

## **ANEJOS**

Anejo 1: Conceptos generales.

Anejo 2: Análisis de los datos meteorológicos.

Anejo 3: Información litológica de las perforaciones.

Anejo 4: Mapas.

## Anejo 1: Conceptos generales

---

## ÍNDICE GENERAL

---

1. Test de Buishand .....	1
2. Test de Mann - Kendall.....	1
3. Error cuadrático medio normalizado (NRMSE) .....	2
4. Cokrigado colocalizado (CKC) .....	2
5. Evapotranspiración.....	3
6. Modelo número de curva.....	3
7. Balance hidrometeorológico.....	6

## ÍNDICE DE TABLAS

---

Tabla 3-1 Valores de referencia del NRMSE. ....	2
Tabla 6-1 Número de curva según la adaptación de Témez. ....	5
Tabla 6-2 Clasificación de los tipos de CN de acuerdo a la humedad antecedente..	6

## 1. Test de Buishand

Es una prueba estadística que se usa para detectar cambios en la media de la serie de datos (Alghazali & Alawadi, 2014). La hipótesis nula  $H_0$  asume que los datos son homogéneos, mientras que la hipótesis alternativa  $H_1$ , afirma que hay un cambio o ruptura de la media de los datos. El estadístico de la prueba se obtiene de la siguiente manera:

$$S_k^* = 0,$$

$$S_k^* = \sum_{i=1}^k (X_i - \bar{X}) \quad k = 1, 2, \dots, n,$$

donde  $S_k^*$  es la suma parcial ajustada,  $X_i$  es la observación de la variable en el tiempo  $i$ ,  $\bar{X}$  es la media de la serie de tiempo  $(X_1, X_2, \dots, X_n)$ ,  $k$  es el número de la observación en la que se produce una ruptura y  $n$  es el número de datos.

Las sumas parciales reajustadas ( $S_k^{**}$ ) se obtienen dividiendo las  $S_k^*$  por la desviación estándar de la muestra ( $D_x$ )

$$S_k^{**} = \frac{S_k^*}{D_x},$$

$$D_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n}}.$$

## 2. Test de Mann - Kendall

Es una prueba estadística que determina si la serie de tiempo es estacionaria o dicho en otras palabras, si dicha serie presenta una tendencia monótona. El test se basa en el cálculo de estadístico  $S$  (Yue, et al., 2002), el cual se expresa de la siguiente manera:

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sgn}(X_j - X_i),$$

donde  $\text{sgn}$  es la función signo que se define

$$\text{Si } (X_j - X_i) > 0 \quad \text{sgn}(X_j - X_i) = 1,$$

$$\text{Si } (X_j - X_i) = 0 \quad \text{sgn}(X_j - X_i) = 0,$$

$$\text{Si } (X_j - X_i) < 0 \quad \text{sgn}(X_j - X_i) = -1,$$

donde  $n$  es el tamaño de la muestra y  $X_j$  y  $X_i$  son datos en los tiempos  $j$  e  $i$ .

Para tamaños de muestras mayores a diez, se espera que el estadístico  $S$  presente una distribución normal con media de cero y varianza igual a

$$V_s = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^p t_i(t_i-1)(2t_i+5)}{18},$$

donde  $V_s$  es la varianza,  $p$  es el número de grupos vinculados, el término  $\sum$  indica la suma de todos los grupos vinculados,  $t_i$  es el número de datos en el grupo  $i$  (vinculado) y  $n$  es el número de datos.

El valor del estadístico  $Z$  estandarizado se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Si } S > 0 \quad Z = \frac{S-1}{\sqrt{V_s}},$$

Si  $S=0$        $Z = 0,$

Si  $S<0$        $Z = \frac{S+1}{\sqrt{V_s}}.$

### 3. Error cuadrático medio normalizado (NRMSE)

El NRMSE está expresado en porcentaje (%) y es una métrica del error que sirve para medir el sesgo y la exactitud.

$$NRMSE = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [\hat{y}_i - y_i]^2}{n}}}{y_{max} - y_{min}} 100,$$

donde  $\hat{y}_i$  es el valor calculado,  $y_i$  es el valor observado,  $n$  es el número de observaciones,  $y_{max}$  es el máximo valor observado y  $y_{min}$  es el mínimo valor observado. Los valores de referencia para la clasificación de los resultados un modelo, se presentan en la tabla 3-1.

Tabla 3-1. Valores de referencia del NRMSE.

Valor	Descripción
< 10%	Excelente
10% a 20%	Bueno
20% a 30%	Aceptable
>30%	Pobre

### 4. Cokrigado colocalizado (CKC)

Es una técnica de estimación de valores de una variable en lugares que no se han muestreado, para ello utiliza datos medidos, tanto de la variable principal como de la secundaria; siendo esta última la que tiene que estar densamente muestreada. El CKC se expresa matemáticamente con la siguiente ecuación

$$Z_{CKC}^*(u) - m_1(u) = \sum_{\alpha_1=1}^{n_1} \lambda_{\alpha_1} [Z_1(u_{\alpha_1}) - m_1(u)] + \lambda_2 [Z_2(u) - m_2(u)],$$

Donde  $Z_{CKC}^*(u)$  es el estimador de la variable principal en la localización (u),  $m_1(u)$  y  $m_2(u)$  son los valores esperados de las variables aleatorias  $Z_1(u)$  y  $Z_2(u)$  respectivamente,  $\lambda_{\alpha_1}$  y  $\lambda_2$  son los pesos asignados a los datos primarios y secundarios respectivamente,  $n_1$  es el número de datos de la variable principal que interviene en la estimación de la localización (u) respectivamente.

Para simplificar los cálculos se tiene la aproximación de tipo markoviana, la ventaja de ello es que solo requiere del variograma de la variable principal y brinda estimaciones muy parecidas a la del cokrigado ordinario. Dicha aproximación se expresa de la siguiente manera

$$\frac{Z_{CKC}^*(u) - m_1}{\sigma_1} = \sum_{\alpha_1=1}^{n_1} \lambda_{\alpha_1} \frac{[Z_1(u_{\alpha_1}) - m_1]}{\sigma_1} + \lambda_2 \frac{[Z_2(u) - m_2]}{\sigma_2},$$

donde  $\sigma_1$  y  $\sigma_2$  son la desviación estándar de los datos de la variable principal y secundaria respectivamente. Los coeficientes de ponderación  $\lambda_{\alpha_1}$  y  $\lambda_2$  se obtienen al resolver el siguiente sistema de ecuaciones

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{\beta_1=1}^{n_1} \lambda_{\beta_1} C_1(u_{\alpha_1} - u_{\beta_1}) + \lambda_2 \rho C_1(u_{\alpha_1} - u_0) = C_1(u_{\alpha_1} - u), \quad \alpha_1 = 1, \dots, n_1, \\ \sum_{\beta_1=1}^{n_1} \lambda_{\beta_1} \rho C_1(u - u_{\beta_1}) + \lambda_2 = \rho. \end{array} \right.$$

donde  $\rho$  es el coeficiente de correlación lineal de las dos variables,  $C_1$  es la función de covarianza de la variable principal en la ubicación  $u_{\alpha_1}$ ,  $u_{\beta_1}$ ,  $u_0$  y  $u$ .

## 5. Evapotranspiración

Es la pérdida de agua del suelo que se encuentra cubierto de vegetación, esta se da por la suma de dos fenómenos: la evaporación y la transpiración, el primero es el paso del agua del estado líquido al gaseoso y es causado por la radiación solar; el segundo se refiere a las pérdidas de agua del suelo por acción de las plantas.

Para las estimaciones de la evapotranspiración potencial (ETP0) en cuencas andinas y amazónicas peruanas, el método empírico que presenta mejores resultados es el de Hargreaves (Lavado, et al., 2015), dicho método solo requiere de mediciones de la temperatura y valores de radiación solar, los cuales se encuentran tabulados de acuerdo a al hemisferio y la latitud de la zona que se desea trabajar. La expresión matemática de Hargreaves es la siguiente

$$ETP = 0.0135(t_{med} + 17.78)R_s,$$

donde  $t_{med}$  es la temperatura media en  $^{\circ}\text{C}$  y  $R_s$  es la radiación incidente en mm/día.

La radiación incidente se obtiene de la siguiente manera

$$R_s = R_0KT(t_{max} - t_{min})^{0.5},$$

donde  $R_0$  es la radiación solar extraterrestre en mm/día,  $KT$  es un coeficiente de ajuste en  $^{\circ}\text{C}^{-0.5}$ ,  $t_{max}$  es la temperatura máxima en  $^{\circ}\text{C}$  y  $t_{min}$  la temperatura mínima en  $^{\circ}\text{C}$ . El coeficiente  $KT$  es empírico y se recomienda utilizar un valor de 0.16 para zonas que se localicen en el interior de los continentes, en donde las masas de tierra dominan y las masas de aire no están influenciadas por un cuerpo de agua cercano, y para zonas costeras se debe de usar un valor de 0.19 (Allen, et al., 2006).

## 6. Modelo número de curva

Es un modelo empírico desarrollado por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos (SCS, por sus siglas en inglés), que nos permite estimar la escorrentía y la infiltración a partir de la precipitación.

Este método presenta dos hipótesis conceptuales: la primera es que existe un umbral, por debajo de este, la precipitación no produce escorrentía; el segundo es que superado el umbral, el ratio de las cantidades reales (Infiltración y escorrentía) se igualan al de las potenciales (abstracción potencial del sistema y máxima escorrentía posible). Además se cuenta con una relación empírica en donde las abstracciones iniciales son un 20% de las

abstracciones potenciales del sistema. Lo descrito anteriormente se expresa numéricamente, de la siguiente forma

$$S_0 = \lambda \cdot S \text{ con } \lambda = 0.2,$$

$$E(t) = 0, \quad \text{si } P(t) \leq 0.2 S,$$

$$E(t) = \frac{(P(t) - 0.2S)^2}{P(t) + 0.8S}, \quad \text{si } P(t) \geq 0.2 S,$$

donde  $E(t)$  es la escorrentía en el tiempo  $t$  expresada en mm,  $P(t)$  es la precipitación en el tiempo  $t$  expresada en mm y  $S$  son las abstracciones potenciales de sistema en mm y  $S_0$  son las abstracciones iniciales expresadas en mm.

Para la estimación de las abstracciones potenciales del sistema, se desarrolló el concepto de número de curva, el cual es expresado mediante la siguiente fórmula

$$S = 25.4 * \left( \frac{1000}{CN} - 10 \right),$$

donde CN es el número de curva es adimensional y toma valores de 0 a 100.

El cálculo de la infiltración se realiza teniendo en cuenta la siguiente expresión matemática

$$F(t) = (P(t) - 0.2S) - E(t),$$

donde  $F(t)$  es la infiltración, expresada en mm.

El método SCS fue adaptado en España por Témez en 1978, el cual incorpora el concepto de umbral de escorrentía, dicho parámetro está en función del uso del suelo, el tipo de práctica con que se cultiva, la pendiente del terreno, el tipo de suelo, categorizado según su drenaje y las condiciones de humedad del suelo. La relación de  $P_0$  con las variables mencionadas no es matemática sino tabular (Ferrer, et al., 1995). La dependencia del concepto de número de curva y el de umbral de escorrentía se expresa de la siguiente manera:

$$CN = \frac{5000}{(50 - P_0)},$$

donde  $P_0$  es el umbral de escorrentía expresado en mm.

Los valores del número de curva número según la adaptación de Témez y a una condición media de humedad, se presentan en la tabla 6-1.

Tabla 6-1. Número de curva según la adaptación de Témez. *N* y *R* corresponden a las características hidrológicas del suelo, en donde el primero son los cultivos según las curvas de nivel y el segundo según las líneas de máximas pendientes. Fuente: (Ferrer, et al., 1995)

Uso de la tierra	Pend.	A	B	C	D
Barbecho R	$\geq 3$	77	68	89	93
Barbecho N	$\geq 3$	74	82	86	89
Barbecho R/N	$< 3$	71	78	82	86
Cultivos en hilera R	$\geq 3$	69	79	86	89
Cultivos en hilera N	$\geq 3$	67	76	82	86
Cultivos en hilera R/N	$< 3$	64	73	78	82
Cereales de invierno R	$\geq 3$	63	75	83	86
Cereales de invierno N	$\geq 3$	61	73	81	83
Cereales de invierno R/N	$< 3$	59	70	78	81
Rotación de cultivos pobres R	$\geq 3$	66	77	85	89
Rotación de cultivos pobres N	$\geq 3$	64	75	82	86
Rotación de cultivos pobres R/N	$< 3$	63	73	79	83
Rotación de cultivos densos R	$\geq 3$	58	71	81	85
Rotación de cultivos densos N	$\geq 3$	54	69	78	82
Rotación de cultivos densos R/N	$< 3$	52	67	76	79
Pradera pobre	$\geq 3$	68	78	86	89
Pradera media	$\geq 3$	49	69	78	85
Pradera buena	$\geq 3$	42	60	74	79
Pradera muy buena	$\geq 3$	39	55	69	77
Pradera pobre	$< 3$	46	67	81	88
Pradera media	$< 3$	39	59	75	83
Pradera buena	$< 3$	29	48	69	78
Pradera muy buena	$< 3$	17	33	67	76
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal pobre	$\geq 3$	45	66	77	83
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal media	$\geq 3$	39	60	73	78
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal buena	$\geq 3$	33	54	69	77
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal pobre	$< 3$	40	60	73	78
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal media	$< 3$	35	54	69	77
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal buena	$< 3$	25	50	67	76
Masa forestal (bosques, monte bajo, ...) muy clara		56	75	86	91
Masa forestal (bosques, monte bajo, ...) clara		46	68	78	83
Masa forestal (bosques, monte bajo, ...) media		40	60	69	76
Masa forestal (bosques, monte bajo, ...) espesa		36	52	62	69
Masa forestal (bosques, monte bajo, ...) muy espesa		29	44	54	60
Rocas permeables	$\geq 3$	94	94	94	94
Rocas permeables	$< 3$	91	91	91	91
Rocas impermeables	$\geq 3$	96	96	96	96
Rocas impermeables	$< 3$	93	93	93	93

En la tabla 6-2 se presenta la clasificación de las clases antecedentes de humedad para el método de número de curva.

Tabla 6-2. Clasificación de los tipos de CN de acuerdo a la humedad antecedente. *AMC son las condiciones antecedentes de humedad. Fuente: (Chow, et al., 1994)*

Grupo AMC	Lluvia antecedente total de 5 días (mm)	
	Estación inactiva	Estación de crecimiento
I	Menor que 12.7	Menor que 35.6
II	12.7 a 27.9	35.6 a 53.3
III	Sobre 27.9	Sobre 53.3

La estación de inactividad es periodo en el cual la vegetación suspende su desarrollo debido a las condiciones climáticas adversas; mientras que la estación de crecimiento es la época en la cual las condiciones son favorables.

CNI es el número de curva para condiciones secas, CNII se utiliza para condiciones medias de humedad y CNIII para condiciones húmedas. Los números de curva para condiciones secas y húmedas se calculan con las siguientes expresiones:

$$CNI = \frac{4.2 * CNII}{10 - 0.058 * CNII}$$

$$CNIII = \frac{23 * CNII}{10 + 0.13 * CNII}$$

Según este método, existen 04 tipos de suelos, de acuerdo a sus características de infiltración (NRCS, 2009):

- Grupo A: tienen bajo potencial de escorrentía aun cuando estén húmedos, presentan una clase textural gruesa (arenosa o areno-limosa); generalmente tienen menos del 10% de arcillas y más de 90% de arenas o gravas. Son excesivamente drenados.
- Grupo B: tienen un potencial de escorrentía moderado cuando se encuentren húmedos; los suelos que pueden ser incorporados a este grupo son: franco, franco limoso, limoso o franco arcilloso arenoso; típicamente presentan entre un 10% a 20% de arcilla y 50% a 90% de arena.
- Grupo C: tienen un potencial de escorrentía moderadamente alto cuando están húmedos, presentan texturas francas, franco limoso, franco arcilloso arenoso, franco arcilloso y franco limoso arcilloso; por lo general tienen entre 20% a 40% de arcillas y menos de 50% de arena.
- Grupo D: tienen un alto potencial de escorrentía cuando están húmedos, presentan texturas arcillosas, con más de 40% de arcilla y menos del 50% de arena.

## 7. Balance hidrometeorológico

El balance se fundamenta en el principio de la conservación de masa, en donde la diferencia entre las entradas y salidas del sistema es igual a la variación del almacenamiento; cuya expresión matemática es la siguiente

Entradas – Salidas = Variación del almacenamiento ± error.

Este método se puede aplicar tanto a escala diaria como mensual, pero los resultados que brindan la escala diaria son más de cuatro veces, los obtenidos con los mensuales (FCIHS, 2009).

El balance involucra conceptos que requieren ser descritos como:

- Capacidad de campo ( $\theta_f$ ): Contenido de humedad del suelo después de estar saturado y haber perdido toda el agua gravitacional.
- Punto de marchitez ( $\theta_w$ ): Contenido mínimo de humedad a la cual aún puede darse la transpiración; en este estado las plantas se marchitan.
- Reserva útil (RU): Contenido de humedad que retiene el suelo, resulta de la diferencia de la capacidad de campo con el punto de marchitez; es la cantidad de agua que puede ser aprovechada por las plantas o evaporarse. Su fórmula es la siguiente

$$RU = (\theta_f - \theta_w) * Prof. * 1000,$$

donde Prof. es la profundidad de raíces en metros,  $\theta_f$  y  $\theta_w$  son adimensionales.

## Anejo 2: Análisis de los datos meteorológicos

---

## ÍNDICE GENERAL

---

1.	Precipitación .....	1
1.1.	Regiones homogéneas .....	1
1.2.	Análisis exploratorio de los datos.....	2
1.2.1.	Diagrama de cajas e histogramas.....	3
1.2.2.	Completación de datos.....	4
1.2.3.	Análisis de homogeneidad.....	5
1.2.4.	Análisis de estacionariedad.....	5
1.2.5.	Caracterización de la precipitación.....	5
1.2.6.	Gradiente Pluviométrica .....	6
2.	Temperatura del aire .....	8
2.1.	Análisis exploratorio de datos .....	8
2.1.1.	Temperatura máxima .....	9
2.1.2.	Temperatura mínima.....	12

## ÍNDICE DE TABLAS

---

Tabla 1-1.	Estaciones meteorológicas.....	1
Tabla 1-2.	Resultados del vector regional.....	2
Tabla 1-3.	Distancia entre estaciones en km.....	4
Tabla 1-4.	Valores del error cuadrático medio normalizado para la precipitación.....	5
Tabla 1-5.	Resultados del test de Buishand.....	5
Tabla 1-6.	Resultados del test de Kendall.....	5
Tabla 2-1.	Ubicación de la estación Pauza.....	8
Tabla 2-2.	Valores del error medio cuadrático medio normalizado para la temperatura máxima.....	10
Tabla 2-3.	Distancia entre la estación Pauza a las demás, en Km.....	10
Tabla 2-4.	Valores del error medio cuadrático medio normalizado para la temperatura mínima.....	13

## ÍNDICE DE FIGURAS

---

Figura 1-1.	Diagrama de cajas de la precipitación mensual por estaciones..	3
Figura 1-2.	Histogramas de la precipitación mensual por estaciones.....	4

Figura 1-3. Precipitación media multimensual.....	6
Figura 1-4. Gradiente pluviométrica a escala diaria.....	7
Figura 1-5. Gradiente pluviométrica a escala mensual.....	7
Figura 1-6. Gradiente pluviométrica a escala anual .....	8
Figura 2-1. Diagrama de cajas de la temperatura máxima mensual por estaciones.....	9
Figura 2-2. Histogramas de la temperatura máxima mensual por estaciones. ....	9
Figura 2-3. Temperatura máxima media multimensual.....	10
Figura 2-4. Gradiente de la temperatura máxima media a escala diaria.....	11
Figura 2-5. Gradiente de la temperatura máxima media a escala mensual. ....	12
Figura 2-6. Gradiente de la temperatura máxima media a escala anual.....	12
Figura 2-7. Diagrama de cajas de la temperatura mínima mensual por estaciones.....	13
Figura 2-8. Histogramas de la temperatura mínima mensual por estaciones.....	13
Figura 2-9. Temperatura mínima media multimensual .....	14
Figura 2-10. Gradiente de la temperatura mínima a escala diaria.....	14
Figura 2-11. Gradiente de la temperatura mínima a escala mensual.....	15
Figura 2-12. Gradiente de la temperatura mínima a escala anual .....	15

## 1. Precipitación

La información meteorológica se analizó con la consigna de corregirla en el caso de que presentará algún tipo de incongruencias y con ello tener una mejor data para la regionalización de las variables climáticas.

En el área de estudio se identificaron ocho estaciones climáticas colindantes a ella, las cuales están administradas por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI - PERÚ). La mayoría de la información se adquirió del portal web denominado como “Visor de estaciones” de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), cuya dirección electrónica es <http://snirh.ana.gob.pe/visors2/>; a excepción de la de la estación Pullhuay, la cual se descargó de la página web del SENAMHI (<https://senamhi.gob.pe/>). Cabe indicar, que los datos se obtuvieron como precipitaciones diarias, con diferentes periodos de registro, entre 1963 al 2018.

En la tabla 1-1 y el mapa 7 se presenta la información relacionada a la ubicación de las estaciones climáticas utilizadas, como sus coordenadas geográficas, la altitud, la cuenca en que se localizan, la distancia a la que se encuentran con respecto al área de estudio y el periodo de registro.

Tabla 1-1. Estaciones meteorológicas. *En la tabla se observa que la estación más cercana al área de estudio es la de Lampa; además, se nota que la estación Chinchayllapa presenta una altitud similar a dicha área. P: Precipitación. Fuente, (°): grados, Km: kilómetros. Fuente: Visor de estaciones de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y página web del SENAMHI*

Estaciones	Tipo	Latitud (°)	Longitud (°)	Altitud	Cuenca	Distancia (km)	Periodo
							P. diaria
Lampa	Convencional - Climática	-15.18	-73.33	2790	Ocoña	28	1964-2018
Cotahuasi	Convencional - Climática	-15.21	-72.89	2683	Ocoña	48	1963-2018
Puica	Convencional - Climática	-15.07	-72.67	3362	Ocoña	64	1963-2018
Chinchayllapa	Convencional - Climática	-14.92	-72.73	4497	Ocoña	56	1965-2010
Salamanca	Convencional - Climática	-15.50	-72.83	3203	Ocoña	76	1964-2018
Coracora	Convencional - Climática	-15.01	-73.78	3156	Yauca	57	1963-2018
Orcopampa	Convencional - Climática	-15.26	-72.34	3779	Camaná	104	1969-2018
Pullhuay	Convencional - Climática	-15.14	-72.75	3455	Ocoña	57	1964-2014

### 1.1. Regiones homogéneas

La regionalización de las precipitaciones implica identificar regiones en donde dicho parámetro se comporta de manera similar, es decir, se tiene que agrupar a las estaciones de acuerdo al comportamiento de las lluvias que registran; para después transferir la información a zonas en donde no se tengan datos.

Las regiones homogéneas fueron identificadas, mediante el método de vector regional, el cual está orientado para la crítica de datos, la homogenización y la extensión de los datos;

este asume que para una misma región climática, las precipitaciones son pseudo-proporcionales, con pequeñas variaciones aleatorias debido a la distribución de las lluvias dentro de una zona. El vector regional crea una estación ficticia, que resulta del promedio de las estaciones utilizadas para su creación y compara a cada una de las estaciones con esta.

En la aplicación del método, se utilizó el programa HYDRACCESS, dicho software es de uso libre y se encuentra disponible en la página web <https://hybam.obs-mip.fr/es/hydraccess-3/>.

En el cálculo del vector se utilizaron las precipitaciones anuales de las estaciones para todo el periodo en que presentaron registros y se realizó mediante el método de Brunet Moret, siendo este recomendado para las regiones andinas (Espinoza, 2005). En la identificación de las regiones homogéneas se consideraron dos parámetros: la desviación estándar de los desvíos (DED) y la correlación estación-vector, el primero compara la desviación de una estación con respecto al vector, a valores altos de este parámetro las desviaciones serán fuertes; mientras que en el segundo, cuanto más alto es el valor mayor es la correlación de la estación con el vector.

De este análisis se obtuvo, que las ocho estaciones están comprendidas en una misma región pluviométrica, ya que estas presentaron valores por encima de 0.71 en cuanto a la correlación estación/vector y valores por debajo de 0.35 respecto a la DED, tal como se observa en la tabla 1-2.

Tabla 1-2. Resultados del vector regional. *De acuerdo con los valores, de DED y correlación estación/vector, presentados en esta tabla; se concluye que las ochos estaciones están comprendidas en una misma región climática.*

Estaciones	DED	Correlación estación/vector
Pullhuay	0.26	0.84
Lampa	0.33	0.79
Chinchayllapa	0.28	0.71
Puica	0.28	0.88
Orcopampa	0.23	0.79
Coracora	0.21	0.87
Cotahuasi	0.21	0.87
Salamanca	0.35	0.82

## 1.2. Análisis exploratorio de los datos

En el estudio no se tomó en cuenta la totalidad de los registros de las estaciones, ello con la finalidad de minimizar los errores de estimación de los datos faltantes. De toda la población se consideró a aquel periodo más cercano a la actualidad con la menor cantidad de datos no registrados tanto de precipitación como de temperatura, siendo los escogidos aquellos datos, que se registraron durante 2005 a 2009, dejando de lado con ello la estación Puica ya que no presentó datos durante este periodo.

De las estaciones climáticas consideradas en el estudio, se tiene, que la estación Coracora presentó para el periodo elegido, un 9.0% de datos faltantes, en las estaciones Chinchayllapa y Salamanca faltaban un 1.5% y 0.1% respectivamente; mientras que las estaciones Cotahuasi, Lampa, Orcopampa y Pullhuay presentaban su registro completo.

Es necesario precisar, que el análisis exploratorio de datos se realizó a nivel mensual, para el periodo anteriormente mencionado.

### 1.2.1. Diagrama de cajas e histogramas

Del análisis de los datos mensuales mediante el diagrama de cajas, se obtuvo, que había posibles valores atípicos (*outliers*), tal como se observa en el figura 1-1, pero al compararlos con los de las estaciones más cercanas, se encontró, que la totalidad de ellos tenían correspondencia con los valores registrados en dichas estaciones, es decir, que esos registros corresponden a un evento climático regional; por tal motivo no se descartaron.

Además, se observó, que en todas las estaciones, los mayores valores de la precipitación ocurrieron durante los meses de enero, febrero y marzo, mientras, que en los meses de mayo, junio, julio y agosto estos valores fueron mínimos o nulos.

En la figura 1-2 se muestran los histogramas de frecuencia de la precipitación mensual por estaciones, en ella se observa que la distribución de los datos es asimétrica, con sesgo hacia la derecha o positivo.

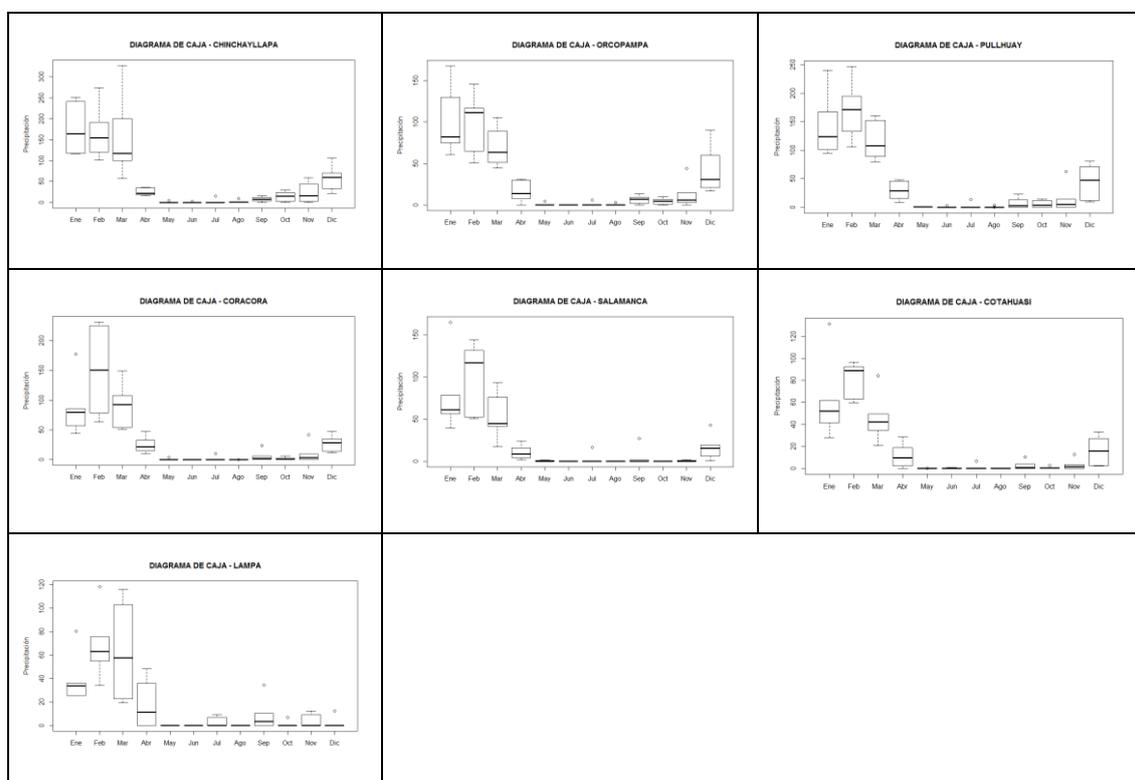


Figura 1-1. Diagrama de cajas de la precipitación mensual por estaciones. *Los puntos que se encuentran a fuera de las cajas, son los considerados como datos atípicos.*

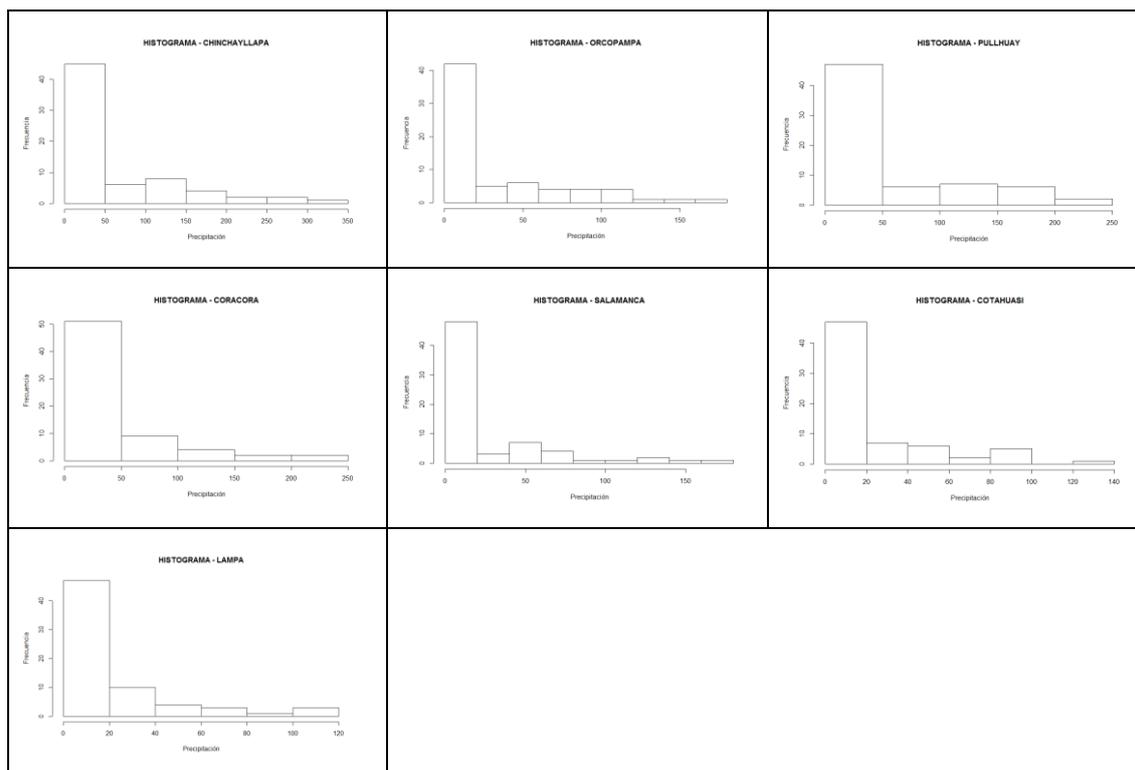


Figura 1-2. Histogramas de la precipitación mensual por estaciones. *En todos los histogramas se observa que la distribución de los datos es asimétrica y sesgada hacia la derecha.*

### 1.2.2. Completación de datos

La completación de los datos faltantes se realizó a nivel diario, para ello se consideraron, en una primera instancia, los métodos más simples como son: la regresión lineal (RL) y el inverso a la distancia ponderada (IDW por sus siglas en inglés) con valores de potencia de 1, 2 y 3.

Para la selección del método a utilizar, se usó la validación cruzada, la cual consistió en eliminar los datos de la serie de tiempo de cada una de las estaciones, que no contaban con el registro completo, seguidamente se estimó la información de cada estación mediante uso de la información de las demás estaciones y los métodos anteriormente mencionados. Es necesario precisar que para el método de regresión lineal se tuvo en cuenta el valor más alto del coeficiente de correlación entre las estaciones, así mismo, en el método de IDW se consideraron las distancias entre las estaciones, las cuales se presentan en la tabla 1-3.

Tabla 1-3. Distancia entre estaciones en km.

Estaciones	Coracora	Chinchayllapa	Cotahuasi	Lampa	Orcopampa	Salamanca	Pullhuay
Coracora	0	113	97.9	51.6	157.3	115.1	111.2
Chinchayllapa	-	0	36.4	71	57	65.5	24.4
Cotahuasi	-	-	0	47.6	59.7	32.9	16.9
Lampa	-	-	-	0	107.2	64.1	62.6
Orcopampa	-	-	-	-	0	59.3	46.6
Salamanca	-	-	-	-	-	0	41.2
Pullhuay	-	-	-	-	-	-	0

Finalmente, se evaluó el rendimiento de los métodos de estimación, mediante el error cuadrático medio normalizado (NRMSE), ver apartado 1.3 del anejo 1, cuyos resultados se presentan en la tabla 1-4; en ella se nota, a las desviaciones de los valores estimados, con los diferentes métodos, respecto a los observados.

Para la completación de los registros se consideraron los métodos que obtuvieron menores valores de NRMSE, siendo seleccionado para la estación Coracora, el IDW con potencia 1 y para Chinchayllapa y Salamanca el IDW con potencia 2.

Tabla 1-4. Valores del error cuadrático medio normalizado para la precipitación. *Los menores valores de NRMSE representan que los valores simulados son muy parecidos a los observados en la estación meteorológica. RL: Regresión lineal*

Estaciones	IDW			RL
	1	2	3	
Coracora	6.5%	6.7%	7.0%	6.7%
Chinchayllapa	9.0%	8.9%	9.1%	9.3%
Salamanca	10.3%	10.2%	10.2%	10.2%

### 1.2.3. Análisis de homogeneidad

El análisis consistió en conocer si nuestra base de datos mensuales de precipitaciones presentaba algún cambio brusco en sus valores con respecto a la media; para ello se utilizó el test estadístico Buishand, con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) del 0.05.

Los valores del nivel de significancia más bajo (p valor), obtenidos mediante la aplicación de este método, fueron mayores a  $\alpha$  (0.05), lo que nos indica que todas las series de datos presentan homogeneidad con respecto a la media. Los resultados se presentan en la tabla 1-5.

Tabla 1-5. Resultados del test de Buishand. *p valor: Nivel de significancia más bajo que rechaza la hipótesis nula.*

Estación	Chinchayllapa	Coracora	Cotahuasi	Lampa	Orcopampa	Salamanca	Pullhuay
p valor	0.7113	0.5881	0.8003	0.7142	0.6007	0.9672	0.9014

### 1.2.4. Análisis de estacionareidad

La falta de estacionareidad o tendencia es la variación (incremento o disminución) de los valores de los datos en el tiempo. El método que se utilizó para su evaluación fue el test estadístico de Mann Kendall, con un nivel de significancia de 0.05.

Los resultados se presentan en la tabla 1-6, en donde se observa que en todas las estaciones no existe tendencia en sus series de precipitación, ya que se obtuvo en todas ellas p valores mayores a 0.05.

Tabla 1-6. Resultados del test de Kendall.

Estación	Chinchayllapa	Coracora	Cotahuasi	Lampa	Orcopampa	Salamanca	Pullhuay
p valor	0.5429	0.5427	0.8712	0.2182	0.6208	0.5062	0.7968

### 1.2.5. Caracterización de la precipitación

En el periodo de estudio se observó que las estaciones comienzan a registrar lluvias desde septiembre a abril, siendo los meses más lluviosos enero, febrero y marzo; mientras que desde mayo a agosto los valores de las precipitaciones fueron mínimas o nulas; el pico máximo de la precipitación media multimensual fue de 175.8 mm y se presenta durante

el mes de enero en la estación Chinchayllapa (localizada a una mayor altitud). Lo anterior descrito se observa en la figura 1-3.

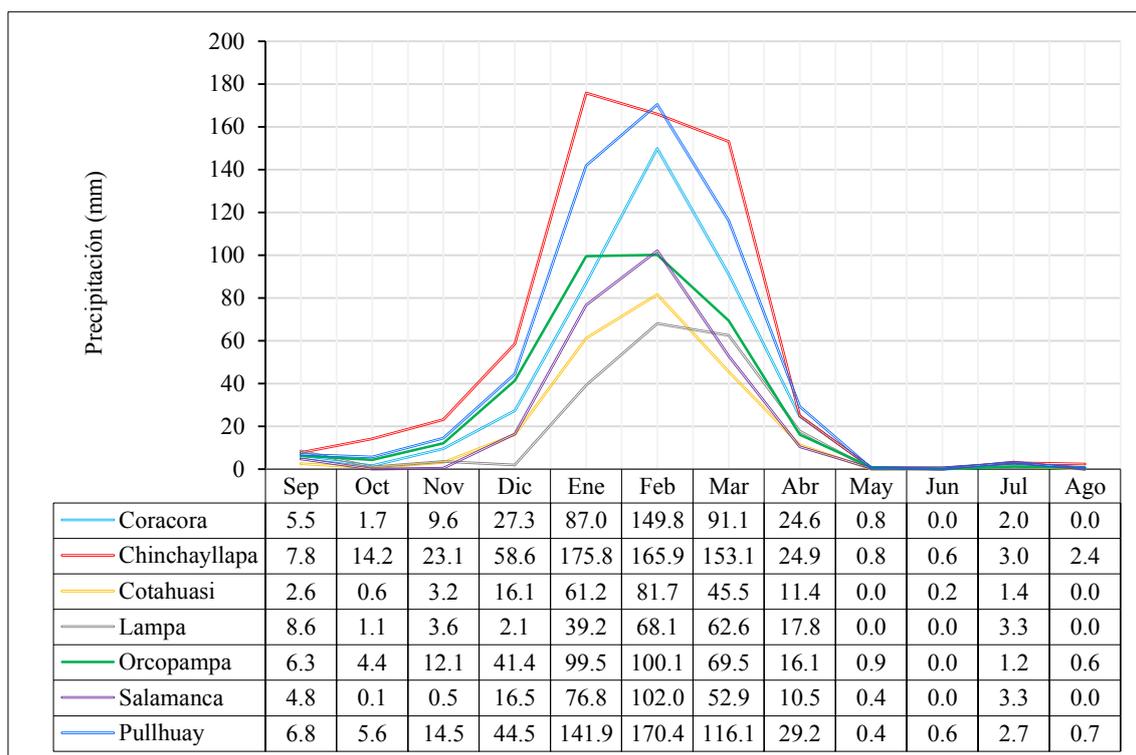


Figura 1-3. Precipitación media multimensual. *Los mayores valores de esta variable ocurren durante los meses enero, febrero y marzo. En la estación Chinchayllapa (línea roja) se registran las precipitaciones más altas, ello se relaciona a que dicha estación se encuentra a una mayor altitud que el resto.*

#### 1.2.6. Gradiente Pluviométrica

Al relacionar las lluvias con las altitudes a la que se encuentran las estaciones, se obtuvo, que la precipitación media diaria presentó una buena relación con las elevaciones, con un valor de coeficiente de determinación de 0.73, tal como se observa en la figura 1-4; es decir que el 73% de la precipitación media diaria queda explicada por la altitud. De la misma manera se analizó la precipitación media multianual, obteniéndose que las dos variables anteriormente mencionadas presentaron un coeficiente de determinación de 0.70 (ver figura 1-6).

La relación entre la precipitación media multimensual (2005 - 2009) y la altitud (figura 1-5) fue buena para los meses de enero, marzo, mayo, agosto, octubre, noviembre y diciembre; con valores de coeficientes de determinación mayores a 0.60; en el mes de febrero dicho coeficiente fue de 0.42; mientras que en los meses restantes presentó valores bajos, debido a la poca o nula precipitación que ocurre en esos meses.

De forma general se observó que la correlación de las dos variables es positiva, es decir, que cuando aumenta la altitud se incrementan los valores de la precipitación.

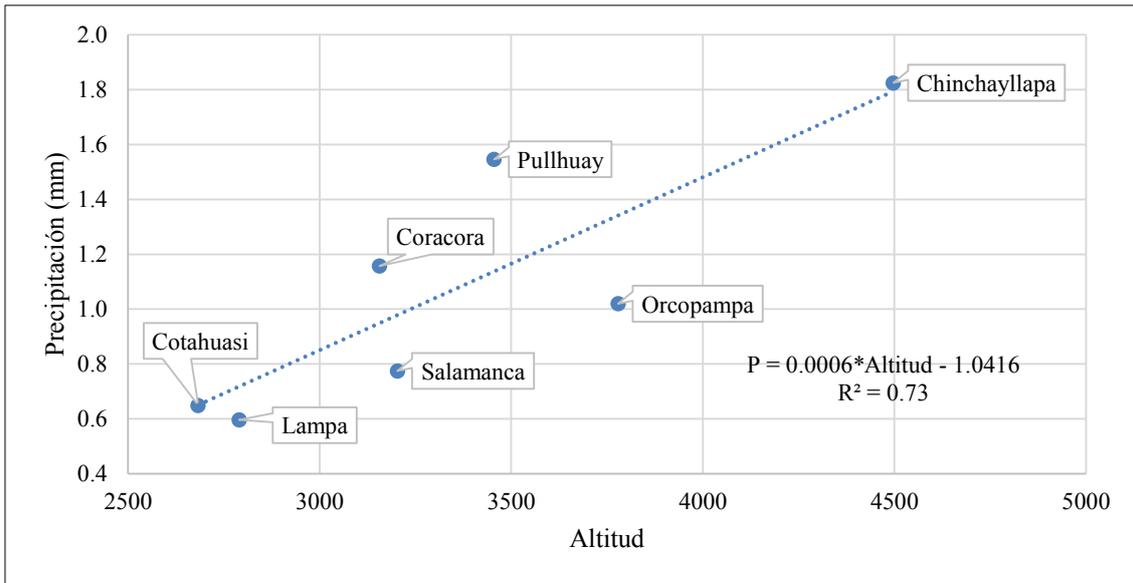


Figura 1-4. Gradiente pluviométrica a escala diaria. *La estación Chinchayllapa es la que presenta la mayor altitud y en la que se registra mayores precipitaciones.*

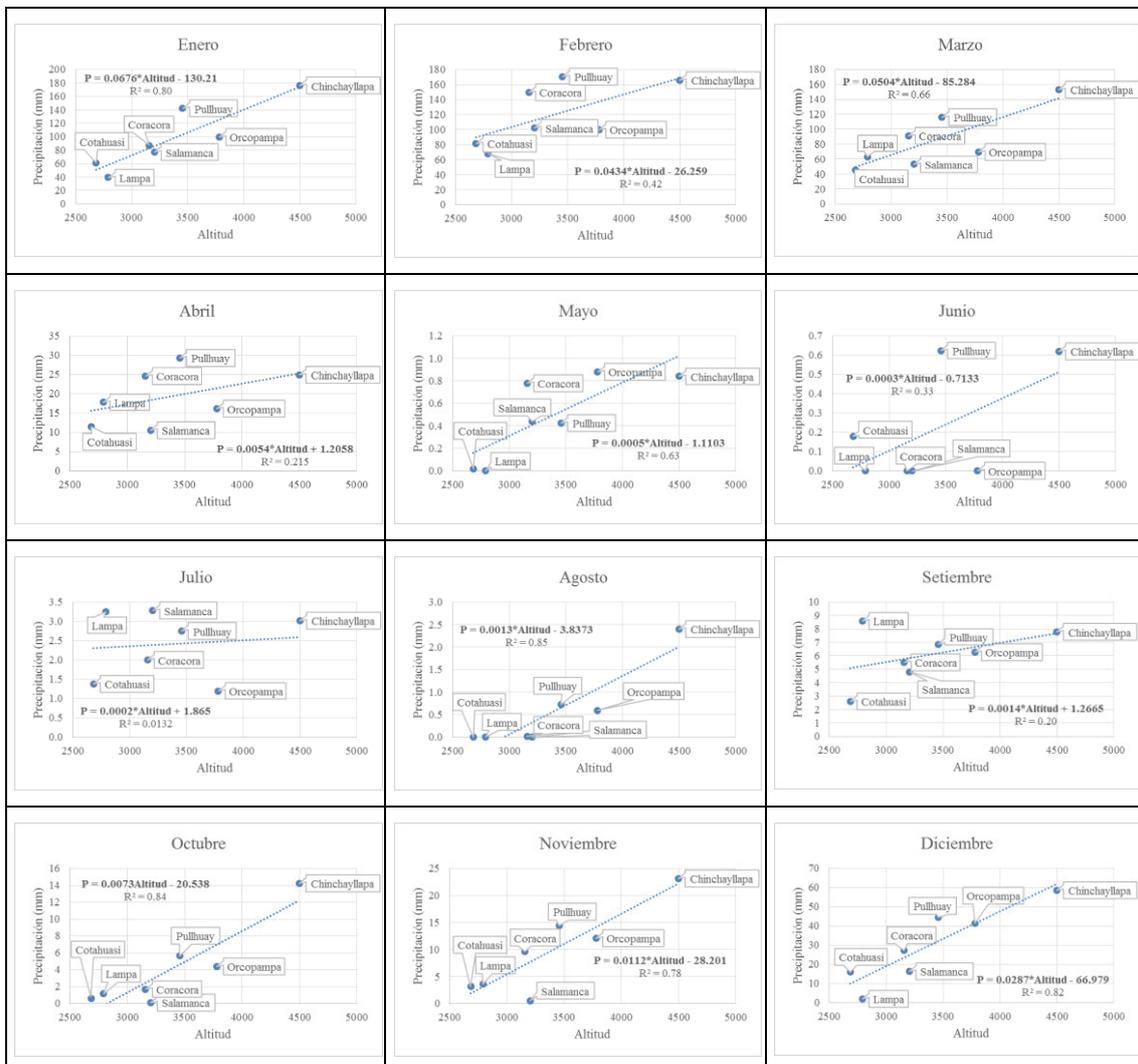


Figura 1-5. Gradiente pluviométrica a escala mensual. *Durante los meses de abril, junio, julio y septiembre; no cuenta con una buena relación entre las altitudes a la que se encuentran las estaciones con las precipitaciones que registran; ello debido a ausencia de lluvias.*

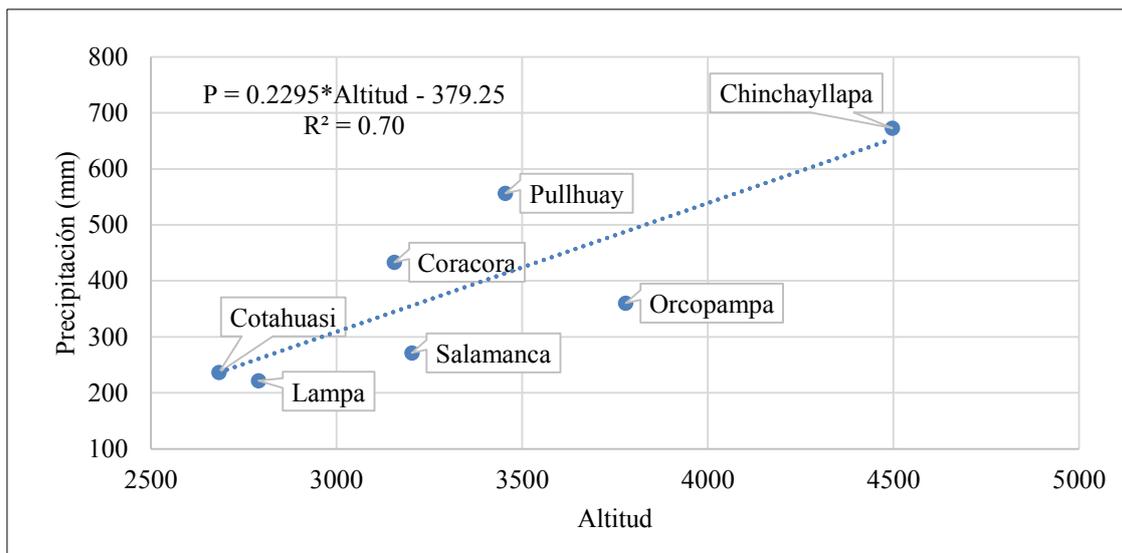


Figura 1-6. Gradiente pluviométrica a escala anual.

## 2. Temperatura del aire

Para el análisis de la temperatura del aire, se consideraron las estaciones mencionadas en el apartado de precipitación que contaban con registros de esta variable (Salamanca, Coracora, Cotahuasi, Orcopampa y Pullhuay); además se adicionó la información de la estación Pauza, la cual está administrada por el SENAMHI – PERÚ. La información se adquirió del portal web “Visor de estaciones”, como temperaturas máximas y mínimas diarias.

En la tabla 2-1 se presenta las coordenadas de ubicación y el periodo de información con que cuenta la estación Pauza.

Tabla 2-1. Ubicación de la estación Pauza. T: Temperatura.

Estación	Tipo	Latitud (°)	Longitud (°)	Altitud	Cuenca	Distancia (Km)	Periodo
							T. diaria
Pauza	Convencional - Climática	-15.267	-73.333	2477	Ocoña	37.4	1963-2018

Considerando que la temperatura, por lo general no presenta variaciones considerables con respecto al tiempo, la consistencia de esta información se realizó de manera gráfica con la finalidad de detectar valores atípicos.

### 2.1. Análisis exploratorio de datos

Este análisis se realizó para el mismo periodo trabajado en la precipitación, en el cual se encontró que para el parámetro de temperatura máxima diaria la estación de Coracora presentaba un 9.2 % de datos faltantes y en las estaciones Orcopampa, Pauza y Salamanca faltaban el 7.7%, 3.7% y 0.2% respectivamente, mientras que las estaciones Cotahuasi y Pullhuay contaban con toda la serie completa.

En cuanto a la temperatura mínima, la estación Coracora y Salamanca tenían información incompleta, representado dichos datos del 9.1% y 0.1% respectivamente, del registro total.

Cabe indicar que este análisis se realizó con la información mensual de las respectivas estaciones climáticas.

## 2.1.1. Temperatura máxima

### 2.1.1.1. Diagrama de cajas e histogramas

Mediante los diagramas de cajas (figura 2-1) de los datos de temperaturas máximas mensuales, se detectaron algunos posibles valores atípicos, los cuales se descartaron al comparar dichos registros con los de las estaciones más cercanas.

En los histogramas (figura 2-2) se observa que las temperaturas máximas mensuales disminuyen su valor conforme se incrementa la altitud a la que se encuentra la estación. En las estaciones Orcopampa, Pullhuay, Coracora y Salamanca las temperaturas que mostraron mayor frecuencia estuvieron entre los 20°C y 23°C, mientras que en las estaciones Cotahuasi y Pauza dicho valores oscilan entre los 25°C y 27°C. De forma general se puede decir que la distribución de este parámetro es asimétrica.

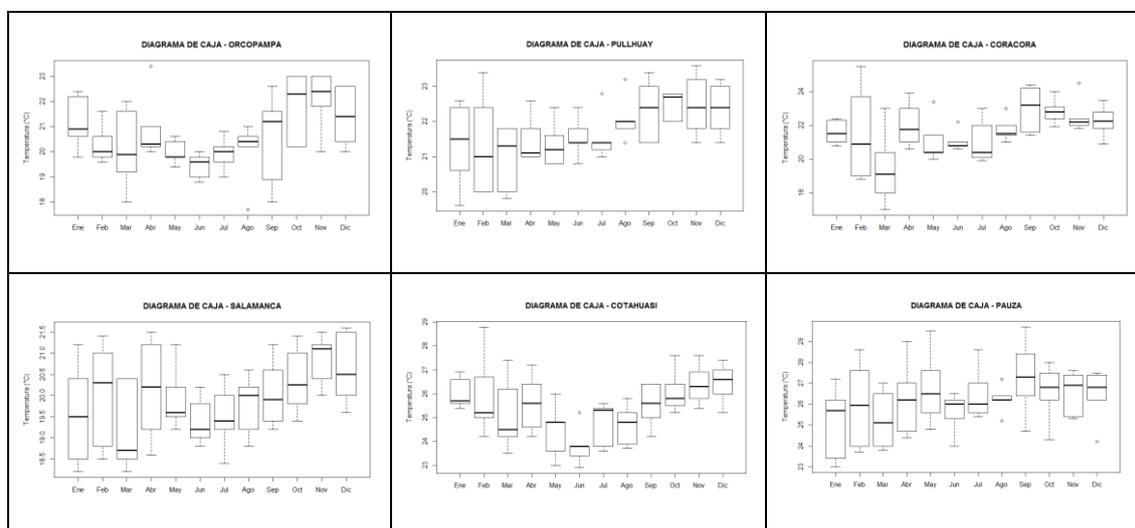


Figura 2-1. Diagrama de cajas de la temperatura máxima mensual por estaciones.

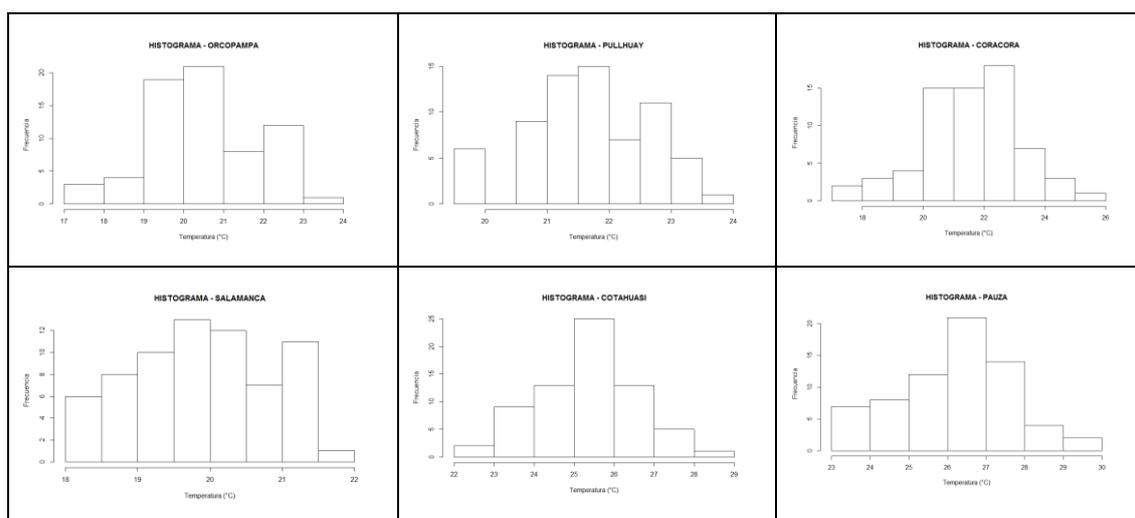


Figura 2-2. Histogramas de la temperatura máxima mensual por estaciones.

### 2.1.1.2. Completación de datos faltantes

Los datos faltantes fueron completados con el método que nos dio mejores resultados después de aplicar la validación cruzada, cabe indicar que una primera instancia se utilizaron los métodos descritos en el apartado de la precipitación. En la tabla 2-2 se muestran los valores de NRMSE obtenidos de la aplicación de la inversa de la distancia ponderada (IDW) y de la regresión lineal (RL); de ellos el método seleccionado fue la regresión lineal ya que con este se obtuvo valores más bajos de errores de estimación. La distancia de la estación Pauza a las demás se muestran en la tabla 2-3.

Tabla 2-2. Valores del error medio cuadrático medio normalizado para la temperatura máxima.

Estaciones	IDW			RL
	1	2	3	
Coracora	16.4%	20.4%	23.9%	8.7%
Orcopampa	18.4%	17.6%	16.8%	9.9%
Pauza	24.2%	22.3%	20.6%	9.1%
Salamanca	37.7%	42.2%	46.2%	12.0%

Tabla 2-3. Distancia entre la estación Pauza a las demás, en Km.

Estaciones	Pauza
Salamanca	59.6
Coracora	55.6
Cotahuasi	47.9
Orcopampa	106.8
Pullhuay	64.0

### 2.1.1.3. Caracterización de la temperatura máxima

El comportamiento de la temperatura máxima media multimensual se muestra en la figura 2-3, en donde se nota que las estaciones con menor altitud (Pauza y Cotahuasi) son las que presentan los valores más altos de esta variable, con temperaturas superiores a 23.8 °C pero inferiores a 27.3 °C; mientras que en las demás estaciones, dichos valores oscilan entre los 19.2 °C a 23.0 °C.

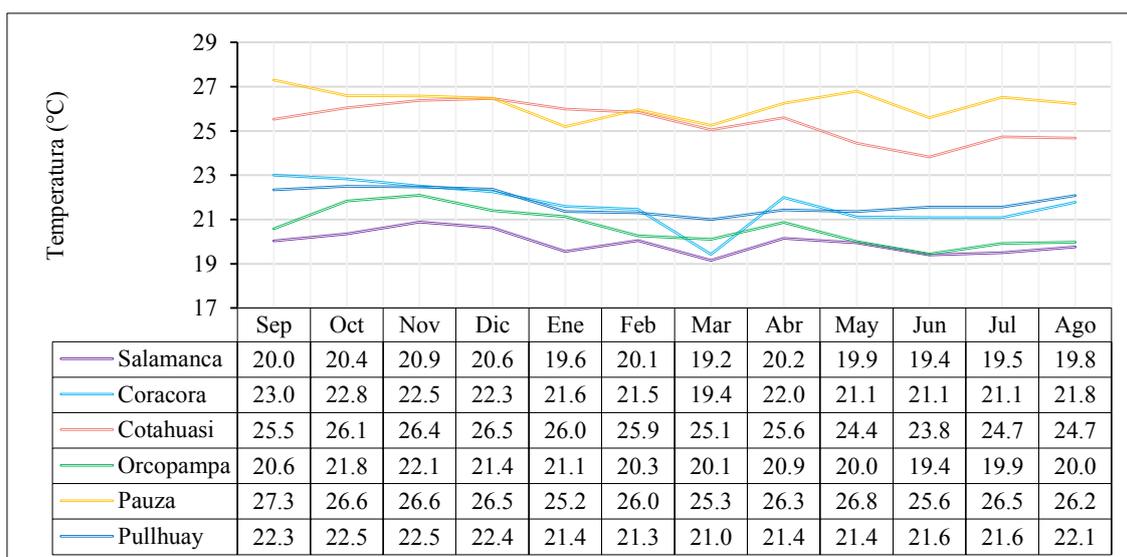


Figura 2-3. Temperatura máxima media multimensual. *En las estaciones Orcopampa y Salamanca se registran los valores más bajos de dicha variable.*

#### 2.1.1.4. Gradiente de la temperatura máxima

La relación entre la temperatura máxima media diaria y la altitud a la cual se registró presenta un coeficiente de determinación de 0.80, tal como se observa en la figura 2-4; lo cual nos indica que la variabilidad de la temperatura máxima es explicada en un 80 % por la altitud. Así mismo a nivel anual, las dos variables (altitud y temperatura máxima media multianual) tienen una buena relación, con un coeficiente de determinación de 0.73 (figura 2-6).

Además temperatura máxima media multimensual y la altitud presentan una buena correlación; con valores de coeficientes de determinación mayores a 0.62 (figura 2-5)

En todas las escalas, la correlación de este parámetro con la altitud, es negativa, ya que al incrementar la altura a la que se encuentra la estación, los valores de la temperatura máxima decrecen.

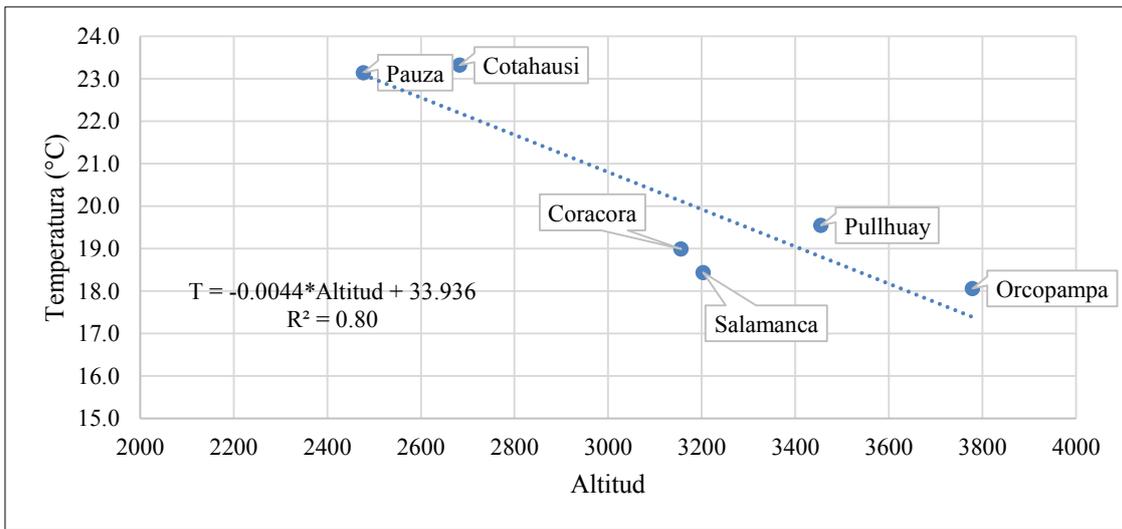
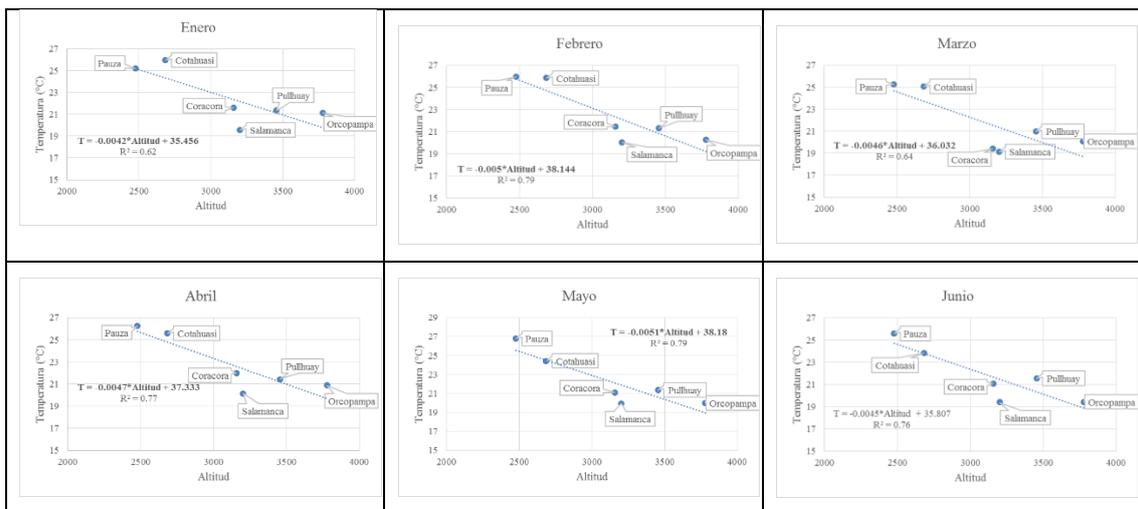


Figura 2-4. Gradiente de la temperatura máxima media a escala diaria. *Cuanta más alta es la altitud a la que se encuentra la estación menor es el valor de la temperatura máxima media diaria.*



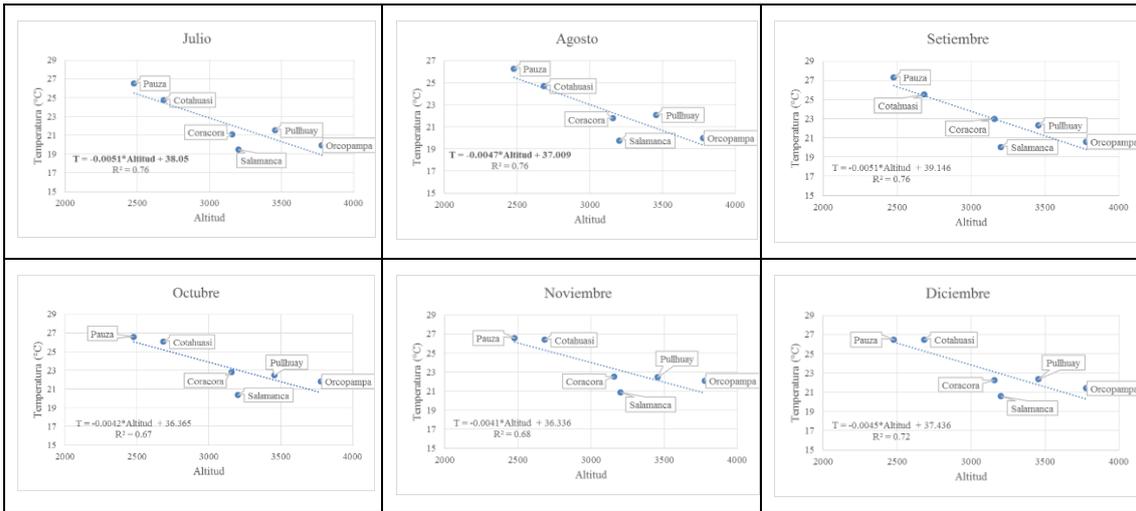


Figura 2-5. Gradiente de la temperatura máxima media a escala mensual. *En todos los meses, las temperaturas máximas medias multimensuales presentan una buena relación con la altitud.*

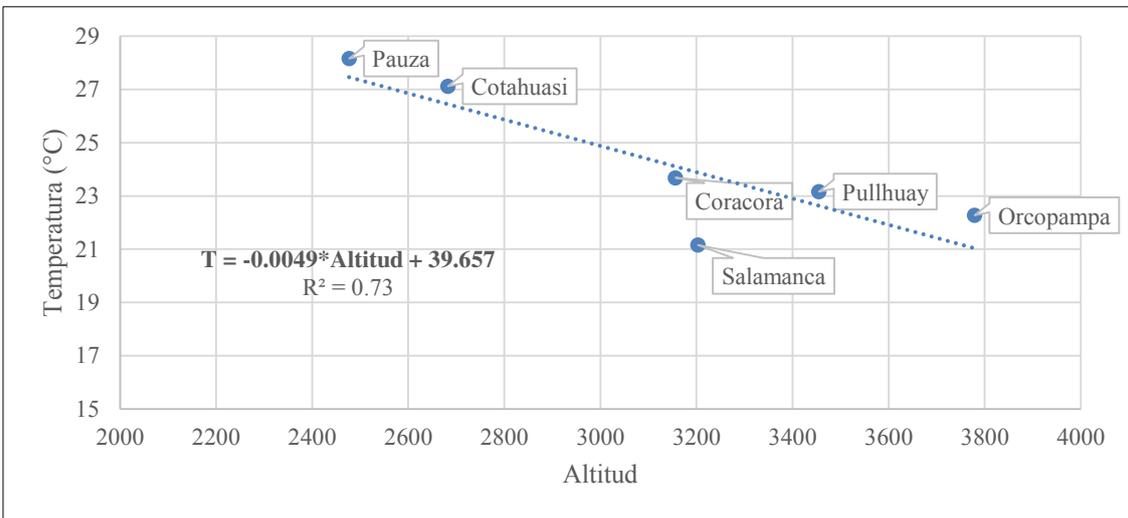


Figura 2-6. Gradiente de la temperatura máxima media a escala anual.

## 2.1.2. Temperatura mínima

### 2.1.2.1. Diagrama de cajas e histogramas

Se detectaron algunos posibles valores considerados como *outliers* tal como se muestra en la figura 2-7, pero esto fue descartado al compararlos con las demás estaciones. En cuanto a los histogramas (figura 2-8) se observa que los valores más bajos de las temperaturas mínimas mensuales, se registran conforme se incrementa la altitud de la estación, así mismo se puede afirmar que la distribución de este parámetro es asimétrica.

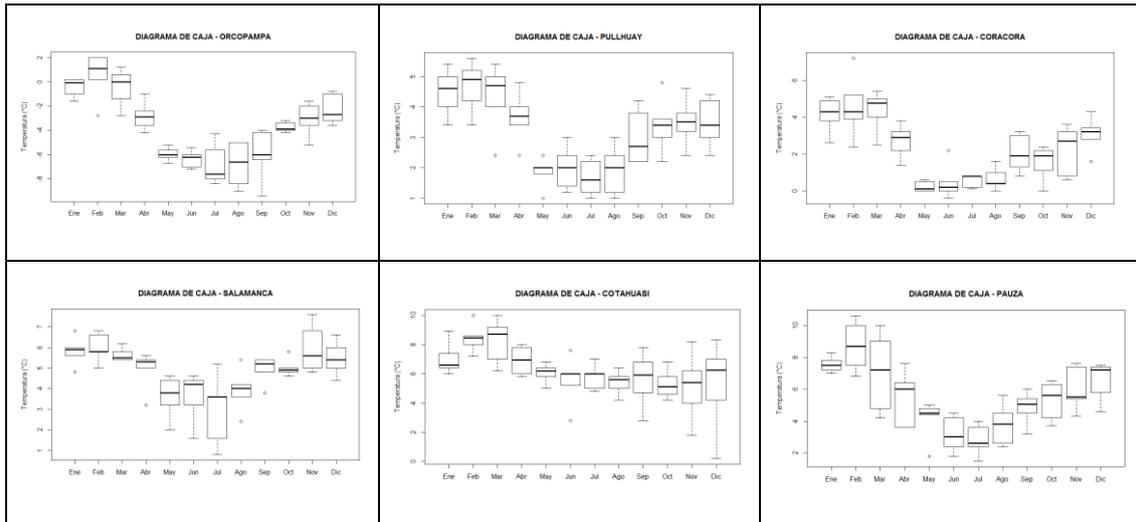


Figura 2-7. Diagrama de cajas de la temperatura mínima mensual por estaciones.

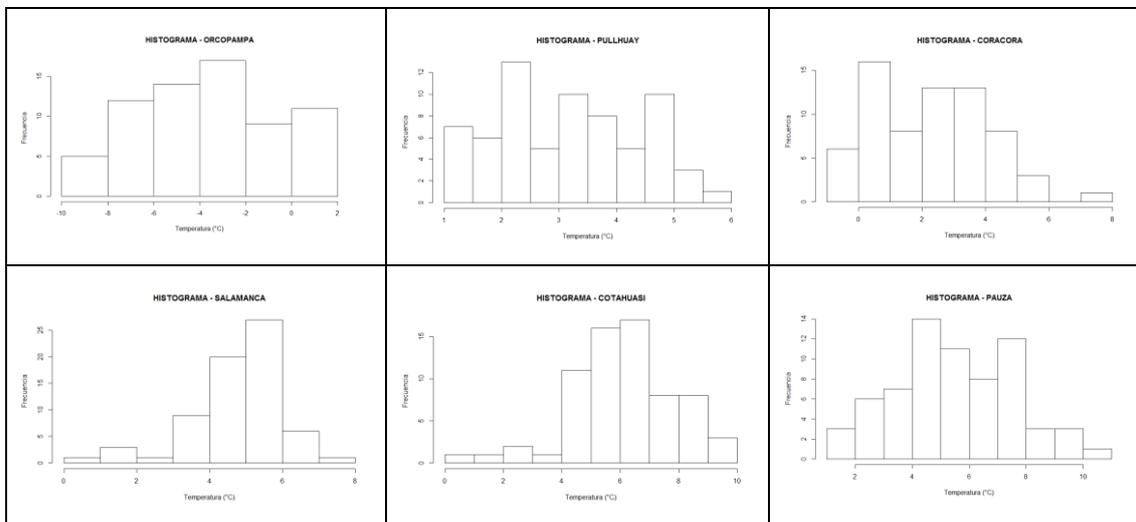


Figura 2-8. Histogramas de la temperatura mínima mensual por estaciones.

### 2.1.2.2. Completación de datos faltantes

Los datos de la temperatura mínima diaria faltante, se completaron mediante el método de regresión lineal, ya que fue este el que presentó menores valores de desvíos de los datos estimados con respecto a los observados, tal como se muestra en la tabla 2-4.

Tabla 2-4. Valores del error medio cuadrático medio normalizado para la temperatura mínima.

Estaciones	IDW			RL
	1	2	3	
Coracora	16.6%	21.7%	25.5%	11.5%
Salamanca	15.9%	13.5%	13.0%	10.5%

### 2.1.2.3. Caracterización de la temperatura mínima

Los menores valores de la temperatura mínima media multimensual se presentaron en la estación Orcopampa (estación localizada a una mayor altitud), tal como se muestra en la figura 2-9, con valores que oscilan entre  $-6.8\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $0.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; mientras que en la demás estaciones se presentan valores por encima de los  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Las temperaturas más bajas por lo general se registran durante los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre

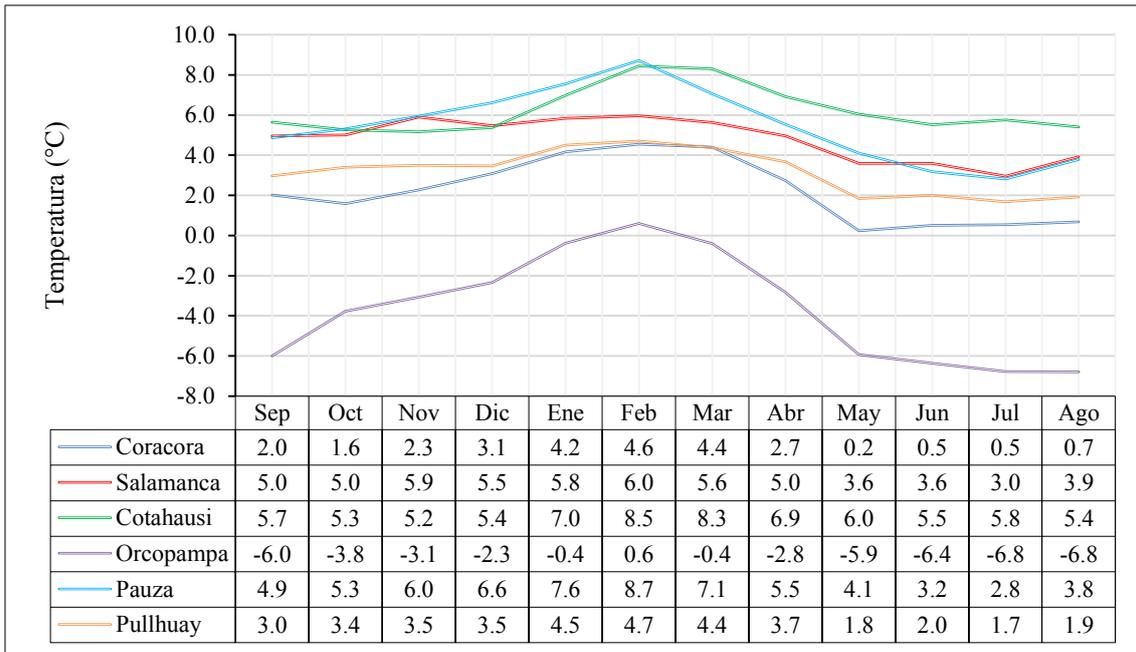


Figura 2-9. Temperatura mínima media multimensual. *A mayor altitud menor es el valor de la precipitación mínima media multimensual.*

#### 2.1.2.4. Gradiente de la temperatura mínima

La temperatura mínima media diaria y la altitud a la cual se registró presenta una buena relación, con un valor de coeficiente de determinación de 0.81, tal como se muestra en la figura 2-10. Así mismo a nivel anual, la elevación explica en un 63% a la temperatura mínima media multianual (figura 2-12).

Los valores de la temperatura mínima media multimensual tienen una buena correlación con la altitud, durante los doce meses, con valores de coeficiente de determinación mayores a 0.60. Lo antes descrito se observa en la figura 2-11.

Este parámetro se comporta de la misma forma que la temperatura máxima, ya que su correlación con la altitud fue negativa.

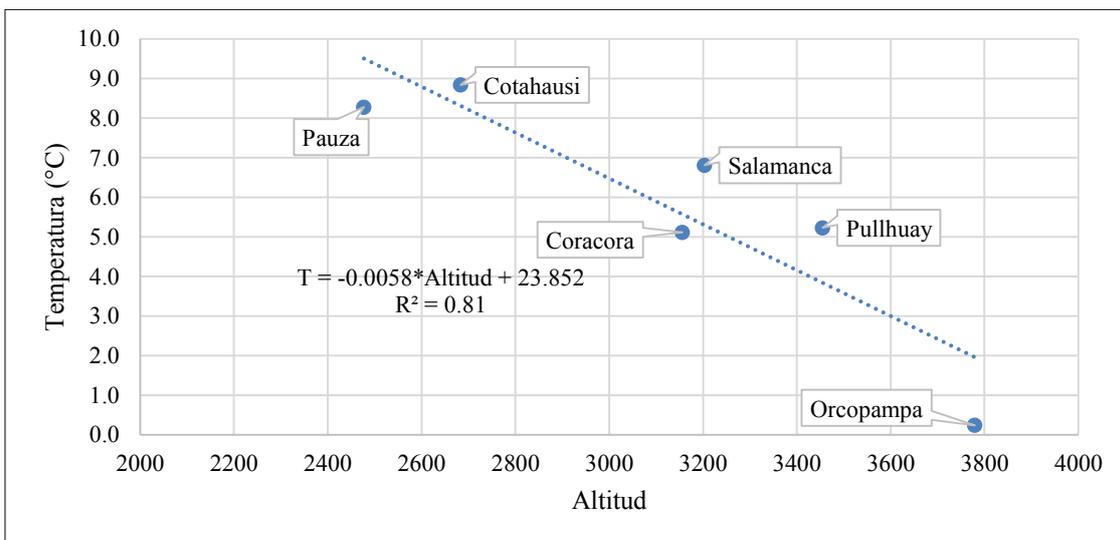


Figura 2-10. Gradiente de la temperatura mínima a escala diaria. *Los menores valores de la variable mencionada en el título de la figura, ocurren en las estaciones que se localizan a mayores altitudes.*

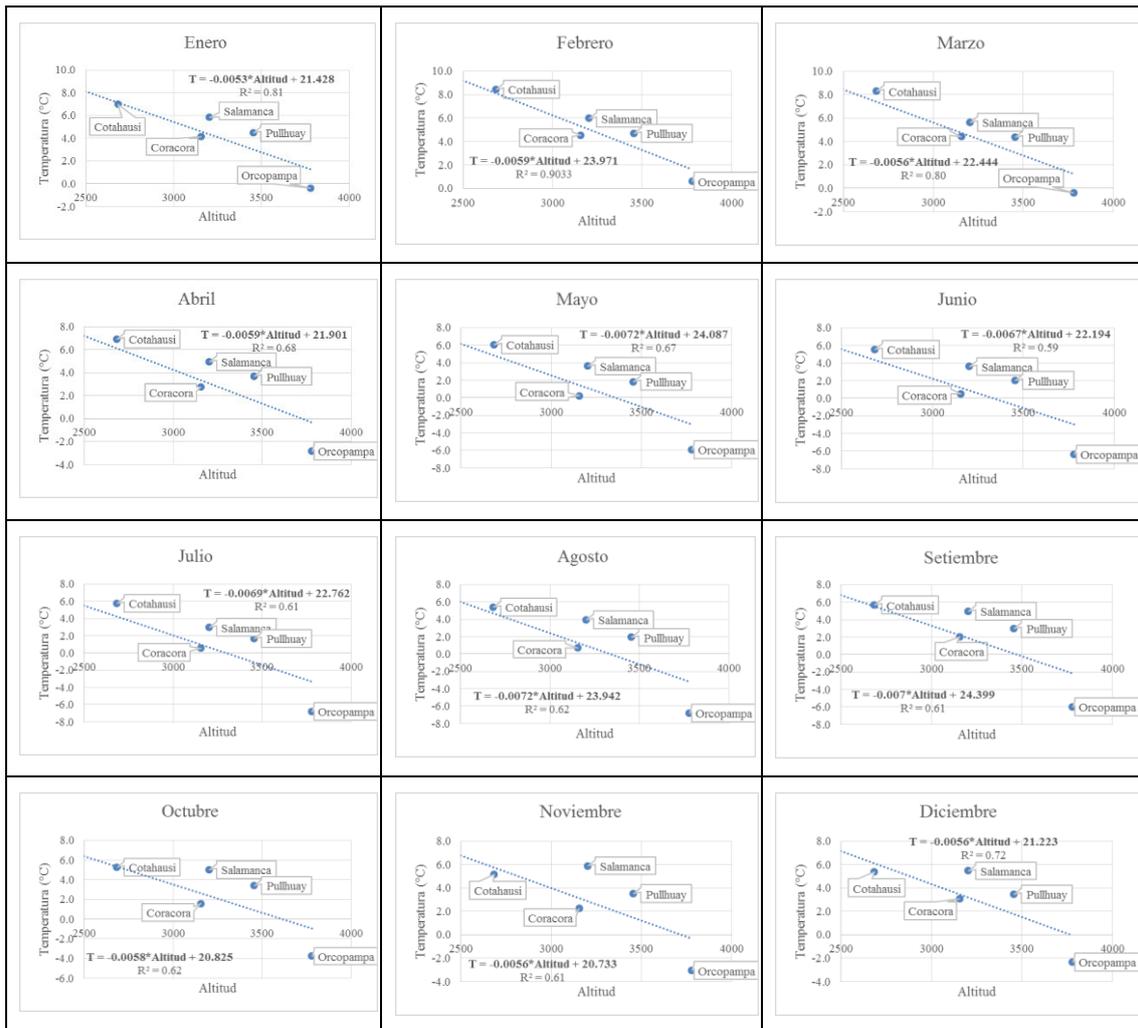


Figura 2-11. Gradiente de la temperatura mínima a escala mensual. *La temperatura mínima media multimensual presenta buena correlación con la altitud, durante todos los meses.*

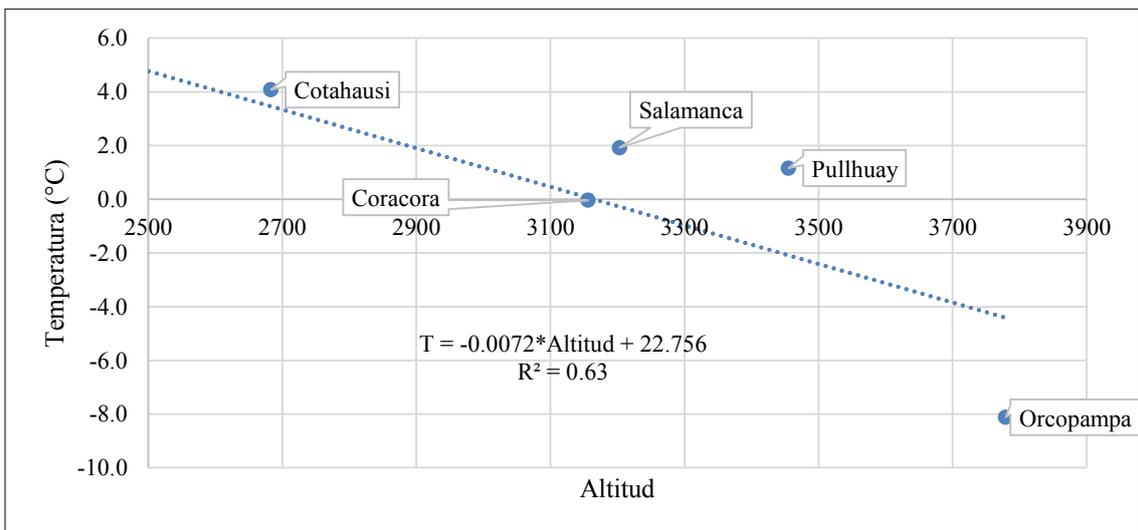


Figura 2-12. Gradiente de la temperatura mínima a escala anual

Anejo 3: Información litológica de las perforaciones

HP - INM - A

Profundidad		Litología	Profundidad		Litología
Desde	Hasta		Desde	Hasta	
0	2	Gravas con arcilla y limos	66	68	Debris Flow Andesítica
2	4	Debris Flow Andesítica	68	70	Debris Flow Andesítica
4	6	Debris Flow Andesítica	70	72	Debris Flow Andesítica
6	8	Debris Flow Andesítica	72	74	Debris Flow Andesítica
8	10	Debris Flow Andesítica	74	76	Debris Flow Andesítica
10	12	Debris Flow Andesítica	76	78	Debris Flow Andesítica
12	14	Debris Flow Andesítica	78	80	Debris Flow Andesítica
14	16	Debris Flow Andesítica	80	82	Debris Flow Andesítica
16	18	Debris Flow Andesítica	82	84	Debris Flow Andesítica
18	20	Debris Flow Andesítica	84	86	Debris Flow Andesítica
20	22	Debris Flow Andesítica	86	88	Debris Flow Andesítica
22	24	Debris Flow Andesítica	88	90	Debris Flow Andesítica
24	26	Debris Flow Andesítica	90	92	Debris Flow Andesítica
26	28	Debris Flow Andesítica	92	94	Debris Flow Andesítica
28	30	Debris Flow Andesítica	94	96	Debris Flow Andesítica
30	32	Debris Flow Andesítica	96	98	Debris Flow Andesítica
32	34	Debris Flow Andesítica	98	100	Debris Flow Andesítica y andesita muy alterada
34	36	Debris Flow Andesítica	100	102	Debris Flow Andesítica y andesita muy alterada
36	38	Debris Flow Andesítica	102	104	Debris Flow Andesítica y andesita muy alterada
38	40	Debris Flow Andesítica	104	106	Debris Flow Andesítica y andesita muy alterada
40	42	Debris Flow Andesítica	106	108	Debris Flow Andesítica y andesita muy alterada
42	44	Debris Flow Andesítica	108	110	Debris Flow Andesítica y andesita muy alterada
44	46	Debris Flow Andesítica	110	112	Debris Flow Andesítica y andesita muy alterada
46	48	Debris Flow Andesítica	112	114	Andesita
48	50	Debris Flow Andesítica	114	116	Andesita
50	52	Debris Flow Andesítica	116	118	Debris Flow Andesítica
52	54	Debris Flow Andesítica	118	120	Debris Flow Andesítica
54	56	Debris Flow Andesítica	120	122	Debris Flow Andesítica
56	58	Debris Flow Andesítica	122	124	Debris Flow Andesítica
58	60	Debris Flow Andesítica	124	126	Debris Flow Andesítica
60	62	Debris Flow Andesítica	126	128	Debris Flow Andesítica
62	64	Debris Flow Andesítica	128	130	Andesita
64	66	Debris Flow Andesítica	130	132	Debris Flow Andesítica y andesita muy alterada

HP - INM - B

Profundidad		Litología	Profundidad		Litología
Desde	Hasta		Desde	Hasta	
0	5	Gravas con arcilla y limos	80	84	Andesita
5	15	Debris Flow Andesítica	84	100	Andesita
15	22	Andesita	100	110	Andesita
22	40	Andesita	110	114	-
40	46	Andesita	114	116	Andesita
46	64	Andesita	116	120	-
64	72	Andesita	120	130	Andesita
72	80	Andesita			

HP - INM - C

Profundidad		Litología	Profundidad		Litología
Desde	Hasta		Desde	Hasta	
0	2	Arena - Grava	76	78	Debris flow andesítica
2	4	Andesita	78	80	Debris flow andesítica
4	6	Andesita	80	82	Debris flow andesítica
6	8	Andesita	82	84	Debris flow andesítica
8	10	Andesita	84	86	Debris flow andesítica
10	12	Andesita	86	88	Debris flow andesítica
12	14	Andesita	88	90	Debris flow andesítica
14	16	Andesita	90	92	Debris flow andesítica
16	18	Andesita	92	94	Debris flow andesítica
18	20	Andesita	94	96	Andesita
20	22	Andesita	96	98	Andesita
22	24	Andesita	98	100	Andesita
24	26	Andesita	100	102	Andesita
26	28	Andesita	102	104	Andesita
28	30	Andesita	104	106	Andesita
30	32	Andesita	106	108	Andesita
32	34	Andesita	108	110	Andesita
34	36	Andesita	110	112	Andesita
36	38	Andesita	112	114	Andesita
38	40	Andesita	114	116	Andesita
40	42	Andesita	116	118	Andesita
42	44	Andesita	118	120	Andesita
44	46	Andesita	120	122	Andesita
46	48	Andesita	122	124	Andesita
48	50	Andesita	124	126	Andesita
50	52	Andesita	126	128	Andesita
52	54	Andesita	128	130	Andesita
54	56	Andesita	130	132	Andesita
56	58	Andesita	132	134	Andesita
58	60	Andesita	134	136	Andesita
60	62	Andesita	136	138	Andesita
62	64	Andesita	138	140	Andesita
64	66	Debris flow andesítica	140	142	Andesita
66	68	Debris flow andesítica	142	144	Andesita
68	70	Debris flow andesítica	144	146	Andesita
70	72	Debris flow andesítica	146	148	Andesita
72	74	Debris flow andesítica	148	150	Andesita
74	76	Debris flow andesítica			

HG - INM - A

Profundidad		Litología	Fracturas	Profundidad		Litología	Fracturas
Desde	Hasta			Desde	Hasta		
0	1	Debris Flow Andesítica	Leve	61	62	Debris Flow Andesítica	Leve
1	2	Debris Flow Andesítica	Moderado	62	63	Debris Flow Andesítica	Leve
2	3	Debris Flow Andesítica	Moderado	63	64	Debris Flow Andesítica	Sin Fracturas
3	4	Debris Flow Andesítica	Leve	64	65	Debris Flow Andesítica	Sin Fracturas
4	5	Debris Flow Andesítica	Leve	65	66	Debris Flow Andesítica	Sin Fracturas

Profundidad		Litología	Fracturas	Profundidad		Litología	Fracturas
Desde	Hasta			Desde	Hasta		
5	6	Debris Flow Andesítica	Leve	66	67	Debris Flow Andesítica	Sin Fracturas
6	7	Debris Flow Andesítica	Leve	67	68	Debris Flow Andesítica	Leve
7	8	Debris Flow Andesítica	Leve	68	69	Debris Flow Andesítica	Leve
8	9	Debris Flow Andesítica	Leve	69	70	Debris Flow Andesítica	Leve
9	10	Debris Flow Andesítica	Leve	70	71	Debris Flow Andesítica	Moderado
10	11	Debris Flow Andesítica	Leve	71	72	Debris Flow Andesítica	Moderado
11	12	Debris Flow Andesítica	Leve	72	73	Debris Flow Andesítica	Leve
12	13	Debris Flow Andesítica	Leve	73	74	Debris Flow Andesítica	Leve
13	14	Debris Flow Andesítica	Moderado	74	75	Debris Flow Andesítica	Leve
14	15	Debris Flow Andesítica	Leve	75	76	Debris Flow Andesítica	Moderado
15	16	Debris Flow Andesítica	Leve	76	77	Debris Flow Andesítica	Moderado
16	17	Debris Flow Andesítica	Leve	77	78	Debris Flow Andesítica	Leve
17	18	Debris Flow Andesítica	Leve	78	79	Debris Flow Andesítica	Leve
18	19	Debris Flow Andesítica	Moderado	79	80	Debris Flow Andesítica	Sin Fracturas
19	20	Debris Flow Andesítica	Leve	80	81	Debris Flow Andesítica	Sin Fracturas
20	21	Debris Flow Andesítica	Leve	81	82	Debris Flow Andesítica	Sin Fracturas
21	22	Andesita	Leve	82	83	Debris Flow Andesítica	Sin Fracturas
22	23	Andesita	Moderado	83	84	Debris Flow Andesítica	Sin Fracturas
23	24	Andesita	Leve	84	85	Debris Flow Andesítica	Sin Fracturas
24	25	Andesita	Moderado	85	86	Debris Flow Andesítica	Sin Fracturas
25	26	Andesita	Moderado	86	87	Debris Flow Andesítica	Leve
26	27	Debris Flow Andesítica	Leve	87	88	Debris Flow Andesítica	Sin Fracturas
27	28	Debris Flow Andesítica	Leve	88	89	Debris Flow Andesítica	Moderado
28	29	Debris Flow Andesítica	Error	89	90	Debris Flow Andesítica	Intenso
29	30	Debris Flow Andesítica	Moderado	90	91	Debris Flow Andesítica	Sin Fracturas
30	31	Debris Flow Andesítica	Leve	91	92	Debris Flow Andesítica	Leve
31	32	Debris Flow Andesítica	Leve	92	93	Debris Flow Andesítica	Moderado
32	33	Debris Flow Andesítica	Leve	93	94	Debris Flow Andesítica	Leve
33	34	Debris Flow Andesítica	Leve	94	95	Debris Flow Andesítica	Moderado
34	35	Debris Flow Andesítica	Moderado	95	96	Debris Flow Andesítica	Leve
35	36	Debris Flow Andesítica	Leve	96	96.6	Debris Flow Andesítica	Sin Fracturas
36	37	Debris Flow Andesítica	Leve	96.6	97	Debris Flow Andesítica	Sin Fracturas
37	38	Debris Flow Andesítica	Leve	97	98	Debris Flow Andesítica	Intenso
38	39	Debris Flow Andesítica	Leve	98	99	Debris Flow Andesítica	Intenso
39	40	Debris Flow Andesítica	Sin Fracturas	99	100	Debris Flow Andesítica	Intenso
40	41	Debris Flow Andesítica	Leve	100	101	Debris Flow Andesítica	Sin Fracturas
41	42	Debris Flow Andesítica	Leve	101	102	Debris Flow Andesítica	Sin Fracturas
42	43	Debris Flow Andesítica	Leve	102	103	Debris Flow Andesítica	Sin Fracturas
43	44	Debris Flow Andesítica	Leve	103	103.6	Debris Flow Andesítica	Leve
44	45	Debris Flow Andesítica	Leve	103.6	104	Debris Flow Andesítica	Leve
45	46	Debris Flow Andesítica	Leve	104	105	Andesita	Moderado
46	47	Debris Flow Andesítica	Moderado	105	106	Andesita	Leve
47	48	Debris Flow Andesítica	Moderado	106	107	Andesita	Leve

Profundidad		Litología	Fracturas	Profundidad		Litología	Fracturas
Desde	Hasta			Desde	Hasta		
48	49	Debris Flow Andesítica	Intenso	107	108	Andesita	Sin Fracturas
49	50	Debris Flow Andesítica	Sin Fracturas	108	109	Andesita	Leve
50	51	Debris Flow Andesítica	Sin Fracturas	109	110	Andesita	Leve
51	52	Debris Flow Andesítica	Leve	110	111	Andesita	Moderado
52	52.3	Debris Flow Andesítica	Moderado	111	112	Andesita	Moderado
52.3	53	Debris Flow Andesítica	Moderado	112	113	Andesita	Moderado
53	54	Debris Flow Andesítica	Leve	113	114	Andesita	Leve
54	55	Debris Flow Andesítica	Sin Fracturas	114	115	Andesita	Leve
55	56	Debris Flow Andesítica	Leve	115	116	Andesita	Fuerte
56	57	Debris Flow Andesítica	Sin Fracturas	116	117	Andesita	Moderado
57	58	Debris Flow Andesítica	Sin Fracturas	117	118	Andesita	Moderado
58	59	Debris Flow Andesítica	Sin Fracturas	118	119	Andesita	Leve
59	60	Debris Flow Andesítica	Moderado	119	120	Andesita	Leve
60	61	Debris Flow Andesítica	Leve				

HG-INM-B

Profundidad		Litología	Fracturas	Profundidad		Litología	Fracturas
Desde	Hasta			Desde	Hasta		
0	1	Arena - Grava		60	61	Debris Flow Andesítica	Leve
1	2	Arena - Grava		61	62	Debris Flow Andesítica	Moderado
2	3	Arena - Grava		62	63	Debris Flow Andesítica	Leve
3	4	Andesita	Fuerte	63	64	Debris Flow Andesítica	Moderado
4	5	Andesita	Moderado	64	65	Debris Flow Andesítica	Moderado
5	6	Andesita	Fuerte	65	66	Debris Flow Andesítica	Moderado
6	7	Andesita	Moderado	66	67	Debris Flow Andesítica	Moderado
7	8	Andesita	Intenso	67	68	Debris Flow Andesítica	Leve
8	9	Andesita	Intenso	68	69	Debris Flow Andesítica	Moderado
9	10	Andesita	Moderado	69	70	Debris Flow Andesítica	Leve
10	11	Andesita	Fuerte	70	71	Debris Flow Andesítica	Moderado
11	12	Debris Flow Andesítica	Moderado	71	72	Debris Flow Andesítica	Leve
12	13	Debris Flow Andesítica	Moderado	72	73	Debris Flow Andesítica	Fuerte
13	14	Debris Flow Andesítica	Moderado	73	74	Debris Flow Andesítica	Fuerte
14	15	Debris Flow Andesítica	Moderado	74	75	Debris Flow Andesítica	Fuerte
15	16	Andesita	Leve	75	76	Debris Flow Andesítica	Moderado
16	17	Andesita	Leve	76	77	Debris Flow Andesítica	Moderado
17	18	Andesita	Leve	77	78	Debris Flow Andesítica	Moderado
18	19	Andesita	Moderado	78	79	Debris Flow Andesítica	Moderado
19	20	Andesita	Leve	79	80	Debris Flow Andesítica	Leve
20	21	Andesita	Leve	80	81	Debris Flow Andesítica	Moderado
21	22	Andesita	Leve	81	82	Debris Flow Andesítica	Moderado
22	23	Andesita	Leve	82	83	Debris Flow Andesítica	Moderado
23	24	Andesita	Moderado	83	84	Debris Flow Andesítica	Moderado
24	25	Andesita	Leve	84	85	Debris Flow Andesítica	Moderado

Profundidad		Litología	Fracturas	Profundidad		Litología	Fracturas
Desde	Hasta			Desde	Hasta		
25	26	Andesita	Leve	85	86	Debris Flow Andesítica	Moderado
26	27	Debris Flow Andesítica	Sin Fracturas	86	87	Debris Flow Andesítica	Moderado
27	28	Debris Flow Andesítica	Leve	87	88	Debris Flow Andesítica	Moderado
28	29	Debris Flow Andesítica	Leve	88	89	Debris Flow Andesítica	Moderado
29	30	Debris Flow Andesítica	Leve	89	90	Debris Flow Andesítica	
30	31	Debris Flow Andesítica	Leve	90	91	Debris Flow Andesítica	Moderado
31	32	Debris Flow Andesítica	Leve	91	92	Debris Flow Andesítica	Moderado
32	33	Debris Flow Andesítica	Leve	92	93	Debris Flow Andesítica	Moderado
33	34	Debris Flow Andesítica	Fuerte	93	94	Debris Flow Andesítica	Intenso
34	35	Debris Flow Andesítica	Fuerte	94	95	Debris Flow Andesítica	Intenso
35	36	Debris Flow Andesítica	Moderado	95	96	Debris Flow Andesítica	Intenso
36	37	Debris Flow Andesítica	Moderado	96	97	Debris Flow Andesítica	Fuerte
37	38	Debris Flow Andesítica	Moderado	97	98	Debris Flow Andesítica	Leve
38	39	Debris Flow Andesítica	Leve	98	99	Debris Flow Andesítica	Leve
39	40	Debris Flow Andesítica	Leve	99	100	Debris Flow Andesítica	Leve
40	41	Debris Flow Andesítica	Moderado	100	101	Debris Flow Andesítica	Moderado
41	42	Debris Flow Andesítica	Leve	101	102	Debris Flow Andesítica	Leve
42	43	Debris Flow Andesítica	Moderado	102	102.9	Debris Flow Andesítica	Leve
43	44	Debris Flow Andesítica	Moderado	102.9	103	Debris Flow Andesítica	Leve
44	45	Debris Flow Andesítica	Leve	103	104	Debris Flow Andesítica	Moderado
45	46	Debris Flow Andesítica	Leve	104	105	Debris Flow Andesítica	Moderado
46	47	Debris Flow Andesítica	Leve	105	106	Debris Flow Andesítica	Moderado
47	47.4	Debris Flow Andesítica	Moderado	106	107	Debris Flow Andesítica	Moderado
47.4	48	Debris Flow Andesítica	Moderado	107	108	Debris Flow Andesítica	Moderado
48	49	Debris Flow Andesítica	Moderado	108	109	Andesita	Fuerte
49	49.4	Debris Flow Andesítica	Leve	109	110	Andesita	Moderado
49.4	50	Debris Flow Andesítica	Leve	110	110.9	Andesita	Moderado
50	51	Debris Flow Andesítica	Leve	110.9	111	Andesita	Moderado
51	52	Debris Flow Andesítica	Sin Fracturas	111	112	Debris Flow Andesítica	Leve
52	53	Debris Flow Andesítica	Leve	112	113	Debris Flow Andesítica	Leve
53	54	Debris Flow Andesítica	Moderado	113	114	Debris Flow Andesítica	Moderado
54	55	Debris Flow Andesítica	Leve	114	115	Debris Flow Andesítica	Moderado
55	56	Debris Flow Andesítica	Leve	115	116	Debris Flow Andesítica	Moderado
56	57	Debris Flow Andesítica	Leve	116	117	Debris Flow Andesítica	Intenso
57	58	Debris Flow Andesítica	Moderado	117	118	Debris Flow Andesítica	Intenso
58	59	Debris Flow Andesítica	Leve	118	119	Debris Flow Andesítica	Intenso
59	60	Debris Flow Andesítica	Leve	119	120.0	Andesita	Leve

HG-INM-C

Profundidad		Litología	Fracturas	Profundidad		Litología	Fracturas
Desde	Hasta			Desde	Hasta		
0	1	Areana - Grava		72	73	Andesita	Moderado
1	2	Areana - Grava		73	74	Andesita	Moderado
3	4	Andesita	Sin Fracturas	74	75	Andesita	Moderado
4	5	Andesita	Moderado	75	76	Andesita	Moderado
5	6	Andesita	Sin Fracturas	76	77	Andesita	Moderado
6	7	Andesita	Moderado	77	78	Andesita	Moderado

Profundidad		Litología	Fracturas	Profundidad		Litología	Fracturas
Desde	Hasta			Desde	Hasta		
7	8	Andesita	Intenso	78	79	Andesita	Moderado
8	9	Andesita	Moderado	79	80	Andesita	Moderado
9	10	Andesita	Moderado	80	81	Andesita	Moderado
10	11	Andesita	Intenso	81	82	Andesita	Moderado
11	12	Andesita	Moderado	82	83	Andesita	Moderado
12	13	Andesita	Intenso	83	84	Andesita	Moderado
13	14	Andesita	Intenso	84	85	Andesita	Leve
14	15	Andesita	Intenso	85	86	Andesita	Leve
15	16	Andesita	Moderado	86	87	Andesita	Moderado
16	17	Andesita	Moderado	87	88	Andesita	Moderado
17	18	Andesita	Fuerte	88	89	Andesita	Moderado
18	19	Andesita	Moderado	89	90	Andesita	Sin Fracturas
19	20	Andesita	Moderado	90	91	Andesita	Sin Fracturas
20	21	Andesita	Moderado	91	92	Andesita	Sin Fracturas
21	22	Andesita	Moderado	92	93	Andesita	Sin Fracturas
22	23	Andesita	Moderado	93	94	Andesita	Sin Fracturas
23	24	Andesita	Moderado	94	95	Andesita	Moderado
24	25	Andesita	Moderado	95	96	Andesita	Moderado
25	26	Andesita	Moderado	96	97	Andesita	Leve
26	27	Andesita	Moderado	97	98	Andesita	Moderado
27	28	Andesita	Moderado	98	99	Andesita	Leve
28	29	Andesita	Fuerte	99	100	Debris Flow Andesítica	Leve
29	30	Andesita	Fuerte	100	101	Debris Flow Andesítica	Moderado
30	31	Andesita	Moderado	101	102	Debris Flow Andesítica	Leve
31	32	Andesita	Sin Fracturas	102	103	Debris Flow Andesítica	Leve
32	33	Andesita	Sin Fracturas	103	104	Debris Flow Andesítica	Leve
33	34	Andesita	Sin Fracturas	104	105	Debris Flow Andesítica	Sin Fracturas
34	35	Andesita	Sin Fracturas	105	106	Debris Flow Andesítica	Leve
35	36	Andesita	Sin Fracturas	106	107	Debris Flow Andesítica	Leve
36	37	Andesita	Sin Fracturas	107	108	Debris Flow Andesítica	Leve
37	38	Andesita	Sin Fracturas	108	109	Debris Flow Andesítica	Leve
38	39	Andesita	Sin Fracturas	109	110	Debris Flow Andesítica	Leve
39	40	Andesita	Sin Fracturas	110	111	Debris Flow Andesítica	Moderado
40	41	Andesita	Sin Fracturas	111	112	Debris Flow Andesítica	Moderado
41	42	Andesita	Sin Fracturas	112	113	Debris Flow Andesítica	Moderado
42	43	Andesita	Leve	113	114	Debris Flow Andesítica	Sin Fracturas
43	44	Andesita	Leve	114	115	Debris Flow Andesítica	Leve
44	45	Andesita	Sin Fracturas	115	116	Debris Flow Andesítica	Leve
45	46	Debris Flow Andesítica	Sin Fracturas	116	117	Debris Flow Andesítica	Moderado
46	47	Debris Flow Andesítica	Leve	117	118	Debris Flow Andesítica	Leve
47	48	Debris Flow Andesítica	Moderado	118	119	Debris Flow Andesítica	Leve
48	49	Debris Flow Andesítica	Moderado	119	120	Debris Flow Andesítica	Moderado
49	50	Debris Flow Andesítica	Moderado	120	121.0	Debris Flow Andesítica	Sin Fracturas
50	51	Debris Flow Andesítica	Moderado	121.0	121.4	Debris Flow Andesítica	Intenso
51	52	Debris Flow Andesítica	Sin Fracturas	121.4	123.0	Debris Flow Andesítica	Intenso
52	53	Debris Flow Andesítica	Moderado	123.0	124.5	Debris Flow Andesítica	Fuerte
53	54	Debris Flow Andesítica	Sin Fracturas	124.5	125.0	Debris Flow Andesítica	Intenso
54	55	Andesita	Sin Fracturas	125.0	126.6	Debris Flow Andesítica	Moderado
55	56	Andesita	Moderado	126.6	128.0	Debris Flow Andesítica	Fuerte

Profundidad		Litología	Fracturas	Profundidad		Litología	Fracturas
Desde	Hasta			Desde	Hasta		
56	57	Andesita	Moderado	128.0	129.6	Debris Flow Andesítica	Fuerte
57	58	Andesita	Moderado	129.6	131.2	Debris Flow Andesítica	Intenso
58	59	Andesita	Moderado	131.2	132.7	Debris Flow Andesítica	Fuerte
59	60	Andesita	Leve	132.7	134.2	Debris Flow Andesítica	Fuerte
60	61	Andesita	Leve	134.2	135.6	Debris Flow Andesítica	Intenso
61	62	Andesita	Leve	135.6	137.1	Debris Flow Andesítica	Intenso
62	63	Andesita	Moderado	137.1	138.1	Debris Flow Andesítica	Intenso
63	64	Andesita	Leve	138.1	138.6	Debris Flow Andesítica	Intenso
64	65	Andesita	Moderado	138.6	140.1	Debris Flow Andesítica	Fuerte
65	66	Andesita	Leve	140.1	141.6	Debris Flow Andesítica	Moderado
66	67	Andesita	Moderado	141.6	143.1	Debris Flow Andesítica	Moderado
67	68	Andesita	Moderado	143.1	144.5	Debris Flow Andesítica	Moderado
68	69	Andesita	Moderado	144.5	145.2	Debris Flow Andesítica	Moderado
69	70	Andesita	Moderado	145.2	146.9	Debris Flow Andesítica	Sin Fracturas
70	70.5	Andesita	Moderado	146.9	148.5	Debris Flow Andesítica	Moderado
70.5	71	Andesita	Moderado	148.5	150.0	Debris Flow Andesítica	Moderado
71	72	Andesita	Moderado				

HG-INM-D

Profundidad		Litología	Fracturas	Profundidad		Litología	Fracturas
Desde	Hasta			Desde	Hasta		
0	1	Arena - Grava		27	28	Arcillas	Fuerte
1	2	Arcillas		28	29	Arcillas	Intenso
2	3	Arcillas		29	30	Arcillas	Intenso
3	4	Arcillas		30	31	Andesita	Intenso
4	5	Arcillas	Leve	31	32	Andesita	Intenso
5	6	Arcillas	Intenso	32	33	Andesita	Intenso
6	7	Arcillas	Intenso	33	34	Andesita	Intenso
7	8	Arcillas	Intenso	34	35	Andesita	Intenso
8	9	Arcillas	Intenso	35	36	Arcillas	
9	10	Arcillas	Intenso	36	37	Arcillas	
10	11	Arcillas	Intenso	37	38	Arcillas	
11	12	Arcillas	Intenso	38	39	Arcillas	
12	13	Arcillas	Fuerte	39	40	Arcillas	
13	14	Arcillas	Intenso	40	41	Arcillas	
14	15	Arcillas	Intenso	41	42	Arcillas	
15	16	Arcillas		42	43	Arcillas	
16	17	Arcillas		43	44	Arcillas	
17	18	Arena - Grava		44	45	Arcillas	
18	19	Arena - Grava		45	46	Arcillas	
19	19.5	Arena - Grava		46	47	Arcillas	
19.5	20	Arena - Grava		47	48	Arcillas	
20	21	Arcillas		48	49	Arcillas	
21	22	Arcillas		49	50	Arcillas	
22	23	Arcillas		50	51	Arcillas	
23	24	Arcillas	Leve	51	52	Arcillas	
24	25	Arcillas		52	53	Arcillas	
25	26	Arcillas	Leve	53.0	53.5	Arcillas	
26	27	Arcillas		53.5	54.9	Arena - Grava	

## HG-INM-E

Profundidad		Litología	Fracturas	Profundidad		Litología	Fracturas
Desde	Hasta			Desde	Hasta		
0	1	Arcillas		24	25	Debris Flow andesítica	Intenso
1	2	Arcillas		25	26	Debris Flow andesítica	Moderado
2	3	Debris Flow andesítica	Intenso	26	27	Debris Flow andesítica	Fuerte
3	4	Debris Flow andesítica	Intenso	27	28	Debris Flow andesítica	Moderado
4	5	Debris Flow andesítica	Fuerte	28	29	Debris Flow andesítica	Moderado
5	5.6	Debris Flow andesítica	Fuerte	29	30	Debris Flow andesítica	Moderado
5.6	6	Debris Flow andesítica	Fuerte	30	31	Debris Flow andesítica	Moderado
6	7	Debris Flow andesítica	Moderado	31	32	Debris Flow andesítica	Fuerte
7	8	Debris Flow andesítica	Fuerte	32	33	Debris Flow andesítica	Fuerte
8	8.6	Debris Flow andesítica	Moderado	33	34	Debris Flow andesítica	Fuerte
8.6	9	Debris Flow andesítica	Sin Fracturas	34	35	Debris Flow andesítica	Moderado
9	10	Debris Flow andesítica	Moderado	35	36	Debris Flow andesítica	Moderado
10	11	Debris Flow andesítica	Moderado	36	37	Debris Flow andesítica	Moderado
11	12	Debris Flow andesítica	Moderado	37	38	Debris Flow andesítica	Leve
12	13	Debris Flow andesítica	Leve	38	39	Debris Flow andesítica	Moderado
13	14	Debris Flow andesítica	Leve	39	40	Debris Flow andesítica	Leve
14	15	Debris Flow andesítica	Fuerte	40	41	Debris Flow andesítica	Fuerte
15	16	Debris Flow andesítica	Fuerte	41	42	Debris Flow andesítica	Moderado
16	17	Debris Flow andesítica	Fuerte	42	43	Debris Flow andesítica	Moderado
17	18	Debris Flow andesítica	Moderado	43	44	Debris Flow andesítica	Leve
18	19	Debris Flow andesítica	Fuerte	44	45	Debris Flow andesítica	Moderado
18	19	Debris Flow andesítica	Fuerte	45	46	Debris Flow andesítica	Moderado
19	20	Debris Flow andesítica	Moderado	46	47	Debris Flow andesítica	Moderado
20	21	Debris Flow andesítica	Fuerte	47	48	Debris Flow andesítica	Leve
21	22	Debris Flow andesítica	Fuerte	48	49	Debris Flow andesítica	Leve
22	23	Debris Flow andesítica	Fuerte	49	50	Debris Flow andesítica	Leve
23	24	Debris Flow andesítica	Fuerte				

## HG-INM-F

Profundidad		Litología	Fracturas	Profundidad		Litología	Fracturas
Desde	Hasta			Desde	Hasta		
0	1	Arena - Grava		25	26	Arena - Grava	
1	2	Andesita	Fuerte	26	27	Andesita	Leve
2	3	Andesita	Intenso	27	28	Andesita	Moderado
3	4	Andesita	Intenso	28	29	Andesita	Fuerte
4	5	Andesita	Fuerte	29	30	Andesita	Moderado
5	6	Debris Flow Andesítica	Fuerte	30	31	Andesita	Intenso
6	7	Andesita	Intenso	31	32	Andesita	Moderado
7	8	Andesita	Intenso	32	33	Andesita	Moderado
8	9	Andesita	Intenso	33	34	Andesita	
9	10	Arcillas		34	35	Andesita	
10	11	Arcillas		35	36	Andesita	Leve
11	12	Arcillas		36	37	Andesita	Fuerte
12	13	Arcillas		37	38	Andesita	
13	13.2	Arcillas		38	39	Andesita	Moderado
13.2	14	Andesita	Intenso	39	40	Andesita	Leve
14	15.6	Arcillas		40	41	Andesita	Moderado
15.6	16	Andesita	Intenso	41	42	Andesita	Moderado

Profundidad		Litología	Fracturas	Profundidad		Litología	Fracturas
Desde	Hasta			Desde	Hasta		
16	17	Arcillas		42	43	Andesita	Intenso
17	18	Arcillas		43	44	Andesita	Fuerte
18	19	Arcillas		44	45	Andesita	Moderado
19	20	Arcillas		45	46	Andesita	Fuerte
20	20.8	Arcillas		46	47	Andesita	Moderado
20.8	21	Andesita	Moderado	47	48	Andesita	Moderado
21	22	Andesita	Moderado	48	49	Andesita	
22	23	Andesita	Leve	49	50	Andesita	
23	24	Andesita	Intenso	50	51	Andesita	
24	25	Andesita	Leve				

HG-INM-G

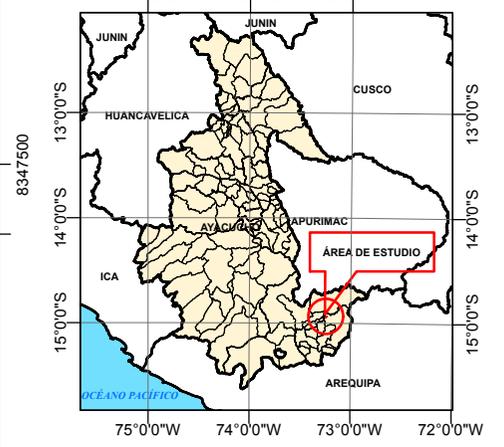
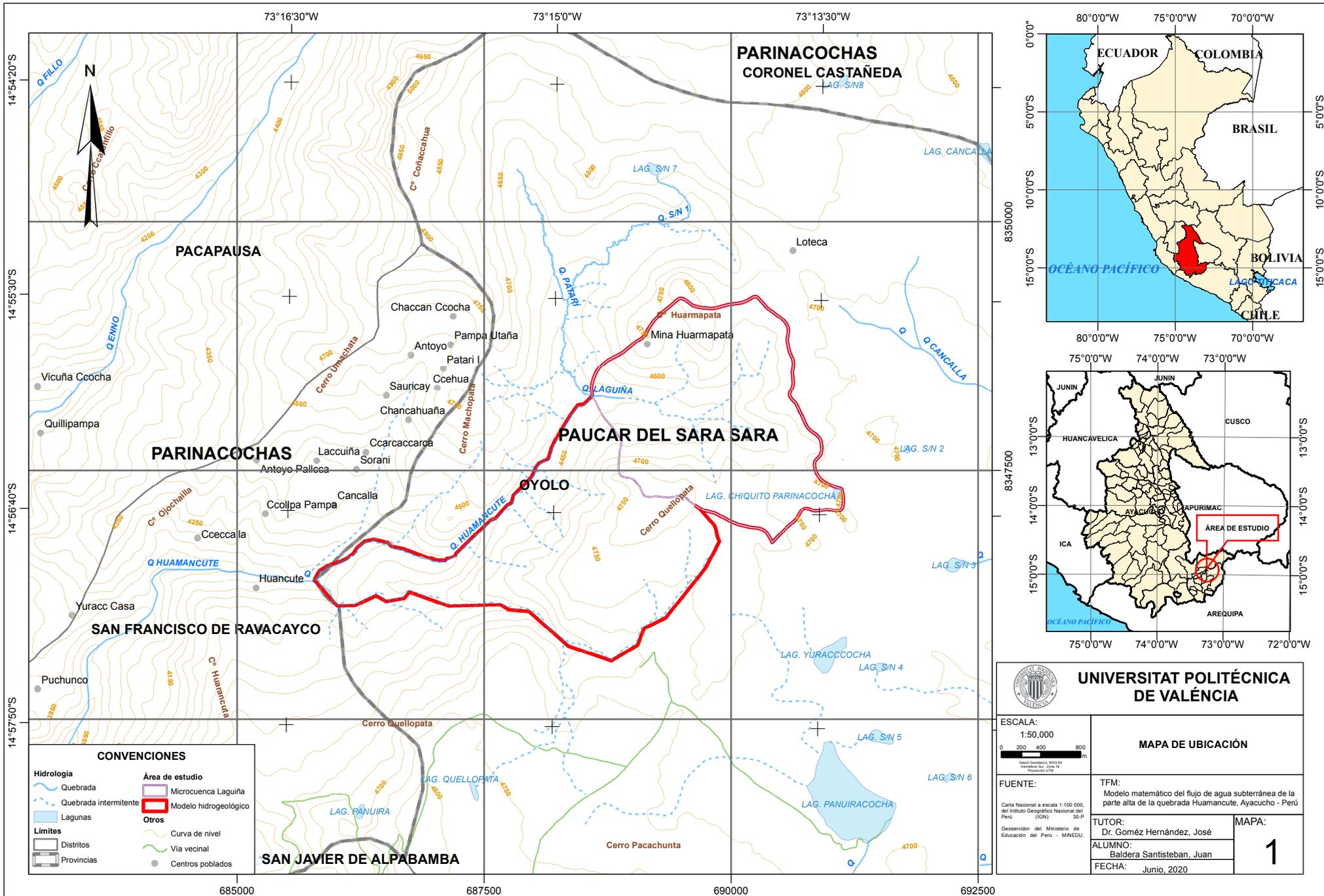
Profundidad		Litología	Fracturas	Profundidad		Litología	Fracturas
Desde	Hasta			Desde	Hasta		
0	1	Arcillas		26	27	Arcillas	
1	2	Arena - Grava		27	28	Arcillas	Intenso
2	3	Arena - Grava		28	29	Arcillas	Intenso
3	4	Arena - Grava		29	30	Arcillas	Intenso
4	5	Arena - Grava		30	31	Arcillas	Intenso
5	6	Arena - Grava		31	32	Arcillas	Intenso
6	7	Arena - Grava		32	33	Arcillas	Intenso
7	8	Arena - Grava		33	34	Arcillas	Intenso
8	9	Arena - Grava		34	35	Arcillas	Intenso
9	10	Arena - Grava		35	36	Arena - Grava	Intenso
10	11	Arena - Grava		36	37	Arena - Grava	Intenso
11	12	Arena - Grava		37	38	Arcillas	Intenso
12	13	Arena - Grava		38	39	Arcillas	Intenso
13	14	Arena - Grava		39	40	Arcillas	
14	15	Arcillas	Intenso	40	41	Arcillas	
15	16	Arcillas	Intenso	41	42	Arcillas	
16	17	Arcillas	Intenso	42	43	Arcillas	
17	18	Arcillas	Intenso	43	44	Arcillas	
18	19	Arcillas	Intenso	44	45	Arcillas	Intenso
19	20	Arcillas	Intenso	45	46	Arcillas	Intenso
20	21	Arcillas	Intenso	46	47	Arena - Grava	Intenso
21	22	Arcillas	Intenso	47	48	Arcillas	
22	23	Arcillas	Intenso	48	49	Arcillas	
23	24	Arcillas		49	50	Arcillas	
24	25	Arcillas		50	50.8	Arcillas	Intenso
25	26	Arcillas	Intenso				

HG-INM-I

Profundidad		Litología	Fracturas	Profundidad		Litología	Fracturas
Desde	Hasta			Desde	Hasta		
0	1	Arena - Grava		25	26	Arcillas	Intenso
1	2	Arcillas		26	27	Arcillas	Intenso
2	3	Arcillas		27	28	Arcillas	Moderado
3	4	Arcillas		28	29	Arcillas	Moderado
4	5	Arcillas		29	30	Arcillas	Intenso
5	6	Arcillas	Intenso	30	31	Arena - Grava	Moderado
6	7	Arcillas	Intenso	31	32	Andesita	Intenso
7	8	Arcillas	Intenso	32	33	Andesita	Intenso
8	9	Arcillas	Intenso	33	34	Andesita	Fuerte
9	10	Arena - Grava	Intenso	34	35	Andesita	Moderado

Profundidad		Litología	Fracturas	Profundidad		Litología	Fracturas
Desde	Hasta			Desde	Hasta		
10	11	Arcillas	Intenso	35	36	Andesita	Moderado
11	12	Arcillas	Intenso	36	37	Andesita	Fuerte
12	13	Arcillas	Intenso	37	38	Andesita	Fuerte
13	14	Arcillas	Intenso	38	39	Arcilla	Moderado
14	15	Arcillas	Intenso	39	40	Arcilla	Moderado
15	16	Arcillas	Intenso	40	41	Arcilla	Moderado
16	17	Arena - Grava	Intenso	41	42	Arcilla	Fuerte
17	18	Arena - Grava	Intenso	42	43	Arena - Grava	Intenso
18	19	Arena - Grava	Moderado	43	44	Arcilla	Intenso
19	20	Arena - Grava	Intenso	44	45	Andesita	Fuerte
20	21	Arena - Grava	Intenso	45	46	Andesita	Intenso
21	22	Arcillas	Intenso	46	47	Andesita	Fuerte
22	23	Arena - Grava	Intenso	47	48	Andesita	Intenso
23	24	Arcillas	Intenso	48	49	Andesita	Moderado
24	25	Arcillas	Intenso	49	50.3	Andesita	Intenso

1. Mapa de ubicación.
2. Mapa geológico.
3. Mapa de ubicación de SEVs y perforaciones.
4. Mapa de suelos.
5. Mapa de usos de suelos.
6. Mapa de cobertura vegetal.
7. Mapa de estaciones meteorológicas.
8. Mapa de recursos hídricos.
9. Mapa de pendientes.
10. Mapa de grupos hidrológicos de suelos.
11. Mapa de número de curva.
12. Mapa de polígonos de recarga.
13. Mapa de polígonos de conductividad hidráulica.
14. Mapa de isopiezas para el estado estacionario.
15. Mapa de isopiezas para febrero del 2006.
16. Mapa de isopiezas para septiembre del 2009.



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**

ESCALA:  
1:50,000

FUENTE:  
Carta Nacional a escala 1:100 000, del Instituto Geográfico Nacional del Perú (IGN).

TUTOR:  
Dr. Gómez Hernández, José

ALUMNO:  
Baldera Santisteban, Juan

**MAPA DE UBICACIÓN**

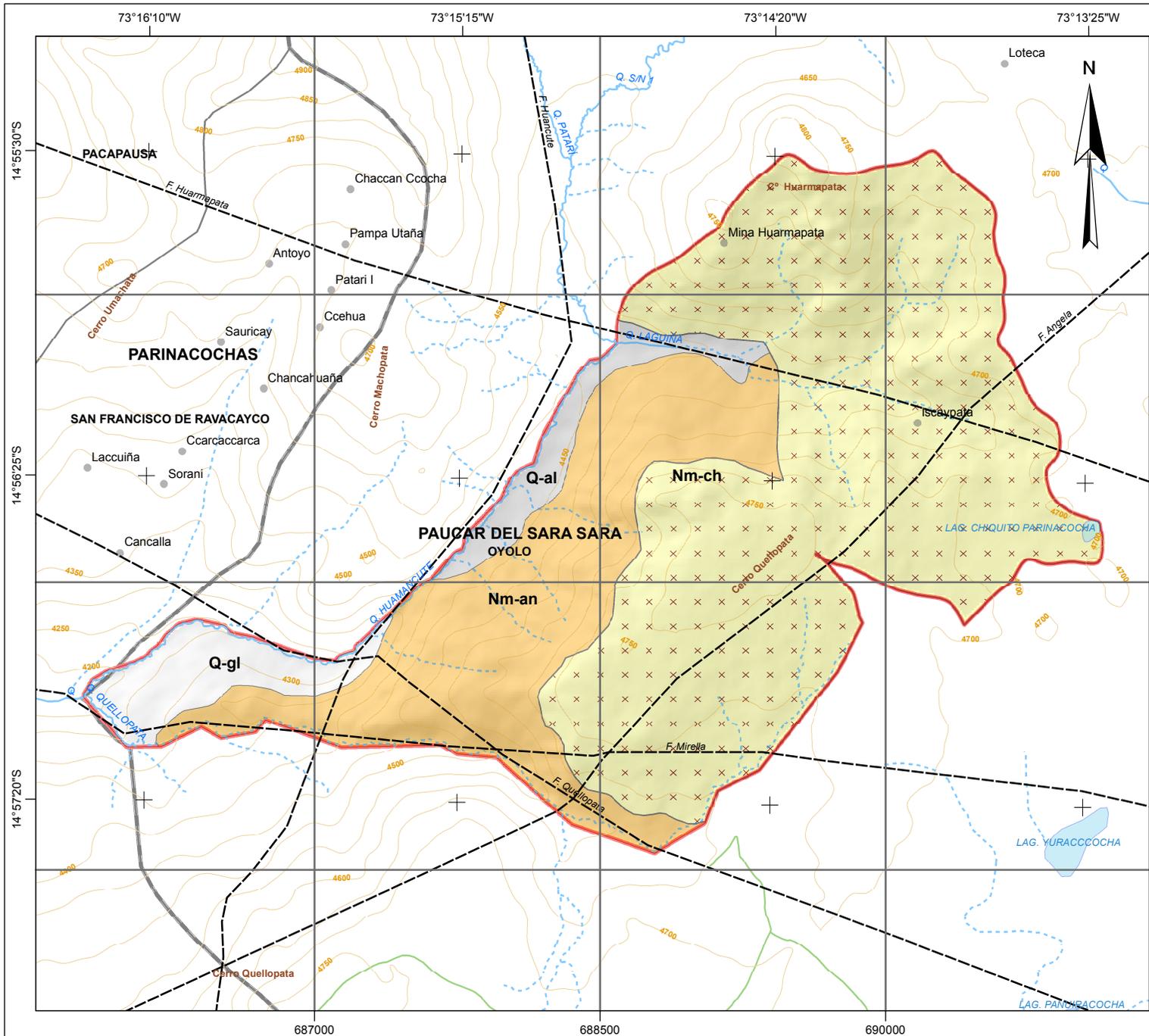
TFM:  
Modelo matemático del flujo de agua subterránea de la parte alta de la quebrada Huamancute, Ayacucho - Perú

MAPA:  
1

FECHA:  
Junio, 2020

**CONVENCIONES**

Quebrada	Microcuenca Laguiña
Quebrada intermitente	Modelo hidrogeológico
Lagunas	<b>Otros</b>
Distritos	Curva de nivel
Provincias	Vía vecinal
	Centros poblados



CRONOESTRATIGRAFIA			COLUMNA LITOESTRATIGRAFICA		
ERA	SISTEMA	SERIE	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	ÁREA km2
Cenozoico	Cuaternario	Reciente	Q-al	Depósitos aluviales	0.35
		Pleistoceno	Q-gi	Depósitos glaciares	0.47
	Terciario	Plioceno	xNm-ch x	Fm. Saycata	5.24
		Mioceno	Nm-an	Fm. Aniso	2.21
<b>Total</b>					<b>8.28</b>

**CONVENCIONES**

<b>Hidrología</b>	<b>Área de estudio</b>
Quebrada	Modelo hidrogeológico
Quebrada intermitente	<b>Límites</b>
Lagunas	Distritos
<b>Otros</b>	Provincias
Curva de nivel	Geología estructural
Vía vecinal	Falla
Centros poblados	

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**

**MAPA GEOLÒGIC**

ESCALA: 1:30,000

FUENTE: Carta Nacional a escala 1:100 000, del Instituto Geográfico Nacional del Perú (IGN) - 30-P. Geoservidor del Ministerio de Educación del Perú - MINEDU. Mapas geológicos a escala 1:50 000 del cuadrángulo 30-P, sectores II y III. Modelo conceptual del acuífero de alta montaña de las microcuenas Patari y Quellopata, cuenca río Ocoña (Chuzhón).

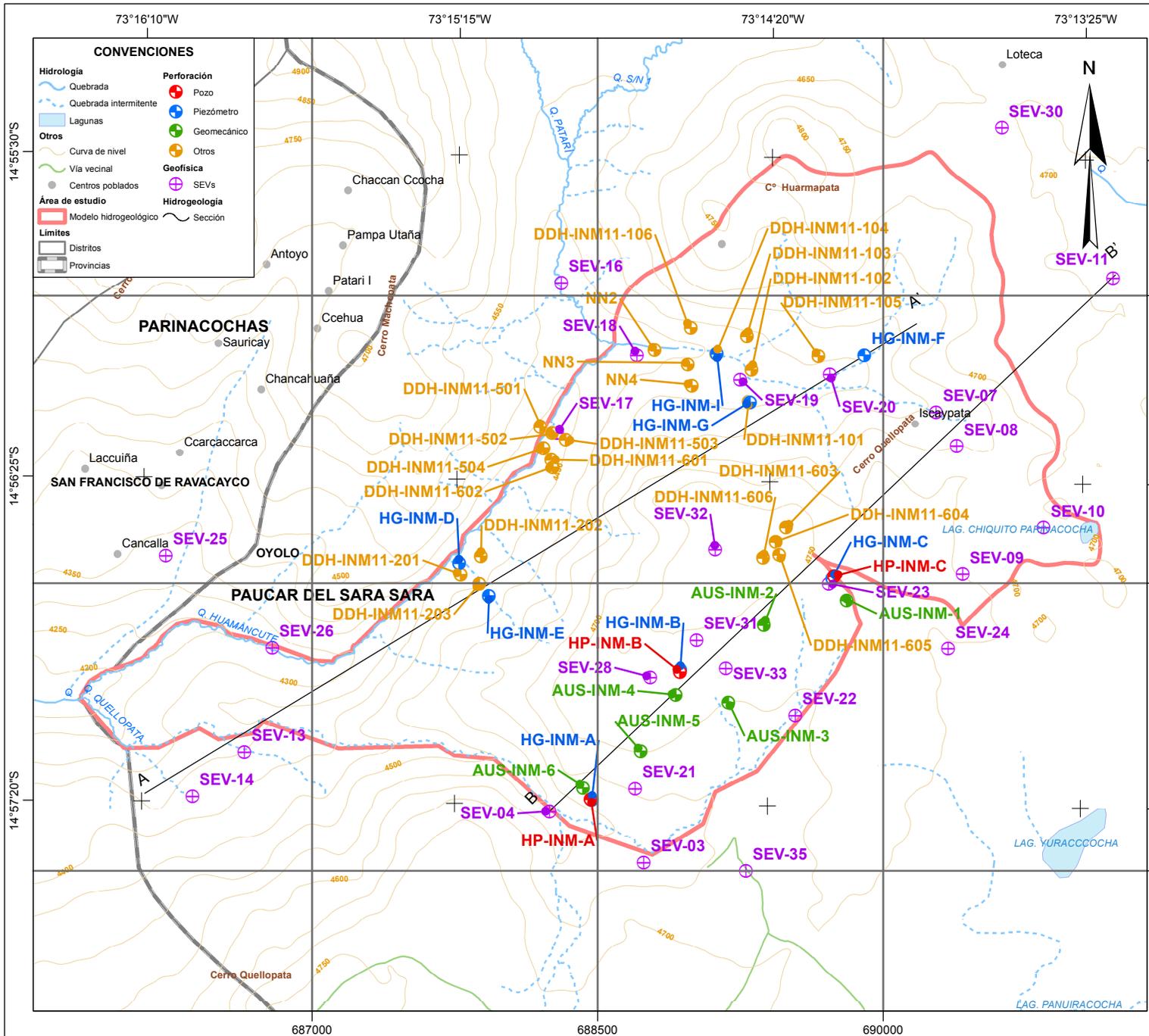
TFM: Modelo matemático del flujo de agua subterránea de la parte alta de la quebrada Huamancute, Ayacucho - Perú

TUTOR: Dr. Gómez Hernández, José

ALUMNO: Baldera Santisteban, Juan

FECHA: Junio, 2020

**MAPA: 2**

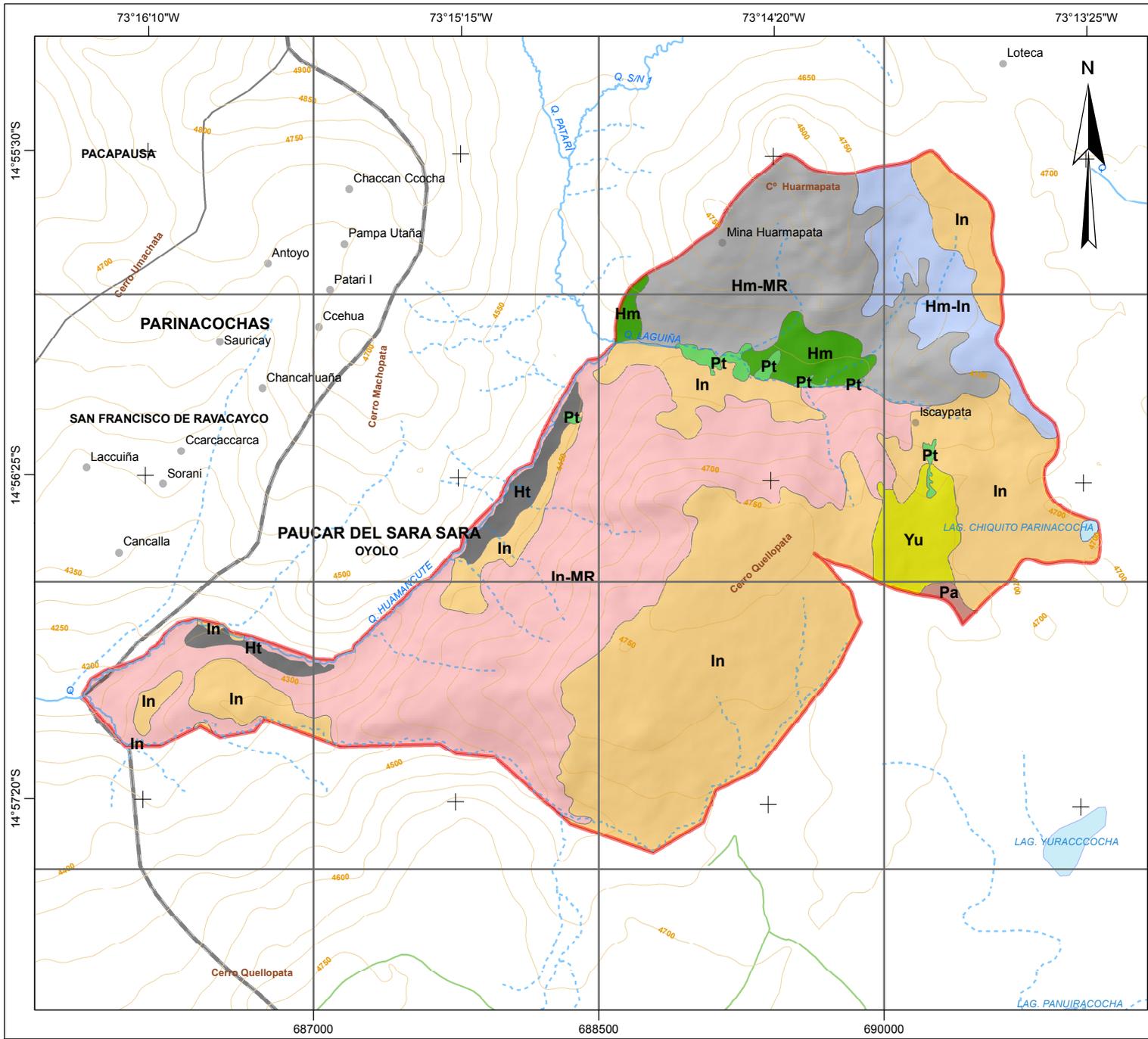


CÓDIGO	COORDENADAS UTM ESTE	NORTE	ALTITUD
<b>SONDAJES ELECTRÍCOS VERTICALES</b>			
SEV-03	888741.6	8345546.6	4606.0
SEV-04	888247.7	8345811.6	4652.0
SEV-07	890277.6	8347892.5	4578.0
SEV-08	890386.6	8347716.5	4632.0
SEV-09	890417.6	8347048.5	4679.0
SEV-10	890422.6	8347291.5	4679.0
SEV-11	891207.6	8345891.5	4679.0
SEV-13	886644.7	8346122.6	4333.0
SEV-14	886371.7	8345890.6	4346.0
SEV-16	888309.7	8348566.5	4468.0
SEV-17	888287.7	8347783.5	4412.0
SEV-18	888708.6	8348191.5	4468.0
SEV-19	888248.6	8348063.5	4501.0
SEV-20	889719.6	8348088.5	4515.0
SEV-21	888697.6	8345930.6	4636.0
SEV-22	889538.6	8346311.5	4670.0
SEV-23	889714.6	8348998.5	4723.0
SEV-24	890342.6	8346659.5	4669.0
SEV-25	886232.7	8347145.5	4309.0
SEV-26	886791.7	8346665.5	4243.0
SEV-28	888777.6	8346510.5	4728.0
SEV-30	890623.6	8349374.5	4682.0
SEV-31	889119.6	8346704.5	4723.0
SEV-32	889117.6	8347175.5	4758.0
SEV-33	889173.6	8346558.5	4708.0
SEV-35	889278.6	8345501.6	4647.0
<b>POZOS</b>			
HP-INM-A	888463.9	8345878.3	4616.7
HP-INM-B	888332.9	8346337.0	4738.6
HP-INM-C	889742.6	8347037.1	4742.4
<b>PIEZÓMETROS</b>			
HG-INM-A	888469.2	8345871.0	4616.3
HG-INM-B	888533.9	8346548.0	4739.1
HG-INM-C	889733.8	8347028.1	4741.9
HG-INM-D	887772.7	8347103.5	4414.4
HG-INM-E	887928.7	8346935.4	4472.3
HG-INM-F	889901.2	8348190.1	4556.5
HG-INM-G	889300.3	8347944.4	4542.4
HG-INM-I	889124.9	8348195.8	4506.2
<b>GEOMECÁNICO</b>			
AUS-INM-1	889808.1	8348911.9	4732.5
AUS-INM-2	889372.7	8346785.4	4739.6
AUS-INM-3	889186.6	8346380.6	4699.5
AUS-INM-4	888911.3	8346418.2	4730.2
AUS-INM-5	888728.6	8346123.3	4702.9
AUS-INM-6	888424.3	8345935.7	4627.7
<b>OTROS</b>			
DDH-INM1-101	889294.2	8347948.7	4540.7
DDH-INM1-102	889308.3	8348112.6	4518.7
DDH-INM1-103	889294.2	8348290.8	4536.9
DDH-INM1-104	889122.7	8348199.5	4506.4
DDH-INM1-105	889659.4	8348183.4	4569.2
DDH-INM1-106	888989.6	8348331.5	4531.5
DDH-INM1-201	887807.7	8347045.5	4423.6
DDH-INM1-202	887896.7	8347142.5	4421.0
DDH-INM1-203	887878.7	8346998.5	4442.6
DDH-INM1-501	888200.0	8347817.5	4441.8
DDH-INM1-502	888260.1	834785.7	4437.6
DDH-INM1-503	888333.2	8347747.5	4446.1
DDH-INM1-504	888215.4	8347704.1	4434.0
DDH-INM1-601	888256.4	8347943.4	4438.2
DDH-INM1-602	888265.1	8347608.7	4440.0
DDH-INM1-603	889490.2	8347290.4	4760.0
DDH-INM1-604	889435.6	8347214.7	4760.0
DDH-INM1-605	889454.9	8347149.5	4760.0
DDH-INM1-606	889369.7	8347130.5	4764.1
NN2	888788.6	8348217.5	4480.3
NN3	888973.6	8348143.5	4507.2
NN4	888994.6	8348031.5	4532.3



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**

<b>ESCALA:</b> 1:30,000 		<b>MAPA DE UBICACIÓN DE SEVS Y PERFORACIONES</b>	
<b>FUENTE:</b> Carta Nacional a escala 1:100 000, del Instituto Geográfico Nacional del Perú (IGN); Geoservidor del Ministerio de Educación del Perú - MINEDU. EIA del proyecto minero Inmaculada.		<b>TFM:</b> Modelo matemático del flujo de agua subterránea de la parte alta de la quebrada Huamancute, Ayacucho - Perú	
<b>TUTOR:</b> Dr. Gómez Hernández, José		<b>MAPA:</b> <span style="font-size: 2em; font-weight: bold;">3</span>	
<b>ALUMNO:</b> Baldera Santisteban, Juan		<b>FECHA:</b> Junio, 2020	



TIPO DE SUELOS			
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	TEXTURA	ÁREA (Km <sup>2</sup> )
Hm	Huamapata	Fr-FrA	0.18
Ht	Huancute	FrA	0.15
In	Inmaculada	FrA	3.28
Pa	Panuiracocha	FrA	0.02
Pt	Patarí	Fr-FrA	0.06
Yu	Yuracocha	Fr-FrAr	0.23
Subtotal			3.92
ASOCIACIONES			
Hm-In	Huamapata – Inmaculada	FrA	0.43
Hm-MR	Huamapata – Misceláneo roca	FrA	1.10
In-MR	Inmaculada – Misceláneo roca	FrA	2.82
Subtotal			4.35
<b>Total</b>			<b>8.27</b>

Fr: Franco, FrA: Franco arenoso, FrAr: Franco arcilloso

**CONVENCIONES**

<b>Hidrología</b>	<b>Área de estudio</b>
Quebrada	Modelo hidrogeológico
Quebrada intermitente	<b>Limites</b>
Lagunas	Distritos
<b>Otros</b>	Provincias
Curva de nivel	
Vía vecinal	
Centros poblados	

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**

ESCALA: 1:30,000

**MAPA DE SUELOS**

FUENTE: Carta Nacional a escala 1:100,000 del Instituto Geográfico Nacional del Perú (IGN); Geoservidor del Ministerio de Educación del Perú - MINEDU; EIA del proyecto minero Inmaculada

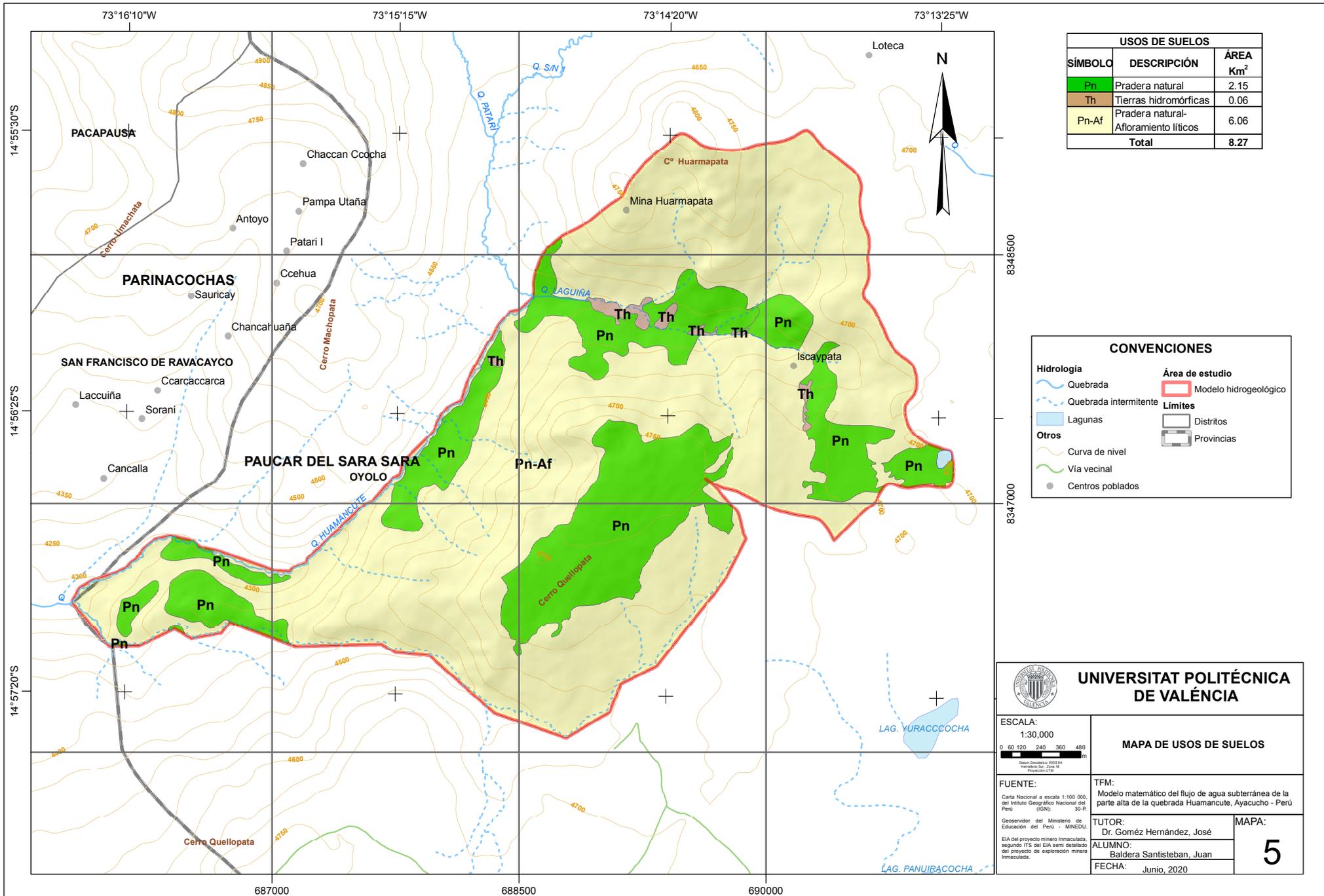
TFM: Modelo matemático del flujo de agua subterránea de la parte alta de la quebrada Huamancute, Ayacucho - Perú

TUTOR: Dr. Gómez Hernández, José

ALUMNO: Baldera Santisteban, Juan

FECHA: Junio, 2020

MAPA: **4**



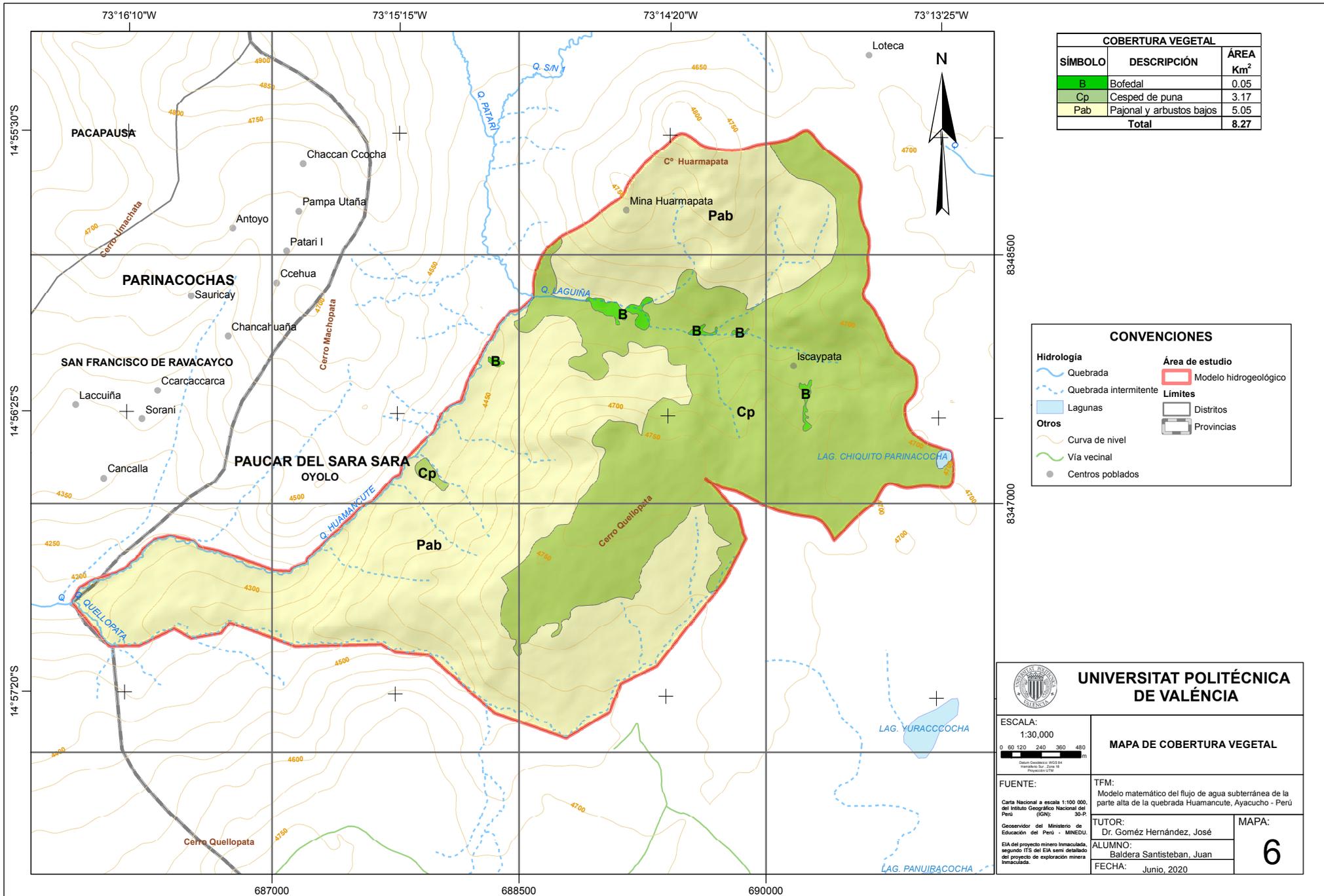
USOS DE SUELOS		
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	ÁREA Km <sup>2</sup>
Pn	Pradera natural	2.15
Th	Tierras hidromórficas	0.06
Pn-Af	Pradera natural-Afloramiento líticos	6.06
<b>Total</b>		<b>8.27</b>

CONVENCIONES	
<b>Hidrología</b>	<b>Área de estudio</b>
Quebrada	Modelo hidrogeológico
Quebrada intermitente	<b>Límites</b>
Lagunas	Distritos
<b>Otros</b>	Provincias
Curva de nivel	
Vía vecinal	
Centros poblados	



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**

<b>ESCALA:</b> 1:30,000 		<b>MAPA DE USOS DE SUELOS</b>	
<b>FUENTE:</b> Carta Nacional a escala 1:100 000 del Instituto Geográfico Nacional del Perú (IGN). <small>Obra Geográfica N°524 Escala: 1:100 000 Proyección: UTM</small>		<b>TFM:</b> Modelo matemático del flujo de agua subterránea de la parte alta de la quebrada Huamancute, Ayacucho - Perú	
<b>Geoservidor del Ministerio de Educación del Perú - MINEDU</b> EIA del proyecto minero Inmaculada según el ITS del EIA semi detallado del proyecto de exploración minera Inmaculada.		<b>TUTOR:</b> Dr. Gómez Hernández, José	<b>MAPA:</b>  <b>5</b>
		<b>ALUMNO:</b> Baldera Santisteban, Juan	



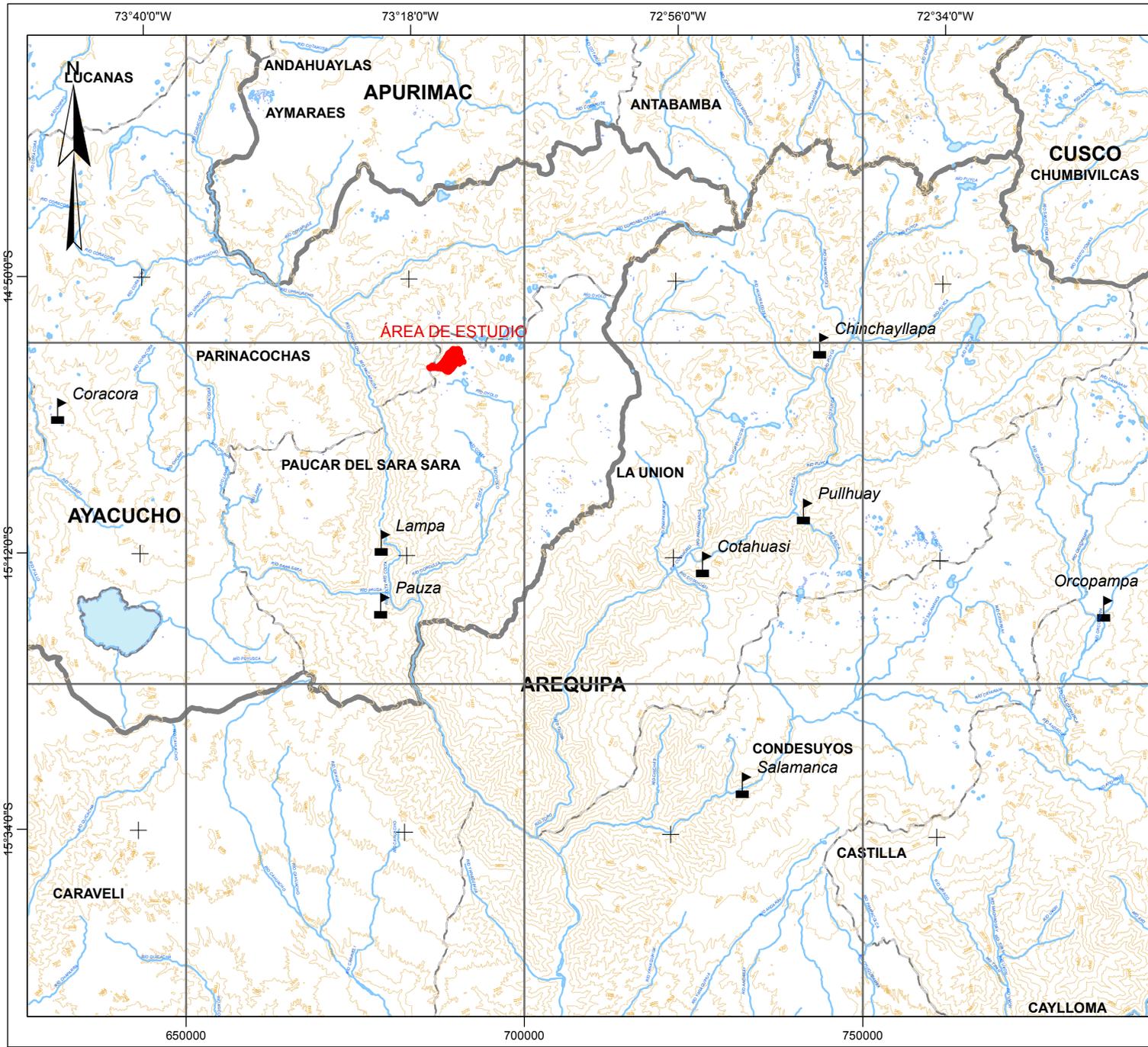
COBERTURA VEGETAL		
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	ÁREA Km <sup>2</sup>
B	Bofedal	0.05
Cp	Cesped de puna	3.17
Pab	Pajonal y arbustos bajos	5.05
Total		8.27

CONVENCIONES	
<b>Hidrología</b>	<b>Área de estudio</b>
Quebrada	Modelo hidrogeológico
Quebrada intermitente	<b>Límites</b>
Lagunas	Distritos
<b>Otros</b>	Provincias
Curva de nivel	Centros poblados
Vía vecinal	



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**

<b>ESCALA:</b> 1:30,000 		<b>MAPA DE COBERTURA VEGETAL</b>	
<b>FUENTE:</b> Carta Nacional a escala 1:100 000, del Instituto Geográfico Nacional del Perú (IGN); Geoservidor del Ministerio de Educación del Perú - MINEDU. EIA del proyecto minero Inmaculada, segundo ITS del EIA semi detallado del proyecto de exploración minera Inmaculada.		<b>TFM:</b> Modelo matemático del flujo de agua subterránea de la parte alta de la quebrada Huamancute, Ayacucho - Perú	
<b>TUTOR:</b> Dr. Gómez Hernández, José		<b>MAPA:</b> <div style="font-size: 2em; font-weight: bold; text-align: center;">6</div>	
<b>ALUMNO:</b> Baldera Santisteban, Juan		<b>FECHA:</b> Junio, 2020	



ESTACIONES	COORDENADAS UTM		ALTITUD	DISTANCIA AL POYECTO (km <sup>2</sup> )
	ESTE	NORTE		
Lampa	679083.3	8320713.9	2790.0	28.0
Pauza	679012.8	8311493.3	2477.0	37.4
Cotahuasi	726557.3	8317598.5	2683.0	48.0
Chinchayllapa	743869.1	8349648.6	4497.0	56.0
Salamanca	732466.3	8285195.4	3203.0	76.0
Coracora	631268.3	8340039.7	3156.0	57.0
Orcopampa	785858.3	8311057.5	3779.0	104.0
Pullhuay	741493.8	8325413.1	3455.0	57.0

**CONVENCIONES**

<b>Hidrología</b>	<b>Estaciones</b>
Río	Meteorológicas
Laguna	Otros
Área de estudio	Curva de nivel
Modelo hidrogeológico	
<b>Límites</b>	
Departamentos	
Provincias	

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**

ESCALA: 1:850,000

**MAPA DE UBICACIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS**

FUENTE: Carta Nacional a escala 1:100,000 del Instituto Geográfico Nacional del Perú (IGN); Geoservidor del Ministerio de Educación del Perú - MINEDU; Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI; Autoridad Nacional del Agua - ANA

TFM: Modelo matemático del flujo de agua subterránea de la parte alta de la quebrada Huamancute, Ayacucho - Perú

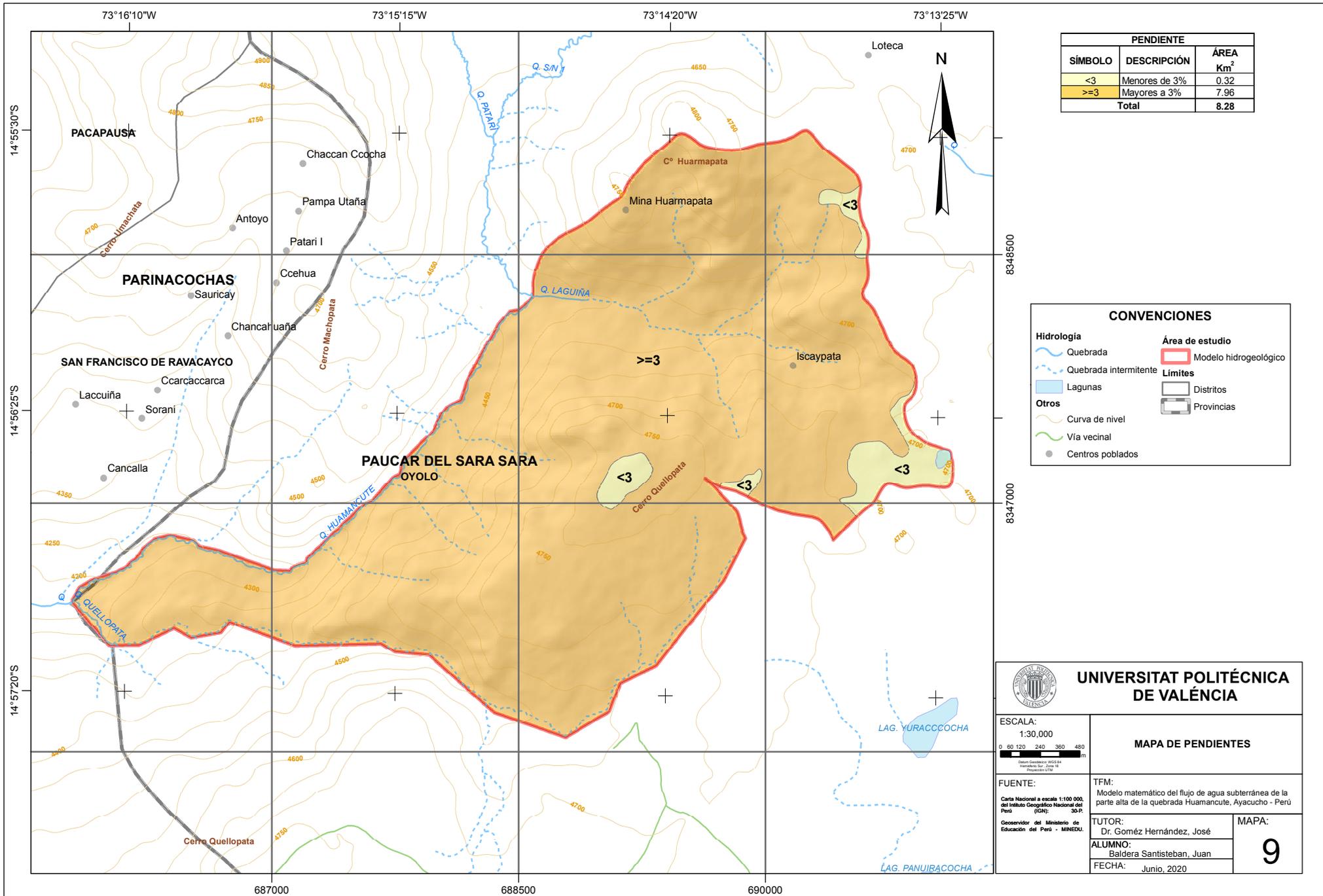
TUTOR: Dr. Gómez Hernández, José

ALUMNO: Baldera Santisteban, Juan

FECHA: Junio, 2020

MAPA: **7**





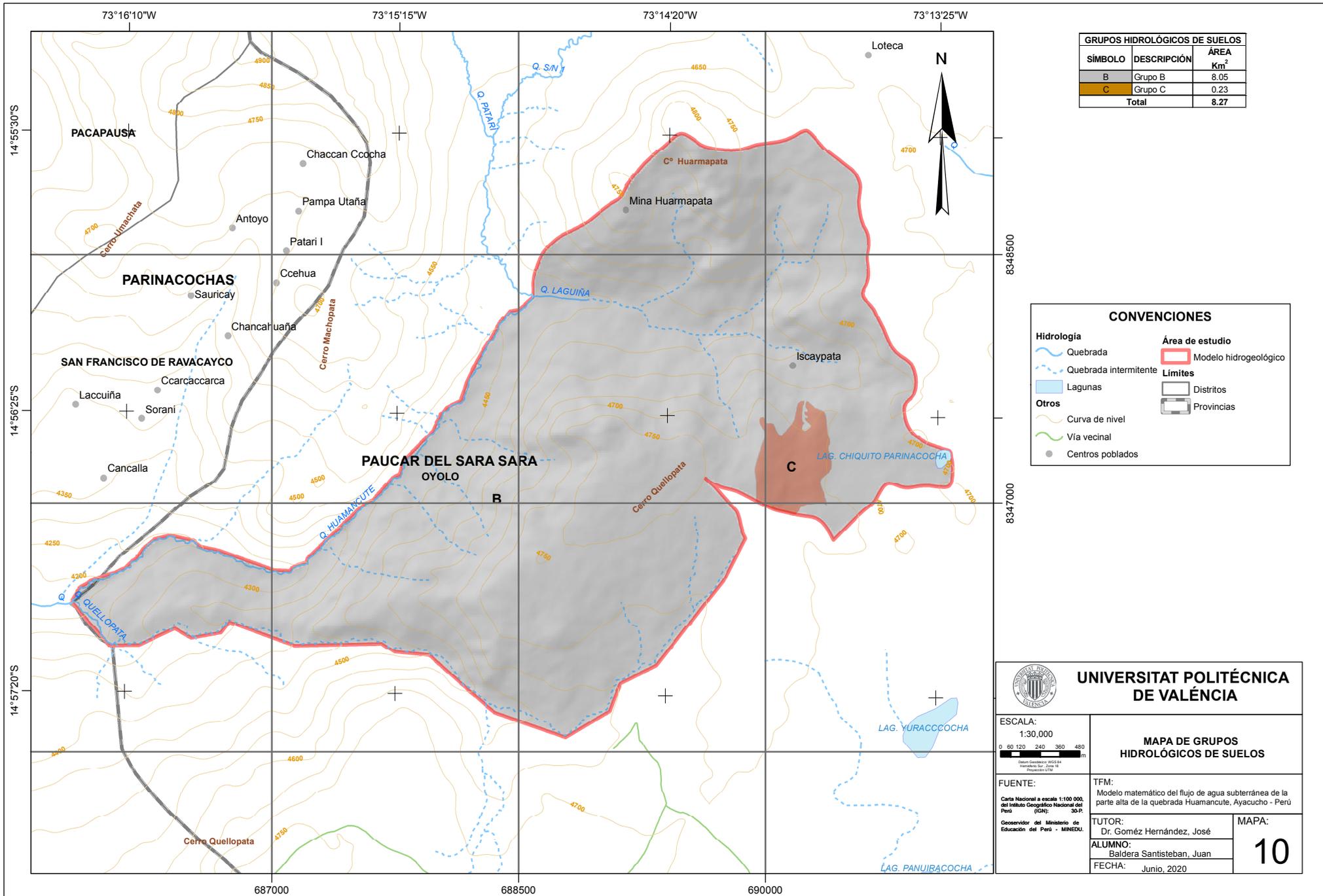
PENDIENTE		
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	ÁREA Km <sup>2</sup>
<3	Menores de 3%	0.32
>=3	Mayores a 3%	7.96
Total		8.28

CONVENCIONES	
<b>Hidrología</b>	<b>Área de estudio</b>
Quebrada	Modelo hidrogeológico
Quebrada intermitente	<b>Límites</b>
Lagunas	Distritos
<b>Otros</b>	Provincias
Curva de nivel	
Vía vecinal	
Centros poblados	



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**

<b>ESCALA:</b> 1:30,000 	<b>MAPA DE PENDIENTES</b>
<b>FUENTE:</b> <small>Carta Nacional a escala 1:100 000, del Instituto Geográfico Nacional del Perú (IGN); 30-P.  <small>Obra Geológica N°524  <small>Relevamiento del 2002 al 2004  <small>Proyección UTM</small> </small> </small> </small>	<b>TFM:</b> Modelo matemático del flujo de agua subterránea de la parte alta de la quebrada Huamancute, Ayacucho - Perú
<b>TUTOR:</b> Dr. Gómez Hernández, José <b>ALUMNO:</b> Baldera Santisteban, Juan <b>FECHA:</b> Junio, 2020	<b>MAPA:</b>  <b>9</b>



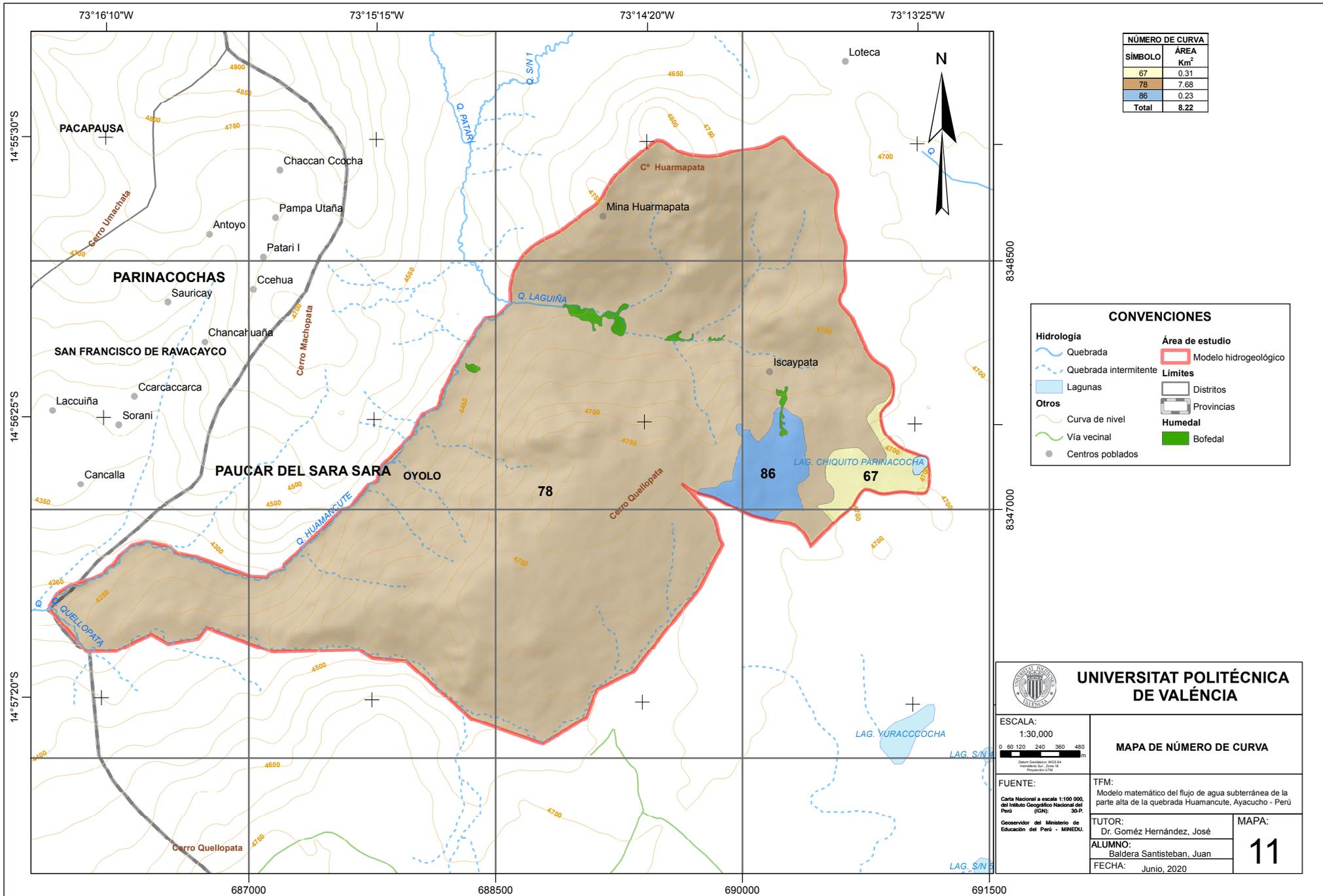
GRUPOS HIDROLÓGICOS DE SUELOS		
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	ÁREA Km <sup>2</sup>
B	Grupo B	8.05
C	Grupo C	0.23
Total		8.27

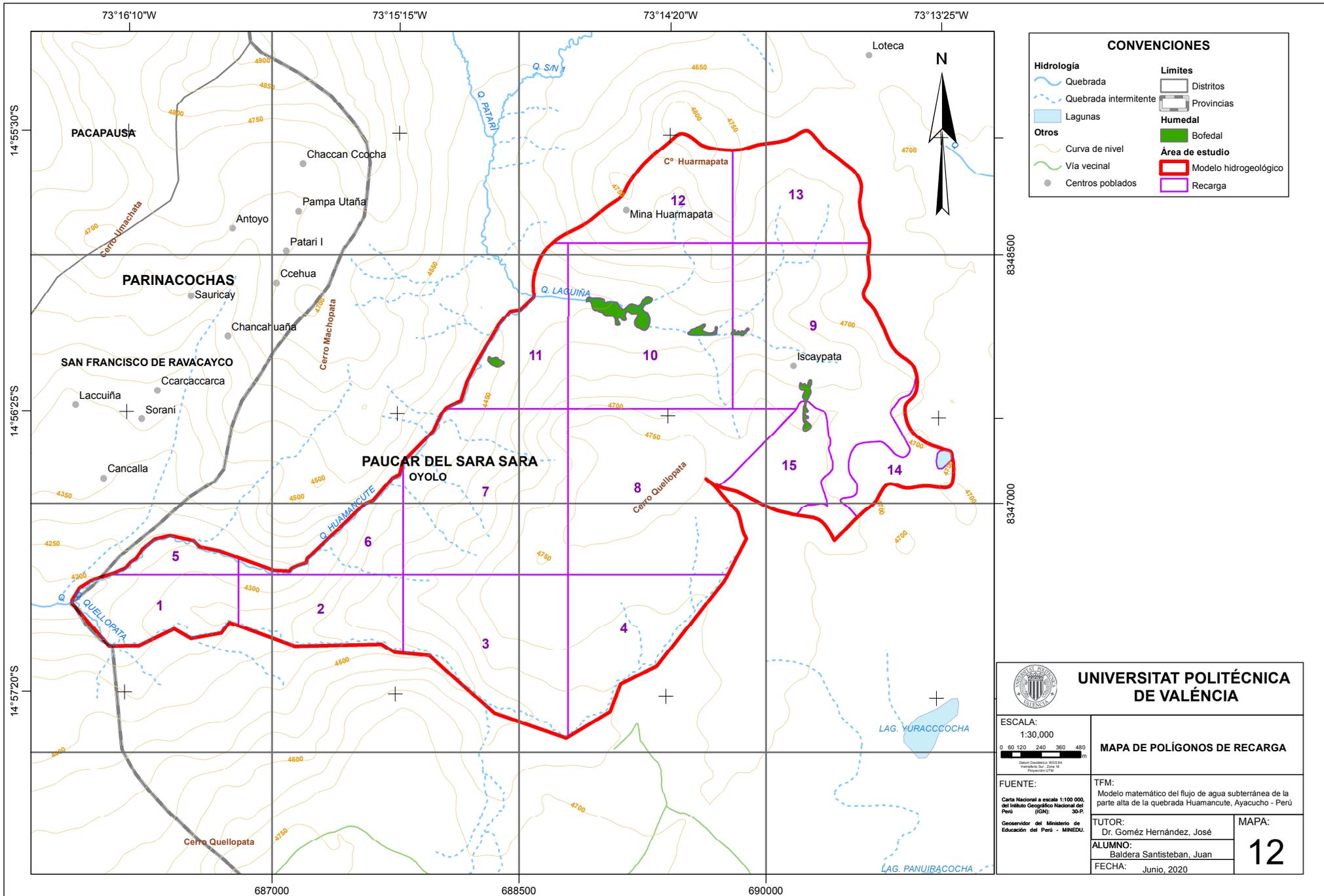
CONVENCIONES	
<b>Hidrología</b>	<b>Área de estudio</b>
Quebrada	Modelo hidrogeológico
Quebrada intermitente	<b>Límites</b>
Lagunas	Distritos
<b>Otros</b>	Provincias
Curva de nivel	
Vía vecinal	
Centros poblados	



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**

<b>ESCALA:</b> 1:30,000 		<b>MAPA DE GRUPOS HIDROLÓGICOS DE SUELOS</b>	
<b>FUENTE:</b> Carta Nacional a escala 1:100 000, del Instituto Geográfico Nacional del Perú (IGN); 30-P. <small>Geoservidor del Ministerio de Educación del Perú - MINEDU.</small>		<b>TFM:</b> Modelo matemático del flujo de agua subterránea de la parte alta de la quebrada Huamancute, Ayacucho - Perú	
<b>TUTOR:</b> Dr. Gómez Hernández, José		<b>MAPA:</b> <div style="font-size: 2em; font-weight: bold; text-align: center;">10</div>	
<b>ALUMNO:</b> Baldera Santisteban, Juan		<b>FECHA:</b> Junio, 2020	





**CONVENCIONES**

<b>Hidrología</b>	<b>Límites</b>
Quebrada	Distritos
Quebrada intermitente	Provincias
Lagunas	<b>Humedal</b>
Curva de nivel	Bofedal
Vía vecinal	<b>Área de estudio</b>
Centros poblados	Modelo hidrogeológico
	Recarga

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**

ESCALA: 1:30,000

MAPA DE POLÍGONOS DE RECARGA

FUENTE: Carta Nacional a escala 1:100,000, del Instituto Geográfico Nacional del Perú (IGN); Geoservidor del Ministerio de Educación del Perú - MINEDU.

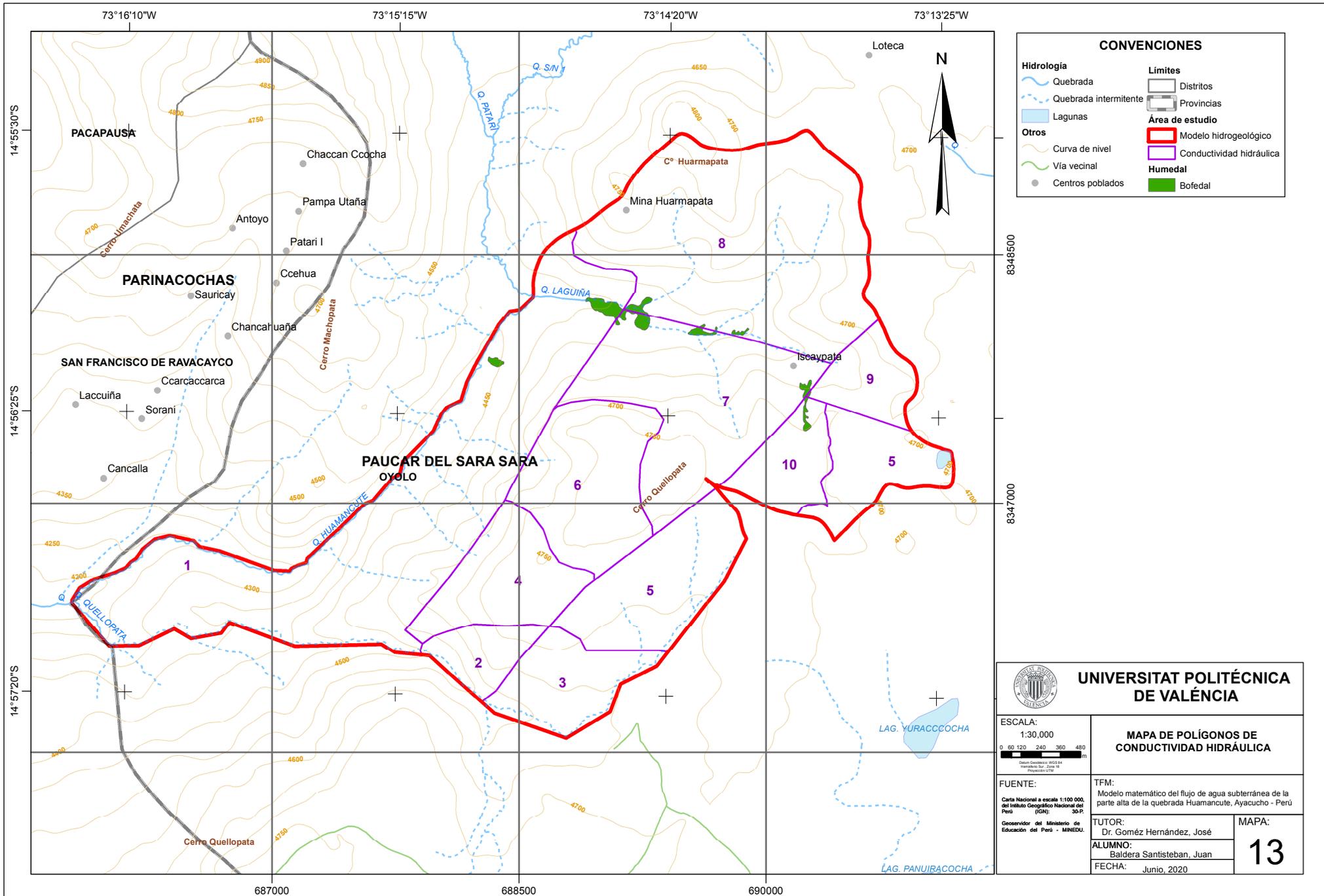
TFM: Modelo matemático del flujo de agua subterránea de la parte alta de la quebrada Huamancute, Ayacucho - Perú

TUTOR: Dr. Gómez Hernández, José

ALUMNO: Baldera Santisteban, Juan

FECHA: Junio, 2020

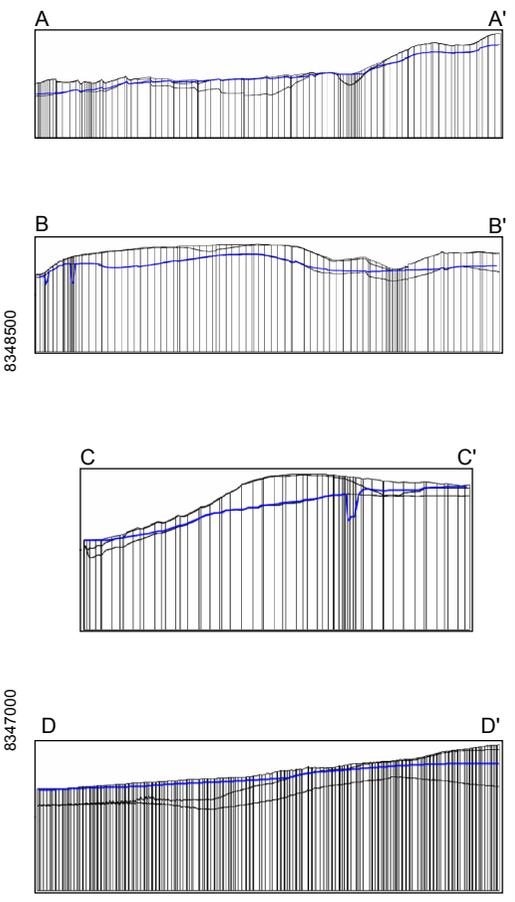
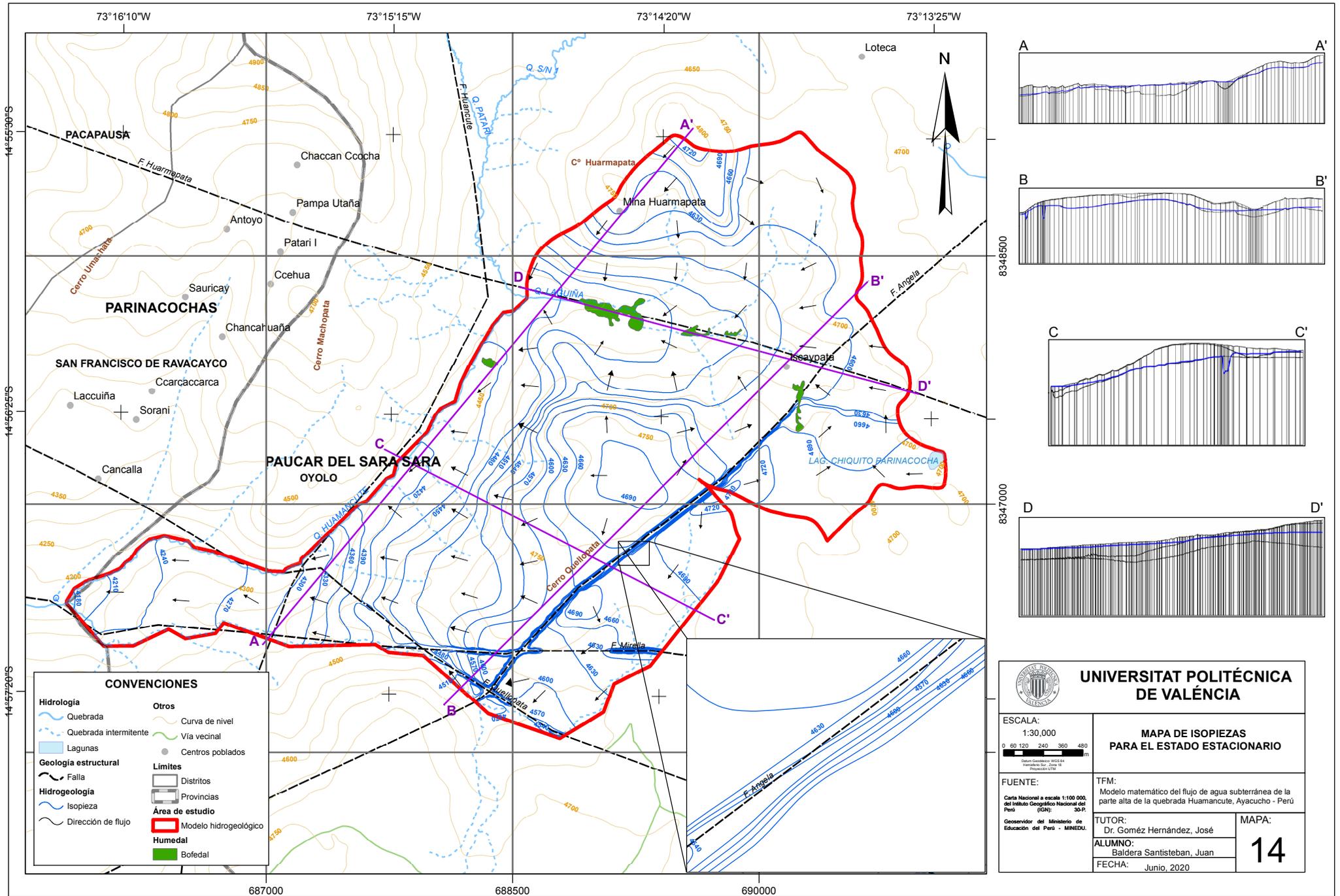
MAPA: 12



**CONVENCIONES**

<b>Hidrología</b>	<b>Límites</b>
Quebrada	Distritos
Quebrada intermitente	Provincias
Lagunas	<b>Área de estudio</b>
Curva de nivel	Modelo hidrogeológico
Vía vecinal	Conductividad hidráulica
Centros poblados	<b>Humedal</b>
	Bofedal

 <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b>	
<b>ESCALA:</b> 1:30,000 	<b>MAPA DE POLÍGONOS DE CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA</b>
<b>FUENTE:</b> <small>Carta Nacional a escala 1:100 000, del Instituto Geográfico Nacional del Perú (IGN); 30-P. Geoservidor del Ministerio de Educación del Perú - MINEDU.</small>	<b>TFM:</b> Modelo matemático del flujo de agua subterránea de la parte alta de la quebrada Huamancute, Ayacucho - Perú
<b>TUTOR:</b> Dr. Gómez Hernández, José	<b>MAPA:</b> <div style="font-size: 2em; font-weight: bold;">13</div>
<b>ALUMNO:</b> Baldera Santisteban, Juan	
<b>FECHA:</b> Junio, 2020	

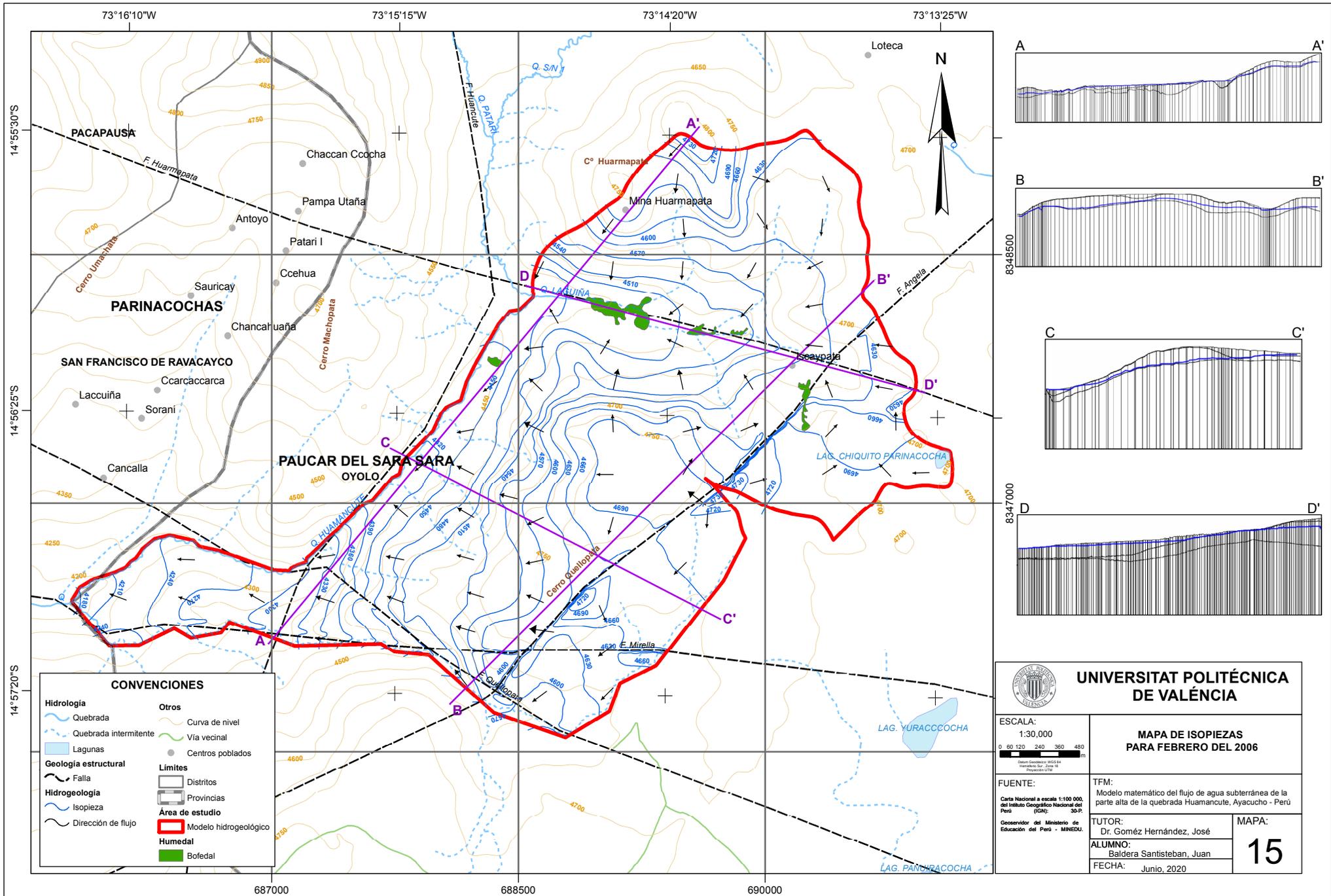


CONVENCIONES	
<b>Hidrología</b>	<b>Otros</b>
Quebrada	Curva de nivel
Quebrada intermitente	Via vecinal
Lagunas	Centros poblados
<b>Geología estructural</b>	<b>Limites</b>
Falla	Distritos
<b>Hidrogeología</b>	Provincias
Isopieza	<b>Área de estudio</b>
Dirección de flujo	Modelo hidrogeológico
	<b>Humedal</b>
	Bofedal



### UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

<b>ESCALA:</b> 1:30,000 	<b>MAPA DE ISOPIEZAS PARA EL ESTADO ESTACIONARIO</b>
<b>FUENTE:</b> Carta Nacional a escala 1:100 000, del Instituto Geográfico Nacional del Perú (IGN), 30-P. Geoservidor del Ministerio de Educación del Perú - MINEDU.	<b>TFM:</b> Modelo matemático del flujo de agua subterránea de la parte alta de la quebrada Huamancute, Ayacucho - Perú
<b>TUTOR:</b> Dr. Gómez Hernández, José	<b>MAPA:</b> <h1 style="font-size: 2em;">14</h1>
<b>ALUMNO:</b> Baldera Santisteban, Juan	
<b>FECHA:</b> Junio, 2020	



**CONVENCIONES**

<b>Hidrología</b>	<b>Otros</b>
Quebrada	Curva de nivel
Quebrada intermitente	Vía vecinal
Lagunas	Centros poblados
<b>Geología estructural</b>	<b>Limites</b>
Falla	Distritos
<b>Hidrogeología</b>	Provincias
Isopezia	<b>Área de estudio</b>
Dirección de flujo	Modelo hidrogeológico
	Humedal
	Bofedal

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**

ESCALA:  
1:30,000

MAPA DE ISOPIEZAS  
PARA FEBRERO DEL 2006

FUENTE:  
Carta Nacional a escala 1:100,000, del Instituto Geográfico Nacional del Perú (IGN); 30-P.  
Geoservidor del Ministerio de Educación del Perú - MINEDU.

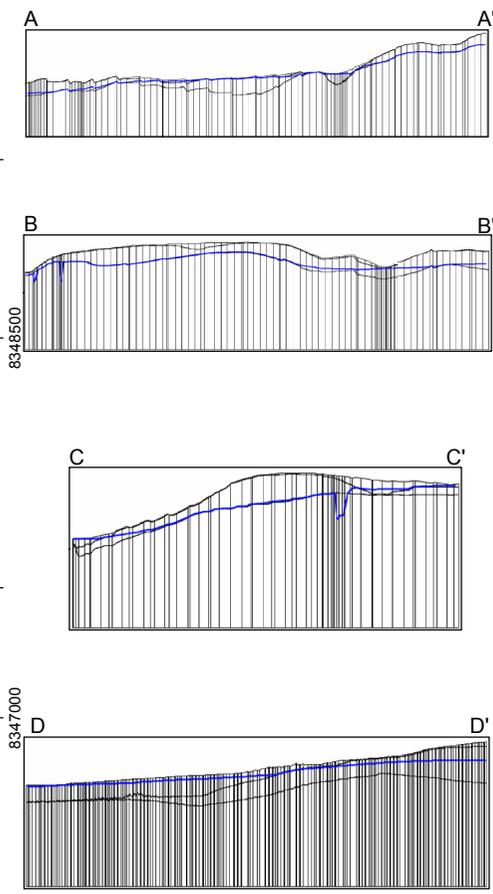
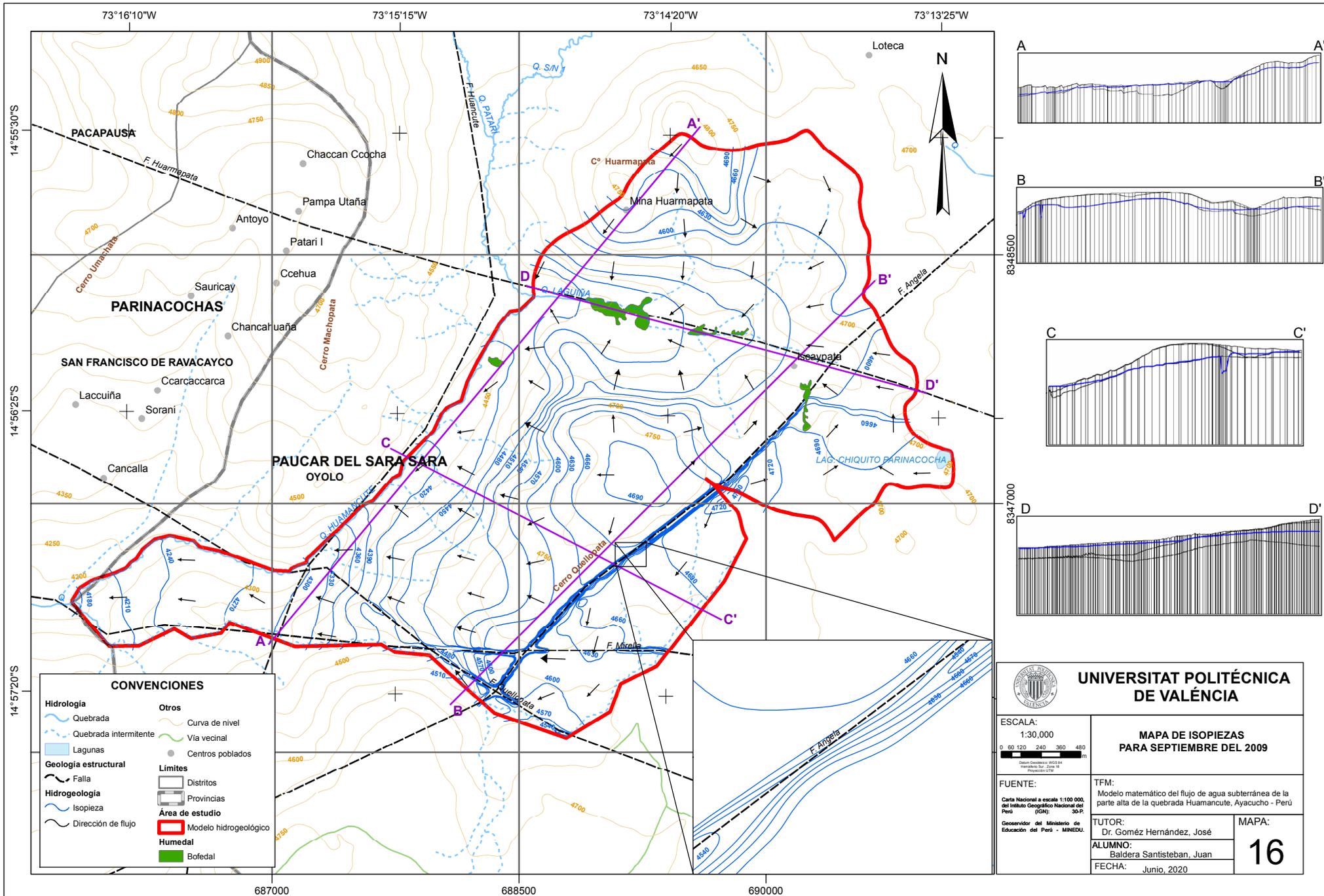
TFM:  
Modelo matemático del flujo de agua subterránea de la parte alta de la quebrada Huamancute, Ayacucho - Perú

TUTOR:  
Dr. Gómez Hernández, José

ALUMNO:  
Baldera Santisteban, Juan

FECHA:  
Junio, 2020

MAPA:  
**15**



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**

ESCALA:  
1:30,000

**MAPA DE ISOPEZAS PARA SEPTIEMBRE DEL 2009**

FUENTE:  
Carta Nacional a escala 1:100,000, del Instituto Geográfico Nacional del Perú (IGN), 30-P.  
Geoservidor del Ministerio de Educación del Perú - MINEDU.

TFM:  
Modelo matemático del flujo de agua subterránea de la parte alta de la quebrada Huamancute, Ayacucho - Perú

TUTOR:  
Dr. Gómez Hernández, José

ALUMNO:  
Baldera Santisteban, Juan

FECHA:  
Junio, 2020

MAPA:  
**16**