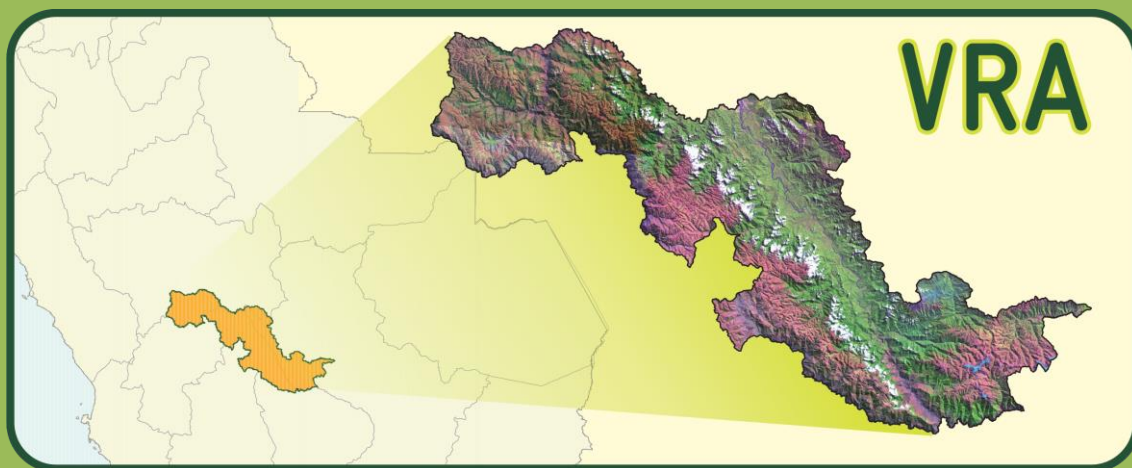


Mesozonificación Ecológica y Económica para el Desarrollo Sostenible del Valle del Río Apurímac-VRA

Informe temático

CLIMA

Evaristo Rodríguez Vera



PERÚ
Ministerio
del Ambiente



Mesozonificación Ecológica y Económica para el Desarrollo Sostenible del Valle del Río Apurímac-VRA

Informe temático: **CLIMA**
Evaristo Rodríguez Vera

© Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana
Programa de Cambio Climático, Desarrollo Territorial y Ambiente - PROTERRA
Av. José Abelardo Quiñones Km. 2.5
Teléfonos: (+51) (65) 265515 / 265516 Fax: (+51) (65) 265527
www.iiap.org.pe/poa@iiap.org.pe
Iquitos-Perú, 2010

El presente estudio fue financiado con fondos del Plan de Impacto Rápido.

Cita sugerida:

Rodríguez, E. 2010. Clima, Informe temático. Proyecto Mesozonificación Ecológica y Económica para el Desarrollo Sostenible del Valle del Río Apurímac - VRA. Iquitos - Perú

La información contenida en este informe puede ser reproducida total o parcialmente siempre y cuando se mencione la fuente de origen.

Contenido

| | |
|--|----|
| PRESENTACION | 4 |
| RESUMEN | 5 |
| I. OBJETIVOS | 7 |
| 1.1. Objetivo general..... | 7 |
| 1.2. Objetivos específicos | 7 |
| II. MATERIALES Y MÉTODOS | 7 |
| 2.1. Materiales..... | 7 |
| 2.2. Métodos..... | 9 |
| III. RESULTADOS | 20 |
| 3.1. Análisis de los elementos meteorológicos..... | 20 |
| 3.2. Análisis de los elementos hídricos | 23 |
| 3.3. Análisis de la clasificación climática..... | 24 |
| IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 28 |
| 4.1. Conclusiones | 28 |
| 4.2. Recomendaciones | 29 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 30 |
| ANEXOS | 31 |

PRESENTACIÓN

En el área del Valle del Río Apurímac (VRA) la actividad principal de la población es la agricultura y la mayoría de los cultivos están sujetos al sistema de riego bajo secano (agua procedente de lluvia); esta situación implica que la presencia de eventos meteorológicos extremos y la variación repentina del clima, reduce los rendimientos o genera la destrucción de los cultivos; por lo que es necesario conocer las características climatológicas particulares de áreas o sectores, lo que permitirá realizar una mejor planificación de las actividades agrícolas, pecuarias y otras, en función a la disponibilidad del agua.

El presente documento corresponde al estudio climático del VRA, que servirá como insumo para el análisis y modelamiento del espacio geográfico, de gran importancia para el proceso de formulación de la propuesta de Zonificación Ecológica Económica (ZEE) de dicho territorio.

Los datos utilizados fueron obtenidos de estaciones meteorológicas del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), ubicadas en el área del VRA y áreas limítrofes con otros departamentos. También, se utilizó como base los estudios realizados por SENAMHI (2008), IIAP (2008) y las observaciones de campo efectuadas durante la visita a ocho sedes centrales de logística, para cubrir veintiséis ejes o rutas programadas. Además, se ha tenido en cuenta la interpretación de las imágenes tomadas por el satélite Landsat TM5, a escala de trabajo de 1/300 000.

En el área del VRA, al elaborar el mapa climático, utilizando la metodología del Sistema de Clasificación de Climas de Thornthwaite (1948), se ha identificado ocho (08) unidades climatológicas diferentes distribuidas en la cordillera oriental, selva alta, selva baja y la región subandina.

RESUMEN

El Valle del río Apurímac (VRA) se encuentra ubicado en los pisos ecológicos de selva baja, selva alta y sobre las estribaciones orientales de la Cordillera de los Andes, entre la Cordillera Oriental y la Cordillera Central. Geográficamente se localiza en el sector suroriental del Perú, entre los departamentos de: Cusco (margen derecha del río Apurímac en la provincia de La Convención), Ayacucho (margen izquierda del río Apurímac en las provincias de La Mar y Huanta) y Huancavelica (en la provincia de Tayacaja); consta con altitudes desde los 494 m.n.m.m (Puerto Ene) hasta 4 200 m.s.n.m (Abra Chungui). El valle está constituido por una franja territorial que se extiende, desde la confluencia del río Apurímac con el río Pampas por el Sur hasta la confluencia con el río Mantaro en el Norte, es una zona con gran diversidad ecológica y geográfica, rica en flora y fauna. En su recorrido el río Apurímac, que es de sur a norte, a la margen izquierda se identifica las montañas de las provincias de Tayacaja, La Mar y Huanta, con las extensas zonas de: Surcobamba, Huachocolpa, TintayPunco, Chungui, Anco, San Miguel, Santa Rosa y Ayna; en cambio, por la margen derecha, en la provincia de La Convención se encuentra extensiones de tierra fértil, entre otras se menciona a: Pampaconas, Chirumpiari, Atumpampa, Osambre, Kimbiri, Sampantuari, Omayá, Pichari, Otari y Quisto.

El río Apurímac es la línea divisora entre los departamentos Ayacucho y Cusco. El desarrollo del valle, se mide desde las diferentes etapas de producción, que tradicionalmente ha pasado, desde las décadas de 1950 y 1960, con la mayor actividad a la extracción del cube o barbasco; en los periodos de 1960 y 1970, correspondiente al cultivo del café; en la década entre 1970 y 1980, al cultivo del cacao y a partir de 1985, al cultivo de la coca.



Ayacucho y Cusco unidos por un puente, pero separados por el río Apurímac

El objetivo general es conocer las características atmosféricas del VRA, con la finalidad de identificar los diferentes tipos de clima existentes y apoyar la propuesta de Zonificación Ecológica Económica a nivel mesozonificación.

La metodología de trabajo consistió en determinar los promedios y valores extremos de la precipitación y temperatura, los mismos que sirvieron para determinar la evapotranspiración potencial, índices de humedad, índices de temperatura y luego identificar las características de los diferentes tipos de clima. Para ello se han utilizado ecuaciones estadísticas, ecuaciones

de Thornthwaite, técnica de trazado de isolíneas, Sistema de Información Geográfica (SIG) y Percepción Remota, que permitieron la interpretación visual de las imágenes de satélite. Asimismo, se tomaron como apoyo la información generada en los mapas fisiográficos y las referencias bibliográficas consultadas de instituciones como SENAMHI, IIAP y ONERN; en base a esta información se generó el mapa climático preliminar. Con este insumo genérico se establecieron ocho centros logísticos o zonas de muestreo que a partir de los cuales se realizaron las diferentes actividades; estos sectores de gran importancia fueron: Zona 1 (Huancacalle-Lucma); Zona 2 (Pampas); Zona 3 (Surcobamba); Zona 4 (Huanta); Zona 5 (San Miguel); Zona 6 (San Antonio); Zona 7 (Kimbiri) y Zona 8 (Pichari). En estas zonas, se logró identificar la mayoría de las unidades climáticas y coleccionar información cualitativa de los pobladores referente a las características de las lluvias, períodos lluviosos, períodos secos, meses de mayor temperatura y meses de menor temperatura entre otros datos que fueron importantes para el propósito de la ZEE.

De acuerdo a estas características, el análisis generó la representatividad de tres (3) unidades relevantes identificadas como: la Cordillera Oriental (provincias de Tayacaja, Huanta y La Mar), Cordillera Subandina (provincia La Convención) y el Llano Amazónico (riberas del río Apurímac); existiendo en la primera los Valles Interandinos. Los resultados climatológicos para el VRA, se refiere a las isoyetas, isotermas, déficit y exceso de agua y los tipos de clima, los mismos que se describen a continuación.

La isoyeta de 2 000 mm, núcleo de mayor precipitación, se ubica al norte del río Apurímac en la confluencia con el río Mantaro (inicio del río Ene), abarcando el llano amazónico de los distritos de Llochegua, Sivia, Ayna, Santa Rosa, Pichari y Kimbiri; las isoyetas correspondiente a 1 500 y 1 000 mm se ubican en las zonas bajas e intermedias de la provincia de Huanta, La Mar y La Convención; en cambio la isoyeta de menor precipitación, 500 mm, se ubica en la región de la Cordillera Oriental (provincia de Tayacaja), zonas más altas de la provincia de Huanta, La Mar y la región Subandina (provincia La Convención), (Mapa 1).

La isoterma de 24°C, núcleo de mayor temperatura, se ubica al norte del río Apurímac abarcando las zonas ribereñas de la margen derecha e izquierda, en el llano amazónico de los distritos de Llochegua, Sivia, Ayna, Santa Rosa, Pichari y Kimbiri; las isotermas de 20 y 16°C abarcan las zonas bajas y medias de las provincias de Huanta, La Mar y La Convención; mientras que la isoterma de 12°C se ubica en las zonas altas de la Cordillera Oriental y región Subandina; en cambio la isoterma de 08°C se ubica en la zona de la región Subandina (conocida como la Cordillera Vilcabamba Sur). Estas isotermas, indican que la mayor temperatura ocurre a menor altitud y la menor temperatura a mayor altitud (Mapa 2).

En cuanto al exceso y déficit de agua anual para el VRA, se identifica dos zonas pequeñas con exceso de agua ubicadas en sobre el llano amazónico al norte del Río Apurímac y la cordillera Subandina (Cordillera de Vilcabamba Sur); la zona de la Cordillera Oriental (provincia de Tayacaja) y zonas altas y medias de las provincias de Huanta y La Mar tienen déficit de agua (Mapa 3).

Asimismo para el área del VRA se identificaron ocho diferentes tipos de climas; que de acuerdo a la clasificación climática de Thornthwaite por la humedad son: moderadamente húmedo, ligeramente húmedo, semihúmedo, semiseco y seco, y de acuerdo a la temperatura son: cálido, semicálido, templado cálido, templado frío, semifrío, frío moderado y frígido de tundra (Mapa 4).

I. OBJETIVOS

1.1. Objetivo general

El presente estudio tiene como objetivo general conocer el clima del área del VRA, como región central del territorio peruano, con la finalidad de identificar y conocer las unidades climáticas ó tipos de clima existentes.

1.2. Objetivos específicos

- Determinar la variación de la precipitación
- Determinar la variación de la temperatura
- Determinar la variación de la humedad relativa
- Determinar la evapotranspiración potencial
- Determinar el balance hídrico
- Determinar los tipos de clima

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Materiales

2.1.1. Información geográfica

El área de estudio corresponde al VRA, abarcando las cuencas hidrográficas del Pampas, Mantaro y Apurímac, afluentes del río Amazonas, dentro del territorio peruano, la misma que se encuentra localizada entre las coordenadas UTM: x485000 - x755000 , y8675000 - y8510000 (73° 20'00" y 74° 05'00" Longitud Oeste; 12° 30'00" y 13° 30'00" Latitud Sur).

2.1.2. Información del área de estudio

El Valle del Apurímac (VRA) se encuentra ubicado en los pisos ecológicos de selva baja, selva alta y sobre las estribaciones orientales de la Cordillera de los Andes, entre la Cordillera Oriental y la Cordillera Central. Geográficamente se localiza en el sector suroriental del Perú, entre los departamentos de: Cusco (margen derecha del río Apurímac en la provincia de La Convención), Ayacucho (margen izquierda del río Apurímac en las provincias de La Mar y Huanta) y Huancavelica (en la provincia de Tayacaja); tiene un suelo cuyo relieve es accidentado observándose cordilleras elevadas, valles interandinos y selva amazónica con altitudes variables desde los 494 msnm (Puerto Ene) hasta 4 200 msnm (Abra Chungui). El valle está constituido por una franja territorial que se extiende, desde la confluencia del río Pampas con el río Apurímac hasta la confluencia con el río Mantaro, esta zona se caracteriza por presentar gran diversidad ecológica, geográfica y rica en flora y fauna. En su recorrido el río Apurímac, que es de sur a norte, se caracteriza por presentar a la margen izquierda, las montañas de las provincias de Tayacaja, La Mar y Huanta, con las extensas zonas de: Surcopampa, Huachocolpa, TintayPunco, Chungui, Anco, San Miguel, Santa Rosa, Ayna, Chungui y Vizcatan; en cambio por la margen derecha, en la provincia de La Convención, se encuentra extensiones de tierra fértil, entre otras se menciona a: Pampaconas, Chirumpiari, Atumpampa, Osambre, Kimbiri, Sampantuari, Omayá, Pichari, Otari y Quisto. El VRA también

está identificado por las cuencas hidrográficas del río Pampas, Mantaro y del mismo río Apurímac afluente del río Amazonas, dentro del territorio peruano. (<http://www.monografias.com/trabajos74/valle-rio-apurimac-ene>).

El tiempo y clima del VRA perteneciente a la región tropical está determinado por cuatro grandes sistemas de la circulación general de la atmósfera. Uno, es la zona de convergencia intertropical (ZCIT) ubicada entre 20°00'00" y 20°00'00" grados de latitud Norte y Sur, influenciado en Verano y Primavera, a consecuencia de los vientos Alisios; otro sistema, es la zona de convergencia del Océano Atlántico Sur, ubicada al Sur de Brasil y Norte de Uruguay, Paraguay y Bolivia, influenciando en Otoño e Invierno (Barry, 1972); otros sistemas son, la baja presión Amazónica y la alta presión de Bolivia (Manrique, 1991), influenciando durante el año.

El VRA, por su heterogénea fisiografía en cuanto a su relieve y altitud, se caracteriza por presentar su climatología muy variable. El clima en la Cordillera Oriental varía desde húmedo y templado frío en las partes altas de la cordillera (zona transicional de Páramo), hasta húmedo y cálido en las partes más bajas; en cambio en la Cordillera Subandina varía desde el muy húmedo y semicálido en las áreas altas de la cordillera, hasta húmedo y cálido en las planicies de los valles de los ríos Apurímac, Pampas y Mantaro.

El SENAMHI (2008) ha determinado clima muy lluvioso y cálido en la provincia de La Convención; clima muy lluvioso y templado en la localidad de Pampas, capital de la provincia de Tayacaja; clima muy lluvioso y cálido en las localidades de las provincias de Huanta y La Mar. La ciudad de Ayacucho se caracteriza por presentar temperatura máxima de 30°C, con brillo solar permanente y cielo despejado (de octubre a noviembre); en cambio en localidades por encima de 3 000 msnm la temperatura mínima se da entre los meses de abril y noviembre alcanzando valores negativos durante la noche, las lluvias anuales no supera 1 000 mm y los meses más lluviosos son de diciembre a abril.

El IIAP (2006), ha realizado el estudio de la selva baja peruana para las Regiones Norte, Centro y Sur, encontrando diversidad de tipos de climas; también el IIAP (2007) ha realizado el estudio climático de la provincia de Tocache del departamento de San Martín, donde identifica cinco tipos de climas; asimismo el IIAP (2008), ha realizado el estudio climático para la provincia de Satipo donde identifica nueve tipos de climas. Estos estudios fueron realizados de acuerdo a la metodología de la clasificación climática de Thornthwaite (1948).

2.1.3. Información mosaico de imágenes LANSAT-TM5

El mosaico de imágenes satelitales LANSAT-TM5 (infrarrojo medio) proporciona información referente al contenido de humedad de la vegetación y del suelo; también sirve para discriminar entre nieve y nubes. El satélite Landsat –TM5, puesto en órbita el 1° de marzo de 1984 porta el sensor TM (Mapeador Temático) que opera en siete bandas espectrales diferentes. Estas bandas fueron elegidas especialmente para el monitoreo de vegetación a excepción de la banda 7 que se agregó para aplicaciones geológicas. Los satélites Landsat, de mediana resolución, han tomado fotografías satelitales de los continentes y áreas costeras circundantes de la tierra por más de tres décadas, permitiendo el estudio de muchos aspectos de nuestro planeta y la evaluación de los cambios dinámicos causados por procesos naturales y actividades antrópicas. Para el presente estudio se ha utilizado el mosaico a escala 1/300 000 correspondiente al mes de octubre del 2010 y proporcionado por el IIAP.

2.1.4. Información meteorológica

La información meteorológica utilizada en el presente estudio proviene, de las estaciones meteorológicas ubicadas en el área del VRA y de estaciones próximas ubicadas en los departamentos limítrofes, importante para realizar las extrapolaciones y mejorar las interpolaciones de las variables climáticas. En el Anexo 1, se presenta la relación de estaciones meteorológicas (SENAMHI-2000) en el que se identifica su ubicación geográfica (latitud, longitud y altitud) y ubicación política (departamento, provincia y distrito).

2.1.5. Control de calidad y consistencia de datos

La información meteorológica recopilada fue procedente del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), a través de la Dirección General de Información y Estadística, la misma que fue considerada de calidad y de consistencia aceptable.

2.2. Métodos

El estudio fue realizado en tres fases sucesivas: preliminar de gabinete, de campo y final de gabinete, las cuales se describen brevemente a continuación:

2.2.1. Fase de precampo

En la fase de precampo, se realizó labores de recopilación, análisis y evaluación de la información meteorológica existente y se consultó los estudios climáticos realizados para la región y otros. También en esta etapa se da inicio al trabajo con la incorporación de la información obtenida en la imagen satelital del área en estudio, facilitada por el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), con el propósito de conseguir un material cartográfico, que además de la cobertura boscosa, contenga el relieve, las curvas a nivel, la simbología de estaciones meteorológicas y, en lo posible, con la toponimia de los principales poblados y ríos, necesario para tener el mapa base preliminar a escala: 1/300 000 (IIAP-2010).

La ONERN (1980), entre los estudios realizados tiene sobre el Inventario, Evaluación e Integración de los Recursos Naturales de las diversas zonas de la selva realizados donde hace referencia también de las características climatológicas de algunos sectores de la selva peruana tanto para la región norte, centro y sur; encontrando que la temperatura media mensual del aire es de 26 a 28°C en la selva norte y central y de 24 a 26°C en la selva sur (siendo más caluroso en primavera y más frío en invierno). También determinaron la presencia de diversidad de climas, caracterizado en su mayoría por zonas lluviosas y cálidas.

El SENAMHI (2000), publicó los mapas climáticos departamentales del Perú a escala 1:350 000 con su respectiva memoria explicativa, encontrando diversidad de climas y codificados de acuerdo a la clasificación climática de Thornthwaite. También publicó la Guía Climática Turística para los veinticuatro departamentos identificando su geografía, tiempo y clima, clasificación climática y atractivos turísticos; caracterizada desde las zonas más gélidas y glaciares hasta las zonas más lluviosas y cálidas. Para el departamento de Ayacucho en las provincias de Huanta y La Mar determinó clima muy lluvioso, cálido y templado, con alta humedad relativa, variando entre 85 y 100%, abundante precipitación durante todo el año a consecuencia de las masas de aire procedentes del este o del noreste; en los meses de invierno ocurre precipitaciones del tipo de nieve; la temperatura máxima ocurre de octubre a

noviembre, llegando hasta 30°C. Para el Cusco, en la provincia de La Convención determinó clima muy lluvioso y templado, con humedad relativa variable entre 85 y 100%, abundante lluvia en el año, siendo más intensas en los meses de noviembre a marzo. Otra característica de estas provincias del VRA es el exceso de humedad y precipitaciones, que dan lugar a escorrentía durante los meses de enero a marzo, incrementando el caudal de los riachuelos y ríos de regímenes continuos, afluentes del Apurímac y este a su vez de río Amazonas, el más caudaloso del mundo. De esta manera, la escorrentía hídrica constituye el principal factor para el potencial desarrollo de la actividad agropecuaria de la zona. (SENAMHI, 2008).

El IIAP (2006), ha realizado el estudio climático de la selva baja peruana para las regiones norte, centro y sur, encontrando diversidad de características climáticas y diferentes tipos de clima codificados siguiendo la metodología de Thornthwaite. El IIAP (2007), ha realizado el estudio climático de la provincia de Tocache del departamento de San Martín, donde identifica cinco tipos de climas de acuerdo a la clasificación de Thornthwaite. El IIAP (2008), ha realizado el estudio climático de la provincia de Satipo del departamento de Junín, donde identifica nueve tipos de climas de acuerdo a la clasificación de Thornthwaite.

2.2.2. Fase de campo

La segunda fase, identificada como trabajo de campo, se hizo mediante el reconocimiento del área en estudio con el propósito de identificar estaciones meteorológicas que proporcionarían la información de las variables climatológicas del área del VRA y áreas próximas. Así, mismo se obtuvo información del relieve y vegetación de la zona para relacionar luego con la zonificación climática de la región. También se hizo entrevista a los pobladores de las diferentes zonas visitadas con la finalidad de obtener información sobre el estado del clima de años anteriores. Para esta fase, se utilizó el mapa de centros poblados del VRA a escala: 1/300 000 (IIAP-2010), considerado como la representatividad del área de estudio.

El trabajo se realizó considerando ocho (08) centros logísticos o zonas de muestreo a partir de los cuales se realizaron las diferentes actividades; estos sectores fueron: Zona 1 (Huancacalle-Lucma); Zona 2 (Pampas); Zona 3 (Surcobamba); Zona 4 (Huanta); Zona 5 (San Miguel); Zona 6 (San Antonio); Zona 7 (Kimbiri) y Zona 8 (Pichari). Las mismas que incluyen las provincias de: La Convención (Cusco), La Mar y Huanta (Ayacucho) y Tayacaja (Huancavelica). Estas rutas, se llevaron a cabo por vía terrestre y fluvial utilizando movilidad particular. Los desplazamientos, en orden cronológico se detallan a continuación:

1. Primera zona, con sede central en Huancacalle, área de Lucma.
 - a) Ruta de Huancacalle (2 863 msnm) a Pampaconas (3 465 msnm), pasando por Pucyura, Vilcabamba, Ccollpa y Chalcha. El tiempo bueno; por la mañana despejado y cielo nublado parcial por la tarde, con neblina y nubes bajas en las partes más altas. Vegetación poca, áreas de cultivo papa y maíz; arbustos, eucaliptos. Las lluvias ocurren mayormente en los meses de diciembre, enero, febrero, marzo y abril; la temperatura más alta (durante el día) y más baja (durante la noche) se da en los meses de junio, julio y agosto. Presenta clima frío y seco.
 - b) Ruta de Huancacalle (2 863 msnm) a Yanahuanca (4 022 msnm), pasando por Pucyura, Curcuchaca, CCayara, Abra Chucuito, Chilligua, Challpihuayco y el Abra Abruta (4 492 msnm), presencia del nevado Azul cocha. El tiempo bueno; vegetación poca: Cultivo papa y maíz; otros, arbustos, eucaliptos, saúco, aliso, ichu, Puya de Raymondi. Las lluvias ocurren mayormente en los meses de diciembre a abril; la

temperatura más alta (durante el día) y más baja (durante la noche) se da en los meses de junio, julio y agosto. Es un área con clima frío y seco.

c) Ruta de Huancacalle (2 863 msnm) a Paltaybamba (1 560 msnm), pasando por Pucyura, Lucma, Yupanca, Tarqui, Oyara. El tiempo bueno, fue desmejorando a las diez de la mañana para registrar un friaje por dos horas. Vegetación poca. Cultivo maíz, café, plátano caña de azúcar, granadilla, paca; otros, arbustos. Las lluvias ocurren mayormente en los meses de, diciembre a abril; la temperatura más alta (durante el día) y más baja (durante la noche) se da en los meses de mayo, junio y julio. Viento fuerte en agosto. Es un área con clima semicálido a cálido.

2. Segunda zona, con sede central en Pampas.

a) Ruta de Pampas (3 284 msnm) a Huaribamba, Pazos (3 805 msnm) y Ñahuinpuquio. El tiempo bueno por la mañana y lluvia fuerte con tormenta y granizada por la tarde. Vegetación escasa; áreas de cultivo papas, solamente regadas mediante la época de lluvias (cultivos de secano). Existe déficit de agua. De la entrevista a los pobladores, indicaron que el periodo seco se da en los meses de, julio y agosto; vientos fuertes en agosto, diciembre y enero y, los meses más lluviosos son: enero, febrero y marzo. Es un área de clima frío y seco.

b) Ruta de Pampas (3 284 msnm) a Colcabamba (2 972 msnm), pasando por Daniel Hernández, Pampa Blanca, San Francisco de Checche, Matachocco, Carpapata, Huarayoc, Chuquimarca entre otros. El tiempo bueno. Vegetación poca; áreas de cultivo, con papa; presencia de arbustos. Las lluvias, ocurre mayormente en los meses de diciembre, enero, febrero, marzo y abril; la temperatura más alta (durante el día) y más baja (durante la noche) se da en los meses de junio, julio y agosto. Es un área, con clima frío y seco.

c) Ruta de Pampas (3 284 msnm) a Acraquia (3 262 msnm), pasando por Aguaycha (3 274 msnm). El tiempo bueno. Vegetación poca; cultivo pasto y principalmente alfalfa, alimento para ganado vacuno y otros; arbustos, bastante eucaliptos. Las lluvias, mayormente son en los meses de diciembre a abril; la temperatura más alta (durante el día) y más baja (durante la noche) se da en los meses de junio, julio y agosto; fuertes vientos en agosto. Se identificó una estación meteorológica de categoría CO, del SENAMHI. Es un área, con clima de semifrío y seco.

d) Ruta de Pampas (3 284 msnm) a Salcabamba (3 120 msnm), pasando por Pampa Blanca, Colpa, Los Angeles (2 760 msnm), Rosas Pampa, Muyapata (2 956 msnm), Patay, Quishuar, Cayma (3 031 msnm). El tiempo bueno, cielo nublado parcial con nubes media. Vegetación, poca; cultivo, papa; otros, arbustos. Algunos pobladores nos informaron que las lluvias ocurre mayormente en los meses de, enero, febrero y marzo, pero existe déficit de agua; la temperatura más alta (durante el día) y más baja (durante la noche) se da en los meses de agosto y setiembre; viento fuerte en agosto. Es un área, con clima frío y seco.

3. Tercera zona, con sede central en Surcobamba.

a) Ruta de Surcobamba (2 600 msnm) a San Antonio (2 360 msnm), esta ruta se hizo durante el traslado desde Salcabamba, pasando por San Antonio (muy cerca al puente del río Mantaro), llegando a Surcobamba. El tiempo bueno, cielo despejado. Vegetación tipo desértica. Los trabajadores, de mantenimiento de carretera, informaron que las lluvias son muy escasas y lo poco que ocurre es en los meses de: enero a marzo, existe déficit de agua; la temperatura más alta (durante el día) y más baja (durante la noche) se da en los meses de julio y agosto; viento fuerte, en agosto. Entre los pocos arbustos existe ofidios. Es un área con clima cálido y seco.

b) Ruta de Surcobamba (2 600 msnm) a Huachocolpa (2 916 msnm), pasando por Tauribamba (2 867 msnm), Huaylacucho (2 778), Santa María (2 588 msnm), Cedro (2

378 msnm). El tiempo bueno, cielo nublado parcial, con nubes medias, en la noche hubo fuerte precipitación acompañada de tormentas eléctricas. El señor alcalde, manifestó que de acuerdo al clima estuvieron cultivando, en el piso altitudinal bajo, frutales y caña de azúcar; en el piso intermedio, frijoles; en el piso alto, papa, maíz y alverja, entre otros. Las lluvias ocurre de: diciembre a marzo; existe déficit de agua; la temperatura más alta (durante el día) y más baja (durante la noche) se da en los meses de julio, agosto y setiembre; viento fuerte, en febrero. Es un área, con clima de frío y seco.

- c) Ruta de Surcobamba (2 600 msnm) a Titay Punco (2 405 msnm), pasando por Ucucharapampa (2 952 msnm) lugar muy significativo ya que existe: primero, una pista de aterrizaje de avionetas y segundo, porque se realizan ferias agropecuarias dominicales, donde participan los pobladores de los distritos de Surcobamba, Huachocolpa y Titay Punco, Vista Alegre (3 144 msnm), Tablahuasi (2 809 msnm), Uchuysihuis (2 746 msnm), Llihuaypampa (2 265 msnm). El tiempo bueno, cielo nublado parcial, con nubes medias. Vegetación, poca; cultivo, papa; arbustos. Algunos pobladores nos informaron que las lluvias ocurre mayormente en los meses de: enero a marzo; existe déficit de agua; la temperatura más alta (durante el día) y más baja (durante la noche) se da en los meses de agosto y setiembre; viento, fuerte en agosto. Es un área, con clima de frío y seco.
- d) Ruta Surcobamba (2 600 msnm) a San Marcos de Rocchac (3 210 msnm), pasando por San Antonio, Manchay (2 132 msnm), Matibamba (2 140 msnm), Acobamba (2 450 msnm), El tiempo, bueno, cielo nublado parcial, con nubes medias, durante el día; en la noche, lluvia moderada. Vegetación, poca; cultivo, papa en las alturas, en los valles mango, palta, zapallo; otros, arbustos. Los pobladores, nos informaron que las lluvias ocurre mayormente en los meses de, diciembre a abril, existe déficit de agua; la temperatura más alta (durante el día) y más baja (durante la noche) se da en los meses de agosto y setiembre; viento, fuerte en agosto. Es un área, con clima de frígido en la sierra, cálido y seco en el valle.

4. Cuarta zona, con sede central en Huanta.

- a) Ruta de Huanta (2 600) a Santillana (3 260 msnm), pasando por Toccas Quejera (3 962 msnm), Marccaraccay (3 595 msnm), Masingan (3 533 msnm) y Vista Alegre (3 680 msnm). El tiempo bueno en la mañana, por la tarde fuerte lluvia con tormentas eléctricas. Vegetación nula. Los pobladores informaron que las lluvias son muy escasas y lo poco que ocurre es en los meses de, diciembre a marzo; existe déficit de agua; la temperatura más alta (durante el día) y más baja (durante la noche) se da en los meses de julio y agosto. Sus cultivos son papa, alverjas, habas y otros; sus animales, ovino. Es un área con clima semifrígido y seco.
- b) Ruta de Huanta (2 600 msnm) a Hayahuanco (frente a Cobriza, que de este lugar no se pudo realizar su visita por motivo de derrumbe de materiales en la carretera, imposibilitando el pase de los vehículos). Es un área, con clima frígido y seco.

5. Quinta zona, con sede central en San Miguel.

- a) Ruta de San Miguel (2 678 msnm) a Tambo (3 228 msnm), llegando a Carhuapampa (3 353 msnm), Osno (3 279 msnm), Ajo (3 138 msnm). El tiempo bueno. Vegetación poca, áreas de cultivo papa y maíz; cebada, trigo, alverja; otros, arbustos y eucaliptos. Las lluvias ocurren mayormente en los meses de diciembre a abril; la temperatura más alta (durante el día) y más baja (durante la noche) se da en los meses de junio a agosto. Es un área con clima frígido y seco.
- b) Ruta de San Miguel (2 678 msnm) a Chungui (3 510 msnm), pasando por, Ninabamba, Chago, Anco (3 615 msnm), Abra Tocto Pacssa (4 000), Huaccra (3 850 msnm), Abra Chungui (4 200 msnm), Angea (3 656). El tiempo malo, todo el día cielo cubierto, con lluvia ligera y granizada, presencia de nieblas y neblinas; vegetación y cultivo nulo. Las

lluvias ocurren mayormente en los meses de diciembre a abril; la temperatura más alta (durante el día) y más baja (durante la noche) se da en los meses de junio, julio y agosto. Es un área con clima frío y muy húmedo.

- c) Ruta de San Miguel – Chungui - San Antonio (Selva). El tiempo continuó malo, durante todo el día, con lluvia moderada y presencia de nieblas y neblinas. Es un área con clima frío y muy húmedo.

6. Sexta zona, con sede central en San Antonio (Selva) - Anco.

- a) Ruta de San Antonio (726 msnm) a Leche Mayo (776 msnm), pasando por Arwimayo, Agua Dulce, Amargura, Porvenir (820 msnm), Nueva Quillabamba (912 msnm), Cuculipampa (1 144 msnm), Villa Vista (1 445 msnm) y Malvinas (1 706 msnm). El tiempo bueno; por la mañana despejado y cielo nublado parcial por la tarde. Vegetación poca; cultivo cacao, café, plátano, coca. Las lluvias ocurre mayormente entre los meses de diciembre a marzo; la temperatura más alta (durante el día) y más baja (durante la noche) se da en los meses de julio y agosto. Es un área con tipo de clima cálido.
- b) Ruta de San Antonio (726 msnm) a Palmapampa (760 msnm), pasando por San Martín, Puerto Asunción, Monterrico. El tiempo bueno, en la noche lluvia moderada. Cultivo, cacao, café, coca y plátano. Las lluvias ocurre mayormente entre los meses de diciembre a marzo; la temperatura más alta (durante el día) y más baja (durante la noche) se da en los meses de julio y agosto. Es un área con tipo de clima cálido.

7. Séptima zona, con sede central en Kimbiri.

- a) Ruta de Kimbiri (624 msnm) a Santa Rosa (760 msnm), pasando por Luisiana, San Francisco. El tiempo bueno; en la tarde y noche lluvia fuerte con tormenta eléctrica. Cultivo, cacao, café, coca y plátano. Los pobladores informaron que las lluvias ocurre mayormente entre los meses de diciembre a marzo; la temperatura más alta (durante el día) y más baja (durante la noche) se da en los meses de julio y agosto. Es un área con tipo de clima cálido.
- b) Ruta de Kimbiri (624 msnm) a Villa Virgen (744 msnm), pasando por Sirenachayo (650 msnm), Chiquimbiri (687 msnm), San Carlos (709 msnm), Pueblo Libre (736 msnm). La carretera, en mal estado con derrumbe, continuamos por la carretera alterna de mucha pendiente y una sola vía. El tiempo bueno; en la mañana cubierto alto y a partir de medio día despejado. Cultivo, cacao, café, coca y plátano. Las lluvias ocurre mayormente entre los meses de diciembre a marzo; la temperatura más alta (durante el día) y más baja (durante la noche) se da en los meses de julio y agosto. Es un área con tipo de clima cálido.
- c) Ruta de Kimbiri (624 msnm) a Cielo Punco (2 180 msnm). La carretera en mal estado con derrumbe, retornamos, no hubo otro acceso. El tiempo malo, cielo cubierto con lluvia ligera y moderada. Cultivo cacao, café, coca y plátano. Las lluvias ocurre mayormente entre los meses de diciembre a marzo; la temperatura más alta (durante el día) y más baja (durante la noche) se da en los meses de julio y agosto. En la cima, límite de cuenca, el clima es semifrío y húmedo.
- d) Ruta de Kimbiri (624 msnm) a Puerto Ene (494 msnm). Pasando por Pichari (620 msnm). El tiempo malo, cielo cubierto con nubes bajas y lluvia moderada. Cultivo, cacao, café, coca y plátano. Las lluvias ocurre mayormente entre los meses de diciembre a marzo; la temperatura más alta (durante el día) y más baja (durante la noche) se da en los meses de julio y agosto. El clima en el área es cálido.
- e) Ruta de Kimbiri (624 msnm) a Llochegua (539 msnm). Pasando por, Puerto Amargura (535 msnm), Mayapo (536 msnm), y Conayre (539) que es el poblado ubicado en la ribera del río Mantaro. El tiempo bueno con cielo despejado. Cultivo, cacao, café, coca y plátano. Las lluvias ocurre mayormente entre los meses de diciembre a marzo; la

temperatura más alta (durante el día) y más baja (durante la noche) se da en los meses de julio y agosto. El clima es cálido. En la parte de mayor elevación, Periavente Alta (614 msnm) y Nuevo Amanecer (829 msnm), se nota el cambio de clima y vegetación (clima semicálido).

8. Octava zona, con sede central en Pichari.

- a) Ruta de Pichari (620 msnm) a Sivia (566 msnm), por la parte baja. El tiempo bueno. Cultivo cacao, café, coca y plátano. Los pobladores informaron que las lluvias ocurre mayormente entre los meses de diciembre a marzo; la temperatura más alta (durante el día) y más baja (durante la noche) se da en los meses de julio y agosto. Es un área con tipo de clima cálido.
- b) Ruta de Pichari (620 msnm) a Sivia (566 msnm), por la parte alta, llegando a Guayaquil (1 230 msnm). El tiempo bueno. Cultivo, café, coca y Pacae. Las lluvias ocurre mayormente entre los meses de noviembre a abril; la temperatura más alta (durante el día) y más baja (durante la noche – los pobladores usan frazadas) se da en los meses de junio, julio y agosto. Es un área con clima semicálido.
- c) Ruta de Pichari (620 msnm) a Vilcabamba (Cuenca San Miguel – Kiteni). Pasando por Cielo Punco (2 323 msnm), Quepassiato (683 msnm), Kiteni (609 msnm). El tiempo bueno en la mañana, por la tarde cielo cubierto con lluvia y tormenta al Sur Este de Cielo Punco, durante toda la noche fuerte lluvia asociada con tormenta eléctrica. La cuenca de San Miguel, representativa por Selva Alegre (684 msnm), Yuveni, Chuhankir, sus cultivos que predomina son frutales, entre ellos: papaya, sandilla y plátano. Las lluvias ocurre mayormente entre los meses de noviembre a abril; la temperatura más alta (durante el día) y más baja (durante la noche) se da en los meses de julio, agosto y setiembre. Es un área con clima cálido en la parte baja y frío en la parte alta.

El clima en el VRA, varía de húmedo y cálido en las áreas bajas de la cuenca, semi húmedo y semi-cálido en las áreas del sector central de la cuenca, hasta climas secos y templado frío en las montañas.

2.2.3. Fase de post- campo

En la fase post-campo se realizó la concentración de los datos meteorológicos proporcionados por el SENAMHI, la información recopilada a través de la bibliografía consultada y de las entrevistas a los pobladores de las diferentes zonas visitadas, realizadas en la fase de campo.

2.2.3.1. Procesamiento de los datos

2.2.3.1.1. Determinar promedios

El promedio ó media aritmética de una variable, se define como la suma de todos los valores observados y dividido por el número total de observaciones (MURRAY-1991).

$$\text{Media Aritmética} = \frac{\text{Suma de todos los valores observados}}{\text{Número total de observaciones}}$$

Cuando los valores de la variable representan una población, la ecuación se define como:

$$\bar{\mu} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{N} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{N}$$

Con los datos mensuales de las variables de precipitación, temperatura del aire y humedad relativa, se calcularon los promedios, máximos, mínimos y total anual, correspondientes a cada una de las estaciones meteorológicas del VRA y de estaciones próximas.

Los resultados de los valores promedios mensual y anual de la precipitación total anual representativos para estaciones ubicadas en el área de estudio se presenta en el Anexo 2; mientras que los valores promedios mensual y anual de la temperatura se presenta en el Anexo 3; los valores promedios mensual y anual de la humedad relativa se presenta en el Anexo 4.

2.2.3.1.2. Determinar evapotranspiración potencial

La evapotranspiración potencial (ETP) es, definida por Thornthwaite (1948), la cantidad de agua que se evaporaría de la superficie del suelo y la que transpiraría las plantas, si el suelo dispusiera de humedad suficiente. La ETP, considerado entre los procesos físicos del ciclo hidrológico, es un proceso contrario a la precipitación (Barry, 1972) y para su cálculo se considera la temperatura del aire y la latitud del lugar del cual se desea cuantificar. La ETP, constituye un elemento de la característica climática de una zona ó región y su valor es importante para determinar los índices del clima.

Para obtener la evapotranspiración potencial (ETP) mensual y total anual, de una estación meteorológica (mm) se utilizó la formula correspondiente a la ecuación exponencial propuesta por Thornthwaite (1948), que es la siguiente:

$$ETP = 16(10T/I)^a$$

Donde: I = índice de calor anual = a la suma de los 12 valores del índice de calor mensual (i).

Donde: $i=(T/5)^{1,514}$.

Donde: T = temperatura media mensual en °C.

Donde: a = función del índice de calor anual (I), que simplificada equivale a $0,016I+0,5$.

Asimismo, la variación de la reserva (VR), puede ser positiva hasta los 100 mm (máximo) y negativa hasta los -100 mm (mínimo).

Para la reserva (R), se utiliza la ecuación siguiente: $R= (P-ETP)+R_0$. Ya que se considera que un suelo puede almacenar como máximo 100 mm de altura de agua y como mínimo cero.

Para determinar la evapotranspiración actual (ETA), se utiliza la ecuación siguiente: $ETA= R_0+P$. (donde P = precipitación). Como máximo la ETA puede ser igual a la ETP.

Para determinar el déficit de agua (F), se utiliza la ecuación siguiente: $F= ETP- ETA$.

Para determinar el exceso de agua (EX), se utiliza la ecuación siguiente: $EX= P-(ETA+VR)$.

Los resultados de los valores promedios mensual y anual de la evapotranspiración para estaciones ubicadas en el área de estudio se presenta en la Anexo 5.

2.2.3.1.3. Determinar tipos de clima

Para determinar los tipos de clima de un área en estudio se usa los índices propuestos por Thornthwaite (1948), y que son los siguientes:

1. **Índice de humedad (Ih) en %:** Se obtiene a partir de la fórmula:

$$Ih = (100Sa) / Epa \quad (1)$$

Donde: Sa = Exceso anual de agua (mm)
Epa = Evapotranspiración anual (mm)

2. **Índice de aridez (Ia) en %:** Para obtener este valor se emplea la siguiente fórmula:

$$Ia = (100da) / Epa \quad (2)$$

Donde: da = Déficit anual de agua (mm)

3. **Índice pluvial o hídrico (Im) en %:** Sustituyendo las dos ecuaciones anteriores (1 y 2) en la siguiente ecuación:

$$Im = \frac{100Sa - 60 da}{Epa}$$

Resulta que Im, se obtiene de la ecuación siguiente: $Im = Ih - 0.6 Ia$

Nota. Se da menor peso al “Ia” debido a que el valor de dicho índice, tiene una influencia menor en la sequedad, puesto que en ocasiones existe una falta de agua de lluvia, pero sin embargo, la planta sigue viviendo merced a que la humedad del suelo, no ha llegado al valor de su índice de marchitez.

4. **Concentración térmica en verano (S) en %:** Se aplica la fórmula siguiente:

$$S = \frac{100 * EPn}{Epa}$$

Donde: EPn = Suma de los “EP” de los tres meses consecutivos con temperatura media más alta.

5. **Fórmula del clima:** Con los valores de los índices anteriores se procede a determinar la fórmula del clima, para lo cual cada uno de los índices definidos, se divide en grupos, a los que el autor (Thornthwaite), denomina provincias, a saber:

a. Provincias de humedad

Los l3mites de separaci3n entre los tipos h3dricos est1n determinados por los valores del 3ndice h3drico 3 pluvi3l (Im) y se designan con las letras may3sculas sin acentuar:

TABLA a. 3ndice h3drico 3 pluvi3l (Im) en porcentaje y tipo de clima

| Tipo H3drico | 3ndice pluvi3l (Im) (%) | Descripci3n De clima |
|--------------|-------------------------|----------------------|
| A | > a 100 | S3per h3medo |
| B4 | 80 a 100 | Muy h3medo |
| B3 | 60 a 80 | H3medo |
| B2 | 40 a 60 | Moderadamente H3medo |
| B1 | 20 a 40 | Ligeramente H3medo |
| C2 | 0 a 20 | Semi-h3medo |
| C1 | -20 a 0 | Semi-seco |
| D | -40 a -20 | Seco |
| E | -60 a -40 | 1rido |

Estas provincias de humedad se subdividen atendiendo el r3gimen pluviom3trico anual, mediante la determinaci3n de la falta o exceso de agua.

Los subtipos de humedad se designan por letras min3sculas sin acentuar y su significado es el siguiente:

TABLA b. 3ndice de aridez (Ia) en porcentaje y clima h3medo

| Sub-tipo de Humedad | 3ndice de aridez (Ia) (%) | Descripci3n de clima h3medo (por falta de agua) |
|---------------------|---------------------------|---|
| R | 0 a 16,7 | D3ficit peque1o o ninguno |
| s | 16,7 a 33,3 | D3ficit moderado en verano |
| W | 16,7 a 33,3 | D3ficit moderado en invierno |
| s2 | > 33,3 | D3ficit grande en verano |
| s2 | > 33,3 | D3ficit grande en invierno |

TABLA c. 3ndice de humedad (Ih) en porcentaje y clima seco

| Sub-tipo de sequedad | 3ndice de humedad (Ih) (%) | Descripci3n de clima seco (por exceso de agua) |
|----------------------|----------------------------|--|
| D | 0 a 100 | Poco o ning3n exceso |
| S | 10 a 20 | Exceso moderado en verano |
| W | 10 a 20 | Exceso moderado en invierno |
| s2 | > a 20 | Exceso grande en verano |
| w2 | > a 20 | Exceso grande en invierno |

b. Provincias térmicas

Como parámetro para la clasificación térmica se usa la evapotranspiración potencial, que no es un índice hidrológico sino una función de la temperatura media mensual del aire. Los límites entre los tipos térmicos se designan con letras mayúsculas acentuadas y son:

TABLA d. Evapotranspiración anual (Epa) en milímetros y tipo de clima

| Tipo térmico | Evapotranspiración potencial (Epa) (%) | Descripción de Clima |
|--------------|--|----------------------|
| A' | > a 114 | Cálido |
| B'4 | 99,7 a 114 | Semicálido |
| B'3 | 85,5 a 99,7 | Templado cálido |
| B'2 | 71,2 a 85,5 | Templado frío |
| B'1 | 57,0 a 71,2 | Semi frío |
| C'2 | 42,7 a 57,0 | Frío moderado |
| C'1 | 28,5 a 42,7 | Frío acentuado |
| D' | 14,2 a 28,5 | De tundra |
| E' | < 14,2 | Helado |

Estos tipos climáticos se subdividen en subtipos teniendo en cuenta el régimen térmico anual, según el porcentaje (%) de concentración de calor anual, dentro del periodo de verano.

Estos subtipos térmicos se especifican por medio de letras minúsculas acentuadas y su significado es el siguiente:

TABLA e. Índice térmico y concentración térmica en Verano (S) en porcentaje

| Subtipo térmico | Concentración estival (base % ETP del verano) |
|-----------------|---|
| a' | < 48,0 |
| b'4 | 48,0 a 51,9 |
| b'3 | 51,9 a 56,3 |
| b'2 | 56,3 a 61,6 |
| b'1 | 61,6 a 68,0 |
| c'2 | 68,0 a 76,3 |
| c'1 | 76,3 a 88,0 |
| d' | > 88,0 |

Las letras agrupadas en el orden en que se obtienen, dan lugar a las fórmulas climáticas, que en definitiva nos indican las características de los tipos climáticos.

Para obtener el balance hídrico y los tipos de clima (mediante los diferentes índices), se usa estas ecuaciones propuesta por Thornthwaite (1948).

El balance hídrico, del área del VRA, se obtuvo mediante los valores de los elementos climáticos de precipitación y la evapotranspiración potencial y, considerando que el suelo almacena hasta 100 mm de agua (dependiendo de las características físicas del suelo). La finalidad, es conocer la necesidad de agua de la zona y relacionar con las tres condiciones existentes, y propuesta por Thornthwaite (1948); la primera, cuando la zona es satisfecha por la lluvia; la segunda, cuando hay escasez de lluvia y; la tercera, cuando hay mucha lluvia en la zona, de tal manera que habrán meses con suficiente cantidad de agua y meses con deficiencia de agua y otros meses con exceso de agua; esta información es tan importante para realizar el aporte de agua hacia los suelos con diferentes tipos de cultivos.

Los resultados de los valores promedios anual de los índices de humedad, aridez y pluvial, así como los tipos de clima representativos para estaciones ubicadas en el área de estudio se presenta en el Anexo 6.

2.2.3.1.4. Determinar tipo de gráficos y mapas

Los valores calculados para obtener el promedio y determinar los valores extremos de mínimo y máximo de las variables de precipitación, temperatura y humedad relativa, se representaron en ejes cartesianos versus el tiempo en meses; en el eje Y la variable meteorológica y, en el eje X la variable del tiempo (VALDIVIA, 1985).

Los resultados representativos para las estaciones ubicadas en el área de estudio se presentan en los Gráficos 1, 2 y 3.

Las isoyetas (líneas de igual precipitación) y las isotermas (líneas de igual temperatura) es uno de los métodos para analizar la variación espacial (altitud, latitud y longitud), de la precipitación y temperatura para las áreas determinadas y coordenadas establecidas y mediante el Sistema de Información Geográfica para representar mapas (Rodríguez, 1984).

Las isoyetas, isotermas, mapas de exceso y déficit de agua y mapas de los diferentes tipos de clima fueron representados en la carta del IIAP-2010 a escala 1/300 000 y los resultados representativos para el área de estudio se presentan en los Mapas 1, 2, 3 y 4.

2.2.3.2. Clasificación climática

El estudio del clima para el VRA ha sido desarrollado bajo los criterios del sistema de clasificación climática de Thornthwaite (1948), el cual está generado en las necesidades hidrológicas y agrícolas, antes que en consideraciones puramente climatológicas-meteorológicas. Esta clasificación climática es la más utilizada con respecto a otros sistemas de clasificación climática difundidos en el mundo.

El sistema de clasificación climática de Thornthwaite (1948), establece dos clasificaciones del clima: una, en función de la humedad, y otra, en función de la eficacia térmica; además se basa en dos conceptos; uno, a la evapotranspiración potencial y dos, el balance de vapor de agua. La evapotranspiración potencial (ETP), se determina a partir de la temperatura media mensual corregida según la latitud de la estación meteorológica y la duración del día; el exceso ó déficit de agua, se calcula a partir de la precipitación y la ETP. Para determinar los tipos de climas se requiere los índices de aridez, índice de humedad, índice hídrico y la ETP.

2.1.8. Equipo de gabinete

El equipo de gabinete como tablero de dibujo, juego de rápido Graf, lápiz, borrador, tipos de reglas, calculadora, laptop, impresora y materiales de escritorio fueron utilizados para realizar el procesamiento de la información meteorológica, aplicación de las fórmulas, dibujo de isolíneas, dibujo de mapas, redacción e impresión del informe correspondiente.

III. RESULTADOS

3.1. Análisis de los elementos meteorológicos

3.1.1. Precipitación

3.1.1.1. Análisis temporal de la precipitación

La cantidad de precipitación media mensual y total anual en las diferentes estaciones meteorológicas del área de VRA, es variable.

La mayor cantidad de precipitación total anual ocurre en las estaciones de Pichari (540 msnm) y Teresita (650 msnm) ubicadas en el distrito de Pichari en la provincia de La Convención con 2 184,6 y 2 224,4 mm y la menor cantidad con 452,9 mm en la estación de San Miguel (2 661 msnm) en el distrito de San Miguel en la provincia La Mar (Anexo 2).

La mayor cantidad de precipitación media mensual ocurre entre los meses de octubre a abril (período lluvioso) y la menor cantidad entre los meses de mayo a septiembre (período seco), en todas las estaciones estudiadas. Entre el período lluvioso los meses de mayor precipitación son: enero con 90 mm en la Pampas (3 260 msnm); enero con 94 mm en San Miguel (2 661 msnm); febrero con 130 mm en Acostambo (3 650 msnm); febrero con 120 mm en Salcabamba (2 900 msnm); marzo con 250 mm en Vilcabamba (4 000 msnm) y abril con 375 mm en Pichari (540 msnm). De este análisis, se tiene que la mayor cantidad de precipitación (período lluvioso) ocurre en los meses de Verano (diciembre, enero, febrero y marzo) y las menores cantidades (período seco) ocurre en la estación de Invierno (junio, julio, agosto) (Gráfico 1).

Al analizar la precipitación mensual para las estaciones meteorológicas representativas para el VRA, se observa que el comportamiento es similar en ambas estaciones correspondiendo el tipo monomodal, teniendo las menores cantidades en la estación de Invierno (meses de junio a agosto) y la mayor cantidad en Verano (meses de diciembre a marzo) (Gráfico 1).

3.1.1.2. Análisis espacial de la precipitación: Isoyetas

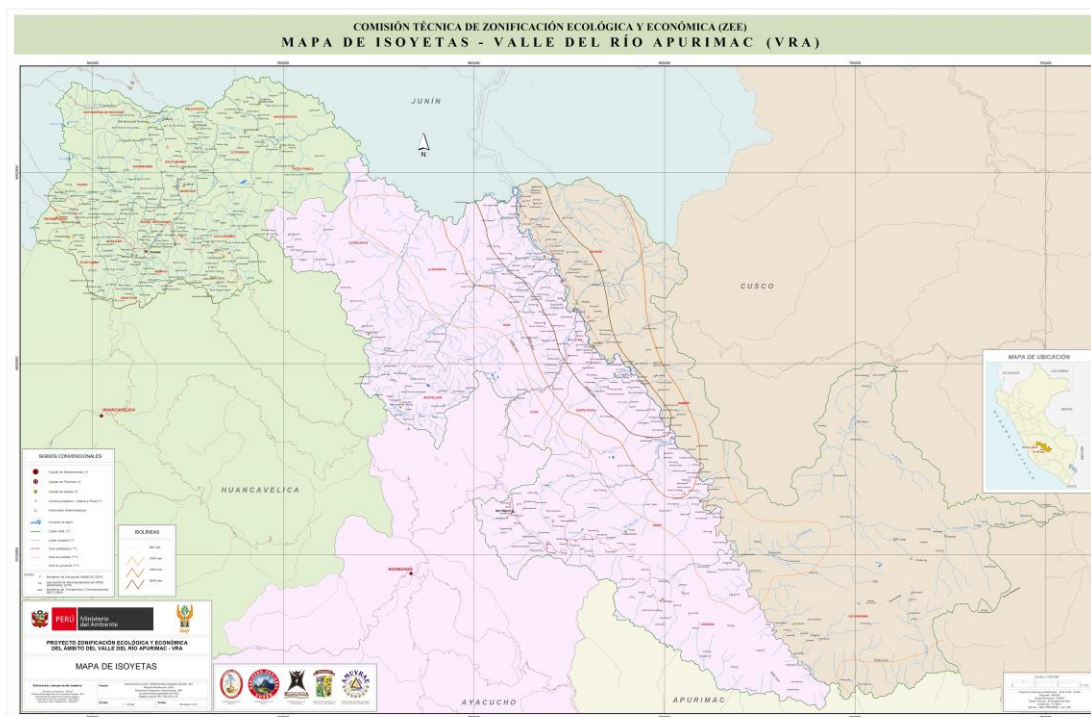
La mayor cantidad de precipitación ocurre en la parte baja de la cuenca del Apurímac y disminuye en la cuenca media y alta, a medida que aumenta la altitud sobre la Cordillera Oriental y Cordillera Subandina.

Del conjunto de isoyetas representadas para el VRA, se tiene un núcleo de alta precipitación (isoyeta de 2 000 mm) que se ubica al norte del Río Apurímac en la confluencia con el Río Mantaro (inicio del Río Ene), abarcando el llano amazónico de los distritos de Llochegua, Sivia, Ayna, Santa Rosa, Pichari y Kimbiri; las isoyetas correspondiente a 1 5000 y 1 000 mm se ubican en las zonas bajas e intermedias de la provincia de Huanta, La Mar y La Convención; en cambio la isoyeta de menor precipitación, 500 mm, se ubica en la región de la Cordillera

Oriental (provincia de Tayacaja), zonas más altas de la provincia de Huanta, La Mar y la región Subandina (provincia La Convención), (Mapa 1).

La diferencia, de la cantidad de lluvia entre las provincias es a consecuencia de la dinámica y circulación de la atmósfera y por efecto local, que permiten la diferente distribución de la humedad atmosférica, condensación, formación, acumulación de nubes y precipitación respectiva debido a su geografía.

Mapa 1. Mapa de isoyetas



3.1.2. Temperatura del aire

3.1.2.1. Análisis temporal de la temperatura

En el área del VRA, la temperatura media mensual y anual es variable registrando valores más altos en las riberas del Río Apurímac y los valores más bajos en la Cordillera Oriental y Cordillera Subandina.

La temperatura promedio anual más alta del VRA es de 25,3 °C y se registra en la estación de Pichari (540 msnm); disminuyendo la temperatura a medida que aumenta de altitud, así en San Miguel con 16,3 °C (2 661 msnm); Salcabamba con 13,2 °C (2 900 msnm); Pampas con 11,0 °C (3 260 msnm) y Vilcabamba con 8,5 °C (4 000 msnm), (Anexo 3).

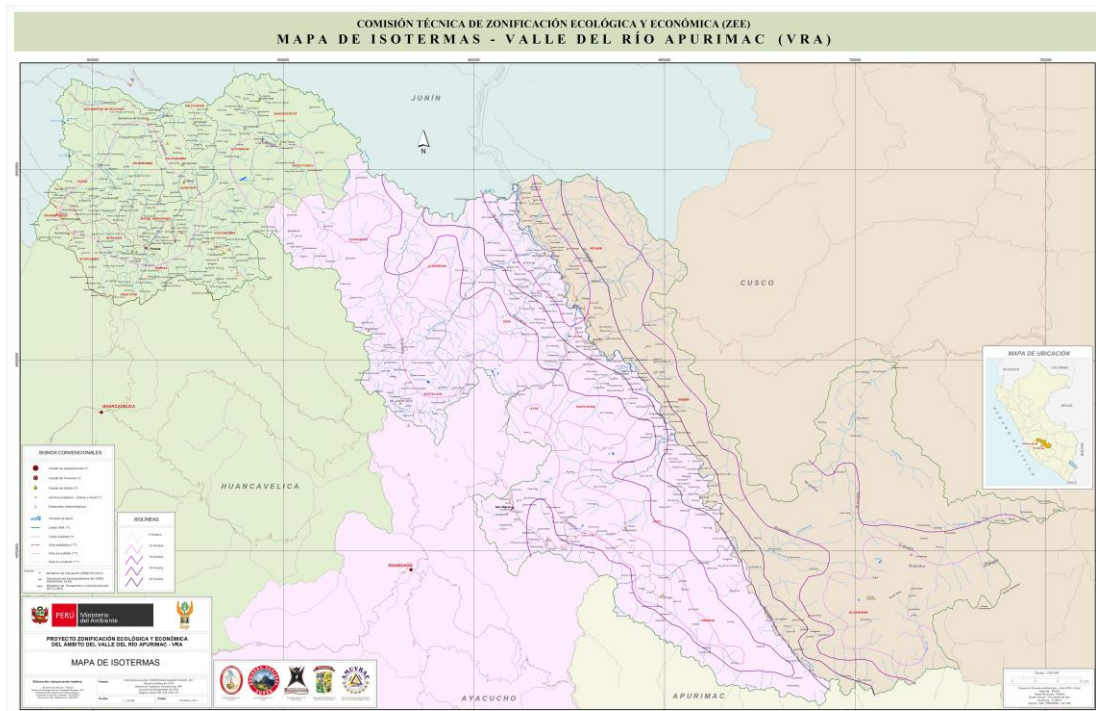
La distribución de la temperatura media mensual de máxima y mínima para las estaciones de Acostambo, Pampas y Salcabamba, presentan variabilidad similar de los gráficos en sus valores, durante los meses del año, manifestando dos periodos marcados: uno, de mayor temperatura comprendido entre los meses de octubre a abril y; otro, de menor temperatura de mayo a septiembre; la máxima temperatura oscila entre 15 y 20 °C y la mínima entre 0,0 y 5,0 °C en Acostambo y Pampas; pero en Salcabamba varía entre 5,0 y 10,0 °C; en San Miguel la temperatura varía entre 5,0 y 25,0 °C, su máximo valor ocurre entre los meses de octubre y

marzo y los valores mínimos de abril a septiembre; en Vilcabamba la temperatura varía entre 2,0 y 14,0 °C, su máximo valor ocurre entre los meses de octubre y marzo y los valores mínimos de abril a septiembre; en Pichari la temperatura varía entre 19,0 y 33,0 °C, su máximo valor ocurre entre los meses de octubre y abril y los valores mínimos de mayo a septiembre. La variación de la temperatura es menor entre los meses más calurosos que son la mayoría de los meses del año (primavera, verano y otoño); en cambio, en los meses más fríos que son la minoría (invierno) la variación de la temperatura es mayor. La temperatura más baja ocurre en los meses de junio, julio y agosto (meses representativos para el invierno del hemisferio Sur); estos meses se caracterizan por presentar el mayor número de días con cielo despejado, alta radiación durante el día y pérdida de la energía térmica durante la noche ocasionando temperaturas mínimas muy bajas, (Gráfico 2).

3.1.2.2. Análisis espacial de la temperatura: Isotermas

Los valores más altos de la temperatura ocurre en el llano amazónico sobre las riberas del Río Apurímac y disminuye a medida que aumenta la altitud hasta observar los valores más bajos sobre la Cordillera Oriental y Cordillera Subandina.

Del conjunto de isothermas representadas para el VRA, se tiene un núcleo de alta temperatura encerrada por la isoterma de 24 °C, que se ubica al norte del río Apurímac abarcando las zonas ribereñas de la margen derecha e izquierda, en el llano amazónico de los distritos de Llochegua, Sivia, Ayna, Santa Rosa, Pichari y Kimbiri; las isothermas de 20 y 16°C abarcan las zonas bajas y medias de las provincias de Huanta, La Mar y La Convención; mientras que la isoterma de 12°C se ubica en las zonas altas de la Cordillera Oriental y región Subandina; en cambio la isoterma de 08°C se ubica en la zona de la región Subandina (conocida como la Cordillera Vilcabamba Sur). Estas isothermas, indican que la mayor temperatura ocurre a menor altitud y la menor temperatura a mayor altitud (Mapa 2).



Mapa 2. Mapa de isothermas

4.1.3. Humedad relativa

En el área del VRA, la humedad relativa media mensual y anual es variable registrando valores más altos en las riberas del Río Apurímac y la Cordillera Subandina y los valores más bajos en la Cordillera Oriental.

La humedad relativa promedio anual más alta del VRA es de 82,1% y se registra en la estación de Pichari (540 msnm); disminuyendo la humedad a medida que aumenta de altitud, así en San Miguel es de 72,3% (2 661 msnm); Salcabamba con 80,1% (2 900 msnm); Pampas con 73,6% (3 200 msnm) y Vilcabamba con 89,0% (4 000 msnm) esta situación se justifica por el enfriamiento y condensación del aire debido a la altitud y a la persistencia de los vientos alisios consecuente de la circulación general de la atmósfera (Anexo 4).

La distribución de la humedad relativa media mensual para las estaciones de Acostambo, Pampas, Salcabamba y San Miguel, presentan variabilidad similar de los gráficos en sus valores durante los meses del año, manifestando dos períodos marcados: uno, de mayor humedad comprendido entre los meses de diciembre a abril y; otro, de menor humedad de mayo a noviembre. Para las estaciones de Pichari y Vilcabamba el comportamiento es similar con la diferencia que en los meses de octubre y diciembre los valores son mayores, (Gráfico 3).

3.2. Análisis de los elementos hídricos

3.2.1. Análisis de la evapotranspiración potencial

En el área del VRA, La cantidad de evapotranspiración potencial (ETP) mensual y anual disminuye a medida que aumenta la altitud.

La ETP media anual varía de 985,4 a 784,7 mm (en estaciones meteorológicas ubicadas entre 2 600 y 4 000 msnm; en cambio en las estaciones de menor altitud ubicadas entre 2 521 y 540 msnm la ETP varía entre 1 063,6 y 1 519,8 mm. Asimismo, los valores mayores ocurren entre los meses de verano y los valores menores durante los meses de invierno (junio, julio, agosto). La máxima ETP anual de 1 519,8 mm ocurre en Pichari (540 msnm) y la mínima de 784,7 mm ocurre en Vilcabamba (4 000 msnm), (Anexo 4).

3.2.2. Análisis del balance hídrico

En cuanto a los índices de la clasificación climática de Thornthwaite, para el área del VRA se tiene que el índice de humedad es muy variable ya que en Pichari y Vilcabamba es de 37,3 % y 58,7 % y 0,0 % en las estaciones de Acostambo, Pampas, Salcabamba y Colcabamba; el índice de aridez también es variable con valor 0,0 % en Pichari y 54,2% en San Miguel; existe déficit de agua en todas las estaciones excepto Pichari y varía entre 44,5 y 534,9 mm; existe exceso de agua en Pichari y Vilcabamba con 567,3 y 460,2 mm, (Anexo 6).

En cuanto al exceso y déficit de agua anual para el VRA, se ha determinado dos áreas pequeñas con exceso de agua; una, ubicada sobre el llano amazónico al norte del Río Apurímac y; otra, en la cordillera Subandina (Cordillera de Vilcabamba Sur). En cambio en la zona de la Cordillera Oriental (provincia de Tayacaja) y zonas altas y medias de las provincias de Huanta y La Mar presentan déficit de agua (Mapa 3).

Asimismo para el área del VRA se identificaron ocho diferentes tipos de climas; que de acuerdo a la clasificación climática de Thornthwaite por la humedad son: moderadamente húmedo, ligeramente húmedo, semihúmedo, semiseco y seco, y de acuerdo a la temperatura son: cálido, semicálido, templado cálido, templado frío, semifrío, frío moderado y frígido de tundra (Mapa 4).

3.3. Análisis de la clasificación climática

3.3.1. Clasificación climática

El clima se define, en meteorología, como las características de la atmósfera en cuanto a las variables de viento, visibilidad, fenómenos, nubes, temperatura, humedad, horas de sol, presión atmosférica, entre otros, de un lugar durante un período largo de tiempo ya sea de 20 ó 30 años. (html.rincondelvago.com/tipos-de-climas.html). En esta oportunidad la clasificación climática para el VRA se refiere a la determinación de las principales características hídricas de la zona, que proporcionan el fundamento y su identificación para la existencia de los diferentes tipos de climas utilizando el método de Thornthwaite (1948), que tiene como resultado final las consideraciones sobre el balance de agua, importante para las actividades agrícolas, pecuarias y otras.

3.3.2. Tipos de climas

Para determinar los tipos de clima, Thornthwaite (1948) formuló los diferentes índices como son: el índice hídrico (Im), como el resultado final de las consideraciones sobre el balance de agua, obteniéndose su valor mediante la diferencia entre el índice de humedad (Ih), el índice de aridez (Ia) y además considerando la evapotranspiración potencial de la zona en estudio (Tablas a, b, c, d, y e).

3.3.3. Tipos de climas en estaciones meteorológicas del VRA

Los tipos de climas para algunas estaciones meteorológicas, con información de temperatura, ubicadas en el área de estudio del VRA se mencionan en el Anexo 6 y se describen a continuación.

Estación de Pichari. Clima (B1 r A' a'), identificado de acuerdo a la humedad como clima ligeramente-húmedo, con índice hídrico de 37,33%, índice de aridez 0,0%, índice de humedad 37,33%, déficit de agua 0,0 mm, exceso de 567,3 mm y evapotranspiración de 1 519,8 durante el año; y, de acuerdo al régimen térmico como clima cálido, con temperatura media anual de 25,3.

Estación de Vilcabamba. Clima (B2 r B'1 a'), identificado de acuerdo a la humedad como clima moderadamente-húmedo, con índice hídrico de 55,25%, índice de humedad 58,65%, índice de aridez 5,67%, déficit de 44,5 mm, exceso de 460,2 mm y evapotranspiración de 784,7 mm durante el año; y, de acuerdo al régimen térmico como clima semi-frío, con temperatura media anual 8,5 °C.

Estación San Miguel. Clima (D d B'2 a'), identificado de acuerdo a la humedad como clima seco, con índice hídrico de -32,50%, índice de humedad 0,0%, índice de aridez 54,16%, déficit de agua 534,9 mm, exceso de agua 0,0 mm, evapotranspiración de 987,7 mm durante el año; y, de acuerdo al régimen térmico como clima templado-frío, con temperatura media anual de 16,3 °C.

Estación de Pampas. Clima (D d B'1 a'), identificado de acuerdo a la humedad como clima seco, con índice hídrico de -21,17%, índice de humedad 0,0%, índice de aridez 35,28%, déficit de agua 291,8 mm, exceso de agua 0,0 mm, evapotranspiración de 827,1 mm durante el año; y, de acuerdo al régimen térmico como clima semi-frío, con temperatura media anual de 11,0 °C.

Estación de Acostambo. Clima (C1 d B'1 a'), identificado de acuerdo a la humedad como clima semi-seco, con índice hídrico de -9,08%, índice de humedad 0,0%, índice de aridez 15,13%, déficit de agua 121,1 mm, exceso de agua 0,0 mm, evapotranspiración de 800,3 mm durante el año; y, de acuerdo al régimen térmico como clima semi-frío, con temperatura media anual de 9,6 °C.

Estación de Colcabamba. Clima (C1 d B'2 a'), identificado de acuerdo a la humedad como clima semi-seco, con índice hídrico de -5,50%, índice de humedad 5,9%, índice de aridez 19,0%, déficit de agua 175,1 mm, exceso de agua 0,0 mm, evapotranspiración de 921,6 mm durante el año; y, de acuerdo al régimen térmico como clima templado frío, con temperatura media anual de 14,2 °C.

Estación de Salcabamba. Clima (C1 d B'1 a'), identificado de acuerdo a la humedad como clima semi-seco, con índice hídrico de -17,49%, índice de humedad 0,0%, índice de aridez 29,15%, déficit de agua 241,6 mm, exceso de agua 0,0 mm, evapotranspiración de 828,8 mm durante el año; y, de acuerdo al régimen térmico como clima semi-frío, con temperatura media anual de 13,2 °C.

3.3.4. Tipos de climas en el área del VRA

Para identificar los diferentes tipos de climas para la zona del VRA se ha tenido en cuenta tres consideraciones: una, los climas determinados para los lugares en los cuales estuvieron instaladas las estaciones meteorológicas; dos, el mapa de climas de la guía climática del Perú editado por (SENAMHI, 2008); tres, las observaciones realizadas en la fase de campo.

En el área del VRA, se identificaron ocho diferentes tipos de climas; que de acuerdo a la clasificación climática de Thornthwaite por la humedad son: moderadamente húmedo, ligeramente húmedo, semihúmedo, semiseco y seco, y de acuerdo a la temperatura son: cálido, semicálido, templado cálido, templado frío, semifrío, frío moderado y frígido de tundra (Mapa 4).

A continuación se detalla los tipos de climas existentes en el área del VRA, los cuales se indican:

1. Clima ligeramente-húmedo y cálido, (B1 r A' a'). Es el área representativa a la estación de Pichari, abarcando la cuenca baja y norte del Río Apurímac en la confluencia con el Río Mantaro (inicio del Río Ene), abarcando el llano amazónico de los distritos de Llochegua, Sivia, Ayna, Santa Rosa, Pichari y Kimbiri. Abarca aproximadamente 19 610 ha, lo que representa el 1,25% del área total.

2. Clima moderadamente-húmedo y semi-frío, (B2 r B'1 a'). Es el área representativa a la estación de Vilcabamba, abarcando únicamente dentro del área del VRA las partes altas de la Cordillera Subandina (zona cercana a la cima de la Cordillera Vilcabamba, con tendencia a

frío moderado). Abarca aproximadamente 170 871 ha, lo que representa el 10,90% del área total

3. Clima seco y templado-frío, (D d B'2 a'). Es el área representativa a la estación de San Miguel haciendo extensivo a la parte media de las cuencas del Pampas y Mantaro y la cuenca baja del Apurímac en la confluencia con el río Pampas. Abarca aproximadamente 581 996 ha, lo que representa el 37,11% del área total

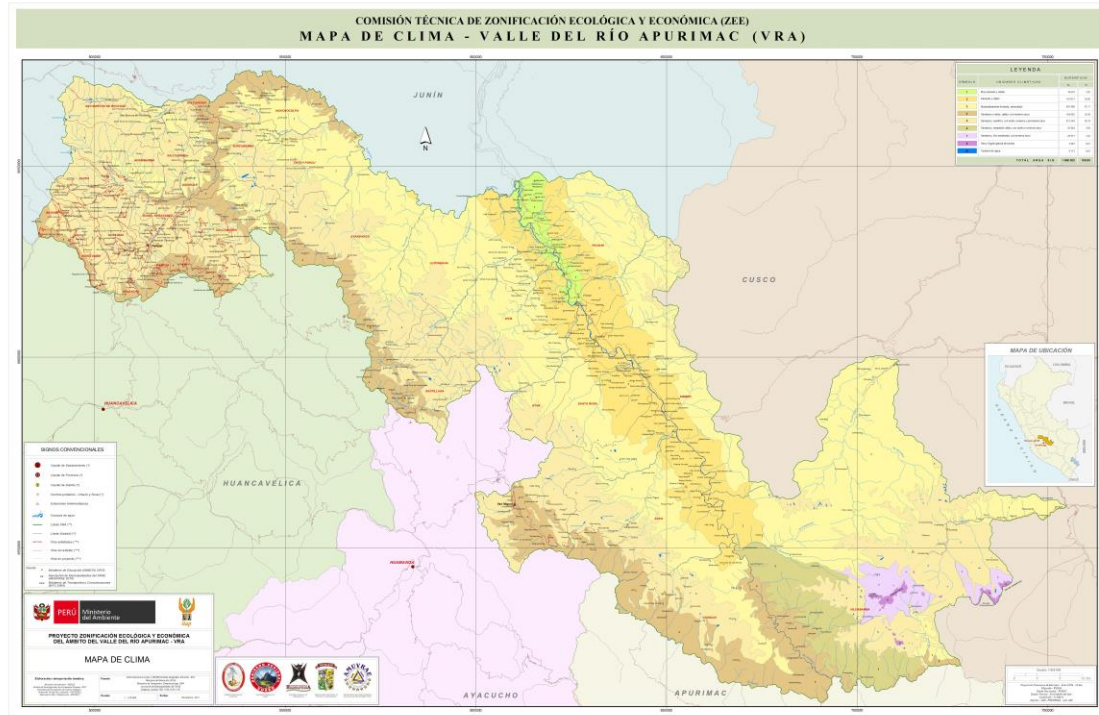
4. Clima seco y semi-frío, (D d B'1 a'). Es el área representativa a la estación de Pampas haciendo extensivo a la Cordillera Oriental, provincia de Tayacaja, distritos de Acraquia, Ahuaycha, Daniel Hernández, zonas altas de la provincia de Huanta, La Mar y la región Subandina (provincia La Convención). Abarca aproximadamente 192 642 ha, lo que representa el 12,28% del área total

5. Clima semi-seco y semi-frío, (C1 d B'1 a'). Es el área representativa a la estación de Acostambo haciendo extensivo a la parte occidental de la provincia de Tayacaja, zonas altas de los distritos de Ñahuinpuquio, Pazos, Huaribamba y San Marcos de Rocchas. Abarca aproximadamente 513 344 ha, lo que representa el 32,74% del área total

6. Clima semi-seco y templado frío, (C1 d B'2 a'). Es el área representativa a la estación de Colcabamba haciendo extensivo a la parte sur de la provincia de Tayacaja, zonas altas de los distritos de Ayahuanco y Quishuar. Abarca aproximadamente 55 824 ha, lo que representa el 3,56% del área total

7. Clima semi-seco y semi-frío, (C1 d B'1 a'). Es el área representativa a la estación de Salcabamba haciendo extensivo a la parte norte de la provincia de Tayacaja, zonas altas de los distritos de Salcahuasi, Surcobamba, Huachocolpa y Tintay Puncu. Abarca aproximadamente 23 911 ha, lo que representa el 1,52% del área total

8. Clima seco y frígido glacial de tundra. Abarca la cima de la Cordillera Vilcabamba en la Cordillera Subandina en la provincia de La Convención. Abarca aproximadamente 3287 ha, lo que representa el 0,21% del área total



Mapa 4. Mapa de clima del valle del río Apurímac

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

1. El régimen pluviométrico anual del área del VRA, es de tipo monomodal, con dos periodos bien diferenciados durante el año, uno lluvioso en verano (enero, febrero, marzo) y otro con precipitaciones menores durante el Invierno (junio, julio, agosto).
2. La climatología del área del VRA, se caracteriza por presentar los valores más altos de precipitación, temperatura, humedad relativa y evapotranspiración en Llano Amazónico; la Cordillera Oriental y Cordillera Subandina se caracteriza por tener los valores más altos en cuanto al déficit de agua.
3. La mayor cantidad de precipitación ocurre en la parte baja de la cuenca del Apurímac y disminuye en la cuenca media y alta, a medida que aumenta la altitud sobre la Cordillera Oriental y Cordillera Subandina. El núcleo de alta precipitación (2 000 mm) se ubica al norte del río Apurímac en la confluencia con el río Mantaro (inicio del río Ene), abarcando el llano amazónico de los distritos de Llochegua, Sivia, Ayna, Santa Rosa, Pichari y Kimbiri; las isoyetas de 1 500 y 1 000 mm se ubican en las zonas bajas e intermedias de la provincia de Huanta, La Mar y La Convención; en cambio la isoyeta de menor precipitación, 500 mm, se ubica en la Cordillera Oriental (provincia de Tayacaja), zonas más altas de la provincia de Huanta, La Mar y la región Subandina (provincia La Convención).
4. Los valores más altos de la temperatura ocurre en el llano amazónico sobre las riberas del Río Apurímac y disminuye a medida que aumenta la altitud hasta observar los valores más bajos sobre la Cordillera Oriental y Cordillera Subandina. La mayor temperatura, 24 °C, se ubica al norte del río Apurímac abarcando las zonas ribereñas de la margen derecha e izquierda, en el llano amazónico de los distritos de Llochegua, Sivia, Ayna, Santa Rosa, Pichari y Kimbiri; las isotermas de 20 y 16°C abarcan las zonas bajas y medias de las provincias de Huanta, La Mar y La Convención; mientras que la isoterma de 12°C se ubica en las zonas altas de la Cordillera Oriental y región Subandina; en cambio la isoterma de 08°C se ubica en la zona de la región Subandina (conocida como la Cordillera Vilcabamba Sur).
5. La evapotranspiración potencial disminuye al aumentar la altitud; en el Llano Amazónico (Pichari) el total anual es 1 519,8 mm/año; en la Cordillera Subandina (Vilcabamba) es 784,7 mm/año y en la Cordillera Oriental (Salcabamba) es de 828,8 mm/año.
6. Existe déficit de agua en toda el área de la Cordillera Oriental (Pampas) y área de la parte media de la Cordillera Subandina; en cambio, las áreas correspondientes a la parte alta de la Cordillera Subandina (Vilcabamba) y la parte baja del Llano Amazónico (Pichari) tienen exceso de agua.
7. Para el área del VRA se ha identificado ocho tipos de clima, los cuales se indica:

Clima ligeramente-húmedo y cálido, (B1 r A' a'). Área representativa a la estación de Pichari, abarcando la cuenca baja y norte del Río Apurímac en la

confluencia con el Río Mantaro (inicio del Río Ene), abarcando el Llano Amazónico de los distritos de Llochegua, Sivia, Ayna, Santa Rosa, Pichari y Kimbiri.

Clima moderadamente-húmedo y semi-frío, (B2 r B'1 a'). Área representativa a la estación de Vilcabamba, abarcando las partes altas de la Cordillera Subandina (zona cercana a la cima de la Cordillera Vilcabamba).

Clima seco y templado-frío, (D d B'2 a'). Área representativa a la estación de San Miguel haciendo extensivo a la parte media de las cuencas del Pampas y Mantaro y la cuenca baja del Apurímac en la confluencia con el río Pampas.

Clima seco y semi-frío, (D d B'1 a'). Área representativa a la estación de Pampas haciendo extensivo a la Cordillera Oriental, provincia de Tayacaja, distritos de Acraquia, Ahuaycha, Daniel Hernández, zonas altas de la provincia de Huanta, La Mar y la región Subandina (provincia La Convención).

Clima semi-seco y semi-frío, (C1 d B'1 a'). Área representativa a la estación de Acostambo haciendo extensivo a la parte occidental de la provincia de Tayacaja, zonas altas de los distritos de Ñahuinpuquio, Pazos, Huaribamba y San Marcos de Rocchas.

Clima semi-seco y templado frío, (C1 d B'2 a'). Área representativa a la estación de estación de Colcabamba haciendo extensivo a la parte sur de la provincia de Tayacaja, zonas altas de los distritos de Ayahuanco y Quishuar.

Clima semi-seco y semi-frío, (C1 d B'1 a'). Área representativa a la estación de Salcabamba haciendo extensivo a la parte norte de la provincia de Tayacaja, zonas altas de los distritos de Salcahuasi, Surcobamba, Huachocolpa y Tintay Punco.

Clima seco y frígido glacial de tundra. Abarca la cima de la Cordillera Vilcabamba, Cordillera Subandina, en la provincia de La Convención.

4.2. Recomendaciones

1. Implementar estaciones meteorológicas en el área del VRA en zonas faltantes a fin de fortalecer la densidad de estaciones, de acuerdo a lo establecido por los manuales de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y difundidos por el SENAMHI.
2. Continuar con los estudios de clasificación climática de las provincias próximas al VRA, ampliando para las zonas distritales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARRY, R. y CHORLEY, R. 1972. *Atmósfera, Tiempo y Clima*. Barcelona, Omega. 389p.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE LA AMAZONÍA PERUANA. 2006. *Estudio Climático de la Amazonía*. Iquitos. 87 p.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE LA AMAZONÍA PERUANA. 2007. *Estudio Climático de la Provincia de Tocache*. Iquitos. 97 p.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE LA AMAZONÍA PERUANA. 2008. *Estudio Climático de la Provincia de Satipo*. Iquitos. 115 p.
- MANRIQUE, H. 1991. *Estudio de la Alta Presión de Bolivia y su Influencia en el Comportamiento de las Precipitaciones en el Territorio Peruano, impresiones UNA-LM*. 22p.
- MURRAY, R. 1991. *Estadística*. Madrid, McGraw-Hill. 556 p.
- OFICINA NACIONAL DE EVALUACIÓN DE RECURSOS NATURALES. 1980. *Inventario y Evaluación Nacional de Recursos Naturales*. Lima, 108 p.
- OFICINA NACIONAL DE EVALUACIÓN DE RECURSOS NATURALES. 1985. *Los Recursos Naturales del Perú*. Lima. 96 p.
- RODRIGUEZ, E. 1984. *Las Precipitaciones y sus Causas Físicas en el Departamento de Arequipa. Tesis (Ingeniero meteorólogo)*. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria-La Molina, Facultad de Ciencias. 289 p.
- SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA. 2000. *Mapa de Clasificación Climática del Perú*, Lima, QyR Impresores S.R.L. 105 p.
- SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA. 2008. *Guía Climática Turística*, Lima, QyR Impresores S.R.L. 216 p.
- SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA. 2000. *Red de Estaciones Meteorológicas e Hidrológicas*, Lima, QyR Impresores S.R.L. 17 p.
- THORNTHWAITE, C.W. 1948. *An Approach Toward a Rational Classification of Climate*. *Geographical Review*. 594 p.
- VALDIVIA, J. 1985. *Meteorología General*. Lima, impresores U.N.M.S.M. 216 p.
- html.rincondelvago.com/tipos-de-climas.html
- <http://www.monografias.com/trabajos74/valle-rio-apurimac-ene...>

ANEXOS

Anexo 1. Relación de estaciones meteorológicas en el VRA y áreas aledañas

| Número | Estación | Categoría | Cuenca | Departamento | Provincia | Distrito | Longitud | Latitud | Altitud |
|--------|----------------------------------|-----------|----------|--------------|------------|------------|-------------|-------------|---------|
| 1 | ACOSTAMBO | CO | MANTARO | HUANCAVELICA | TAYACAJA | ACOSTAMBO | 75°05'00.0" | 12°19'00.0" | 3 650 |
| 2 | ANCO | PLU | PAMPAS | AYACUCHO | LA MAR | ANCO | 73°34'00.0" | 12°58'00.0" | 2 815 |
| 3 | CHUNGUI | PLU | PAMPAS | AYACUCHO | LA MAR | CHUNGUI | 73°37'00.0" | 13°13'00.0" | 3 468 |
| 4 | COLCABAMBA HACIENDA COCHAS | CO | MANTARO | HUANCAVELICA | TAYACAJA | COLCABAMBA | 74°40'39.0" | 12°24'23.0" | 2 780 |
| 5 | COCHAS | PLU | APURIMAC | AYACUCHO | LA MAR | SAN MIGUEL | 73°53'00.0" | 13°02'00.0" | 3 060 |
| 6 | HUANTA | CO | MANTARO | AYACUCHO | HUANTA | HUANTA | 74°14'21.0" | 12°56'45.0" | 2 521 |
| 7 | LURICOCHA | PLU | MANTARO | AYACUCHO | HUANTA | LURICOCHA | 74°14'00.0" | 12°49'00.0" | 2 625 |
| 8 | MACHENTE | PLU | APURIMAC | AYACUCHO | LA MAR | AYNA | 73°50'00.0" | 12°32'00.0" | 1 250 |
| 9 | MARANURA | CO | APURIMAC | CUSCO | CONVENCION | MARANURA | 72°40'00.0" | 12°57'00.0" | 1 500 |
| 10 | MATIBAMBA | PLU | MANTARO | HUANCAVELICA | TAYACAJA | SALCABAMBA | 74°49'00.0" | 12°05'00.0" | 2 200 |
| 11 | PAMPAS | CO | MANTARO | HUANCAVELICA | TAYACAJA | PAMPAS | 74°51'00.0" | 12°18'00.0" | 3 260 |
| 12 | PAUCARBAMBA | CO | MANTARO | HUANCAVELICA | TAYACAJA | COLCABAMBA | 74°34'00.0" | 12°28'00.0" | 3 000 |
| 13 | PICHARI | CO | APURIMAC | CUSCO | CONVENCION | ECHARATE | 73°52'00.0" | 12°28'00.0" | 540 |
| 14 | PILCHACA | CO | MANTARO | HUANCAVELICA | TAYACAJA | ACOSTAMBO | 75°05'00.0" | 12°21'00.0" | 3 570 |
| 15 | SALCABAMBA | CO | MANTARO | HUANCAVELICA | TAYACAJA | SALCABAMBA | 74°49'00.0" | 12°09'00.0" | 2 900 |
| 16 | SAN LORENZO | CO | APURIMAC | HUANCAVELICA | TAYACAJA | COLCABAMBA | 74°50'00.0" | 12°17'00.0" | 2 600 |
| 17 | SAN MIGUEL | CO | PAMPAS | AYACUCHO | LA MAR | SAN MIGUEL | 73°59'00.0" | 13°01'00.0" | 2 661 |
| 18 | TERESITA | PLU | APURIMAC | CUSCO | CONVENCION | ECHARATE | 73°48'00.0" | 12°33'00.0" | 650 |
| 19 | VILCABAMBA | CO | APURIMAC | CUSCO | CONVENCION | VILCABAMBA | 73°01'00.0" | 13°07'00.0" | 4 000 |

Leyenda: CO (Estación Climatológica Ordinaria); (PLU) Estación Pluviométrica

Anexo 2. Precipitación total mensual y anual (mm) en el VRA

| Estación | Altitud | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | Total |
|-----------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| VILCABAMBA | 4 000 | 164.8 | 197.8 | 247.8 | 119.4 | 34.7 | 2.3 | 11.0 | 25.4 | 89.9 | 135.8 | 117.4 | 154.1 | 1,300.4 |
| ACOSTAMBO | 3 650 | 116.2 | 128.2 | 109.1 | 43.3 | 16.5 | 13.3 | 12.6 | 19.4 | 43.0 | 69.8 | 79.9 | 94.6 | 745.9 |
| PILCHACA | 3 570 | 123.9 | 127.7 | 105.9 | 42.1 | 15.7 | 12.3 | 10.4 | 21.3 | 42.8 | 63.3 | 65.6 | 92.8 | 723.7 |
| CHUNGUI | 3 468 | 183.2 | 150.6 | 150.9 | 73.6 | 37.9 | 18.2 | 17.9 | 30.8 | 56.8 | 83.2 | 109.5 | 122.3 | 1,035.0 |
| PAMPAS | 3 260 | 90.3 | 91.4 | 87.7 | 30.6 | 15.7 | 13.1 | 13.8 | 16.4 | 29.0 | 45.4 | 49.6 | 76.7 | 559.6 |
| HACIENDA COCHAS | 3 060 | 242.5 | 349.4 | 537.8 | 112.6 | 11.3 | 6.3 | 8.8 | 50.4 | 32.4 | 45.0 | 59.8 | 123.6 | 1,579.9 |
| PAUCARBAMBA | 3 000 | 164.7 | 167.4 | 174.2 | 67.4 | 30.7 | 14.1 | 23.9 | 35.5 | 58.7 | 85.9 | 91.7 | 123.0 | 1,037.1 |
| SALCABAMBA | 2 900 | 102.9 | 121.9 | 109.1 | 34.3 | 19.1 | 13.8 | 10.8 | 16.5 | 28.9 | 60.8 | 74.2 | 89.4 | 681.7 |
| ANCO | 2 815 | 157.4 | 170.2 | 133.1 | 63.0 | 17.4 | 15.0 | 11.8 | 22.2 | 37.6 | 64.2 | 84.8 | 106.0 | 882.5 |
| COLCABAMBA | 2 780 | 168.4 | 139.7 | 150.0 | 50.9 | 17.8 | 14.1 | 10.0 | 16.5 | 33.4 | 87.4 | 81.5 | 130.3 | 900.0 |
| SAN MIGUEL | 2 661 | 93.4 | 90.8 | 69.6 | 17.4 | 12.1 | 4.4 | 5.8 | 10.6 | 17.9 | 30.8 | 44.6 | 55.4 | 452.9 |
| LURICOCHA | 2 625 | 96.5 | 85.8 | 70.9 | 33.3 | 8.8 | 8.1 | 4.8 | 7.9 | 23.5 | 33.9 | 44.5 | 56.4 | 474.5 |
| SAN LORENZO | 2 600 | 85.8 | 101.9 | 108.0 | 29.0 | 13.9 | 3.4 | 9.4 | 11.8 | 23.7 | 32.0 | 44.9 | 74.2 | 538.0 |
| HUANTA | 2 521 | 111.5 | 92.2 | 63.2 | 25.0 | 14.5 | 2.4 | 3.4 | 3.8 | 7.9 | 18.9 | 29.5 | 43.5 | 415.8 |
| MATIBAMBA | 2 200 | 151.8 | 139.5 | 127.8 | 76.8 | 32.8 | 16.0 | 19.3 | 33.3 | 56.3 | 73.1 | 71.7 | 101.1 | 899.4 |
| MARANURA | 1 500 | 181.5 | 134.0 | 135.8 | 65.5 | 25.1 | 14.0 | 16.4 | 35.4 | 51.7 | 67.2 | 87.0 | 119.5 | 933.0 |
| MACHENTE | 1 250 | 365.6 | 345.5 | 342.8 | 186.0 | 92.9 | 41.6 | 47.8 | 126.9 | 159.8 | 200.4 | 207.8 | 260.1 | 2,377.2 |
| TERESITA | 650 | 267.2 | 247.8 | 273.8 | 171.5 | 144.4 | 46.8 | 85.5 | 112.8 | 139.9 | 233.7 | 244.0 | 257.0 | 2,224.4 |
| PICHARI | 540 | 212.5 | 245.6 | 297.3 | 372.7 | 120.8 | 45.6 | 99.0 | 89.4 | 142.8 | 207.3 | 157.5 | 194.1 | 2,184.6 |

Anexo 3. Temperatura media mensual y anual (°C) en el VRA

| Altitud | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | Promedio |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|
| 4 000 | 8.4 | 9.0 | 8.9 | 8.5 | 8.5 | 7.8 | 7.8 | 8.0 | 8.3 | 8.8 | 8.8 | 8.7 | 8.5 |
| 3 650 | 10.4 | 10.3 | 10.1 | 9.8 | 9.0 | 8.0 | 7.8 | 8.6 | 9.7 | 10.4 | 10.9 | 10.7 | 9.6 |
| 3 570 | 10.8 | 10.7 | 10.8 | 11.1 | 11.0 | 10.2 | 9.9 | 10.3 | 10.8 | 11.2 | 11.6 | 11.2 | 10.8 |
| 3 260 | 12.0 | 11.8 | 11.5 | 11.3 | 10.4 | 9.3 | 9.1 | 9.8 | 11.1 | 11.9 | 12.2 | 12.0 | 11.0 |
| 3 000 | 11.9 | 11.9 | 11.8 | 12.3 | 12.2 | 11.7 | 11.4 | 11.7 | 12.1 | 12.6 | 13.0 | 12.4 | 12.1 |
| 2 900 | 13.7 | 13.2 | 13.0 | 13.1 | 13.0 | 12.3 | 12.1 | 12.6 | 13.3 | 14.0 | 14.4 | 13.9 | 13.2 |
| 2 780 | 14.3 | 14.0 | 13.9 | 14.2 | 14.1 | 13.5 | 13.3 | 14.0 | 14.4 | 15.1 | 15.3 | 14.6 | 14.2 |
| 2 661 | 16.6 | 16.3 | 16.0 | 16.2 | 16.2 | 15.4 | 15.0 | 15.6 | 16.3 | 17.1 | 17.7 | 17.0 | 16.3 |
| 2 600 | 15.7 | 15.5 | 15.4 | 16.2 | 16.0 | 15.6 | 15.3 | 16.0 | 16.5 | 17.1 | 17.1 | 16.4 | 16.1 |
| 2 521 | 18.3 | 18.2 | 17.7 | 17.8 | 17.5 | 17.2 | 17.5 | 17.7 | 18.4 | 19.1 | 19.5 | 19.0 | 18.2 |
| 1 500 | 22.6 | 22.5 | 22.8 | 23.2 | 22.8 | 22.6 | 22.3 | 22.8 | 23.1 | 24.3 | 24.1 | 23.3 | 23.0 |
| 540 | 26.0 | 25.8 | 25.1 | 25.4 | 24.5 | 23.9 | 24.3 | 24.7 | 25.3 | 25.9 | 26.1 | 26.2 | 25.3 |

Anexo 4. Humedad relativa mensual y (%) en el VRA

| Estación | Año | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | Promedio |
|-------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|
| VILCABAMBA | 4 000 | 91.8 | 91.2 | 90.4 | 90.4 | 88.7 | 87.0 | 85.8 | 85.6 | 88.1 | 88.8 | 89.3 | 90.8 | 89.0 |
| ACOSTAMBO | 3 650 | 75.9 | 78.1 | 78.3 | 76.0 | 71.6 | 70.6 | 69.8 | 67.7 | 66.7 | 68.8 | 68.3 | 72.3 | 72.0 |
| PILCHACA | 3 570 | 76.9 | 78.7 | 79.2 | 76.7 | 70.6 | 67.5 | 67.5 | 66.7 | 68.8 | 70.4 | 70.1 | 73.2 | 72.2 |
| PAMPAS | 3 260 | 77.0 | 79.1 | 79.8 | 76.6 | 73.3 | 72.7 | 70.4 | 69.5 | 70.2 | 70.1 | 70.2 | 73.8 | 73.6 |
| PAUCARBAMBA | 3 000 | 81.6 | 82.7 | 82.8 | 79.1 | 75.0 | 73.3 | 72.5 | 72.9 | 73.8 | 74.5 | 75.5 | 78.9 | 76.9 |
| SALCABAMBA | 2 900 | 81.8 | 83.8 | 84.4 | 80.7 | 78.5 | 78.0 | 79.1 | 77.9 | 79.6 | 78.4 | 77.7 | 80.9 | 80.1 |
| COLCABAMBA | 2 780 | 86.1 | 87.2 | 87.8 | 84.6 | 80.4 | 79.0 | 79.4 | 78.3 | 78.5 | 80.5 | 80.7 | 85.6 | 82.3 |
| SAN MIGUEL | 2 661 | 77.7 | 80.2 | 78.9 | 74.6 | 70.9 | 67.9 | 67.7 | 68.0 | 68.5 | 68.9 | 70.7 | 74.2 | 72.3 |
| SAN LORENZO | 2 600 | 82.3 | 83.8 | 84.1 | 77.7 | 72.4 | 68.8 | 67.7 | 68.3 | 70.9 | 71.6 | 73.2 | 78.0 | 74.9 |
| HUANTA | 2 521 | 70.9 | 74.7 | 76.1 | 73.3 | 70.9 | 70.5 | 68.0 | 66.1 | 67.8 | 65.9 | 64.0 | 67.2 | 69.6 |
| MARANURA | 1 500 | 80.4 | 82.4 | 82.6 | 79.2 | 77.0 | 71.9 | 73.0 | 69.6 | 68.6 | 69.4 | 72.4 | 75.8 | 75.2 |
| PICHARI | 540 | 84.3 | 83.2 | 82.0 | 80.2 | 82.7 | 77.4 | 77.0 | 78.4 | 83.7 | 86.7 | 84.3 | 84.9 | 82.1 |

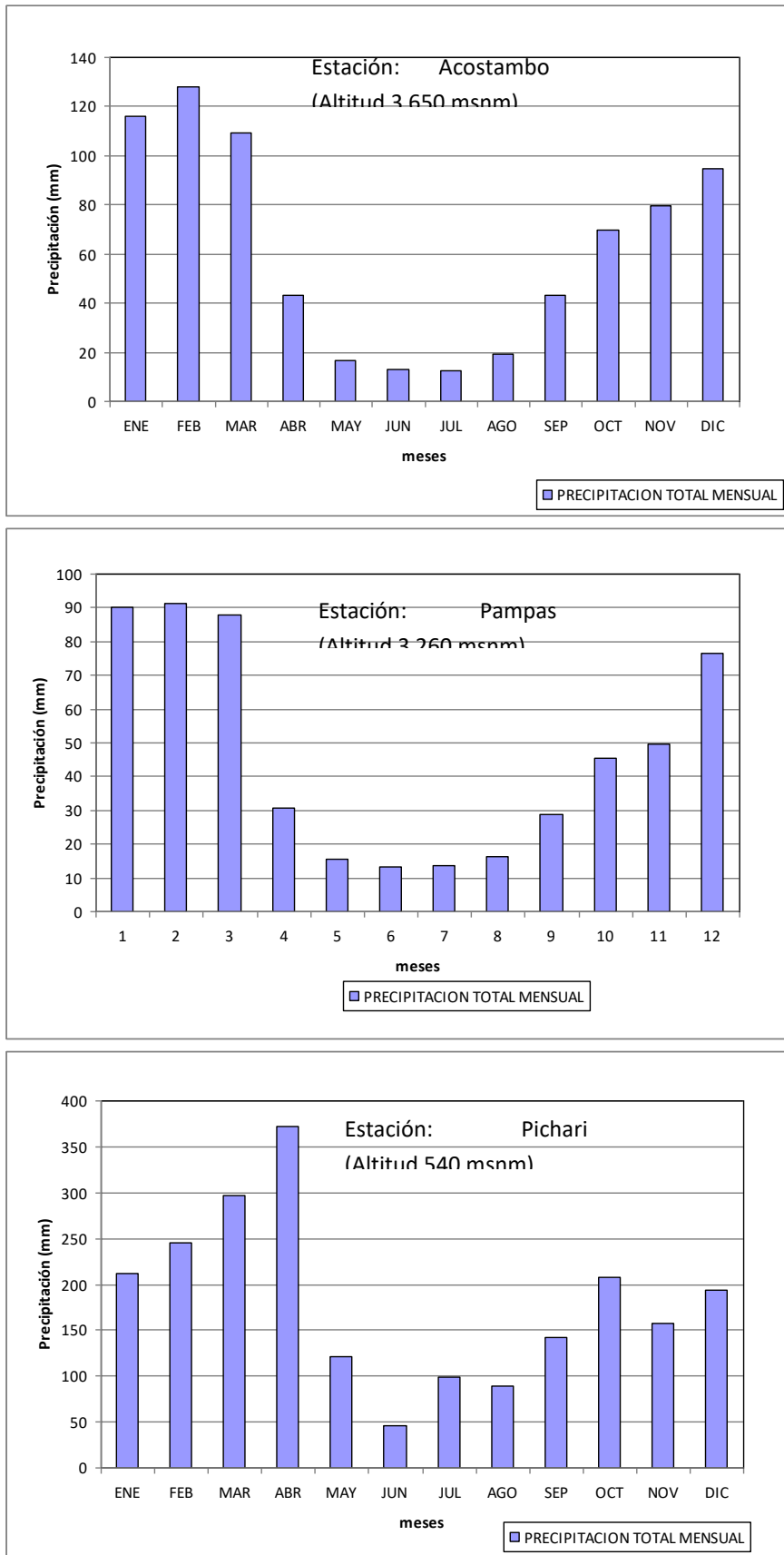
Anexo 5. Evapotranspiración potencial mensual y anual (mm) en el VRA

| Estación | Altitud | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | Total |
|-------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| VILCABAMBA | 4 000 | 118.2 | 92.1 | 77.7 | 67.1 | 60.9 | 53.7 | 51.8 | 51.5 | 52.2 | 54.4 | 53.5 | 51.6 | 784.7 |
| ACOSTAMBO | 3 650 | 116.9 | 91.4 | 78.4 | 68.9 | 59.7 | 51.6 | 49.1 | 51.7 | 56.0 | 58.9 | 60.3 | 57.4 | 800.3 |
| PAMPAS | 3 260 | 117.4 | 93.3 | 80.8 | 72.1 | 62.5 | 54.1 | 51.4 | 53.4 | 58.6 | 62.0 | 62.3 | 59.2 | 827.1 |
| SALCABAMBA | 2 900 | 118.7 | 95.5 | 84.1 | 76.9 | 70.7 | 63.6 | 60.5 | 61.2 | 62.0 | 6.5 | 67.1 | 62.0 | 828.8 |
| COLCABAMBA | 2 780 | 119.3 | 97.4 | 86.7 | 80.4 | 74.1 | 67.2 | 64.1 | 65.7 | 66.3 | 69.3 | 68.8 | 62.3 | 921.6 |
| SAN MIGUEL | 2 661 | 123.0 | 103.3 | 92.5 | 86.0 | 80.0 | 71.9 | 67.6 | 69.0 | 71.4 | 75.3 | 77.5 | 70.2 | 987.7 |
| SAN LORENZO | 2 600 | 121.1 | 101.1 | 91.0 | 87.0 | 80.1 | 74.0 | 70.2 | 71.8 | 73.0 | 75.6 | 73.8 | 66.7 | 985.4 |
| HUANTA | 2 521 | 125.4 | 108.6 | 98.0 | 91.5 | 84.2 | 78.4 | 77.5 | 76.6 | 79.2 | 82.9 | 83.9 | 77.4 | 1063.6 |
| MARANURA | 1 500 | 135.7 | 123.9 | 118.9 | 115.0 | 107.0 | 101.7 | 97.9 | 100.6 | 103.0 | 115.7 | 114.0 | 102.7 | 1336.1 |
| PICHARI | 540 | 144.8 | 137.7 | 130.2 | 126.8 | 116.3 | 108.7 | 110.7 | 114.2 | 121.7 | 132.2 | 137.4 | 139.1 | 1519.8 |

Anexo 6. Balance hídrico anual, tipo y descripción de tipo de clima en el VRA

| Estación | Altitud m.s.n.m | Precipitación (mm) | ETP (mm) | Déficit (mm) | Exceso (mm) | Ia (%) | Ih (%) | Im (%) | Tipo Clima | Sub-tipo | Tipo clima | Sub tipo | Descripción |
|------------|-----------------|--------------------|----------|--------------|-------------|--------|--------|--------|------------|----------|------------|----------|--------------------------------|
| Vilcabamba | 4 000 | 1 300,4 | 784,7 | 44,5 | 460,2 | 5,7 | 58,7 | 55,3 | B2 | r | B'1 | a' | Moderadamente húmedo semi-frío |
| Acostambo | 3 650 | 745,9 | 800,3 | 121,1 | 0,0 | 15,1 | 0,0 | -9,1 | C1 | d | B'1 | a' | Semi-seco y semi-frío |
| Pampas | 3 260 | 559,6 | 827,1 | 291,8 | 0,0 | 35,3 | 0,0 | -21,2 | D | d | B'1 | a' | Seco y semi-frío |
| Salcabamba | 2 900 | 681,7 | 828,8 | 241,6 | 0,0 | 29,2 | 0,0 | -17,5 | C1 | d | B'1 | a' | Semi - seco semi - frío |
| Colcabamba | 2 728 | 900,0 | 921,6 | 175,1 | 54,7 | 19,0 | 5,9 | -5,5 | C1 | d | B'2 | a' | Semi - seco y templado - frío |
| San Miguel | 2 661 | 452,9 | 987,7 | 534,9 | 0,0 | 54,2 | 0,0 | -32,5 | D | d | B'2 | a' | Seco y templado - frío |
| Pichari | 540 | 2 184,6 | 1 519,8 | 0,0 | 567,3 | 0,0 | 37,3 | 37,3 | B1 | r | A' | a' | Ligeramente húmedo y cálido |

Gráfico 1. Distribución de precipitación total mensual (mm)



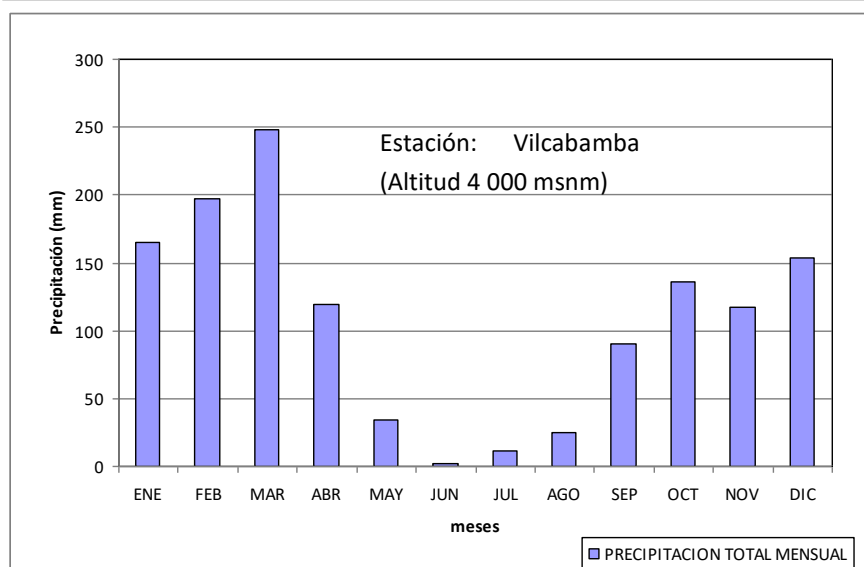
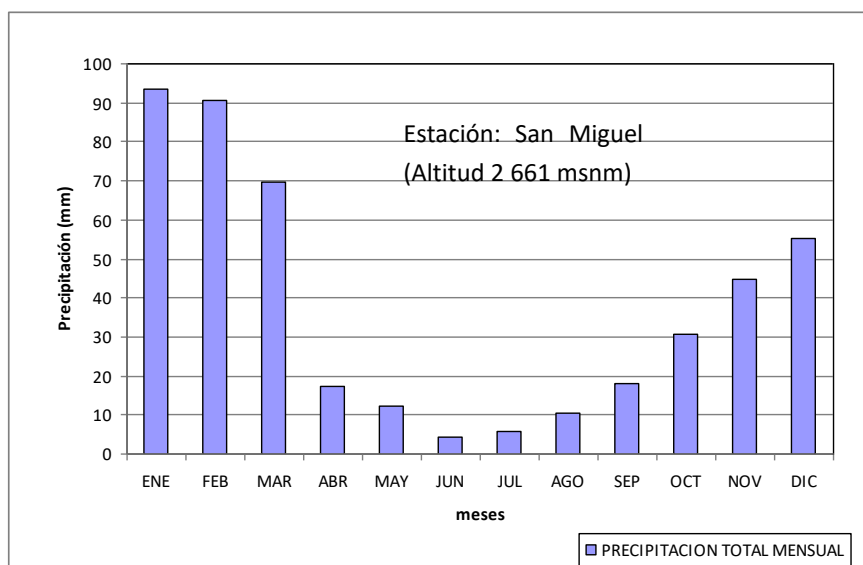
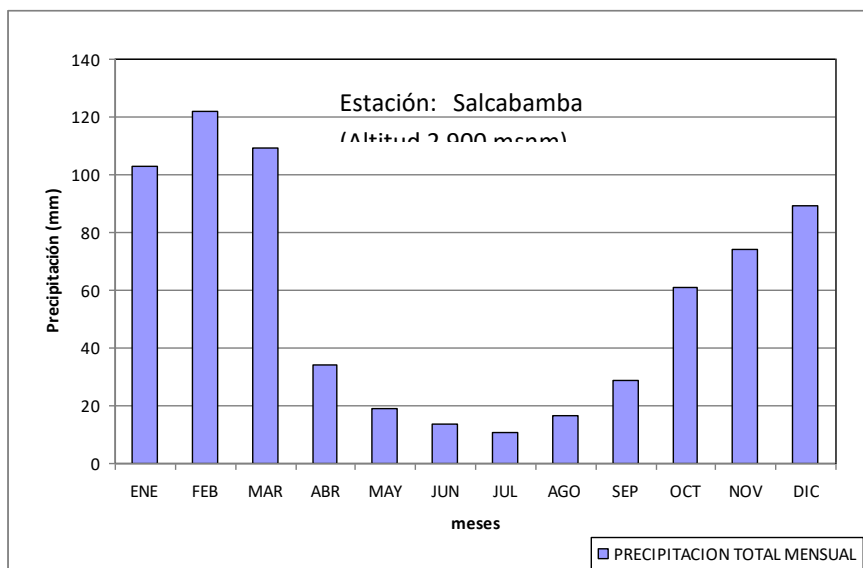
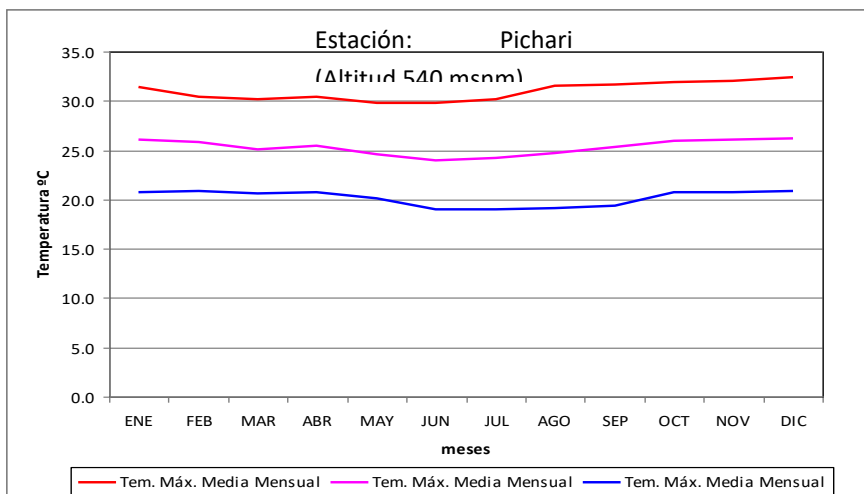
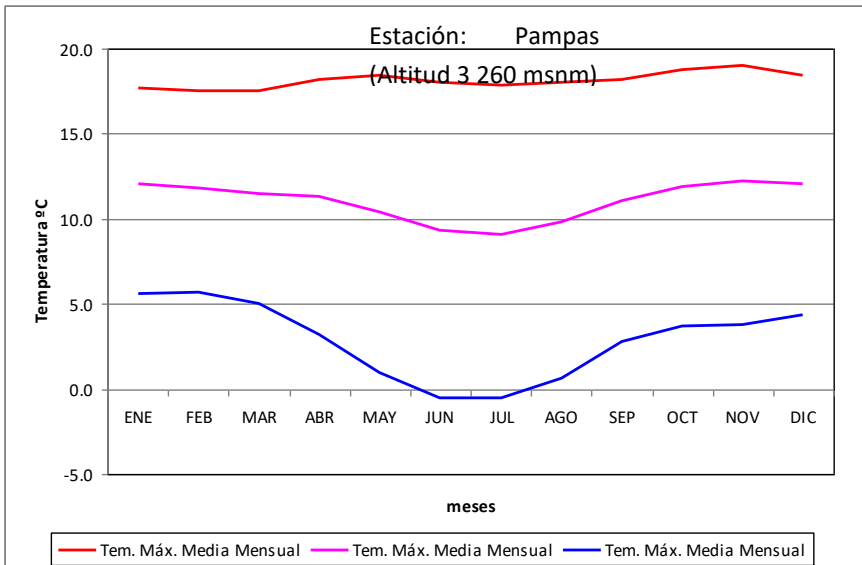
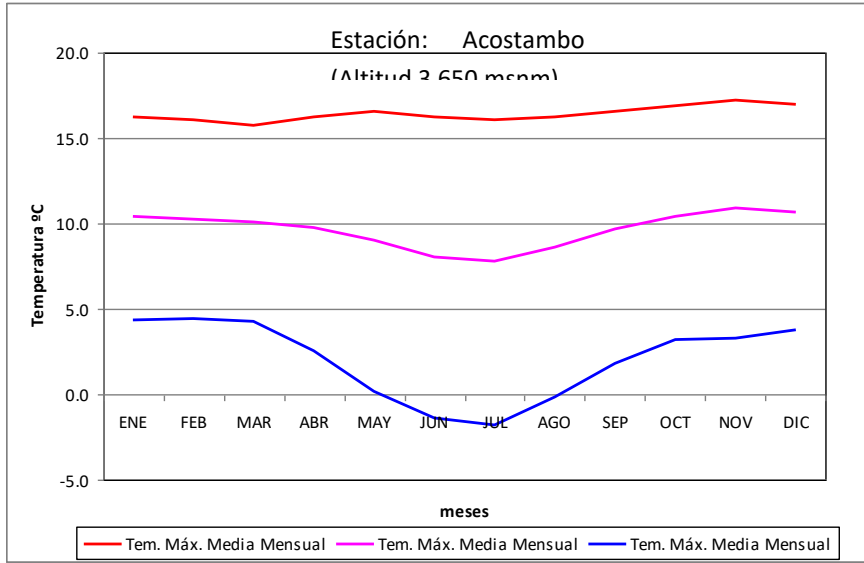


Gráfico 2. Distribución de temperatura media y extremas mensual (°C)



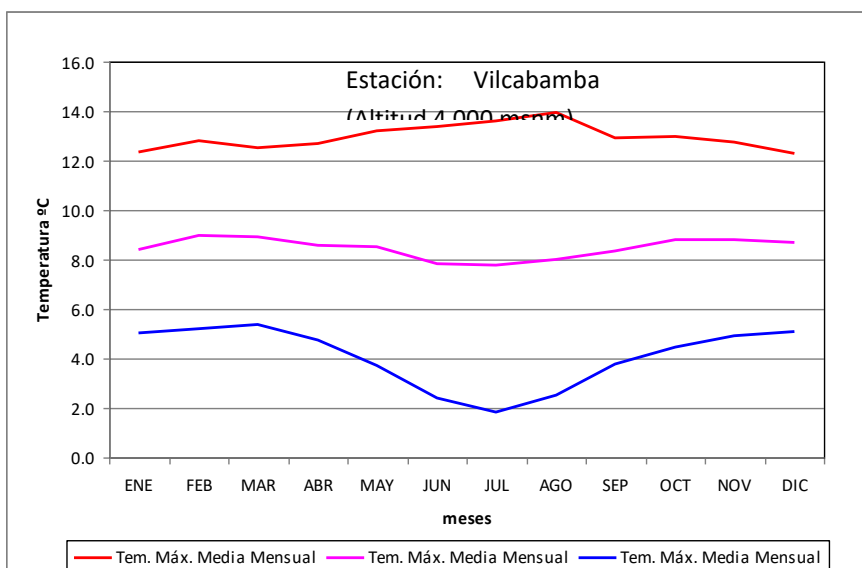
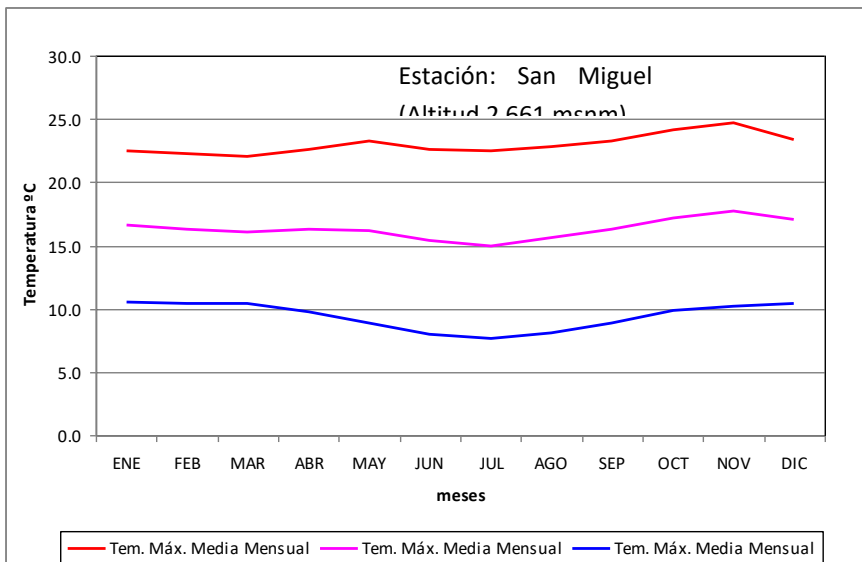
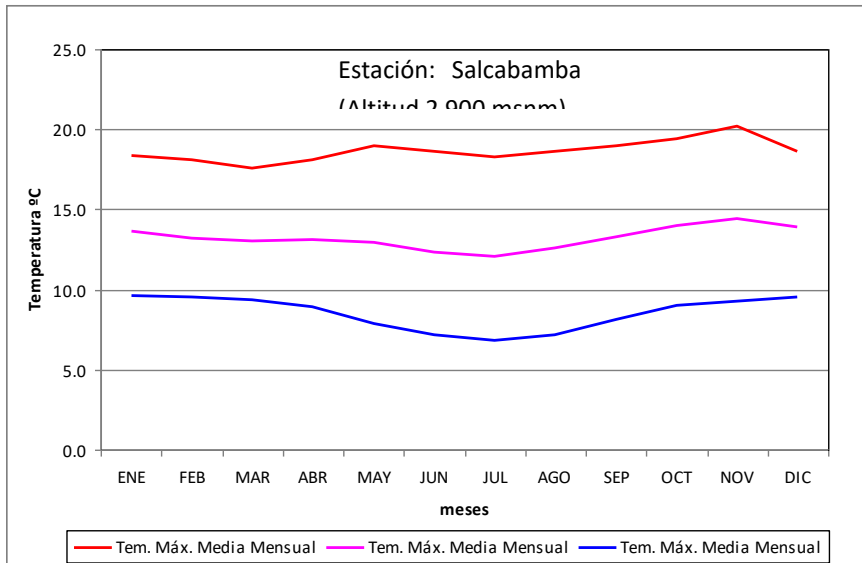


Gráfico 3. Distribución de humedad relativa media mensual (%)

