

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

- SENAMHI -

DIRECCION DE ESTUDIOS AGROMETEOROLOGICOS



DETERMINACION DE INDICES AGROCLIMATICOS
PARA EL CULTIVO DEL LUPINO

Por : Ing°. Raúl Cáceres Mariscal
Ing°. Segundo Ortega Navarro
Bach. Luis Mannarelli Carbajal

AÑO 1978

LIMA - PERU



Entre los rasgos distintos que diferencian mas sustancialmente a la empresa agrícola, de otras empresas, podemos precisar que ninguno lo caracteriza mejor que su condición de ser tan azarosa.

En efecto ninguna otra actividad económica, está tan condicionada y determinada, por los factores meteorológicos y por la marcha del tiempo, cuyas irregularidades en su intensidad y duración le confieren al mas útil e indispensable meteoro, la posibilidad de convertirse en el mas adverso y destructor.

La sequía por ejemplo, con su ocurrencia imprevisible desde el comienzo hasta su término y por su intensificación diaria casi imperceptible, resulta la anomalía que mas perjuicios ocasiona al agricultor.

En el caso de las heladas, el registro de las fechas de ocurrencia durante el año y de sus características agroclimáticas permite preveer la posibilidad de su ocurrencia con probabilidad matemática.

Todo esto nos lleva al hecho concreto, de que con el estudio de estos factores adversos, si bien no pueden ser evitados, el agricultor puede atenuar los daños y hasta anularlos con la aplicación de múltiples normas agrotécnicas y el uso de prácticas culturales racionales.

INTRODUCCION:

Debido a las características ecológicas en donde se desarrolló la avanzada cultura Inca, ésta dependía especialmente de una agricultura eficiente, basándose la alimentación del poblador andino principalmente en cuatro cultivos: papa, maíz, quinua (*Chenopodium quinoa*) y Lupino (*Lupinus mutabilis*).

Con la mezcla de las dos últimas semillas, recibía un alimento cuantitativo y cualitativamente rico en proteína que suplía perfectamente la deficiencia de proteínas de origen animal.

Con la conquista del Perú por las culturas europeas, este sistema alimenticio balanceado fué modificado, orientándolo de acuerdo a las costumbres de los nuevos gobernantes, y, con la inclusión del animal en la cadena alimenticia planta-hombre, disminuyó considerablemente la eficiencia de la producción proteica.

Este hecho, ha ido agravándose, siendo un hecho concreto que actualmente la producción de proteínas animales no cubre la demanda cada vez mayor de su creciente población, por lo que se debe considerar seriamente, a fin de solucionar los problemas de nutrición en el país, regresar a la antigua tradición alimenticia vegetal y propiciar el cultivo de plantas ya tradicionales tal como el Lupino.

EL LUPINO

Variedades y procedencia.-

El Lupino, conocido también con los nombres de tarwi, chocho, tauri, o ullus en las diferentes regiones andinas del Perú, ya jugaba un rol importante en los comienzos de las culturas precolombinas, como planta de cultivo para el abastecimiento proteico de sus poblaciones.

De las diversas variedades de Lupino existentes, el *Lupinus mutabilis* fué domesticado en los Andes partiendo de

elementos nativos, presentando actualmente una serie de distintos ecotipos.

El *Lupinus albus*, cuyo centro de origen es la cuenca del Mediterráneo; en base a sucesivas selecciones realizadas presenta la ventaja sobre el *mutabilis* de tener bajo contenido de alcaloides por lo que es importante realizar y procurar adaptar esta variedad a las condiciones climáticas de nuestra región.

Fotoperiodismo

En el centro de origen del *L. mutabilis* que corresponde a una región de baja latitud, rigen días cortos, al revés de la región de origen del *L. albus* que por ser de altas latitudes rigen días largos.

Sin embargo, en base a los estudios realizados hasta la fecha parece que la influencia fotoperiódica del día corto tiene importancia secundaria en el desarrollo del *L. albus*.

Heladas

El *L. mutabilis* es sensible, en el primer subperíodo, a las heladas, trocándose en una planta sumamente resistente durante su estado de maduréz, pudiendo resistir temperaturas inferiores a -5°C .

El *L. albus* se comporta en forma contraria, ya que demuestra buena resistencia a las heladas durante su estado juvenil, no así en las fases siguientes al período de crecimiento, en que temperaturas de -4°C . afectan seriamente la floración y las vainas verdes.

Esta mayor o menor resistencia de la planta a las temperaturas bajas en algún determinado sub-período, es la que determina la fecha mas apropiada para la siembra y maduréz, si en la región considerada se presentan heladas tardías o tempranas.

Período Vegetativo

En el caso del *L. mutabilis*, la extraordinaria variabilidad en el germoplasma, hace que se presenten variedades precoces con un ciclo de 5 meses, otras con 6 - 7 meses, y otras tardías con mas de 10 meses tal como algunas procedentes del área del Lago Titicaca.

En los ensayos que se han realizado en el país con *L. albus*, se ha visto que presentan ciclos que van de 5 1/2 a 7 meses de acuerdo a las diferentes zonas experimentadas.

Determinación de Indices Agroclimáticos

Exigencias climáticas del cultivo

Si bien la radiación, la luz, la temperatura del aire y la disponibilidad de agua constituyen las principales exigencias de la planta para su crecimiento y desarrollo, en el presente estudio, se han considerado para este cultivo anual, la distribución temporal y probabilidades de heladas, la evapotranspiración potencial que integra el factor térmico en el cálculo de la misma y el balance hídrico que considera la precipitación para la determinación de las deficiencias o excesos de agua.

Heladas

El fenómeno de helada como contingencia agrícola ocurre cuando la temperatura del aire desciende a temperaturas tan bajas que producen daños o la muerte de las plantas por efecto del frío.

Esta definición aparentemente tan satisfactoria, resulta mas compleja si se tiene en cuenta que en ella interviene un aspecto biológico muy variable, independientemente de las condiciones atmosféricas, como es la presencia de especies y variedades con diferente sensibilidad a las bajas temperaturas y mas aún si dentro de la misma especie o variedad el daño ocasionado puede resultar distinto debido a la influencia de otros elementos del tiempo

que acompañan a las bajas temperaturas o a la fase o etapa de desarrollo en que se encuentra el cultivo.

En el presente estudio, se considera como helada toda ocurrencia de temperatura igual o inferior a 0°C. en el abrigo a 1.60 mts. de altura sobre el suelo, independientemente de su duración e intensidad.

Debemos también considerar que las relaciones entre la temperatura mínima en el abrigo y la registrada a 0.10 o 0.05 mts. sobre el suelo, y que pueden alcanzar diferencias de 2, 3° o más grados son locales, y carecen de un valor de generalización geográfica por cuanto por su dependencia altamente microclimática pueden variar a pocos metros de distancia.

En el presente estudio y para las estaciones consideradas se ha determinado la fecha media de las primeras y últimas heladas, así como el período libre de ellas y los diferentes niveles de probabilidades, los mismos que se pueden ver en el cuadro N°. 1 y los 15 gráficos de probabilidades integrales.

Para una mayor claridad, daremos una breve explicación de los términos empleados.

Primeras heladas.- Son las heladas que ocurren en otoño o principios de invierno y que pueden afectar a la planta en las fases finales de su ciclo biológico.

Últimas heladas.- Ocurren al final del invierno o en primavera y pueden afectar al cultivo durante la etapa inicial de su crecimiento.

Período libre de heladas.- Es el tiempo medio entre la ocurrencia de las últimas y primeras heladas.

Probabilidad integral de:

Primeras heladas.- Probabilidad de ocurrencia antes de una fecha cualquiera.

x
Ultimas heladas.- Probabilidad de ocurrencia después de una fecha dada.

Temperaturas mínimas absolutas.- Probabilidad de ocurrencia de diferentes niveles de temperatura mínima absoluta, en el año.

Del análisis de la información registrada se puede agrupar las localidades estudiadas en:

Estaciones sin registro de heladas.- En este grupo, las temperaturas mínimas absolutas registradas son:

Chachapoyas 8.4°C (1964-74), Conchucos 1.0°C (1966-76), Santiago de Chuco 2.0°C (1968-74) y Huancabamba 3.8°C. - (1951-77).

Es interesante informar que estas temperaturas mínimas absolutas, se presentan en los meses de Junio y Julio (invierno) por lo que si bien es posible que por diferencia de gradiente vertical, se podrían registrar temperaturas de congelación a nivel del cultivo, estas no serán peligrosas por coincidir con el período no agrícola.

Estaciones con registro de heladas.- Se ha dividido en dos grupos de acuerdo a las características o condiciones en que se presentan:

Con heladas no peligrosas al Lupino.- Las temperaturas mínimas absolutas registradas y una vez en todo el período de observaciones son en Tayabamba mes de Agosto 0.0°C (1964-76) y Otuzco mes de Julio 0.0°C (1964-76). En el caso de Huaráz si bien se han presentado temperaturas críticas inferiores a 0.0°C en dos años de toda la serie estudiada (1964-77) con una ocurrencia del 14%, estas han ocurrido en plena estación invernal Junio y Julio por lo que se integran en este grupo, en el que se puede opinar que las heladas no afectarán al ciclo biológico del Lupino.

Con heladas peligrosas.- A este grupo pertenecen las estaciones de Cajamarca, Celendín, Chota, Huamachuco, We-

x

berbauer y Corongo. El período libre de heladas oscila entre 283 días para A. Weberbauer y 324 días en Chota y siendo éste el indicador de la aptitud agroclimática de mayor importancia, se puede afirmar que en las mencionadas zonas a pesar de ocurrir heladas en ciertas épocas - del año, el hecho que se tenga un período libre de heladas muy amplio, permiten que la especie pueda desarrollarse en forma adecuada. Cabe anotar que la norma general propuesta (Hande y Moesse, Paterson Selianinov) según la cual no es posible implantar una agricultura de desarrollo en lugares con menos de 150 a 160 días libres de heladas, se puede aplicar para los fines del presente estudio, considerando que podría ampliarse a 200 días como mínimo, debido a la variabilidad de las primeras y últimas heladas, y tener de esta manera un mayor grado de confianza.

El resultado del análisis efectuado arroja un balance positivo para la implantación del cultivo del Lupino en razón de los amplios períodos libres de heladas. Se observa además que los valores de temperaturas mínimas absolutas no alcanzan los umbrales que limitan al cultivo, es decir, los -4°C . Esto se puede observar en los respectivos gráficos de probabilidades integrales de temperaturas mínimas absolutas, como por ejemplo, para el caso de Cajamarca (Gráfico N°. 3) existe aproximadamente el 3% de probabilidades que ocurra una temperatura mínima absoluta igual o menor a -4°C ., lo que significa que en 100 años se alcanzará por lo menos en 3 años un nivel de -4°C . si se tiene en cuenta el criterio adoptado, en el sentido que se justifica plenamente la implantación de un cultivo económicamente rentable (término medio) cuando existe el 20% de probabilidades de heladas, es decir 1 vez - cada 5 años, no existirá limitaciones en ninguna de las zonas de estudio.

CONCLUSIONES:

Efectuado el análisis puntual, se ha establecido tres tipos de estaciones a saber:

- x
- a) Se puede efectuar el cultivo del Lupino sin ningún - riesgo de heladas en: Chachapoyas, Conchucos, Santiago de Chuco y Huancabamba.
 - b) Se puede efectuar el cultivo en la estación lluviosa sin mayor riesgo, ya que las temperaturas de congelación se presentan en el período invernal y con una ocurrencia muy baja: Tayabamba, Otuzco, Huaráz y Corongo.
 - c) Se puede efectuar el cultivo, ya que si bien existe - un riesgo, el período efectivo libre de heladas, concuerda con la estación lluviosa, y da un margen de seguridad económicamente rentable, debiéndose tener cuidado escoger variedades cuyo período vegetativo esté en concordancia con este margen de tiempo: Cajamarca, Celendín, Chota y Huamachuco. x

Evapotranspiración Potencial y Balance Hídrico

Las disponibilidades térmicas e hídricas son, entre otras, causas determinantes de la distribución de los cultivos en una región. En el presente estudio, el factor térmico es utilizado como variable en el cálculo de la evapotranspiración potencial (Demanda máxima de agua), este elemento es comparado con la precipitación (disponibilidad de agua) a lo largo del año. Se tiene entonces el balance hídrico que permite apreciar en que magnitud puede o no satisfacerse la necesidad de agua de los cultivos.

Esta evaluación debe ser considerada como preliminar debido a que los valores que han intervenido en los cálculos son mensuales. Una mejor aproximación podría hacerse en base a períodos mas cortos (pentadas, décadas, etc.) y a las medidas de posición añadirse las de dispersión.

Sin embargo, los resultados obtenidos en el presente estudio, deben ser considerados como un importante elemento de juicio en la planificación del cultivo.

Material básico

La información climática básica: temperatura media mensual (°C) y precipitación total mensual (mm.) provienen de doce (12) estaciones meteorológicas seleccionadas de la red del SENAMHI en el área de interés. Los valores correspondientes figuran en los cuadros N°s. 03 y 04.

Método

Para el cálculo de la evapotranspiración potencial y el balance hídrico, se ha seguido el modelo propuesto por Thornthwaite. No se incluye un tratamiento detallado del método, por considerarlo innecesario para los fines prácticos.

Resultados

Los resultados se materializan en dos (2) planillas de -

información básica, doce (12) planillas de balance hídrico con sus respectivos gráficos y un cuadro resumen de -- los principales índices hídricos de las doce (12) estaciones.

Complementariamente, se expone un gráfico de isopletas -- del índice hídrico en relación de los ejes ortogonales: altitud y latitud.

Para mayor claridad de la exposición siguiente, es necesario realizar una definición de los índices a utilizar:

1. ET : Evapotranspiración potencial: Máxima demanda de agua (Evaporación del suelo + transpiración vegetal) en un período de tiempo.

Déficit de agua. - Es la diferencia entre la evapotranspiración y la precipitación cuando la primera es mayor que la segunda.

Exceso de agua. - Cuando la precipitación es superior a -- la evapotranspiración.

Reserva o almacenamiento de agua. - Sabemos que la capacidad que el suelo tiene de almacenar agua, varía mucho según su estructura, porosidad, profundidad, inclinación, -- etc. En el presente caso se ha decidido suponer que existe una capacidad de 100 mm. que corresponde a un valor medio y así mismo se considera que no se produce escurrimiento lateral. Muestra la cantidad de agua almacenada en la sección del suelo aprovechada por las raíces al final de -- cada mes.

Variación de reserva. - Representa la evolución acumulativa del almacenamiento de agua desde un mínimo de 0.0 mm. que significa que no hay agua disponible para la planta, hasta un máximo de 100 mm.

Desagüe. - Indica la cantidad de lluvia filtrada mas allá de la capa de suelo en donde el agua es absorbida por las



raíces de las plantas después de producida la evapotranspiración y la posible restauración de la capacidad de almacenamiento hasta su valor total de 100 mm.

No está demás informar que 1 mm. ya sea de precipitación o evapotranspiración equivale a 10 m³. de agua por hectárea.

2. IH : Índice Hídrico : Valor que vincula las magnitudes de la precipitación y la evapotranspiración. Valores negativos corresponden a climas secos y valores positivos a climas húmedos, intensificándose tales caracteres con el valor absoluto del índice. El riego está vinculado al comportamiento de este índice.

Id, Is : Índices de aridez y de exceso respectivamente: Aprecian la variación estacional de la eficacia hídrica, esto es, aprecian si un clima seco tiene o no una estación húmeda y analogamente, si un tipo húmedo tiene o no un período seco.

El exámen de las planillas y gráficos, permite agrupar a las estaciones, en las siguientes jerarquías climáticas:

a. Climas húmedos, sin deficiencias de agua en el año: Corresponden a las estaciones de: Chota y Chachapoyas - con índices hídricos entre 0 y 40 y deficiencia de agua (Id = 0) nula. En el área de influencia de estas estaciones, sería posible el cultivo sin necesidad de riego, estableciéndose la fecha de siembra óptima, con arreglo a la presencia de factores adversos durante el ciclo vegetativo (aparición de plagas y/o enfermedades, heladas otoñales, etc.)

b. Climas húmedos, con deficiencias de agua: Corresponde a las estaciones de:

Huamachuco, Celendín, Conchucos y Huaráz con índices hídricos entre 0 y 60 e índices de aridez entre 0 y 16.7 que indican pequeñas deficiencias estacionales de

agua, las mismas que se localizan en el invierno, encontrándose el resto del año, satisfactoriamente abastecido de agua. La siembra podría efectuarse hacia fines del invierno e inicios de la primavera. En estas condiciones se estima que no sería necesario riegos adicionales.

- c. Climas secos, con exceso de agua pequeño o nulo. A este grupo corresponden las estaciones de: Huancabamba, A. Weberbauer, Otuzco, Santiago de Chuco, Corongo y Tayabamba, con índices hídricos entre 0 y -40, e índices de humedad entre 0 y 10 que indican excesos de agua pequeños o nulos estacionales.

En el caso concreto de la estación de Huancabamba, se debe pensar en la conducción del cultivo bajo riego durante todo su ciclo vegetativo. En las estaciones Weberbauer y Tayabamba sería posible el cultivo en secano o con pequeños riegos a la siembra.

A juzgar por los climogramas, en las estaciones de Otuzco, Santiago de Chuco y Corongo, sería necesario el riego primaveral.

CONCLUSIONES:

Efectuado el análisis puntual, se ha establecido cinco tipos de estaciones, a saber:

- a. Sin requerimientos de riego: Chachapoyas y Chota
- b. Riegos recomendables a la siembra: Celendín, Huaráz, Conchucos, Huamachuco, Tayabamba y Weberbauer.
- c. Riegos necesarios durante la primavera: Otuzco, Corongo y Santiago de Chuco.
- d. Riego necesario durante todo el ciclo vegetativo: Huancabamba.

RECOMENDACIONES

Siendo que el estudio está referido al análisis de puntos relativamente aislados de una zona muy amplia sería conveniente:

- 1°. Realizar un análisis de la distribución espacial de - los elementos que componen el balance hídrico.
- 2°. El estudio refleja condiciones medias del balance hídrico en cada lugar, esto es valores de posición, a - los que sería conveniente añadir valores de dispersión, lo que traería como consecuencia por ejemplo el conocimiento de distintos niveles de probabilidades de se quía.
- 3°. Siendo que las conclusiones a que se han llegado sobre la probabilidad y distribución espacial de heladas son válidas para un área muy restringida, sería - conveniente ampliar el área de acción en base a un estudio topoclimático de las zonas de mayor interés po- tencial.
- 4°. Considerar la necesidad de disponer de variedades con ciclo vegetativo que se integre en el período considerado para cada punto en función del período sin peli- gro de heladas.

RCM/LMC/SON/mbr.

- BIBLIOGRAFIA -

Rainer Gross - y otros
autores. Abril 1978

Boletín N° 3 - Proyecto Lupino
Instituto de Nutrición - Lima

M. Frére, J. Q Rijks
J. Rea - 1975

Informe Técnico - Estudio Agro
climático en la Zona Andina -
FAO - Roma.

A. G. Galmarini, José
Raffo del Campo - 1964

Rasgos fundamentales que carac
terizan el clima de la Región
Chequeña - N° 9 - Consejo Na
cional de Desarrollo - Buenos
Aires.

J. J. Burgos
1963

El Clima de las Regiones Ari
das en la República Argentina
Revista de Investigaciones A
grícolas T XVII-N°. 4 Buenos
Aires.

Vicente A. Sanchiz
1968

Las Heladas en la zona naranje
ra de Levante - Servicio Meeo
rológico Nacional - Serie A
(Memorias) N°. 46 Madrid

J. J. Burgos
1969

Clima de la Provincia de Bue
nos Aires en relación con la -
Vegetación Natural y el Suelo
Separata del libro "Flora de -
la Prov. de Buenos Aires Tomo
I - pág. 33-99 Buenos Aires.

J. J. Burgos
1963

Las Heladas en la Argentina -
Colección del I.N.T.A. Buenos
Aires

V.I. Vitkevich

Agricultural Meteorology - Is
rael Programa for scientific
translations - Jerusalem

J. Y. Wang

Agricultural Meteorology - Mi
lien Information Service - San
José - California

CUADRO N°. 1

ESTACIONES METEOROLOGICAS

ESTACION	CAT.	N°.	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD	PERIODO DE OBSERVACIONES	
						BALANCE HIDRICO	HELADA
Huancabamba	CP	239	05°14'	79°28'	1,952	1951-1977	1951-1978
Santiago de Chuco	CO	436	08°08'	78°10'	3,129	1967-1976	1968-1974
Tayabamba	CO	412	08°17'	77°17'	3,250	1965-1976	1964-1976
Huaráz	CP	400	09°31'	77°32'	3,038	1965-1977	1964-1977
Conchucos	CO	437	08°16'	77°51'	3,180	1964-1976	1966-1976
Celendín	CO	371	06°52'	78°09'	2,620	1964-1975	1964-1977
Huamachuco	CO	374	07°49'	78°03'	3,220	1964-1976	1964-1977
Chachapoyas	CO	375	06°13'	77°51'	2,264	1964-1974	1964-1974
Otuzco	CO	361	07°54'	78°34'	2,620	1964-1976	1964-1976
Chota	CP	303	06°33'	78°39'	2,410	1968-1976	1968-1977
A. Weberbauer	MAP	304	07°10'	78°31'	2,536	1965-1977	1965-1977
Corongo	CO	438	08°34'	77°54'	3,200	1964-1976	1964-1976
Cajamarca			07°09'	78°29'	2,640	1933-1961	1933-1961



CUADRO N° 2

REGIMEN DE LAS HELADAS

NOMBRE	REFERENCIAS GEOGRAFICAS			PERIODO CON OBSERVA CIONES	AÑOS CON HEL. %	HELADAS PRIMAVERALES		HELADAS OTOÑALES		PERIODO LIBRE DE HELADAS (EN DIAS)
	LAT.	LONG.	ALT.			FECHA ME- DIA ULTIMA HELADA	DESVIA. TIPICA EN DIAS	FECHA ME- DIA PRIM. HELADA	DESVIA. TIPICA EN DIAS	
Cajamarca	07°09'	78°29'	2,640	1933-61	32	SET. 30	+ 77.9	JUL. 14	+ 78.9	287
Celendín	06°52'	78°09'	2,620	1964-77	93	SET. 1	+ 63.4	JUL. 2	+ 29.0	304
Chota	06°33'	78°39'	2,410	1968-77	44	OCT. 16	+ 62.1	SET. 5	+ 51.7	324
Huamachuco	07°49'	78°03'	3,220	1964-77	82	OCT. 9	+ 60.2	JUL. 10	+ 95.2	274
A. Weberbauer	07°10'	78°31'	2,536	1965-77	77	OCT. 25	+ 62.6	AGO. 4	+ 84.8	283

CUADRO N°. 3

RESUMEN PROMEDIO MENSUALES Y ANUALES DE PRECIPITACION

ESTACION	E.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	AÑO
Huancabamba	45.9	60.8	85.3	46.4	25.3	14.5	9.4	7.2	11.0	32.5	36.1	37.0	411.4
Chota	75.5	101.5	102.7	116.8	67.3	32.4	23.7	32.9	88.6	120.9	97.5	54.6	914.4
A. Weberbauer	76.5	88.3	109.5	58.5	26.0	11.9	7.5	12.0	33.4	72.0	60.4	60.7	616.7
Chachapoyas	79.8	78.7	119.5	103.3	47.7	28.7	34.5	28.4	52.6	98.6	82.9	77.4	832.1
Otuzco	64.3	80.3	93.1	64.4	15.7	5.1	4.2	13.7	21.2	57.4	21.2	35.4	476.0
Celendín	80.8	100.7	136.1	112.7	30.6	21.6	9.1	19.0	49.3	106.4	124.4	99.8	890.5
Huaráz	126.3	111.6	156.4	96.1	25.5	2.7	2.9	13.8	37.7	101.3	74.5	98.7	847.5
Santiago de Chuco	83.6	85.5	133.5	54.1	23.3	5.5	6.7	5.9	15.5	48.7	40.4	59.8	562.5
Conchucos	76.9	97.0	138.9	91.6	20.3	11.4	10.5	9.9	42.5	65.0	65.7	79.6	709.3
Corongo	60.3	70.0	98.4	23.7	9.0	2.7	4.6	7.0	15.9	33.9	31.1	38.9	395.5
Huamachuco	114.0	144.3	177.0	97.6	37.8	19.0	13.8	19.5	36.7	102.3	84.5	89.7	936.2
Tayabamba	69.7	86.7	89.2	53.1	12.6	12.0	7.4	5.8	17.1	64.0	70.4	88.8	576.8

CUADRO N°. 4

RESUMEN PROMEDIO MENSUALES Y ANUALES DE TEMPERATURA MEDIA

ESTACION	E.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.
Huancabamba	18.7	18.6	18.5	18.6	18.6	18.3	18.4	18.7	18.9	18.9	19.4	19.1
Chota	15.6	15.7	15.8	15.8	15.7	15.2	14.8	15.2	15.8	15.8	15.8	15.8
A. Weberbauer	14.3	14.0	14.0	13.9	13.4	12.8	12.7	13.2	13.8	14.3	14.2	14.5
Chachapoyas	15.0	15.2	14.8	15.1	14.9	14.7	14.1	14.3	14.6	15.2	15.6	15.4
Otuzco	13.2	13.4	13.4	13.1	12.9	12.9	13.2	13.1	13.1	13.1	13.0	13.1
Celendín	13.9	13.8	13.5	13.7	13.5	12.9	12.2	12.9	13.5	14.2	14.5	14.1
Huaráz	13.5	13.2	13.3	13.5	13.4	13.0	12.9	13.4	13.9	14.0	14.0	13.7
Santiago de Chuco	11.5	11.3	11.5	11.9	12.2	12.1	12.2	12.2	12.3	11.9	12.0	11.9
Conchucos	11.9	11.6	11.4	11.5	11.9	12.2	12.2	12.4	12.3	12.0	12.0	11.9
Corongo	11.5	10.9	11.5	11.6	11.6	11.5	11.8	12.0	12.0	11.7	11.8	11.6
Huamachuco	12.0	11.8	11.7	12.1	12.0	11.8	11.7	12.3	12.4	12.1	12.1	11.9
Tayabamba	11.2	11.1	11.0	11.4	11.4	10.9	10.5	10.7	10.9	11.2	11.7	11.4

BALANCE HIDRICO DE LA ESTACION: JUAN CABAMBA

LAT: 05°14'

LONG: 79°28'

ALT: 1,952 m.

	E.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	AÑO
Evapotrans. Potencial	73.1	64.9	70.5	68.1	69.5	65.6	68.2	71.7	70.2	73.7	76.0	76.3	847.8
Precipitación	45.9	60.8	85.3	46.4	25.3	14.5	9.4	7.2	11.0	32.5	36.1	37.0	411.4
Reserva	.0	.0	14.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
Variación de Reserva	.0	.0	14.8	-14.8	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
Evapotrans. Real	45.9	60.8	70.5	61.2	25.3	14.5	9.4	7.2	11.0	32.5	36.1	37.0	411.4
Déficit de Agua	27.2	4.1	.0	6.9	44.2	51.1	58.8	64.5	59.2	41.2	39.9	39.3	436.4
Exceso de Agua	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
Desagüe	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
Coef. de Humedad	-0.37	-0.06	0.21	-0.32	-0.64	-0.68	-0.86	-0.90	-0.84	-0.56	-0.52	-0.52	-0.51

BALANCE HIDRICO DE LA ESTACION: CHACHAPOYAS

LAT: 06°13'

LONG: 77°51'

ALT: 2,264 m.

	E.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	AÑO
Evapotrans. Potencial	61.1	57.2	59.8	57.6	57.6	55.3	52.7	55.1	56.4	63.0	64.9	64.8	705.5
Precipitación	79.8	78.7	119.5	103.3	47.7	28.7	34.5	28.4	52.6	98.6	82.9	77.4	832.1
Reserva	99.7	100.0	100.0	100.0	90.1	63.5	45.3	18.6	14.8	50.4	68.4	81.0	
Variación de Reserva	18.7	0.3	.0	.0	-9.9	-26.6	-18.2	-26.7	-3.8	35.6	18.0	12.6	
Evapotrans. Real	61.1	57.2	59.8	57.6	57.6	55.3	52.7	55.1	56.4	63.0	64.9	64.8	705.5
Déficit de Agua	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
Exceso de Agua	.0	21.2	59.7	45.7	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	126.6
Desagüe	.0	10.6	35.2	40.4	20.2	10.1	10.1	.0	.0	.0	.0	.0	126.6
Coef. de Humedad	0.31	0.38	1.00	0.79	-0.17	-0.48	-0.35	-0.48	-0.07	0.57	0.28	0.19	0.18

BALANCE HIDRICO DE LA ESTACION: CHOTA

LAT: 06°33' LONG: 78°39' ALT: 2,410 m.

	E.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	AÑO
Evapotrans. Potencial	63.9	57.6	62.4	60.0	61.2	55.9	55.1	58.7	60.0	63.0	61.8	64.2	723.8
Precipitación	75.5	101.5	102.7	116.8	67.3	32.4	23.7	32.9	88.6	120.9	97.5	54.6	914.4
Reserva	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	76.5	45.1	19.3	47.9	100.0	100.0	90.4	
Variación de Reserva	9.6	.0	.0	.0	.0	-23.5	-31.4	-25.8	28.6	52.1	.0	-9.6	.0
Evapotrans. Real	63.9	57.6	62.4	60.0	61.2	55.9	55.1	58.7	60.0	63.0	61.8	64.2	723.8
Déficit de Agua	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
Exceso de Agua	2.0	43.9	40.3	56.8	6.1	.0	.0	.0	.0	5.8	35.7	.0	190.6
Desagüe	5.8	24.9	32.6	44.7	25.4	12.7	6.3	3.2	3.1	2.9	19.3	9.7	190.6
Coef. de Humedad	0.18	0.76	0.65	0.95	0.10	-0.41	-0.57	-0.44	0.48	0.92	0.58	-0.15	0.26

BALANCE HIDRICO DE LA ESTACION: A. WEBERBAUER

LAT: 07°10' LONG: 78°31' ALT: 2,536 m.

	E.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	AÑO
Evapotrans. Potencial	64.2	54.7	59.4	57.0	55.1	50.0	51.5	55.2	57.0	63.0	61.8	64.8	693.7
Precipitación	76.5	88.3	109.5	58.5	26.0	11.9	7.5	12.0	33.4	72.0	60.4	60.7	616.7
Reserva	15.8	49.4	99.5	100.0	70.9	32.8	.0	.0	.0	9.0	7.6	3.5	
Variación de Reserva	12.3	33.6	50.1	0.5	-29.1	-38.1	-32.8	.0	.0	9.0	-1.4	-4.1	.0
Evapotrans. Real	64.2	54.7	59.4	57.0	55.1	50.0	40.3	12.0	33.4	63.0	61.8	64.8	615.7
Déficit de Agua	.0	.0	.0	.0	.0	.0	11.2	43.2	23.6	.0	.0	.0	78.0
Exceso de Agua	.0	.0	.0	1.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.0
Desagüe	.0	.0	.0	.5	.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	1.0
Coef. de Humedad	0.19	0.61	0.84	0.03	-0.53	-0.76	-0.85	-0.78	-0.41	0.14	-0.02	-0.06	-0.11

BALANCE HIDRICO DE LA ESTACION: OTUZCO

LAT: 07°54' LONG: 78°34' ALT: 2,620 m.

	E.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	AÑO
Evapotrans. Potencial	59.4	56.2	61.4	58.0	54.9	52.7	56.1	56.6	55.5	58.8	57.7	59.9	687.2
Precipitación	64.3	80.3	93.1	64.4	15.7	5.1	4.2	13.7	21.2	57.4	21.2	35.4	476.0
Reserva	4.9	29.0	60.7	67.1	27.9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
Variación de Reserva	4.9	24.1	31.7	6.4	-39.2	-27.9	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
Evapotrans. Real	59.4	56.2	61.4	58.0	54.9	33.0	4.2	13.7	21.2	57.4	21.2	35.4	476.0
Déficit de Agua	.0	.0	.0	.0	.0	19.7	51.9	42.9	34.3	1.4	36.5	24.5	211.2
Exceso de Agua	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
Desagüe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coef. de Humedad	0.08	0.43	0.52	0.11	-0.71	-0.90	-0.93	-0.76	-0.62	-0.02	-0.63	-0.41	-0.31

BALANCE HIDRICO DE LA ESTACION: CELENDIN

LAT: 06°52' LONG: 78°09' ALT: 2,620 m.

	E.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	AÑO
Evapotrans. Potencial	60.9	54.7	56.2	56.4	55.1	50.0	48.3	52.5	54.0	62.4	61.8	62.3	674.6
Precipitación	80.8	100.7	136.1	112.7	30.6	21.6	9.1	19.0	49.3	106.4	124.4	99.8	890.5
Reserva	100.0	100.0	100.0	100.0	75.5	47.1	7.9	.0	.0	44.0	100.0	100.0	
Variación de Reserva	.0	.0	.0	.0	-24.5	-28.4	-39.2	-7.9	.0	44.0	56.0	.0	.0
Evapotrans. Real	60.9	54.7	56.2	56.4	55.1	50.0	48.3	26.9	49.3	62.4	61.8	62.3	644.3
Déficit de Agua	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	25.6	4.7	.0	.0	.0	30.3
Exceso de Agua	19.9	46.0	79.9	56.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	6.6	37.2	246.2
Desagüe	20.2	33.1	56.5	56.3	28.2	14.1	7.1	7.0			3.3	20.4	
Coef. de Humedad	0.33	0.84	1.42	1.00	-0.44	-0.57	-0.81	-0.64	-0.09	0.71	1.01	0.60	0.32

BALANCE HIDRICO DE LA ESTACION: HUARAZ

LAT: 09°31' LONG: 77°32' ALT: 3,038 m.

	E.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	AÑO
Evapotrans. Potencial	59.6	52.4	56.7	54.6	55.8	50.1	51.9	55.8	57.0	60.4	59.8	62.7	676.8
Precipitación	126.3	111.6	156.4	96.1	25.5	2.7	2.9	13.8	37.7	101.3	74.5	98.7	847.5
Reserva	100.0	100.0	100.0	100.0	69.7	22.3	.0	.0	.0	40.9	55.6	91.6	
Variación de Reserva	8.4	.0	.0	.0	-30.3	-47.4	-22.3	.0	.0	40.9	14.7	36.0	.0
Evapotrans. Real	59.6	52.4	56.7	54.6	55.8	50.1	25.2	13.8	37.7	60.4	59.8	62.7	588.8
Déficit de Agua	.0	.0	.0	.0	.0	.0	26.7	42.0	19.3	.0	.0	.0	88.0
Exceso de Agua	58.3	59.2	99.7	41.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	258.7
Desagüe	29.2	44.2	71.9	56.7	28.4	14.2	7.1	3.5	3.5	.0	.0	.0	258.7
Coef. de Humedad	1.12	1.13	1.76	0.76	-0.54	-0.95	-0.94	-0.75	-0.34	0.68	0.24	0.57	0.25

BALANCE HIDRICO DE LA ESTACION: SANTIAGO DE CHUCO

LAT: 08°08' LONG: 78°10' ALT: 3,129 m.

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
Evapotrans. Potencial	51.4	46.1	50.4	50.5	53.9	50.6	53.9	54.5	54.0	54.1	53.0	55.1	627.5
Precipitación	83.6	85.5	133.5	54.1	23.3	5.5	6.7	5.9	15.5	48.7	40.4	59.8	562.5
Reserva	36.9	76.3	100.0	100.0	69.4	24.3	.0	.0	.0	.0	.0	4.7	
Variación de Reserva	32.2	39.4	23.7	.0	-30.6	-45.1	-24.3	.0	.0	.0	.0	4.7	.0
Evapotrans. Real	51.4	46.1	50.4	50.5	53.9	50.6	31.0	5.9	15.5	48.7	40.4	55.1	499.5
Déficit de Agua	.0	.0	.0	.0	.0	.0	22.9	48.6	38.5	5.4	12.6	.0	128.0
Exceso de Agua	.0	.0	59.4	3.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	63.0
Desagüe	.0	.0	29.7	17.3	8.0	8.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	63.0
Coef. de Humedad	0.63	0.85	1.65	0.07	-0.57	-0.89	-0.88	-0.89	-0.71	-0.10	-0.23	0.08	-0.10

BALANCE HIDRICO DE LA ESTACION: CONCHUCOS

LAT: 08°16' LONG: 77°51' ALT: 3,180 m.

	E.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	AÑO
Evapotrans. Potencial	54.7	47.4	50.4	47.5	51.5	52.4	54.5	55.1	54.0	54.1	53.0	55.1	629.7
Precipitación	76.9	97.0	138.9	91.6	20.3	11.4	10.5	9.9	42.5	65.0	65.7	79.6	709.3
Reserva	70.3	100.0	100.0	100.0	68.8	27.8	.0	.0	.0	10.9	23.6	48.1	
Variación de Reserva	22.2	29.7	.0	.0	-31.2	-41.0	-27.8	.0	.0	10.9	12.7	24.5	.0
Evapotrans. Real	54.7	47.4	50.4	47.5	51.5	52.4	38.3	9.9	42.5	54.1	53.0	50.1	556.8
Déficit de Agua	.0	.0	.0	.0	.0	.0	16.2	45.2	11.5	.0	.0	.0	72.9
Exceso de Agua	.0	19.9	88.5	44.1	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	152.5
Desagüe	.0	10.0	49.2	46.6	23.4	23.3	.0	.0	.0	.0	.0	.0	152.5
Coef. de Humedad	0.40	1.05	1.76	0.93	-0.61	-0.78	-0.81	-0.82	-0.21	0.20	0.24	0.44	0.13

BALANCE HIDRICO DE LA ESTACION: CORONGO

LAT: 08°34' LONG: 77°54' ALT: 3,200 m.

	E.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	AÑO
Evapotrans. Potencial	53.9	46.1	52.9	50.5	51.5	48.9	53.0	54.5	53.4	54.1	54.6	55.1	628.5
Precipitación	60.3	70.0	98.4	23.7	9.0	2.7	4.6	7.0	15.9	33.9	31.1	38.9	395.5
Reserva	6.4	30.3	75.8	49.0	6.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	
Variación de Reserva	6.4	23.9	45.5	-26.8	-42.5	-6.5	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
Evapotrans. Real	53.9	46.1	52.9	50.5	51.5	9.2	4.6	7.0	15.9	33.9	31.1	38.9	395.5
Déficit de Agua	.0	.0	.0	.0	.0	39.7	48.4	47.5	37.5	20.2	23.5	16.2	233.0
Exceso de Agua	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
Desagüe	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0
Coef. de Humedad	0.12	0.52	0.86	-0.53	-0.82	-0.94	-0.91	-0.87	-0.70	-0.37	-0.43	-0.29	-0.37

BALANCE HIDRICO DE LA ESTACION: HUAMACHUCO

LAT: 07°49'

LONG: 78°03'

ALT: 3,220 m.

	E.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	AÑO
Evapotrans. Potencial	54.5	49.0	52.8	52.2	52.0	50.0	50.9	55.1	54.0	54.8	53.8	55.1	634.2
Precipitación	114.0	144.3	177.0	97.6	37.8	19.0	13.8	19.5	36.7	102.3	84.5	89.7	936.2
Reserva	100.0	100.0	100.0	100.0	85.8	54.8	17.7	.0	.0	47.5	78.2	100.0	
Variación de Reserva	.0	.0	.0	.0	-14.2	-31.0	-37.1	-17.7	.0	47.5	30.7	21.8	.0
Evapotrans. Real	54.5	49.0	52.8	52.2	52.0	50.0	50.9	37.2	36.7	54.8	53.8	55.1	599.0
Déficit de Agua	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	17.9	17.3	.0	.0	.0	35.2
Exceso de Agua	59.5	95.3	124.2	45.4	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	12.8	337.2
Desagüe	33.0	64.1	94.2	69.8	34.9	34.8	.0	.0	.0	.0	.0	6.4	337.2
Coef. de Humedad	1.09	1.94	2.35	0.87	-0.27	-0.62	-0.73	-0.65	-0.32	0.87	0.38	0.63	0.48

BALANCE HIDRICO DE LA ESTACION: TAYABAMBA

LAT: 08°17'

LONG: 77°17'

ALT: 3,250 m.

	E.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	AÑO
Evapotrans. Potencial	54.7	49.1	53.6	50.5	51.5	48.3	48.5	49.0	49.8	54.1	56.2	64.8	630.1
Precipitación	69.7	86.7	89.2	53.1	12.6	12.0	7.4	5.8	17.1	64.0	70.4	88.8	576.8
Reserva	63.1	100.0	100.0	100.0	61.1	24.8	.0	.0	.0	9.9	24.1	48.1	
Variación de Reserva	15.0	36.9	.0	.0	-38.9	-36.3	-24.8	.0	.0	9.9	14.2	24.0	.0
Evapotrans. Real	54.7	49.1	53.6	50.5	51.5	48.3	32.2	5.8	17.1	54.1	56.2	64.8	537.9
Déficit de Agua	.0	.0	.0	.0	.0	.0	16.3	43.2	32.7	.0	.0	.0	92.2
Exceso de Agua	.0	0.7	35.6	2.6	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	38.9
Desagüe	.0	0.4	18.0	10.3	10.2	.0	.0	.0	.0	.0	.0	.0	38.9
Coef. de Humedad	0.27	0.76	0.66	0.05	-0.76	-0.75	-0.85	-0.88	-0.66	0.18	0.25	0.37	-0.08

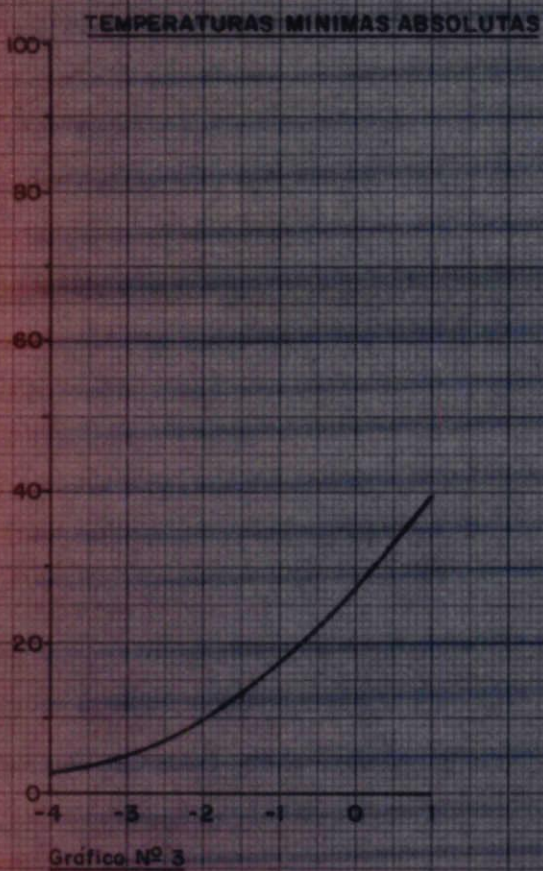
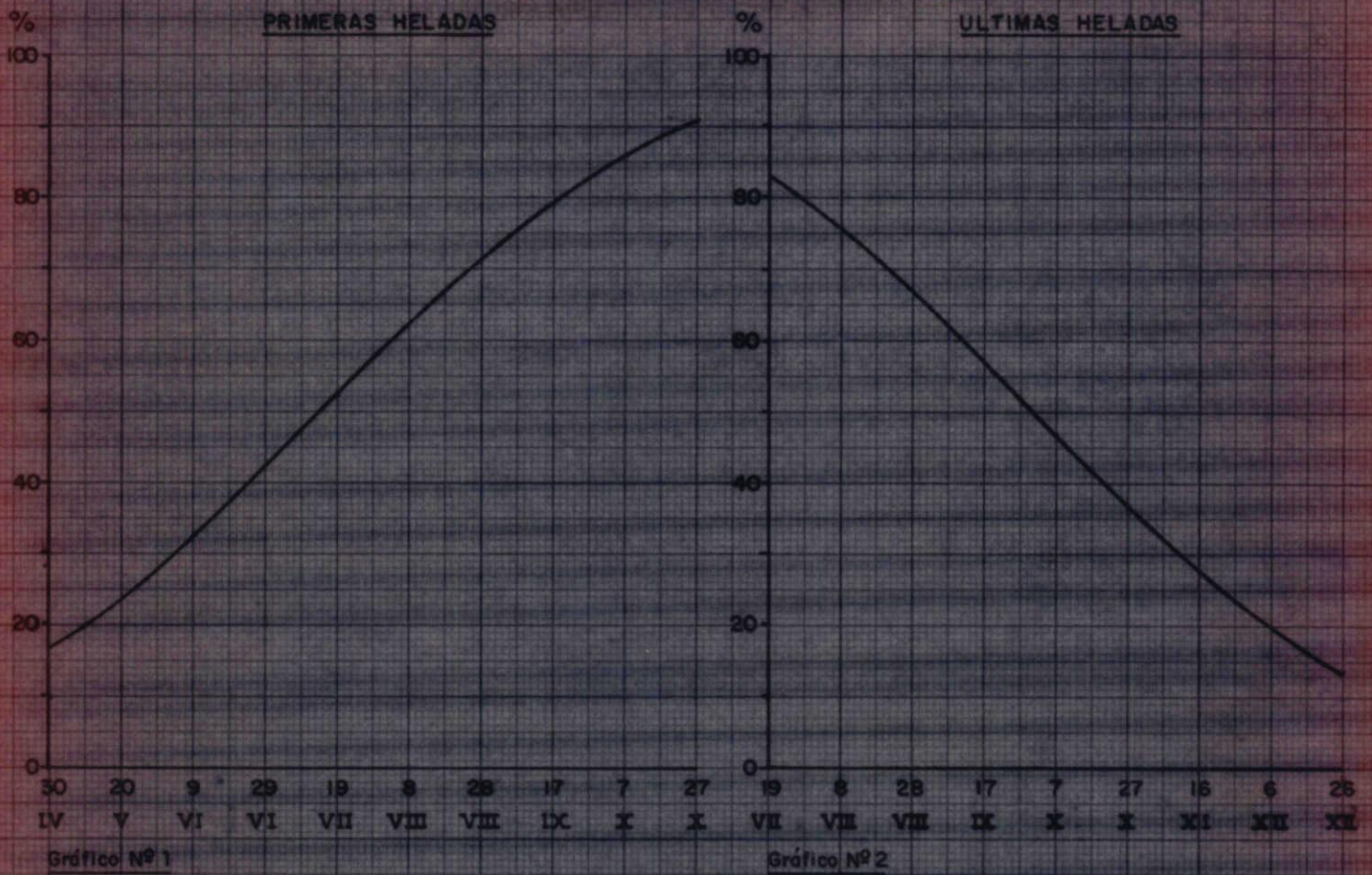
UBICACION DE ESTACIONES Y RESUMEN DE INDICES CLIMATICOS

ESTACION	LAT.	LONG.	ALT.	ETA	EXE	DEF	ETH	IG	IS
Huancabamba	05°14'	79°28'	1,952	847.8	0.0	436.4	-30.8	-	0.0
Chachapoyas	06°13'	77°15'	2,264	705.5	126.6	0.0	17.9	0.0	-
Chota	06°33'	78°39'	2,410	723.8	190.6	0.0	26.3	0.0	-
A. Weberbauer	07°10'	78°31'	2,536	693.7	1.0	78.0	-6.6	-	0.1
Otuzco	07°54'	78°34'	2,620	687.2	0.0	211.2	-18.4	-	0.0
Celendín	06°52'	78°09'	2,620	674.6	246.2	30.3	33.8	4.4	-
Huaráz	09°31'	77°32'	3,038	676.8	258.7	88.0	30.4	13.0	-
Santiago de Chuco	08°08'	78°10'	3,129	627.5	63.0	128.0	-2.1	-	10.0
Conchucos	08°16'	77°51'	3,180	629.7	152.5	72.9	17.2	11.5	-
Corongo	08°34'	77°54'	3,200	628.5	0.0	233.0	-22.2	-	0.0
Huamachuco	07°49'	78°03'	3,220	634.2	337.2	35.2	49.8	5.5	-
Tayabamba	08°17'	77°17'	3,250	630.1	38.9	92.2	-2.6	-	6.1



ESTACION : CAJAMARCA

PROBABILIDAD INTEGRAL DE :



ESTACION : CELENDIN

PROBABILIDAD INTEGRAL DE :

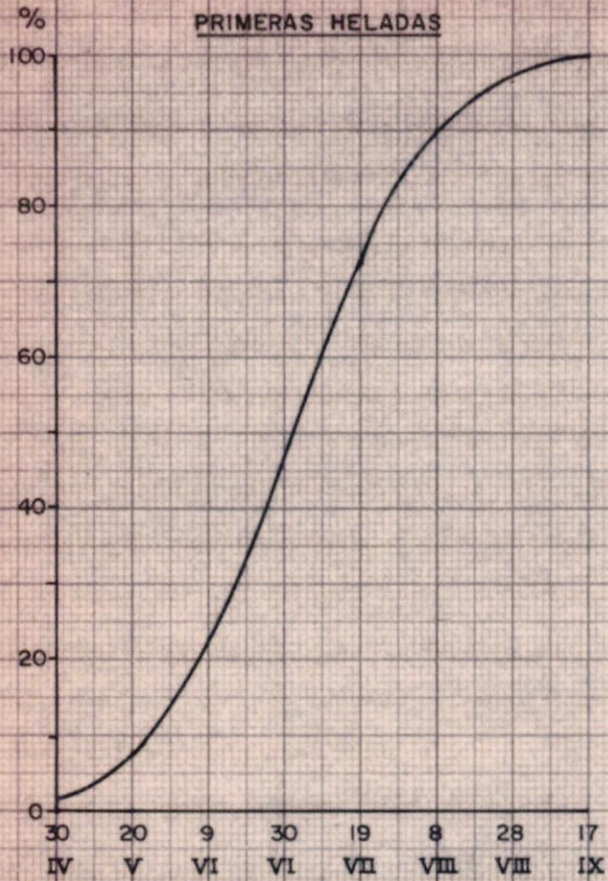


Gráfico N° 4

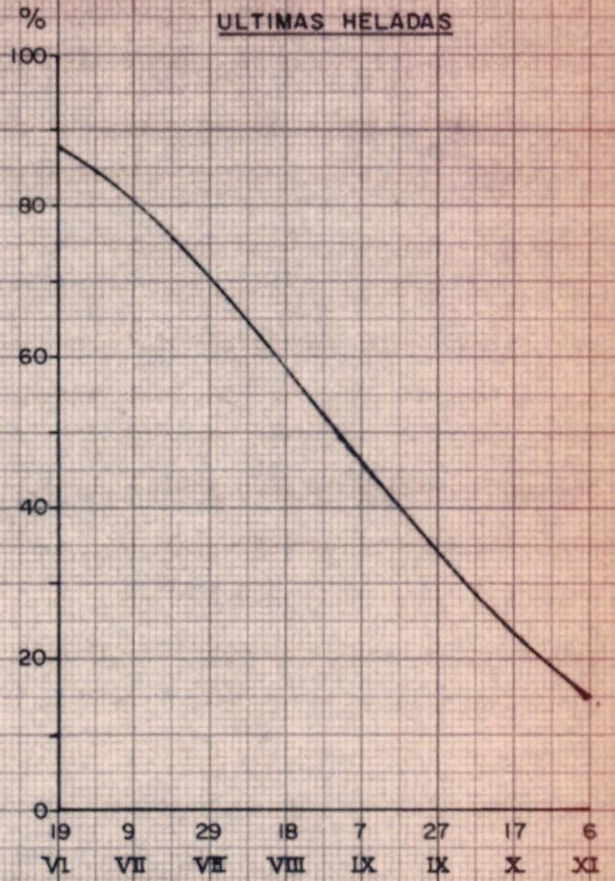


Gráfico N° 5

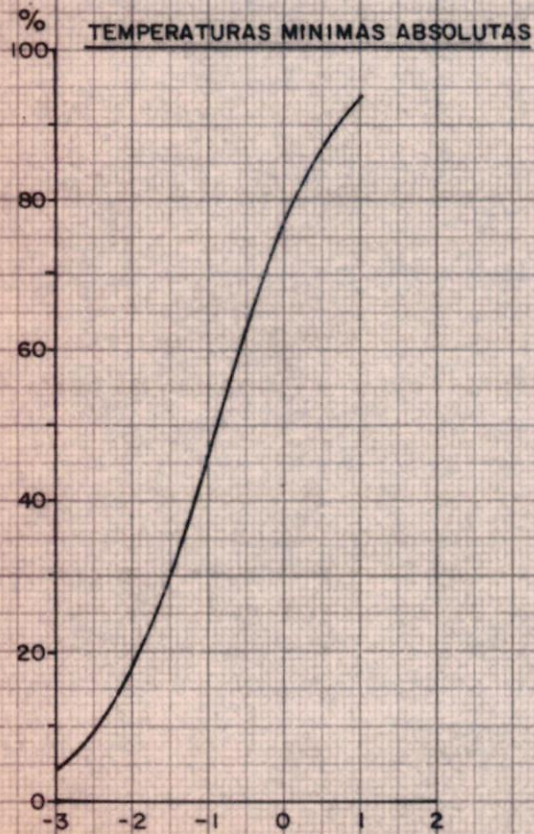


Gráfico N° 6

ESTACION: CHOTA

PROBABILIDAD INTEGRAL DE:

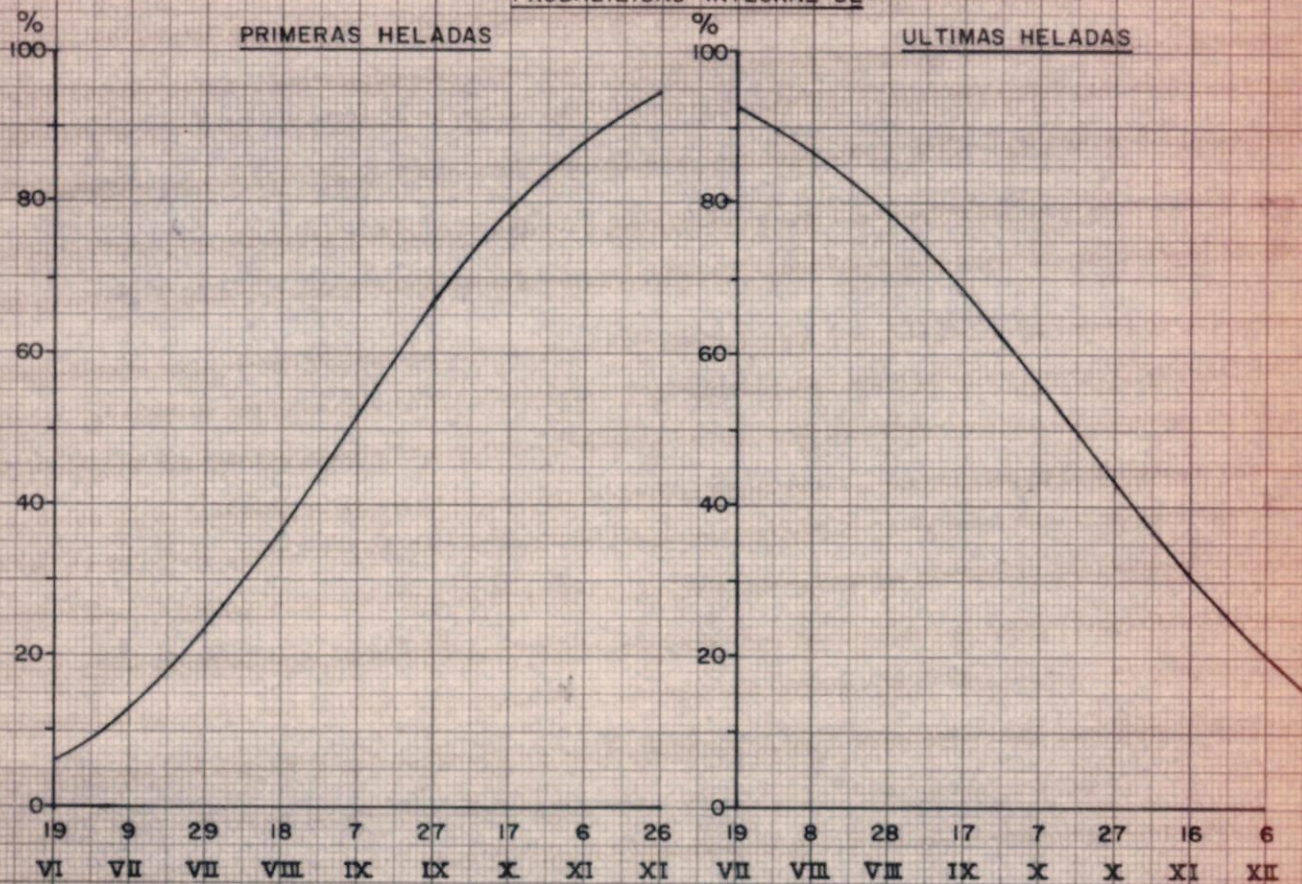


Gráfico Nº 7

Gráfico Nº 8

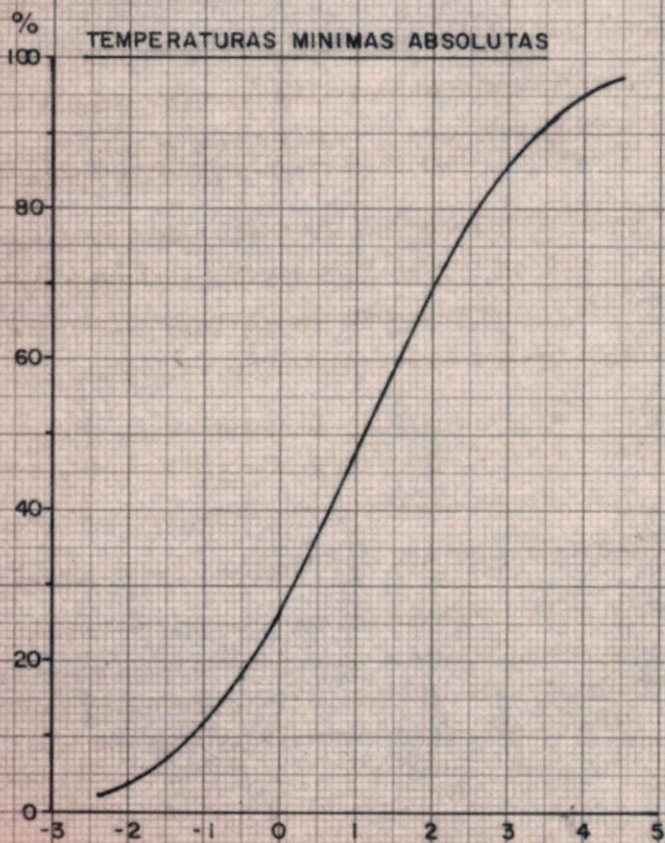


Gráfico Nº 9

ESTACION : HUAMACHUCO

PROBABILIDAD INTEGRAL DE :

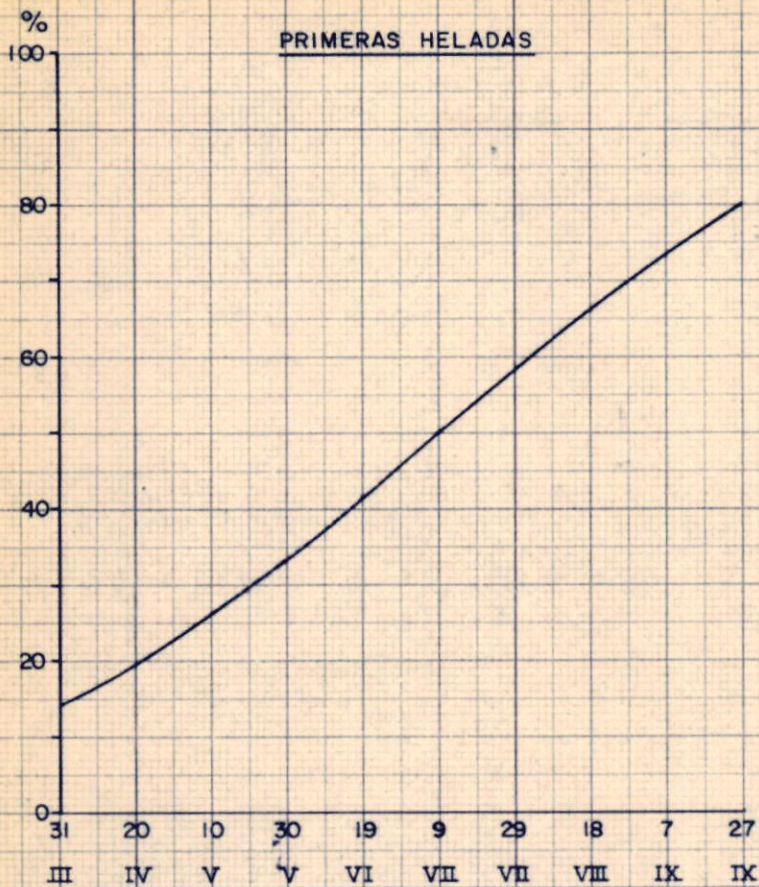


Gráfico N° 10

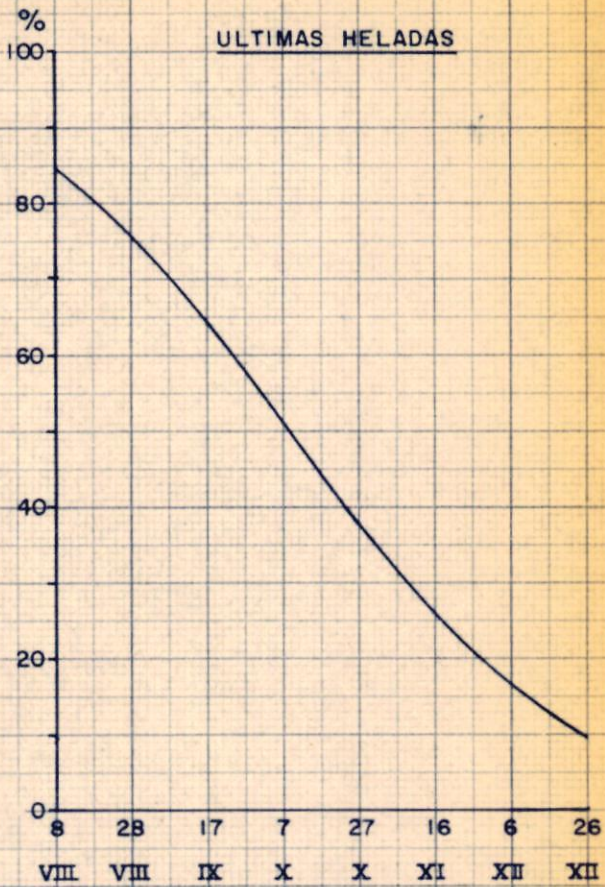


Gráfico N° 11

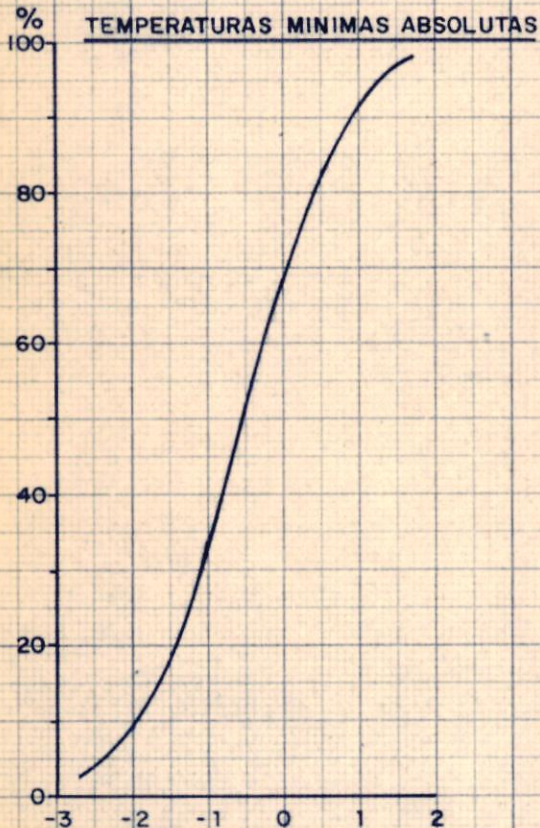
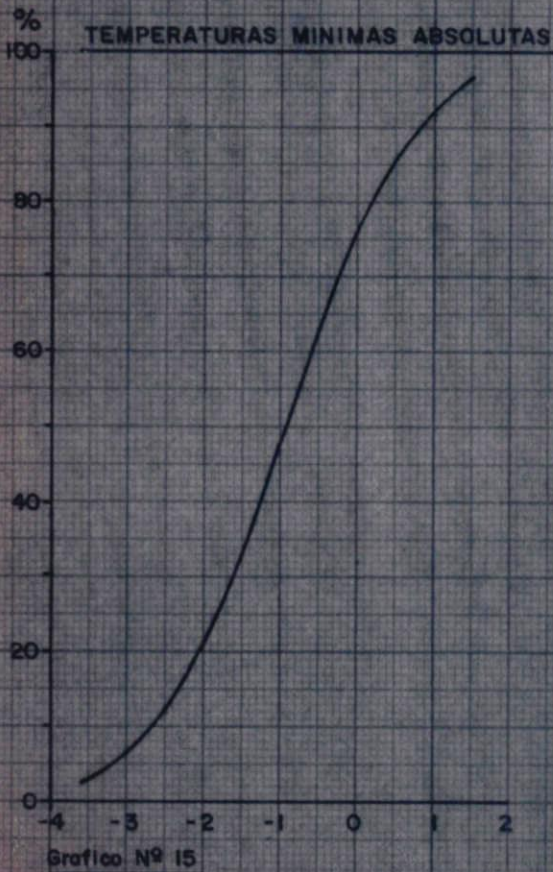
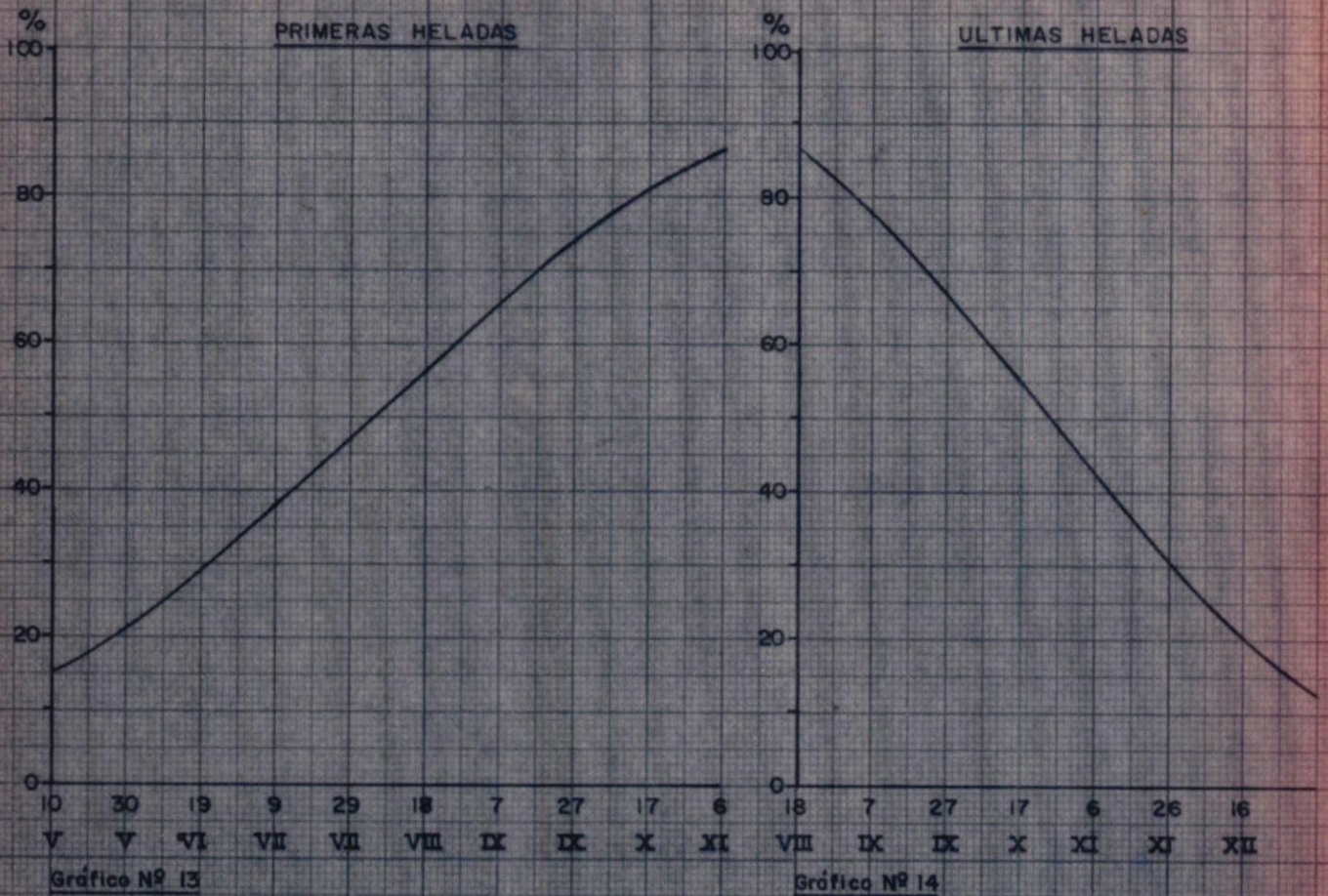


Gráfico N° 12

ESTACION: WEBERBAUER

PROBABILIDAD INTEGRAL DE:



BALANCE HIDRICO DE LA ESTACION: HUANCABAMBA

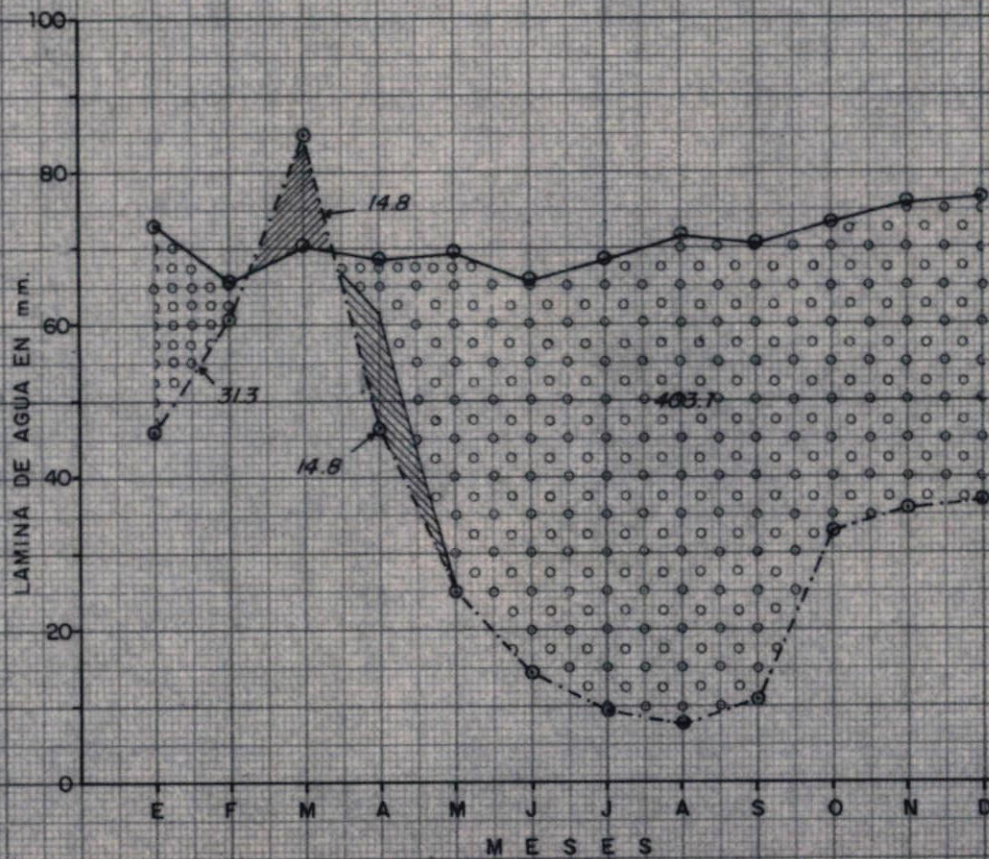


Gráfico N° 1

BALANCE HIDRICO DE LA ESTACION: CHACHAPOYAS

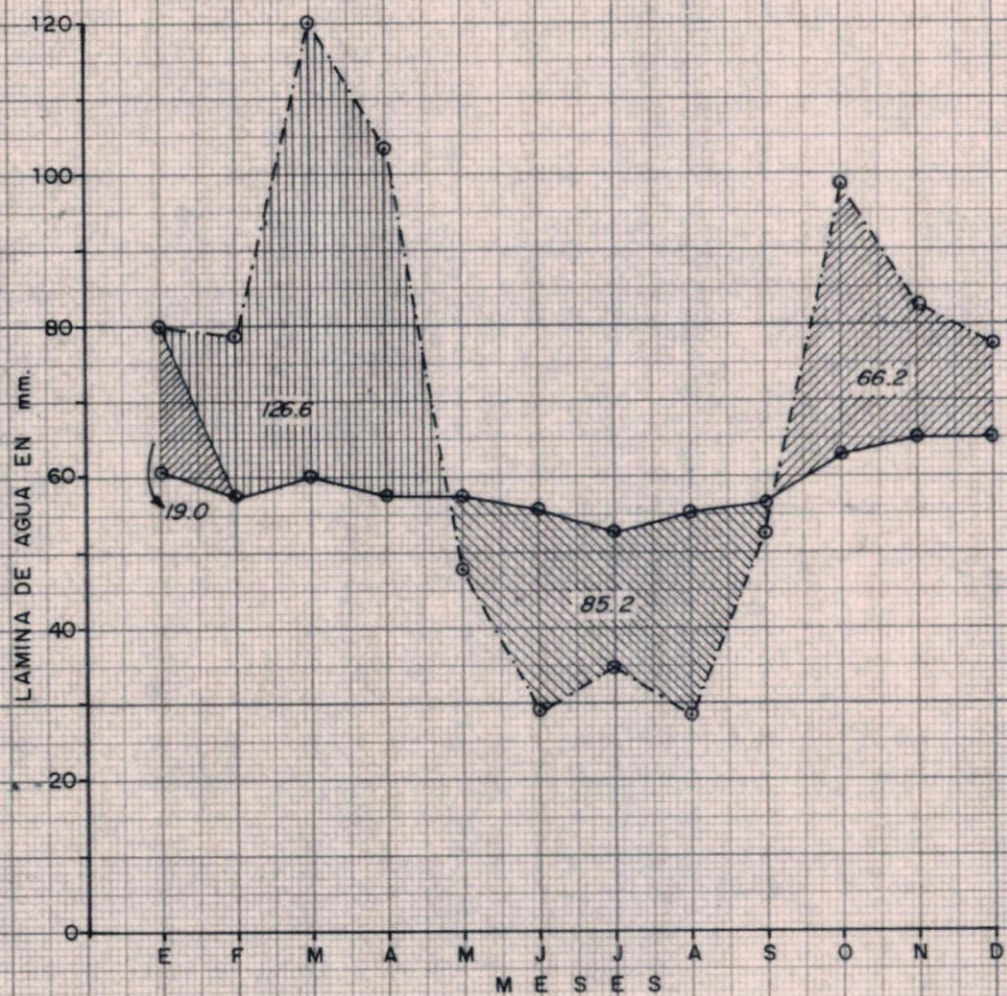


Gráfico Nº 2

BALANCE HIDRICO DE LA ESTACION : CHOTA

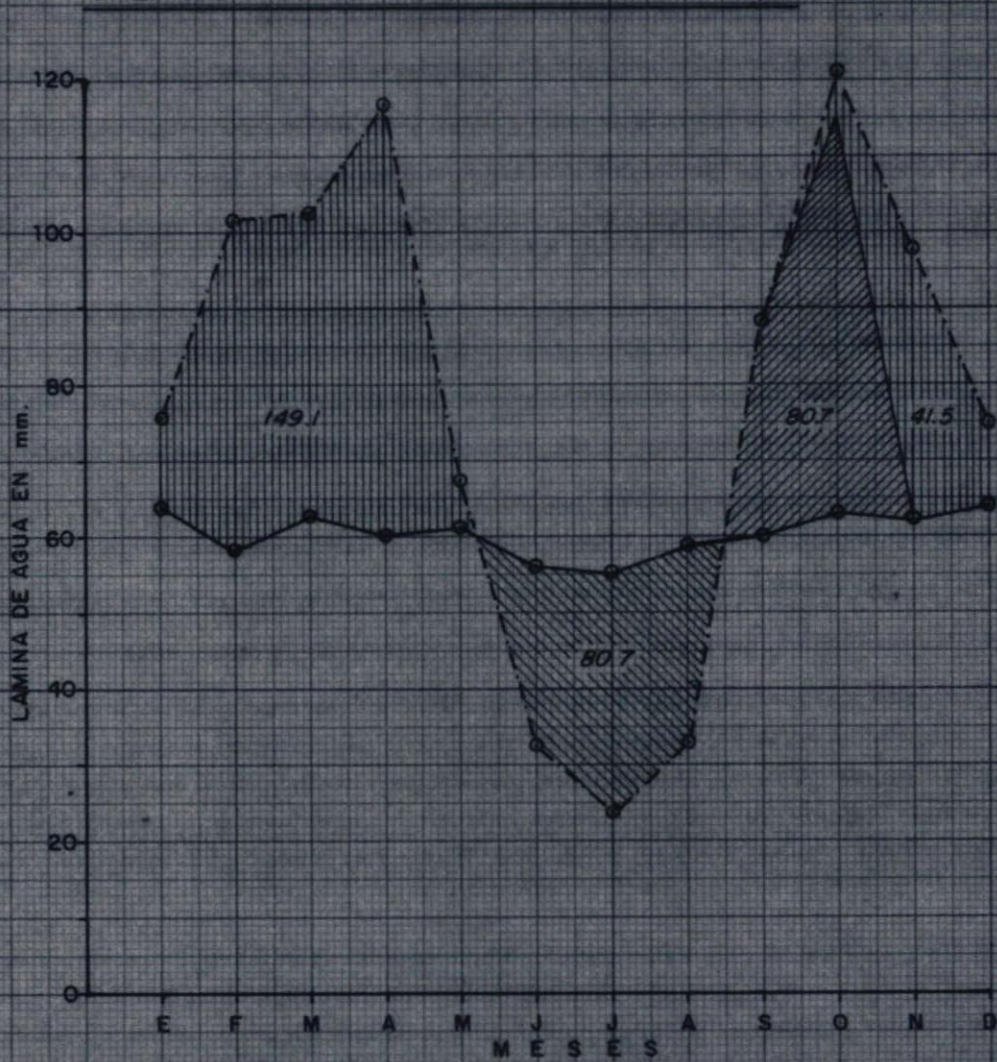


Gráfico Nº 3

BALANCE HIDRICO DE LA ESTACION : A. WEBERBAUER

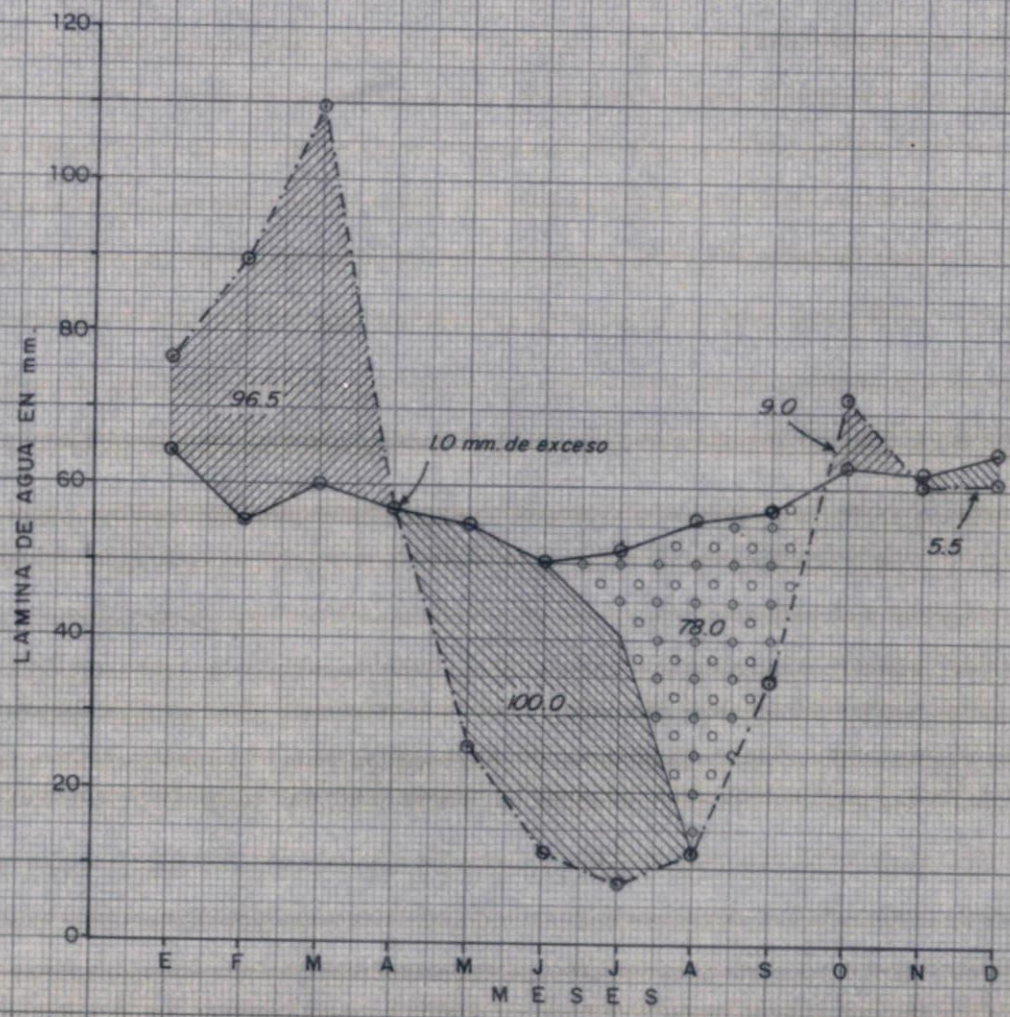


Gráfico N° 4

BALANCE HIDRICO DE LA ESTACION : OTUZCO

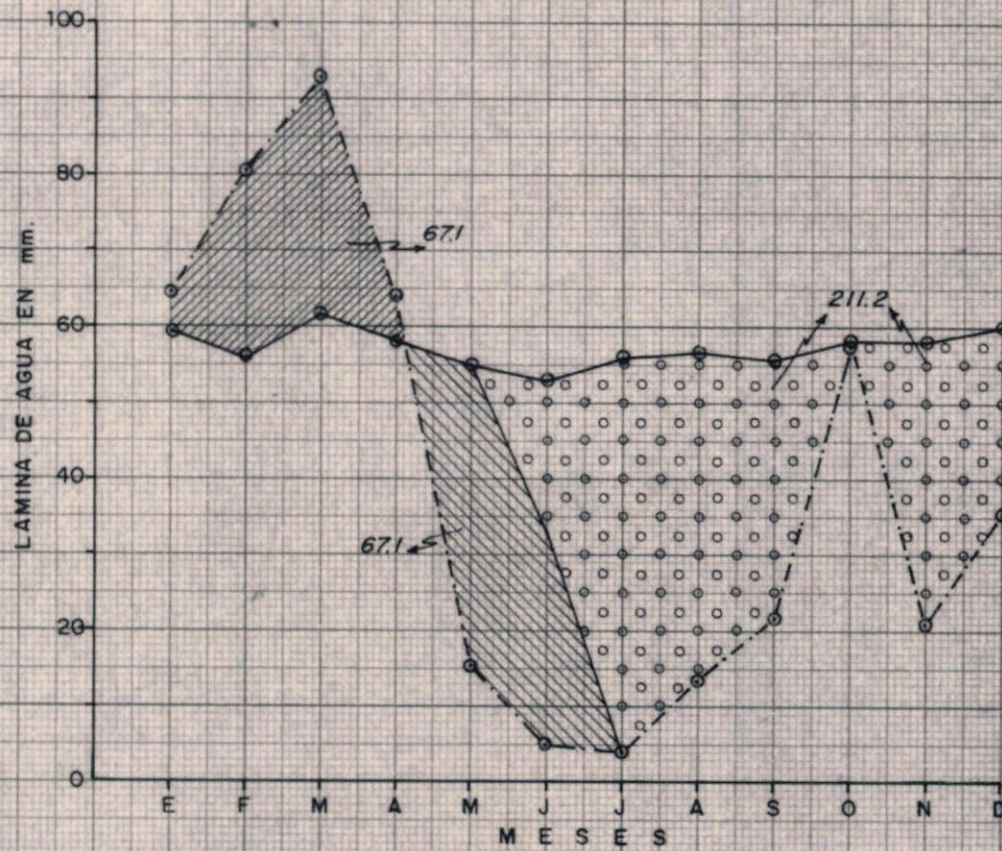
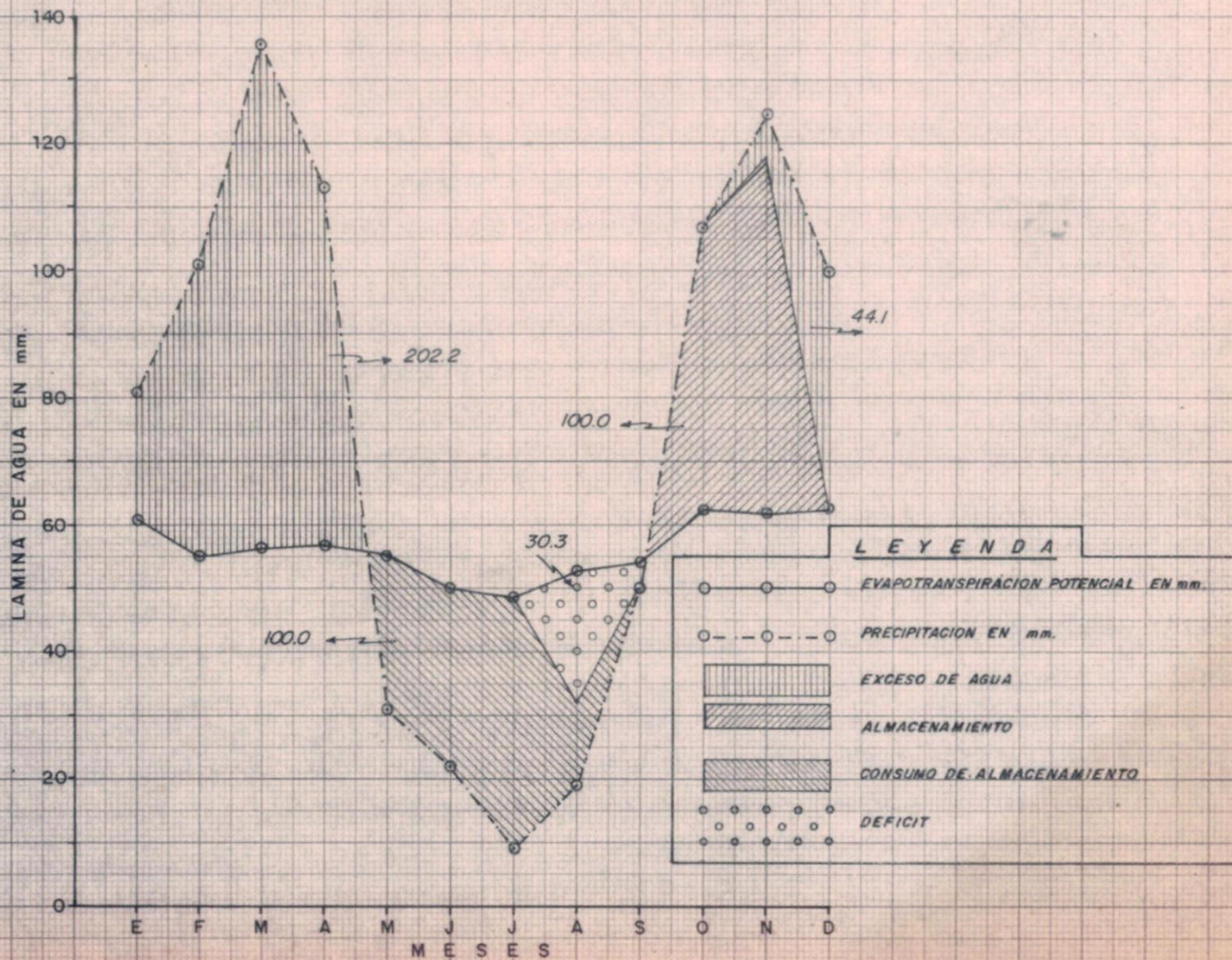


Gráfico N° 5

BALANCE HIDRICO DE LA ESTACION: CELENDIN



BALANCE HIDRICO DE LA ESTACION : HUARAZ

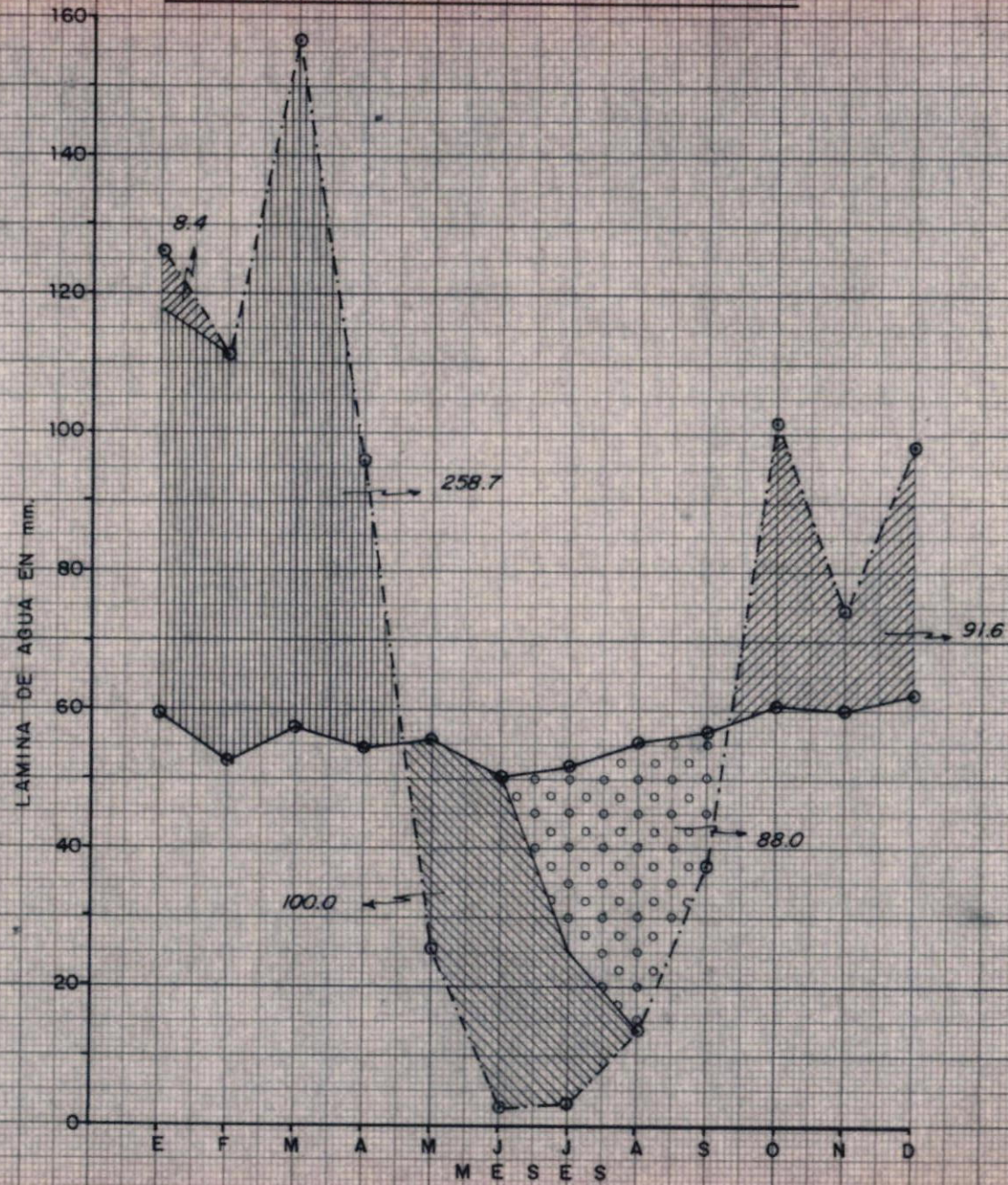


Gráfico Nº 7

BALANCE HIDRICO DE LA ESTACION: SANTIAGO DE CHUCO

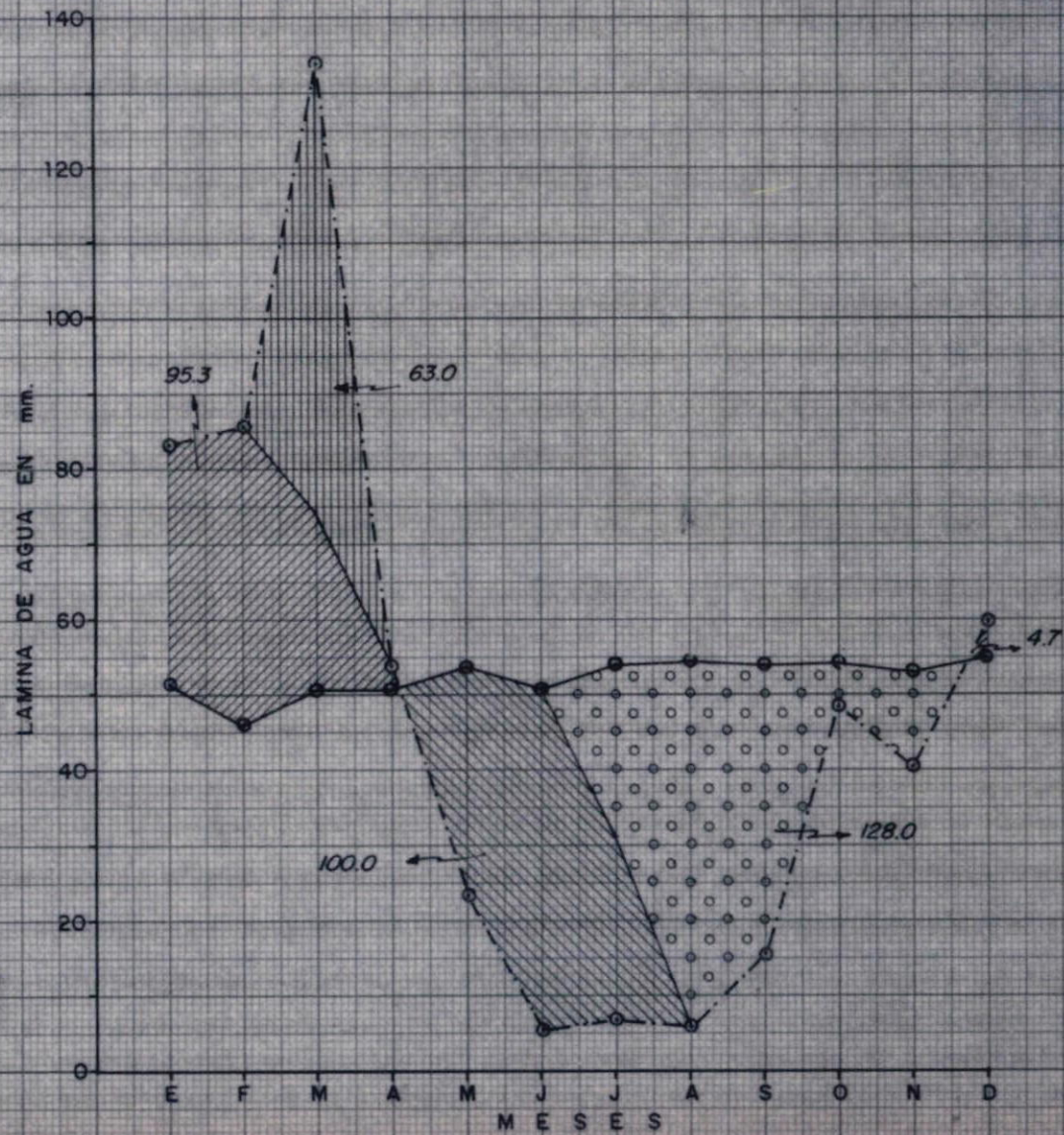


Grafico N° 8

BALANCE HIDRICO DE LA ESTACION: CONCHUCOS

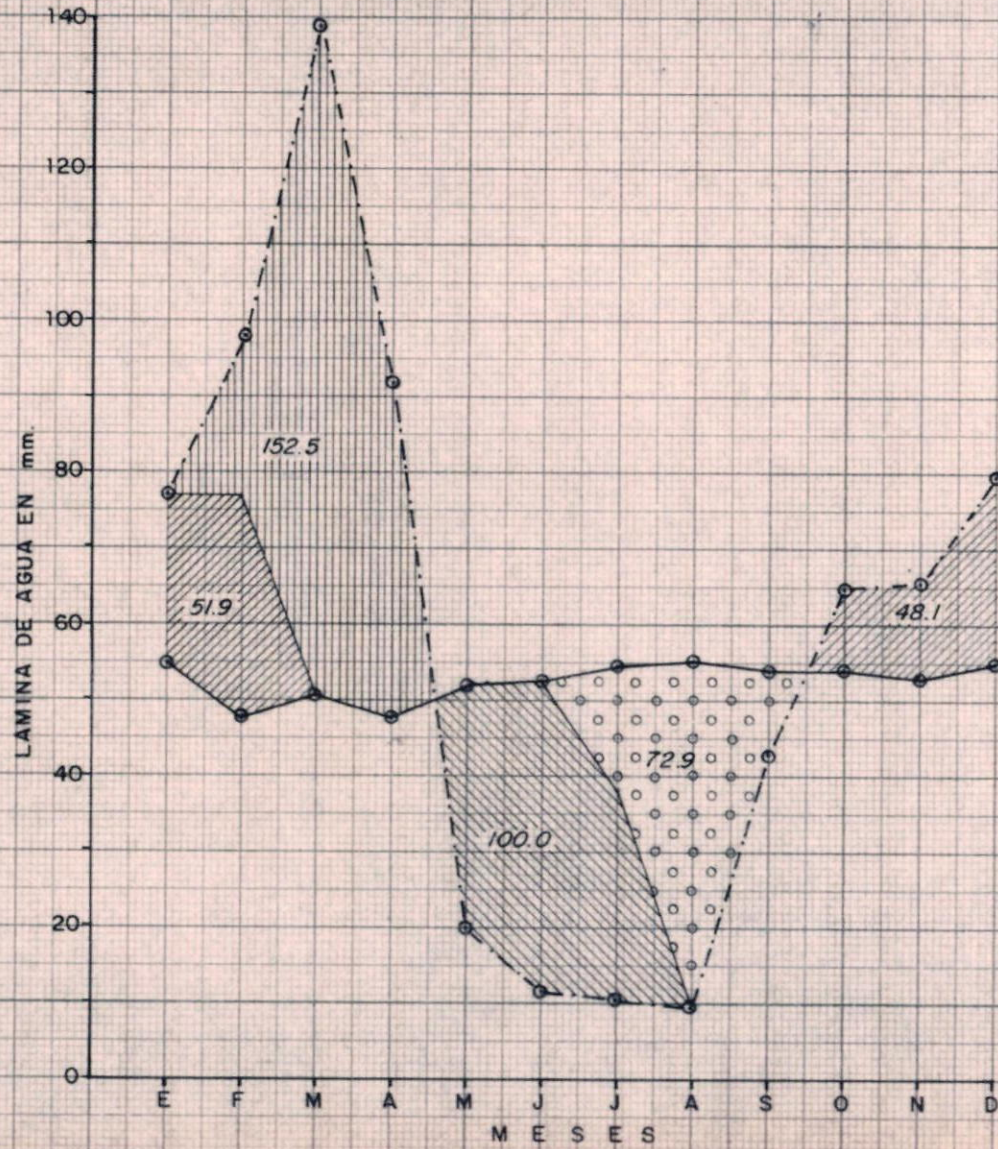


Gráfico N° 9

BALANCE HIDRICO DE LA ESTACION: CORONGO

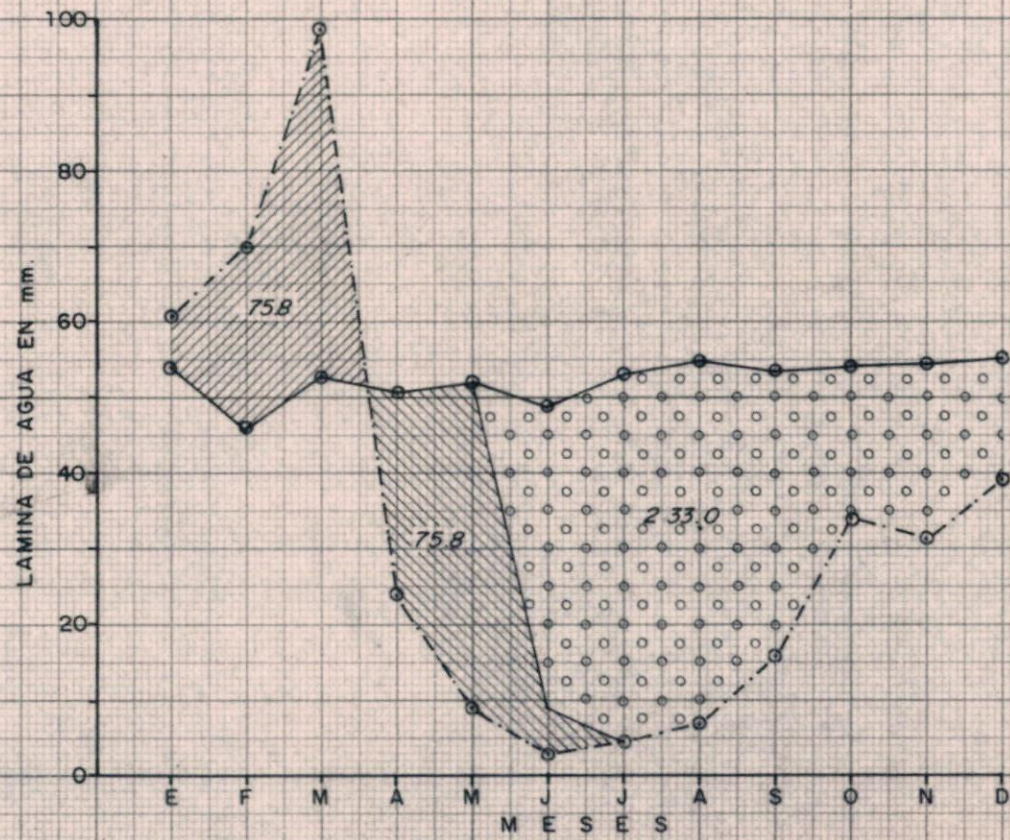


Gráfico Nº 10

BALANCE HIDRICO DE LA ESTACION: HUAMACHUCO

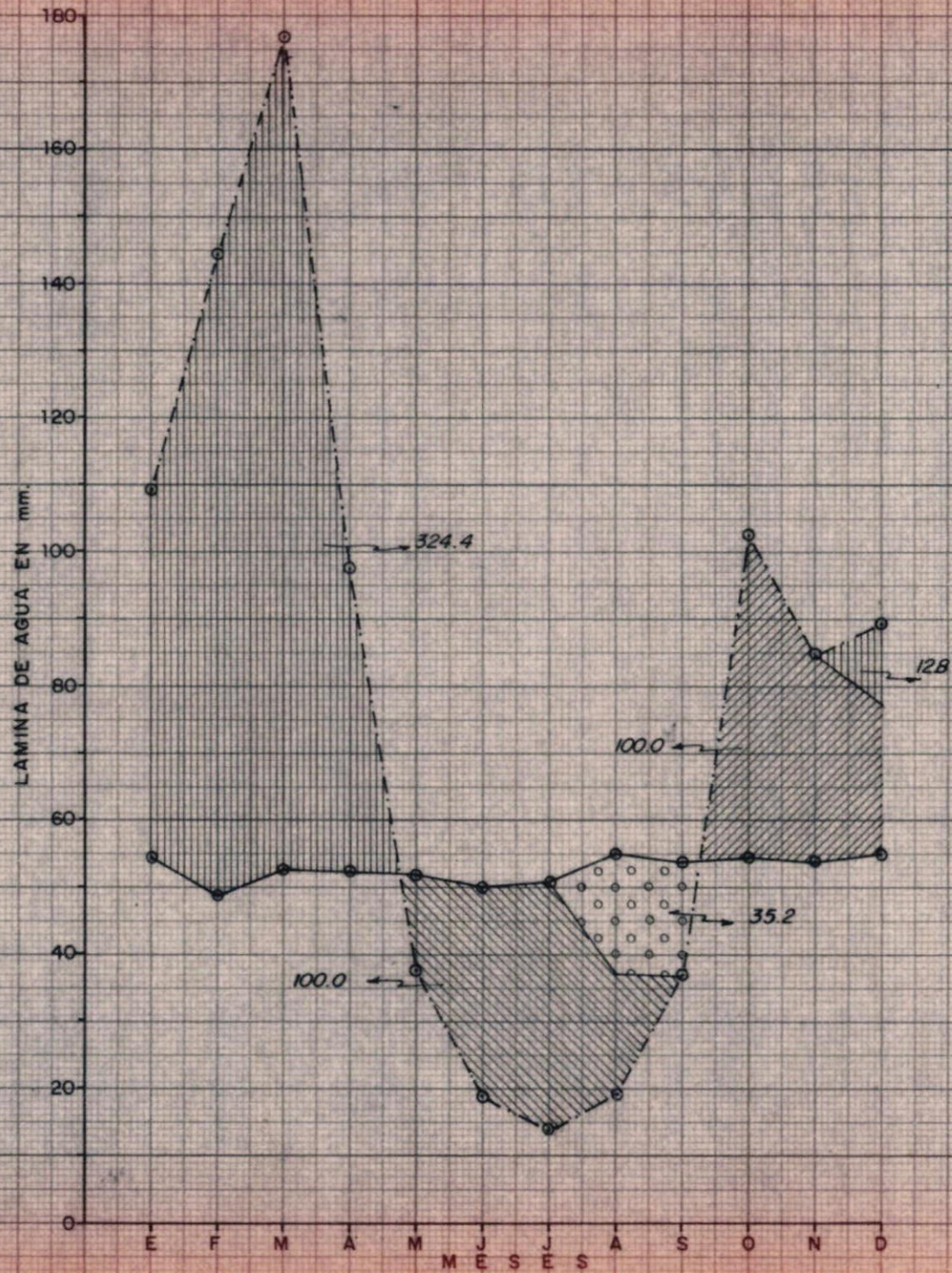


Gráfico N° 11

BALANCE HIDRICO DE LA ESTACION: TAYABAMBA

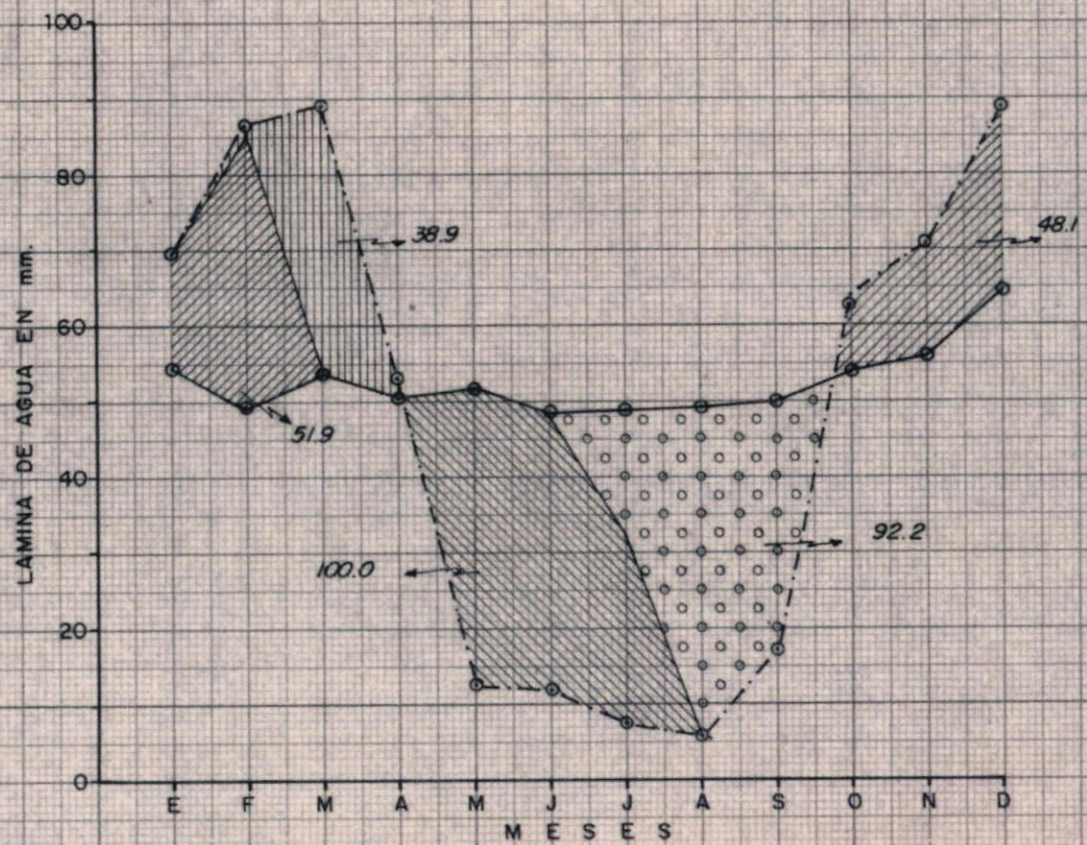


Gráfico N° 12

ISOPLETAS DE VARIACION DEL INDICE HIDRICO

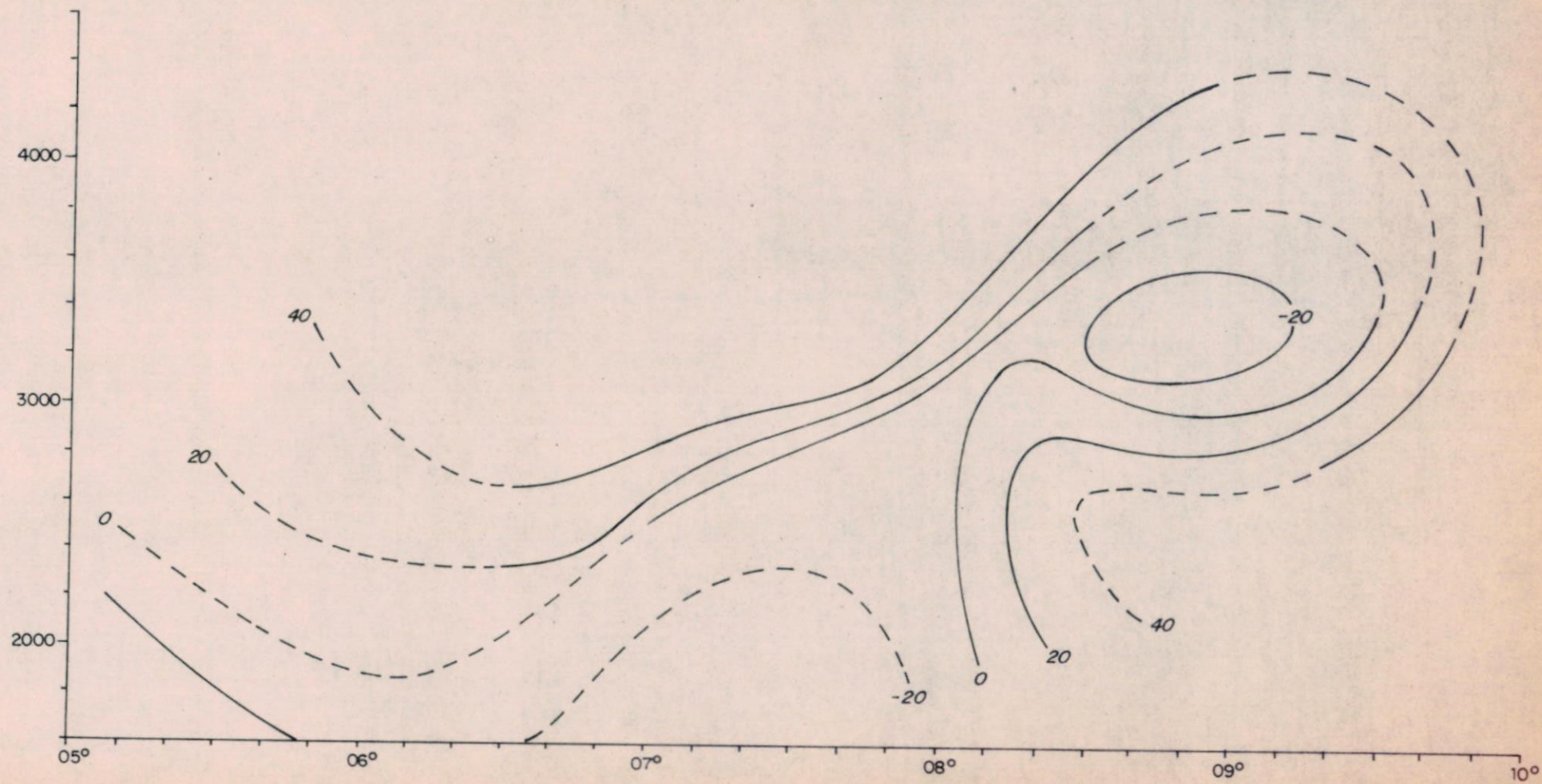


Gráfico N° 13