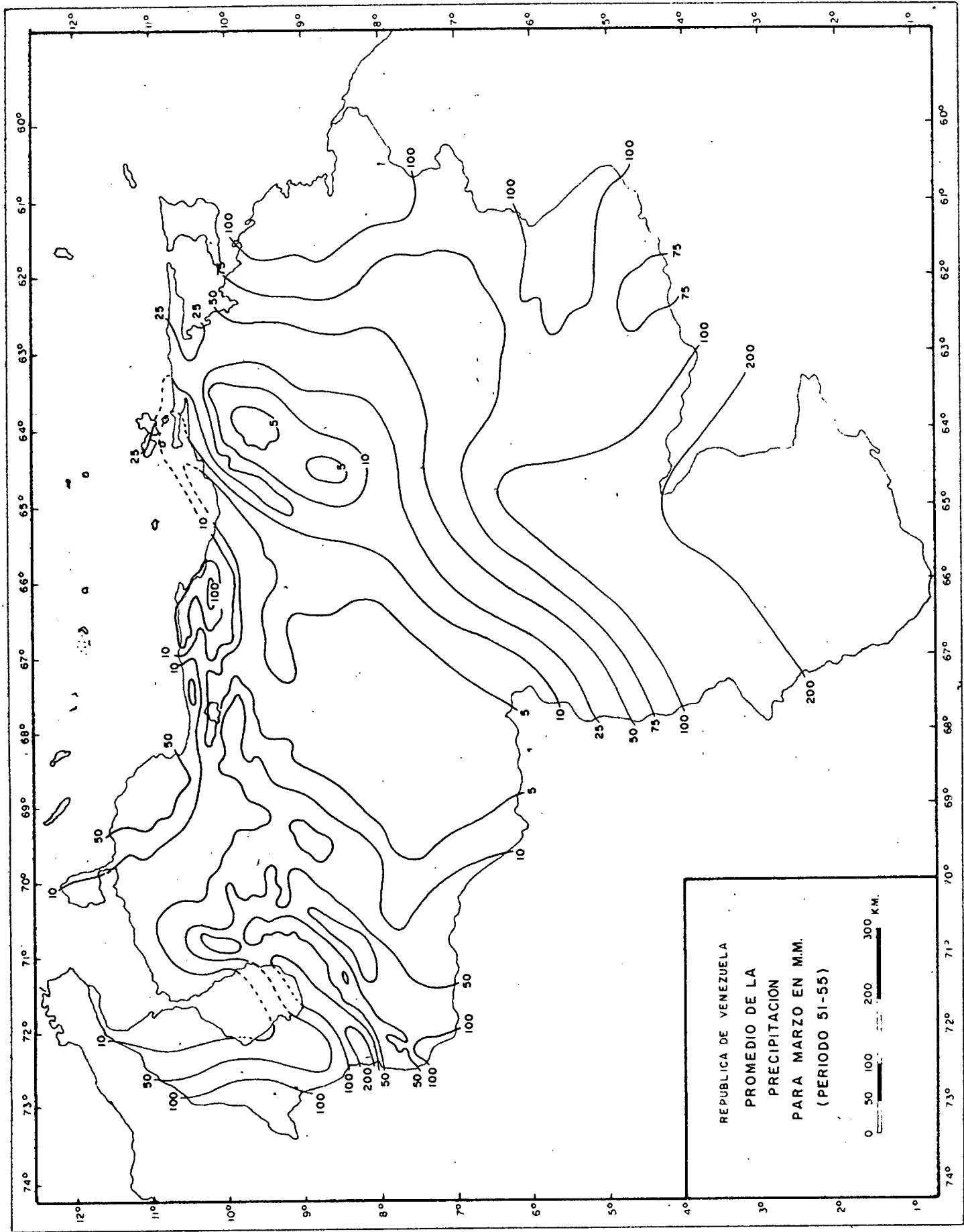


Los dos últimos dígitos (ON) representan el lugar que corresponde a la Estación al ser ordenadas cronológicamente las de una misma Cuadrícula, empleándose para ello la serie 00 hasta 99 inclusivas, correspondiendo el número 00 a la primera Estación instalada y los demás en forma sucesiva, a las que lo fueron subsiguientemente en la Cuadrícula. Para ese efecto, debe tenerse en cuenta la clasificación de las Estaciones en Hidrológicas y Climatológicas y no permitir que incida en la Codificación Numérica de las Estaciones de una clase, consideración alguna proveniente de las Estaciones de la otra, pues ambas deben ser consideradas y codificadas independientemente.

**OBSERVACIONES:** (1) La latitud registrada en la Ficha es 102 18' 18''. La calculada difiere en 1'' que como puede observarse en la Carta 250418, esta diferencia de aprox. 30 m es equivalente al ancho del río en ese sitio, el cual corre de Oeste a Este. Por ello se adopta la de la Ficha. (2) También se adopta la longitud indicada en la Ficha no obstante su diferencia de 1'' con la calculada. La Elevación es aprox. y se obtuvo de la Carta 250418. La Estación se situó mediante croquis, ficha y las referencias de acceso anotadas.

**C O N T R O L D E R U T I N A**

Conceptos:	COORDENADAS		PLANIMETRIA DE LA HOYA		CODIFICACION		APROBADO
	CALCULO	REVISION	EFECTUADA	CONFRONTADA	EFECTUADA	REVISADA	(Jefe de Sección)
FIRMA:							
FECHA:							



REPUBLICA DE VENEZUELA  
PROMEDIO DE LA  
PRECIPITACION  
PARA MARZO EN M.M.  
(PERIODO 51-55)

0 50 100 200 300 K.M.

tación aumenta con la altura, es decir, las curvas se irán cerrando a medida que se acercan a la cima.

Una vez efectuado el trazado de isoyetas, se determina el área contenida entre dos isoyetas. La lluvia media caída en esa área será la semi-suma de las dos isoyetas. El área obtenida anteriormente se multiplica por la lluvia media. Este procedimiento se efectúa para toda la hoya. Los productos así encontrados, se suman y el valor resultante se divide entre el área total de la hoya, obteniéndose la lluvia media caída sobre la hoya.

En este trabajo incluimos un ejemplo de mapa isoyético.

#### ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LA DISTRIBUCION DE LLUVIAS

En la instalación de una red pluviométrica debemos de tomar en cuenta que la distribución de la lluvia es muy diferente, aún en territorios muy poco alejados. Debe de tomarse esto en consideración, ya que puede darse el caso de que en estaciones que solo distan 5 kms. o menos, ocurren diferencias hasta del 20% en la cantidad de agua recogida en un mismo día.

Igualmente la distribución de las precipitaciones en el tiempo es muy variable, especialmente en regiones tropicales, dándose el caso de que hay lugares en que caen en un solo día cantidades de lluvia que en otras estaciones no se recogen en todo un año.

Como algunas de las causas que aumentan la distribución de las lluvias, podemos citar: la proximidad al mar, que aumenta como es natural, la humedad del aire. En regiones tropicales es factor esencial en la formación de lluvias, la frecuencia del paso de ciclones. Quizás el factor más importante, son los movimientos ascensionales del aire, tales como los que se ve forzado a realizar, para cruzar las cordilleras. Estos movimientos son

factores fundamentales, en la formación de lluvias de relieve u orográficas.

Efecto del relieve en la producción de lluvias:

El aire que viene cargado con cierto porcentaje de humedad al ascender por la ladera (viento anabático) se enfría, con lo cual condensa el vapor de agua que contenía, originándose precipitación.

Las máximas de lluvia tienen origen en las laderas de las montañas, lo cual hemos hecho notar anteriormente, pero hay que hacer constar que la cantidad de precipitación ocurrida sobre la ladera que recibe el viento, no siempre va aumentando con la altura, sino que más bien suele ofrecer un máximo antes de llegar a la cumbre; lo cual se explica fácilmente, ya que el aire al irse elevando sobre la ladera va perdiendo vapor de agua, y llega a la cumbre más seco que cuando comenzó el ascenso. Si la montaña no tiene mucha altura el aire al pasar sobre la cumbre y descender por sotavento, llevará un porcentaje de humedad, lo cual permitirá que exista precipitación en barlovento, sobre la cumbre y en sotavento.

Se puede establecer un "coeficiente de altitud" que permita calcular la cantidad de agua caída en un lugar, conociendo la que al mismo tiempo se recoge en otro lugar vecino, pero a altura diferente. Este coeficiente varía con la altitud y con la orientación, es decir, para altitudes muy grandes se hace negativo.

La inclinación de la ladera por donde se remonta el viento, influye en que los máximos sean mayores o menores. Se ha comprobado que para laderas de 45° de pendiente corresponde una precipitación doble que en la llanura. El máximo de lluvia se presentará solo en la ladera por donde se remonta el viento (ladera de barlovento), encontrándose en esa ladera, una zo

na húmeda y boscosa, mientras que por la ladera de sotavento (viento catabático), es posible que no exista precipitación, ya que el aire es casi seco y cálido, existiendo generalmente una zona relativamente árida.

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

- 1.- Apuntes de Meteorología e Hidrología y Climatología. Departamento de Meteorología e Hidrología, Fac. de Ingeniería, U.C.V.
- 2.- Elementos de Meteorología. Eduardo Fontseré
- 3.- Guide to Climatological Practices. World Meteorological Organization Nº 100 - T.P. 44.
- 4.- Elements of Applied Hidrology. Don Johnstone and William P. Cross.
- 5.- Meteorología. José M. Lorente
- 6.- Hidrology. Oscar E. Meinzer
- 7.- Hidráulica Aplicada. Homero Xavier Pedroza De Andrade
- 8.- Abastecimientos de Agua y Alcantarillas. Gustavo Rivas Mijares
- 9.- Hidráulica. Samuel Trueba Coronel
- 10.- Atlas Climatológico Provisional. (período 1.951-1.955) Ministerio de la Defensa  
Publicación C.D.U.  
551.582.3.

## I N D I C E

Introducción.....	Página Nº 1
Redes pluviométricas.....	" " 3
Distribución aconsejada por la O.M.M. ....	" " 4
Distribución de estaciones pluviométricas.....	" " 6
Estaciones hidrológicas.....	" " 7
Tiempos mínimos de registro.....	" " 9
Directorio de estaciones.....	" " 9
Nombre y número de identificación de las estaciones.....	" " 11
Procedimientos usados en Venezuela, para la numeración de estaciones.....	" " 11
Carta clave de Venezuela.....	Anexo " I
Indicativo de estaciones.....	" " II
Carta serial.....	" " III
Localización de estaciones en el mapa.....	Página " 15
Mapas Isoyéticos.....	" " 16
Planilla para cálculo de coordenadas.....	" " 17
Mapa Isoyético.....	Anexo " IV
Algunas consideraciones sobre la distribución de lluvias	Página " 18
Efecto del relieve en la producción de lluvias.....	" " 19
Bibliografía utilizada.....	" " 21