

RECARGA DEL ACUÍFERO

Recarga proveniente de la cuenca del río Ica

El sistema hidrográfico de la cuenca del río Ica cuenta con un área de drenaje total de 7711 km², de los cuales 2234 km² se encuentran situados por encima de la cota 2500 msnm y corresponden a la cuenca imbrifera o húmeda. Se extiende desde el nivel del mar hasta la línea de cumbres de la cordillera occidental de los Andes, que constituye la divisoria continental de las aguas y cuyo punto más alto corresponde al cerro Huayhuano (4503 msnm).

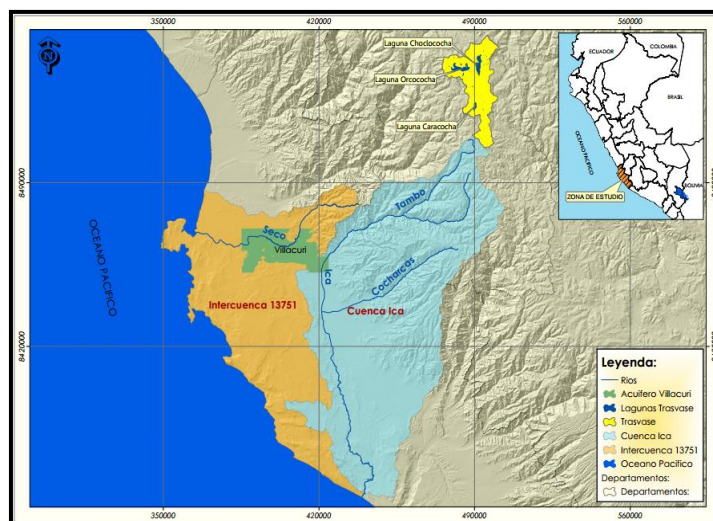
El río Ica tiene su origen en la confluencia de los ríos Tambo y Jatunchaca. A lo largo de su recorrido, el río Ica recibe el aporte de varios afluentes, entre los cuales cabe mencionar las quebradas Huacceyoc (70 km²), Tambillos (254 km²), Trapiche (125 km²), Cansas (176 km²), Yauca del Rosario (970 km²) y Tingue (491 km²). El curso superior o cuenca de recepción comprende desde la parte alta de la cuenca hasta aguas debajo de la localidad de Tincocca, donde se produce la confluencia de los ríos Tambo y Jatunchaca. Se caracteriza este sector por la fuerte pendiente del terreno y el gran poder de erosión de las aguas, que da por resultados la forma típica en V del valle y sus quebradas.

Además de los recursos hídricos superficiales que oferta el río Ica, existe una derivación trasandina de los recursos regulados de lagunas ubicadas en la cuenca alta del río Pampas, denominado "Sistema Choclococha", ubicado a una altitud promedio es de 4 600 msnm y políticamente pertenece al distrito de Pilpichaca, provincia de Huaytará, Huancavelica. El Sistema Choclococha es un conjunto de obras hidráulicas que permiten derivar los recursos de aproximadamente 392 km² de la cuenca del río Pampas, afluente del río Apurímac, mediante un sistema constituido por tres embalses de regulación, un canal de derivación y un túnel trasandino, los cuales conducen el agua hasta la laguna Pariona, punto de origen del río Ica.

La estación hidrométrica La Achirana se encuentra ubicada a altura de la bocatoma La Achirana, ubicada a 75°41' de longitud oeste y 13°56' de latitud sur, y a una altitud de 500 msnm. Registra las descargas provenientes de la cuenca natural del río Ica y del Sistema Choclococha, que abarca un área de drenaje de 2511 km².

Intercuencia del Río Seco

La cuenca del río Seco es una unidad hidrográfica que carece de recurso hídricos superficiales, por lo tanto el desarrollo Agrícola bajo riego superficial en las Pampas de Villacurí se encuentra severamente restringido por las condiciones hidrológicas nulas de este río, supliéndose este déficit mediante la extracción de agua subterránea, en donde la disponibilidad se debe a la recarga natural del acuífero del Valle de Ica, el que se halla hidráulicamente unido al acuífero de Villacurí, suministrándole una transferencia de masa de agua al reservorio acuífero.

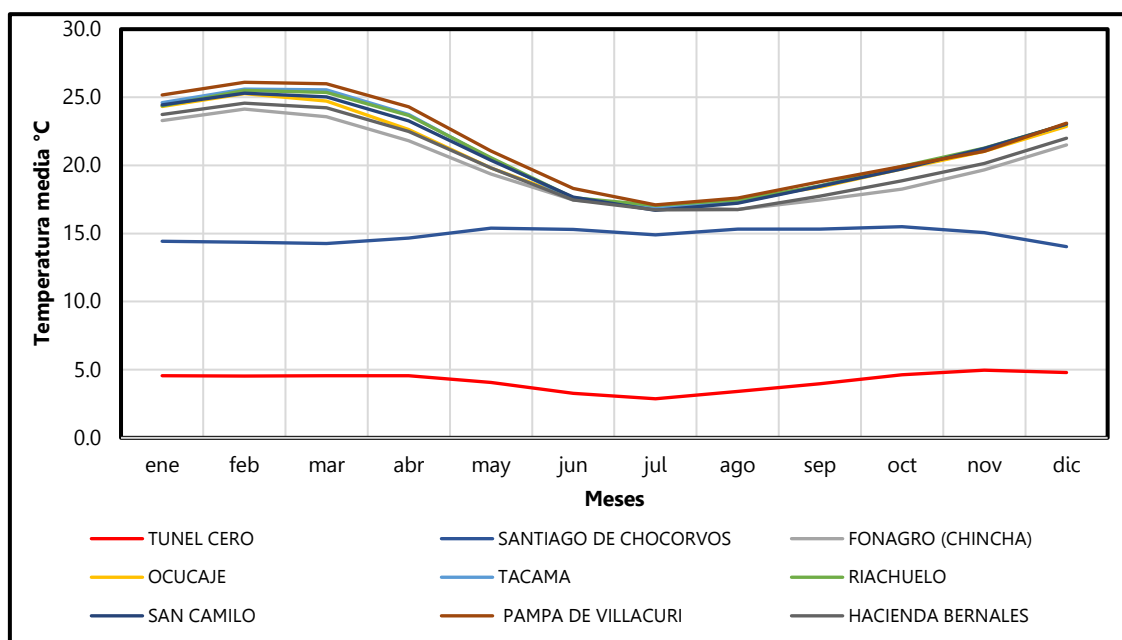


Parámetros climatológicos

Las variables climáticas que se registran en el ámbito de la zona de estudio, son: precipitación, Temperatura máxima, temperatura mínima, humedad relativa, velocidad de viento y horas de sol; las mismas que son registradas en estaciones climatológicas ubicadas dentro y fuera del área de estudio.

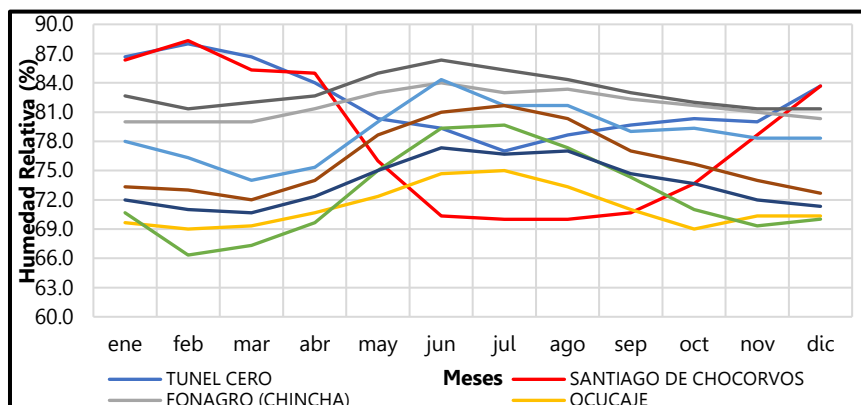
Temperatura

Se cuenta con registros históricos de temperatura media mensual de las estaciones Túnel Cero, Santiago de Chocorvos, Fonagro, Ocucaje, Tacama, Riachuelo, San Camilo, Pampa de Villacurí y Hacienda Bernales, las mismas que se consideran representativas en la zona del estudio. En el caso de la estación Pampas de Villacurí, se tiene que las temperaturas más altas se presentan en los meses de febrero y marzo (verano) y las mínimas ocurren en la estación de Túnel Cero en invierno, mes de julio (2.9 °C)



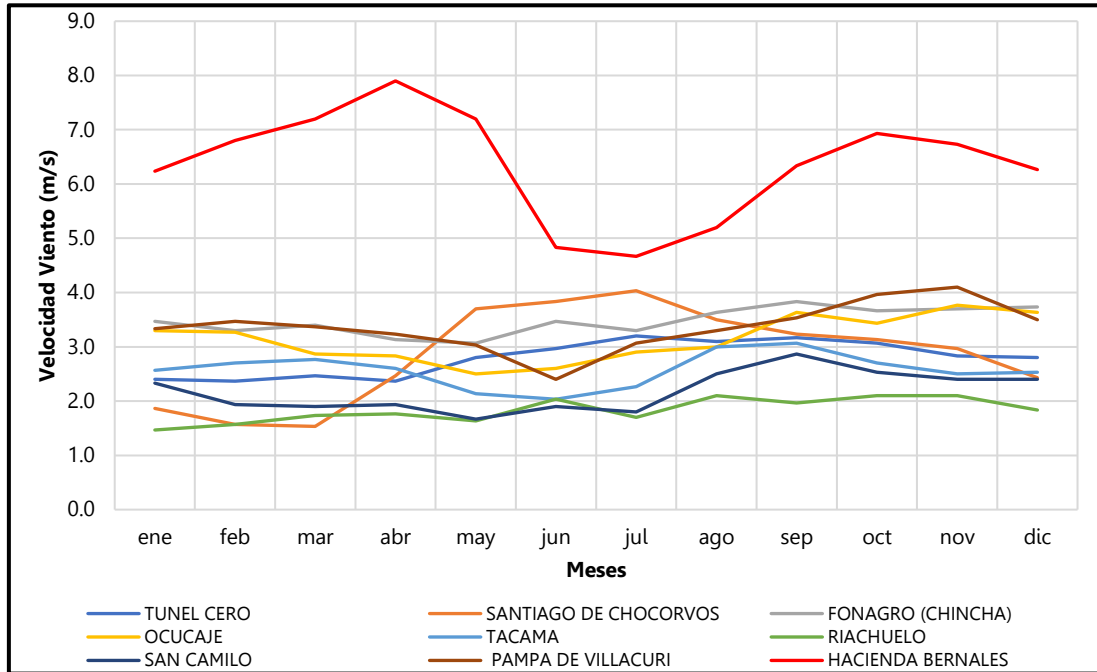
Humedad relativa

Se cuenta con registros históricos de Humedad Relativa media mensual en la zona de estudio y las estaciones son: Túnel Cero, Santiago de Chocorvos, Fonagro, Ocucaje, Tacama, Riachuelo, San Camilo, Pampa de Villacurí y Hacienda Bernales



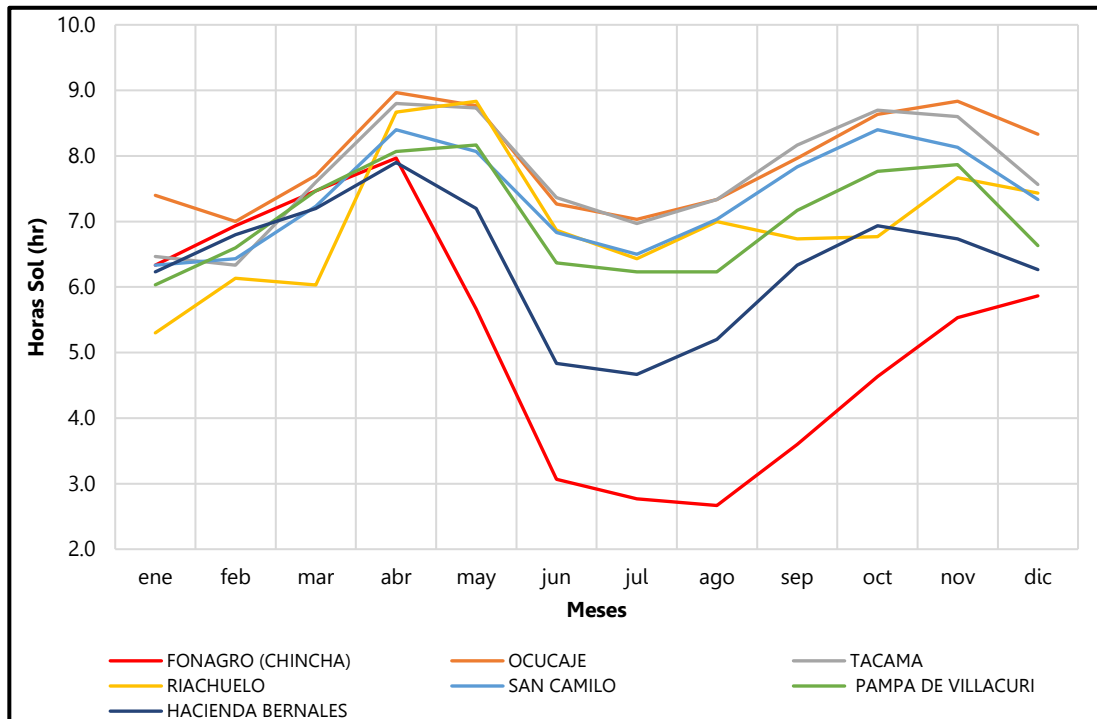
Velocidad del viento

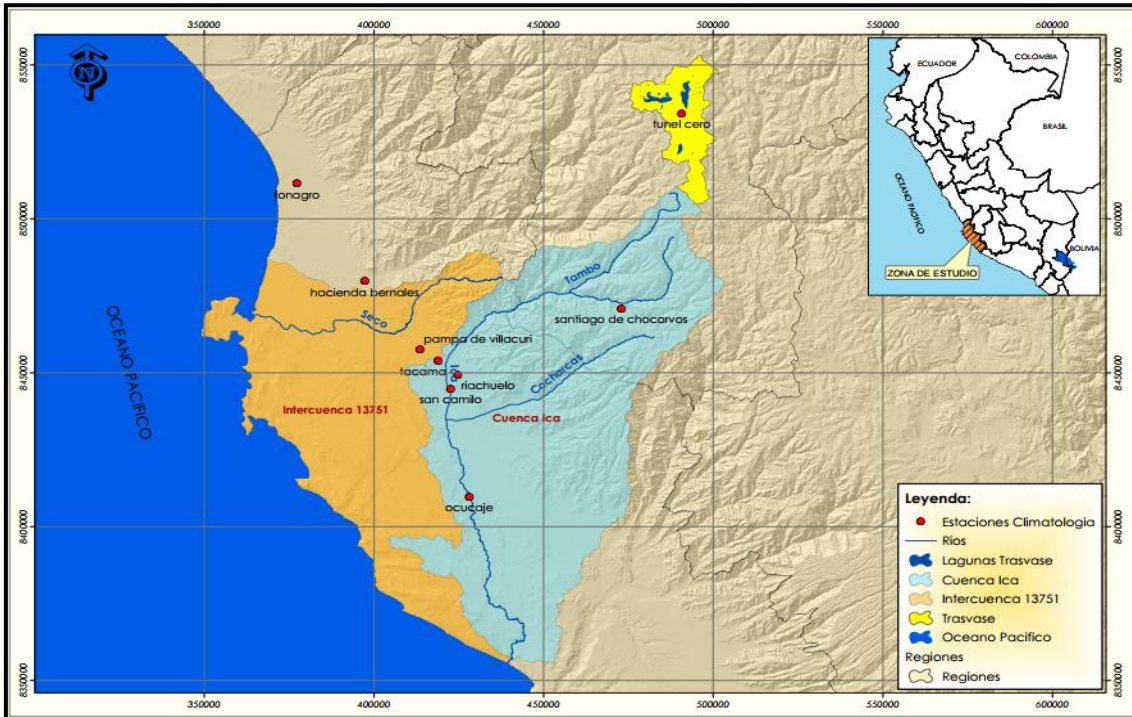
Se cuenta con registros históricos de velocidad del viento mensual en la zona de estudio y las estaciones son: Túnel Cero, Santiago de Chocorvos, Fonagro, Ocucaje, Tacama, Riachuelo, San Camilo, Pampa de Villacurí y Hacienda Bernales.



Horas de sol

Se cuenta con registros históricos de horas de sol mensual en la zona de estudio y las estaciones son: Fonagro, Ocucaje, Tacama, Riachuelo, San Camilo, Pampa de Villacurí y Hacienda Bernales.

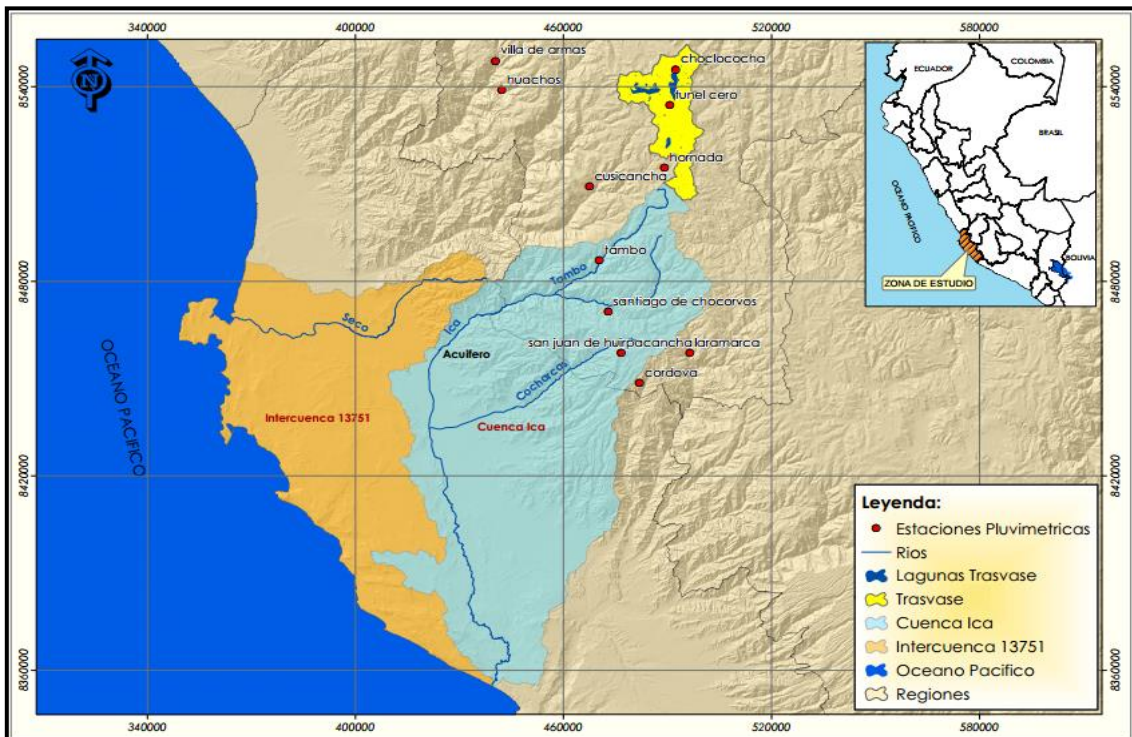




Red pluviométrica

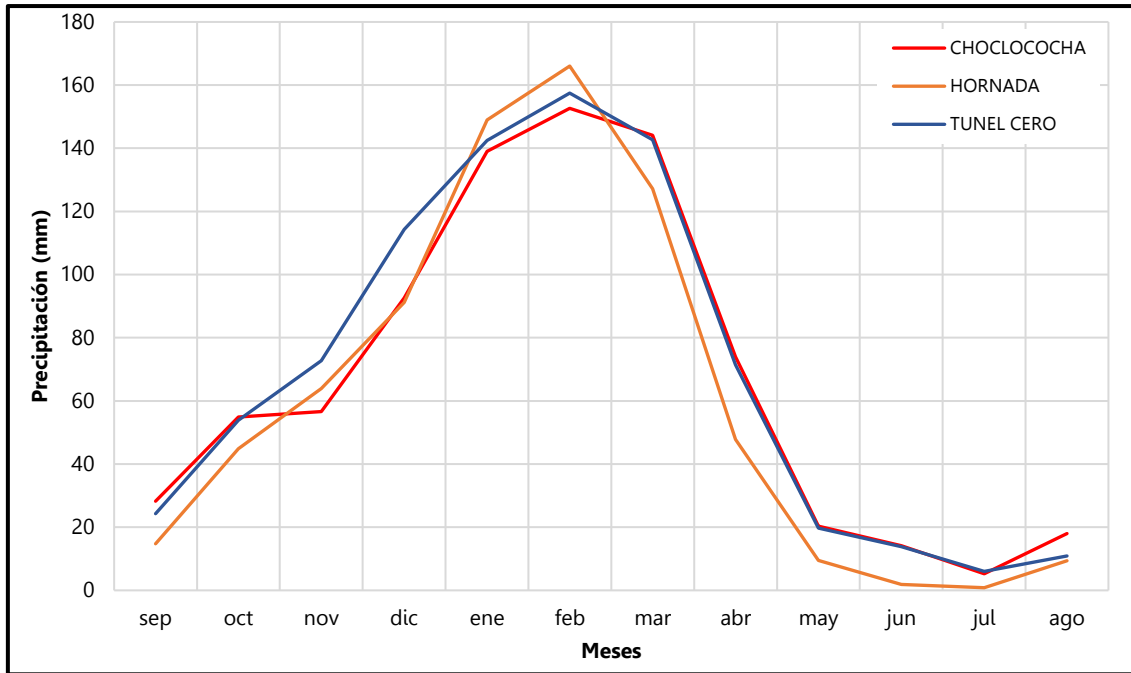
La red de estaciones pluviométricas en el área de estudio está distribuida dentro y fuera de las cuencas en estudio, que están ubicados en las regiones de Ica y Huancavelica

Los registros históricos de las estaciones evaluadas no son uniformes, sobre la cual es importante mencionar que las estaciones serán evaluadas en un periodo de 40 años desde el año 1978 hasta 2017.

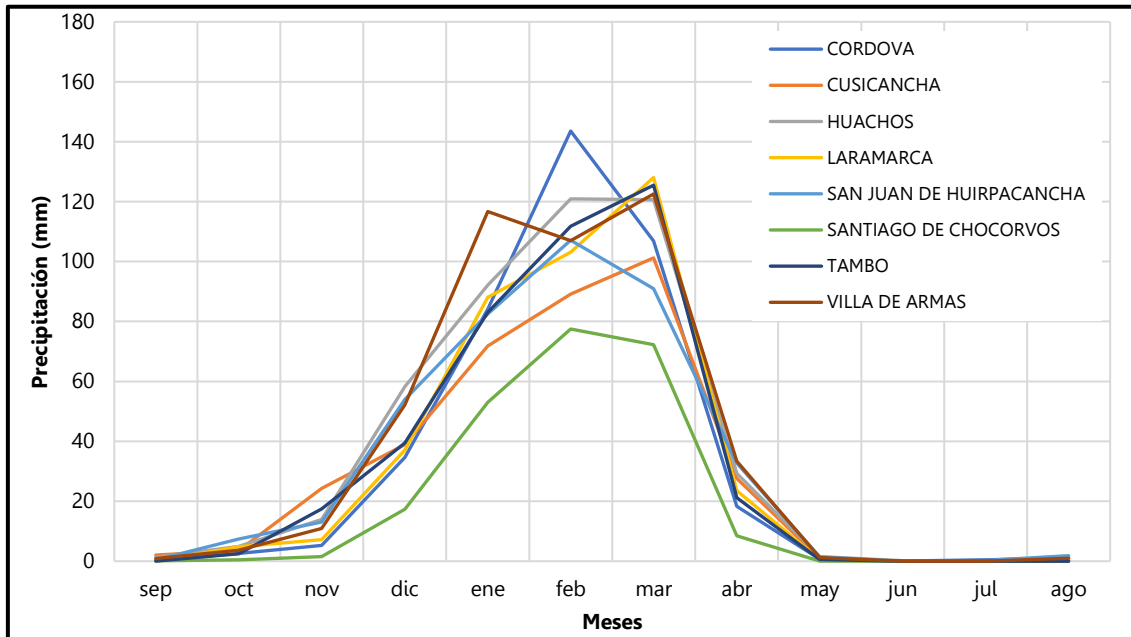


Régimen de la precipitación anual

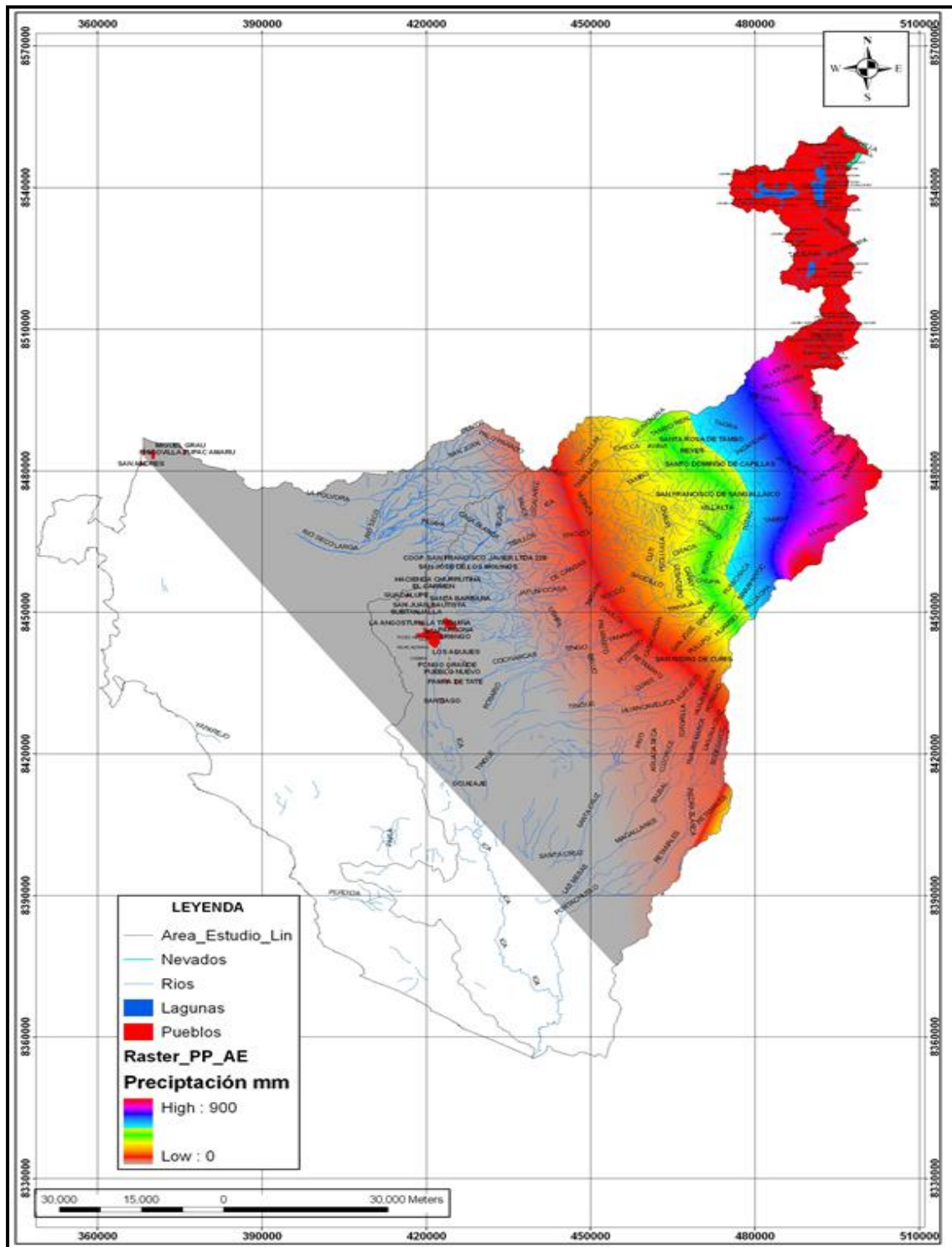
Las precipitaciones medias mensuales de los registros completados de las 11 estaciones seleccionadas para el estudio hidrológico, describen períodos de máxima lluvia en los meses de enero a abril, las que descienden a partir de mayo hasta noviembre.



Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

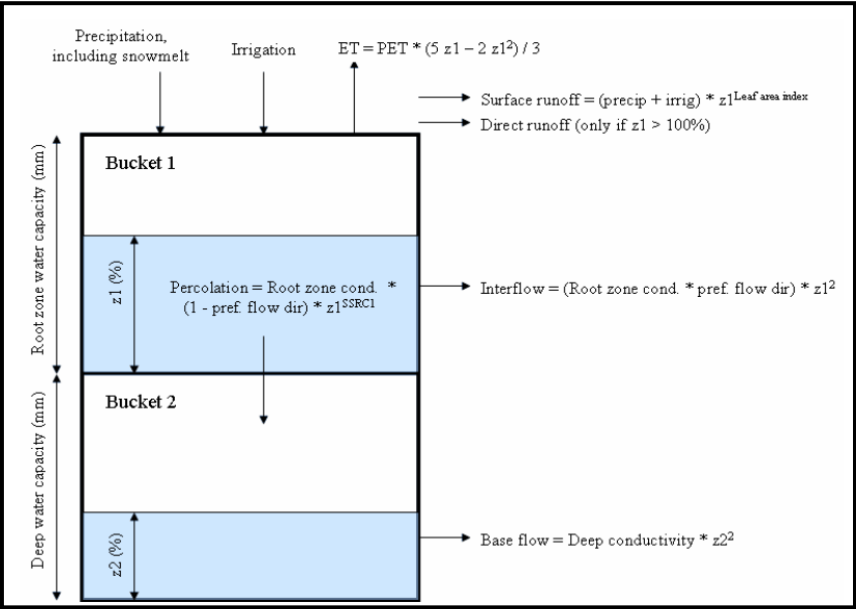


Fuente: Estudio de la recarga del acuífero del valle de la cuenca del río Ica – Villacuri, 2015.

Isoyetas área de estudio

Estimación de la recarga del acuífero Villacurí

La estimación de la recarga se ha efectuado aplicando el software WEAP (Water Evaluation and Planning System), desarrollado por el Stockholm Environment Institute, que posee tres algoritmos o módulos para simular la escorrentía de una cuenca, que son: Precipitación/Escorrentía, demandas de riego y humedad del suelo.

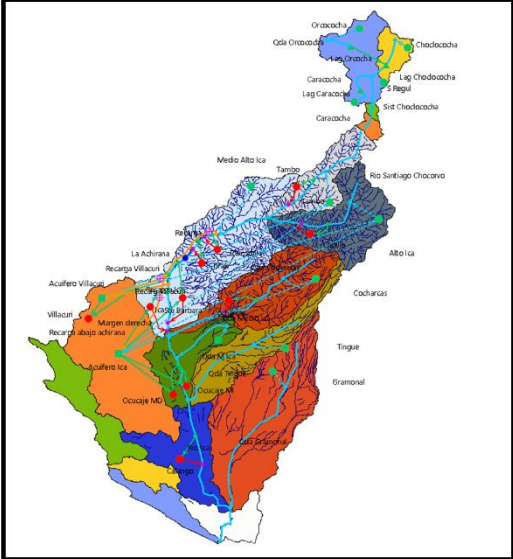


Fuente: WEAP User Guide, modificada para este trabajo

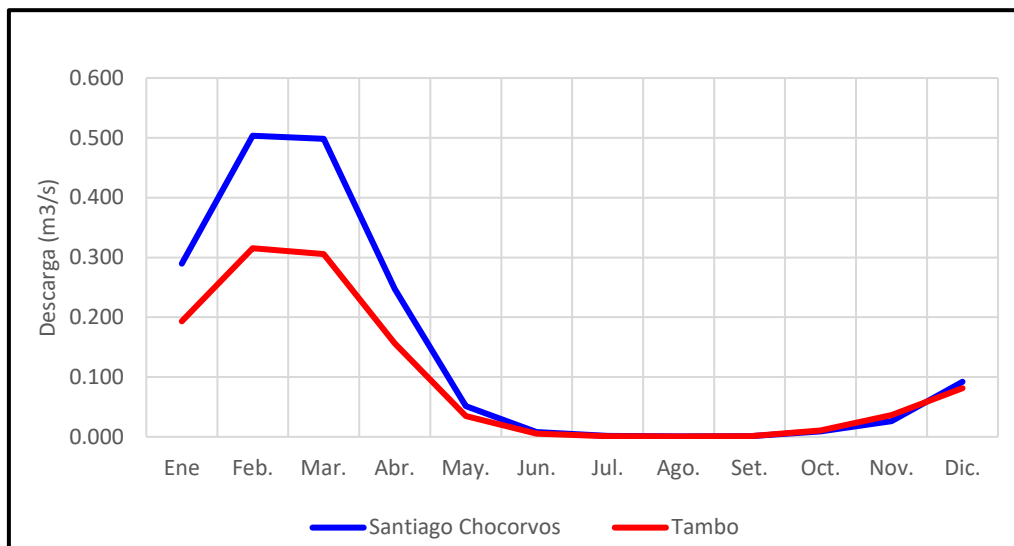
Fuentes de recarga a través de subcuencas y el lecho del río

Las fuentes de recarga del acuífero de Villacurí, está constituido por los aportes de: Subcuencas de los ríos Tambo, Alto Ica o Santiago de Chocorvos, el río Ica, por el tránsito de flujo en canales de tierra y por el sistema de riego por gravedad en el periodo de enero a diciembre y por el aporte del sistema de derivación Choclococha en el periodo de septiembre a diciembre.

Para la estimación de la recarga del acuífero de Villacurí se ha estimado las descargas de los ríos Tambo y Alto Ica o Santiago de Chocorvos y el río Ica mediante un modelo hidrológico desarrollado en plataforma WEAP, cuya topología se presenta en la Figura N° 50.



En el modelo hidrológico desarrollado, se ha tomado en consideración, que la precipitación producida en las cuencas de Tambo y Santiago de Chocorvo, generan escorrentías en los cauces, atiende la cobertura vegetal considerada en el modelo y también un aporte al acuífero Villacurí. De la salida del modelo se tiene que el aporte al acuífero de la subcuenca de Tambo es de 0.095 m³/s y de la subcuenca de Santiago de Chocorvos es de 0.144 m³/s

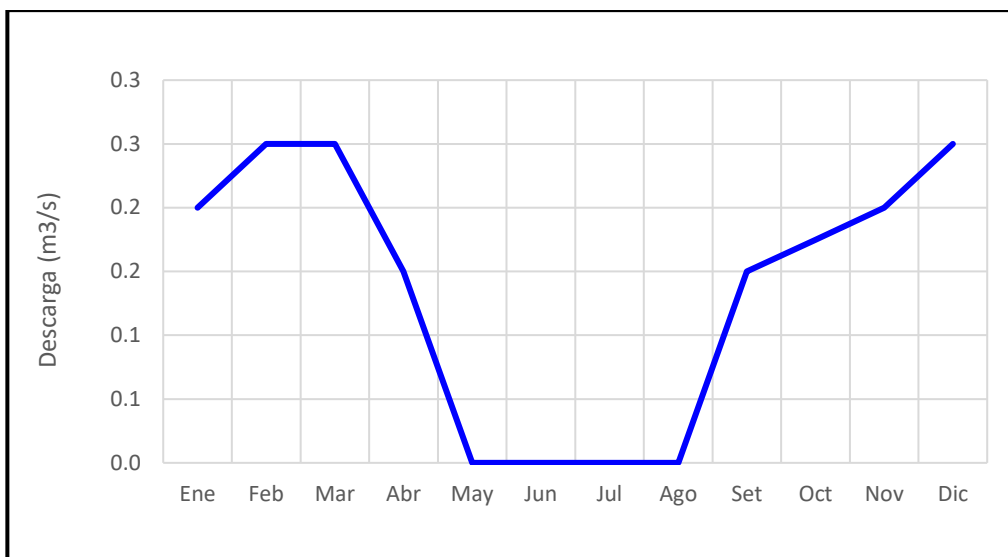


Fuente: Elaboración propia.

Aporte de recarga por infiltración de las subcuencas de Tambo y Santiago de Chocorvos

De acuerdo a las salidas del modelo hidrológico, las disponibilidades hídricas de los ríos Tambo y Santiago de Chocorvos están concentradas en el periodo de enero a marzo con caudales promedio de 2.821 m³/s y 4.106 m³/s en su estado natural, correspondiente al periodo (1978-2005).

La fuente más importante de recarga al acuífero de Villacurí, es la infiltración por el cauce del río Ica, cuyo magnitud ha sido determinado por la ALA-Ica en el año 2017 mediante aforos diferenciales en el tramo confluencia de los ríos Tambo y Santiago de Chocorvos hasta la Bocatoma La Achirana, donde se ha determinado que el 38% de las disponibilidades hídricas del río Ica, constituye la recarga al acuífero; de donde se estima que 2.185 m³/s es el aporte al acuífero de Villacurí.

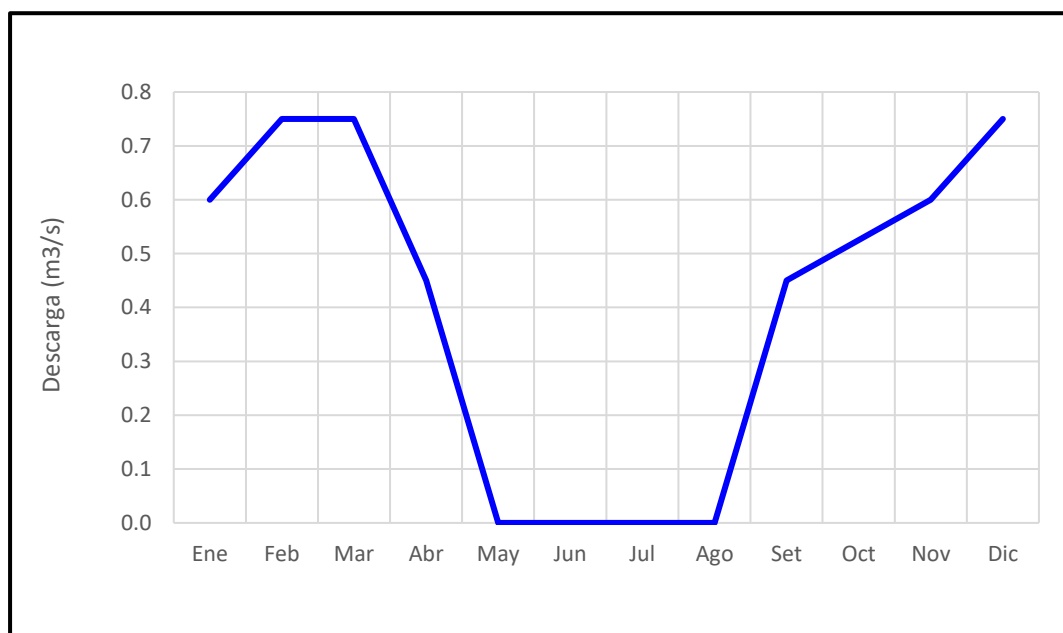


Fuente: Elaboración propia.

Hidrograma de recarga por pérdida de conducción en canales de tierra

Recarga por riego por gravedad

La recarga debido al sistema de riego por gravedad existente en Villacurí se ha estimado tomando en consideración la descarga de derivación durante el periodo de lluvias y durante los aportes del trasvase del sistema Choclococha, que sólo se presentan en el periodo de enero a abril y el periodo de los aportes del sistema de trasvase de Choclococha.

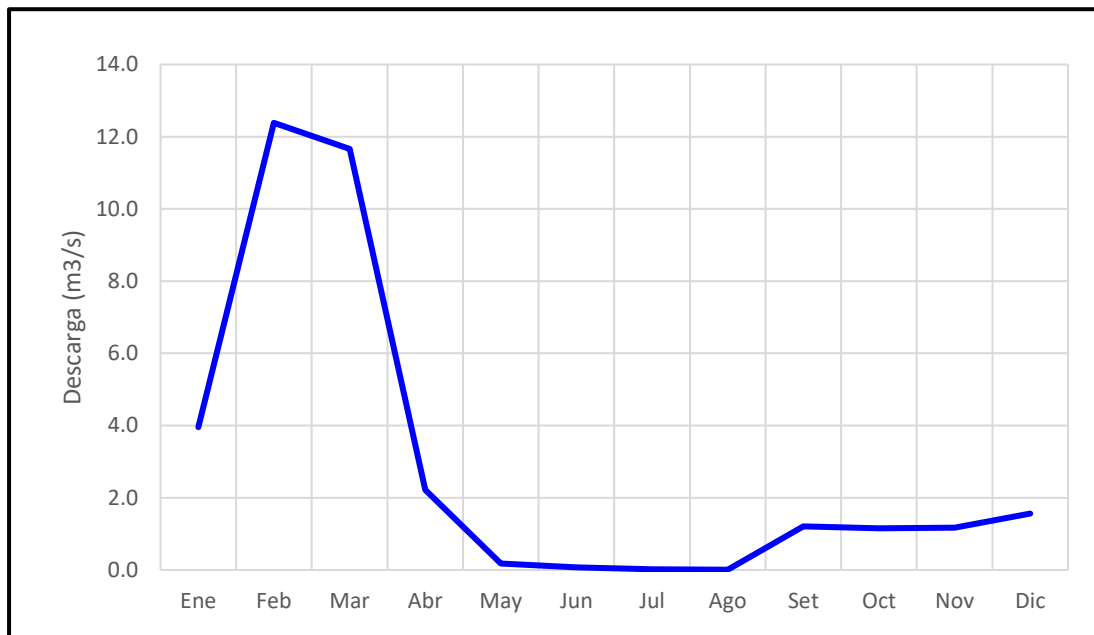


Fuente: Elaboración propia.

Hidrograma de recarga por pérdida de conducción en canales de tierra

Recarga total del acuífero de Villacurí

La recarga total del acuífero de Villacurí considerando los aportes de: Ríos Ica, conducción por canales de tierra y sistema de riego por gravedad, es de 2.966 m³/s en promedio equivalente a 91.713 MMC/año



Fuente: Elaboración propia.

Hidrograma de recarga del acuífero Villacurí (m³/s)

Recarga de la cuenca del río Pisco

La cuenca del río Pisco se ubica en la parte central de la vertiente hidrográfica del Océano Pacífico, la dirección de su colector principal, río Pisco, sigue una dirección preferentemente NE – SW, común a los otros ríos costeros.

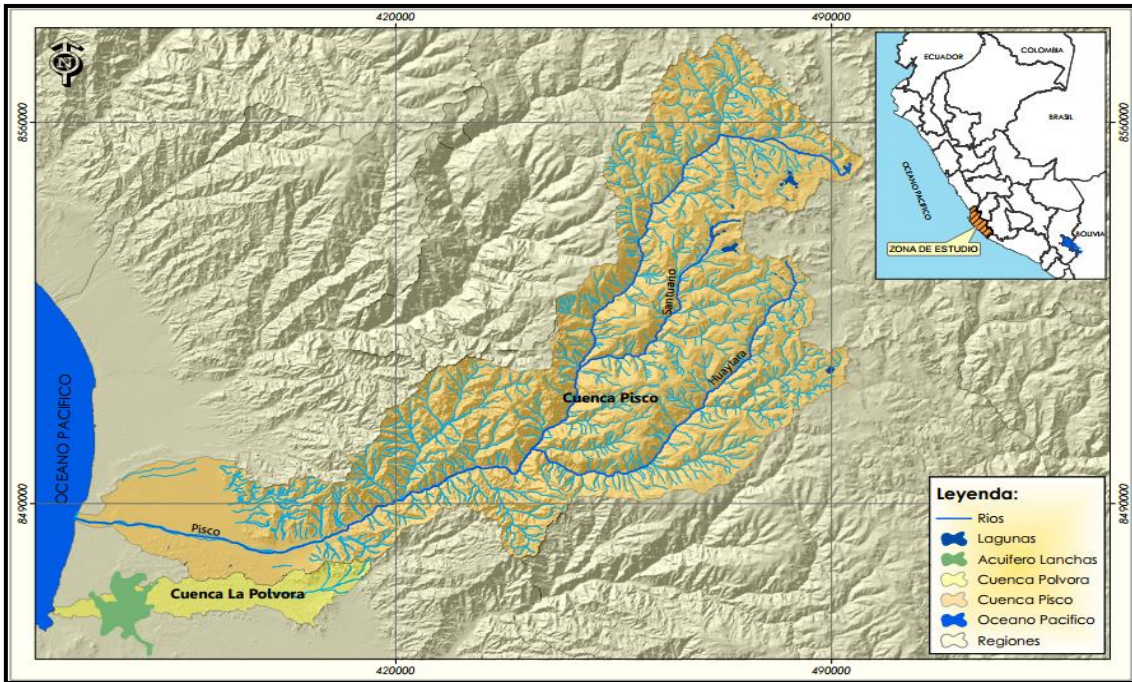
En general el relieve de la cuenca del río Pisco es común a otras cuencas costeras, con forma alargada, de fondo profundo y fuertes pendientes, mostrando una fisiografía escarpada y en partes abrupta, cortada frecuentemente por quebradas profundas y estrechas gargantas. En la cuenca se distingue dos zonas perfectamente diferenciadas, la zona montañosa enmarcada por una cadena de cerros en dirección hacia el Océano Pacífico, la cual cubre el 90% de la cuenca y el 10% restante por la zona de valle, enmarcado en una llanura aluvial o cono de deyección.

El río Pisco es el principal colector de la cuenca, es de sexto orden y drena las escorrentías superficiales hacia el Océano Pacífico, efectuando un recorrido de 187.86 Km, desde sus nacientes en las lagunas Pultoc (divisoria con la cuenca del río Mantaro).

La cuenca del río Pisco está conformada por seis subcuencas: Subcuenca del río Chiris, del río Santuario, del río Huaytará, quebrada Veladero, subcuenca media y subcuenca baja del río Pisco. Las tres primeras tienen un efectivo aporte de caudal puesto que conforman la cuenca húmeda, la subcuenca Veladero drena agua estacionalmente, es decir sólo en temporada lluviosa, y las subcuencas media y baja están definidas como Intercuenca al recibir el aporte de las anteriores.

Cuenca de la Quebrada La Pólvara

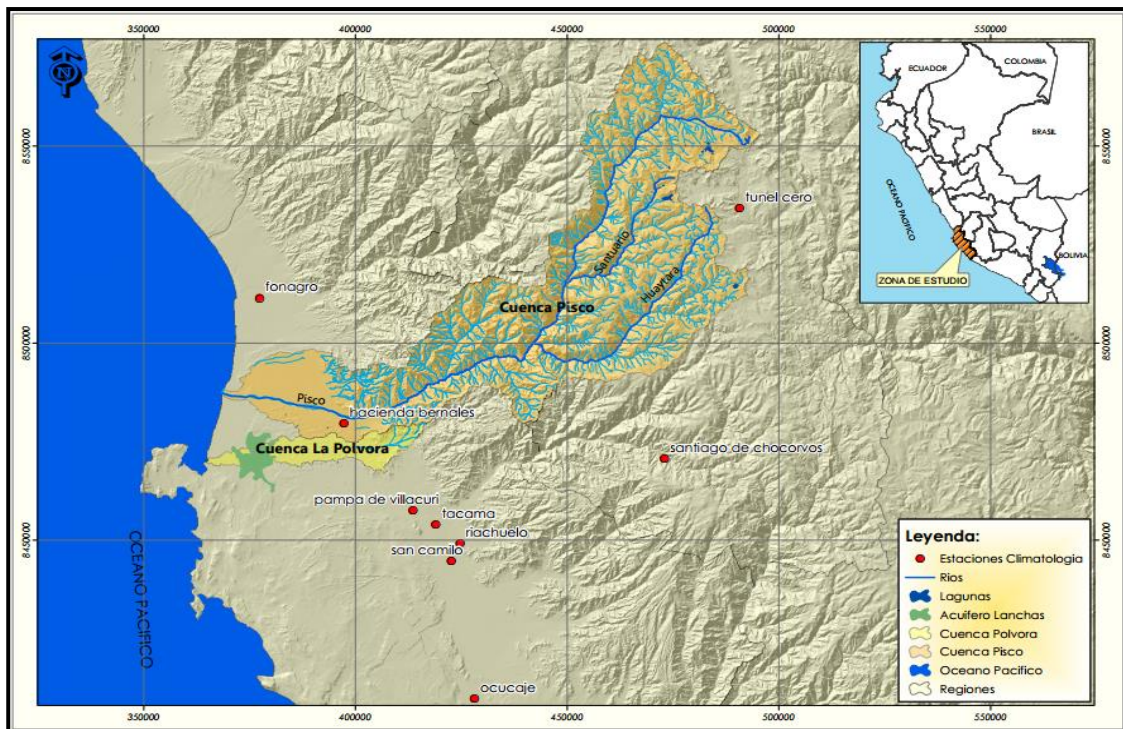
La cuenca de la quebrada La Pólvara es una unidad hidrográfica que carece de recursos hídricos superficiales, por lo tanto el desarrollo Agrícola bajo riego superficial en las Pampas de Lanchas se encuentra severamente restringido por las condiciones hidrológicas nulas de esta quebrada, supliéndose este déficit mediante la extracción de agua subterránea, suministrándole una transferencia de masa de agua al reservorio acuífero.



Ubicación de la Cuenca del río Pisco

Parámetros climatológicos

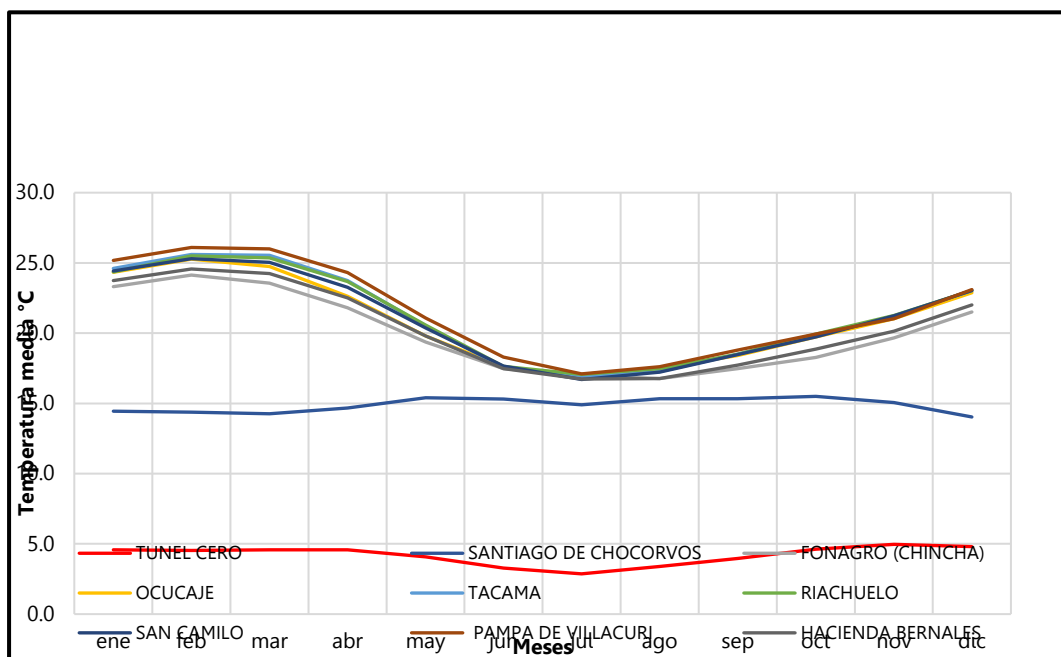
Las variables climáticas que se registran en el ámbito de la zona de estudio, son: precipitación, Temperatura máxima, temperatura mínima, humedad relativa, velocidad de viento y horas de sol; las mismas que son registradas en estaciones climatológicas ubicadas dentro y fuera del área de estudio.



Estaciones meteorológicas

Temperatura

Se cuenta con registros históricos de temperatura media mensual de las estaciones Túnel Cero, Santiago de Chocorvos, Fonagro, Ocucaje, Tacama, Riachuelo, San Camilo, Pampa de Villacurí y Hacienda Bernales, las mismas que se consideran representativas en la zona del estudio. En el caso de la estación Pampas de Villacurí, se tiene que las temperaturas más altas se presentan en los meses de febrero y marzo (verano) y las mínimas ocurren en la estación de Túnel Cero en invierno, mes de julio (2.9 °C).

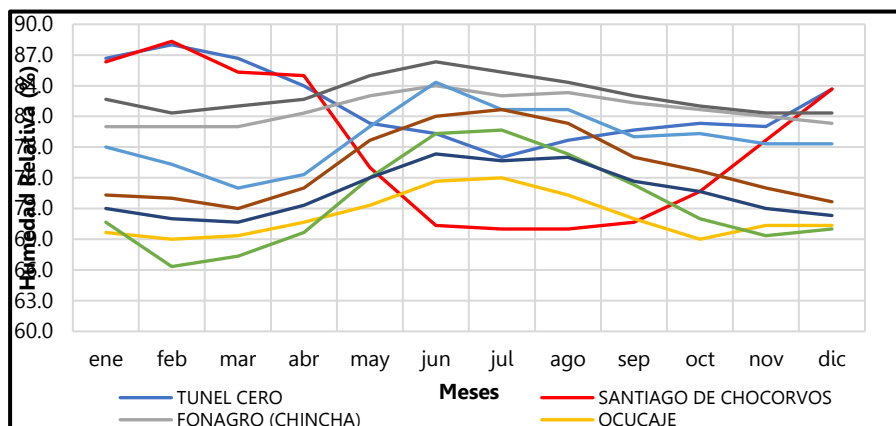


Fuente: Caudales, temperaturas, precipitación y calendario de siembras y cosechas, 2013.

Temperatura media

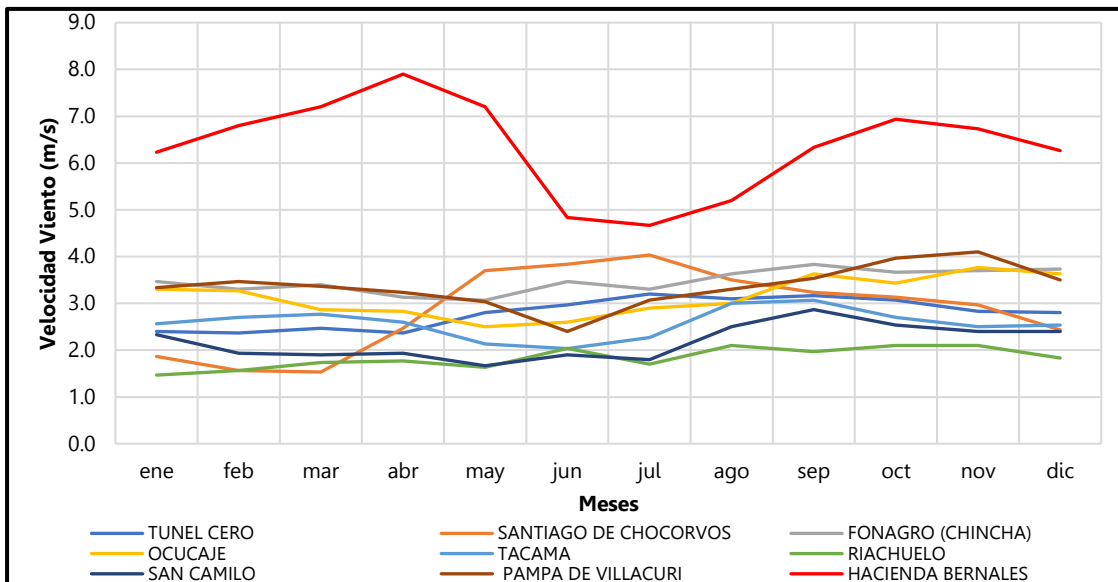
Humedad relativa

Se cuenta con registros históricos de Humedad Relativa media mensual en la zona de estudio y las estaciones son: Túnel Cero, Santiago de Chocorvos, Fonagro, Ocucaje, Tacama, Riachuelo, San Camilo, Pampa de Villacurí y Hacienda Bernales. ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.



Velocidad del viento

Se cuenta con registros históricos de velocidad del viento mensual en la zona de estudio y las estaciones son: Túnel Cero, Santiago de Chocorvos, Fonagro, Ocucaje, Tacama, Riachuelo, San Camilo, Pampa de Villacurí y Hacienda Bernales.

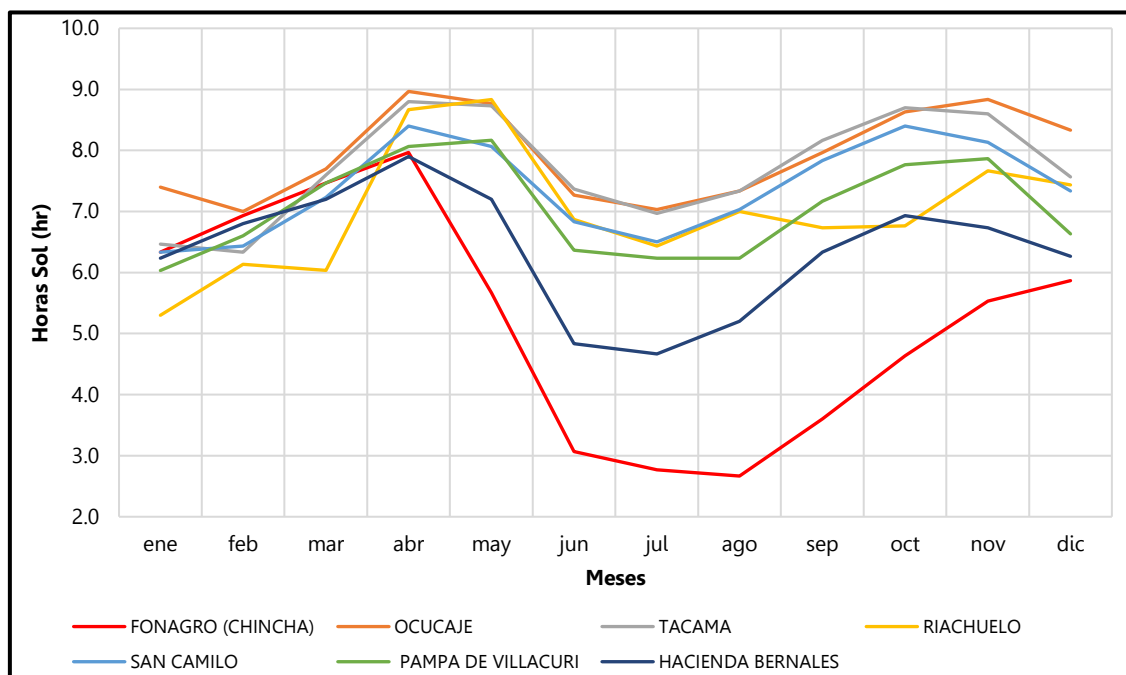


Fuente: Caudales, temperaturas, precipitación y calendario de siembras y cosechas, 2013.

Figura N° 60
Velocidad del viento

Horas de sol

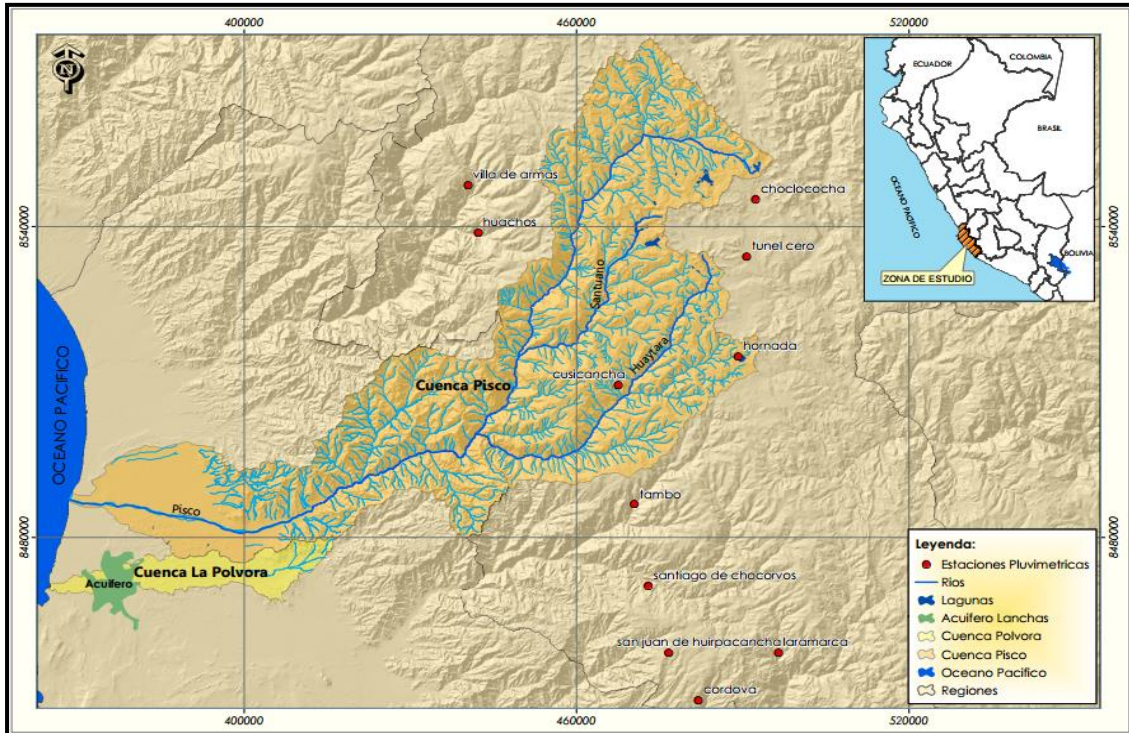
Se cuenta con registros históricos de horas de sol mensual en la zona de estudio y las estaciones son: Fonagro, Ocucaje, Tacama, Riachuelo, San Camilo, Pampa de Villacurí y Hacienda Bernales.



Red pluviométrica

La red de estaciones pluviométricas en el área de estudio están distribuidos dentro y fuera de las cuencas en estudio, que están ubicados en las regiones de Ica y Huancavelica.

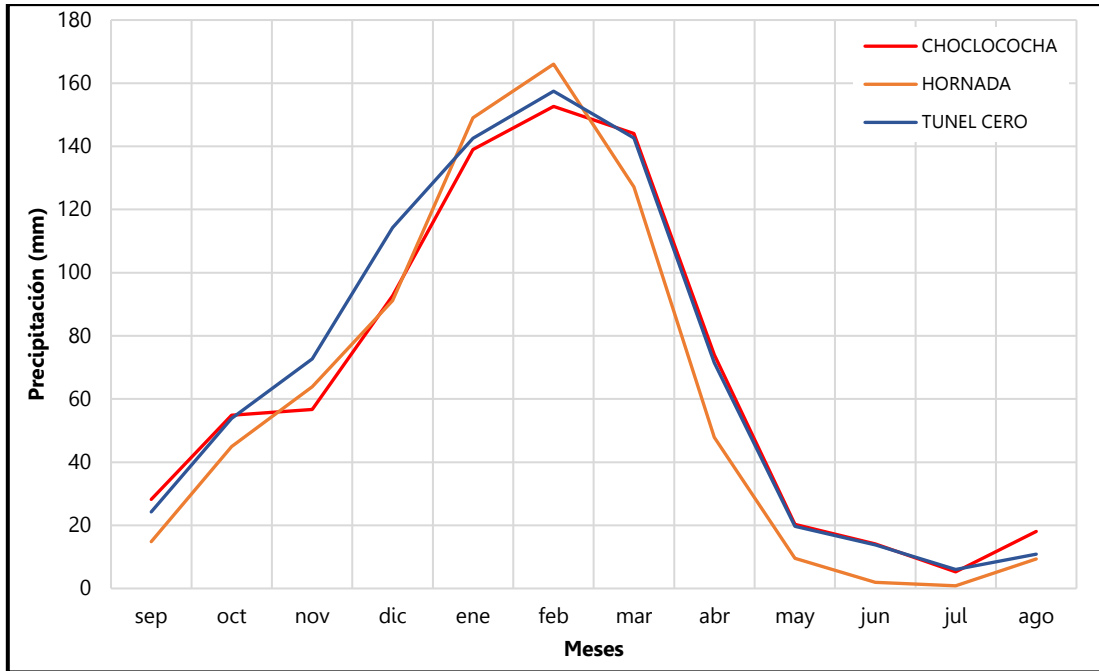
Los registros históricos de las estaciones evaluadas no son uniformes, sobre la cual es importante mencionar que las estaciones serán evaluadas en un periodo de 40 años desde el año 1978 hasta 2017.



Ubicación de estaciones pluviométricas

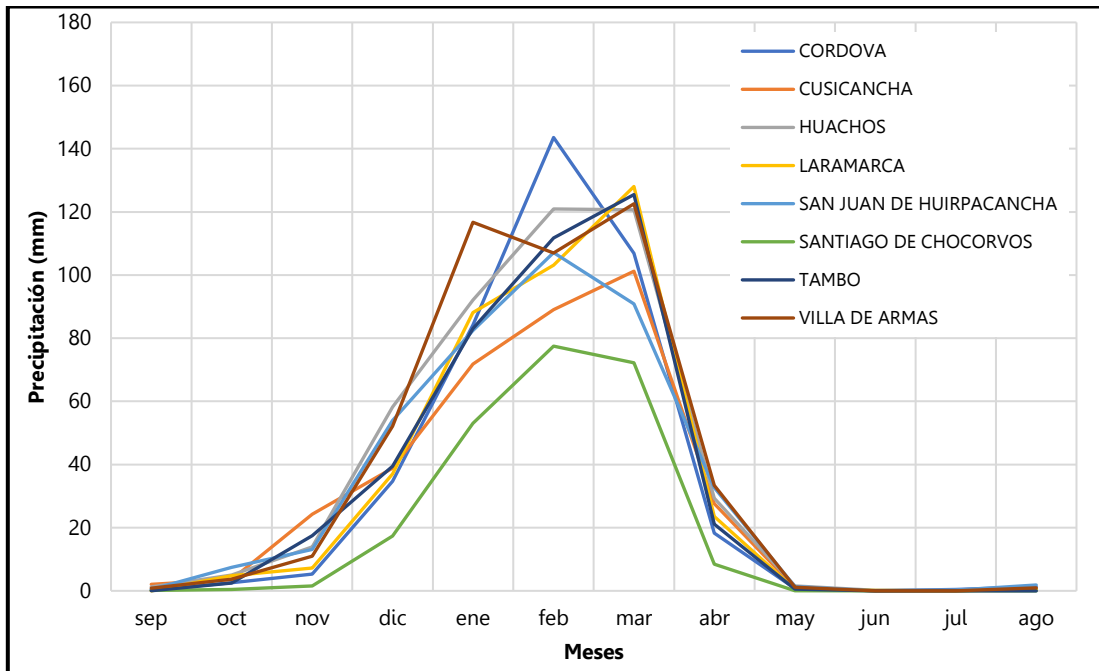
Régimen de precipitación anual en la zona de estudio

Las precipitaciones medias mensuales de los registros completados de las 11 estaciones seleccionadas para el estudio hidrológico, describen períodos de máxima lluvia en los meses de enero a abril, las que descienden a partir de mayo hasta noviembre.



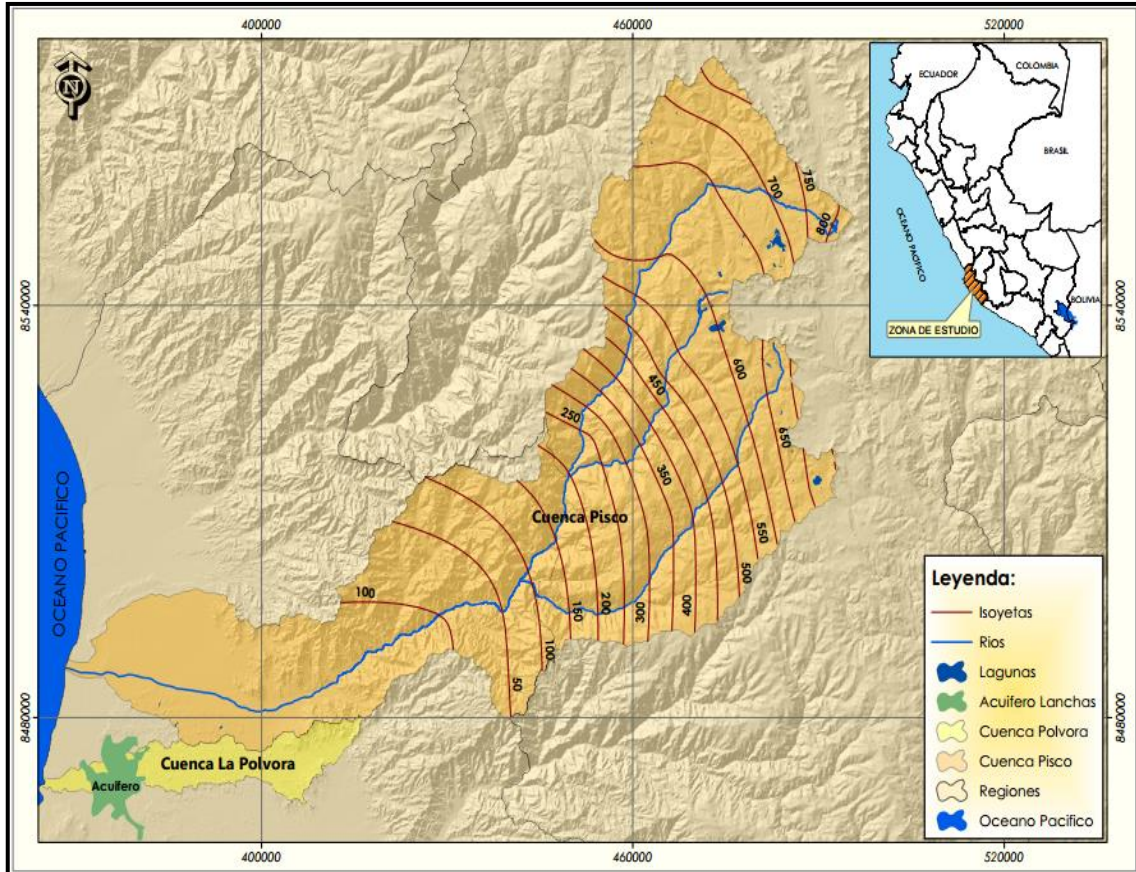
Fuente: Elaboración propia.

Precipitación media anual (mm) – Grupo 1



Fuente: Elaboración propia.

Precipitación media anual (mm) – Grupo 2



Isoyetas del área de estudio