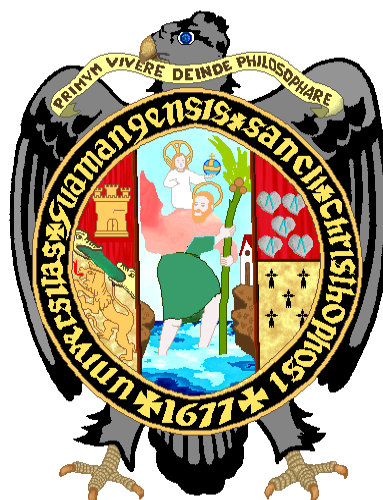


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE
HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA



**ANALISIS DE LA VARIABILIDAD ESPACIAL Y TEMPORAL
DE LA PRECIPITACIÓN EN LA CUENCA DEL RIO PAMPAS,
DE 1975 AL 2014**

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRICOLA

PRESENTADO POR:

WILDER CRESPO NINAMANCCO

AYACUCHO - PERU

2016

DEDICATORIA

A mis padres por su invaluable y constante sacrificio desde el primer instante de mi vida.

A mis hermanos, ser ejemplo de perseverancia y superación, toda mi familia y amigos.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, a la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola, a través de sus docentes y autoridades donde obtuve los conocimientos técnicos que han contribuido a mi formación profesional.

Al Ing. Efraín Chuchon Prado por su asesoramiento al trabajo de investigación, por su colaboración permanente, pero sobre todo por compartir sus conocimientos, creer en mí y guiarme en la elaboración de mi tesis. Gracias también por su amistad a él y a toda su familia.

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
I. REVISIÓN DE LITERATURA	3
1.1 Antecedentes	3
1.1.1 Nivel internacional.....	3
1.1.2 Nivel nacional.....	4
1.2 Cambio climático	4
1.3 Precipitación.....	5
1.4 Variabilidad de la precipitación	5
1.5 Distribución espacial y temporal de las precipitaciones.....	5
1.6 Consecuencias de la variabilidad de la precipitación	6
1.7 Análisis exploratorio de datos (A.E.D.)	6
1.7.1 Etapas del análisis exploratorio de datos (A.E.D.).....	7
1.8 Técnicas estadísticas	7
1.8.1 Box-Plot (diagrama de cajas)	7
1.8.2 Valores atípicos	8
1.9 Análisis de consistencia	9
1.10 Método del vector regional.....	9
1.11 Completación de datos faltantes con el método regresión múltiple	10
1.12 Coeficiente de determinación (R ²)	11
1.13 Prueba de Mann Kendall (MK).....	121
1.14 Estimador de pendiente de Sen.....	13
1.15 Prueba no paramétrica de Pettitt	14
1.16 Software de sistemas de información geográfica (Arcgis 10.1).....	14
1.17 Software hidrológico Hydraccess	14
1.18 Software estadístico (Xlstat v. 2012).....	15
II. MATERIALES Y METODOLOGIA	16
2.1 Descripción de la zona	16
2.1.1 Ubicación política	17
2.1.2 Ubicación geográfica	18

2.1.3	Ubicación hidrográfica	19
2.1.4	Parámetros morfométricos de la cuenca	20
2.1.5	Geomorfología	21
2.1.6	Climatología	22
2.2	Materiales	24
2.2.1	Datos de precipitación	24
2.2.2	Información cartográfica.....	26
2.2.3	Software.....	26
2.2.3	Equipos	26
2.3	Metodología.....	26
2.3.1	Tratamiento de datos.....	27
2.3.2	Análisis exploratorio de datos	28
2.3.3	Análisis estadístico preliminar	28
2.3.4	Completación de datos pluviométricos faltantes.....	29
2.3.5	Análisis de tendencia.....	29
III.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	30
3.1	Resultados:.....	30
3.1.1	Tratamiento de datos.....	30
3.1.2	Análisis exploratorio de datos	30
3.1.3	Estimación y completación de datos de precipitación faltantes.....	37
3.1.4	Cuenca del río Pampas	41
3.1.4.1	Análisis de homogeneidad	41
3.1.4.2	Análisis de tendencia.....	45
IV.	CONCLUSIONES.....	60
4.1	Conclusiones:	60
V.	RECOMENDACIONES.....	63
5.1	Recomendaciones:	63
VI.	REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	64
ANEXOS	67

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1. Box – Plot (diagrama de cajas).....	8
FIGURA 2. Ubicación política de la cuenca.....	18
FIGURA 3. Ubicación de la cuenca y las cartas nacionales.....	19
FIGURA 4. Cuenca del rio Pampas y sus límites.....	20
FIGURA 5. Procedimiento metodológico.....	28
FIGURA 6. Grafica de Cajas de la precipitación Multianual.....	38
FIGURA 7. Grafica de Cajas de la precipitación Mensual.....	40
FIGURA 8. Grafica de índices de vector - mensual (febrero).....	50
FIGURA 9. Grafica de índices de vector - mensual (Noviembre).....	41
FIGURA N° 10. Cambio en la media de la serie mensual detectada por el test de Pettitt.....	44
FIGURA N° 11. Cambio en la media de la serie anual detectada por el test de Pettitt a un nivel de significancia de 5% en la estación Choclococha.....	45
FIGURA N° 12. Tendencia detectadas con la prueba de Mann – Kendall para la precipitación Anual.....	53
FIGURA N° 13. Tendencia de la precipitación mensual y anual en la cuenca del rio Pampas durante el periodo de estudio.....	60

INDICE DE TABLAS

	Pag.
TABLA N° 1. Parámetros morfométricos de la cuenca del río Pampas.....	21
TABLA N° 2. Geomorfología a nivel de la cuenca del río Pampas.....	22
TABLA N° 3. Variación mensual de la temperatura media.....	23
TABLA N° 4. Variación mensual de la temperatura máxima.....	23
TABLA N° 5. Variación mensual de la temperatura mínima.....	24
TABLA N° 6. Variación mensual de la humedad relativa.....	24
TABLA N° 7. Estaciones pluviométricas.....	26
TABLA N° 8. Red de estaciones pluviométricas.....	33
TABLA N° 9. Estadística descriptiva de la precipitación (mm) del mes de Febrero 1975 – 1984.....	34
TABLA N° 10. Estadística descriptiva de la precipitación (mm) del mes de Febrero 2005 – 2014.....	35
TABLA N° 11. Fechas de cambio en los datos mensuales y anuales detectadas por el test de Pettitt a un nivel de significancia de 5%.....	45
TABLA N° 12. Estaciones con y sin tendencia de precipitación mensual y anual detectadas con la prueba de Mann Kendall para un nivel de significancia de 5%....	46
TABLA N° 13. Tasa de cambio anual de la precipitación mensual y anual (mm/año) determinada por el estimador de la pendiente de Sen.....	48

RESUMEN

Este trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar la variación de la precipitación y los impactos en la distribución hídrica en la cuenca del río Pampas, mediante el análisis de series mensuales y anuales de la precipitación de 11 estaciones pluviométricas distribuidas en la cuenca del río Pampas, para el periodo comprendido entre 1975-2014, utilizando métodos no paramétricos mediante la aplicación de las pruebas de Mann-Kendall (MK), y la prueba de Pettitt para detectar cambios o ruptura de series. Adicionalmente la magnitud de la tendencia se evaluó con el estimador de pendiente de Sen.

Los resultados de la aplicación de la prueba de Mann-Kendall (MK), mostraron en total 14 series mensuales con tendencias el cual representa el 10.6% del total de series analizadas; de ésta el 64 % presentan tendencias crecientes y el 36 % tienen tendencias decrecientes. La estación meteorológica de Choclococha presenta una tendencia creciente, caso contrario ocurre con la estación de meteorológica de Paico el cual presenta una tendencia decreciente, las demás estaciones no presentan tendencia significativa.

La prueba de Pettitt indicó rupturas de serie a escalas mensuales y anuales; más evidentes en la estación Choclococha a un nivel de significancia de 5%.

Espacialmente, la precipitación anual presenta tasas de cambio positivo con magnitudes de hasta 20.02 mm/año en el noroeste de la cuenca el cual comprende las provincias de Castrovirreyna y Huaytará en la región Huancavelica, de manera similar parte de la provincia de Andahuaylas en la región Apurímac presenta tasas de cambio de 0 a 4.91 mm/año.

Ocurre lo contrario en la zona sureste de la cuenca en las provincias de Sucre, Lucanas en la región Ayacucho, presenta tasas de cambio decreciente de hasta 34.93 %, Dicho Cambio afectará negativamente la generación y la disponibilidad de la escorrentía, que representa la oferta hídrica de la cuenca del río Pampas.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático global podría tener importantes efectos sobre diversas variables ambientales que incluyen en la precipitación en muchos países de todo el mundo. El régimen de precipitación afecta directamente a la gestión de los recursos hídricos, la agricultura, la hidrología y los ecosistemas. Por esta razón, es importante investigar los cambios en el régimen de lluvias espacial y temporal con el fin de mejorar las estrategias de gestión del agua Cannarozzo et al (2006).

Una de las herramientas que se utilizan comúnmente para la detección de cambios en las series temporales climática e hidrológica es el análisis de tendencias. Existe una serie de pruebas estadísticas para evaluar la importancia de las tendencias en las series temporales. Una de las pruebas de tendencia no paramétrico de uso común es la prueba de tendencia de Mann-Kendall (MK) la cual ha sido usada ampliamente en ciencias ambientales, ya que analiza datos sin importar la distribución, datos perdidos y estacionales. Hamed y Rao (1998).

Esta prueba de Mann-Kendall (MK) ha sido recomendada ampliamente y usada en todo el mundo para identificar tendencias en parámetros climáticos debido a la consistencia y rigidez que presenta (IPCC, 2001).

Esta investigación presenta la aplicación del test Mann-Kendall (MK) para datos auto correlacionados propuesta por Yue, et al. (2002b); para estimar tendencias en la precipitación entre 1975 y 2014, a escalas mensual.

OBJETIVOS:

OBJETIVO GENERAL:

- Determinar la variabilidad espacial y temporal de la precipitación y su impacto en la disponibilidad hídrica en el ámbito de la cuenca del río Pampas.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Estimar la variación de las precipitaciones en los últimos años en base a registros de estaciones meteorológicas y generar mapas de variabilidad espacial de la precipitación en la cuenca del río Pampas.
- Determinar, si el patrón mensual de precipitaciones se ha modificado en las últimas décadas.

I. REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Antecedentes

1.1.1 Nivel internacional

➤ España

Boletín Asociación de geógrafos españoles (2013), realizó un estudio de la variabilidad espacio-temporal y la tendencia de las precipitaciones (1961-2005, n=45) en el sector español de la cuenca del Duero mediante el análisis de series homogéneas de datos mensuales y anuales correspondientes a un total de 214 estaciones. Los resultados obtenidos muestran una acusada variabilidad estacional, interanual y espacial de las precipitaciones, lo que impide la observación de tendencias estadísticamente significativas, tanto en las series mensuales como anuales. Sólo en el mes de febrero se detectó una tendencia negativa significativa en gran parte del territorio de la cuenca. Con algunos matices, los resultados del análisis confirman la ausencia de tendencias claras observadas en Europa meridional durante la segunda mitad del siglo XX y primeros años del siglo XXI.

➤ Chile

Cornejo (2011) realizó un estudio similar en la Región del Maule, Chile, con el fin de caracterizar el comportamiento temporal de las precipitaciones y analizar la influencia del cambio climático, para esto utilizó los datos de precipitación anual

y mensual de 20 estaciones pluviométricas, y establecieron un análisis comparativo del comportamiento de las precipitaciones, y aplicaron tratamientos estadísticos y matemáticos; como tendencia de promedios móviles, comparación de medianas con el Test U de Mann-Whitney, Los resultados que obtuvieron muestran que los datos anuales presentan una leve tendencia a la disminución en los últimos 20 años, no mayor al 6%; los datos mensuales presentan una mayoría de meses con tendencia a la disminución (Abril, Julio y octubre) y sólo dos con tendencia al alza (Agosto y septiembre).

1.1.2 Nivel nacional

Cuenca del Amazonas

Revista Peruana Geo-Atmosférica RPGA (2010) realizó un estudio de variabilidad espacio-temporal de las precipitaciones en la cuenca amazónica (CA) para el período 1964-2003. Realizaron un análisis de 756 estaciones pluviométricas distribuidas en todos los países de la cuenca incluyendo datos de Bolivia, Perú, Ecuador y Colombia. La variabilidad espacio-temporal de las precipitaciones es estudiada mediante un Análisis de Componentes Principales (ACP). La variabilidad a largo plazo muestra una precipitación decreciente desde 1980 que es predominante en los meses de junio-julio-agosto (JJA) y en septiembre-octubre-noviembre (SON). Durante la temporada más lluviosa, es decir, diciembre-enero-febrero (DEF) y marzo-abril-mayo (MAM), la principal variabilidad se da en la escala de tiempo decadal e interanual. La variabilidad interdecadal está relacionada con los cambios a largo plazo en el Océano Pacífico, mientras que la variación decadal, que opone al noroeste y sur de la cuenca Amazónica, está asociada a los cambios en la intensidad de los vientos. También detectaron que la precipitación media en la cuenca disminuye durante el período 1975-2003 a una tasa anual estimada en -0.32% .

1.2 Cambio climático

Se define como cambio climático a la modificación del clima respecto a registros históricos, en distintas dimensiones de tiempo y de factores ambientales (precipitaciones, temperatura y nubosidad, entre otros). Este proceso se inicia con la formación de una capa gruesa de gases invernadero, como dióxido de carbono, metano y óxido nitroso, que retienen los rayos infrarrojos en la atmósfera, generando un aumento en las temperaturas sobre la superficie de la tierra (CONAMA, 2010).

La Evaluación del Consejo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático indica que el aumento de las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero se traducirá en cambios en la frecuencia, intensidad y duración de las precipitaciones.

Por otra parte, se habla de variabilidad climática, como el “rango de valores que las variables climáticas, por ejemplo precipitación ó temperatura, pueden tener en un espacio geográfico dado a lo largo del tiempo. La variabilidad climática es un rango natural inherente del clima como sistema” (Donoso, 2005).

1.3 Precipitación

Las precipitaciones son la fuente de agua, procedente de las nubes, que llega a la superficie terrestre, tanto en forma líquida como sólida. La cantidad de precipitación puede ser caracterizada según su distribución, diferencias climáticas y regímenes pluviométricos (Fernández, 1995).

Las precipitaciones tienen su origen en la formación de nubosidad por la condensación de las gotas de agua y el enfriamiento del aire, dando origen a varios tipos de precipitaciones que dependen de cómo asciende el aire, clasificadas según Fernández 1995, en: Precipitaciones ciclónicas o frontales: levantamiento de aire cálido sobre el aire más frío (más denso).

Precipitaciones convectivas: relacionada con el ascenso del aire cálido, terminando por lo general en lluvias tormentosas.

Precipitaciones orográficas: ascenso de aire sobre una estructura montañosa.

1.4 Variabilidad de la precipitación

La variación de la precipitación en el tiempo y espacio puede asociarse a fenómenos extremos de la naturaleza y a los cambios climáticos inducidos por el hombre. Así mismo, las variaciones locales de la distribución de las tendencias de precipitación pueden atribuirse a las alteraciones en la circulación atmosférica, así como a la modificación de las fuerzas radioactivas (Hurrell, 1995).

1.5 Distribución espacial y temporal de las precipitaciones

La variabilidad regional de las precipitaciones depende tanto de la topografía como de la recurrencia y tipo de perturbaciones observadas en un determinado lugar (Hufty, 1984).

La variabilidad de las precipitaciones define claramente este evento climático; es así como desde la perspectiva espacial y temporal, esta variable se asocia directamente con la dinámica de la atmósfera. La variabilidad espacial está relacionada con la topografía y el relieve, mientras que la temporal es analizada por medio de las series pluviométricas registradas, apoyadas de estadísticos de posición y dispersión Fernández (1995).

1.6 Consecuencias de la variabilidad de la precipitación

Los países en desarrollo de climas templados y tropicales de Asia ya son bastante vulnerables a los episodios climáticos extremos como tifones y ciclones, sequías e inundaciones. El cambio climático y su variabilidad acentuarían estas vulnerabilidades (confianza alta). Se sabe que los sucesos climáticos extremos tienen efectos adversos en zonas de Asia muy alejadas entre sí. Hay algunas pruebas de aumentos en la intensidad o frecuencia de algunos de estos sucesos extremos a escala regional durante todo el Siglo XX. La conversión de tierras forestales en tierras de cultivo y pastoreo ya es una de las causas principales de la pérdida de bosques en el Asia templada y tropical. Con el aumento de la frecuencia de las inundaciones y las sequías, estas acciones tendrán consecuencias de gran alcance para el medio ambiente (por ejemplo, erosión de los suelos, pérdida de fertilidad de los suelos, pérdida de la variabilidad genética de los cultivos y agotamiento de los recursos hídricos).

Los ciclones tropicales y las mareas de tempestad siguen cobrando vidas y destruyendo bienes en la India y Bangladesh. Un aumento en la intensidad de los ciclones, combinado con una subida del nivel del mar resultaría en más pérdidas de vidas y de propiedad en zonas costeras bajas de los países de Asia expuestos a ciclones (confianza media). El aumento que se espera en la frecuencia e intensidad de los extremos climáticos podría tener importantes efectos sobre el crecimiento de los cultivos y la producción agrícola, así como repercusiones económicas y medioambientales significativas (por ejemplo, en el turismo y el transporte) (IPCC, 2001).

1.7 Análisis exploratorio de datos (A.E.D.)

Salvador Figueras, M y Gargallo, P. (2003) mencionan: es un conjunto de técnicas estadísticas cuya finalidad es conseguir un entendimiento básico de los datos y de las relaciones existentes entre las variables analizadas. Para conseguir este objetivo el A.E.D. proporciona métodos sistemáticos sencillos para organizar y preparar los datos, detectar fallos en el diseño y recogida de los

mismos, tratamiento y evaluación de datos ausentes (missing), identificación de casos atípicos (outliers) y comprobación de los supuestos subyacentes en la mayor parte de las técnicas multivariantes (normalidad, linealidad, homocedasticidad).

El examen previo de los datos es un paso necesario, que lleva tiempo, y que habitualmente se descuida por parte de los analistas de datos. Las tareas implícitas en dicho examen pueden parecer insignificantes y sin consecuencias a primera vista, pero son una parte esencial de cualquier análisis estadístico.

1.7.1 Etapas del análisis exploratorio de datos (A.E.D.)

Figueras (2003) menciona: Para realizar un A.E.D. conviene seguir las siguientes etapas:

- a) Preparar los datos para hacerlos accesibles a cualquier técnica estadística.
- b) Realizar un examen gráfico de la naturaleza de las variables individuales a analizar y un análisis descriptivo numérico que permita cuantificar algunos aspectos gráficos de los datos.
- c) Realizar un examen gráfico de las relaciones entre las variables analizadas y un análisis descriptivo numérico que cuantifique el grado de interrelación existente entre ellas.
- d) Evaluar, si fuera necesario, algunos supuestos básicos subyacentes a muchas técnicas estadísticas como, por ejemplo, la normalidad, linealidad y homocedasticidad.
- e) Identificar los posibles casos atípicos (outliers) y evaluar el impacto potencial que puedan ejercer en análisis estadísticos posteriores.
- f) Evaluar, si fuera necesario, el impacto potencial que pueden tener los datos ausentes (missing) sobre la representatividad de los datos analizados.

1.8 Técnicas estadísticas

1.8.1 Box-Plot (diagrama de cajas)

Pizarro (2003) menciona: Un Diagrama de caja es un gráfico, basado en cuartiles, mediante el cual se visualiza un conjunto de datos. Está compuesto por un rectángulo, la "caja", y dos brazos, los "bigotes".

Es un gráfico que suministra información sobre los valores mínimo y máximo, los cuartiles Q1, Q2 o mediana y Q3, y sobre la existencia de valores atípicos y la simetría de la distribución. Primero es necesario encontrar la mediana para luego encontrar los 2 cuartiles restantes.

Proporcionan una visión general de la simetría de la distribución de los datos, si la media no está en el centro del rectángulo, la distribución no es simétrica, en si un box plot es un diagrama de caja, basado en cuartiles, mediante el cual se visualiza un conjunto de datos. Por ejemplo en la escuela necesitamos saber cuáles son nuestros avances de los alumnos en la materia y por tanto tenemos calificaciones de la primera, segunda y tercera unidad, en la cual tenemos calificaciones altas, medias y bajas, el box plot nos dará como se han comportado dichas calificaciones en esas tres unidades, tal como se muestra en la figura 1.

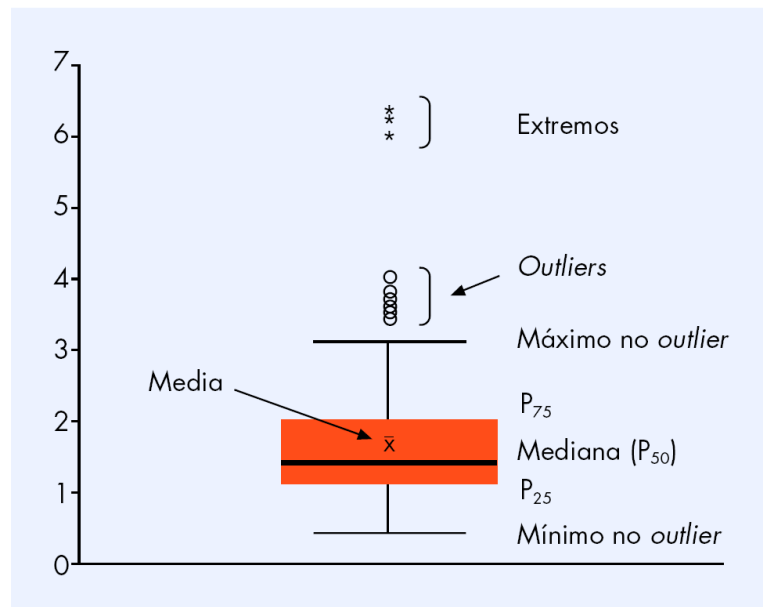


Figura 1. Box-Plot (diagrama de cajas)

1.8.2 Valores atípicos

Figueras (2013) menciona: En las estadísticas, tales como muestras estratificadas, un valor atípico es una observación que es numéricamente distante del resto de los datos. Las estadísticas derivadas de los conjuntos de datos que incluyen valores atípicos serán frecuentemente engañosas. Por ejemplo, en el cálculo de la temperatura media de 10 objetos en una habitación,

si la mayoría tienen entre 20 y 25 °C, pero hay un horno a 350 °C, la mediana de los datos puede ser 23, pero la temperatura media será 55. En este caso, la mediana refleja mejor la temperatura de la muestra al azar de un objeto que la media. Los valores atípicos pueden ser indicativos de datos que pertenecen a una población diferente del resto de la muestra establecida.

Tomando como referencia la diferencia entre el primer cuartil (Q_1) y el tercer cuartil Q_3 , o valor intercuartil, en un diagrama de caja se considera un valor atípico el que se encuentra 1,5 veces esa distancia de uno de esos cuartiles (atípico leve) o a 3 veces esa distancia (atípico extremo).

1.9 Análisis de consistencia

Ramírez (2003) menciona: La información obtenida de las estaciones pluviométricas puede dar lugar a un cierto número de errores, los cuales pueden ser.

- Errores de observación.
- Errores de transcripción y cálculo.
- Errores de copia.
- Errores de impresión.

Cualquier cambio en la ubicación como en la exposición de un pluviómetro puede conllevar un cambio relativo en la cantidad de lluvia captada por el pluviómetro. El registro completo publicado representará condiciones inexistentes, un registro de este tipo se dice que es inconsistente.

1.10 Método del vector regional

Acuña (2010) y Vauchel (2004) mencionan: El Método del Vector Regional (MVR) está orientado a tres tareas definidas: La crítica de datos, la homogenización y la extensión completación de datos.

La idea básica del MVR, es comparar estaciones por correlación o doble masa, como se hace en los métodos clásicos, se elabora una estación ficticia que es una “especie de promedio” de todas las estaciones de la zona, con la cual se comparan cada una de las estaciones.

El MVR se emplea entonces, para el cálculo de esta estación ficticia “Vector” el concepto de Precipitación Media Extendida al período de trabajo, salvando los problemas del peso de estaciones más lluviosas sobre las menos lluviosas (como ocurriría con un promedio simple) y la existencia de datos faltantes o

diferentes períodos de funcionamiento (que calcularían promedios alterados en caso de tener solamente años húmedos o solamente años secos de determinada estación) como ocurriría al obtener valores estandarizados o centrados reducidos de lluvia. Bajo estos conceptos, se emplea el método de mínimos cuadrados para encontrar los Índices Pluviométricos Regionales Anuales “Zi” y la Precipitación Media Extendida “Pj”.

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left(\frac{X_{ij}}{X_j - Z_i} \right)^2 \dots\dots\dots (1)$$

Dónde:

I : Índice de año

J : Índice de estación

Xij : Precipitación anual en la estación j el año i.

Xj : Precipitación media extendida al periodo de “n” años.

Zi : Índice pluviométrico regional del año i.

El método del vector regional es un método original desarrollado en el IRD (Instituto Francés de Investigación para el Desarrollo) en los años 1970 por dos hidrólogos, G. Hiez y Y. Brunet-Moret, con el fin de realizar estudios de homogeneidad de las precipitaciones. Puede aplicarse también a otros tipos de datos, siempre que estos sean independientes entre sí y pseudo-proporcionales. Es muy superior al método tradicional de los dobles acumulados y correlaciones entre estaciones formadas de dos en dos estaciones.

El método puesto a punto por Y. Brunet-Moret calcula mediante los mínimos cuadrados los promedios extendidos de cada estación durante el periodo de estudio y los índices del vector para cada año. Una simple prueba de diferencia con el promedio elimina del cálculo los valores erróneos.

1.11 Completación de datos faltantes con el método regresión múltiple

Pizarro (2003) menciona: Este método, es una extensión del método de regresión simple y su forma de estimar la precipitación se basa en la siguiente expresión matemática:

$$Y = a + bX_1 + cX_2 + dX_3 + \dots nX_i \dots\dots\dots (2)$$

Dónde:

Y = Valor de precipitación estimada para la estación con carencia de Información.

X_i = Valor de precipitación en estaciones con información completa.

a, b, c, n = Constantes de regresión.

Este método es utilizado en esta investigación, con el fin de investigar sus capacidades frente a los otros métodos tradicionales ya descritos, cuyos resultados presentan falencias importantes.

1.12 Coeficiente de determinación (R^2)

Chereque (2013) menciona: Coeficiente de Determinación, R^2 es la proporción de la variación total en la variable dependiente Y que es explicada o contabilizada por la variación en la variable independiente X .

El coeficiente de determinación es el cuadrado del coeficiente de correlación, y varía entre 0 y 1.

Cálculo del R^2 a través de la siguiente fórmula:

$$R^2 = \frac{[\sum(\hat{Y}_c - Y)^2]}{[\sum(\hat{Y}_o - Y)^2]} \dots \dots \dots (3)$$

Mendiburu (2006) menciona: Interpretación de R^2 :

Se interpreta como una medida de ajuste de los datos observados y proporciona el porcentaje de la variación total explicada por la regresión, R^2 es un valor positivo, expresado en porcentaje es menor de 100.

También, se puede obtener el R^2 ajustado que es la relación entre cuadrados medios, así:

R^2 ajustado = $1 - CME / CM$ Total; Este valor podría ser negativo en algunos casos.

Lo que se espera que ambos R^2 , resulten similares, para dar una confianza al coeficiente de determinación.

Para el ejemplo, resulta:

$$R^2 \text{ ajustado} = 1 - 70378/(105526/9) = 0,39 \text{ y } R^2 = 1 - 56302,7/105525,86 = 0,46$$

1.13 Prueba de Mann Kendall (MK)

La prueba de Mann Kendall (MK), es la prueba no paramétrica basada en el rango para evaluar la importancia de una tendencia, y ha sido ampliamente utilizado en detección de tendencia en estudios hidrológicos. La hipótesis nula H_0 : No existe una tendencia en la serie $(X_i, i=1, 2, 3, \dots, n)$. La hipótesis alternativa es H_a : Hay una tendencia en la serie (YUE, S., & WANG, C. 2004).

Su desarrollo se resume como:

1. Se listan los valores de las variables (precipitación por ejemplo), de forma ordenada (x_1, x_2, \dots, x_n)
2. Se obtiene el signo de la diferencia de cada par de valores al comparar sus magnitudes $(x_j - x_k)$ con $(j > k)$ de acuerdo con lo siguiente:

$$\text{signo}(x_j - x_k) = \begin{cases} 1 & \text{si } (x_j - x_k) > 0 \\ 0 & \text{si } (x_j - x_k) = 0 \\ -1 & \text{si } (x_j - x_k) < 0 \end{cases} \dots \dots \dots (4)$$

3. Obtención del estadístico S de Mann Kendall, mediante la ecuación:

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{signo}(x_j - x_k) \dots \dots \dots (5)$$

Si S es positivo se infiere de forma subjetiva que la tendencia es creciente, cuando S es negativo se infiere que hay tendencia decreciente.

4. Con base a los indicadores se estima una varianza para el estadístico S de Mann Kendall, que considera el caso de los empates $(x_j - x_k = 0)$ obtenidos en el paso 2, mediante la ecuación:

$$\text{Var}[S] = \frac{1}{18} \left[n(n-1)(2n+5) - \sum_{q=1}^g t_q(t_q-1)(2t_q+5) \right] \dots \dots \dots (6)$$

5. Cálculo del estadístico ZMK mediante:

$$Z = \left\{ \begin{array}{ll} \frac{S - 1}{[Var(S)]^{1/2}} & si > 0 \\ 0 & si S = 0 \\ \frac{S + 1}{[Var(S)]^{1/2}} & si < 0 \end{array} \right\} \dots\dots\dots (7)$$

6. A partir del estadístico Z se evalúa la hipótesis de interés, que puede ser:

- a). H0: No hay tendencia vs. H1: Hay tendencia decreciente
- b). H0: No hay tendencia vs. H1: Hay tendencia creciente

El Test de Mann-Kendall nos proporciona un valor de significancia, pvalue, así un valor de p-value inferior a 0.05-0.1 nos garantiza que la hipótesis adoptada tiene unas altas garantías de veracidad; a medida que este valor se hace más grande, las probabilidades van disminuyendo; hasta que llegando a un valor de 1, la probabilidad es nula.

1.14 Estimador de pendiente de Sen

El estimador de pendiente de Sen es un procedimiento no paramétrico que estima cambios por unidad de tiempo en una serie cuando existe en ella tendencia lineal. Para N pares de datos, la pendiente de Sen se estima como sigue (Sen 1968, Kahya y Kalayci - 2004).

$$Q_i = \frac{X_j - X_k}{j - k} \dots\dots\dots (8)$$

Donde:

i = 1.....N.

X_j y X_k Son datos en los tiempos j y k (j>k), respectivamente.

La mediana de los N valores de Q_i es el estimador de Pendiente Sen.

1.15 Prueba no paramétrica de Pettitt.

Esta prueba es no paramétrica se basa en rangos y hace caso omiso de la normalidad de la serie, se basa en el orden de rangos de los valores y_i . El estadístico que se emplea se define como $X_d = 2 \sum_{i=1}^d r_i - d(n+1)$ para $d=1,2,\dots,n$, donde la variación es detectada cuando el valor del año m cumple $X_m = \max_{1 \leq d \leq n} |X_d|$. (Hipel KW, Mcloed AI – 1994)

1.16 Software de sistemas de información geográfica (Arcgis 10.1)

Arcgis es un “software” de Sistema de Información Geográfica diseñado por la empresa californiana Environmental Systems Research Institute (ESRI) para trabajar a nivel multiusuario. Representa la evolución constante de estos productos, incorporando los avances tecnológicos experimentados en la última década en el área de la informática y telecomunicaciones para capturar, editar, analizar, diseñar, publicar en la web e imprimir información geográfica.

Bajo el nombre ArcGIS Desktop se comercializan tres licencias: ArcInfo, ArcEditor y ArcView, que comparten un mismo núcleo y un número de funciones que varía de la versión más completa (ArcInfo) hasta la más simple (ArcView). Cada una de ellas está compuesta por dos aplicaciones diferentes:

- ArcMap 10 (semejante a ArcView 3.x)
- ArcCatalog 10 (semejante al Explorador de Windows);

Por otra parte, integrado en éstos dos se encuentra ArcToolbox (conjunto de herramientas de conversión y análisis de datos).

Empleando estas tres aplicaciones juntas se puede realizar cualquier tarea SIG: creación, edición, análisis y representación de información geográfica.

(ORDUÑA, F. 2007)

1.17 Software hidrológico Hydraccess

Hydraccess es un software del IRD (Instituto Francés de Investigación para el Desarrollo), desarrollado por Philippe VAUCHEL, Ingeniero Hidrólogo del IRD, en el marco de las Unidades de Investigación DIVAH (2000- 2001) e HYBAM (2001 hasta la actualidad). Hydraccess es un software gratuito, y existe en francés, español e inglés, pero su uso es sometido a la aceptación de los

términos de la licencia de utilizador gratuito, desligando el autor del software y el IRD de toda responsabilidad en caso de mal funcionamiento. Hydraccess es un software completo, homogéneo y amigable al usuario, que permite importar y guardar varios tipos de datos hidrológicos en una base de datos en formato Microsoft Access, y realizar los procesamientos básicos que un hidrólogo pueda necesitar. Hydraccess se destina a los estudiantes, ingenieros o investigadores que deseen administrar, procesar y visualizar datos hidrológicos en gráficos simples o comparativos, que es posible desfilas libremente bajo Microsoft Excel gracias a una pequeña macro incluida con el software. Hydraccess hace uso de la base de datos Access de la hoja de cálculo Excel. Como resultado de la mayoría de sus procesamientos, crea archivos Excel (y a veces Word para las tablas de anuario). Así permite al usuario obtener tablas de datos y gráficos elaborados que se pueden personalizar e incluir directamente en informes. Hydraccess conviene al procesamiento de datos desde las microcuencas hasta grandes ríos. Para las pequeñas cuencas, contiene funciones que permiten un análisis de los eventos Lluvia - Caudal, así como el estudio de las intensidades de las tormentas (ANA-2015).

1.18 Software estadístico (XLstat v. 2012)

El software de análisis estadístico de XLSTAT es compatible con todas las versiones de Excel desde la versión 97 a la versión 2016 (versión 2011, 2016 para Mac), y es compatible con los sistemas Windows 9x hasta Windows 10, así como con los sistemas Mac basados en Intel y PowerPC.

El complemento XLSTAT de análisis estadístico ofrece una amplia variedad de funciones para mejorar las capacidades de análisis de Excel, por lo que es la herramienta ideal para sus necesidades diarias estadísticas y de análisis de datos.

XLSTAT está diseñado para aquellos que prefieren utilizar métodos analíticos avanzados para predecir los resultados de ventas, lluvias, deportes, analizar los mercados de valores o crear carteras optimizadas.

<http://www.xlstat.com/productos-soluciones/caracteristica/max-diff-analysis.htm>

II. MATERIALES Y METODOLOGIA

2.1 Descripción de la zona

La cuenca del río Pampas, pertenece al sistema hidrográfico de la vertiente del océano atlántico, tiene una superficie de drenaje total de 23,236 km², desde sus nacientes en la laguna de Choclococha y Orcocochoa, en la región Huancavelica, hasta su desembocadura en la margen izquierda del río Apurímac. La zona en general, presenta un territorio muy accidentado y un clima muy variado debido a la diversidad de pisos altitudinales. Las precipitaciones ocurren en los meses de noviembre a abril y esporádicamente de Mayo a Octubre. El sistema hidrográfico de la cuenca del río Pampas, está conformado por las Unidades Hidrográficas:

Alto Pampas, Caracha, Sondondo, Chicha, Torobamba y Bajo Pampas, siendo 4066 msnm la altitud media de la cuenca de río Pampas. Desde sus nacientes en la laguna de Choclococha y Orcocochoa, en la región Huancavelica, sigue su recorrido en dirección sur este hasta la confluencia con el río Sondondo, cambiando su recorrido en dirección norte hasta la confluencia con el río Torobamba, cambiando nuevamente su recorrido en dirección sur este hasta desembocar en la margen izquierda del río Apurímac a la altura de la localidad de Lagunas. El río Pampas tiene un recorrido de aproximadamente 424 km y un perímetro de 1171 km, siendo su pendiente promedio de 0.82 %, una altitud media de 4066 msnm, un coeficiente de compacidad de 2,15 y un factor de forma de 0,13. En el área de estudio se encuentran una serie de ríos y quebradas diseminados en toda la cuenca del río Pampas; el uso es

mayormente agrícola, pues sirve para regar los terrenos de cultivo próximos al cauce de los ríos, agua potable, energía y pecuario. (ANA - 2010)

2.1.1 Ubicación política

Políticamente, la cuenca se encuentra ubicada en las regiones Huancavelica, Ayacucho y Apurímac; comprende los distritos de Pilpichaca ubicado en la provincia de Castrovirreyna, en la región Huancavelica; los distritos Paras, Huanca Sancos, Aucará, Cabana Sur, Querobamba, Soras, San Pedro de Larcay, Huacaña, Vilcas Huamán, Pampa Cangallo, Cangallo, Huancapi, Cayara, Canaria, Hualla, Hauncaralla, Carapo, Totos, Vischongo, Vilcanchos, Chushi, en la región Ayacucho; Chincheros, Talavera, Huaccana, Pampachiri, Uripa y Andahuaylas en la región Apurímac. (ANA - 2010)



Figura 2. Ubicación Política de la Cuenca

2.1.2 Ubicación geográfica

La Cuenca del río Pampas incluye a las regiones de Apurímac, Huancavelica y Ayacucho, forma parte del sistema hidrográfico de la vertiente del Atlántico, se encuentra ubicada entre las coordenadas UTM Datum WGS 84: 473000 y 710000 E y 8 590000 y 8 365000 N.

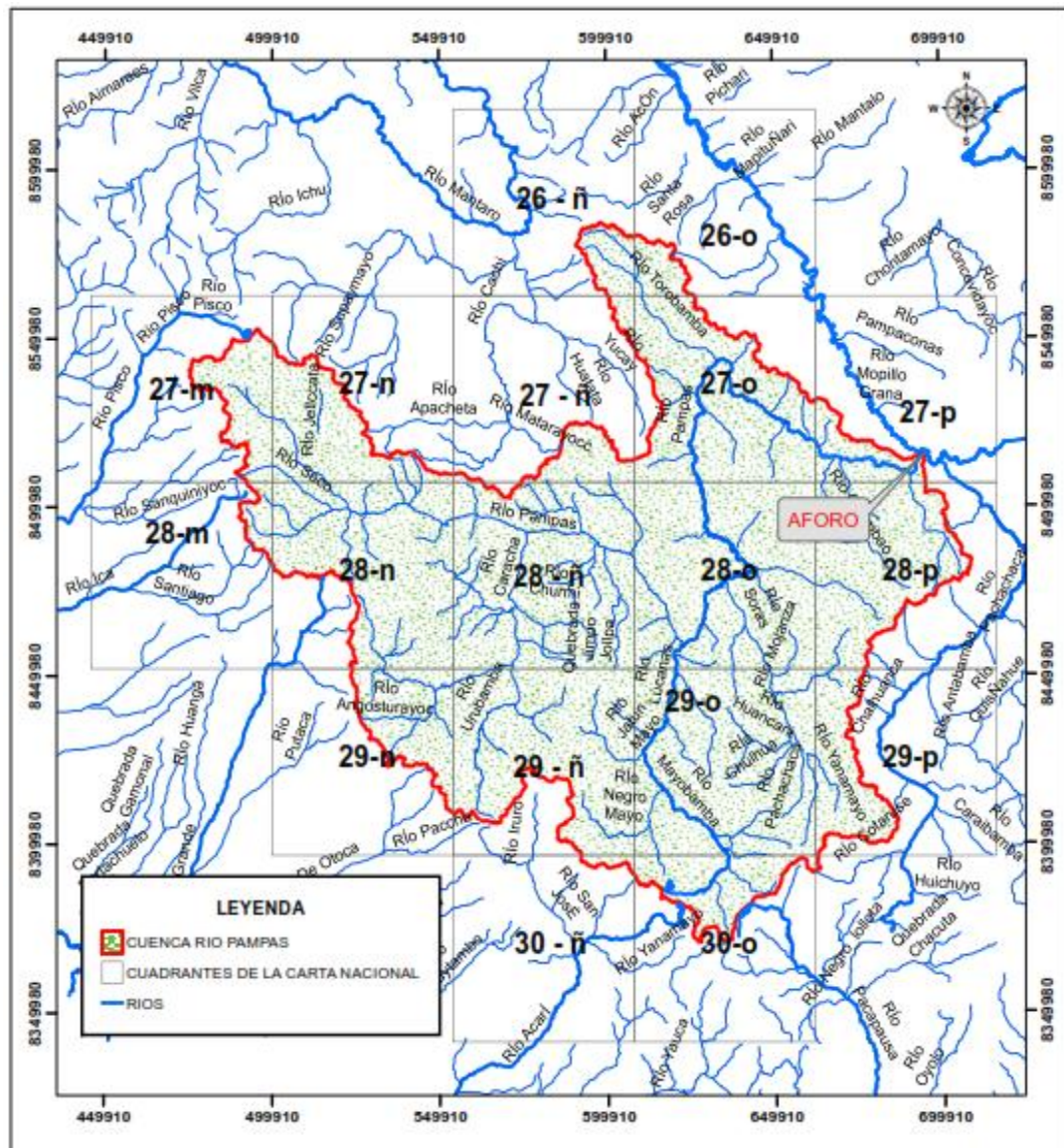


Figura 3. Ubicación de la cuenca y las cartas nacionales

2.1.3 Ubicación hidrográfica

La cuenca del río Pampas forma parte de la vertiente del Océano Atlántico y limita con las siguientes cuencas:

- Por el Norte: Mantaro, e Intercuenca Bajo Apurímac.
- Por el Este: Intercuenca Alto Apurímac e Intercuenca Bajo Apurímac.
- Por el Sur: Yauca, Ocoña e Intercuenca Alto Apurímac.
- Por el Oeste: Pisca, Ica, Grande y Acari.

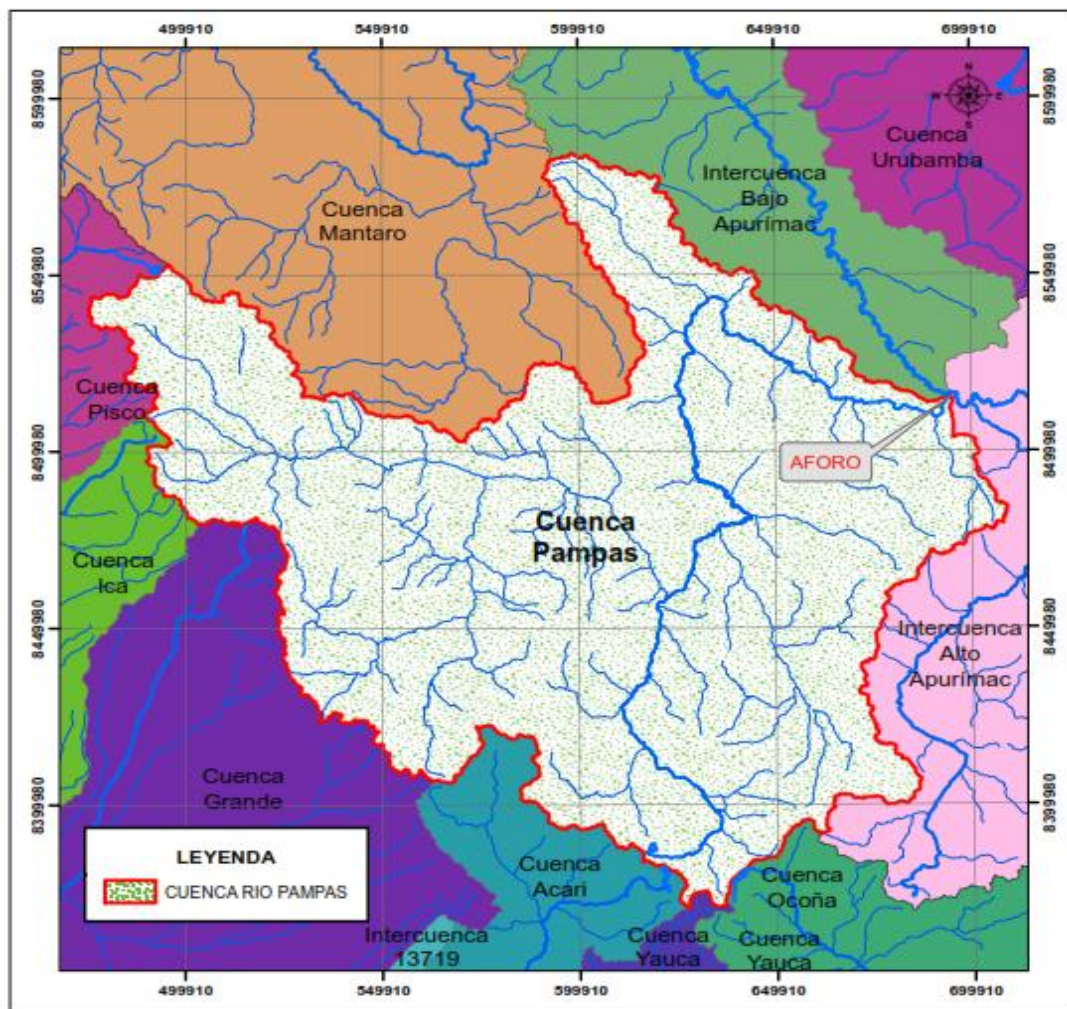


Figura 4. Cuenca del río Pampas y sus límites

2.1.4 Parámetros morfométricos de la cuenca

La Cuenca del Rio Pampas tiene un Área aproximada de 23223.478 km² y un perímetro de 1028.054 km, una altitud media de 4066 msnm, Orden de la red hídrica igual a 5, con una longitud de red principal de 416.4 km y una pendiente promedio de la red principal de 0.82%, en la tabla N° 1. muestra los parámetros morfométricos de la Cuenca del Rio Pampas.

Tabla N° 1. Parámetros morfométricos de la cuenca del rio Pampas

DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR
DE LA SUPERFICIE		
Área de la Cuenca	Km ²	23223,478
Perímetro de la Cuenca	Km	1028,054
Cotas		
Cota Máxima	msnm	5091,61
Cota Mínima	msnm	1191,19
Centroide (PSC: wgs 1984 UTM Zone 18S)		
X centroide	m	598139,0059
Y centroide	m	8475097,637
Z centroide	msnm	4066
Altitud		
Altitud Media	msnm	4066
Pendiente		
Pendiente promedio de la Cuenca	%	14,94
De la Red Hídrica		
Long. Del Curso Principal	Km	416,4
Orden de la Red Hídrica	Und	5
Pendiente promedio de la red principal	%	0.82

Fuente: ANA-2010

2.1.5 Geomorfología

En la cuenca Pampas se pueden distinguir 15 formaciones geomorfológicas, siendo los más representativas: vertiente montañosa empinada a escarpada con 25,19 %, vertiente montañosa y colina moderadamente con 25,12 %, vertiente montañosa y colina empinada a escarpada con 24,68 % del área total de la cuenca, tal como se muestra en la Tabla N° 2.

Tabla N° 2. Geomorfología a nivel de la cuenca de río Pampas.

N°	Descripción	Símbolo	Área (ha)	Área (%)
1	Altiplanicie	A-a	1504	0.06
2	Altiplanicie disectada	Ad-c	162231	6.98
3	Altiplanicie ondulada	Ao-b	127190	5.47
4	Fondo de valle y llanura aluvial	Fv3-a	9727	0.42
5	Fondo de valle glaciar	Vg-a	3071	0.13
6	Vertiente montañosa y colina moderadamente empinada	Vs1-d	583789	25.12
7	Vertiente montañosa y colina empinada a escarpada	Vs1-e	573455	24.68
8	Vertiente montañosa moderadamente empinada	Vs2-d	29732	1.28
9	Vertiente montañosa empinada a escarpada	Vs2-e	585263	25.19
10	Vertiente montañosa moderadamente empinada	Vs3-d	817	0.04
11	Vertiente montañosa empinada a escarpada	Vs3-e	209982	9.04
12	Vertiente allanada	Vsa-b	1566	0.07
13	Vertiente allanada a disectada	Vso-c	23476	1.01
14	Nevados	Nv	1864	0.08
15	Lagunas	Lag	9971	0.43
	Total		2,323,637	100.00

Fuente: ANA-2010

2.1.6 Climatología

Temperatura

En la Tabla N° 3. se presenta la variación media mensual de la temperatura en el ámbito de la cuenca del río Pampas desde los 1157 a los 4788 msnm, un cuadro resumen de esta variación se presenta a continuación:

Tabla N° 3. Variación mensual de la temperatura media

ALTITUD (msnm)		RANGO (°C)		
		Prom.	Máx.	Mín.
4788	4208	4.5	7.8	0.3
4183	4000	6.5	8.4	4.1
3988	3622	8.6	12.1	5.1
3578	3040	11.9	15.5	7.2
2997	1157	16.1	22.5	9.8

Fuente: ANA-2010

En la Tabla N° 4. muestra la variación de la temperatura máxima mensual a nivel de toda la cuenca del río Pampas desde los 1157 a los 4788 msnm, un cuadro resumen de esta variación se presenta a continuación:

Tabla N° 4. Variación mensual de la temperatura máxima

ALTITUD (msnm)		RANGO (°C)		
		Prom.	Máx.	Mín.
4788	4208	12.3	15.4	8.6
4183	4000	14.0	15.7	12.2
3988	3622	16.1	19.4	13.4
3578	3040	19.3	22.4	15.2
2997	1157	23.0	28.1	17.2

Fuente: ANA-2010

En el Tabla N° 5. se presenta la variación de la temperatura mínima mensual en la cuenca del río Pampas desde los 1157 a los 4788 msnm, un cuadro resumen de esta variación se presenta a continuación.

Tabla N° 5. Variación mensual de la temperatura mínima

ALTITUD (msnm)		RANGO (°C)		
		Prom.	Máx.	Mín.
4788	4208	-3.3	1.3	-9.4
4183	4000	-1.1	2.2	-5.1
3988	3622	1.0	5.4	-3.7
3578	3040	4.6	8.9	-1.2
2997	1157	9.2	17.5	2.1

Fuente: ANA-2010

Humedad Relativa

En la Tabla N° 6. se presenta la variación media mensual de la Humedad Relativa para diferentes rangos de altitud en el ámbito de estudio, un cuadro resumen de esta variación se presenta a continuación:

Tabla N° 6. Variación mensual de la humedad relativa

ALTITUD (msnm)		RANGO (%)		
		Prom.	Máx.	Mín.
4788	4208	63.6	83.2	45.8
4183	4000	62.5	77.9	46.1
3988	3622	60.1	74.7	46.4
3578	3040	58.0	73.5	47.0
2997	1157	57.9	71.1	48.4

Fuente: ANA-2010

2.2 Materiales

2.2.1 Datos de precipitación

Las estaciones pluviométricas localizadas en la cuenca del Rio Pampas, se encuentra administrada mayoritariamente por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), adscrita al Ministerio de Ambiente, la Autoridad Nacional del Agua (ANA), mediante un convenio con la SENAMHI recibe información de las estaciones que solicite según el Art. 18° de la Ley de Recursos Hídricos.

La información recopilada para la presente investigación proviene del SENAMHI (datos históricos), del cual se obtuvieron datos históricos de precipitación para el periodo comprendido (1975 - 2014).

La cuenca Pampas se caracteriza por presentar una baja densidad de pluviómetros, cortos periodos de registro con interrupciones discontinuas en su secuencia y otros completos en la tabla N° 7. se muestran las estaciones utilizadas.

Tabla N° 7. Estaciones pluviométricas

N°	Código de Estación	Nombre de Estación	Departamento	Ubicación			Registro de datos
				Longitud	Latitud	Altitud	
1	EST - 01	Vilcas Huamán	Ayacucho	73°56'56"	13°38'37"	3394	1975 – 2014
2	EST - 02	Túnel Cero	Huancavelica	75°05'05"	13°15'15"	4475	1975 – 2014
3	EST - 03	Huancapi	Ayacucho	74°04'13.8"	13°45'1.44"	3120	1975 - 1984 1995 - 2014
4	EST - 04	Choclococha	Huancavelica	75°4'15.00"	13°9' 30.00"	4350	1975 – 2014
5	EST - 05	Chilcayocc	Ayacucho	73°43'35"	13°52'57"	3410	1975 – 2014
6	EST - 06	Andahuaylas	Apurímac	73°22'15"	13°39'25"	2933	1975 – 2014
7	EST - 07	Huancasancos	Ayacucho	74°20'20"	13°55'55"	3553	1995 - 2014
8	EST - 08	Paucaray	Ayacucho	73°38'18"	14°2'37"	3106	1075 - 1984 1995 - 2014
9	EST - 09	Pampas	Apurímac	73°49'29"	13°26'12.2"	2032	1975 -1984 2005 - 2014
10	EST - 10	Los libertadores	Huancavelica	74°58'01"	13°20'01"	4024	1975 - 1994
11	EST - 11	Paico	Ayacucho	73°40'01"	14°2'01"	3584	1975 1994

Fuente: SENAMHI

2.2.2 Información cartográfica

La información cartográfica utilizada para la ejecución del estudio fue la siguiente:

- Mapa Político del Perú, escala 1/100000 del Instituto Geográfico Nacional (IGN).
- Carta Nacional, a escala 1/100,000 del Instituto Geográfico Nacional.

2.2.3 Software

- Software estadístico (Xlstat v. 2012)
- Software Microsoft Office.
- Software HYDRACCESS
- Software de sistemas de información geográfica (Arcgis 10.1)

2.2.3 Equipos

- 01 ordenador de escritorio
- 01 ordenador personal
- Impresora multifuncional

2.3 Metodología

El procedimiento metodológico es el siguiente, tal como muestra la figura 5.

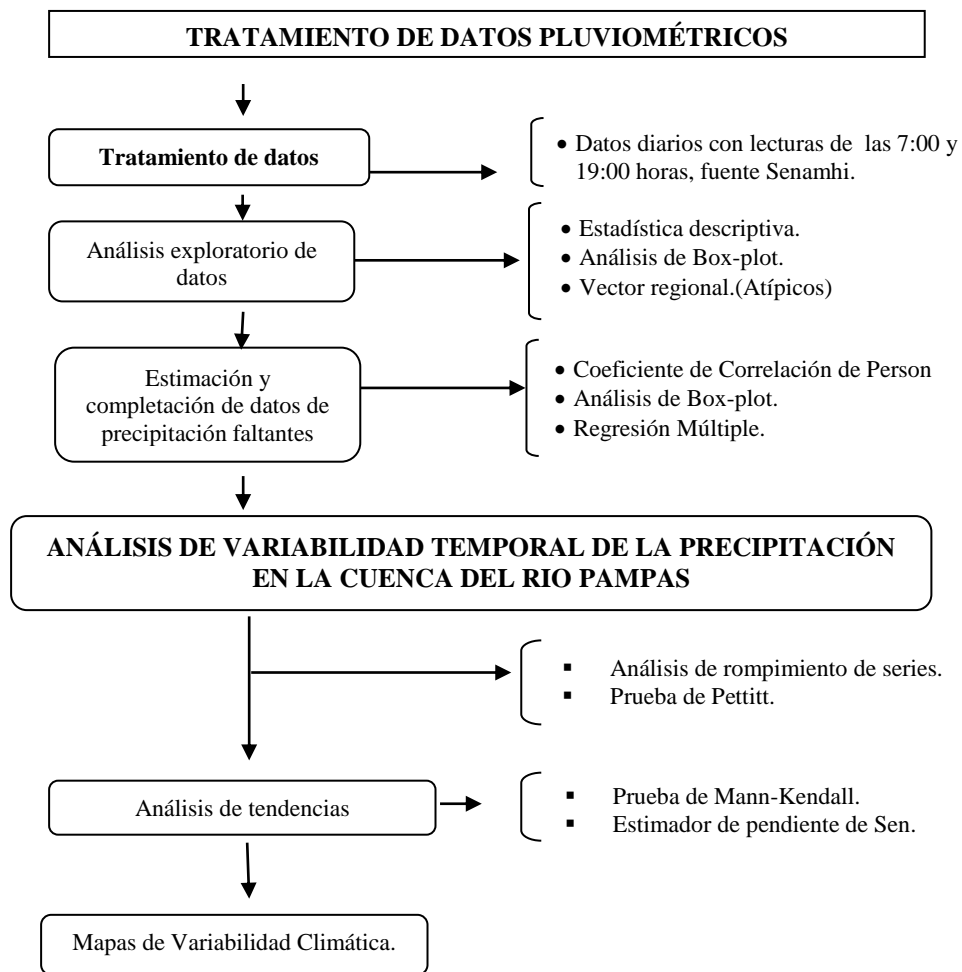


Figura 5. Procedimiento metodológico

2.3.1 Tratamiento de datos

En el marco de este estudio, se analizaron las tendencias de precipitación mensual de 11 estaciones pluviométricas, de la cuenca del río Pampas, en el periodo de estudio comprendido entre 1975-2014. Las lecturas de precipitación diaria en milímetros, realizadas a las 07:00 y 19:00 horas, disponible por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) se han utilizado para obtener los totales mensuales. Como resultado, 11 variables de precipitación en cada estación se sometieron a análisis de detección de tendencia. Para el procesamiento de datos se utilizaron la planilla Excel y el software Hydraccess.

2.3.2 Análisis exploratorio de datos

Los datos analizados presentan muchos problemas de calidad, entre los cuales podemos mencionar:

Estaciones con datos faltantes, para los cuales no se dispone de ningún registro y estaciones con datos atípicos, este fenómeno puede ocurrir debido a varias causas, algunas de las cuales se relacionan con los cambios en el manejo y observación de los instrumentos. Por ello el análisis exploratorio consideró la generación de un conjunto de indicadores estadísticos descriptivos, así como gráficas de control. Ambas aproximaciones se utilizaron tanto para las series de precipitación mensual, para cada estación, como para las series anuales entre estaciones.

Valores en las estaciones pluviométricas vecinas y en caso que hubiera similitud eran eventos extremos.

De manera opuesta, cuando únicamente ocurría precipitación extrema en esa estación pluviométrica, se determinaron estos como casos atípicos. Al final, estos últimos valores fueron eliminados de la base de datos y se trataron como datos ausentes. En total se calcularon 54 datos atípicos equivalentes al 1,03% del total de datos y 734 datos ausentes equivalentes al 14.06% del total de los datos.

Cabe señalar que para realizar esta etapa se ha hecho el uso de las planillas de Excel y el software Xlstat v. 2012.

2.3.3 Análisis estadístico preliminar

Otro procedimiento de importancia es el análisis estadístico (preliminar) el cual abordamos el análisis de “salto” o la “no homogeneidad” mediante la prueba de Pettitt, cambios abruptos en los valores medios anuales de una serie de precipitación suelen estar asociados a cambios en los procesos de observación, emplazamiento de la estación Pluviométricas.

Este tipo de cambios conocidos como “saltos” son fácilmente detectables mediante los test no paramétricos, el uso de este análisis estadístico preliminar ayudo a visualizar los cambios (saltos) y la fecha en la cual se produjo este salto para los análisis posteriores (completación de datos).

2.3.4 Completación de datos pluviométricos faltantes

Los datos mensuales faltantes y atípicos se trataron como datos faltantes. La estimación y completación de datos mensuales de precipitación, se estimó siguiendo dos metodologías:

El método de regresión múltiple se aplicó teniendo en cuenta la prueba de Pettitt (cambio en la media), la completación de dato ausente se realizó sabiendo el año cuando se produjo este cambio, a fin de minimizar los posibles errores que pudiera cometerse en la estimación si se analizara la serie completa.

2.3.5 Análisis de tendencia

El análisis de toda variable pluviométricas, evalúa los estadísticos, que son supuestos básicos que nos ayuda a aumentar la confiabilidad de los datos (calidad), poniendo a prueba hipótesis con respecto a la data observada: homogéneo (libre de tendencia y saltos), estacionario (constante en el tiempo y libre de tendencia).

En el presente estudio se analizaron dos supuestos básicos como son: el análisis de tendencia mediante el test de Mann-Kendall modificado y el análisis de homogeneidad mediante la prueba de Pettitt (cambio en la media).

El análisis de tendencia indica que los datos no deben aumentar o disminuir en el tiempo, para su evaluación se utilizó la prueba de Mann-Kendall (test no paramétrico) mediante el paquete estadístico XLSTAT, el cual ejecuta la prueba para varias estaciones en forma simultánea contrastando las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula (H0): No existe tendencia en la serie

Hipótesis alterna (H1): Hay una tendencia en la serie

Con un nivel de significancia de 5%.

La prueba de Pettitt analiza los “saltos” o la “no homogeneidad”, cambios abruptos en los valores medios anuales y/o mensuales de una serie de datos observados.

Esta prueba se evaluó mediante el paquete XLSTAT, el cual ejecuta la prueba para varias estaciones simultáneamente contrastando las hipótesis:

Hipótesis nula (H0): Los datos son Homogéneos

Hipótesis alterna (H1): Hay una fecha de cambio en los datos

Con un nivel de significancia de 5%.

III. RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1 Resultados:

3.1.1 Tratamiento de datos

Las estaciones pluviométricas seleccionadas según su registro histórico, fueron evaluadas mediante una estadística descriptiva como es el análisis exploratorio de datos, este análisis evalúa parámetros estadísticos (test) que ayude a tener una visión clara de los procesos que han ocurrido durante el periodo analizado.

La tabla N° 8. muestra las estaciones seleccionadas y su registro histórico mediante líneas de tiempo coloreadas, correspondiente a un periodo de análisis de 1975 a 2014 (40 años), de ellos se consideró una análisis a nivel decanal (10 años) dado la alta cantidad de estaciones desactivadas en la cuenca del río pampas, se consideró que la ausencia de datos no debe ser más del 20% de la longitud total del registro por década para ser considerado en el análisis, de acuerdo a esta restricción las estaciones con mayor ausencia se tuvieron que descartar para este análisis.

3.1.2 Análisis exploratorio de datos

En análisis exploratorio realizado a la muestra de datos pluviométricos consta de tres pruebas las cuales son: la estadística descriptiva, que nos proporciona información para clasificar y/o caracterizar los datos pluviométricos y la gráfica de Box-Plots, para detectar datos atípicos (outliers) de manera cualitativa.

a) La estadística descriptiva: Muestra las características de la precipitación medio mensual de las estaciones analizadas, en él se describe la los rangos de precipitación mínimo, máximo, la media y la desviación estándar en cada estación de la cuenca del río Pampas. La tabla N° 8 muestra la red de estaciones pluviométricas utilizadas y la tabla N° 9 y 10, muestran la estadística descriptiva por década, para el mes de febrero.

Tabla N° 8. : Red de estaciones pluviométricas

N°	Código de Estación	Nombre de Estación	Ubicación			1975 -76	1976 -77	1977 -78	1978 -79	1979 -80	1980 -81	1981 -82	1982 -83	1983 -84	1984 -85	1985 -86	1986 -87	1987 -88	1988 -89	1989 -90	1990 -91	1991 -92	1992 -93	1993 -94	1994 -95	1995 -96	1996 -97	1997 -98	1998 -99	1999 -00	2000 -01	2001 -02	2002 -03	2003 -04	2004 -05	2005 -06	2006 -07	2007 -08	2008 -09	2009 -10	2010 -11	2011 -12	2012 -13	2013 -14	2014 -15							
			Longitud	Latitud	Altitud																																															
1	EST - 01	Vilcas Huamán	73°56´56"	13°38´37"	3394																																															
2	EST - 02	Túnel Cero	75°05´05"	13°15´15"	4475																																															
3	EST - 03	Huancapi	74°04´13.8"	13°45´1.44"	3120																																															
4	EST - 04	Choclococha	75°4´15.00"	13°9´30.00"	4350																																															
5	EST - 05	Chilcayocc	73°43´35"	13°52´57"	3410																																															
6	EST - 06	Andahuaylas	73°22´15"	13°39´25"	2933										9	9	9	9	9	9	9	9	9	9																												
7	EST - 07	Huancasancos	74°20´20"	13°55´55"	3553																																															
8	EST - 08	Paucaray	73°38´18"	14°2´37"	3106																																															
9	EST - 09	Pampas	73°49´29"	13°26´12.2"	2032																																															
10	EST - 10	L. libertadores	74°58´01"	13°20´01"	4024																																															
11	EST - 11	Paico	73°40´01"	14°2´01"	3584																																															

Fuente: Elaboración propia

- Información pluviométrica completa
- Información pluviométrica incompleta falta n meses de información
- Información pluviométrica faltante

Tabla N° 9. Estadística descriptiva de la precipitación (mm) del mes de febrero - 1975 – 1984

Código de Estación	Nombre de Estación	Altitud (msnm)	Ubicación	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estándar
EST-01	Vilcas Huamán	3394	Ayacucho	42.70	328.00	184.23	91.19
EST-02	Túnel Cero	4475	Huancavelica	83.40	228.40	152.20	42.05
EST-03	Huancapi	3120	Ayacucho	44.70	206.50	118.26	54.63
EST-04	Choclococha	4350	Huancavelica	15.90	156.50	76.95	47.21
EST-05	Chilcayocc	3410	Ayacucho	48.90	281.90	152.74	87.49
EST-06	Andahuaylas	2933	Apurímac	42.91	135.60	98.06	28.17
EST-08	Paucaray	3106	Ayacucho	130.26	377.30	274.32	68.61
EST-09	Pampas	2032	Ayacucho	20.87	180.20	96.80	54.46

De la tabla N° 9. se analiza como estaciones representativas ocho estaciones pluviométricas, de ellas se observa que las estaciones que se encuentran a una altura superior a los 3000 msnm presentan mayor cantidad de precipitación con un máximo de 377.30 mm en la estación Paucaray (3106 msnm) con una media de 274.32mm, mientras que la precipitación mínima se presenta en la estación Choclococha (4350 msnm) con un valor registrado de 15.90 mm y un valor promedio de la precipitación del mes de febrero de 76.95 mm para un periodo analizado de 10 años (1975 – 1984)

TABLA N° 10. Estadística descriptiva de la precipitación (mm) del mes de febrero - 2005 – 2014

Código de Estación	Nombre de Estación	Altitud (msnm)	Ubicación	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estándar
EST-01	Vilcas Huamán	3394	Ayacucho	79.50	322.10	172.80	75.99
EST-02	Túnel Cero	4475	Huancavelica	104.30	209.10	150.15	35.21
EST-03	Huancapi	3120	Ayacucho	69.90	271.30	164.53	58.77
EST-04	Choclococha	4350	Huancavelica	101.70	270.70	179.43	61.78
EST-05	Chilcayocc	3410	Ayacucho	82.10	325.70	176.89	74.89
EST-06	Andahuaylas	2933	Apurímac	71.30	218.70	129.64	50.35
EST-08	Paucaray	3106	Ayacucho	111.90	225.70	156.03	38.97
EST-09	Pampas	2032	Ayacucho	65.80	187.40	109.23	43.82

De la tabla N° 10. se analiza como estaciones representativas ocho estaciones pluviométricas, de ellas se observa que las estaciones que se encuentran a una altura superior a los 3000 msnm presentan mayor cantidad de precipitación con un máximo de 325.70 mm en la estación Chilcayocc (3410 msnm) con una media de 176.89 mm, mientras que la precipitación mínima se presenta en la estación Pampas (2032 msnm) con un valor registrado de 65.80 mm y una precipitación media de 109.23 mm.

De una comparación entre las estaciones analizadas, se ha identificado que 03 estaciones ha sufrido variación significativa en el valor de su Media, mostrando los siguientes valores para la década de 1975-1984 : La estación Choclococha (76.95 mm), estación Andahuaylas (98.06 mm) y la estación Paucaray (274.32 mm), y en la década del 2005 – 2014, las mismas estaciones presentan los siguientes valores: estación Choclococha (179.43 mm), estación Andahuaylas (129.64 mm) y la estación Paucaray (156.03 mm). En la estación de Choclococha y la de Andahuaylas la precipitación media del mes de febrero se incrementa en un 133% y un 61% respectivamente, caso contrario ocurre en la estación Paucaray donde la

precipitación media decrece en un 43%, este resultado nos muestran un aumento de las precipitaciones en la zona Noroeste y Centro de la cuenca del río Pampas, mientras que en la zona Sureste de la cuenca las precipitaciones han disminuido.

Del análisis de la desviación estándar de los datos analizados (precipitación), muestra una baja variabilidad de la precipitación en la última década, los valores extremos se han acortado, es así que la estación que sufrió mayor variación en su desviación estándar es la estación de Paucaray, esta estación en la década de 1975-84 muestra un valor de 68.61 mm con respecto a la media, mientras que la última década analizada 2005-2014 para la misma estación (Paucaray), el valor de la desviación estándar es 38.97 mm con respecto a la media, decreciendo en un 43%, esto indica que las precipitaciones han acortado el rango de variación de la intensidad y/o duración de las lluvias.

En el Anexo (Estadística descriptiva) se muestran los cuadros que describen la estadística de las estaciones analizadas a un paso de tiempo mensual.

b) La gráfica de Box-Plot: correspondientes a la precipitación media anual de las estaciones analizadas en la cuenca del río Pampas, las estaciones muestra un patrón con una alta variabilidad de la precipitación dado que todas ellas se pertenecen a una cuenca hidrográfica, la media y la desviación estándar aumentan en las estaciones ubicadas por encima de los 3500 msnm donde hay la presencia de valores extremos (probables outliers), mientras que valores mínimos indican que la precipitación promedio multianual no tienen a poseer valores extremos registrados.

Se identificó que las estaciones que se encuentran a mayor altitud tienen un gran número de observaciones alejadas 1,5 veces del valor del rango intercuartil (cuartiles 1 y 3), los que podrían considerarse como valores atípicos. Sin embargo al examinar la totalidad de las estaciones, no es posible considerar tales valores como atípicos, ya que provienen de una muestra atribuida a un fenómeno global como es El Niño Oscilación del Sur (ENOS), por tanto no se considera como datos atípicos a las observaciones explicadas por un fenómeno natural.

La Figura 6. muestra la distribución de la precipitación promedio anual multianual (mm) de las 11 estaciones pluviométricas analizadas todas ellas pertenecientes a la cuenca del río Pampas, las cuales se encuentran distribuidas según ha dispuesto la institución que las administra (SENAMHI). La grafica muestra la presencia de valore atípicos estos valores son más recurrentes durante los eventos de El Niño Oscilación del Sur (ENOS) del año 1982-83 y 1997-98, los datos clasificados como atípicos pierden significancia al examinar la totalidad de las estaciones, ya que estas presentan una tendencias similares a las estaciones vecinas.

El tamaño de la cajas nos indica una alta variabilidad del comportamiento de la precipitación en la cuenca del Pampas, las estaciones pluviométricas EST-04 (Choclococha), ubicada a una altura de 4320 msnm, EST-05 (Chilcayocc), ubicada a una altura de 3410 msnm y las EST-11 (Paico) ubicada a una altura de 3584 msnm, presentan una alta variabilidad por encontrarse sobre los 3000 msnm

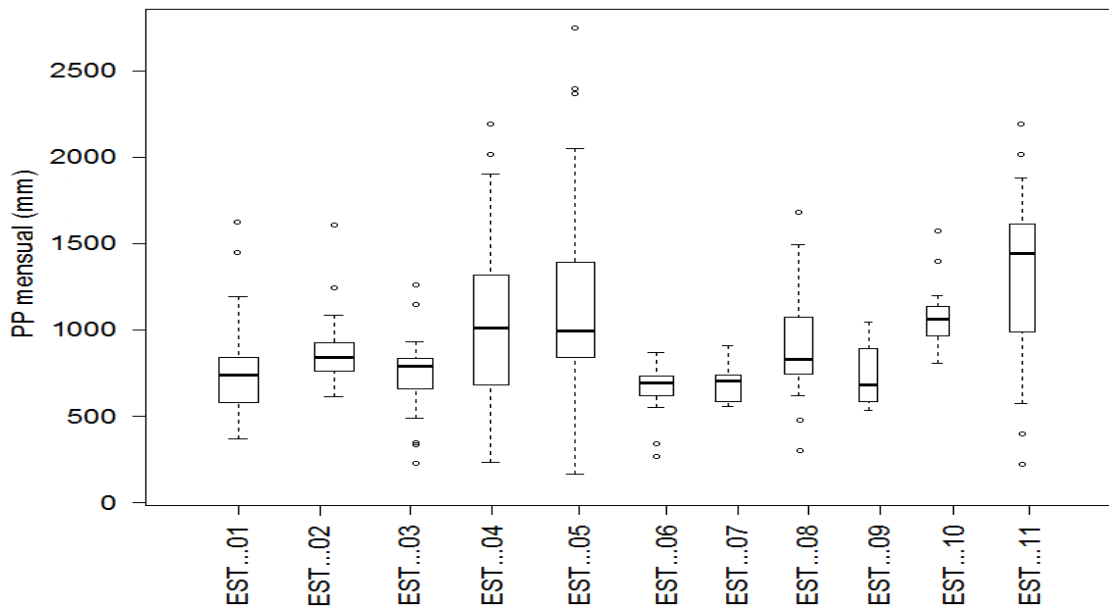


Figura 6. Gráfica de cajas de precipitación multianual

En el Anexo (grafica de Box-plot) se muestran las gráficas de cajas un paso de tiempo mensual multianual de cada una de las 11 estaciones pluviométricas analizadas.

La Figura 7. muestra la distribución mensual de la precipitación de la Estación pluviométrica EST-01 (Vilcas Huamán) y EST-05 (Chilcayocc), la gráfica de cajas muestra la presencia de valores atípicos (1.5 veces del rango intercuartil) durante los meses lluviosos (diciembre - abril) y son recurrentes en los ENOS (El Niño Oscilación del Sur) del año 1982-83 y 1997-98, estos atípicos es explicado por la variación de la intensidad de la precipitación en el periodo de avenida.

La presencia de valores atípicos en los meses de estiaje son explicados por la presencia de fenómeno local, entrada de humedad proveniente del atlántico por la selva húmeda y precipitar por acción de la orografía (cordillera de los andes), estos datos identificados serán excluidos en caso no presente una relación con las estaciones vecinas.

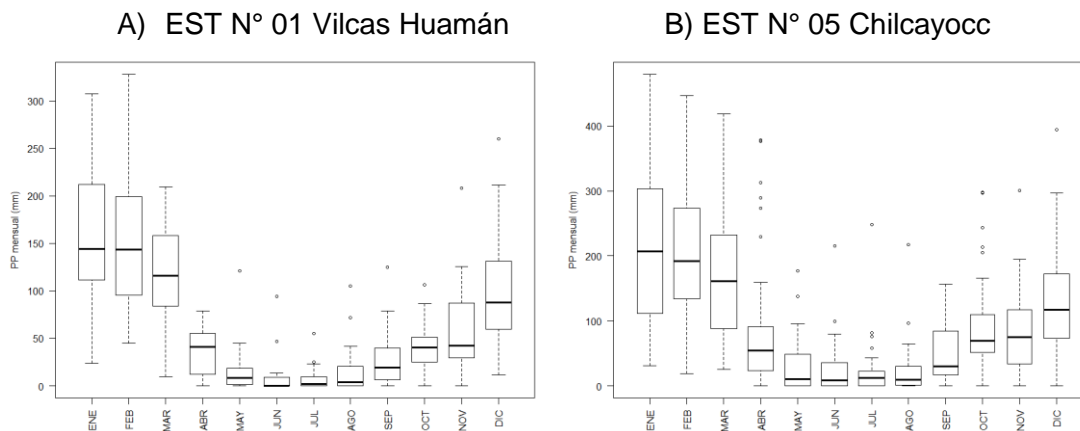


Figura 7. Gráfica de cajas de la precipitación mensual

A) comportamiento estacional y/o hidrológico de la estación EST (Vilcas Huamán).

(B) comportamiento estacional y/o hidrológico de la estación EST (Chilcayocc).

En el Anexo (grafica de Box-plot) se muestran las gráficas de cajas a un paso de tiempo mensual para cada una de las 11 estaciones pluviométricas analizadas.

3.1.3 Estimación y completación de datos de precipitación faltantes

La estimación de datos faltantes, se obtuvo aplicando diferentes pruebas estadísticas, entre ellos el promedio aritmético simple y de regresión múltiple, el cual

es un método comúnmente usado por su simplicidad al estimar un dato ausente para el periodo de un año, la data faltante entre los meses de (Noviembre-Abril) del año 1982-83 y 1997-98, no se completaron por ser años Niños.

El método del vector regional (MVR), fue utilizado cuando la data ausente varió de 2 a 12 datos para el periodo de un año. Estos dos métodos se aplicaron teniendo como referencia la tabla N° 8. donde se observa los datos ausente para el periodo de un año.

El MVR integra la información de una región en una estación ficticia (Vector), seleccionando las estaciones que tengan una buena correlación con el vector y realizando la completación del dato ausente mediante el método de regresión múltiple.

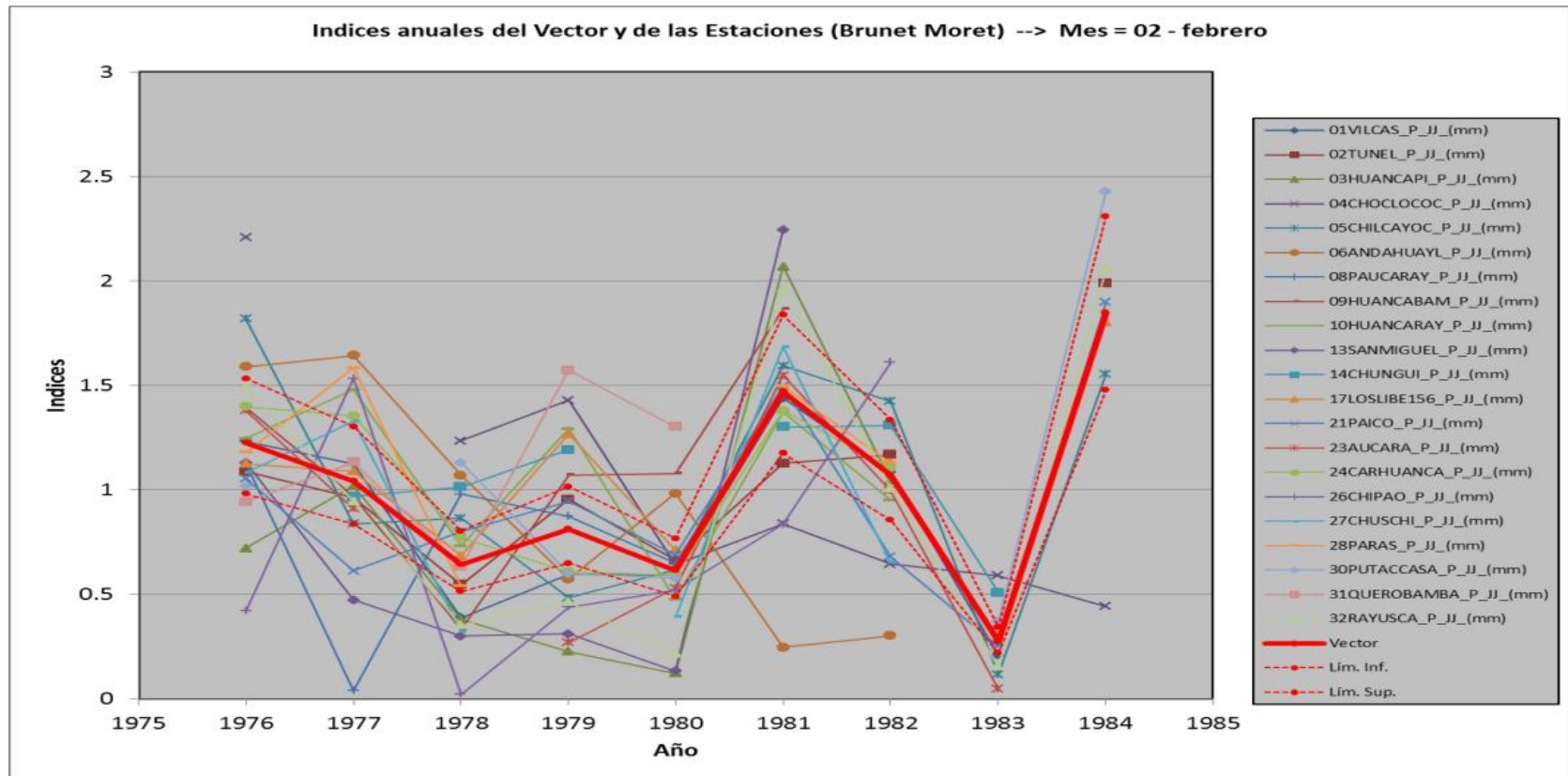


Figura 8. Gráfica de índices de vector – mensual (Febrero)

La figura N° 8. Muestra la agrupación de estaciones con un comportamiento hídrico similar, se obtuvo aplicando el Método del Vector Regional (MVR).

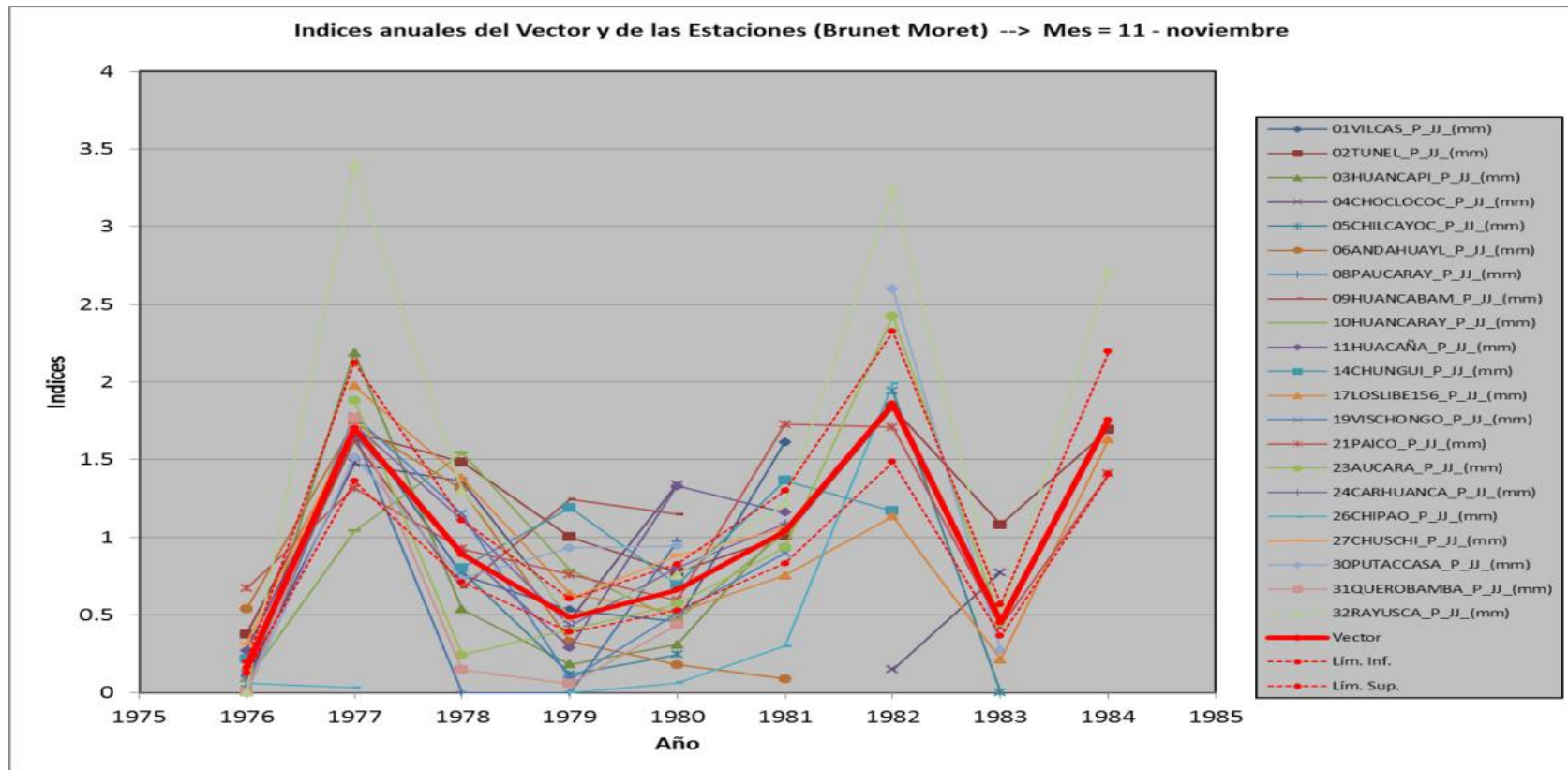


Figura 9. Gráfica de índices de vector – mensual (Noviembre)

La figura N° 9. Muestra la agrupación de estaciones con un comportamiento hídrico similar

Los resultados de la variable analizada (precipitación mensual), muestran que las estaciones pluviométricas (EST) localizadas en la cuenca del río Pampas se agruparon en regiones estadísticamente homogéneas, cada una de ellas con una alta correlación con el Vector

A partir de estas regiones, se realizó la completación de data faltante entre las estaciones pluviométricas que integran una región, la variable analizada fue la precipitación medio mensual.

La completación de datos faltantes se realizó teniendo en cuenta el criterio de no completar más del 20% del registro de cada estación pluviométrica.

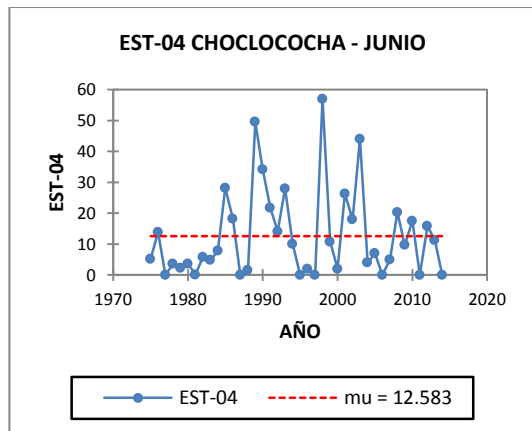
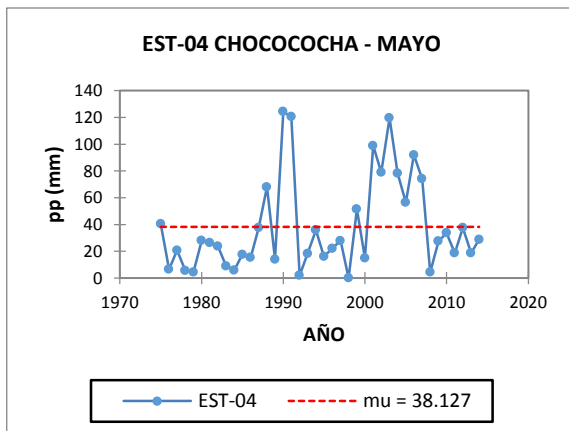
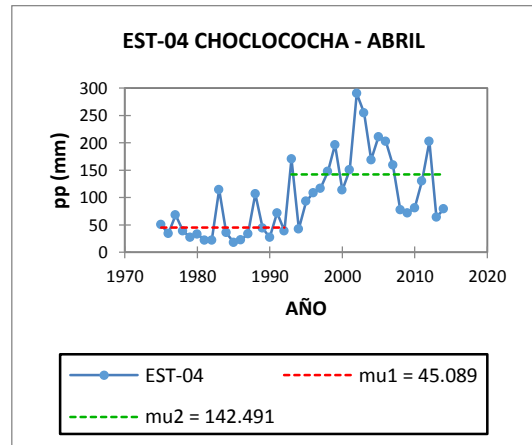
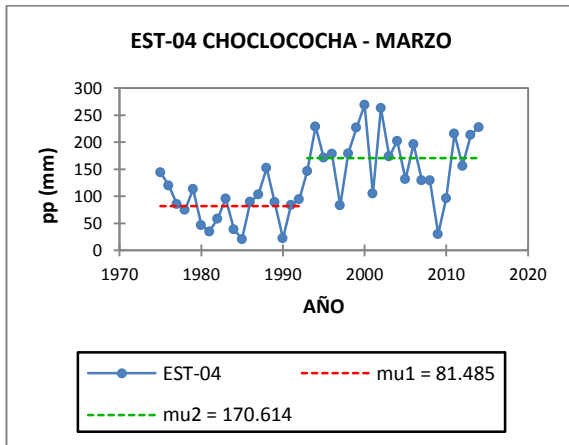
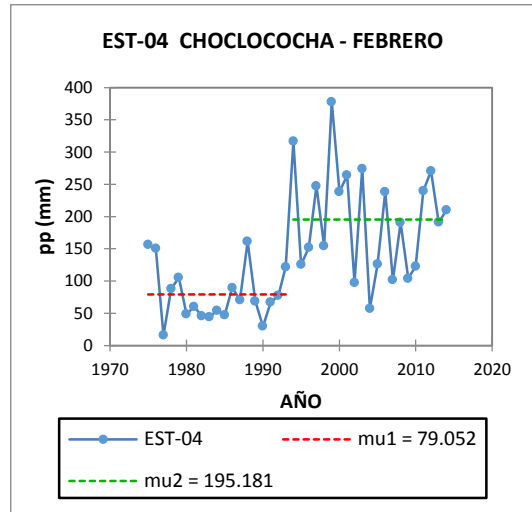
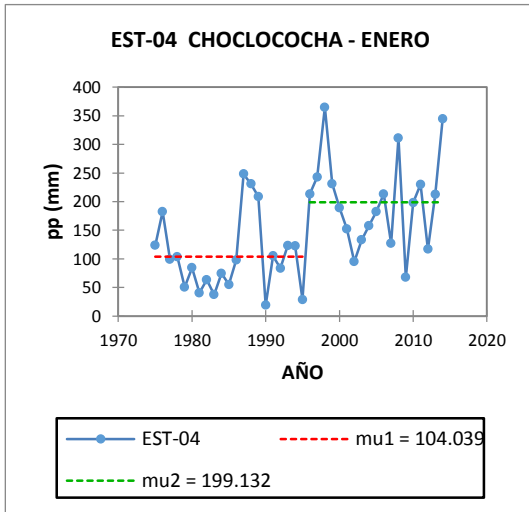
3.1.4 Cuenca del río Pampas

Se analizó dos supuestos básicos: Homogeneidad (libre de tendencia) y Estacionariedad (constante en el tiempo), estos análisis aumenta la confiabilidad de los datos, detectando anomalías producido por la actividad antrópica (calentamiento global). Se evaluaron estadísticamente aplicando dos pruebas no paramétricas.

3.1.4.1 Análisis de homogeneidad

a) Cambio en la media (Test de Pettit)

Mediante la aplicación estadística de la prueba de Pettitt se detectaron rupturas en las series históricas anuales de 5 estaciones (tabla N° 11). Casos más evidentes se presentó en la serie de la estaciones de Choclococha y Paico. En el caso de la estación Choclococha se detectó una ruptura de la serie mensual multianual durante el periodo de 1975 a 2014. El valor histórico de precipitaciones anuales para esta estación ha cambiado en los diferentes meses, incrementando en la actualidad explicado por una variación de la precipitación en el transcurso del periodo analizado, en la figura 10. se muestra cambio en la media de la serie mensual detectado por el test de Pettitt a un nivel de significancia de 5%, en la estación Choclococha, la Figura 11 se observa una ruptura de la serie anual durante el periodo de 1975 a 20014, el valor histórico de precipitaciones anuales para esta estación hasta el año 1992 era de 541.87 mm. A partir de 1993 hasta el año 2014, se presentaron aparentemente valores de precipitación en promedio de 1075.00 mm.



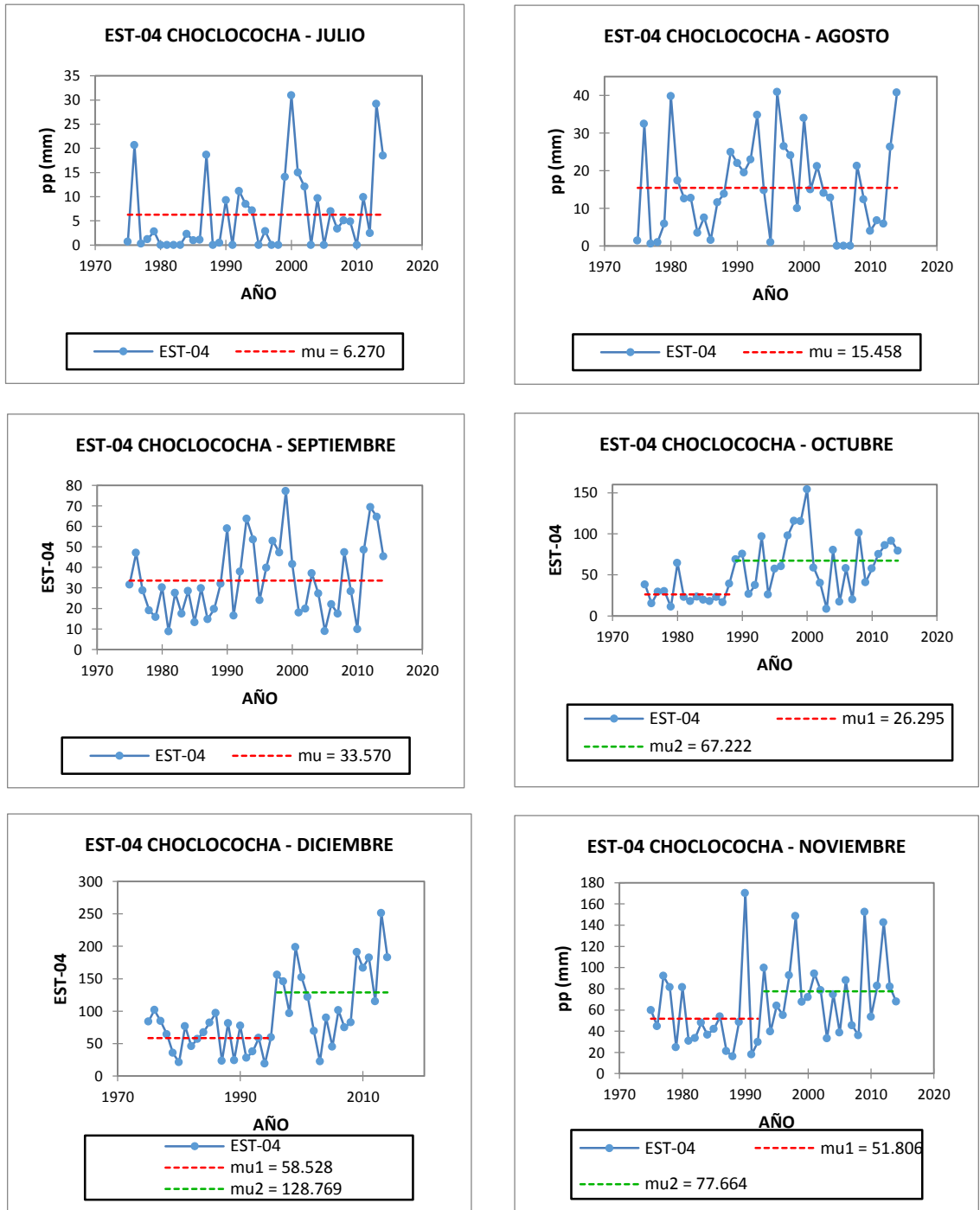


Figura 10. Cambio en la media de la serie mensual. detectadas por el test de pettitt

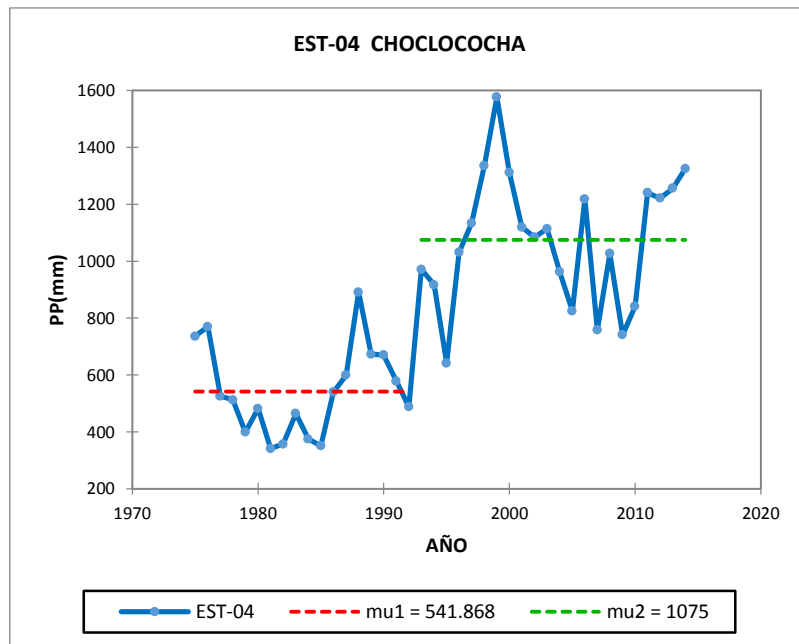


Figura 11. Cambio en la media de la serie anual detectada por el test de Pettitt a un nivel de significancia de 5% en la estación Choclococha

TABLA N° 11. Fechas de cambio en los datos mensuales y anuales detectadas por el test de Pettitt a un nivel de significancia de 5%

Código de Estación	Nombre de Estación	Altitud (msnm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Est-01	Vilcas Huaman	3540												2002	
Est-02	Tunel Cero	4425						1992		1990				1999	
Est-03	Huancapí	3120												2004	
Est-04	Choclococha	4350	1995	1993	1993	1992						1989	1992	1996	1992
Est-05	Chilcayoc	3410			1992	1983								1985	1982
Est-06	Andahuaylas	2865										2004		2002	
Est-07	Huancasancos	3700											2003	2003	2006
Est-08	Paucaray	3106			2003										
Est-09	Pampas	2032		2008			2009								2010
Est-10	Los Libertadores	4024													
Est-11	Paico	3584				1982	1982	1982	1983		1983	1982	1984	1983	1982
LEYENDA			Cambio Significativo										Sin Cambio		

3.1.4.2 Análisis de tendencia

a. Tendencia detectadas con la prueba de Mann - kendall

La prueba no-paramétrica más utilizada para la identificación de tendencia en series de variables hidrometeorológicas es la prueba de Mann Kendall.

Para el análisis de tendencias, se implementaron las pruebas estadísticas sobre las series mensuales y anuales, adicionalmente se implementó “El estimador de pendiente de Sen”

El Tabla N° 12. muestra los resultados de la prueba de Mann Kendall para un total de 132 series mensuales correspondientes a 11 estaciones con la presencia del mayor número de registros completos, en él se evalúan dos (02) supuestos de la hipótesis de tendencia los cuales son:

- H0: No existe una tendencia en la serie
- Ha: Hay una tendencia en la serie

El análisis se realiza para un nivel de significancia de 5%.

Tabla N° 12. Estaciones con y sin tendencia de precipitación mensual en la cuenca del río Pampas, detectadas con la prueba de Mann Kendall para un nivel de 5%

Codigo de Estación	Nombre de Estación	Altitud (msnm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL	
Est-01	Vilcas Huaman	3540	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	↑	⇒	
Est-02	Tunel Cero	4425	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	↑	⇒	
Est-03	Huancapi	3120	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	
Est-04	Choclococha	4350	⇒	↑	↑	↑	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	↑	⇒	↑	↑	
Est-05	Chilcayocc	3410	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	↑	⇒	
Est-06	Andahuaylas	2865	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	↑	⇒	
Est-07	Huancasancos	3700	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	
Est-08	Paucaray	3106	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	
Est-09	Pampas	2032	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	
Est-10	Los Libertadores	4024	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	⇒	
Est-11	Paico	3584	⇒	⇒	⇒	↓	↓	⇒	↓	⇒	⇒	⇒	↓	↓	↓	
LEYENDA:			Tendencia creciente			↑	Tendencia decreciente			↓	Sin Tendencia					⇒

La Tabla N° 12 muestra el supuesto de aceptar la hipótesis Ha: hay una tendencia en la serie con un nivel de significancia de 5% se presenta en: Enero (0), Febrero (01), Marzo (01), Abril (02), Mayo (01), Junio (0), Julio (01) Agosto (0), Setiembre (0), Octubre (01), Noviembre (01), Diciembre (06); detectándose en total 14 series

mensuales con tendencias el cual representa el 10.6% de las series analizadas; de ésta el 64 % son tendencias crecientes y el 36 % son tendencias decrecientes.

La estación que presenta mayor cantidad de tendencias mensuales es Choclococha (05), y la estación Paico (05), y cada una del resto de las estaciones presenta 01 tendencia.

Con respecto a las series anuales por la prueba MK se obtuvieron Tendencia creciente en la estación de Choclococha y Tendencia decreciente en la estación de Paico.

b. Magnitud de la tendencia

Se obtuvieron las magnitudes de las tendencias con la pendiente determinada por el estimador de Sen el cual es popularmente empleado para la identificación de la pendiente de las tendencias en series hidrológicas.

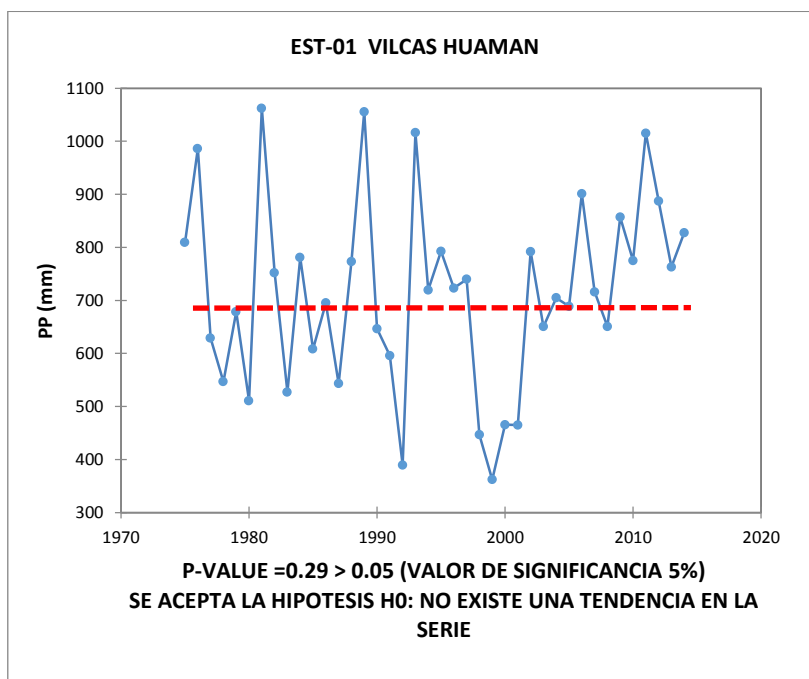
Como se aprecia en el Tabla N° 13. La tasa de cambio interanual (mm/año) de la precipitación mensual y anual, obtenida para cada estación mediante la aplicación del estimador de pendiente de Sen muestra tasas o cambios interanuales positivos en los meses lluviosos (diciembre, enero, febrero y marzo) para las estaciones de Vilcas Huamán, Túnel Cero, Huancapi Choclococha, Chilcayoc, Andahuaylas, Huancasancos y Pampas, el cual es favorable. Mientras tanto en las estaciones de Paucaray, Los Libertadores y Paico en la mayoría de los meses se tiene presencia marcada de tasas de cambio negativos. Dicho Cambio afectará negativamente la generación y la disponibilidad de la escorrentía, que representa la oferta hídrica de la cuenca del río Pampas.

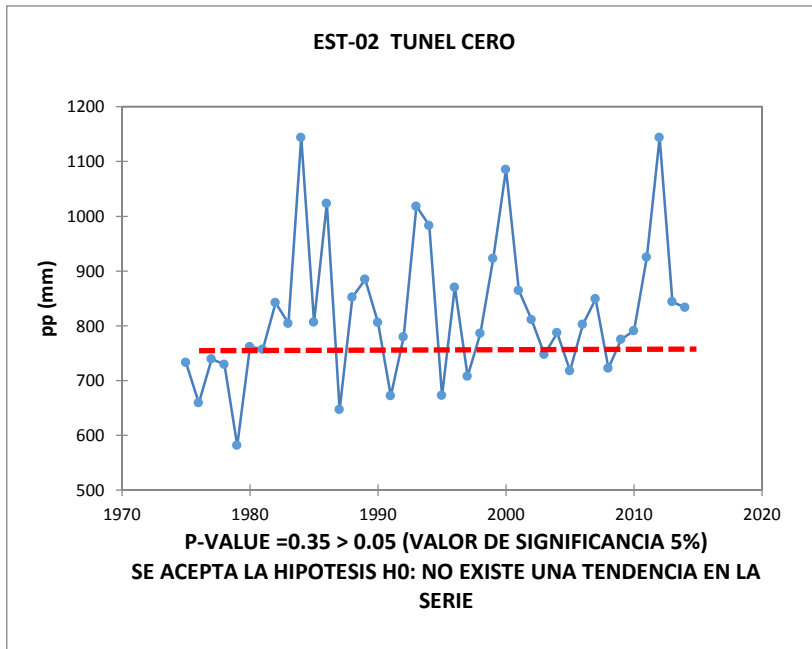
Espacialmente el noroeste de la cuenca el cual comprende las provincias de Castrovirreyna y Huaytará en la región Huancavelica presentan tasas de cambio de precipitación positivos de 0.23 mm/año en el mes de enero, febrero (0.04), marzo (0.40), mientras al sur este de la cuenca en gran parte de la provincia de Andahuaylas se presenta tasas ligeramente positivos en los meses lluviosos; ésta tendencia es favorable para estas regiones. Lo contrario ocurre en gran parte del año en las provincias de San Miguel, Cangallo, Vilcas Huamán, Huancasancos, Víctor Fajardo, Sucre, Lucanas en la región Ayacucho y Chincheros en la región Apurímac.

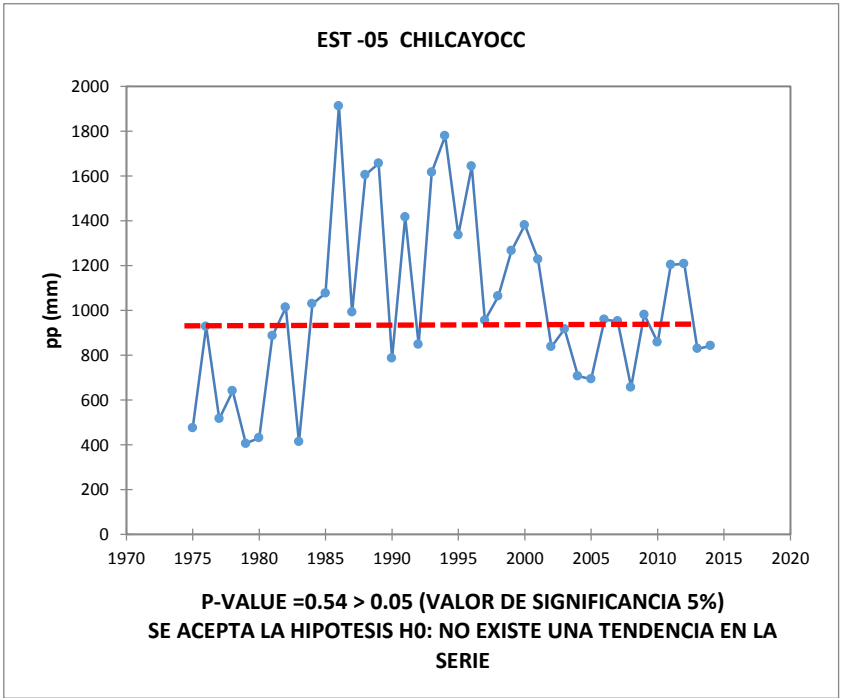
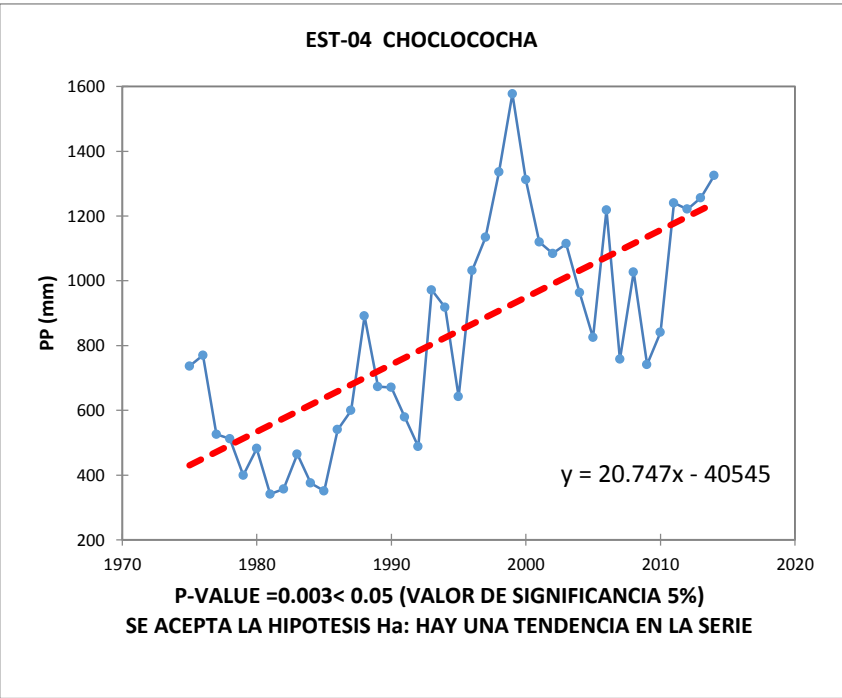
TABLA N° 13. Tasa de cambio anual de la precipitación mensual y anual (mm/año) determinada por el estimador de la pendiente de Sen.

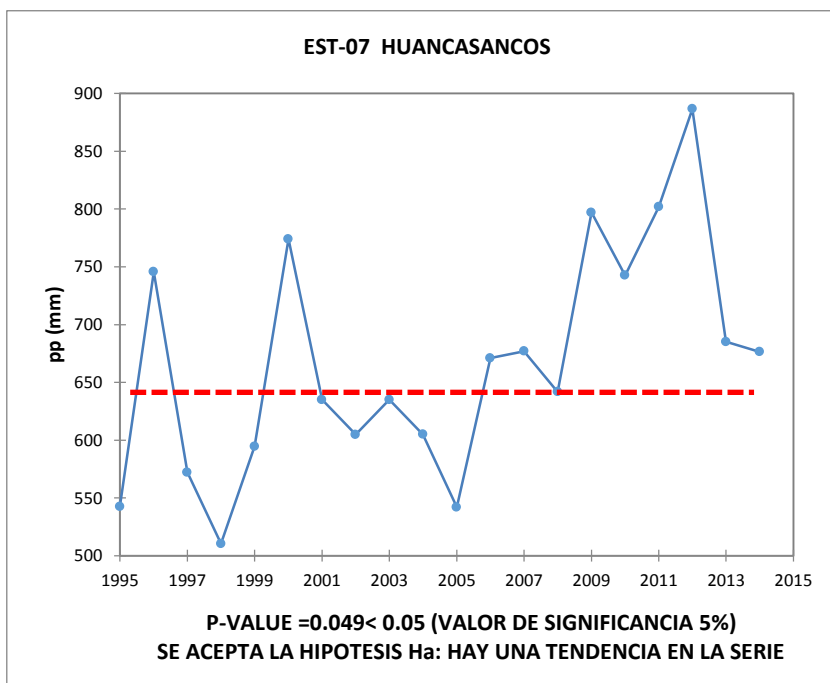
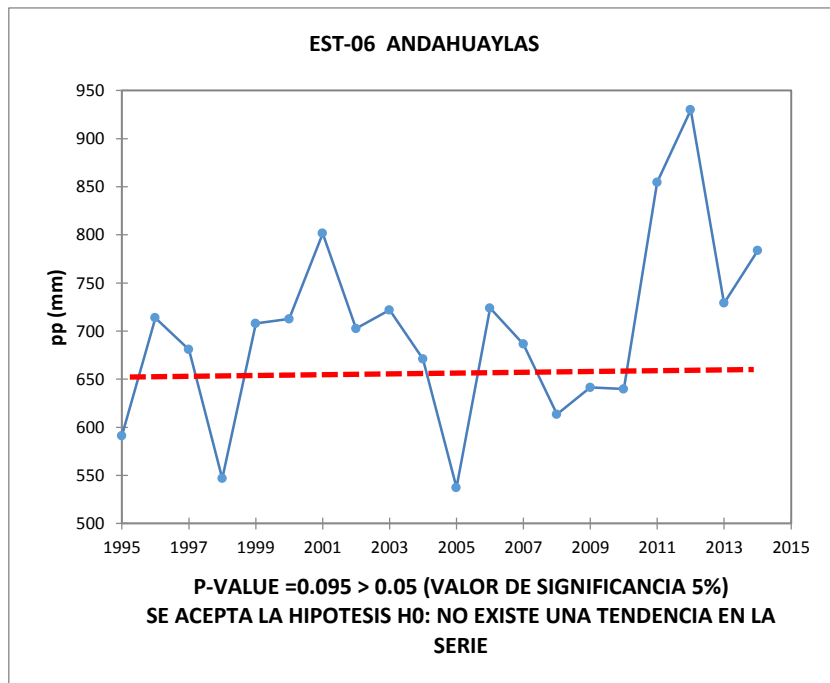
Código de Estación	Nombre de Estación	Altitud (msnm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Est-01	Vilcas Huaman	3540	0.18	0.36	0.68	0.33	0.02	0.00	0.00	0.00	-0.06	-0.07	-0.19	1.24	0.87
Est-02	Tunel Cero	4425	0.68	0.34	0.96	0.26	-0.11	0.09	-0.07	0.43	-0.43	0.00	0.75	1.77	2.64
Est-03	Huancapi	3120	1.82	0.96	-0.02	1.02	0.25	0.00	0.20	-0.08	0.14	0.147	-0.65	4.63	4.56
Est-04	Chodococha	4350	3.61	3.65	3.02	3.11	0.57	0.00	0.107	0.56	0.43	1.45	0.98	2.37	20.02
Est-05	Chilcayocc	3410	0.78	1.24	2.08	0.56	-0.01	-0.18	0.15	-0.94	-0.47	0.32	-0.31	2.38	4.27
Est-06	Andahuaylas	2865	2.8	0.89	-1.4	-0.33	0.72	0.00	0.05	-0.31	-0.12	1.11	-0.52	2.46	4.91
Est-07	Huancasancos	3700	0.82	3.89	2.16	2.71	0.00	0.06	0.04	0.00	1.03	-0.41	-1.54	2.36	9.28
Est-08	Paucaray	3106	-1.72	2.44	-2.76	0.01	0.34	0.00	0.05	-0.3	-0.78	-0.02	-1.16	0.28	-5.04
Est-09	Pampas	2032	1.47	7.61	-1.37	1.37	1.25	0.00	0.58	1.14	0.97	2.05	-1.6	-2.67	14.96
Est-10	Los Libertadores	4024	0.8	-3.74	0.69	0.25	0.99	0.15	0.00	-0.68	-0.86	1.65	-2.84	-2.85	-7.63
Est-11	Paico	3584	-4.79	-2.9	-1.2	-3.36	-0.91	-0.86	-2.71	-1.28	-2.0	-1.89	-4.36	-6.56	-34.93
LEYENDA			Tasa creciente				Tasa decreciente				Sin tasa				

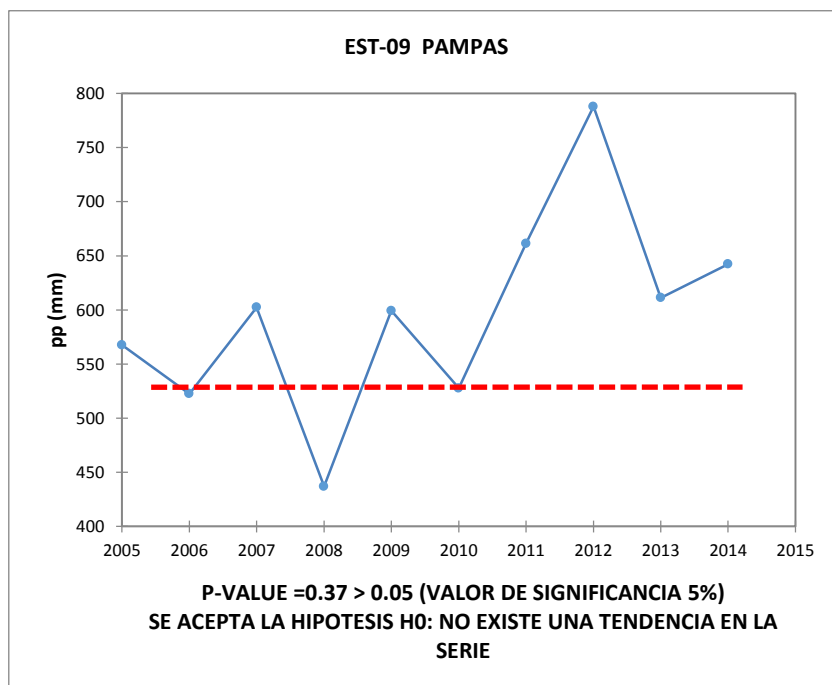
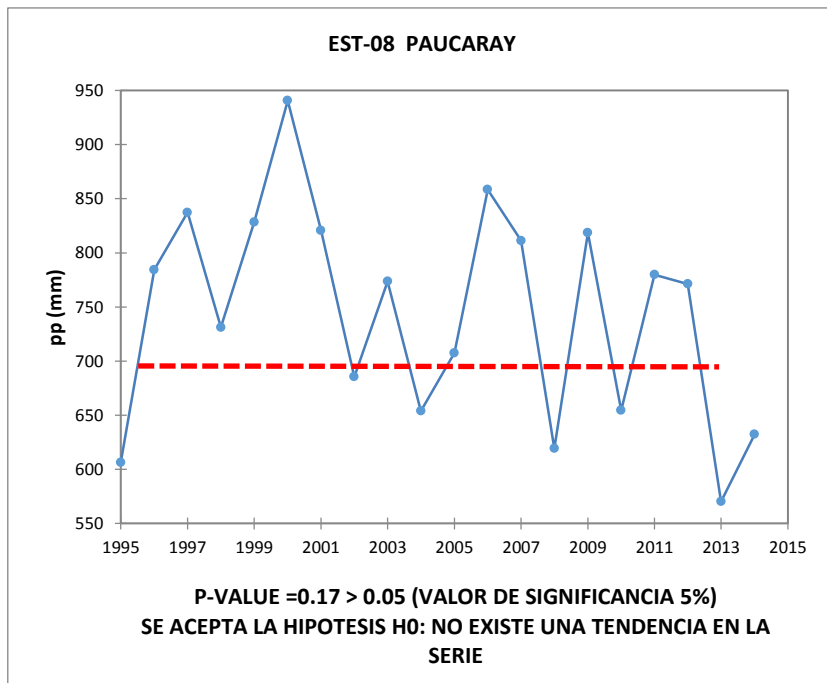
c.- En la figura 12. se muestra Tendencia detectadas con la prueba de Mann – kendall para la Precipitación Anual











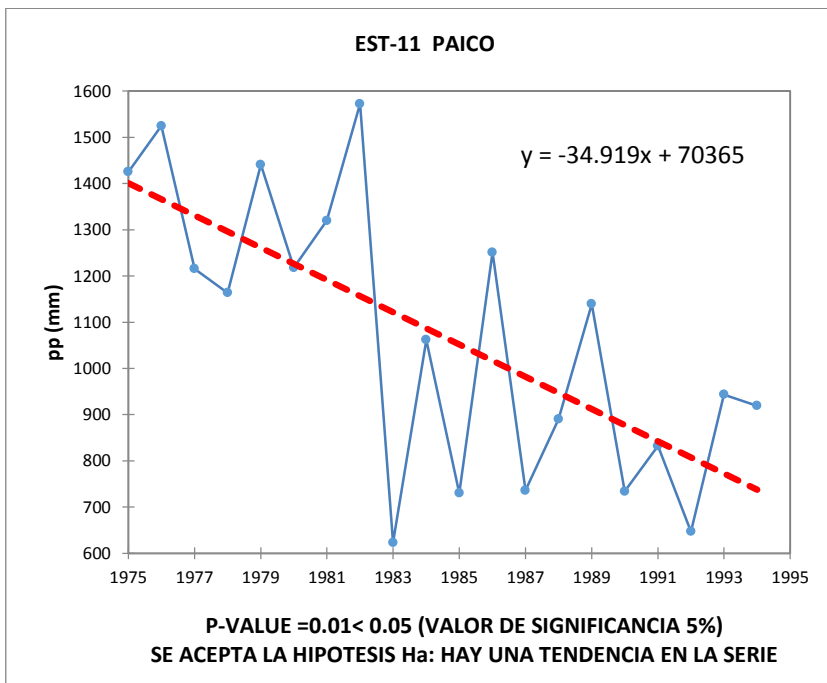
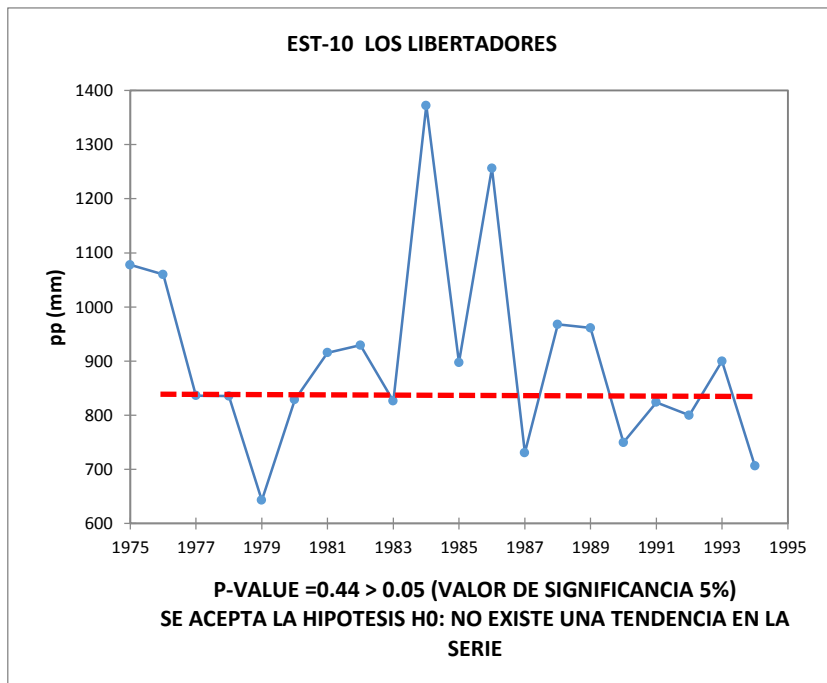
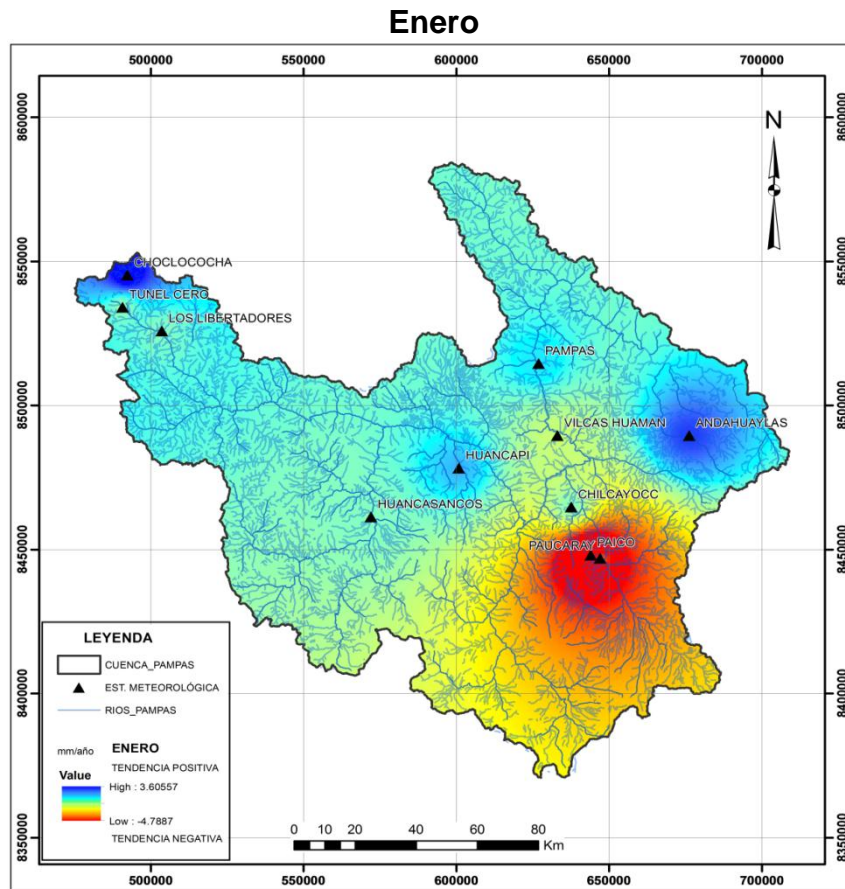
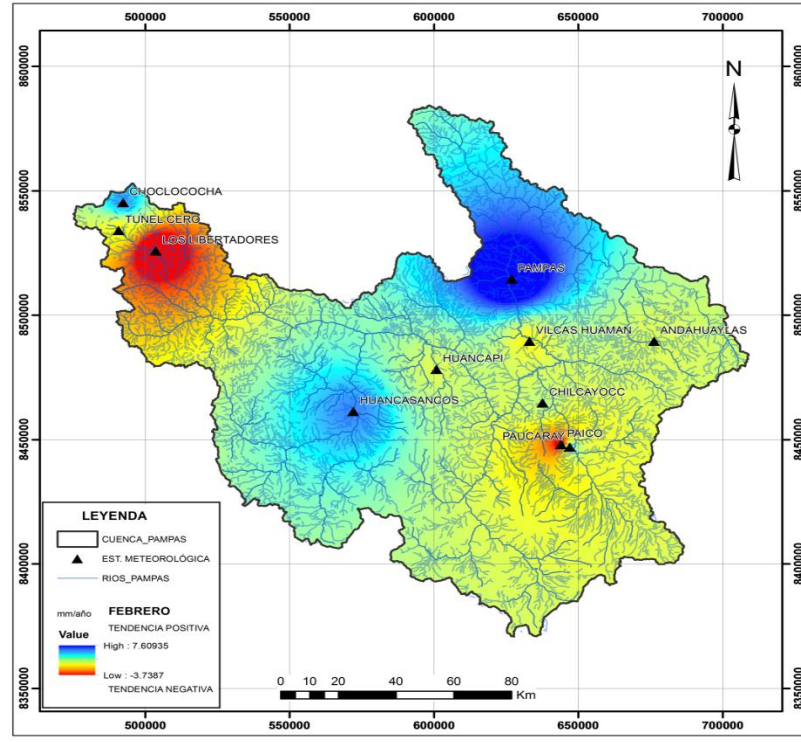


Figura 12. Tendencia detectada con la prueba de Mann – kendall para la Precipitación Anual

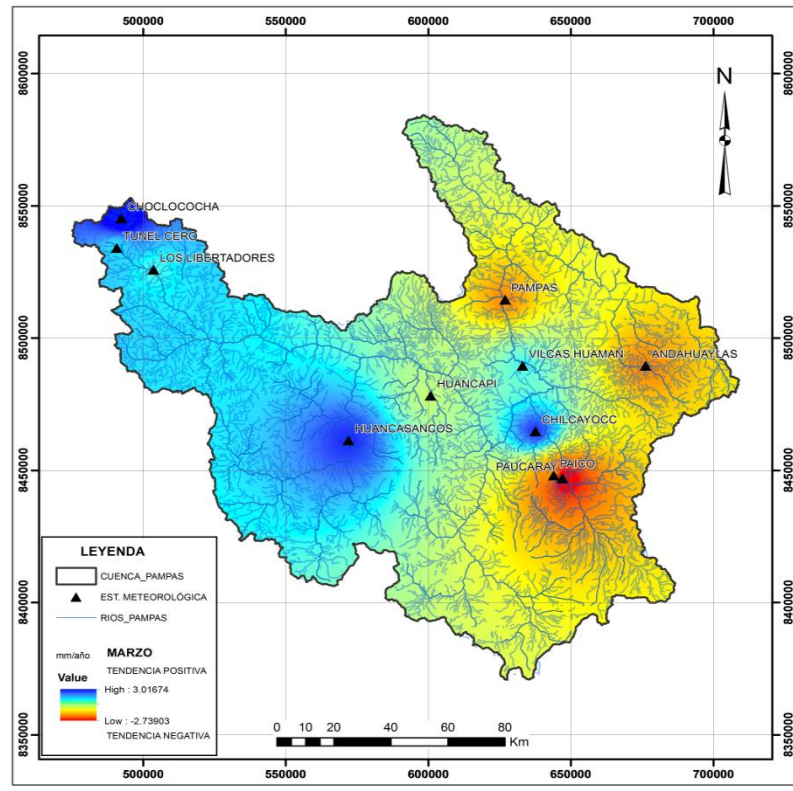
d.- En la figura 13. muestra Tendencia de las Precipitaciones mensuales en la cuenca del Rio Pampas durante el período de estudio. Los tonos azules indican tendencias positivas y los tonos rojos indican tendencias negativa, a un nivel de significancia del 5% - Estimador de Sen.



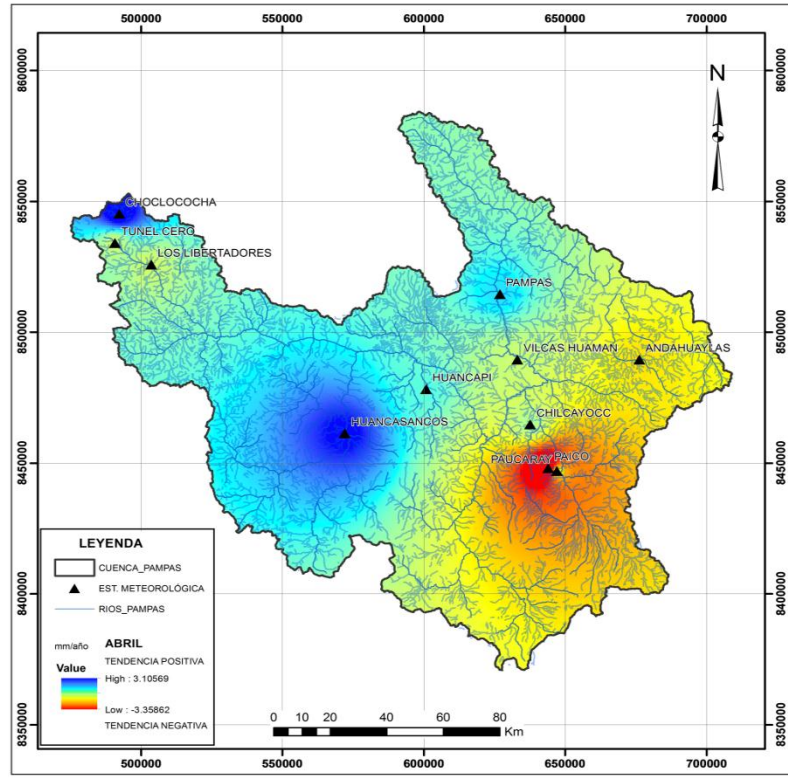
Febrero



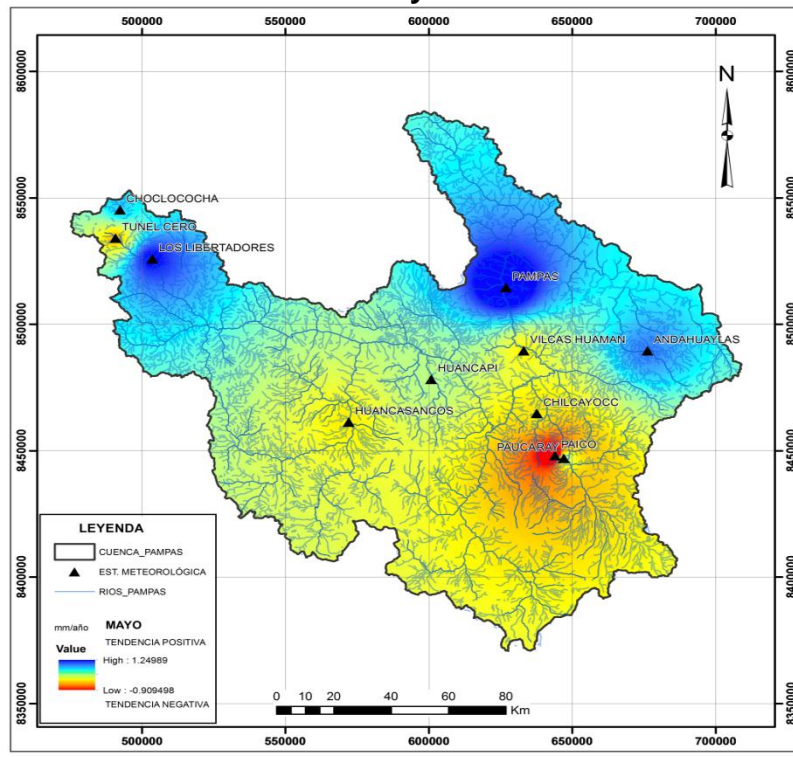
Marzo



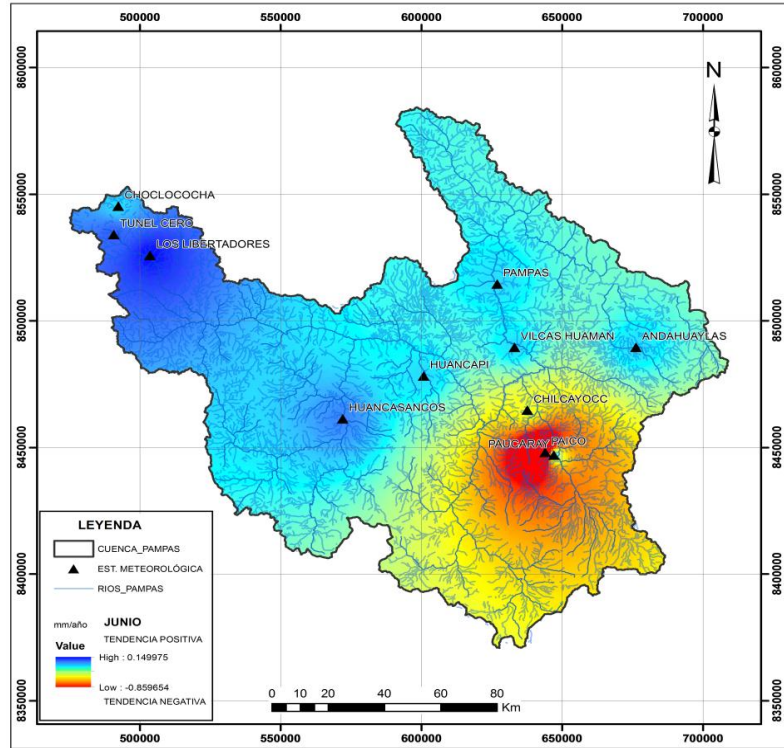
Abril



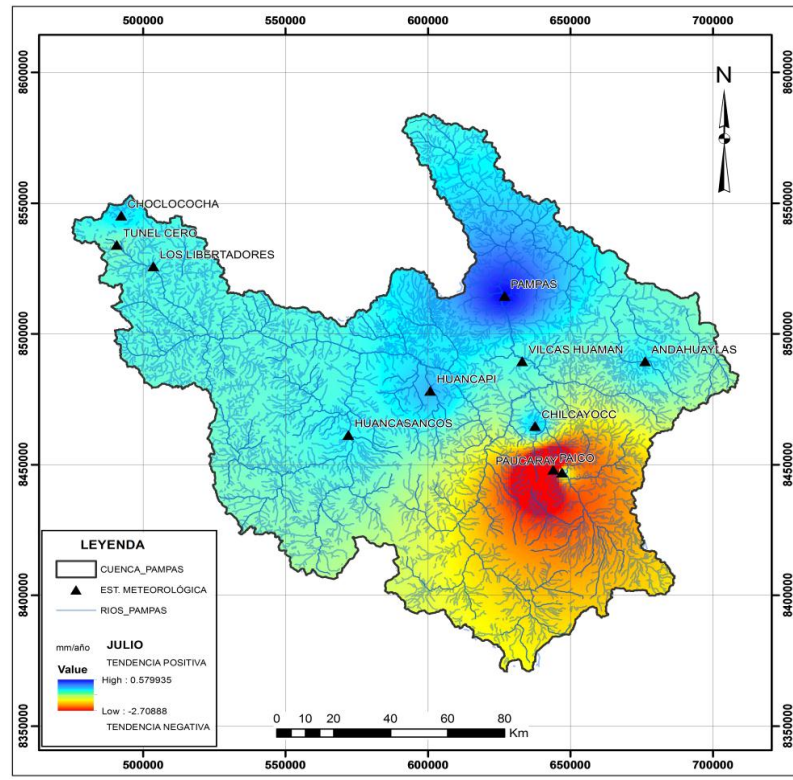
Mayo



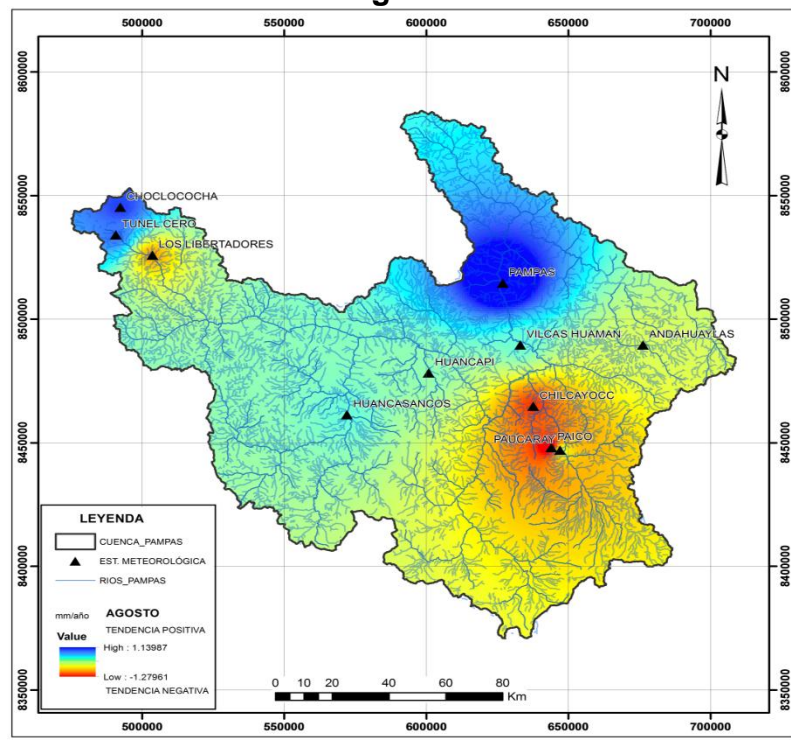
Junio



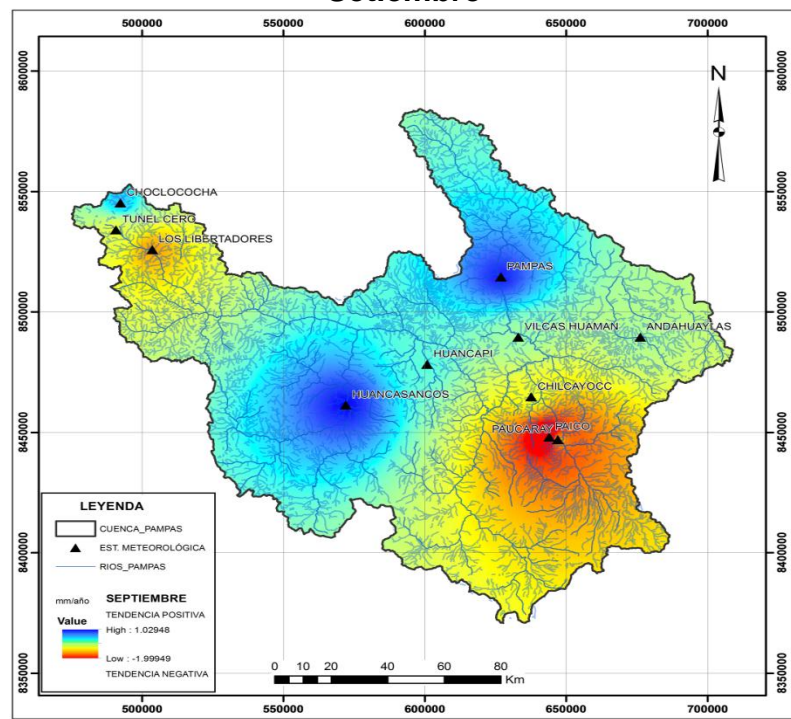
Julio



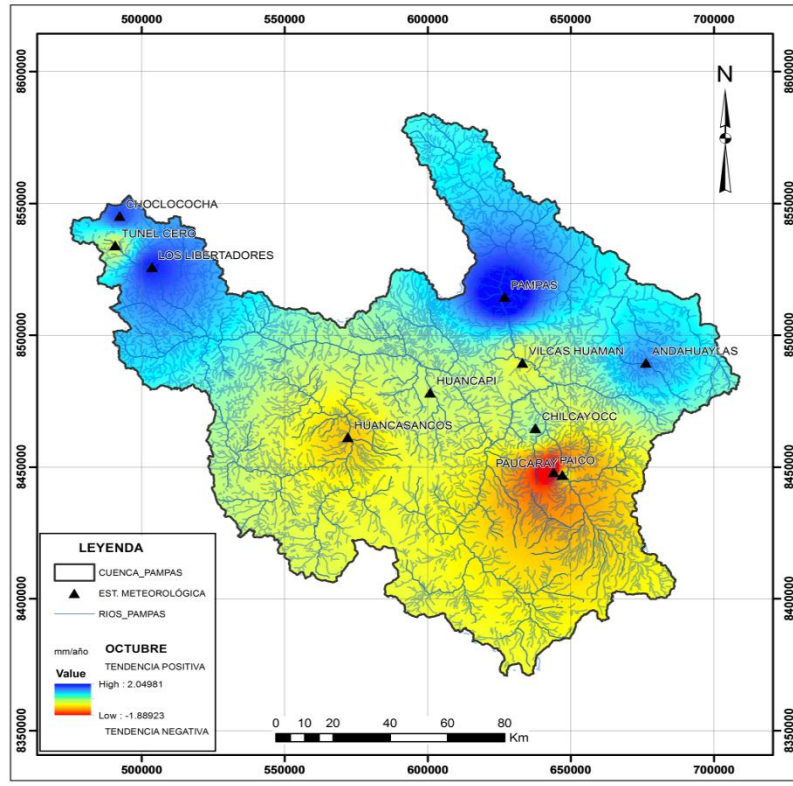
Agosto



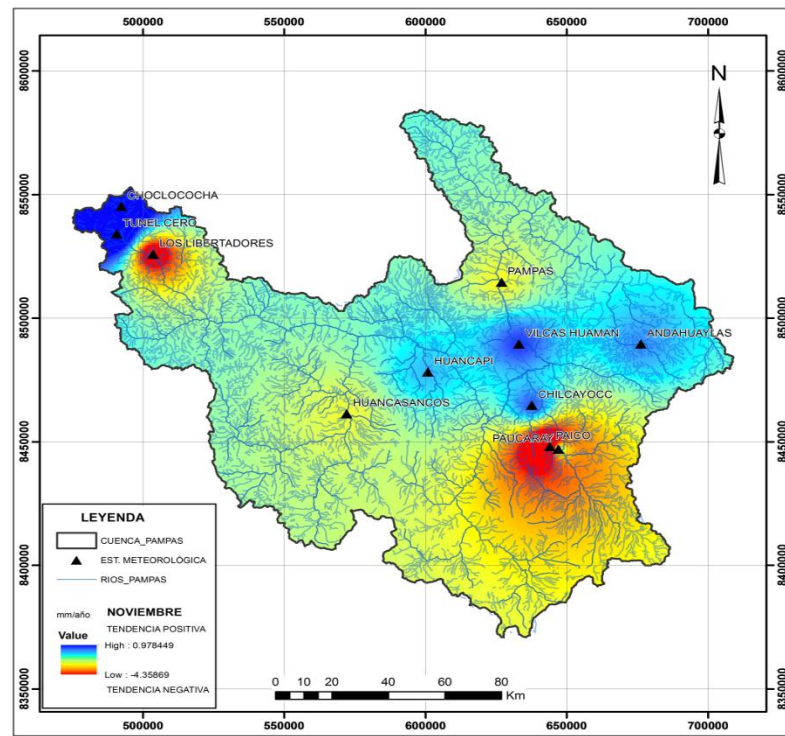
Setiembre



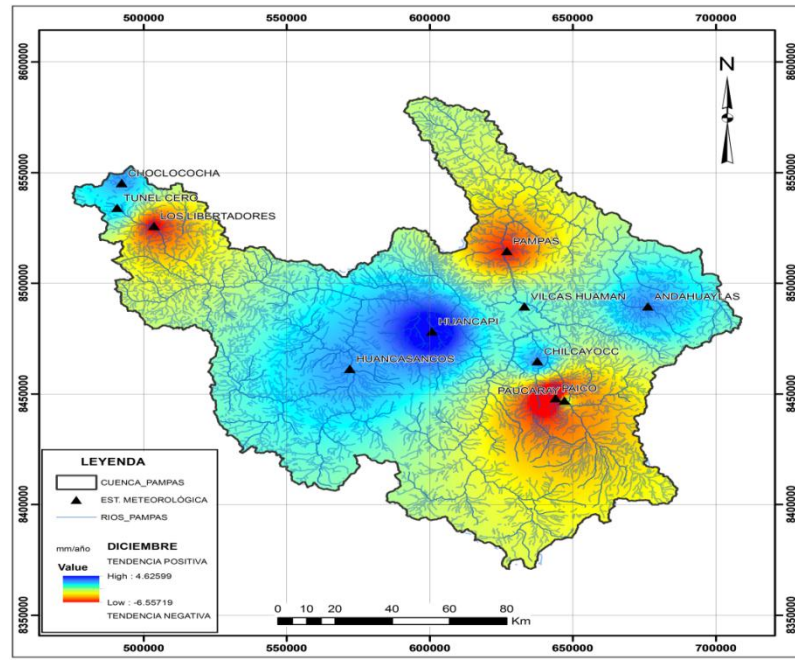
Octubre



Noviembre



Diciembre



ANUAL

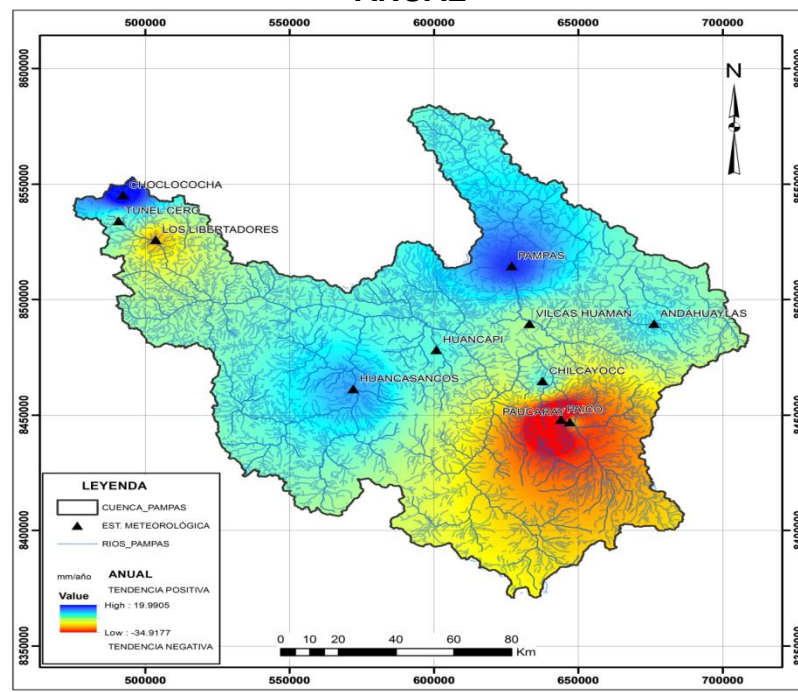


Figura 13. Tendencia de las Precipitaciones mensuales y anual en la cuenca del rio Pampas durante el período de estudio

IV. CONCLUSIONES

4.1 Conclusiones:

1.- Se estimó la variación de la precipitación encontrándose tasas de cambio anual de la precipitación mensual, encontrándose tasas positivas en los meses lluviosos (diciembre, enero, febrero y marzo) para las estaciones de Vilcas Huamán, Túnel Cerro, Huancapi, Chilcayoc, Andahuaylas, y Huancasancos, el cual es favorable para estas regiones. Mientras tanto en las estaciones de Paucaray, Pampas, Los Libertadores, y Paico en la mayoría de los meses se tiene marcada presencia de tasas de cambio negativos. Dicho Cambio afecta negativamente la generación de la disponibilidad hídrica de la escorrentía, que representa la oferta hídrica de la cuenca del río Pampas.

- Las estaciones que presentan tendencias de precipitación mensual crecientes son: Vilcas Huamán (1), Tunel Cero (1), Choclococha (5), Chilcayocc (1) y Andahuaylas (1). Y la única que muestra tendencia decreciente es la estación de Paico (5).

- 02 estaciones presentan tendencias de precipitación anual están son: estación Choclococha presenta tendencia creciente y la estación Paico una tendencia decreciente.

- Se generó mapas de tendencia de la Precipitación mensual y anual, en la cuenca del Rio Pampas durante el período de estudio, a un nivel de significancia del 5%

2.- El patrón mensual de precipitaciones se ha modificado de la siguiente manera:

- En Enero la precipitación media mensual presenta modificación en 01 estaciones, la estación Choclococha en décadas anteriores presenta una precipitación media de 104.04 mm, para esta última década aumento el valor a 199.13 mm.
- En Febrero la precipitación media mensual presenta modificación en 02 estaciones, la estación Choclococha en décadas anteriores su precipitación media presentaba un valor de 79.05 mm, para esta última década ese valor aumento a 195.18 mm. En la estación de Pampas en décadas anteriores su precipitación media presentaba un valor de 68.15 mm, para la última década subió a 136.61 mm.
- En marzo la precipitación media mensual presenta modificación en 03 estaciones, la estación Choclococha en décadas anteriores su precipitación media presentaba un valor de 81.48 mm, para esta última década ese valor aumento a 170.61 mm. En la estación de Chilcayocc en décadas anteriores su precipitación media presentaba un valor de 118.34 mm, para esta última década ese valor aumento a 201.48 mm. Caso Contrario ocurre en la estación Paucaray, en la cual la precipitación media mensual disminuye de 170.87mm a 133.16 mm para esta última década.
- En Abril la precipitación media mensual presenta modificación en 02 estaciones, la estación Choclococha en décadas anteriores su precipitación media presentaba un valor de 45.09 mm, para esta última década ese valor aumento a 142.49 mm. Lo mismo ocurre en la estación de Chilcayocc donde su precipitación media se incrementa de 118.34 mm a 201.48 mm para esta últimas décadas.
- En Mayo la precipitación media mensual presenta modificación en 01 estación, en la estación Pampas para esta última década la precipitación media se incrementó de un valor de 0.00 mm a 8.4 mm.

- En Junio la precipitación media mensual presenta modificación en 01 estación, la estación Tunel Cero en décadas anteriores su precipitación media presentaba un valor de 11.19 mm, para esta última década ese valor se redujo a 4.53 mm
- En Julio la precipitación media mensual no presenta ninguna modificación.
- En Agosto la precipitación media mensual presenta modificación en 01 estación, la estación Tunel Cero en décadas anteriores su precipitación media presentaba un valor de 18.56 mm, para esta última década ese valor se redujo a 9.09 mm
- En el mes de Septiembre la precipitación media mensual no presenta ninguna modificación.
- En el mes de Octubre la precipitación media mensual presenta modificación en 02 estaciones, la estación Choclococha en décadas anteriores su precipitación media presentaba un valor de 26.30 mm, para esta última década ese valor aumento a 67.22 mm. En la estación de Andahuaylas en décadas anteriores su precipitación media presentaba un valor de 35.11 mm, para estas últimas década ese valor aumento a 47.21 mm.
- En Noviembre la precipitación media mensual presenta modificación en 02 estaciones, la estación Choclococha en décadas anteriores su precipitación media presentaba un valor de 51.81 mm, para esta última década ese valor aumento a 77.66 mm. En la estación de Huancasancos en décadas anteriores su precipitación media presentaba un valor de 45.8 mm, para estas últimas década ese valor disminuyo a 22.59 mm.
- En Diciembre la precipitación media mensual presenta modificación en 06 estaciones, presenta incremento de la precipitación media en las siguientes estaciones: estación Tunel Cero de 97.73 mm a 142.9mm, estación Huancapi de 96.96 mm a 145.03 mm, estación Choclococha de 58.53 mm a 128.77 mm, estación Chilcayocc de 62.45 mm a 139.22 mm, estación Andahuaylas de 67.63 mm a 102.20 mm. Y la estación Huancasancos de 90.28 mm a 130.33 mm.

V. RECOMENDACIONES

5.1 Recomendaciones:

- Este trabajo es una herramienta muy útil para los tomadores de decisión y planificadores, que les permita administrar el recurso hídrico que genera la cuenca del río Pampas para las diferentes actividades productivas que se desarrolla en su área de influencia.
- Debido a la escases de los registros pluviométricos y la dificultad que esto implica para el desarrollo de estudios detallados, se recomienda mantener la continuidad de los registros de precipitación, se recomienda instalar estaciones automáticas que brinden información en tiempo real en las subcuencas, a fin de contribuir con mayor precisión al conocimiento del potencial hídrico en esta cuenca.
- Instar a las instituciones y/o Ministerio encargados en temas ambientales a introducir nuevas metodologías a fin de contar en un futuro cercano con diversas metodologías acorde a nuestra realidad, para cuantificar los riesgos que se puedan generar por la presencia de la variabilidad climática, el aumento y/o disminución del recurso hídrico en las diferentes zonas de producción de alimentos.
- Generar mapas de variabilidad climática en las diferentes unidades hidrográficas que conforman el Perú.

VI. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- ANA-DCPRH (2015) Manual de uso del Hydraccess.
- ANA-DCPRH (2010) Aguas Superficiales “Evaluación de recursos hídricos superficiales en la cuenca del río pampas”
- ACUÑA A, J. 2010. Análisis regional de caudales medios mensuales para diversos niveles de persistencia de los ríos peruanos pertenecientes a la Vertiente del Océano Pacífico. Tesis M.Sc. Lima, Perú, UNALM.
- BOLETIN DE LA ASOCIACION DE GEOGRAFOS DE ESPAÑA (2013) Análisis de la variabilidad espacio-temporal de las precipitaciones en el sector español de la cuenca del duero (1961-2005)
- CORNEJO SALDÍAS, C (2011). Análisis de la distribución temporal de las precipitaciones en la región del Maule

- CANNAROZZO, M., NOTO, L.V. & VIOLA, F., (2006). Spatial distribution of rainfall trends in Sicily (1921– 2000). Journal of Physics and Chemistry of the Earth, 31, 1201–1211.

- CONAMA 2010 (Corporación Nacional del Medio Ambiente, Chile).

- CHEREQUE, M. (1995) “Hidrología para estudiantes de Ingeniería Civil. Pontificia Universidad Católica del Perú”. Lima – Perú.

- DONOSO, M. 2005. IX Jornadas de Trabajo CONAPHI, El agua y su impacto en el desarrollo de Chile; desafío al 2025. 3º Ponencia. Santiago de Chile.

- FERNÁNDEZ, F. 1995. Manual de climatología aplicada. Clima, medio Ambiente y planificación. Madrid. Editorial Síntesis S.A. 285p.
- HAMED, K. H. & RAO, A. R., (1998). A modified Mann-Kendall Trend Test for Autocorrelated Data. Journal of Hydrology 204, 182-196.
- HUFTY, A. 1984. Introducción a la climatología. Barcelona. Editorial Ariel S.A. 292 p.
- HURRELL, J.W. 1995. ‘Decadal trends in the North Atlantic Oscillation: regional temperature and precipitation’, Science, 296: 676-679.

- HIPEL KW, MCLOED AI (1994), Tiempo serie de modelado de los recursos hídricos y medio ambiente sistemas mentales, Elsevier, Amsterdam
- IPCC (2001), Climate change. The Scientific basis. Contribution of working group I to the Third Assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Houghton, J.T., Y. Ding, D. J. Griggs, M. Noguer, P. J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C. A. Johnson (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, N.Y, USA.
- KAHYA, E., S. KALAYCI. 2004. Trend analysis of streamflow in Turkey. *Journal of Hydrology*.
- MENDIBURU, F. (2006) "Exposición regresión"
- ORDUÑA, F. 2007. Aplicaciones de software SIG: ArcGIS 9.2. Lección 1: Introducción a ArcGIS Desktop. UNIGIS Girona. 9ª ed. España. Universitat de Girona.
- PIZARRO TAPIA, R. (2003) "Evaluación de Métodos Hidrológicos para la Completación de Datos Faltantes de Precipitación en estaciones pluviográficas de la VII Región del Maule." Chile.
- SALVADOR FIGUERAS, M Y GARGALLO, P. (2003): "Análisis Exploratorio de Datos", [en línea] 5campus.com, Estadística [y añadir fecha consulta]
- SEN, P.K. 1968. Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau. *American Statistical Association Journal*, 63(324), 1379-1389.
- RAMÍREZ, M. (2003) "Hidrología aplicada. Universidad de los andes." Venezuela.
- REVISTA PERUANA GEO-ATMOSFÉRICA RPGA (2010) Variabilidad espacio-temporal de las lluvias en la cuenca amazónica y su relación con la variabilidad hidrológica regional. Un enfoque particular sobre la región andina
- XLSTAT. (2015). MaxDiff analysis. Recuperado el 13 de mayo de 2016, de <http://www.xlstat.com/es/productos-soluciones/caracteristica/max-diff-analysis.html>
- YUE, S., PILON, P., PHINNEY, B. & CAVADIAS, G. (2002b). The influence of autocorrelation on the ability to detect trend in hydrological series. *Hydrological Processes* 16, 1807–1829.
- YUE, S., & WANG, C. (2004). The Mann-Kendall test modified by effective sample size to detect trend in serially correlated hydrological series. *Water Resources Management*, 18(3), 201-218.

- VAUCHEL, P. 2004. Derniers développements du logiciel Hydraccess, Institut de recherche pour le développement 1: 247-251 p.
- WMO. 2008. "Measurement of upper air pressure, temperature, humidity", en *Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation*, pp. 1-46, World Meteorological Organization, Geneva.

ANEXOS

DATOS HISTORICOS DE PRECIPITACION (mm)

ESTACIÓN : VILCASHUAMAN CODIGO : EST-01 LAT : 13°38'37" "S" DPTO : AYACUCHO
 PARAMETRO : PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) LONG : 73°56'56" "W" PROV : VILCASHUMAN
 PERIODO : 1975 -2014 ALT : 3394 m.s.n.m DIST : VILCASHUAMAN

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1975	142.20	142.90	205.00	54.23	45.0	0.00	0.00	0.00	79.00	26.00	27.30	87.7
1976	283.50	281.00	209.00	0.00	12.5	0.00	0.00	0.00	85.20	14.86	29.32	71.0
1977	24.00	256.20	87.40	12.00	0.0	0.00	20.70	0.00	47.30	23.56	114.50	43.0
1978	207.40	88.40	48.00	0.40	0.0	0.00	0.00	0.00	33.00	61.00	49.50	59.0
1979	208.80	136.00	145.00	44.00	25.0	9.56	0.00	0.00	25.00	16.20	35.00	34.0
1980	93.20	135.10	104.00	0.00	0.0	0.00	16.00	0.00	3.00	81.70	29.80	48.2
1981	159.60	328.00	135.80	64.00	0.0	13.00	0.00	24.80	49.20	82.00	106.00	100.0
1982	144.20	247.20	80.00	55.20	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	80.00	74.30	71.2
1983	104.00	42.70	103.88	0.42	0.0	0.0	4.43	6.70	37.29	29.45	46.72	151.7
1984	165.09	184.78	218.63	5.42	0.0	0.0	3.14	5.74	7.07	63.52	50.84	76.5
1985	116.87	132.94	51.03	36.84	11.50	11.26	0.00	6.27	11.82	40.27	68.63	121.0
1986	177.22	120.40	87.11	83.49	27.30	19.06	2.25	9.62	7.32	25.03	37.54	98.9
1987	246.10	46.00	8.90	6.60	6.5	9.60	12.00	16.30	6.00	69.10	50.20	65.9
1988	212.50	115.60	161.30	72.30	13.7	0.00	0.00	0.00	14.40	0.00	5.60	177.7
1989	291.50	280.80	91.00	77.40	29.9	6.00	6.80	36.00	28.70	94.70	88.70	44.0
1990	162.50	41.20	36.30	14.80	30.3	23.90	0.00	20.20	26.70	86.60	69.80	134.2
1991	138.50	167.30	106.40	66.00	19.0	6.00	0.00	0.00	8.40	47.60	25.80	11.0
1992	61.40	95.40	49.60	12.80	0.0	3.60	4.40	70.40	4.60	27.80	18.60	40.9
1993	189.20	111.00	155.80	66.00	27.8	9.60	11.20	25.80	47.00	37.20	125.20	210.2
1994	234.20	118.50	123.60	46.50	4.2	0.00	0.00	0.00	3.00	15.40	109.70	64.6
1995	210.40	100.60	181.40	12.40	8.0	0.00	3.80	4.80	27.60	53.30	85.00	105.2
1996	141.30	201.70	104.40	50.60	2.0	0.00	0.00	19.00	29.40	25.80	56.50	92.6
1997	113.40	180.50	110.20	51.00	10.9	0.00	2.90	40.10	55.20	35.30	72.60	67.6
1998	111.40	72.90	113.60	13.40	0.0	11.80	0.00	0.00	10.30	22.80	37.40	53.1
1999	70.00	87.60	25.10	18.50	0.2	0.00	6.50	0.00	65.40	5.80	46.20	36.7
2000	75.60	129.70	69.10	0.20	18.4	0.00	0.00	1.20	19.70	40.80	44.30	66.7
2001	140.70	68.50	71.30	0.00	16.4	0.20	2.20	24.30	19.00	28.20	40.70	53.4
2002	79.60	249.10	154.40	39.20	16.0	0.00	9.90	3.80	35.70	59.80	37.80	106.8
2003	97.40	146.40	134.50	41.60	2.7	0.00	0.00	14.50	0.00	39.50	26.60	147.2
2004	83.40	196.00	95.20	47.70	8.1	10.30	13.60	11.90	15.10	26.90	27.40	169.3
2005	101.40	79.50	181.20	22.50	28.5	0.00	1.90	19.90	46.40	40.80	42.70	123.9
2006	239.40	147.90	147.70	52.30	2.0	13.40	0.00	31.90	14.20	41.50	109.40	101.1
2007	124.10	96.10	153.50	37.40	3.9	0.00	13.90	9.50	15.30	35.30	87.20	139.9
2008	196.20	150.60	100.30	10.20	5.5	7.10	0.00	2.10	5.60	23.20	38.30	111.7
2009	144.00	181.86	101.00	57.60	3.5	2.00	21.60	1.20	44.90	59.00	123.80	116.3
2010	219.90	182.00	66.40	49.70	25.9	0.00	0.00	19.60	16.80	39.70	26.10	128.9
2011	259.10	281.80	186.50	62.60	10.4	0.00	8.10	0.00	43.60	43.50	42.60	76.9
2012	154.20	322.10	157.60	64.30	0.0	5.40	2.30	3.80	31.80	21.50	28.10	96.1
2013	148.50	152.30	134.60	17.70	18.8	13.50	5.50	39.20	5.60	29.10	30.70	167.6
2014	232.20	133.90	161.80	25.40	13.2	0.00	25.10	2.50	60.30	46.20	39.60	87.5

Fuente : SENAMHI

DATOS DEL SENAMHI

DATOS COMPLETADOS

DATOS HISTORICOS DE PRECIPITACION (mm)

ESTACIÓN : TUNEL CERO CODIGO : EST-02 LAT : 13°15'15" "S" DPTO : HUANCVELICA
 PARAMETRO : PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) LONG : 75°05'05" "W" PROV : HUAYTARA
 PERIODO : 1975-2014 ALT : 4475 m.s.n.m DIST : PILPICHACA

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1975	165.20	134.30	150.90	42.30	54.0	15.60	1.40	10.00	32.87	38.60	36.10	84.6
1976	149.00	166.90	98.20	39.00	5.7	6.90	9.30	14.20	29.70	3.40	27.10	110.0
1977	66.40	156.30	106.80	59.20	25.3	1.40	5.40	0.00	63.80	41.10	120.80	92.7
1978	145.50	83.40	83.80	51.10	5.5	1.70	12.30	12.60	50.40	76.10	106.20	101.1
1979	60.80	155.90	111.40	35.50	9.6	9.70	3.50	13.00	15.00	23.10	72.60	71.6
1980	114.40	106.60	144.50	49.10	17.9	11.50	12.20	31.00	38.90	113.60	56.00	66.2
1981	107.60	179.10	102.00	36.90	3.7	4.60	0.60	24.00	18.10	69.20	69.60	141.9
1982	149.20	187.00	62.50	90.20	5.8	1.60	3.30	21.70	76.90	80.40	128.10	35.4
1983	98.45	124.10	120.68	59.00	21.4	10.04	7.07	16.13	44.60	37.60	78.50	186.8
1984	208.80	228.40	151.00	103.70	41.7	19.56	0.60	16.10	23.00	77.90	140.00	133.2
1985	85.00	137.60	161.30	96.80	45.1	24.60	11.80	7.30	26.90	32.60	60.50	117.4
1986	189.90	234.30	199.70	99.00	36.5	1.10	20.60	27.20	20.40	30.20	50.60	114.1
1987	198.90	88.90	76.30	62.50	12.0	9.50	17.10	29.90	17.90	23.60	46.60	63.8
1988	221.50	156.90	104.50	72.80	21.5	6.80	0.00	0.60	21.80	57.50	59.10	129.5
1989	203.00	117.10	197.20	82.40	18.8	17.30	8.70	49.60	23.90	87.80	38.20	40.7
1990	194.70	97.30	77.60	23.30	51.8	34.50	11.60	23.60	41.40	41.40	91.60	117.1
1991	80.20	154.80	138.80	53.99	24.9	16.80	11.38	6.28	22.55	46.69	62.46	48.4
1992	166.00	150.27	161.80	50.17	19.9	8.21	10.27	10.59	24.09	51.65	67.64	53.0
1993	282.30	175.50	156.10	83.23	7.5	1.60	7.80	4.60	35.40	74.10	86.50	103.5
1994	169.20	239.10	177.40	48.43	29.6	0.00	14.30	0.00	42.60	65.70	79.80	117.3
1995	154.80	111.80	103.90	55.80	8.7	0.00	0.00	0.00	14.80	55.50	88.00	79.4
1996	162.00	180.90	163.70	106.20	34.0	0.00	5.80	10.80	23.40	32.90	36.80	114.0
1997	125.90	128.00	80.00	45.60	23.1	0.00	0.30	24.50	27.50	43.50	77.20	132.5
1998	219.70	139.60	138.40	45.30	0.0	11.90	0.00	6.40	16.10	43.40	74.20	91.3
1999	108.80	219.90	160.60	78.40	49.5	0.5	1.9	1.3	22.3	100.1	32.6	146.8
2000	200.90	228.00	191.40	53.40	31.6	0.0	9.1	6.0	29.4	122.0	53.72	160.0
2001	242.70	128.80	163.00	78.40	11.2	8.0	12.7	4.9	27.4	43.1	72.1	72.3
2002	92.80	179.00	162.50	50.30	31.2	8.4	21.6	5.6	38.3	38.5	71.6	111.5
2003	107.50	157.90	139.80	51.90	10.1	0.6	1.3	4.9	2.1	60.2	40.3	171.2
2004	46.80	171.00	134.00	116.20	6.0	9.9	3.8	6.9	41.8	25.6	55.7	169.7
2005	96.00	115.90	254.40	40.00	8.7	0.0	0.0	2.2	13.6	13.6	45.6	128.0
2006	160.50	132.80	136.10	74.80	0.7	16.2	0.0	10.3	23.1	55.8	78.1	114.0
2007	186.80	113.50	208.30	72.40	22.3	9.3	3.1	6.4	25.6	41.0	49.9	110.7
2008	201.10	153.70	105.90	30.70	5.0	0.0	0.1	13.0	9.9	49.9	42.4	111.1
2009	145.40	147.40	98.00	72.60	30.6	0.1	6.2	3.8	16.2	53.9	39.5	161.7
2010	196.10	166.90	123.70	65.34	0.0	0.0	0.0	6.76	14.82	32.75	58.32	126.42
2011	214.90	158.90	181.80	116.90	16.3	0.7	0.1	4.4	13.9	20.8	49.4	147.1
2012	93.50	209.10	175.30	145.50	40.4	17.10	9.00	29.10	41.00	57.10	99.90	226.6
2013	148.20	199.00	110.40	37.30	29.6	11.70	5.00	16.20	0.30	68.40	46.90	171.0
2014	188.00	104.30	142.80	40.40	18.5	3.80	15.30	33.40	39.90	59.50	29.30	158.3

Fuente : SENAMHI

DATOS DEL SENAMHI

DATOS COMPLETADOS

DATOS HISTÓRICOS DE PRECIPITACION (mm)

ESTACIÓN : HUANCAPÍ CODIGO : EST-03 LAT : 13°45'1.44" "S" DPTO : Ayacucho
 PARAMETRO : PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) LONG : 74°04'13.8" "W" PROV : Víctor Fajardo
 PERIODO : 1975-1984, 1995-2014 ALT : 3120 m.s.n.m DIST : Huancapí

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1975	96.80	101.90	137.20	1.80	4.50	0.00	0.00	0.00	28.90	15.10	23.20	134.40
1976	214.70	142.90	157.80	29.20	1.00	0.00	21.40	4.60	156.90	0.00	24.95	80.50
1977	16.50	202.00	82.60	0.00	0.00	0.00	1.20	1.00	8.80	7.80	46.76	33.50
1978	103.80	75.50	72.50	8.60	4.20	0.00	0.00	1.40	0.00	2.40	33.50	47.40
1979	24.00	44.70	207.50	1.60	0.00	8.10	0.00	22.90	0.00	14.20	11.40	34.00
1980	57.37	74.20	91.10	1.90	0.00	2.40	26.30	3.80	16.70	18.60	19.30	24.40
1981	114.00	144.76	45.80	22.80	1.20	0.00	0.00	61.70	2.80	11.20	67.20	43.30
1982	120.70	206.50	22.40	41.50	13.90	6.50	0.00	5.30	33.19	33.71	67.07	38.51
1983	44.54	84.35	88.00	22.15	3.56	2.13	1.69	12.59	27.44	16.40	43.74	143.05
1984	105.00	105.82	158.35	26.87	4.72	5.25	2.56	17.53	18.43	20.26	51.51	73.63
1985												
1986												
1987												
1988												
1989												
1990												
1991												
1992												
1993												
1994												
1995	129.10	126.50	118.50	33.10	6.2	0.00	0.80	3.90	17.30	40.40	75.90	64.7
1996	241.20	218.80	157.70	80.20	4.6	1.50	4.00	14.60	6.50	8.50	26.30	80.2
1997	189.20	114.10	117.30	19.30	27.7	0.00	7.00	50.30	34.80	18.10	102.30	111.3
1998	189.60	182.70	138.00	40.50	0.0	10.30	0.00	1.60	5.50	19.50	56.20	93.8
1999	80.60	230.60	209.10	106.30	4.1	6.10	4.40	3.50	69.10	63.80	24.80	89.0
2000	159.10	238.60	140.70	18.40	37.6	5.40	8.10	31.30	8.00	77.10	12.20	148.1
2001	238.50	120.20	148.50	58.30	34.4	10.10	14.10	13.90	33.20	40.60	74.40	42.7
2002	97.70	149.70	124.80	58.60	11.9	5.20	6.79	19.90	59.20	31.20	54.50	135.9
2003	170.70	155.30	161.20	66.10	18.5	0.00	7.00	30.20	21.30	41.00	37.30	106.9
2004	65.90	146.20	125.80	26.70	0.0	11.20	15.70	16.40	29.20	41.80	41.90	157.2
2005	50.70	69.90	109.40	49.80	9.4	0.00	5.00	21.90	58.30	50.60	21.50	122.8
2006	224.20	144.80	135.40	69.00	0.0	17.40	0.00	33.90	11.00	34.20	78.00	128.8
2007	90.20	143.90	177.50	91.70	7.8	0.60	0.00	14.00	33.40	30.80	40.70	187.2
2008	230.00	146.70	95.90	15.40	2.6	5.00	0.00	3.80	0.60	33.50	31.10	136.8
2009	149.90	168.60	159.90	53.80	10.8	5.50	4.00	14.82	0.00	36.60	49.60	144.6
2010	254.20	179.10	135.30	66.60	11.4	0.00	0.00	0.60	19.00	41.60	26.00	176.2
2011	375.20	271.30	157.50	108.00	11.3	0.00	25.60	4.40	74.10	39.00	55.70	139.0
2012	145.00	251.40	194.50	155.20	4.0	10.70	6.30	2.50	18.40	18.70	33.56	204.4
2013	163.10	129.60	104.30	8.90	20.7	15.80	17.00	37.00	7.90	39.10	72.40	127.1
2014	212.80	140.00	126.50	31.10	17.0	0.00	16.20	15.30	85.20	42.40	23.00	71.2

Fuente : SENAMHI

DATOS DEL SENAMHI

DATOS COMPLETADOS

DATOS HISTORICOS DE PRECIPITACION (mm)

ESTACIÓN : CHOCLOCOCHA CODIGO : EST-04 LAT : 13°9' 30" "S" DPTO : Huancavelica
 PARAMETRO : PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) LONG : 75°4' 15" "W" PROV : Castrovirreyna
 PERIODO : 1975-2014 ALT : 4350 m.s.n.m DIST : Santa Ana

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1975	123.70	156.50	144.10	50.60	40.50	5.20	0.70	1.40	31.60	38.10	59.80	83.90
1976	182.60	150.70	120.00	34.30	6.50	13.90	20.70	32.50	47.10	15.20	44.60	101.80
1977	99.20	15.90	85.73	68.10	20.70	0.00	0.30	0.60	28.80	29.30	92.10	85.00
1978	103.80	87.90	74.80	39.30	5.60	3.60	1.20	1.00	19.10	29.90	81.40	64.40
1979	50.70	105.40	113.30	27.20	4.40	2.30	2.80	5.90	15.80	11.00	24.80	35.60
1980	84.40	48.70	46.70	33.30	28.00	3.60	0.00	39.80	30.30	64.60	81.30	21.20
1981	40.70	60.30	34.70	22.10	26.42	0.10	0.00	17.40	8.80	22.80	30.90	76.80
1982	63.40	45.60	58.56	22.40	23.74	5.76	0.00	12.64	27.53	17.80	33.30	46.20
1983	37.61	44.50	95.40	114.60	9.00	4.84	0.00	12.73	17.46	23.42	48.00	57.00
1984	74.62	54.00	38.64	36.00	5.93	7.84	2.30	3.47	28.53	19.73	36.63	67.46
1985	55.20	47.00	20.60	18.10	17.67	28.20	1.00	7.53	13.30	17.93	42.10	82.3
1986	98.20	89.50	89.60	22.70	15.36	18.20	1.10	1.60	29.83	22.85	53.73	97.3
1987	248.30	70.60	103.30	33.60	37.56	0.00	18.70	11.60	14.73	16.50	21.00	23.3
1988	230.80	161.20	152.40	106.80	68.1	1.50	0.00	13.84	19.70	39.00	16.30	81.5
1989	208.80	68.60	88.90	44.20	14.0	49.56	0.50	25.00	32.00	69.00	48.52	24.1
1990	19.00	29.22	22.10	27.30	124.3	34.20	9.30	22.00	59.00	75.70	170.10	77.7
1991	105.10	69.67	83.70	71.90	120.5	21.70	0.00	18.53	16.46	26.60	18.10	28.0
1992	83.70	77.40	94.20	39.10	2.0	14.10	11.20	23.00	37.90	37.58	29.83	37.93
1993	123.30	121.70	146.80	170.70	18.4	28.00	8.50	34.80	63.80	96.70	99.80	58.8
1994	122.80	316.60	229.10	42.80	35.9	10.00	7.20	14.80	53.60	26.00	39.60	19.0
1995	28.90	125.60	171.60	93.40	16.1	0.00	0.00	1.00	24.00	57.40	63.90	59.8
1996	213.30	151.70	178.40	108.40	22.2	2.00	2.90	40.90	39.90	60.40	55.10	156.0
1997	242.90	247.40	83.10	117.00	27.9	0.00	0.00	26.50	52.90	97.80	92.60	145.8
1998	384.80	154.60	179.10	147.70	0.0	57.00	0.00	24.10	47.30	115.70	148.40	96.8
1999	231.10	377.50	227.00	196.40	51.5	10.80	14.10	10.00	77.20	115.30	67.50	198.6
2000	189.00	238.50	269.00	113.70	15.0	2.00	31.00	34.00	41.60	154.10	72.00	152.2
2001	152.20	263.90	104.90	150.60	98.9	26.30	15.00	15.00	17.93	58.80	94.10	122.0
2002	95.10	97.50	262.90	290.30	78.9	18.00	12.10	21.20	19.93	40.30	78.60	69.4
2003	133.10	273.80	173.60	254.80	119.5	44.00	0.00	14.10	37.10	8.60	33.10	22.4
2004	158.00	57.40	202.00	169.10	78.3	4.00	9.70	12.80	27.30	80.20	74.70	90.0
2005	182.60	126.00	131.50	211.20	56.5	7.00	0.00	0.00	9.00	17.20	38.70	45.2
2006	213.30	238.10	196.50	202.60	91.9	0.00	7.00	0.00	22.00	58.00	88.00	101.3
2007	126.90	101.70	129.40	159.30	74.2	5.00	3.40	0.00	17.40	20.10	45.50	74.82
2008	311.10	190.60	129.50	77.50	4.4	20.30	5.10	21.30	47.40	101.20	36.00	82.5
2009	67.80	104.00	30.00	71.90	27.5	9.70	4.90	12.40	28.40	41.00	152.40	191.2
2010	198.10	122.90	96.00	81.00	33.8	17.50	0.00	4.00	9.90	57.60	53.50	166.8
2011	230.10	239.60	215.70	130.30	18.7	0.00	9.90	6.80	48.70	75.40	82.71	182.5
2012	116.80	270.70	156.20	202.60	37.6	15.80	2.50	5.90	69.40	86.20	142.60	114.9
2013	212.80	190.90	213.40	64.20	18.7	11.30	29.20	26.40	64.70	91.60	82.00	251.1
2014	344.50	209.80	227.80	79.30	28.9	0.00	18.50	40.80	45.40	79.30	67.80	183.1

Fuente : SENAMHI

DATOS DEL SENAMHI

DATOS COMPLETADOS

DATOS HISTORICOS DE PRECIPITACION (mm)

ESTACIÓN : CHILCAYOCC CODIGO : EST-05 LAT : 13°52'57" "S" DPTO : Ayacucho
 PARAMETRO : PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) LONG : 73°43'35" "W" PROV : Sucre
 PERIODO : 1975-2014 ALT : 3410 m.s.n.m DIST : Chilcayocc

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1975	76.20	51.40	83.10	15.70	9.4	0.00	0.00	23.10	15.90	10.00	57.40	133.4
1976	223.70	281.90	49.10	31.30	10.3	17.60	9.30	17.00	142.00	49.34	47.80	48.3
1977	89.50	132.00	92.00	9.60	4.0	6.60	0.00	4.32	23.56	35.67	64.30	54.9
1978	208.90	135.70	35.00	11.40	0.0	0.00	4.00	9.40	11.30	84.50	75.60	65.0
1979	70.80	72.10	39.50	26.38	14.7	0.00	0.00	18.21	35.21	48.34	32.70	47.8
1980	79.20	97.80	86.30	0.00	0.0	9.20	4.20	26.42	28.53	50.60	23.90	25.4
1981	146.50	243.00	88.20	52.80	0.0	0.00	0.00	62.30	112.40	48.56	37.54	95.3
1982	161.30	224.80	199.10	85.10	20.7	14.70	0.00	5.20	29.10	57.60	188.60	27.2
1983	56.90	48.90	25.30	17.60	17.9	0.00	11.40	7.40	26.60	58.92	94.63	48.34
1984	177.70	239.80	155.50	77.90	29.0	13.00	12.80	11.40	14.20	57.70	156.00	84.0
1985	119.53	262.30	147.50	116.40	72.8	9.90	31.30	0.00	148.00	62.80	49.47	57.30
1986	358.30	367.40	347.90	158.40	23.3	43.00	28.30	30.70	110.80	104.00	116.30	204.5
1987	386.40	44.20	28.20	36.20	84.8	75.20	0.00	28.90	90.20	82.80	22.20	113.3
1988	395.40	166.10	236.50	144.10	91.8	0.00	22.00	0.00	139.80	119.70	46.70	243.8
1989	295.60	403.70	337.80	109.20	63.5	34.00	38.10	21.85	59.00	134.70	72.20	87.0
1990	208.80	32.40	24.70	31.00	0.0	49.56	0.00	0.00	0.00	0.00	188.60	251.8
1991	307.70	121.60	128.80	268.20	85.1	54.80	12.60	29.70	104.00	94.20	159.70	50.8
1992	29.30	21.90	25.70	134.94	97.82	38.00	0.00	27.93	87.64	117.62	148.30	119.72
1993	323.90	136.30	375.20	135.40	81.2	49.40	8.50	12.30	117.20	132.60	121.60	123.20
1994	314.80	430.60	304.70	218.60	54.6	37.70	17.10	9.40	22.10	161.20	79.80	128.8
1995	286.50	178.70	218.50	81.40	7.6	37.10	72.90	22.10	22.00	97.20	162.90	150.2
1996	321.80	399.90	393.30	64.00	52.2	3.30	12.00	35.00	21.40	111.70	64.20	165.1
1997	128.70	282.50	64.00	24.30	44.9	0.00	11.20	26.00	53.80	33.40	139.10	147.7
1998	337.00	226.40	219.50	51.80	0.0	8.30	0.00	4.30	5.20	103.90	25.00	82.5
1999	34.40	368.60	396.70	87.40	0.0	0.00	0.40	0.00	153.60	121.00	12.50	92.0
2000	218.00	412.00	276.00	40.00	10.0	17.00	20.00	45.00	50.00	129.54	41.00	123.0
2001	249.00	220.00	225.00	23.00	59.0	15.00	43.00	63.00	28.00	92.00	136.00	75.8
2002	80.00	201.80	158.90	51.60	11.3	2.10	55.90	14.30	39.40	48.20	83.20	91.1
2003	128.10	190.50	189.30	66.60	7.1	1.80	0.00	25.50	16.60	47.20	53.10	191.5
2004	91.80	174.50	109.70	35.80	12.4	17.80	34.90	19.20	20.60	35.30	27.10	128.0
2005	108.60	82.10	95.50	41.50	5.0	0.00	3.50	5.60	51.60	76.90	32.85	190.3
2006	247.70	140.30	180.40	68.00	0.0	6.80	0.00	51.00	0.00	59.10	92.20	114.0
2007	130.20	185.30	196.40	82.10	4.6	0.00	10.40	9.80	33.30	46.60	71.20	182.6
2008	241.30	159.60	107.60	15.00	7.9	0.00	0.00	0.00	5.00	49.00	36.10	36.10
2009	201.81	177.20	165.12	92.09	15.35	3.99	11.34	15.78	10.33	56.50	76.33	155.82
2010	118.88	197.16	150.21	78.32	9.9	0.00	3.50	5.10	24.80	65.27	34.00	171.0
2011	343.10	273.50	147.70	89.20	3.7	2.10	19.10	7.60	53.61	75.19	74.40	114.5
2012	112.00	325.70	171.90	113.10	7.4	3.20	22.20	1.40	42.90	68.90	75.00	265.0
2013	144.70	116.20	173.70	10.10	34.5	18.90	9.60	54.10	14.20	40.70	74.50	137.9
2014	231.00	111.90	113.30	39.00	41.4	0.00	20.80	4.20	69.70	70.80	39.30	100.5

Fuente: SENAMHI

DATOS DEL SENAMHI

DATOS COMPLETADOS

DATOS HISTORICOS DE PRECIPITACION (mm)

ESTACIÓN : ANDAHUAYLAS CODIGO : EST-06 LAT : 13°39'25" "S" DPTO : Apurimac
 PARAMETRO : PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) LONG : 73°22'15" "W" PROV : Andahuaylas
 PERIODO : 1975-2014 (incompleto) ALT : 2933 m.s.n.m DIST : Andahuaylas

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1975	152.00	135.60	116.30	45.00	33.4	4.50	0.00	7.00	67.30	33.20	50.90	122.0
1976	105.70	130.56	134.70	7.40	34.8	4.78	6.70	15.90	76.60	11.50	36.00	85.0
1977	68.30	87.36	127.90	40.50	5.1	0.00	1.00	1.00	30.90	15.80	48.62	57.9
1978	184.90	117.35	74.00	29.82	0.0	0.50	0.00	0.00	24.00	31.44	87.80	46.3
1979	57.73	42.91	57.00	21.00	13.0	0.00	7.00	18.00	27.42	28.56	32.85	38.9
1980	62.00	70.38	113.00	0.00	14.0	0.00	0.00	3.00	41.85	37.00	12.00	35.91
1981	66.29	98.32	88.85	49.04	0.34	4.20	0.00	18.09	29.01	18.94	26.73	100.01
1982	120.64	113.62	92.14	34.96	26.04	5.98	0.00	14.61	41.89	12.72	62.51	22.46
1983	68.15	86.23	98.94	41.27	4.7	7.50	0.00	12.42	39.80	17.43	45.92	126.98
1984	145.66	98.25	101.30	29.89	16.2	4.33	0.00	8.94	20.90	23.43	57.42	87.56
1985					9.7			0.00	15.28			
1986					13.2			0.00	12.65			
1987					9.5			5.78	12.23			
1988					26.0			0.00	17.14			
1989					12.3			0.00	9.80			
1990					32.3			22.50	36.40			
1991					49.2			0.00	16.30			
1992					0.0			45.90	11.07			
1993					39.6			44.00	38.10			
AÑO					18.56			32.56	13.46			
1995	117.20	95.20	169.70	40.60	2.8	8.10	20.70	6.70	8.80	23.80	35.00	62.3
1996	156.10	175.20	104.70	66.80	11.6	0.10	4.50	37.60	24.00	34.60	45.10	53.4
1997	145.32	143.70	110.40	39.50	14.5	2.20	2.80	18.52	33.30	32.90	84.20	53.5
1998	160.10	82.40	79.50	56.40	0.1	6.00	0.50	1.20	3.20	42.40	47.50	67.5
1999	112.60	148.60	133.70	46.00	7.2	3.50	13.50	0.50	84.60	34.60	37.40	85.6
2000	127.30	189.60	128.40	21.50	5.8	23.50	20.00	17.10	21.40	35.11	39.30	83.5
2001	212.70	110.90	153.40	28.30	10.7	10.20	19.50	30.00	30.80	37.00	59.10	98.9
2002	74.00	124.60	125.30	39.60	29.0	3.90	30.90	19.30	40.80	54.30	60.30	100.6
2003	105.00	142.90	148.20	59.50	15.0	12.80	4.30	36.70	50.00	24.70	25.60	97.1
2004	95.80	133.30	70.80	54.50	10.2	11.90	39.40	17.60	38.10	31.70	54.50	113.1
2005	83.80	71.30	112.00	19.00	3.3	0.00	12.30	6.80	26.00	41.93	64.70	96.2
2006	203.50	98.00	138.50	22.20	3.4	7.30	0.00	5.00	27.20	45.50	104.80	68.4
2007	101.90	89.30	135.40	38.80	18.7	0.00	17.80	10.80	9.90	59.40	47.80	156.7
2008	152.10	108.30	82.20	45.10	20.7	9.40	1.00	5.20	16.20	47.80	40.40	85.1
2009	141.10	119.80	85.50	61.60	14.3	0.00	20.50	3.70	5.70	30.10	67.70	91.4
2010	159.50	102.60	75.40	37.50	26.9	0.70	1.20	10.60	26.90	63.90	31.20	103.3
2011	218.80	204.80	113.50	39.00	11.2	6.90	8.60	9.50	41.40	41.80	65.90	93.1
2012	181.00	218.70	180.20	59.20	16.5	11.80	9.64	10.00	37.90	50.70	32.20	122.10
2013	132.75	170.30	98.30	8.90	6.3	23.70	24.20	50.60	26.50	38.90	34.00	114.5
2014	218.50	113.30	120.70	36.40	57.5	0.00	10.20	3.90	54.70	52.10	26.00	90.3

Fuente : SENAMHI

DATOS DEL SENAMHI

DATOS COMPLETADOS

DATOS HISTORICOS DE PRECIPITACION (mm)

ESTACIÓN : HUANCASANCOS CODIGO : EST-07 LAT : 13°55'55" "S" DPTO : Ayacucho
 PARAMETRO : PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) LONG : 74°20'20" "W" PROV : Huancasancos
 PERIODO : 1995-2014 ALT : 3553 m.s.n.m DIST : Sancos

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1975												
1976												
1977												
1978												
1979												
1980												
1981												
1982												
1983												
1984												
1985												
1986												
1987												
1988												
1989												
1990												
1991												
1992												
1993												
1994												
1995	112.25	92.77	83.72	41.24	5.26	4.71	4.24	8.03	8.53	38.14	67.03	76.60
1996	174.10	177.03	140.58	62.69	8.52	5.92	2.83	0.00	10.40	10.50	42.40	110.60
1997	124.00	112.00	93.20	46.00	2.0	0.00	0.00	37.00	23.00	31.00	36.00	68.0
1998	125.00	65.00	115.00	15.00	0.0	13.43	1.00	3.00	2.00	27.00	61.00	83.0
1999	130.42	83.62	120.56	40.00	23.0	0.00	4.00	0.00	12.00	55.00	24.00	102.0
2000	173.00	183.00	155.00	29.00	5.0	1.00	2.00	8.00	6.00	47.00	21.00	144.0
2001	152.00	116.00	139.00	49.00	12.0	0.00	12.00	11.00	19.00	48.00	49.00	28.0
2002	120.54	102.00	88.00	41.00	6.0	10.00	7.24	1.00	19.00	34.00	66.00	110.0
2003	137.00	143.00	107.00	25.00	11.0	0.00	2.00	17.00	1.00	34.00	10.00	148.0
2004	63.00	123.00	110.00	62.00	0.0	8.00	11.00	14.00	20.00	22.00	28.00	144.0
2005	100.00	75.00	137.00	23.00	0.0	0.00	0.00	0.00	42.00	3.00	9.00	153.0
2006	146.00	118.00	114.00	71.00	0.0	4.00	0.00	7.00	15.00	31.00	40.00	125.0
2007	108.00	118.00	192.00	76.00	10.0	3.00	0.00	0.00	12.00	33.00	10.00	115.0
2008	239.00	138.00	64.00	12.00	2.0	5.00	1.00	3.00	7.00	40.00	15.21	115.60
2009	145.34	153.09	160.61	99.66	23.7	5.92	2.68	2.91	13.45	33.70	26.72	129.30
2010	138.35	173.70	138.74	83.46	9.4	4.61	1.51	6.43	18.30	23.57	12.03	132.49
2011	153.40	171.50	163.30	93.10	6.5	2.60	8.60	0.80	27.90	4.50	32.50	137.1
2012	127.70	229.90	171.00	133.70	0.0	0.60	2.50	0.00	18.30	28.10	30.40	144.3
2013	110.33	169.70	124.90	3.60	37.1	11.70	4.00	13.00	30.70	27.60	35.00	117.5
2014	181.70	60.60	122.50	54.90	2.7	5.80	4.80	13.90	32.60	72.10	22.20	102.6

Fuente : SENAMHI

DATOS DEL SENAMHI

DATOS COMPLETADOS

DATOS HISTORICOS DE PRECIPITACION (mm)

ESTACIÓN : PAUCARAY CODIGO : EST-08 LAT : 14°02'37" "S" DPTO : Ayacucho
 PARAMETRO : PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) LONG : 73°38'18" "W" PROV : Sucre
 PERIODO : 1975-1984, 1995-2014 ALT : 3106 m.s.n.m DIST : Paucaray

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1975	334.30	313.30	185.72	140.90	16.6	0.00	0.00	67.34	47.16	17.34	21.84	43.1
1976	348.40	234.20	193.56	270.60	23.9	0.00	0.00	83.80	23.64	13.10	55.10	54.9
1977	274.30	247.89	152.39	185.65	0.0	0.00	0.00	48.94	48.36	10.00	41.88	141.1
1978	227.70	377.30	126.50	235.30	0.0	0.00	0.00	70.45	18.48	53.80	77.64	70.2
1979	191.70	336.40	106.50	247.30	0.0	0.00	0.00	80.31	66.24	20.76	20.64	146.7
1980	179.80	249.50	99.89	63.80	0.0	0.00	0.00	62.50	25.32	17.32	68.60	60.0
1981	63.80	260.30	135.44	236.70	5.2	0.00	0.00	62.34	9.00	29.40	38.28	86.0
1982	247.08	269.76	217.43	231.21	26.59	0.00	0.00	42.70	25.56	6.96	64.32	90.99
1983	127.33	130.26	130.26	136.62	49.5	0.00	0.00	34.65	22.44	41.04	54.23	77.5
1984	204.16	324.32	118.43	150.23	44.0	0.00	0.00	22.77	49.44	0.00	0.00	85.6
1985												
1986												
1987												
1988												
1989												
1990												
1991												
1992												
1993												
1994												
1995	121.10	91.60	137.10	46.60	0.0	0.00	0.00	6.70	39.30	21.50	80.70	61.7
1996	216.90	156.39	172.50	58.00	7.4	8.56	0.00	8.10	19.70	19.00	32.60	85.3
1997	172.60	96.72	165.54	55.30	0.0	0.00	4.80	41.50	40.30	20.90	72.70	167.0
1998	199.70	93.80	183.20	44.90	0.0	10.20	0.00	0.00	15.40	34.60	37.80	111.7
1999	70.00	199.20	149.30	86.60	19.0	12.90	9.90	0.00	55.20	55.50	26.70	144.0
2000	186.90	102.50	235.80	34.90	5.0	16.80	32.80	45.50	21.10	102.40	32.80	124.2
2001	219.80	141.10	184.20	100.20	27.9	2.00	11.80	51.30	7.50	21.60	19.80	33.6
2002	81.30	177.50	151.90	46.30	5.7	9.90	4.70	16.10	21.30	26.00	69.80	75.1
2003	120.00	143.60	158.30	53.10	6.6	0.00	2.80	27.70	18.70	63.50	44.80	134.5
2004	85.00	193.20	117.60	27.10	2.6	6.71	25.90	16.40	41.20	26.50	23.30	88.4
2005	106.90	139.10	127.30	62.20	13.6	0.00	8.90	12.02	51.80	24.87	8.50	152.4
2006	212.20	147.50	115.80	71.90	0.0	6.40	0.00	27.90	6.90	52.10	91.73	126.1
2007	115.90	121.70	232.00	57.50	4.7	0.00	1.50	2.60	18.80	40.00	72.60	144.0
2008	190.80	157.80	97.10	34.00	0.0	4.10	0.00	0.40	7.80	44.60	18.20	64.5
2009	178.90	197.90	143.00	49.50	4.3	0.00	16.60	6.60	18.80	61.50	95.80	45.7
2010	95.60	143.60	140.50	59.59	8.8	5.19	10.79	6.90	32.70	17.30	34.90	98.6
2011	145.80	198.90	148.70	69.50	13.0	2.50	24.70	12.70	21.90	6.10	64.70	71.4
2012	92.60	225.70	124.10	91.10	0.2	18.90	3.30	1.40	1.50	24.50	17.20	170.8
2013	137.40	116.20	96.50	19.10	27.4	8.90	0.20	9.70	0.80	5.80	31.90	116.3
2014	140.60	111.90	122.20	46.60	12.9	0.00	7.90	18.50	40.20	34.20	4.70	92.6

Fuente : SENAMHI

DATOS DEL SENAMHI

DATOS COMPLETADOS

DATOS HISTORICOS DE PRECIPITACION (mm)

ESTACIÓN : PAMPAS CODIGO : EST-09 LAT : 13°26'12.2" "S" DPTO : Apurimac
 PARAMETRO : PRECIPITACIÓN MENSUAL (mm) LONG : 73°49'29" "W" PROV : Chincheros
 PERIODO : 1975-1984, 2005-2014 ALT : 2032 m.s.n.m DIST : Huaccana

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1975	53.90	63.50	127.90	26.73	10.2	3.90	0.00	4.30	6.10	6.70	18.00	84.4
1976	97.30	180.20	54.50	5.90	4.7	4.86	6.00	10.20	56.10	5.75	13.62	50.9
1977	35.70	57.30	79.00	2.70	0.0	0.00	9.60	0.00	21.00	14.50	100.00	57.6
1978	46.40	77.90	67.40	5.70	4.2	0.00	0.00	1.30	12.60	37.80	13.50	21.6
1979	45.30	71.60	41.00	15.10	5.7	2.00	2.70	2.00	6.83	17.13	27.21	73.5
1980	34.70	50.80	60.80	13.20	0.00	0.00	0.00	0.70	1.80	36.00	25.45	98.0
1981	14.34	154.95	52.25	15.60	0.34	0.00	6.05	5.40	7.67	13.96	58.11	105.2
1982	18.08	139.51	46.34	13.76	7.64	3.58	3.90	3.86	16.80	9.25	55.16	85.3
1983	46.20	20.88	65.90	13.29	3.4	2.69	1.24	8.52	15.07	21.53	37.20	54.0
1984	28.40	151.44	83.36	13.70	4.2	1.67	1.65	3.65	6.83	16.32	98.48	48.3
1985												
1986												
1987												
1988												
1989												
1990												
1991												
1992												
1993												
1994												
1995												
1996												
1997												
1998												
1999												
2000												
2001												
2002												
2003												
2004												
2005	54.20	65.80	115.40	17.30	0.0	0.00	2.70	0.00	20.55	87.78	59.60	144.36
2006	122.30	65.80	114.40	24.40	0.0	0.70	0.00	9.00	8.20	23.40	54.20	100.2
2007	93.20	68.40	123.40	46.00	0.0	0.00	1.48	0.00	7.53	22.98	89.20	150.2
2008	148.09	72.60	73.00	21.40	0.0	0.00	0.00	0.00	9.00	2.00	54.81	56.0
2009	120.40	129.00	72.00	44.15	11.0	0.00	3.21	3.75	8.29	27.08	59.69	120.61
2010	161.81	87.55	64.15	30.45	9.0	0.00	5.61	7.32	28.40	36.00	35.40	62.0
2011	142.43	161.32	51.20	0.00	5.0	0.00	0.00	8.10	12.10	89.94	87.00	104.2
2012	124.80	187.40	145.40	51.50	0.0	0.00	0.00	7.00	14.00	62.80	34.00	160.9
2013	124.80	136.42	104.40	15.80	11.4	0.00	5.40	17.00	12.40	36.00	24.60	123.0
2014	110.00	118.00	105.21	49.30	14.0	2.00	8.00	8.00	30.00	38.40	93.40	66.0

Fuente : SENAMHI

■ DATOS DEL SENAMHI

■ DATOS COMPLETADOS

DATOS HISTORICOS DE PRECIPITACION (mm)

ESTACIÓN : LOS LIBERTADORES CODIGO : EST-10 LAT : 13°20'01" "S" DPTO : Huancavelica
 PARAMETRO : PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) LONG : 74°58'01" "W" PROV : Huaytara
 PERIODO : 1975-1994 ALT : 4024 m.s.n.m DIST : Pilpichaca

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1975	181.90	193.70	190.40	85.03	40.9	3.80	0.00	15.80	36.70	43.50	82.10	203.8
1976	235.60	203.20	234.00	68.40	9.9	2.30	20.80	25.90	48.90	4.80	92.40	113.8
1977	72.10	196.70	110.50	91.20	3.9	0.00	1.10	0.00	41.80	17.80	196.60	104.5
1978	201.20	123.60	105.20	48.50	4.7	9.70	3.60	13.70	29.70	53.91	137.40	104.1
1979	77.00	228.90	152.30	38.30	0.0	0.00	1.40	7.40	7.60	18.60	63.10	48.3
1980	135.40	128.40	144.80	91.20	0.0	2.90	17.40	28.70	66.10	91.70	51.60	70.4
1981	111.50	276.80	91.40	100.00	1.3	0.00	0.00	28.20	11.30	54.20	75.20	165.7
1982	180.40	203.80	126.90	106.60	11.4	0.00	0.00	21.50	24.50	90.70	113.10	50.4
1983	103.00	77.50	121.30	124.00	24.3	8.60	2.00	0.40	46.60	46.90	21.20	250.4
1984	217.30	325.30	236.70	107.10	21.2	6.50	2.70	14.70	13.90	117.00	162.50	147.2
1985	115.40	178.50	117.40	107.33	39.3	4.90	9.50	6.60	43.60	46.20	52.80	176.0
1986	344.00	322.60	217.20	110.62	0.0	0.00	12.40	22.40	26.30	15.40	47.00	138.5
1987	281.43	103.23	118.60	86.93	0.0	0.00	19.00	9.70	4.20	32.30	40.80	34.4
1988	288.90	162.30	159.50	120.75	48.1	0.00	0.00	0.00	13.60	37.10	14.10	123.4
1989	213.00	153.30	221.50	105.73	14.1	3.40	3.70	19.30	23.30	132.90	22.30	48.6
1990	168.80	69.30	112.20	55.08	40.5	6.25	0.00	0.00	26.60	54.30	104.90	111.8
1991	120.50	155.70	212.10	97.90	49.5	5.20	0.00	0.00	35.30	47.07	46.22	54.27
1992	97.95	181.04	177.77	79.57	13.7	7.78	3.92	7.34	29.60	57.49	54.25	89.64
1993	189.30	125.12	145.80	87.37	19.1	7.12	2.16	11.99	22.97	105.57	77.54	105.90
1994	111.79	109.32	135.79	43.00	23.6	6.44	8.48	4.80	18.65	46.52	82.55	115.09
1995												
1996												
1997												
1998												
1999												
2000												
2001												
2002												
2003												
2004												
2005												
2006												
2007												
2008												
2009												
2010												
2011												
2012												
2013												
2014												

Fuente : SENAMHI



DATOS DEL SENAMHI



DATOS COMPLETADOS

DATOS HISTORICOS DE PRECIPITACION (mm)

ESTACIÓN : PAICO CODIGO : EST-11 LAT : 14°2'1" "S" DPTO : Ayacucho
 PARAMETRO : PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm) LONG : 73°40'1" "W" PROV : Sucre
 PERIODO : 1975-1994 ALT : 3589 m.s.n.m DIST : Paico

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1975	145.00	271.00	246.30	94.10	51.00	46.90	56.90	58.60	62.70	75.10	106.20	211.40
1976	227.10	261.00	228.80	105.80	60.20	52.40	56.50	51.40	79.53	84.10	88.70	229.00
1977	135.10	151.80	187.50	94.40	56.40	44.10	83.80	23.10	53.80	95.60	174.30	115.60
1978	245.80	198.00	132.30	84.70	42.70	35.40	32.60	15.90	68.60	89.40	122.50	95.80
1979	197.80	234.20	254.30	170.00	74.30	73.80	43.60	98.50	71.40	51.70	100.50	70.60
1980	157.70	170.60	251.90	56.70	57.70	57.40	51.80	80.20	107.00	58.72	78.70	89.60
1981	259.30	123.53	121.50	113.20	30.10	48.90	39.80	71.30	47.40	56.40	228.50	179.60
1982	247.60	168.40	216.20	127.20	76.10	61.10	67.70	99.40	107.20	32.69	226.00	142.60
1983	62.70	62.50	91.70	59.10	28.70	9.30	12.00	29.10	97.50	70.10	56.20	44.50
1984	161.40	209.83	181.90	68.90	22.50	27.00	11.60	19.80	9.80	53.20	186.40	109.30
1985	42.70	235.36	233.53	27.20	15.60	13.81	14.20	25.60	54.70	13.60	35.20	18.80
1986	282.60	216.25	268.32	110.80	34.90	35.77	14.40	38.10	45.50	23.40	56.00	125.10
1987	198.43	147.40	120.42	20.76	44.42	24.81	12.06	30.84	49.50	29.50	40.75	17.15
1988	205.40	158.16	171.90	40.60	12.20	53.33	5.50	14.90	36.30	35.80	13.40	142.70
1989	329.20	194.05	229.49	76.20	39.30	39.45	10.70	53.30	24.40	66.70	41.70	34.85
1990	109.80	144.87	139.94	36.10	36.30	35.86	3.90	13.00	43.80	67.70	72.90	29.70
1991	76.89	155.32	230.75	76.36	46.32	30.95	10.11	24.22	47.71	34.70	40.39	58.43
1992	18.00	147.87	134.06	11.90	41.34	38.16	11.02	35.92	50.99	43.00	44.63	70.37
1993	118.37	177.23	216.00	100.56	44.89	33.16	8.10	40.26	19.06	81.31	56.95	47.64
1994	121.30	196.34	223.44	66.06	41.34	37.93	12.06	32.46	52.18	34.26	44.38	57.32
1995												
1996												
1997												
1998												
1999												
2000												
2001												
2002												
2003												
2004												
2005												
2006												
2007												
2008												
2009												
2010												
2011												
2012												
2013												
2014												

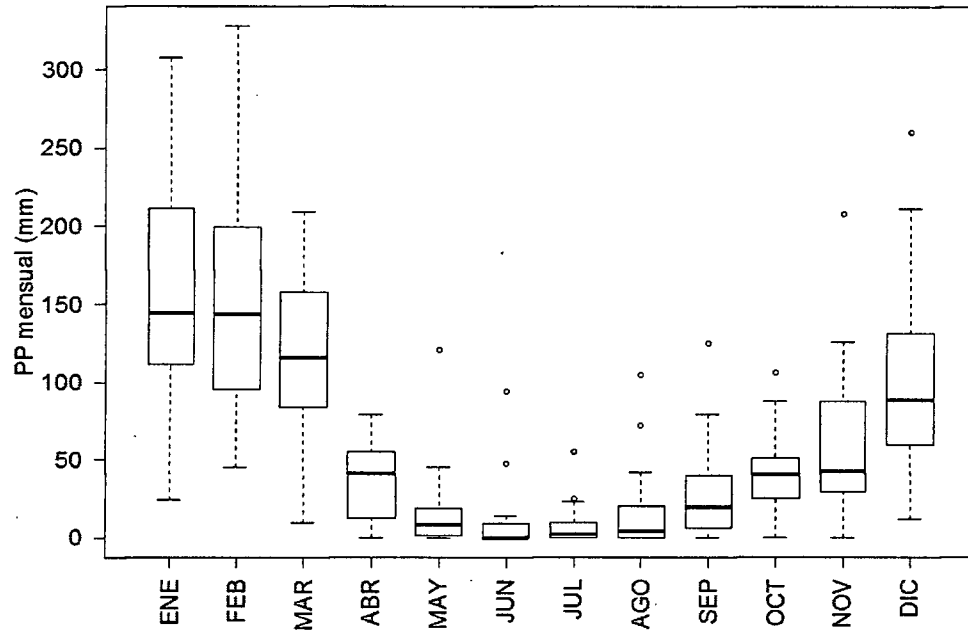
Fuente : SENAMHI

DATOS DEL SENAMHI

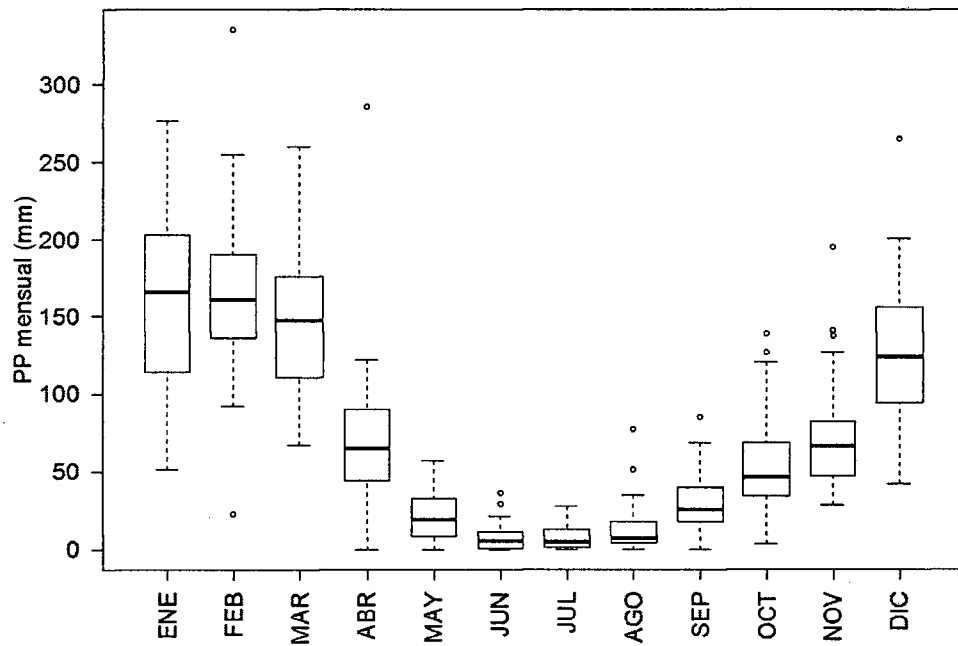
DATOS COMPLETADOS

GRAFICA DE BOX-PLOT MENSUAL POR ESTACIONES ANALIZADAS

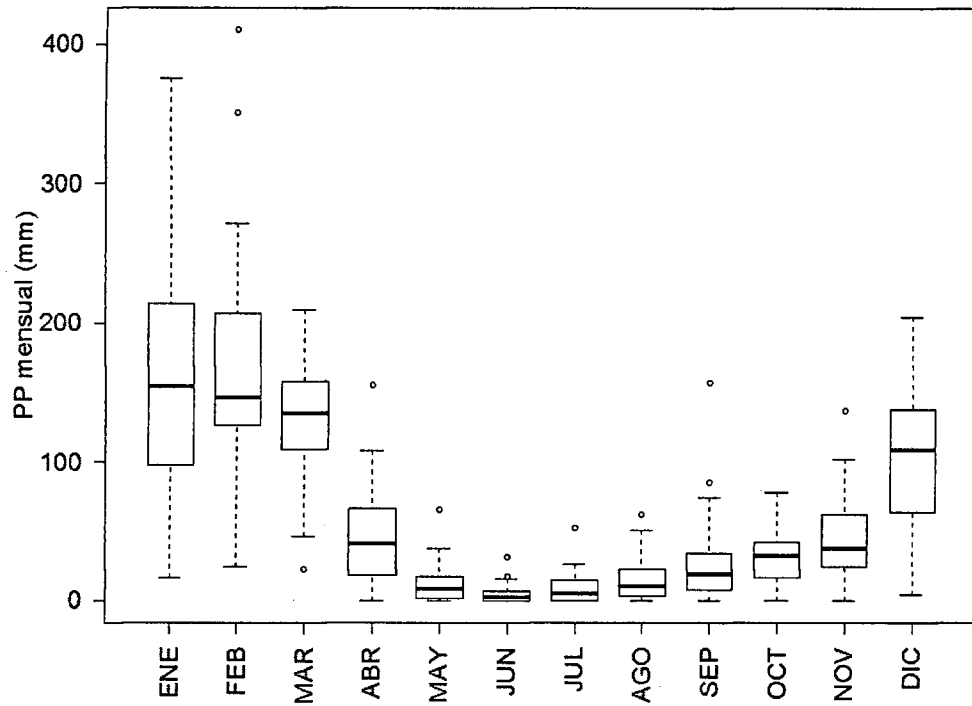
Est - 01 Vilcas Huamán



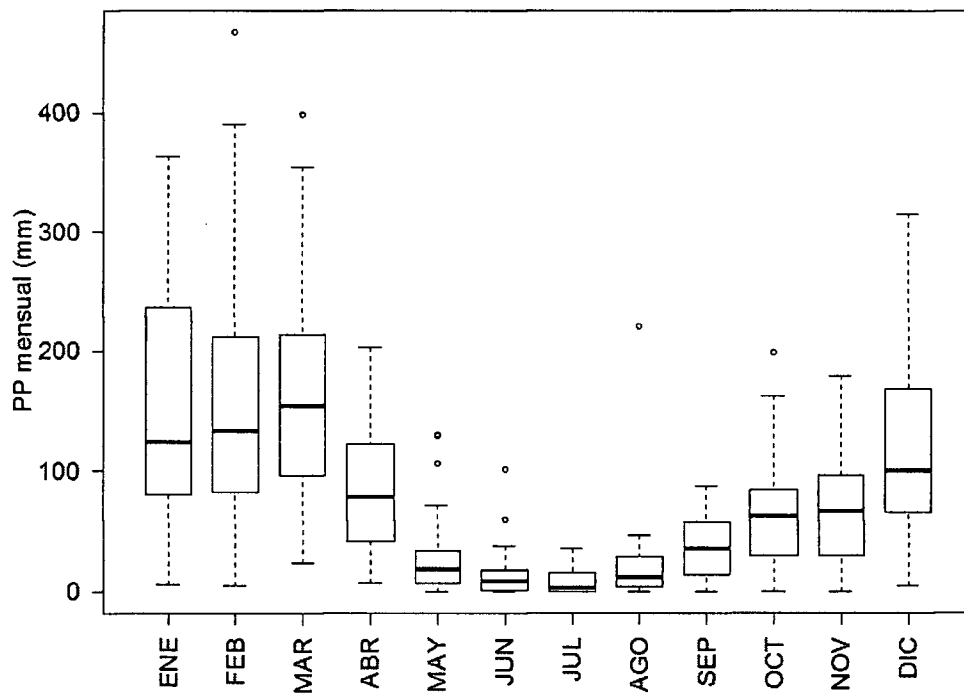
Est - 02 Túnel Cero

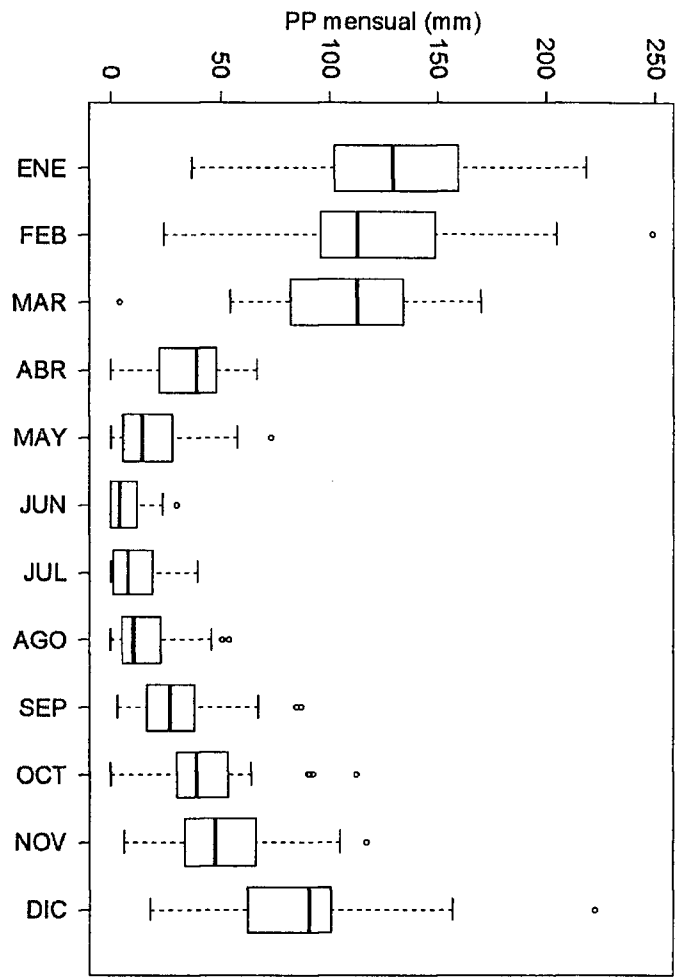


Est - 03 Huancapi

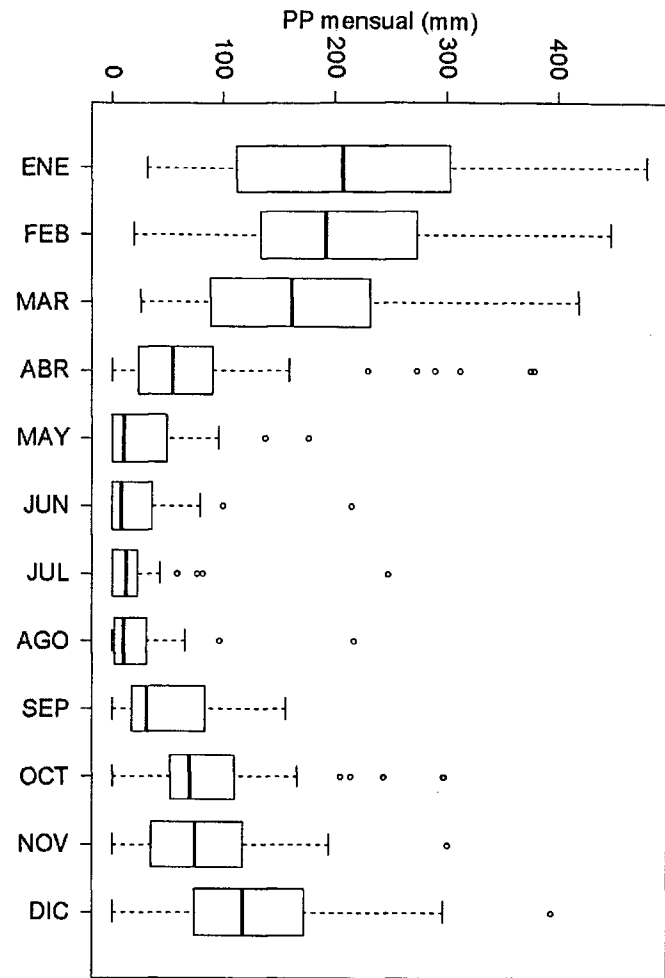


Est - 04 Choclococha



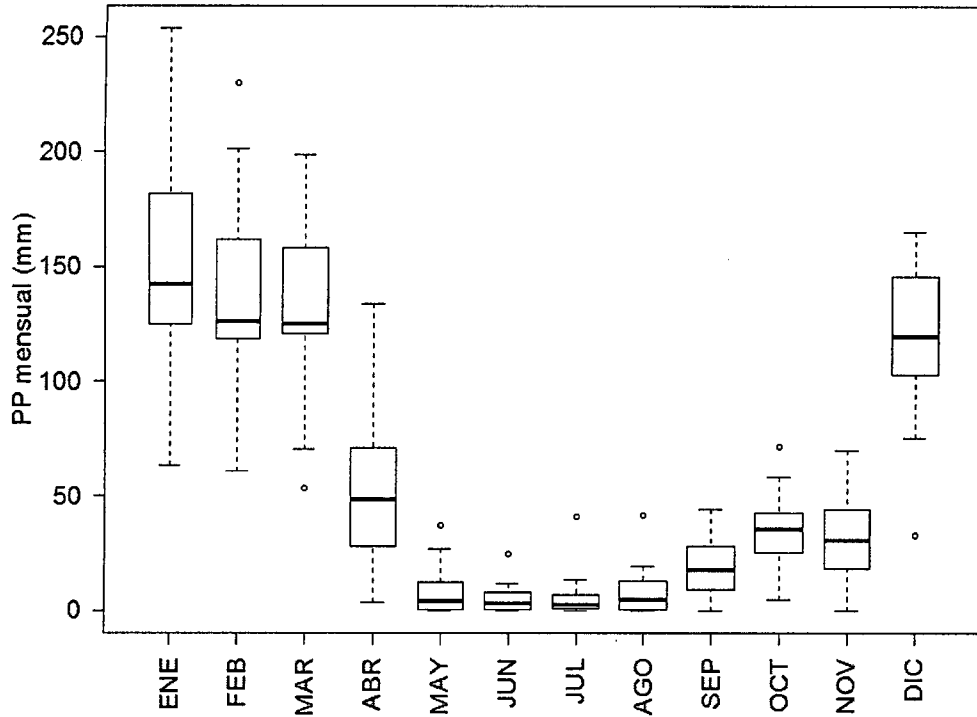


Est - 06 Andahuaylas

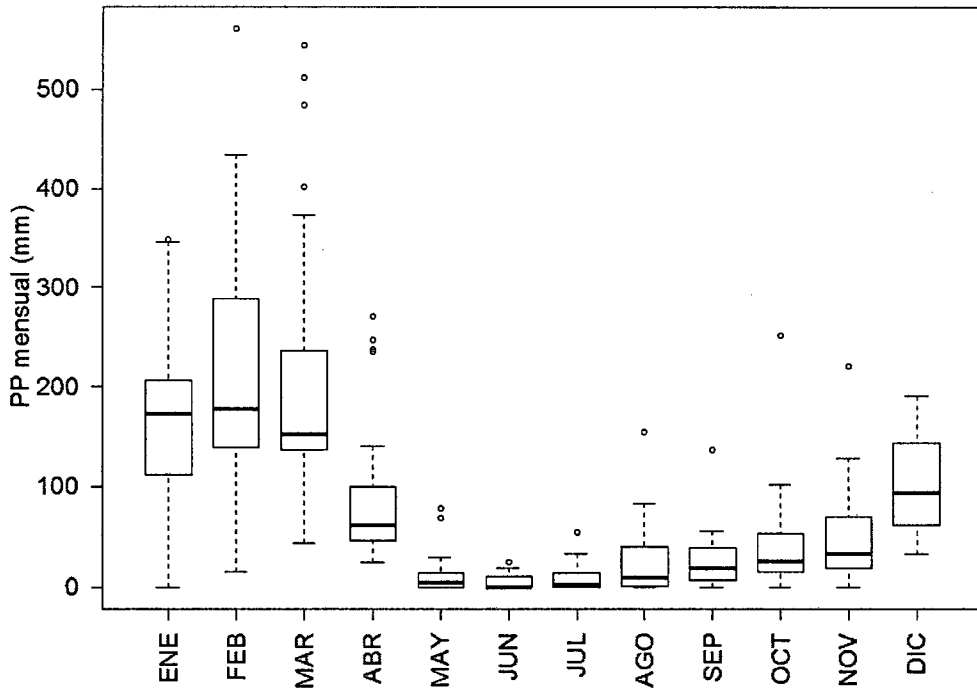


Est - 05 Chicayoc

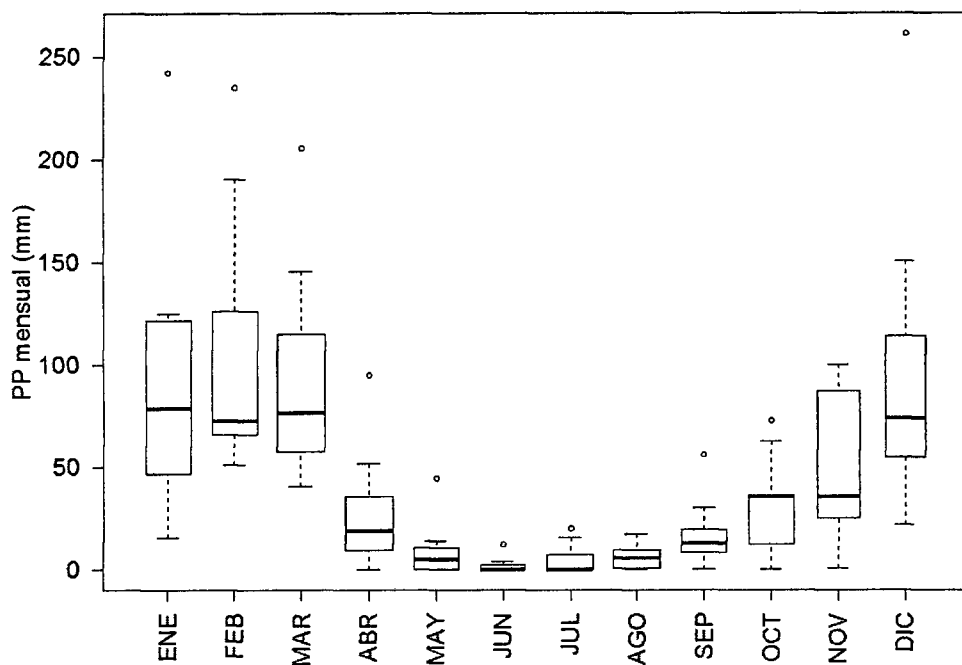
Est - 07 Huancasancos



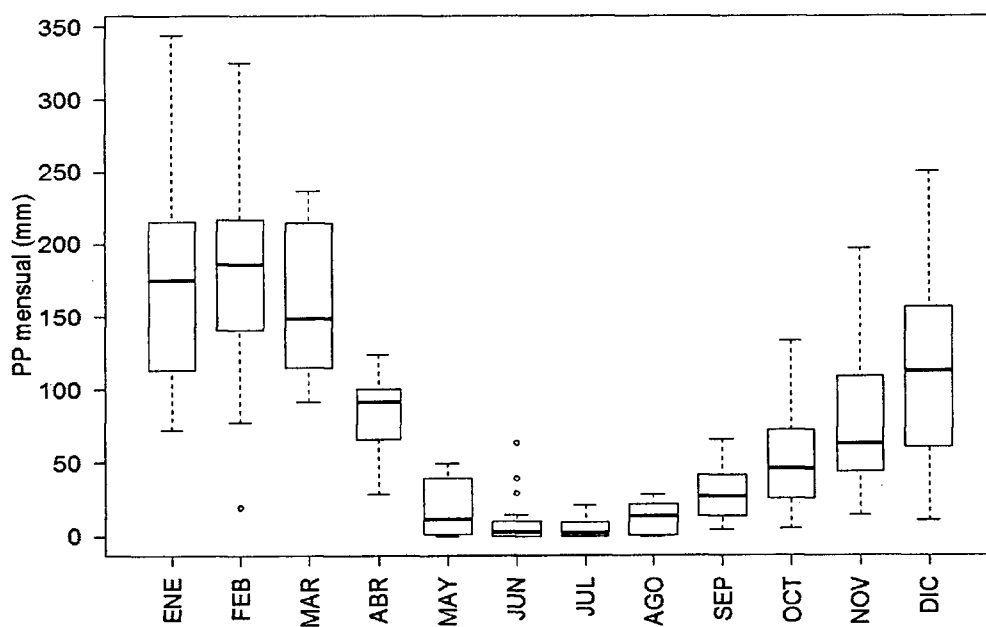
Est - 08 Paucaray



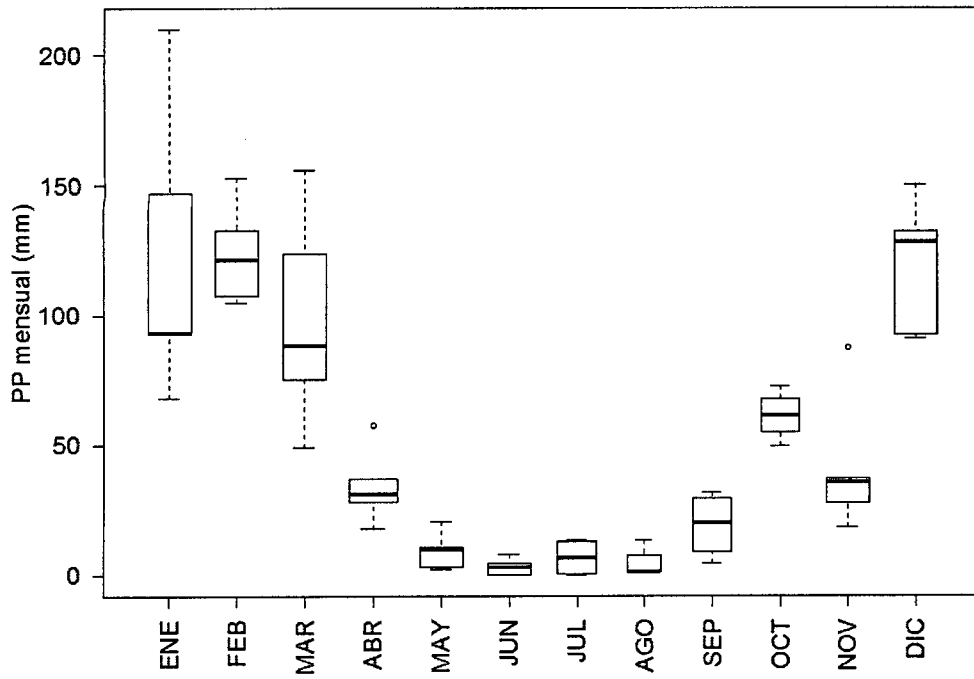
Est - 09 Pampas



Est - 10 Los Libertadores



Est - 11 Paico



CUADRO DE ANALISIS ESTADISTICO DESCRIPTIVO

ENERO

ANALISIS ESTADISTICO DESCRIPTIVO: DECADA 1975 -1984							
Codigo	Estacion	Altura (msnm)	Ubicación	Mínimo	Máximo	Media	Desviacion Estandar
EST-01	Vilcas Huamán	3394	Ayacucho	24.00	283.50	153.20	71.57
EST-02	Túnel Cero	4475	Huancavelica	60.80	208.80	126.53	45.79
EST-03	Huancapi	3120	Ayacucho	16.50	214.70	89.74	58.14
EST-04	Choclococha	4350	Huancavelica	37.61	182.60	86.07	44.13
EST-05	Chilcayocc	3410	Ayacucho	56.90	223.70	129.07	61.90
EST-06	Andahuaylas	2933	Apurímac	57.73	184.90	103.14	45.64
EST-08	Paucaray	3106	Ayacucho	63.80	348.40	219.86	87.53
EST-09	Pampas	2032	Ayacucho	14.34	97.30	42.03	23.24

ANALISIS ESTADISTICO DESCRIPTIVO: DECADA 1975 -1984							
Codigo	Estacion	Altura (msnm)	Ubicación	Mínimo	Máximo	Media	Desviacion Estandar
EST-01	Vilcas Huamán	3394	Ayacucho	101.40	259.10	181.90	54.35
EST-02	Túnel Cero	4475	Huancavelica	93.50	214.90	163.05	42.54
EST-03	Huancapi	3120	Ayacucho	50.70	375.20	189.53	91.55
EST-04	Choclococha	4350	Huancavelica	67.80	344.50	200.40	84.67
EST-05	Chilcayocc	3410	Ayacucho	108.60	343.10	187.93	77.87
EST-06	Andahuaylas	2933	Apurímac	83.80	218.80	159.30	46.61
EST-08	Paucaray	3106	Ayacucho	92.60	212.20	141.67	41.12
EST-09	Pampas	2032	Ayacucho	54.20	161.81	120.20	30.26

FEBRERO

ANALISIS ESTADISTICO DESCRIPTIVO: DECADA 1975 -1984							
Codigo	Estacion	Altura (msnm)	Ubicación	Mínimo	Máximo	Media	Desviacion Estandar
EST-01	Vilcas Huamán	3394	Ayacucho	42.700	328.000	184.228	91.191
EST-02	Túnel Cero	4475	Huancavelica	83.400	228.400	152.200	42.046
EST-03	Huancapi	3120	Ayacucho	44.700	206.500	118.263	54.631
EST-04	Choclococha	4350	Huancavelica	15.900	156.500	76.950	47.213
EST-05	Chilcayocc	3410	Ayacucho	48.900	281.900	152.740	87.493
EST-06	Andahuaylas	2933	Apurímac	42.910	135.600	98.058	28.170
EST-08	Paucaray	3106	Ayacucho	130.264	377.300	274.323	68.615
EST-09	Pampas	2032	Ayacucho	20.875	180.200	96.808	54.456

ANALISIS ESTADISTICO DESCRIPTIVO: DECADA 1975 -1984							
Codigo	Estacion	Altura (msnm)	Ubicación	Mínimo	Máximo	Media	Desviacion Estandar
EST-01	Vilcas Huamán	3394	Ayacucho	79.500	322.100	172.806	75.991
EST-02	Túnel Cero	4475	Huancavelica	104.300	209.100	150.150	35.211
EST-03	Huancapi	3120	Ayacucho	69.900	271.300	164.530	58.769
EST-04	Choclococha	4350	Huancavelica	101.700	270.700	179.430	61.782
EST-05	Chilcayocc	3410	Ayacucho	82.100	325.700	176.896	74.899
EST-06	Andahuaylas	2933	Apurímac	71.300	218.700	129.640	50.350
EST-08	Paucaray	3106	Ayacucho	111.900	225.700	156.030	38.979
EST-09	Pampas	2032	Ayacucho	65.800	187.400	109.229	43.821

MARZO

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO: DECADA 1975 -1984							
Código	Estacion	Altura (msnm)	Ubicación	Mínimo	Máximo	Media	Desviacion Estandar
EST-01	Vilcas Huamán	3394	Ayacucho	48.000	218.634	133.672	59.854
EST-02	Túnel Cero	4475	Huancavelica	62.500	151.000	113.178	29.279
EST-03	Huancapi	3120	Ayacucho	22.400	207.500	106.325	57.278
EST-04	Choclococha	4350	Huancavelica	34.700	144.100	81.193	37.166
EST-05	Chilcayocc	3410	Ayacucho	25.300	199.100	85.310	55.253
EST-06	Andahuaylas	2933	Apurímac	57.000	134.700	100.412	23.873
EST-08	Paucaray	3106	Ayacucho	99.889	217.430	146.612	39.672
EST-09	Pampas	2032	Ayacucho	41.000	127.900	67.844	25.011

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO: DECADA 1975 -1984							
Código	Estacion	Altura (msnm)	Ubicación	Mínimo	Máximo	Media	Desviacion Estandar
EST-01	Vilcas Huamán	3394	Ayacucho	66.400	186.500	139.060	38.616
EST-02	Túnel Cero	4475	Huancavelica	98.000	254.400	153.670	50.518
EST-03	Huancapi	3120	Ayacucho	95.900	194.500	139.620	32.418
EST-04	Choclococha	4350	Huancavelica	30.000	227.800	152.600	62.383
EST-05	Chilcayocc	3410	Ayacucho	95.500	196.400	150.183	34.103
EST-06	Andahuaylas	2933	Apurímac	75.400	180.200	114.170	31.710
EST-08	Paucaray	3106	Ayacucho	96.500	232.000	134.720	38.470
EST-09	Pampas	2032	Ayacucho	51.200	145.400	96.855	30.149

ABRIL

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO: DECADA 1975 -1984							
Código	Estacion	Altura (msnm)	Ubicación	Mínimo	Máximo	Media	Desviacion Estandar
EST-01	Vilcas Huamán	3394	Ayacucho	0.000	64.000	23.566	27.162
EST-02	Túnel Cero	4475	Huancavelica	35.500	103.700	56.600	23.079
EST-03	Huancapi	3120	Ayacucho	0.000	41.500	15.642	14.697
EST-04	Choclococha	4350	Huancavelica	22.100	114.600	44.790	28.138
EST-05	Chilcayocc	3410	Ayacucho	0.000	85.100	32.778	29.455
EST-06	Andahuaylas	2933	Apurímac	0.000	49.039	29.888	16.128
EST-08	Paucaray	3106	Ayacucho	63.800	270.600	189.831	65.402
EST-09	Pampas	2032	Ayacucho	2.700	26.730	12.569	6.740

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO: DECADA 1975 -1984							
Código	Estacion	Altura (msnm)	Ubicación	Mínimo	Máximo	Media	Desviacion Estandar
EST-01	Vilcas Huamán	3394	Ayacucho	10.200	64.300	39.970	19.911
EST-02	Túnel Cero	4475	Huancavelica	30.700	145.500	69.594	37.037
EST-03	Huancapi	3120	Ayacucho	8.900	155.200	64.950	44.509
EST-04	Choclococha	4350	Huancavelica	64.200	211.200	127.990	60.906
EST-05	Chilcayocc	3410	Ayacucho	10.100	113.100	62.840	34.653
EST-06	Andahuaylas	2933	Apurímac	8.900	61.600	36.770	16.679
EST-08	Paucaray	3106	Ayacucho	19.100	91.100	56.099	20.267
EST-09	Pampas	2032	Ayacucho	0.000	51.500	30.030	17.190

SEPTIEMBRE

ANALISIS ESTADISTICO DESCRIPTIVO: DECADA 1975 -1984							
Codigo	Estacion	Altura (msnm)	Ubicación	Mínimo	Máximo	Media	Desviacion Estandar
EST-01	Vilcas Huamán	3394	Ayacucho	0.000	85.200	36.606	29.667
EST-02	Túnel Cero	4475	Huancavelica	15.000	76.900	39.327	20.013
EST-03	Huancapi	3120	Ayacucho	0.000	156.900	29.316	46.448
EST-04	Choclococha	4350	Huancavelica	8.800	47.100	25.502	10.696
EST-05	Chilcayocc	3410	Ayacucho	11.300	142.000	43.880	45.078
EST-06	Andahuaylas	2933	Apurímac	20.905	76.600	39.968	18.482
EST-08	Paucaray	3106	Ayacucho	9.000	66.240	33.564	17.978
EST-09	Pampas	2032	Ayacucho	1.800	56.100	15.080	15.545

ANALISIS ESTADISTICO DESCRIPTIVO: DECADA 2005 -2014							
Codigo	Estacion	Altura (msnm)	Ubicación	Mínimo	Máximo	Media	Desviacion Estandar
EST-01	Vilcas Huamán	3394	Ayacucho	5.600	60.300	28.450	19.448
EST-02	Túnel Cero	4475	Huancavelica	0.300	41.000	19.832	12.855
EST-03	Huancapi	3120	Ayacucho	0.000	85.200	30.790	31.033
EST-04	Choclococha	4350	Huancavelica	9.000	69.400	36.230	21.930
EST-05	Chilcayocc	3410	Ayacucho	0.000	69.700	30.544	23.483
EST-06	Andahuaylas	2933	Apurímac	5.700	54.700	27.240	14.746
EST-08	Paucaray	3106	Ayacucho	0.800	51.800	20.120	17.056
EST-09	Pampas	2032	Ayacucho	7.530	30.000	15.047	8.396

OCTUBRE

ANALISIS ESTADISTICO DESCRIPTIVO: DECADA 1975 -1984							
Codigo	Estacion	Altura (msnm)	Ubicación	Mínimo	Máximo	Media	Desviacion Estandar
EST-01	Vilcas Huamán	3394	Ayacucho	14.860	82.000	47.829	28.402
EST-02	Túnel Cero	4475	Huancavelica	3.400	113.600	56.100	32.801
EST-03	Huancapi	3120	Ayacucho	0.000	33.713	13.968	9.620
EST-04	Choclococha	4350	Huancavelica	11.000	64.600	27.185	15.324
EST-05	Chilcayocc	3410	Ayacucho	10.000	84.500	50.123	18.849
EST-06	Andahuaylas	2933	Apurímac	11.500	37.000	23.002	9.066
EST-08	Paucaray	3106	Ayacucho	0.000	53.800	20.972	16.318
EST-09	Pampas	2032	Ayacucho	5.750	37.800	17.895	11.130

ANALISIS ESTADISTICO DESCRIPTIVO: DECADA 2005 -2014							
Codigo	Estacion	Altura (msnm)	Ubicación	Mínimo	Máximo	Media	Desviacion Estandar
EST-01	Vilcas Huamán	3394	Ayacucho	21.500	59.000	37.980	11.251
EST-02	Túnel Cero	4475	Huancavelica	13.600	68.400	45.275	17.829
EST-03	Huancapi	3120	Ayacucho	18.700	50.600	36.650	8.407
EST-04	Choclococha	4350	Huancavelica	17.200	101.200	62.760	29.270
EST-05	Chilcayocc	3410	Ayacucho	40.700	76.900	60.897	12.553
EST-06	Andahuaylas	2933	Apurímac	30.100	63.900	47.213	9.919
EST-08	Paucaray	3106	Ayacucho	5.800	61.500	31.097	18.780
EST-09	Pampas	2032	Ayacucho	2.000	89.936	42.639	28.747

NOVIEMBRE

ANALISIS ESTADISTICO DESCRIPTIVO: DECADA 1975 -1984							
Codigo	Estacion	Altura (msnm)	Ubicación	Mínimo	Máximo	Media	Desviacion Estandar
EST-01	Vilcas Huamán	3394	Ayacucho	27.300	114.500	56.328	31.753
EST-02	Túnel Cero	4475	Huancavelica	27.100	140.000	83.500	38.886
EST-03	Huancapi	3120	Ayacucho	11.400	67.200	38.863	19.577
EST-04	Choclococha	4350	Huancavelica	24.800	92.100	53.283	24.076
EST-05	Chilcayocc	3410	Ayacucho	23.900	188.600	77.847	54.506
EST-06	Andahuaylas	2933	Apurímac	12.000	87.800	46.075	21.032
EST-08	Paucaray	3106	Ayacucho	0.000	77.640	44.253	24.465
EST-09	Pampas	2032	Ayacucho	13.500	100.000	44.673	32.701

ANALISIS ESTADISTICO DESCRIPTIVO: DECADA 2005 -2014							
Codigo	Estacion	Altura (msnm)	Ubicación	Mínimo	Máximo	Media	Desviacion Estandar
EST-01	Vilcas Huamán	3394	Ayacucho	26.100	123.800	56.850	36.003
EST-02	Túnel Cero	4475	Huancavelica	29.300	99.900	53.932	20.602
EST-03	Huancapi	3120	Ayacucho	21.500	78.000	43.156	20.224
EST-04	Choclococha	4350	Huancavelica	36.000	152.400	78.921	40.698
EST-05	Chilcayocc	3410	Ayacucho	32.850	92.200	60.588	22.313
EST-06	Andahuaylas	2933	Apurímac	26.000	104.800	51.470	24.411
EST-08	Paucaray	3106	Ayacucho	4.700	95.800	44.023	34.361
EST-09	Pampas	2032	Ayacucho	24.600	93.400	59.190	24.234

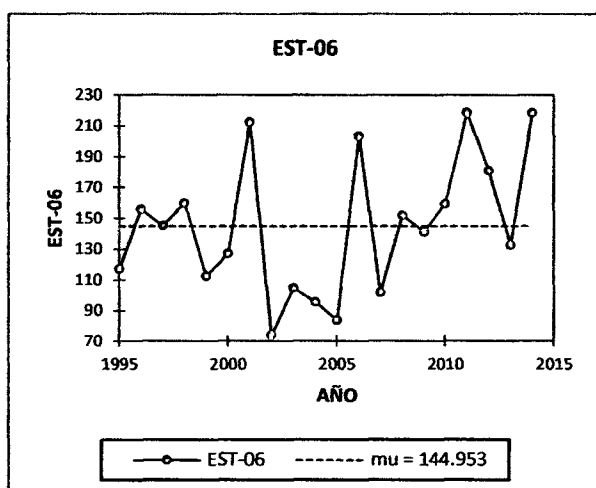
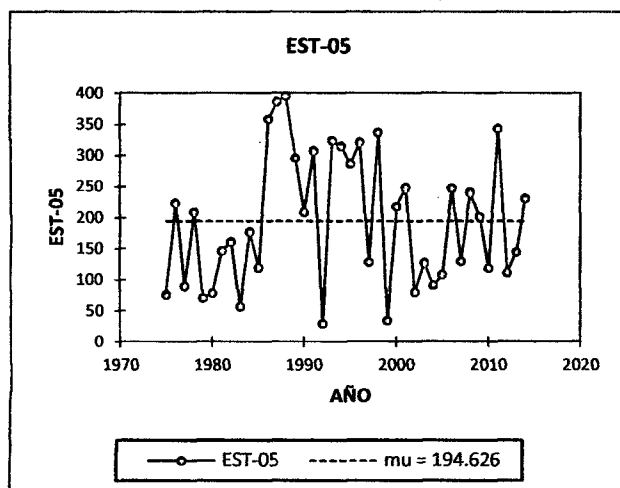
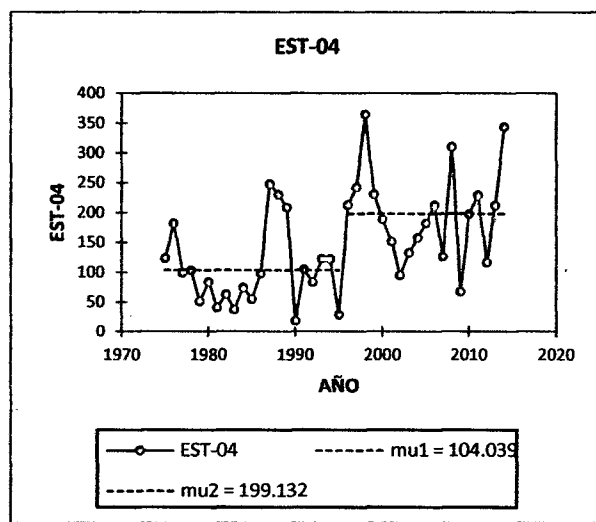
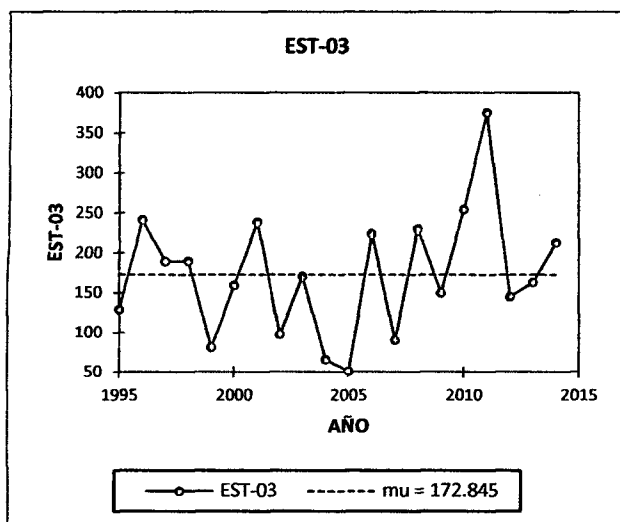
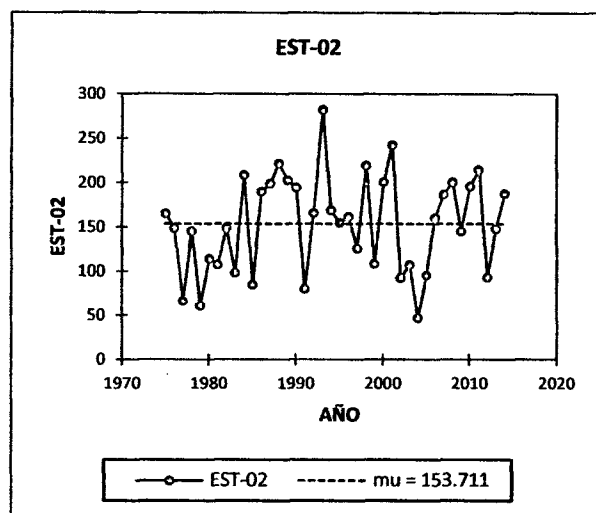
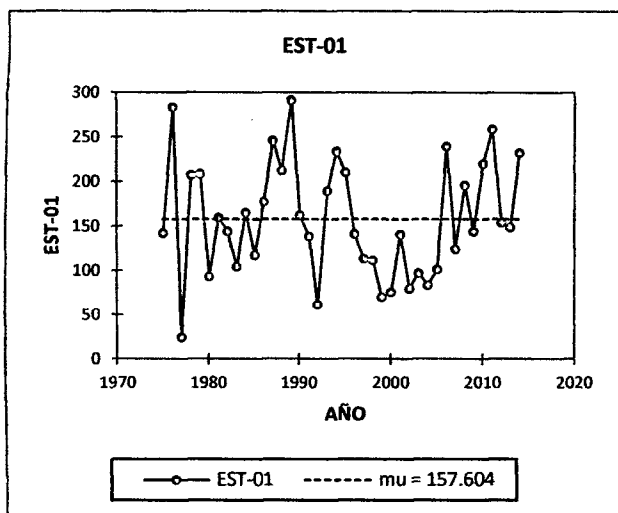
DICIEMBRE

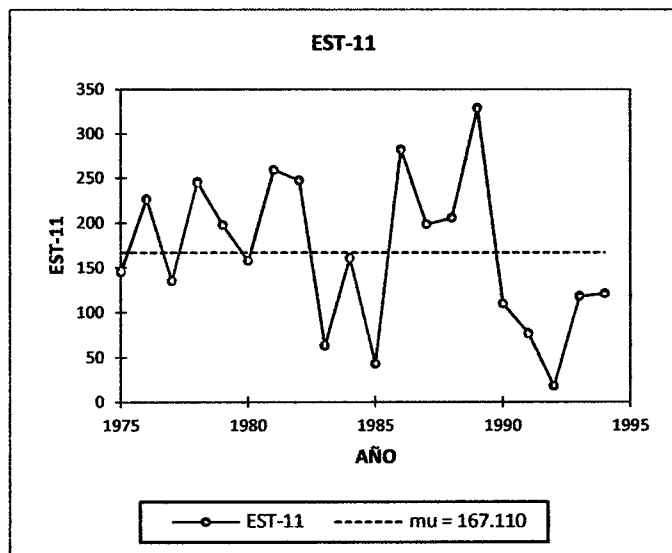
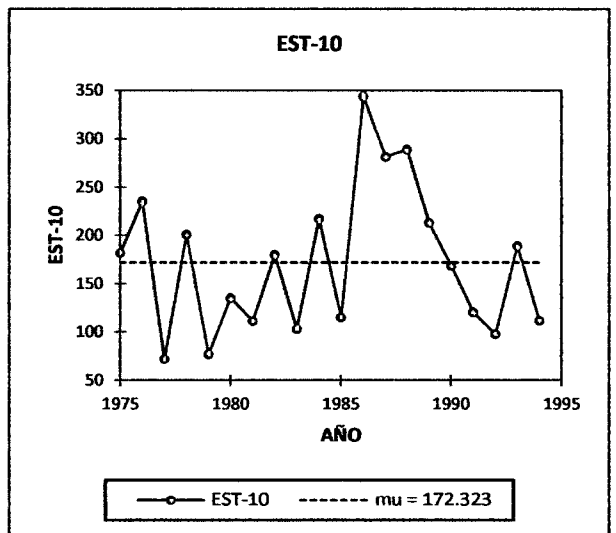
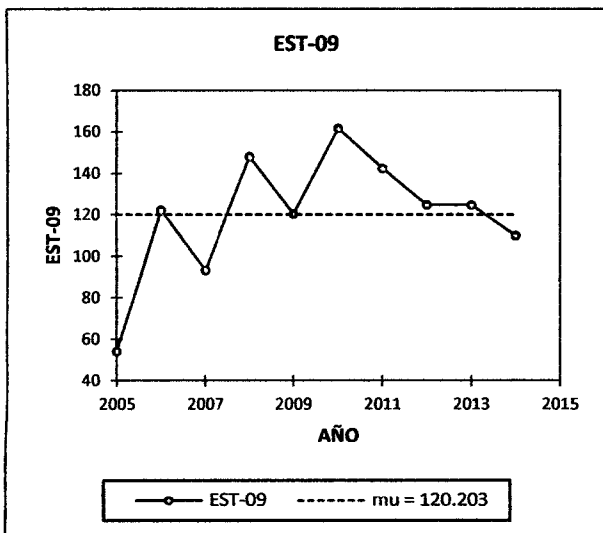
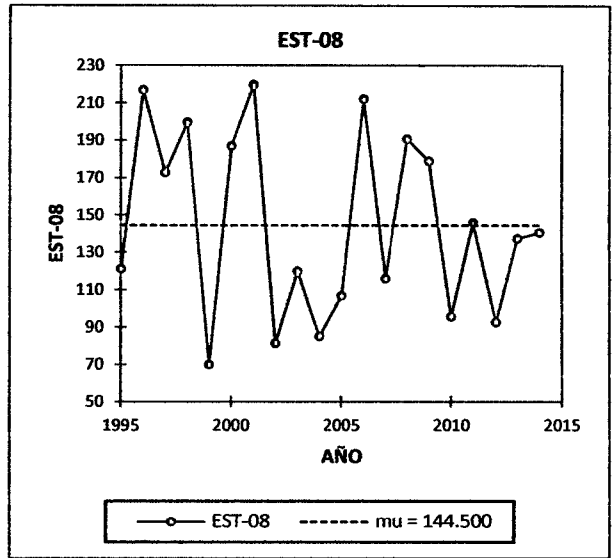
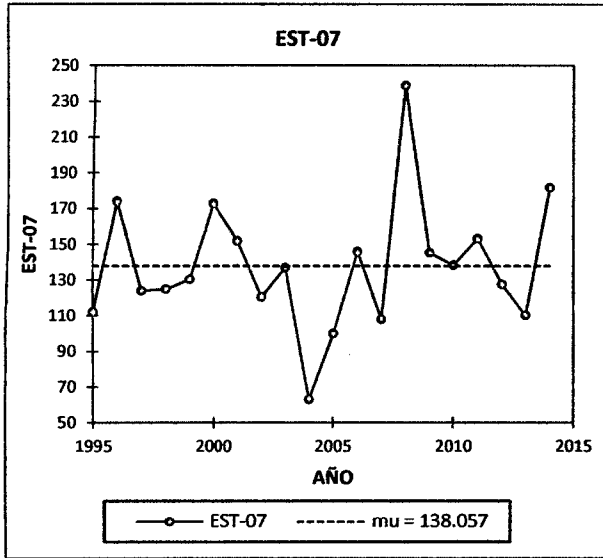
ANALISIS ESTADISTICO DESCRIPTIVO: DECADA 1975 -1984							
Codigo	Estacion	Altura (msnm)	Ubicación	Mínimo	Máximo	Media	Desviacion Estandar
EST-01	Vilcas Huamán	3394	Ayacucho	34.000	151.700	74.233	33.953
EST-02	Túnel Cero	4475	Huancavelica	35.400	186.800	102.350	43.270
EST-03	Huancapi	3120	Ayacucho	24.400	143.050	65.269	42.565
EST-04	Choclococha	4350	Huancavelica	21.200	101.800	63.936	24.599
EST-05	Chilcayocc	3410	Ayacucho	25.400	133.400	62.964	33.112
EST-06	Andahuaylas	2933	Apurímac	22.455	126.975	72.301	37.162
EST-08	Paucaray	3106	Ayacucho	43.100	146.700	85.605	34.239
EST-09	Pampas	2032	Ayacucho	21.600	105.230	67.883	25.868

ANALISIS ESTADISTICO DESCRIPTIVO: DECADA 2005 -2014							
Codigo	Estacion	Altura (msnm)	Ubicación	Mínimo	Máximo	Media	Desviacion Estandar
EST-01	Vilcas Huamán	3394	Ayacucho	76.900	167.600	114.992	26.729
EST-02	Túnel Cero	4475	Huancavelica	110.700	226.600	145.492	36.076
EST-03	Huancapi	3120	Ayacucho	71.200	204.400	143.808	37.851
EST-04	Choclococha	4350	Huancavelica	45.200	251.100	139.342	64.989
EST-05	Chilcayocc	3410	Ayacucho	36.100	265.000	146.772	61.832
EST-06	Andahuaylas	2933	Apurímac	68.400	156.700	102.110	24.337
EST-08	Paucaray	3106	Ayacucho	45.700	170.800	108.240	40.887
EST-09	Pampas	2032	Ayacucho	56.000	160.900	108.748	37.917

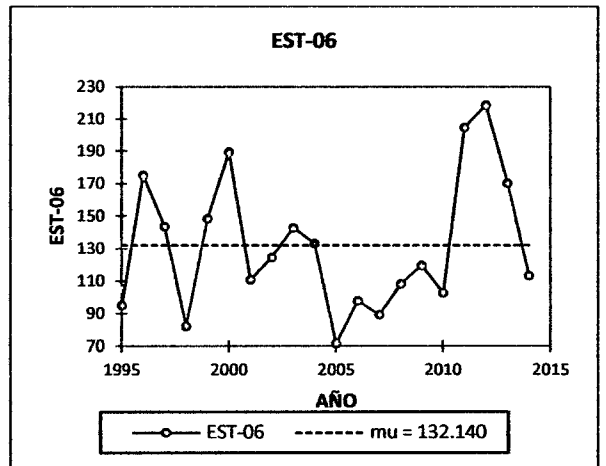
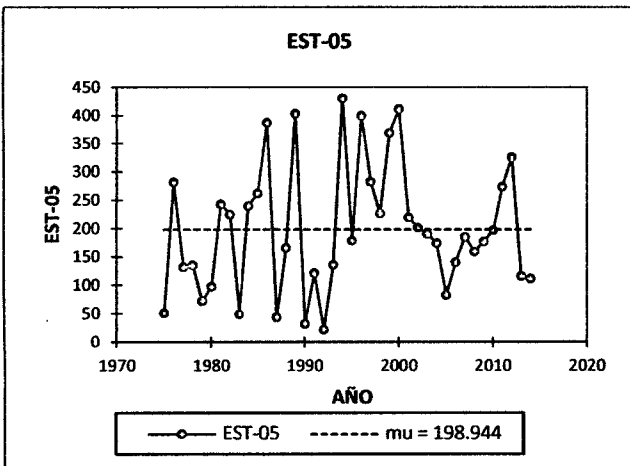
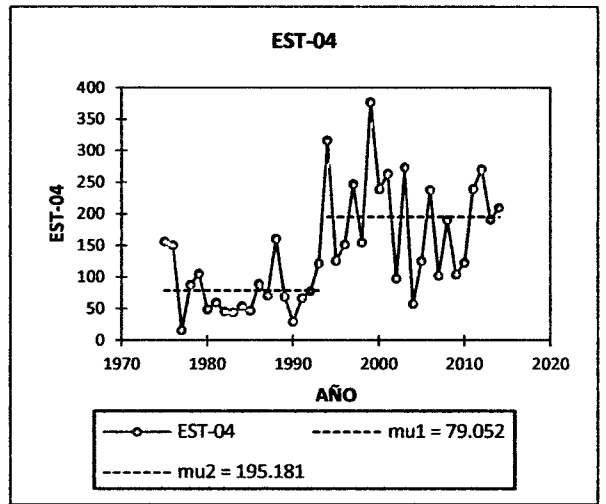
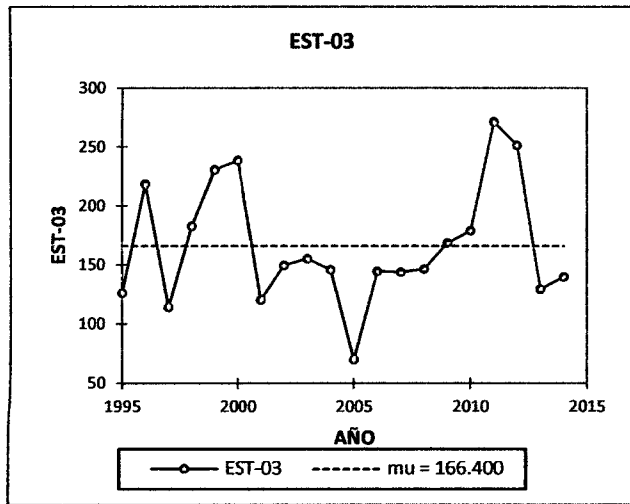
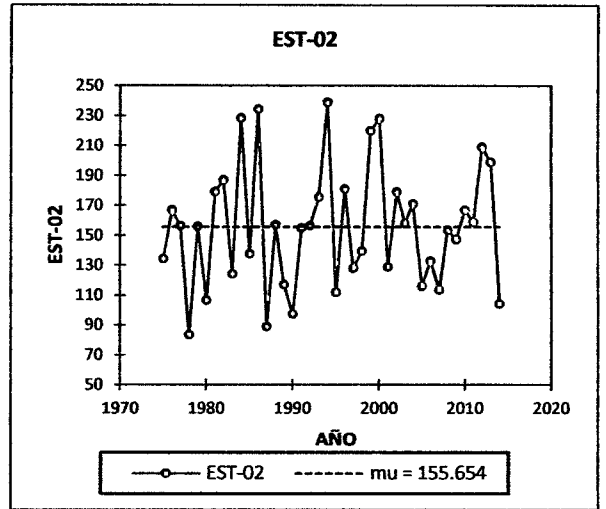
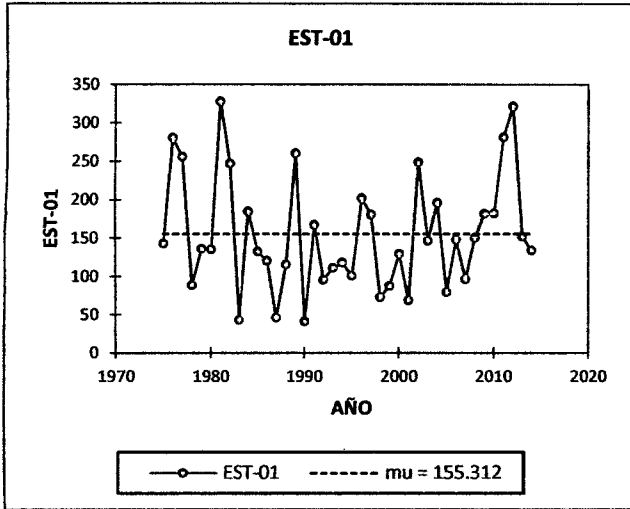
DETECCION DE CAMBIOS EN LA MEDIA (PRUEBA DE PETTITT) A NIVEL DE PRECIPITACION MENSUAL

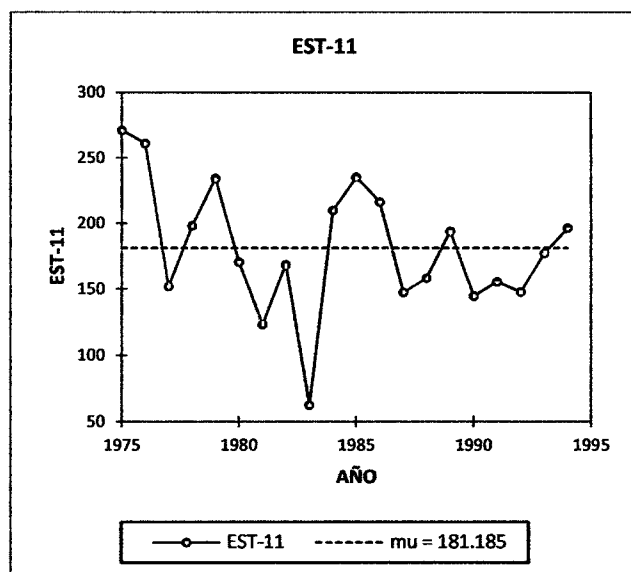
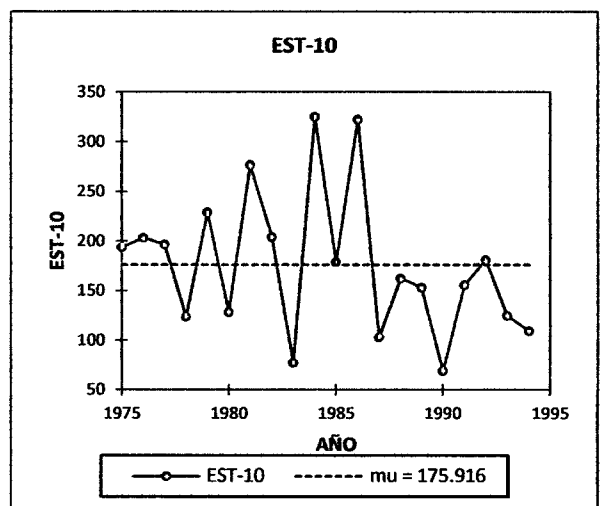
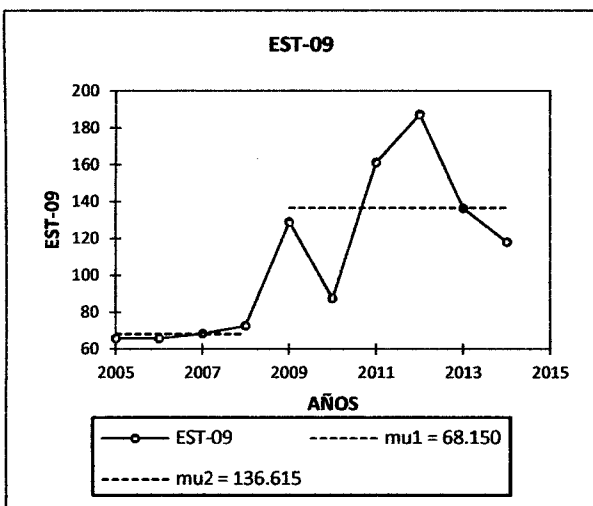
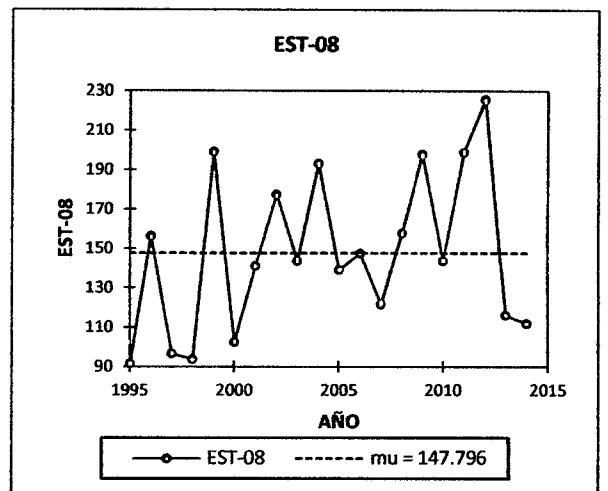
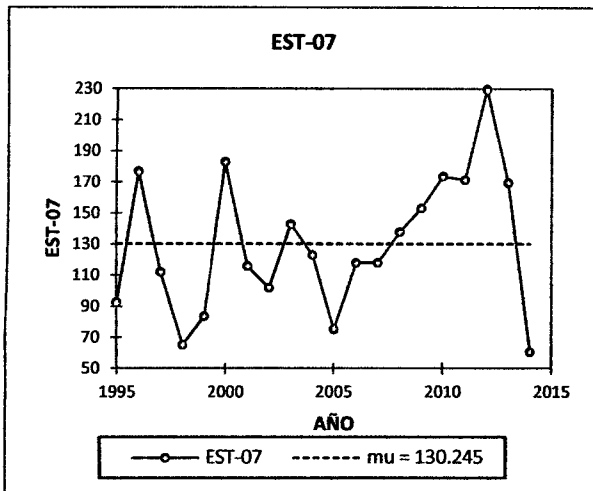
ENERO



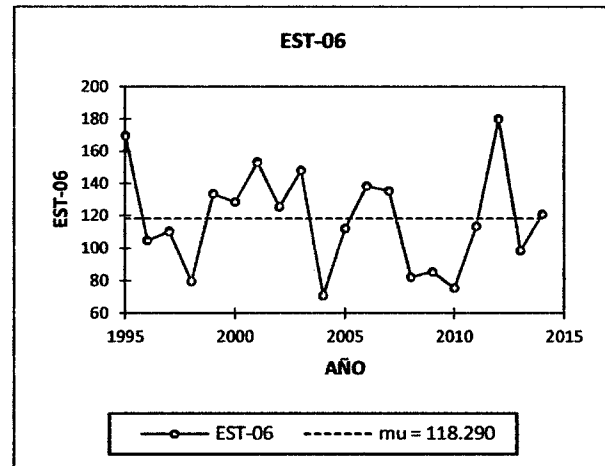
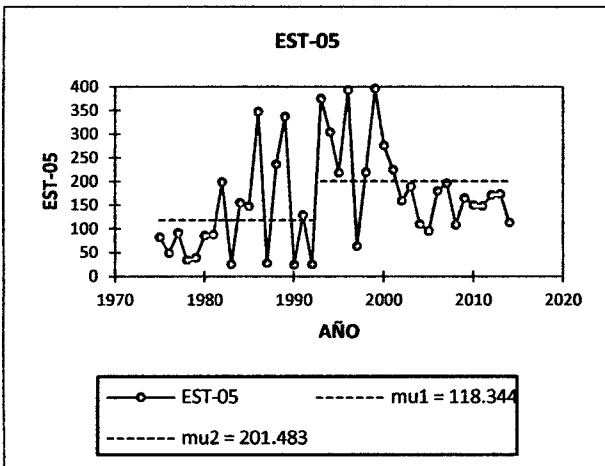
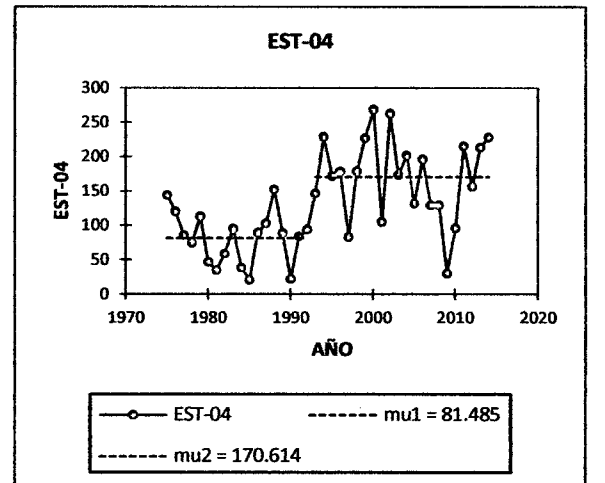
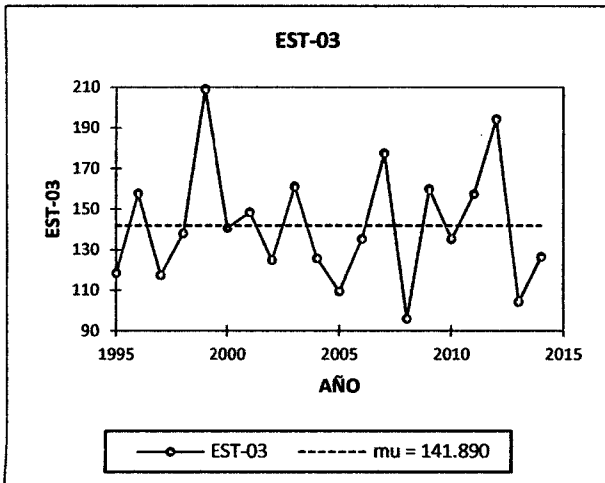
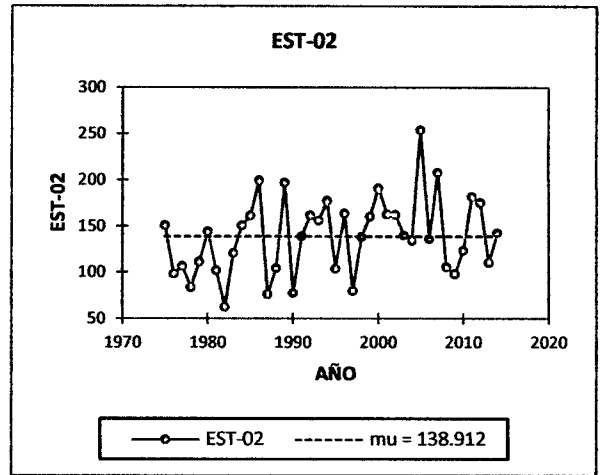
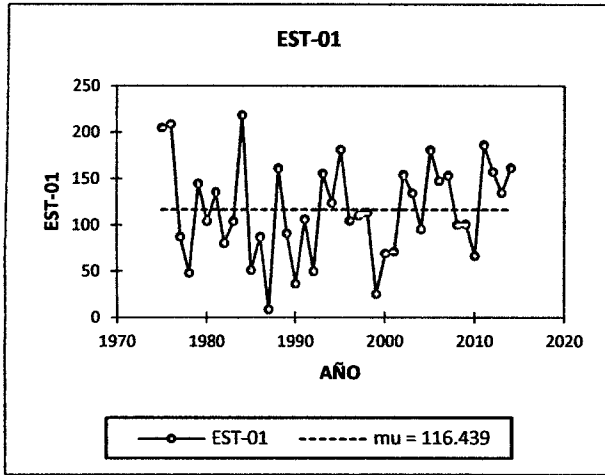


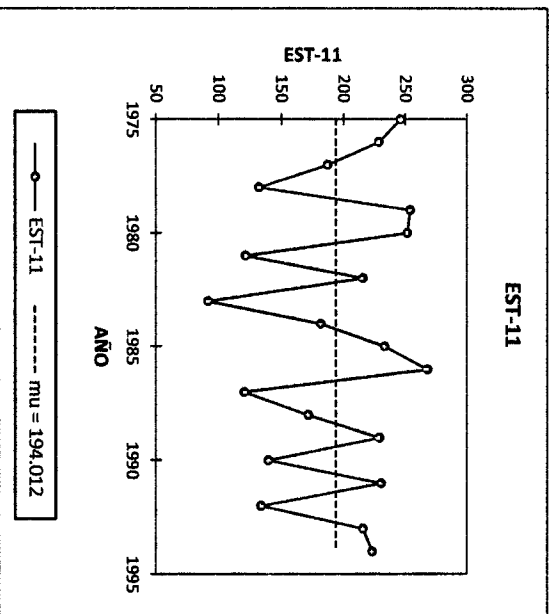
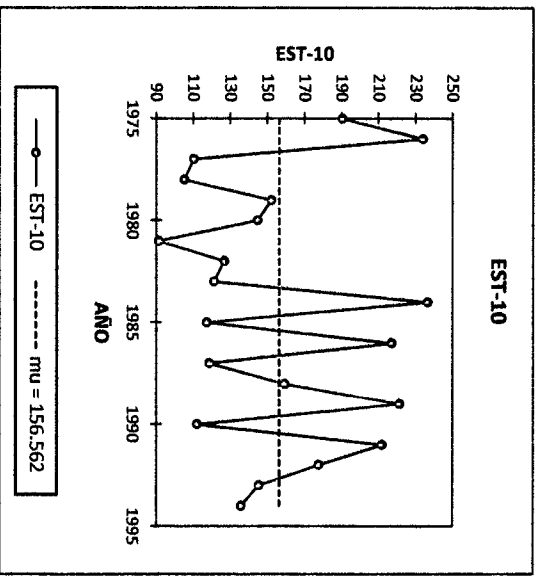
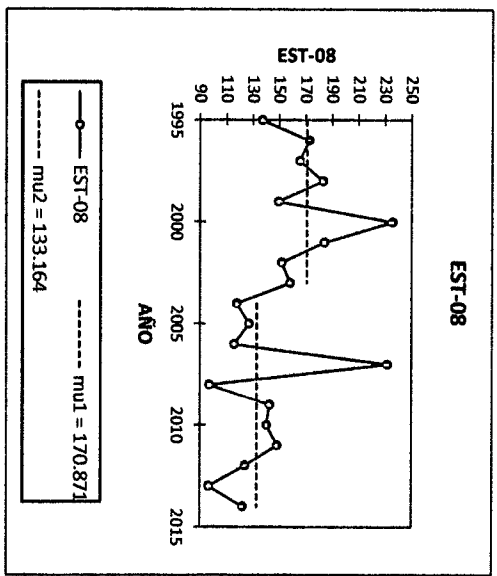
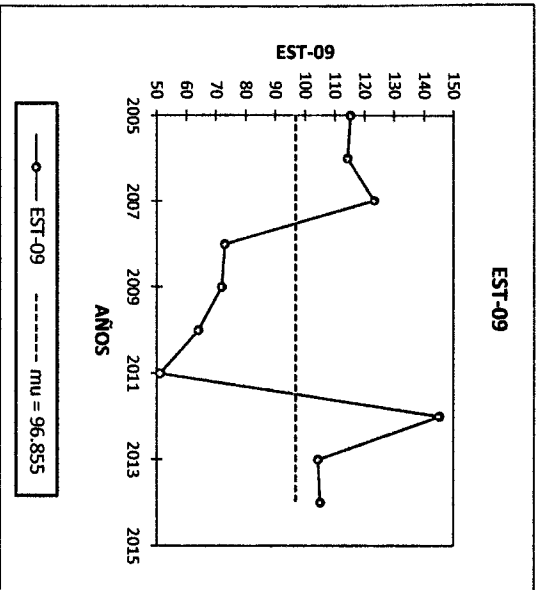
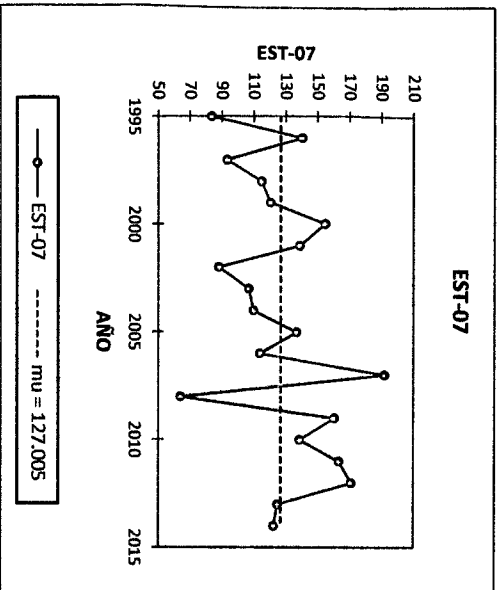
FEBRERO



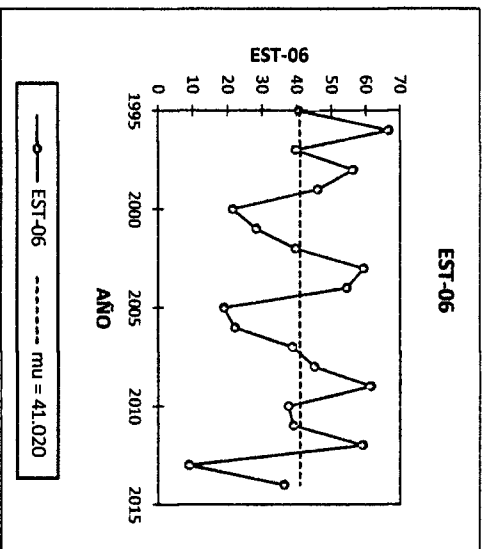
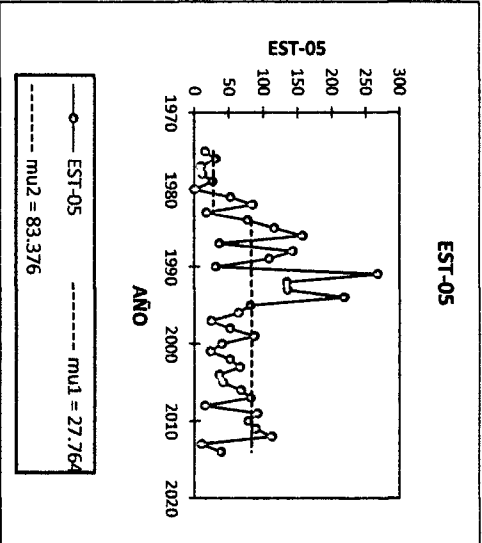
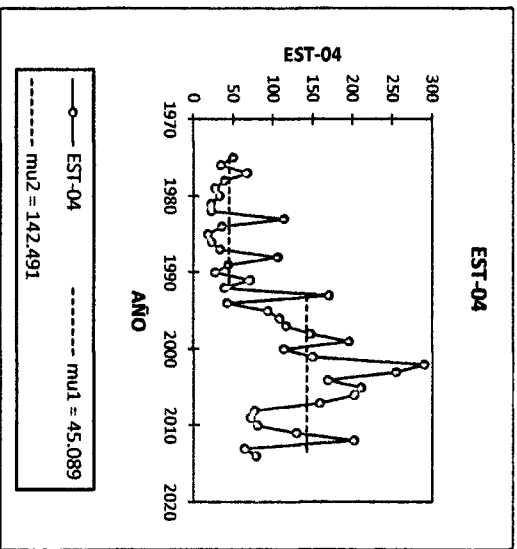
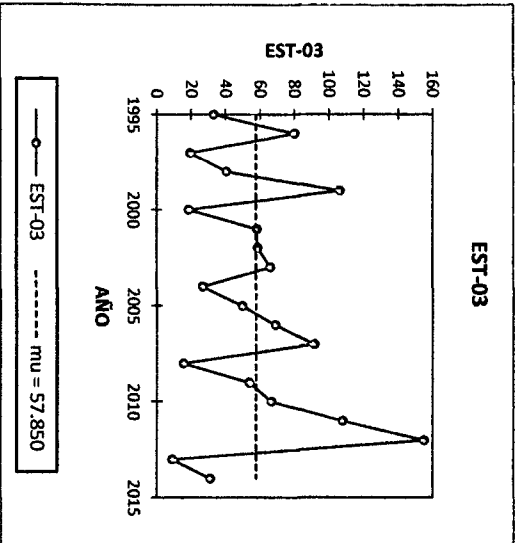
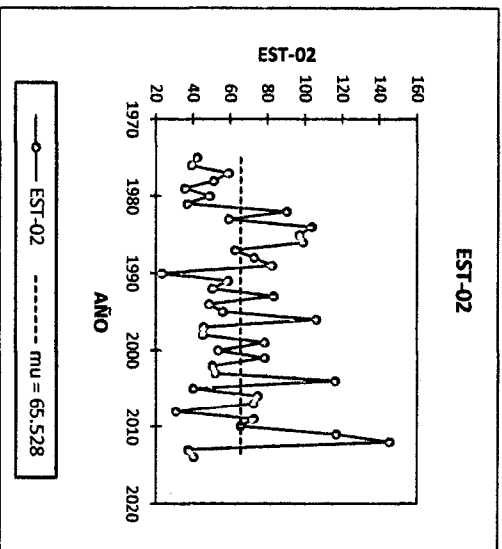
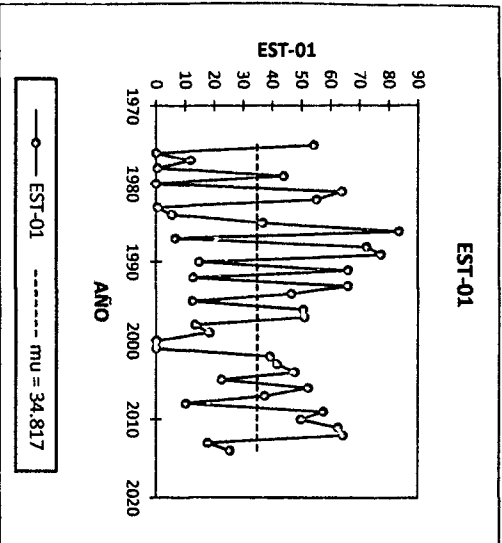


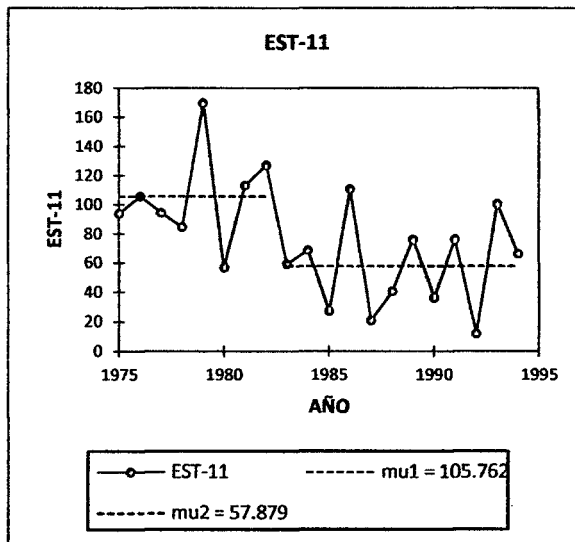
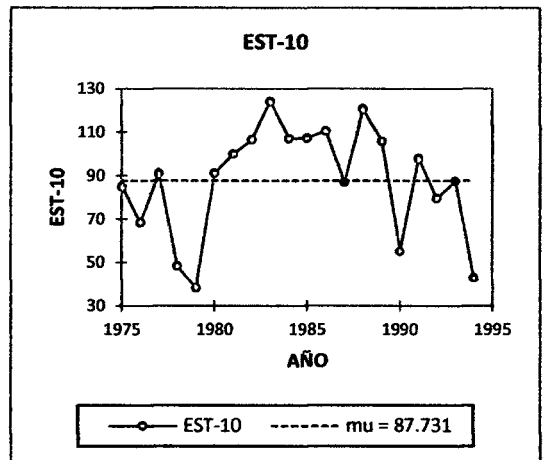
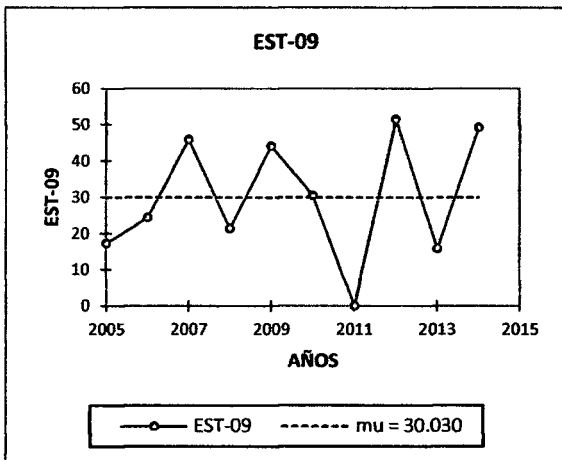
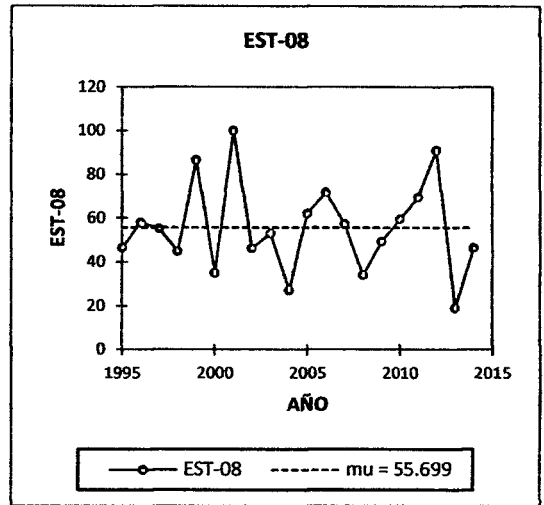
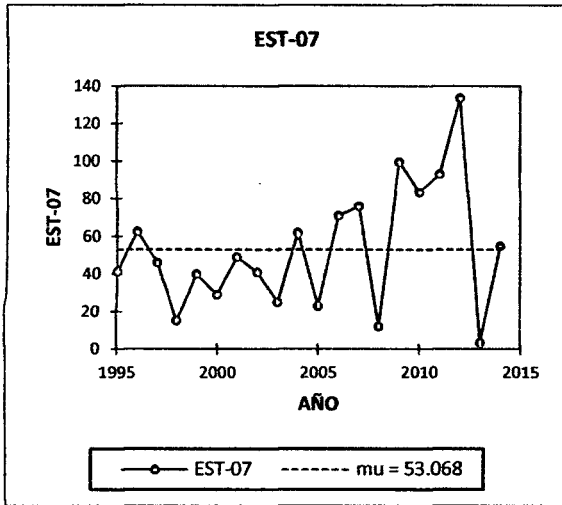
MARZO



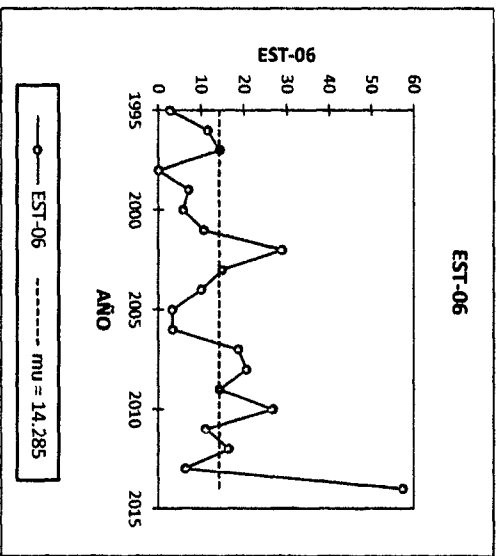
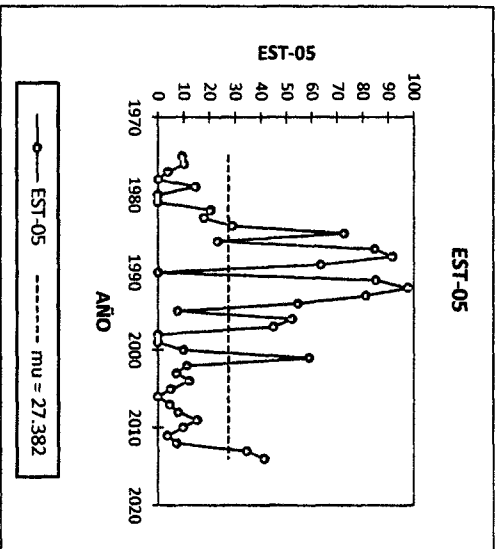
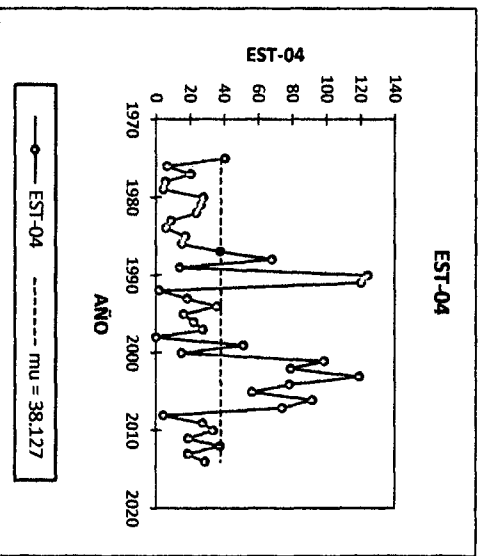
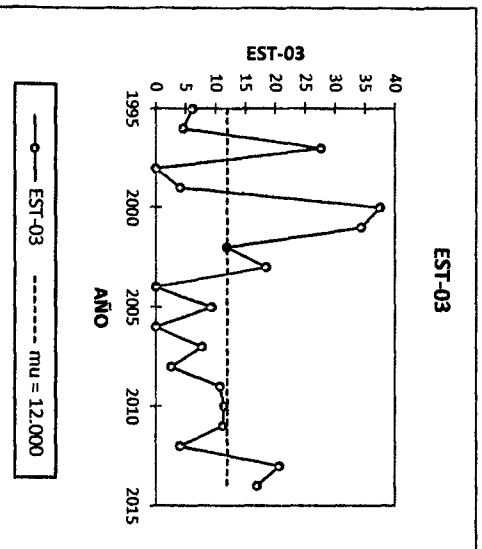
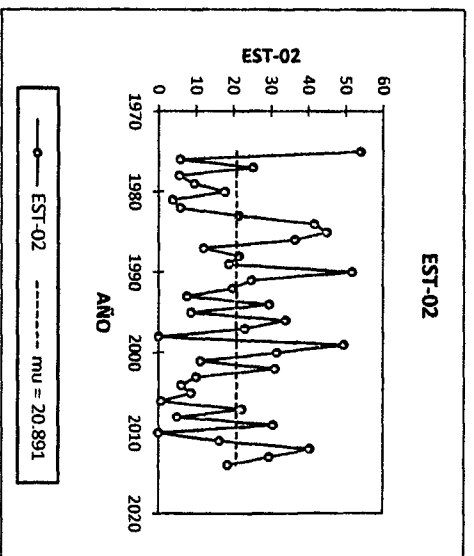
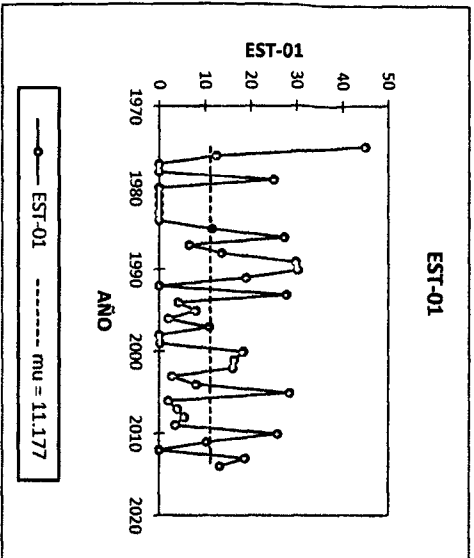


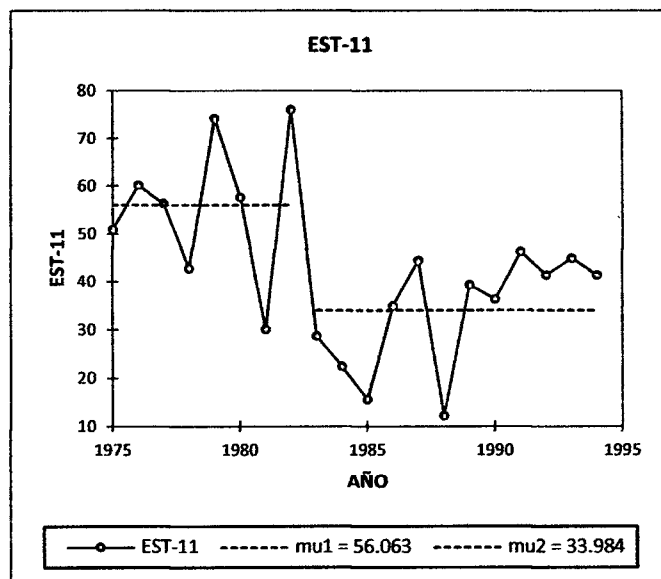
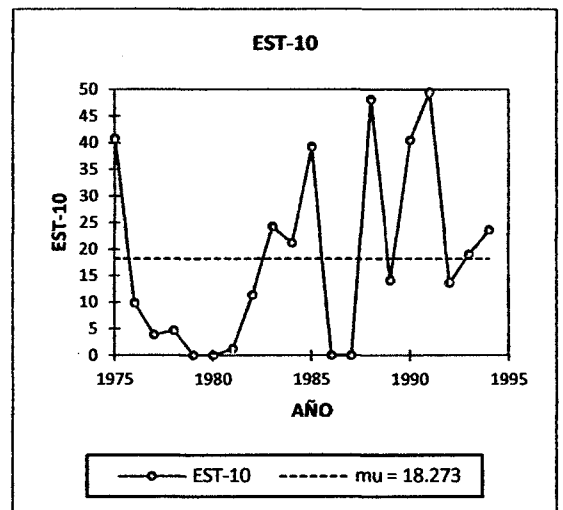
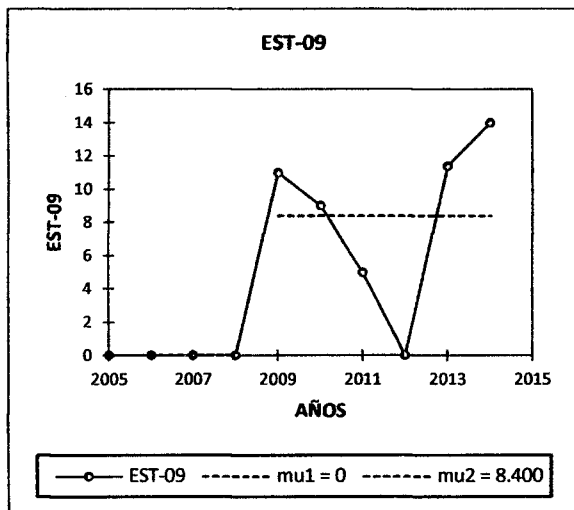
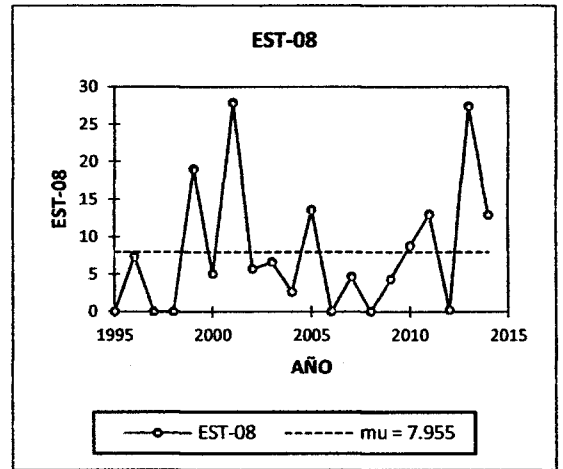
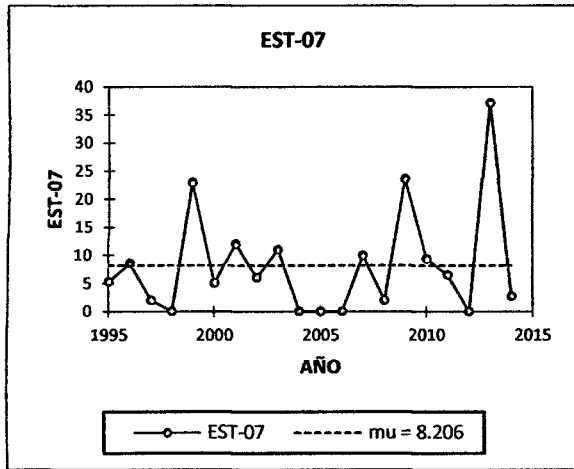
ABRIL



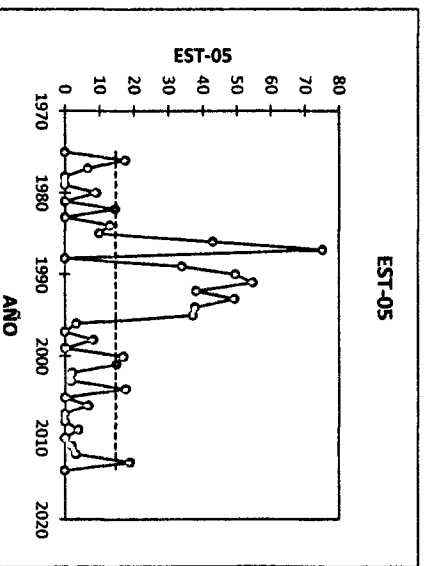
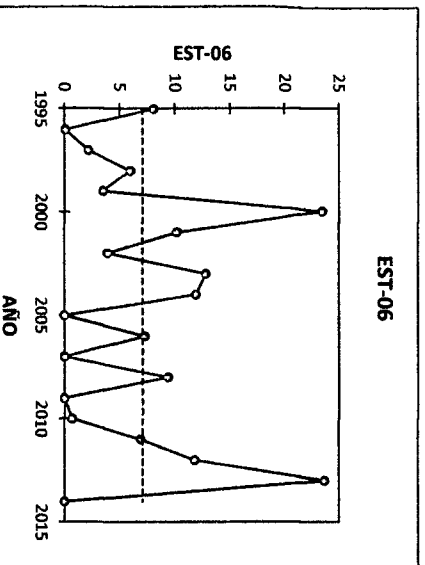
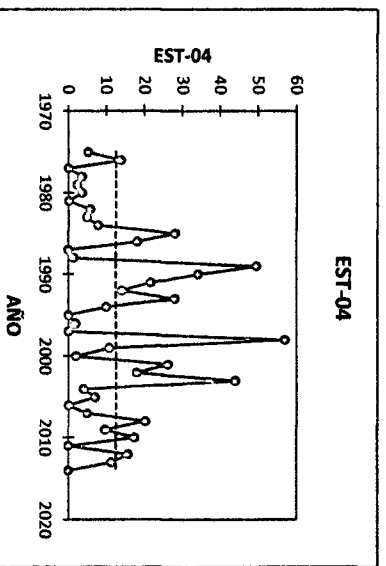
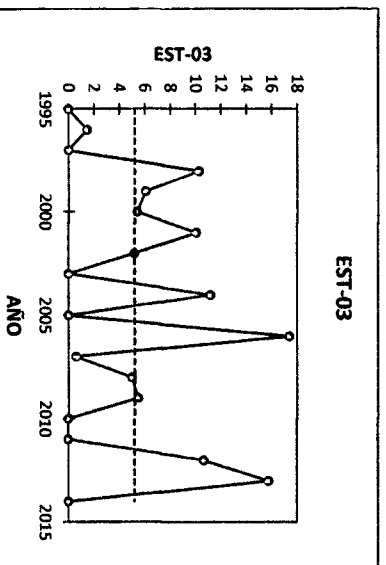
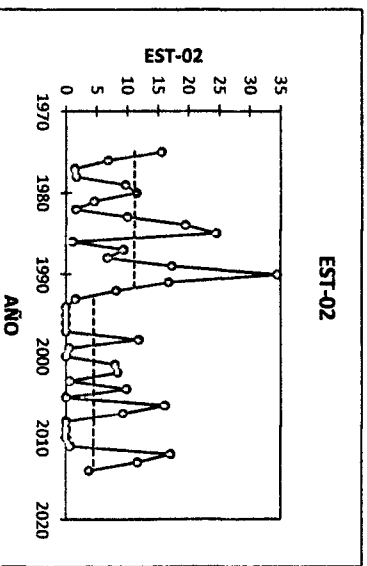
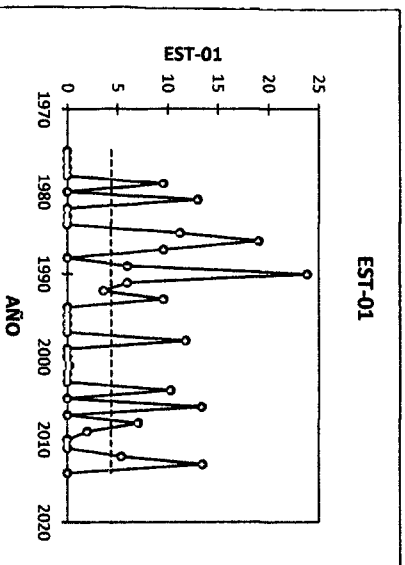


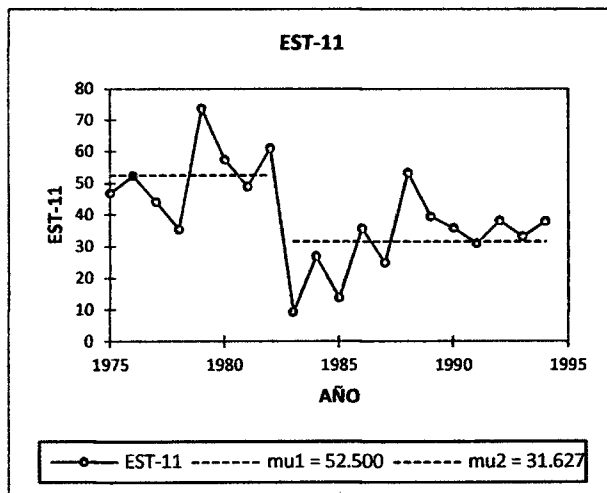
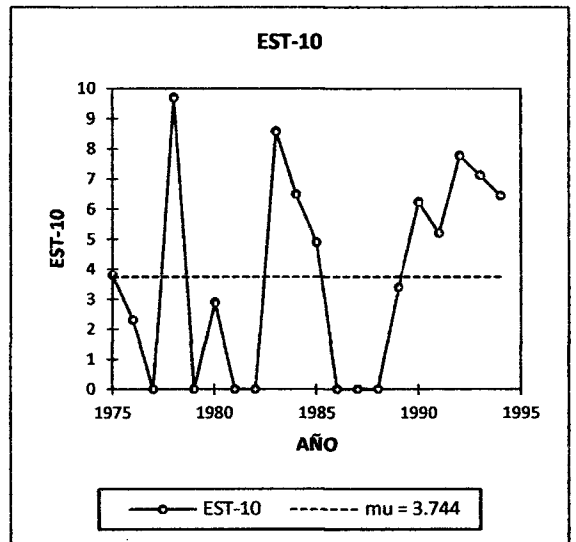
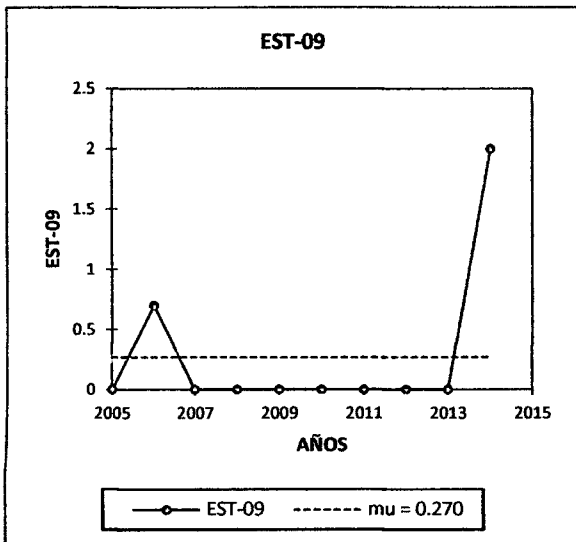
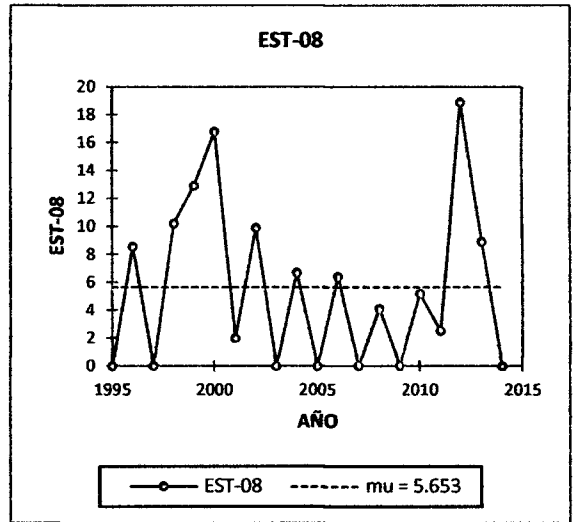
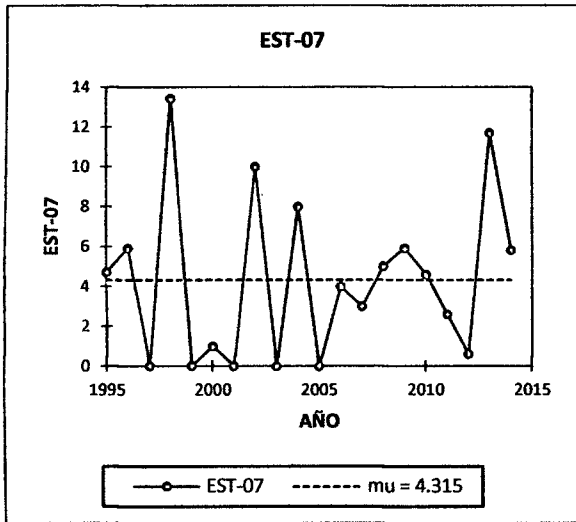
MAYO



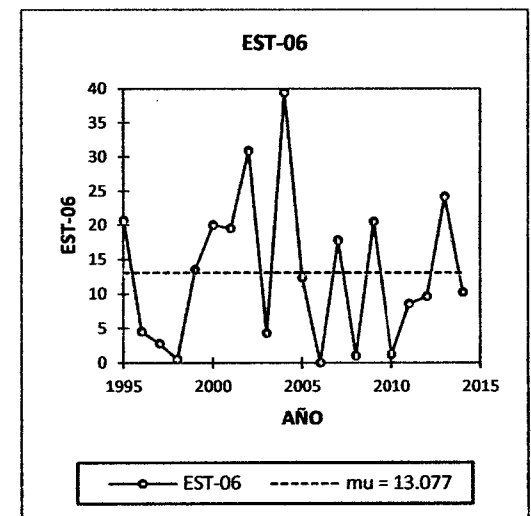
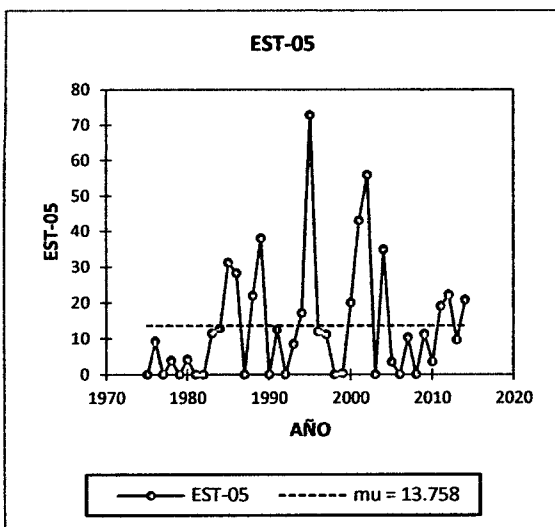
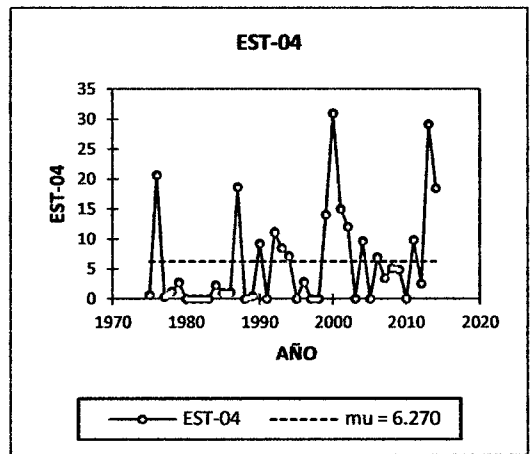
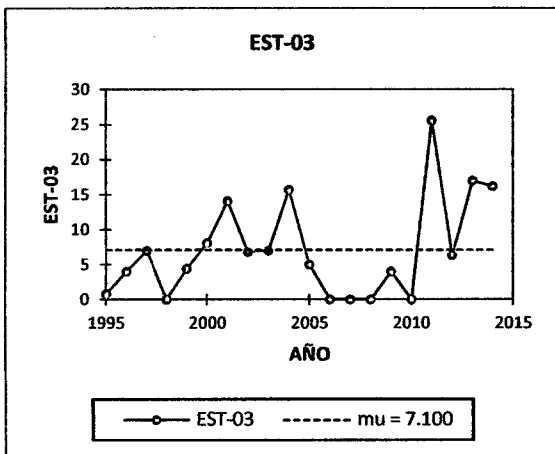
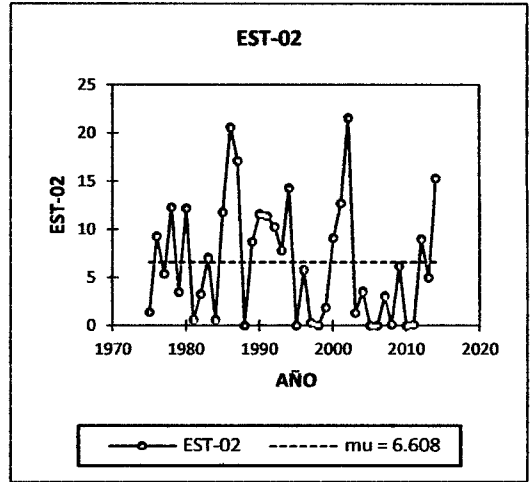
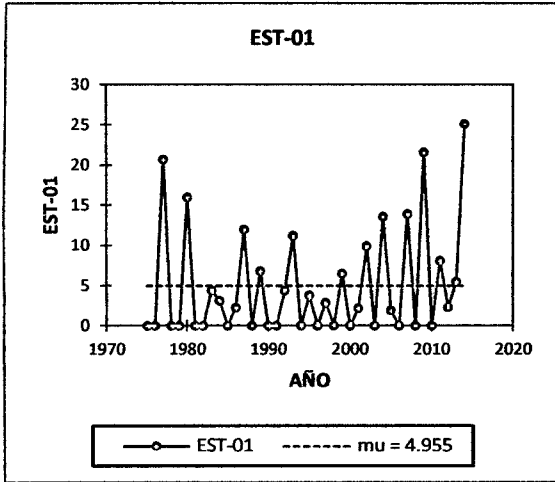


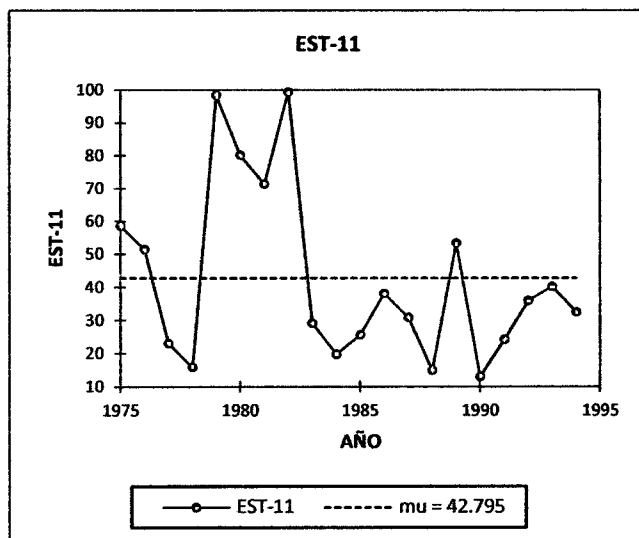
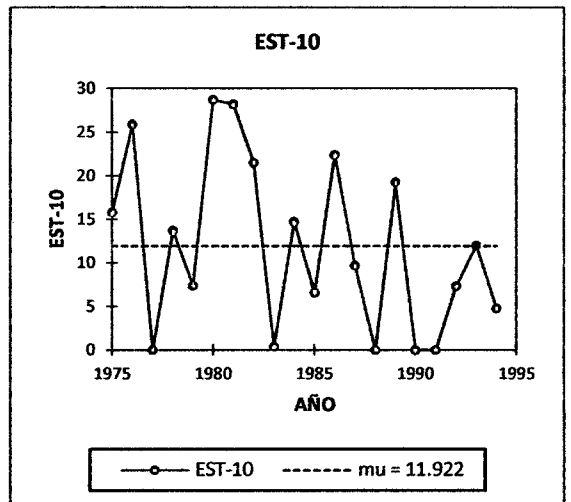
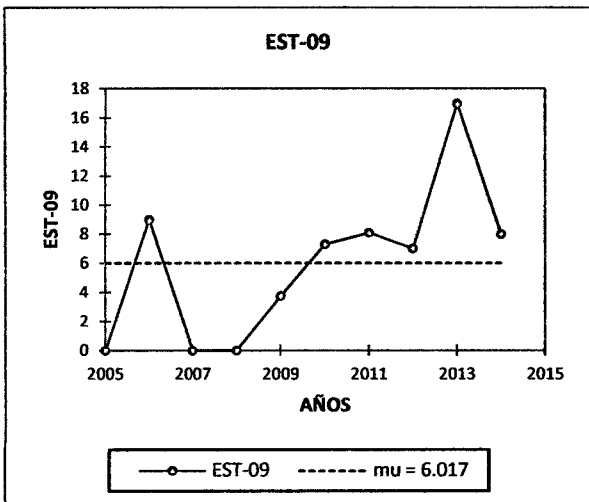
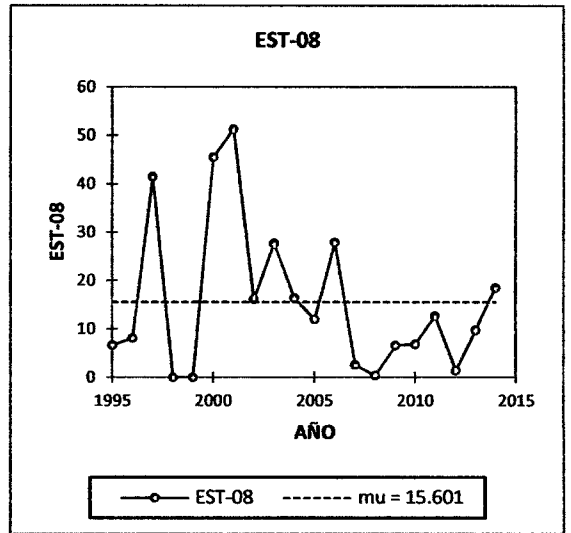
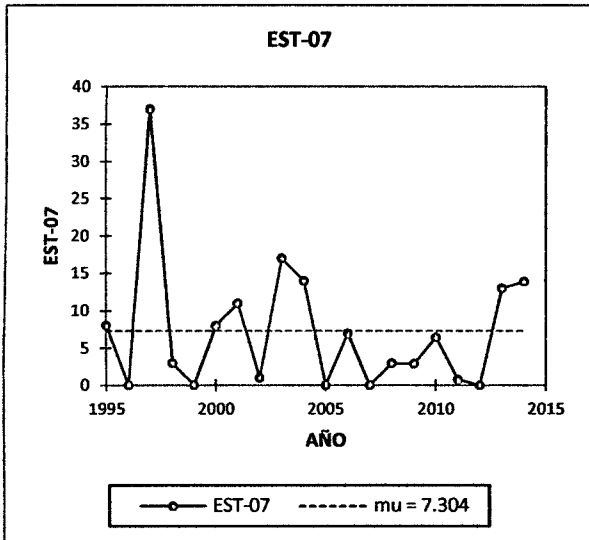
JUNIO



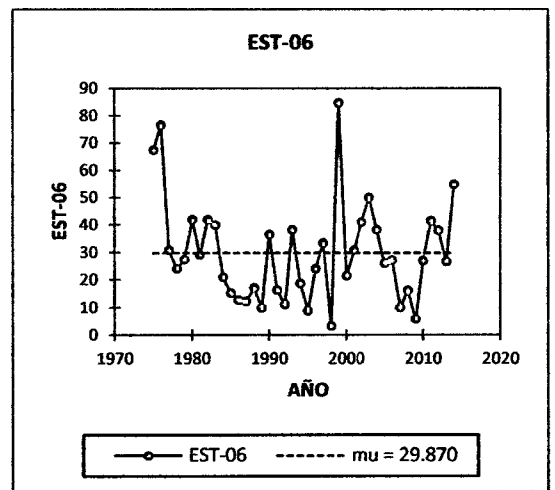
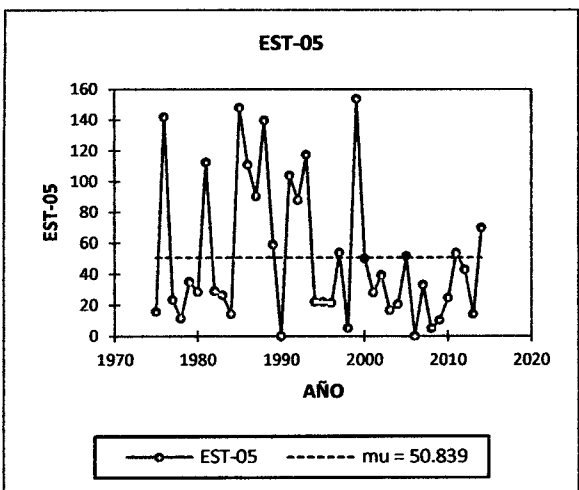
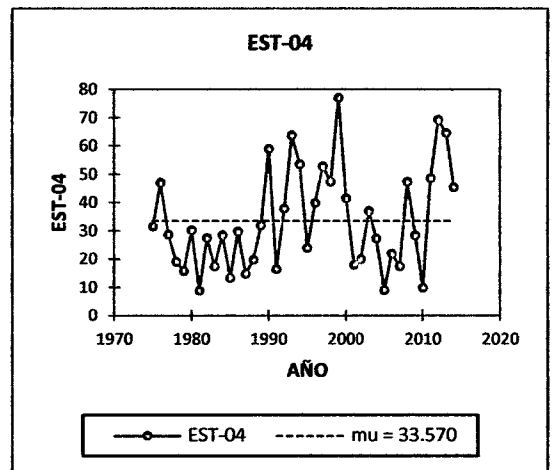
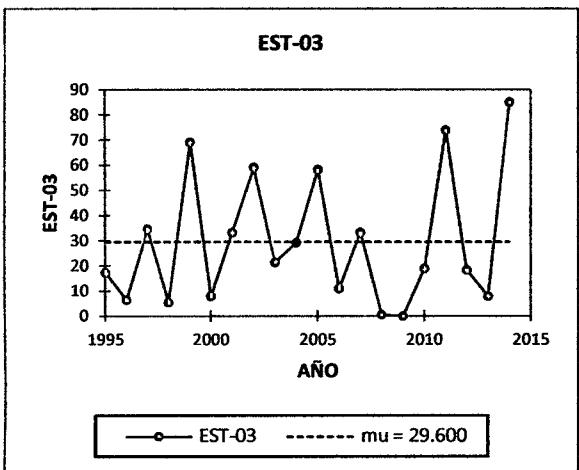
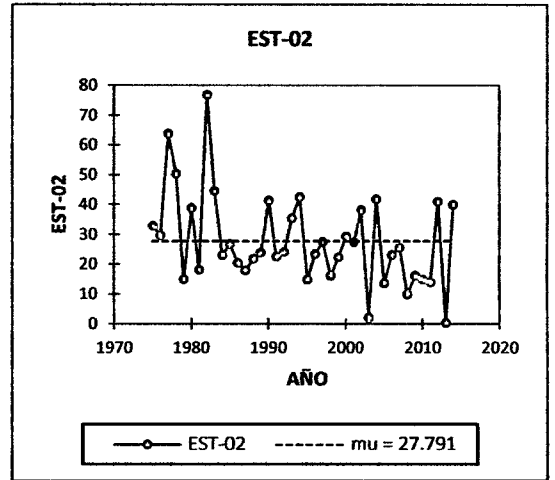
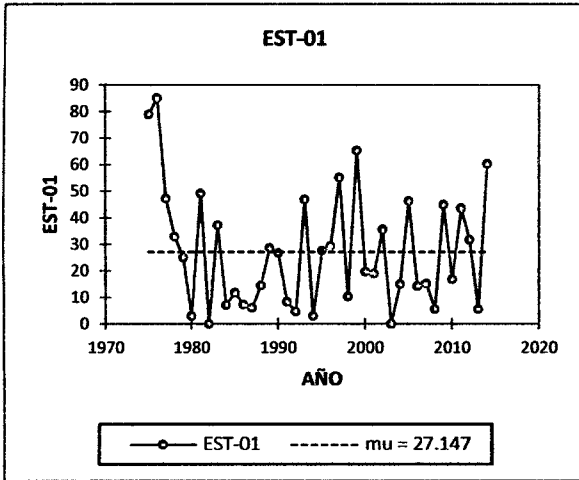


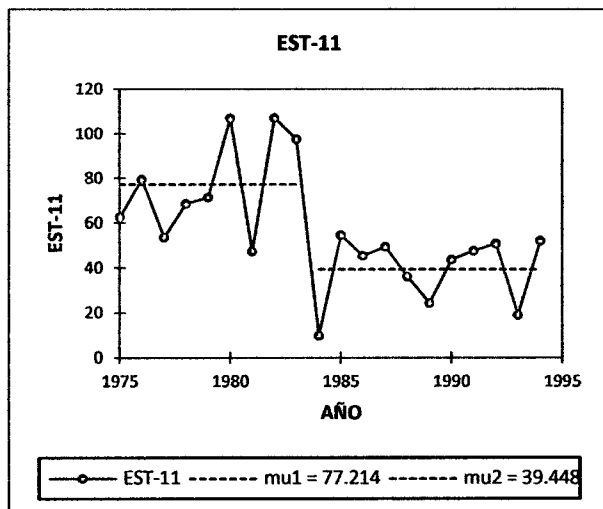
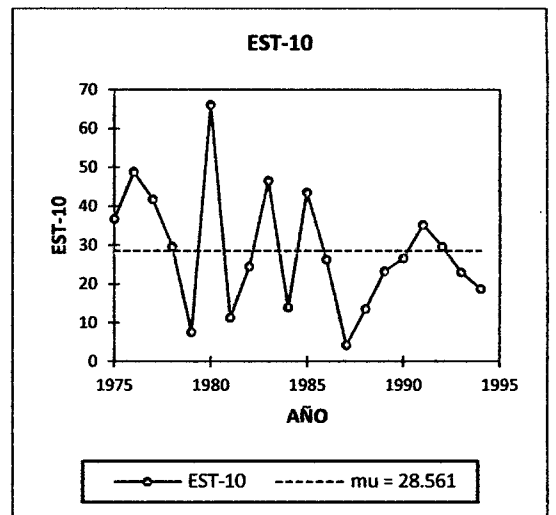
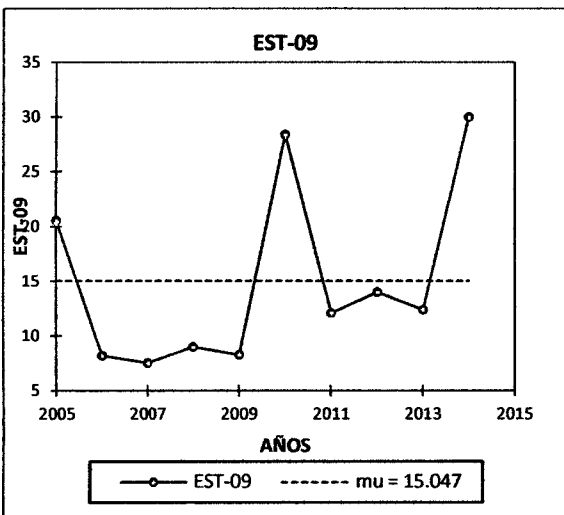
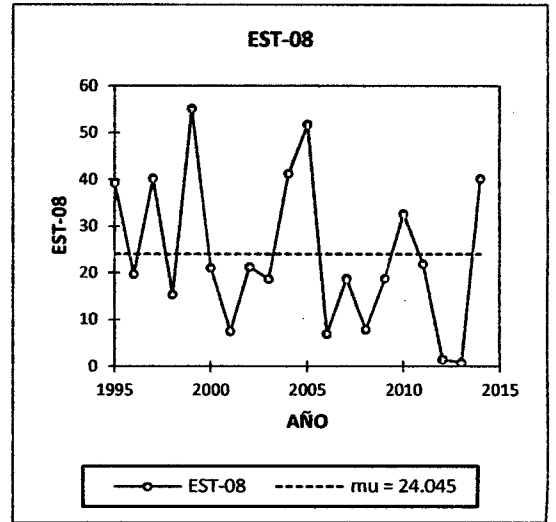
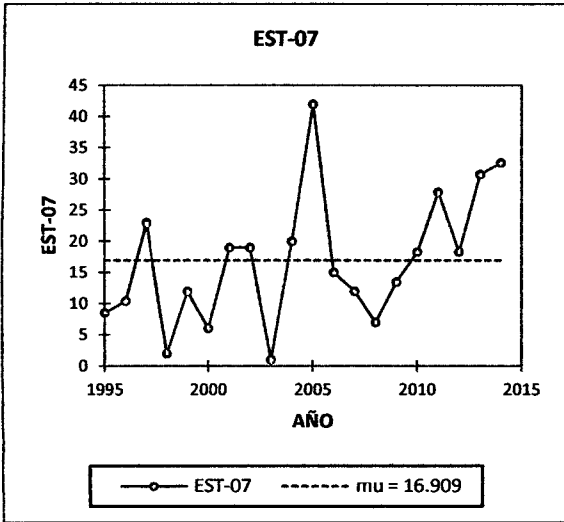
JULIO



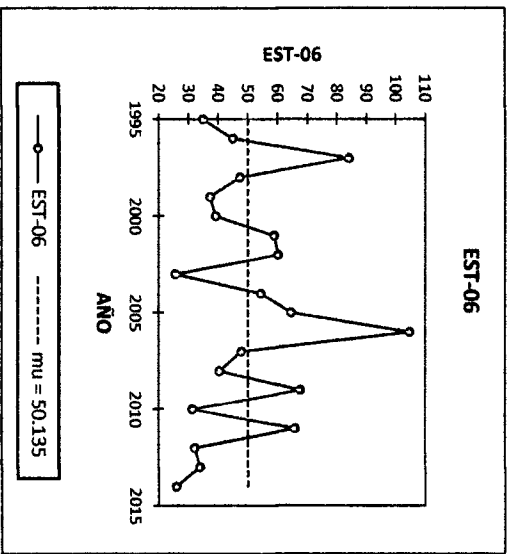
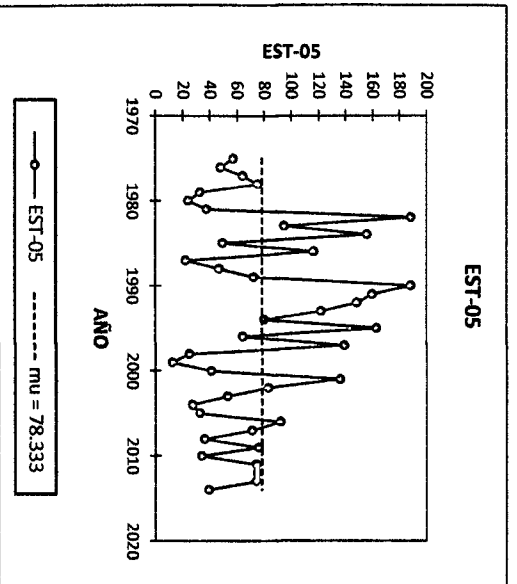
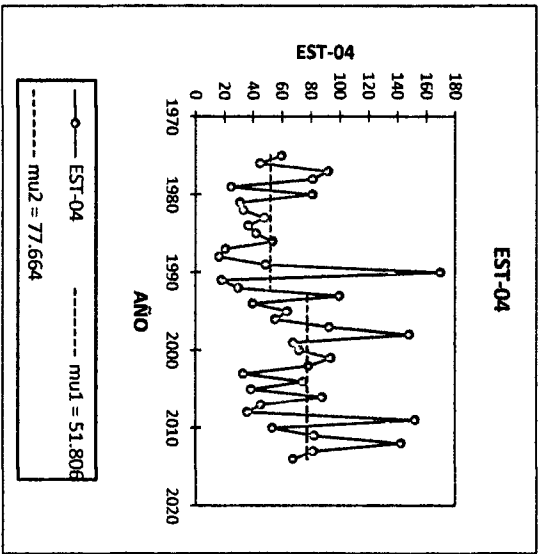
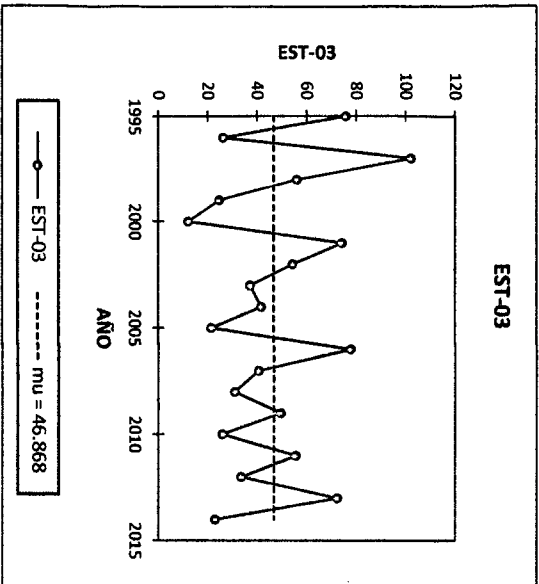
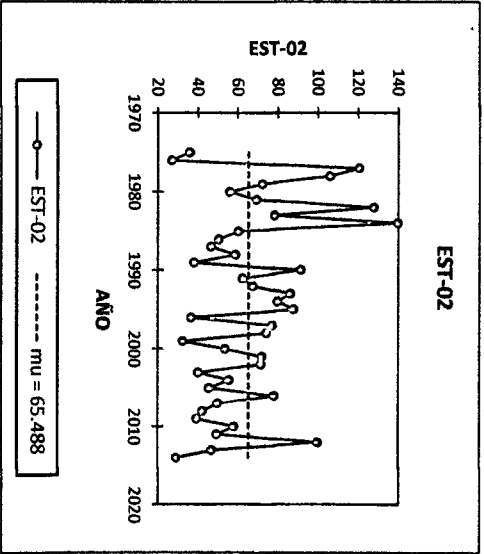
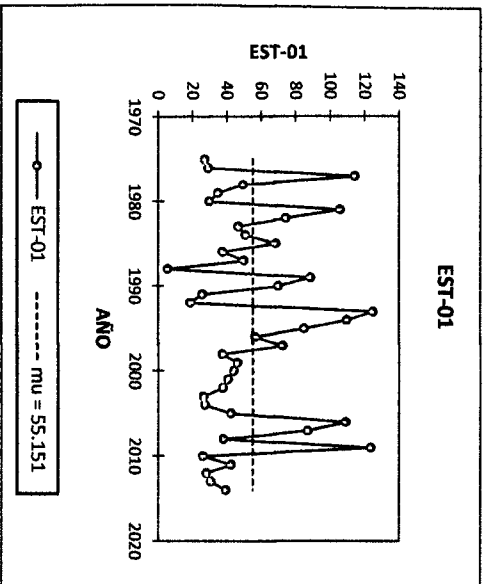


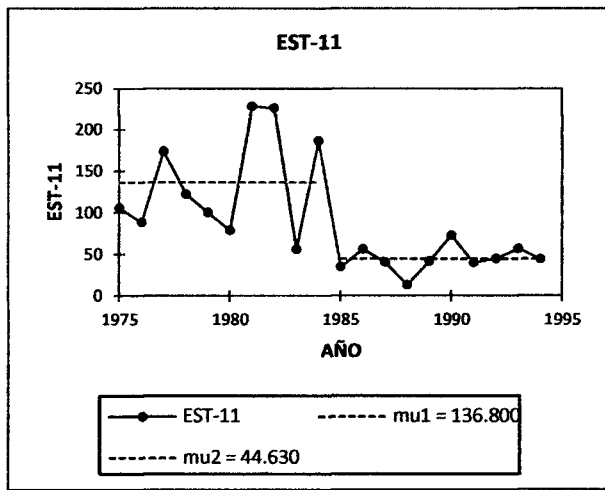
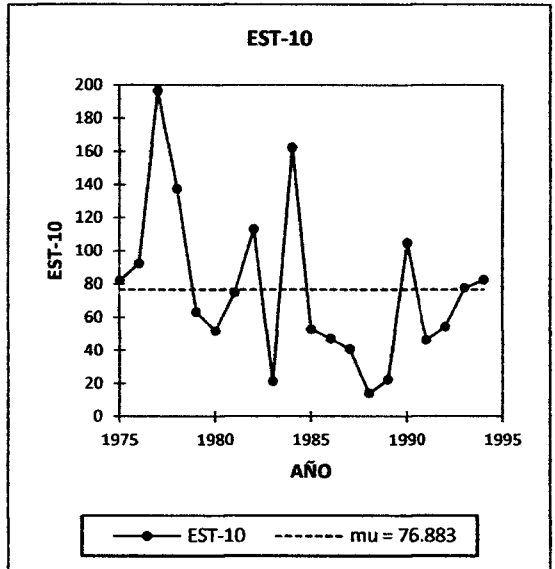
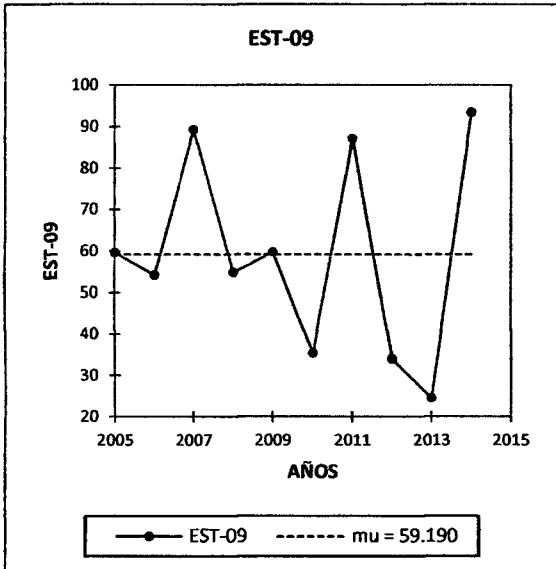
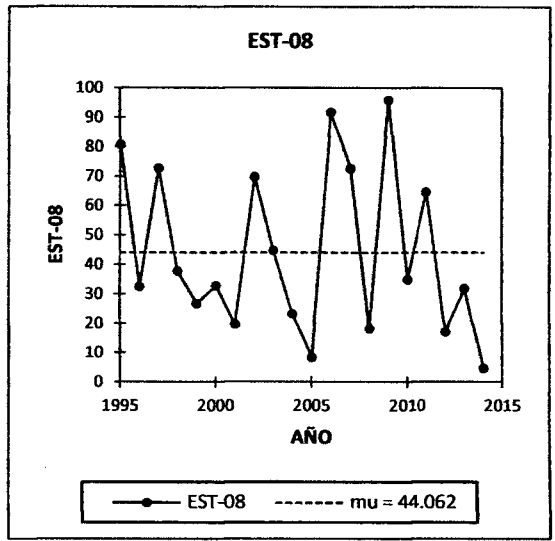
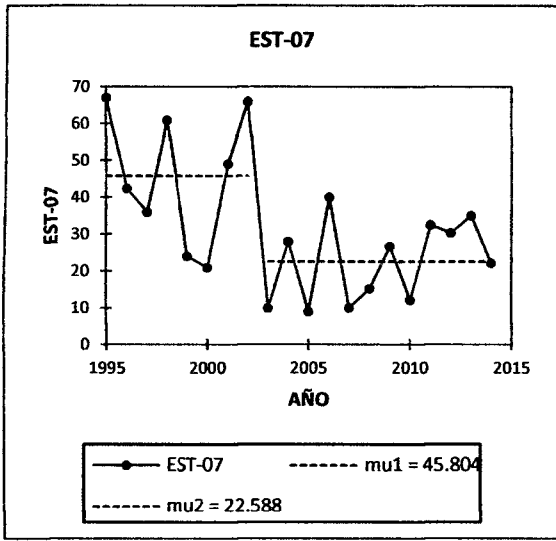
SEPTIEMBRE



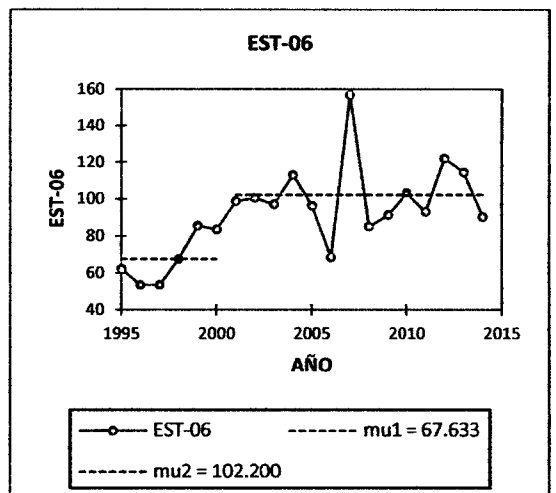
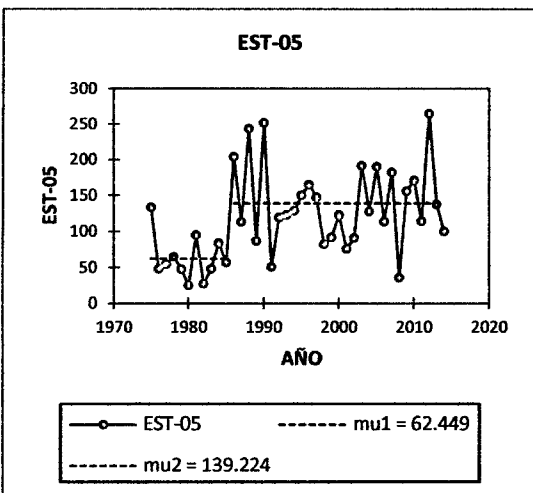
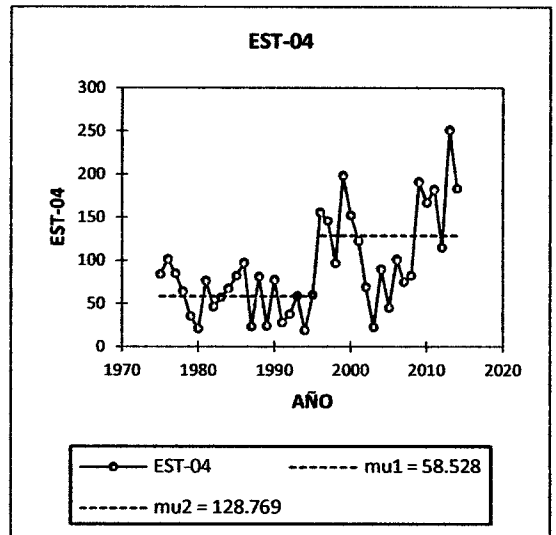
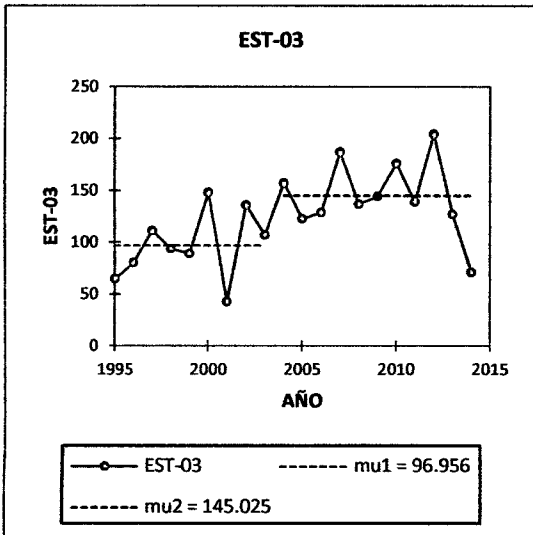
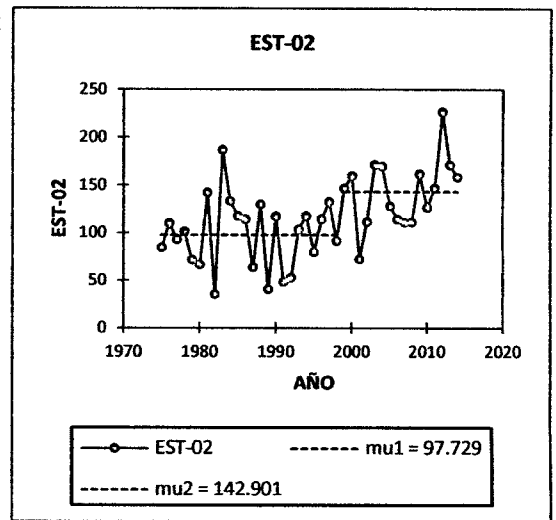
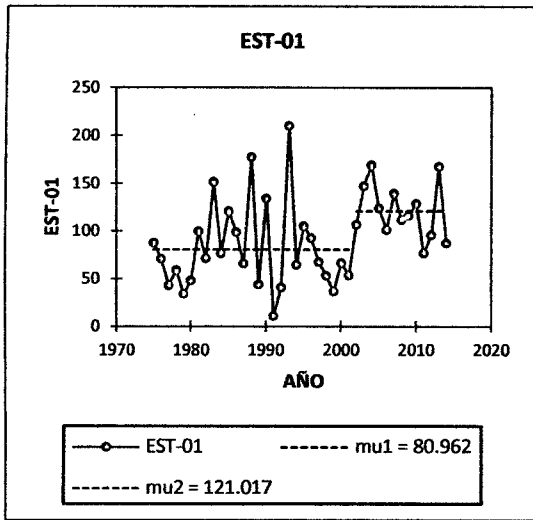


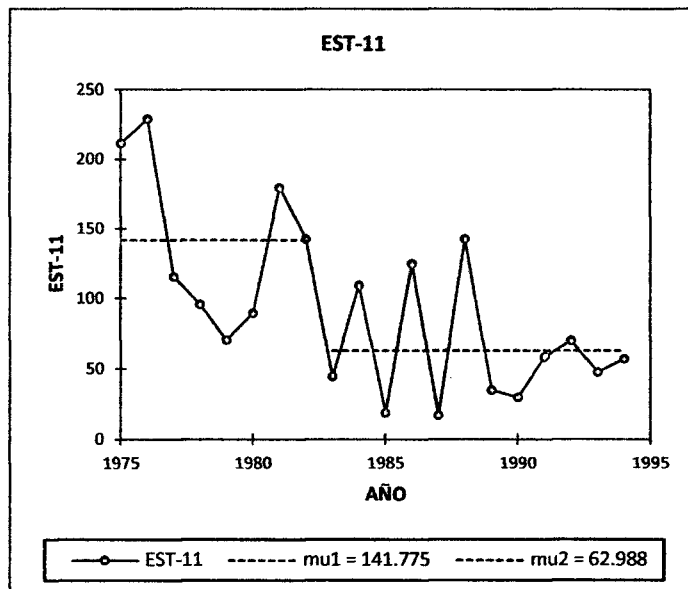
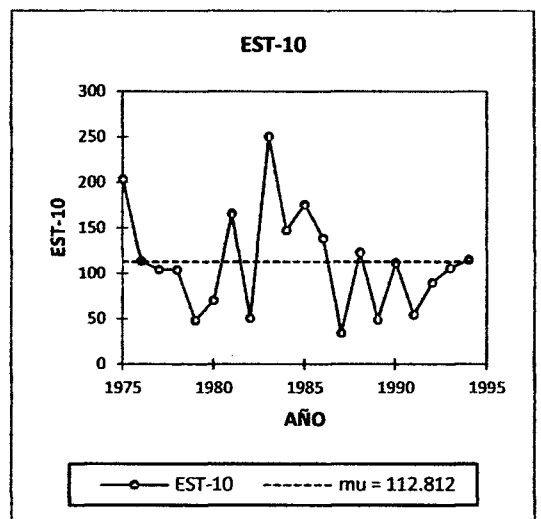
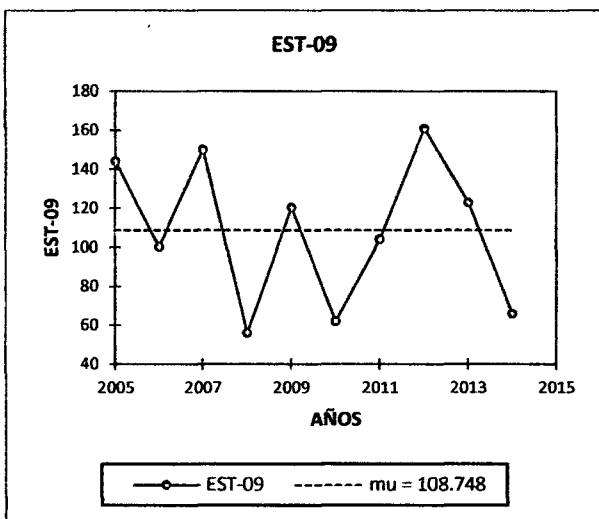
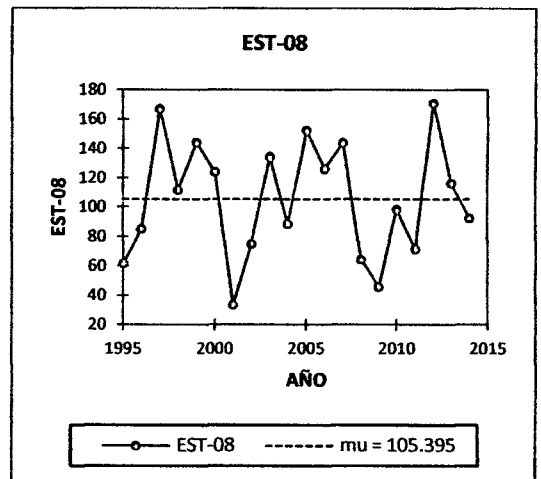
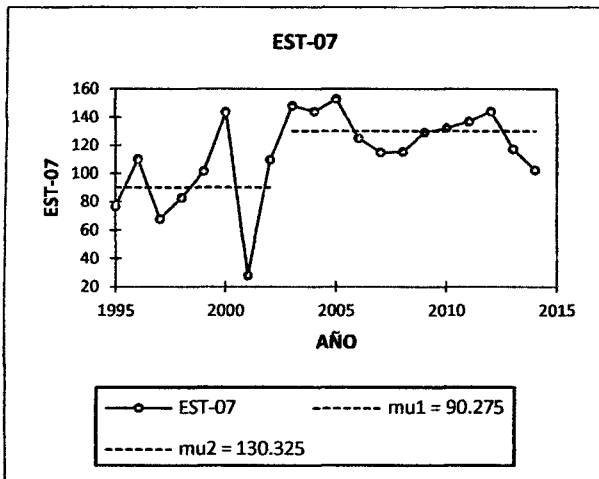
NOVIEMBRE





DICIEMBRE

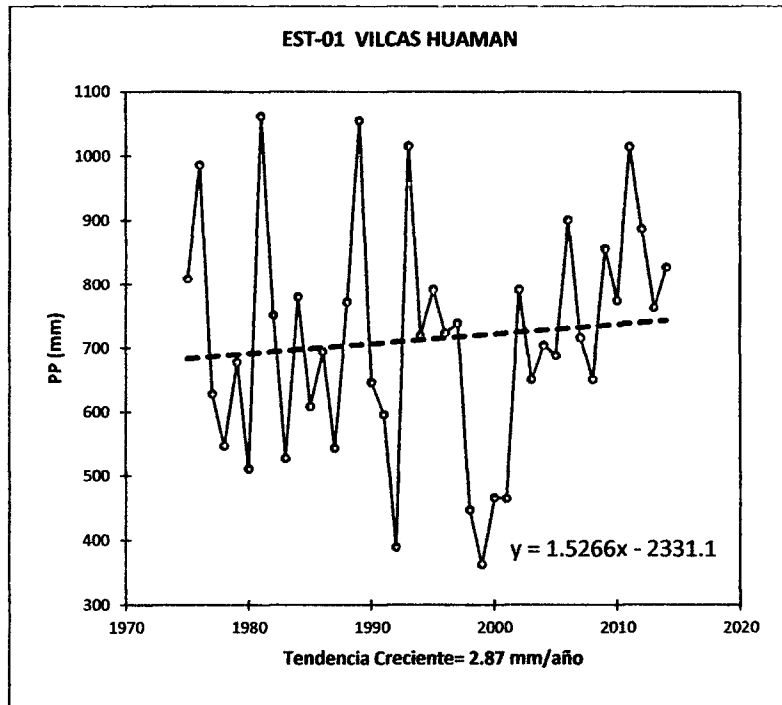


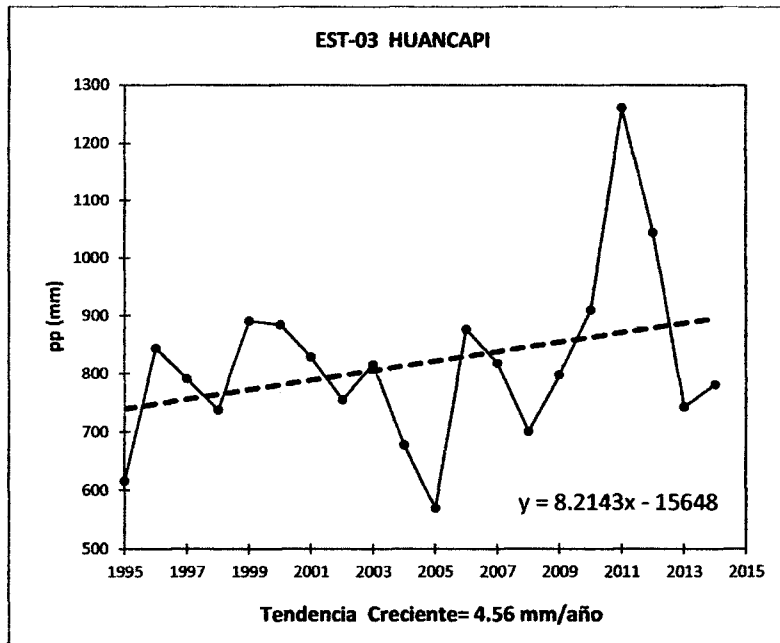
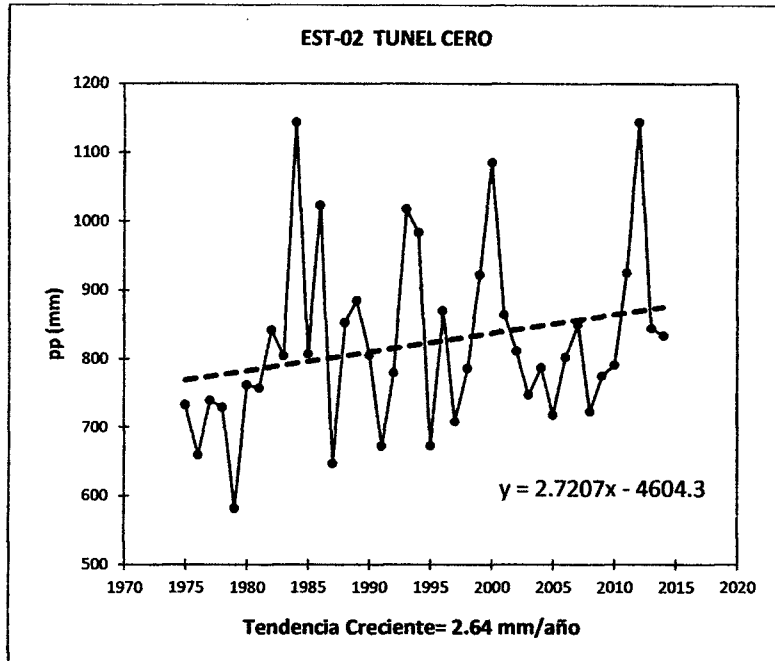


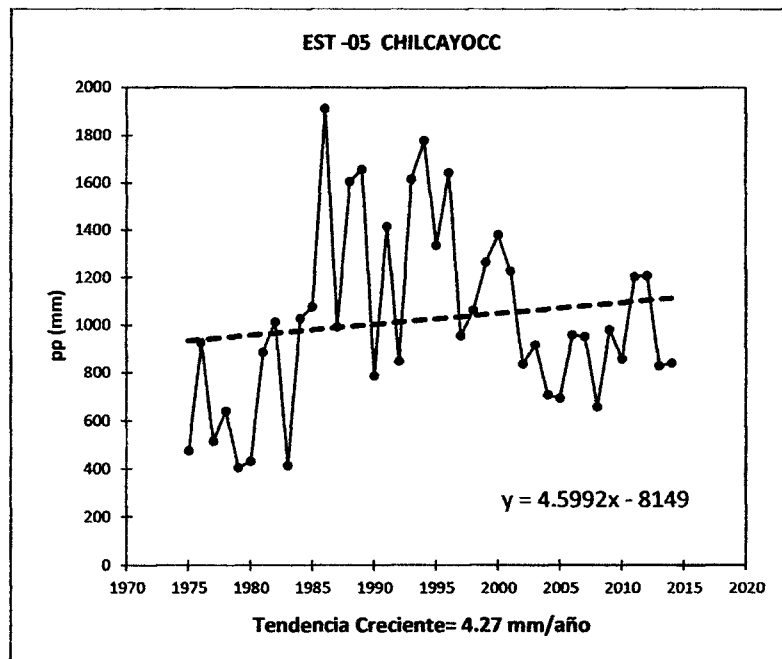
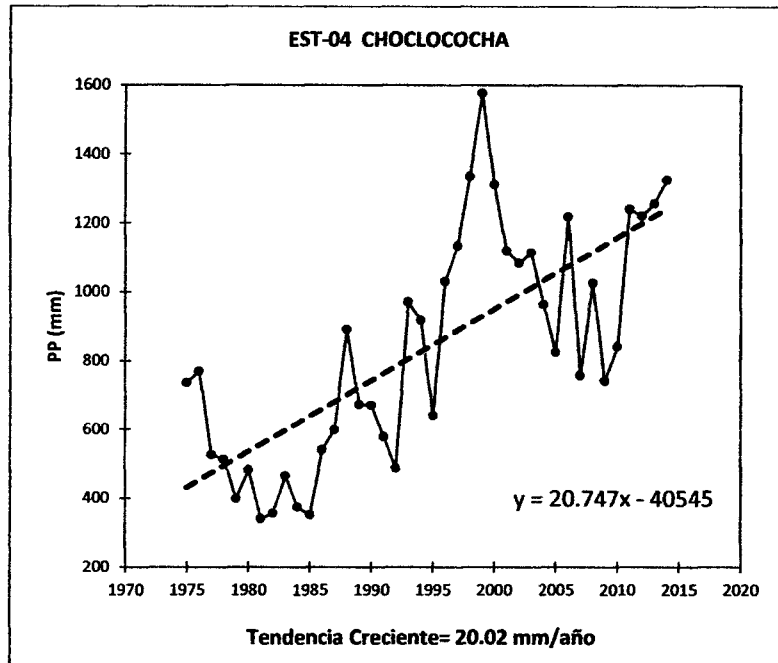
CODIGO DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS UTILIZADAS

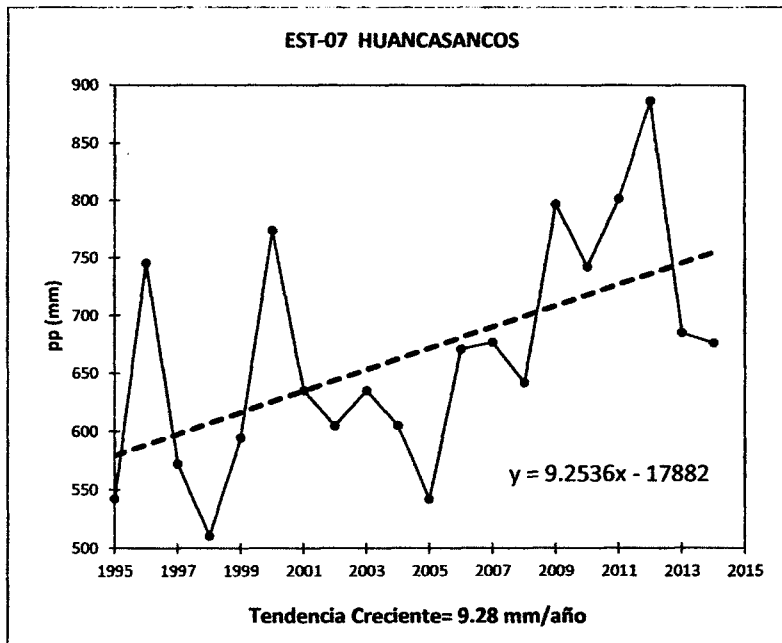
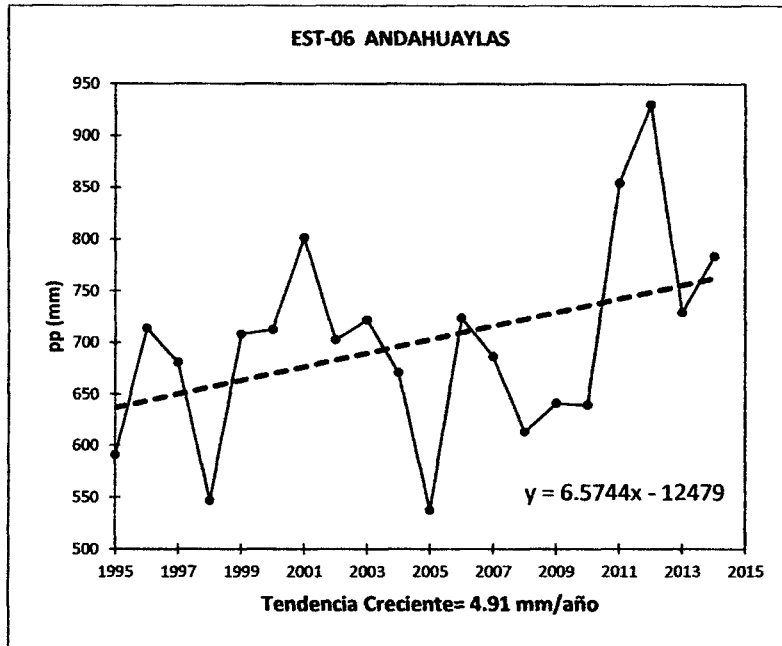
CODIGO DE ESTACION	NOMBRE DE ESTACION
EST - 01	Vilcas Huamán
EST - 02	Túnel Cero
EST - 03	Huancapi
EST - 04	Choclococha
EST - 05	Chilcayocc
EST - 06	Andahuaylas
EST - 07	Huancasancos
EST - 08	Paucaray
EST - 09	Pampas
EST - 10	Los Libertadores
EST - 11	Paico

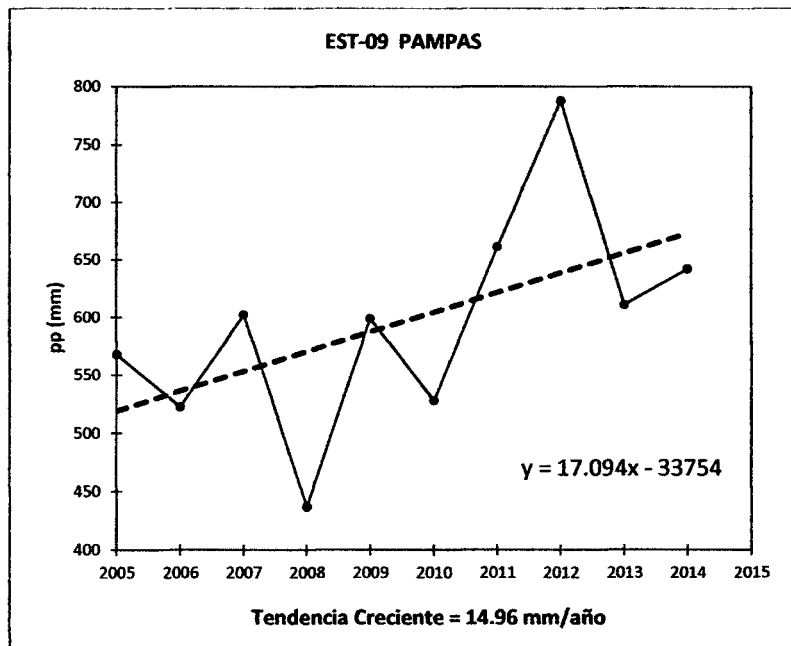
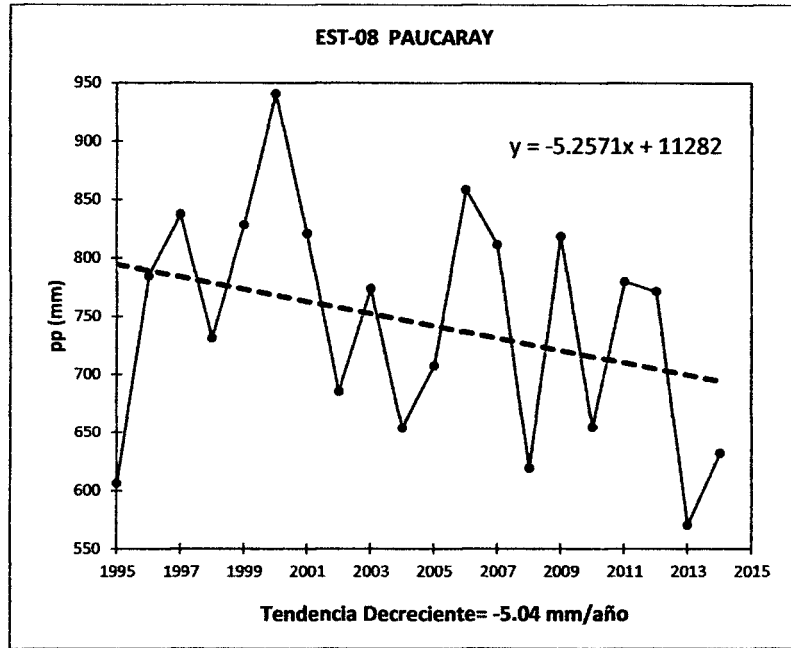
MAGNITUD DE LAS TENDENCIAS DETERMINADA POR EL ESTIMADOR DE SEN PARA SERIES DE PRECIPITACION ANUAL

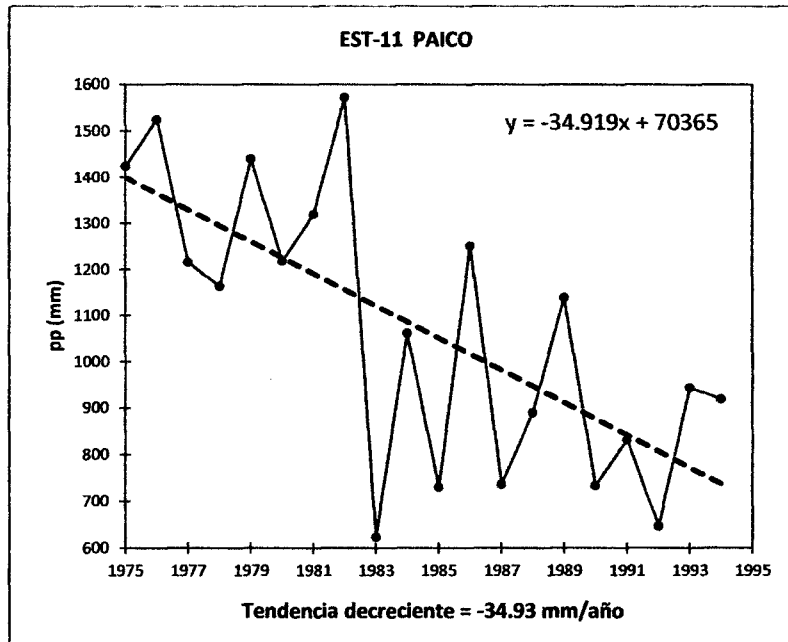
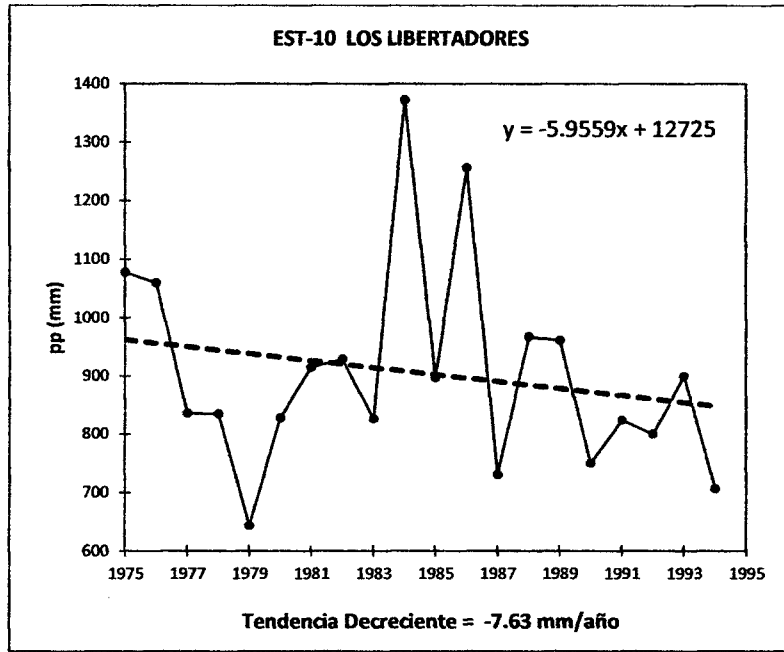




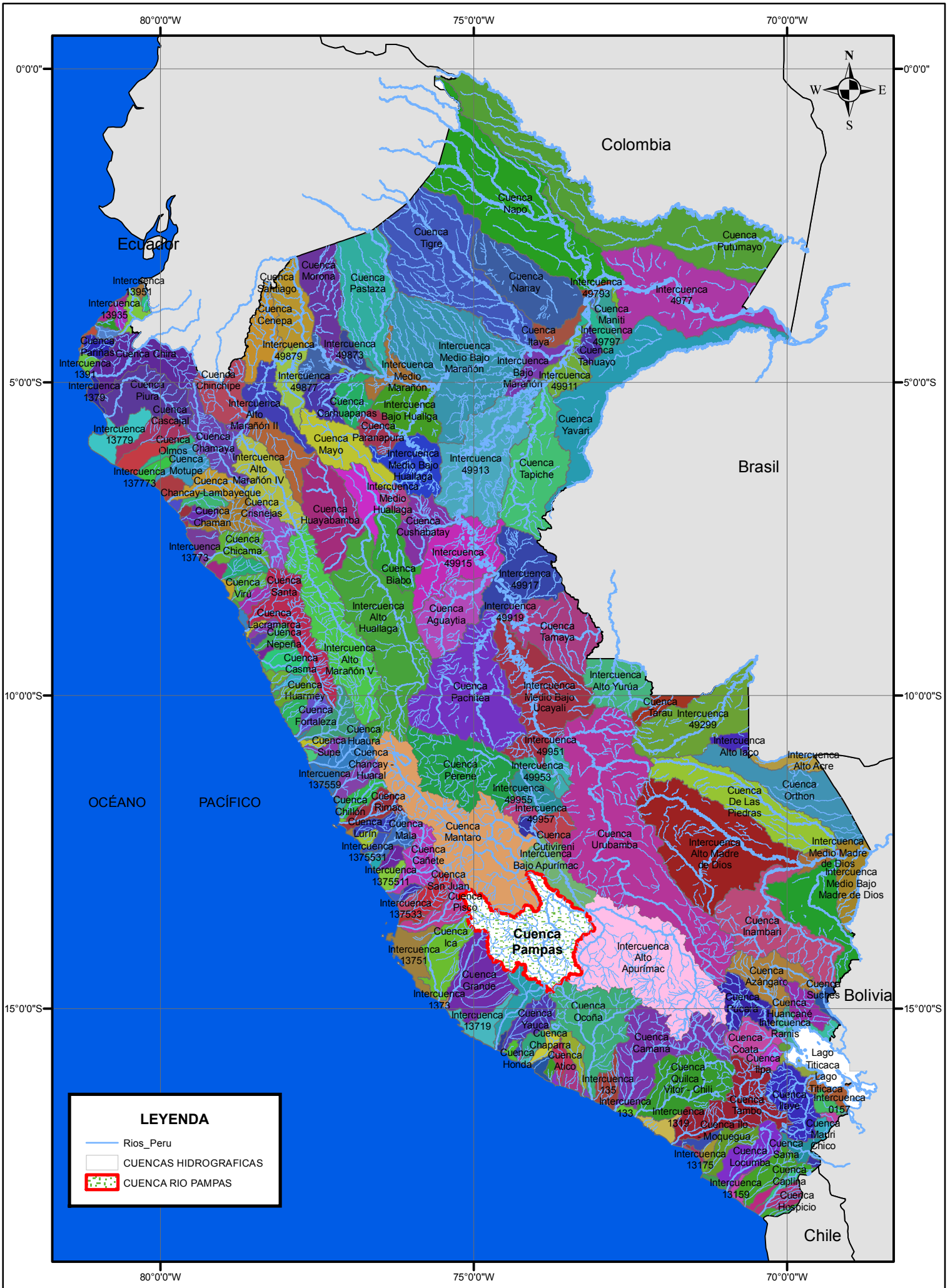




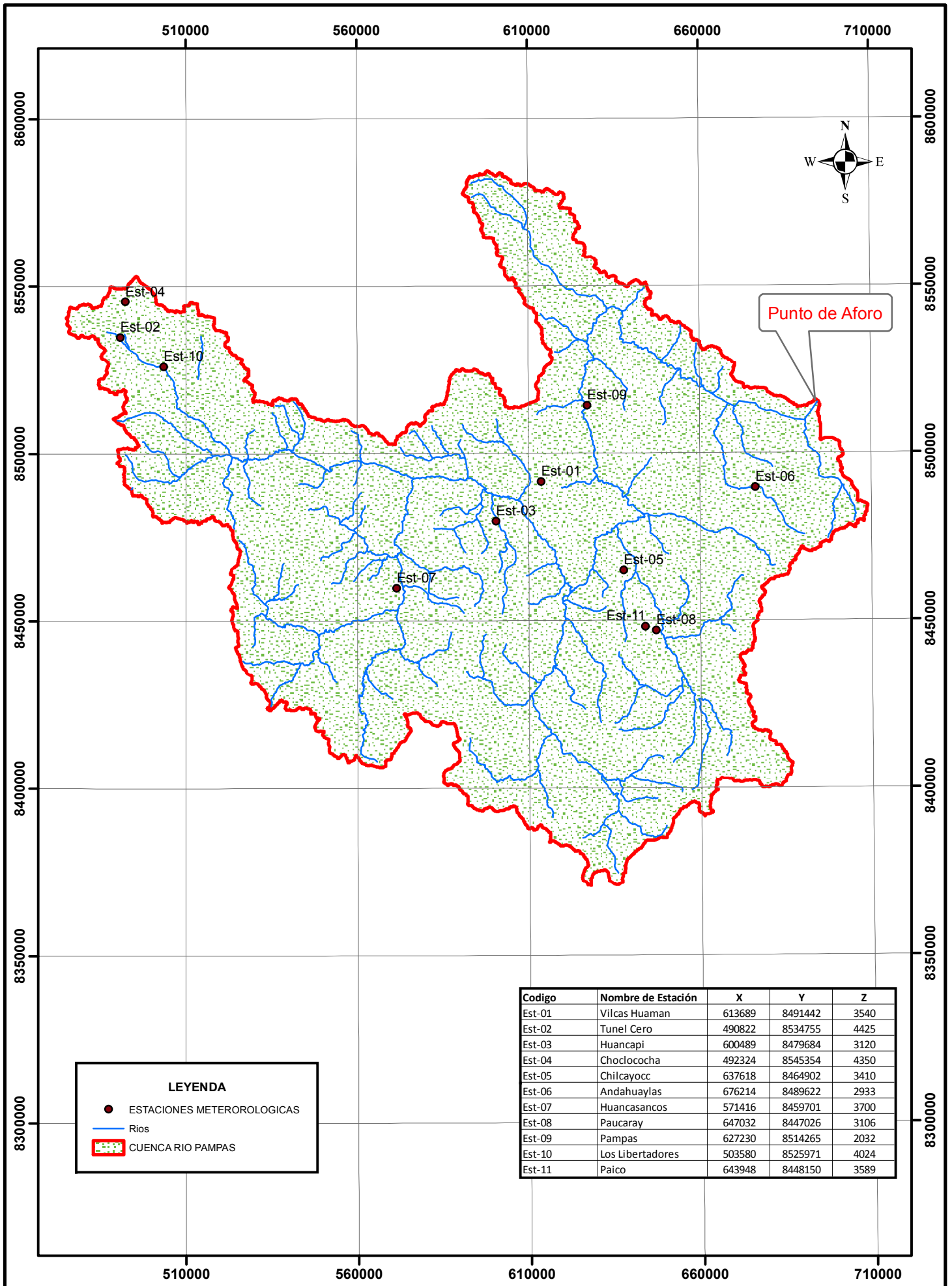




MAPA DE CUENCAS HIDROGRAFICAS DEL PERU



MAPA DE UBICACION DE ESTACIONES



LEYENDA

- ESTACIONES METEROROLOGICAS
- Rios
- CUENCA RIO PAMPAS

Codigo	Nombre de Estación	X	Y	Z
Est-01	Vilcas Huaman	613689	8491442	3540
Est-02	Tunel Cero	490822	8534755	4425
Est-03	Huancapi	600489	8479684	3120
Est-04	Choclococha	492324	8545354	4350
Est-05	Chilcayocc	637618	8464902	3410
Est-06	Andahuaylas	676214	8489622	2933
Est-07	Huancasancos	571416	8459701	3700
Est-08	Paucaray	647032	8447026	3106
Est-09	Pampas	627230	8514265	2032
Est-10	Los Libertadores	503580	8525971	4024
Est-11	Paico	643948	8448150	3589