

**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN AGUSTIN DE
AREQUIPA**

ESCUELA DE POST GRADO

DOCTORADO EN GEOGRAFIA



**“CALENTAMIENTO ATMOSFÉRICO, Y
ALTERACIÓN CLIMÁTICA EN EL VALLE DEL
CUSCO”**

Magister Nicacio Chaparro Daza

2015

1.- RESUMEN

Determinar las características del progresivo calentamiento atmosférico y la influencia que tiene en la alteración climática en el Valle del Cusco utilizando datos de 50 años, de la Estación Meteorológica de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco y de Kayra a cargo de SENAMI.

Analizar las características del progresivo incremento de la temperatura en el Valle del Cusco utilizando datos de los años 1964 al 2014.

El diseño al que pertenece la presente investigación es: Ex – Post – Facto, puesto que en el presente caso no se introduce ninguna variable experimental. En la presente investigación se demuestra que los efectos de la variable: “calentamiento atmosférico” ocurrido en un periodo de 50 años que han actuado para determinar la alteración climática en el Valle del Cusco.

Dentro del diseño ex- post- facto, la investigación pertenece la Diseño Correlacional el cual implica el tratamiento de datos de temperatura para relacionar con los parámetros que determinan la alteración climática.

El esquema correspondiente es el siguiente:

O_1 O_2

Donde la variable medida en O_1 (calentamiento atmosférico), ha causado O_2 (alteración climática).

El nivel de la presente investigación es Causal, puesto que debido al calentamiento atmosférico, se explica los fundamentos y las causas de las variaciones en la alteración climática.

La temperatura media anual en promedio es de 11.29 °C., las mayores temperaturas se presentan en los meses de Verano correspondiente los meses de noviembre y diciembre,

esto debido a la mayor radiación solar incidente, mientras que las temperaturas más bajas se producen en los meses de Invierno corresponde a finales de junio y julio

La tendencia de la temperatura Máxima en la estación Meteorológica de Perayoc de es de $0.0159\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{al año}$ ó $0.16\text{ }^{\circ}\text{C}$ a la década lo que nos demuestra que a partir del año 1964 al 2009 esta tendencia está en crecimiento.

De igual modo en la temperatura Media en la misma estación es de $0.0317^{\circ}\text{C}/\text{año}$ ó $0.32^{\circ}\text{C}/\text{década}$, también en crecimiento.

En la temperatura Mínima su tendencia es $0.0318^{\circ}\text{C}/\text{año}$ ó $0.032^{\circ}\text{C}/\text{década}$, también en crecimiento.

Durante 45 años, la temperatura en el Valle del Cusco se ha incrementado en 0.9°C poniendo en evidencia el calentamiento atmosférico.

2.- Introducción.

El presente trabajo es un estudio del calentamiento atmosférico y la alteración climática en el Valle del Cusco, el tema que motiva la investigación es el incremento de la temperatura en esta zona, este incluye a ocho distritos que son: Cusco, Santiago, Ccorca ,Wanchac, San Sebastián, San Jerónimo, Saylla distritos de la provincia del Cusco y los distritos de Oropesa y Lucre corresponde a la provincia de Quispicanchis, el tema es prioritario analizarlo e investigarlo para poder planificar e implementar la adaptación al cambio climático en el Valle del Cusco. Para lo cual he obtenido datos de temperatura del observatorio meteorológico de Perayoc y Kayra que lo administran la UNSAAC y SENAMI los datos son de 1964- 2014. Estos datos demuestran que sí existe un incremento de la temperatura en el Valle del Cusco, como se observa en los gráficos de promedios de temperatura y otros parámetros.

Se ha sostenido que el incremento de la temperatura es ocasionando por la ocurrencia de emisiones de gases del efecto invernadero como dióxido de carbono CO_2 , cloro Fluro Carbonados CFC.que está modificando las condiciones del clima en la escala global y

como tal su efecto en el esfera local, tal es el caso que en el ámbito del Valle del Cusco específicamente en la cuenca del rio Huatanay en estos últimos años desde 1964 está sufriendo un cambio climático según la historia observada revela un incremento sostenido de las temperaturas extremas que son las máximas y mínimas desde hace muchos años atrás en el orden de 0.01 a 0.04 grados centígrados en promedio al año, lo que significa una tendencia positiva del índice de las temperaturas. Esto nos demuestra en los datos del observatorio Meteorológico de Luis Olazo Olivera de la ciudad de la Universidad, y del observatorio de Kayra, donde los patrones del clima de nuestra región se altera, algunos años son más calurosos que lo normal, otros relativamente fríos, de igual manera, ocurren años que son más lluviosos que otros de tal manera en nuestra región hay una variabilidad de climas

Principalmente La ciudad del Cusco en estos últimos años hay cambio climático con fuertes precipitaciones en época de lluvias de noviembre a marzo como ha ocurrido en el año 2010 que ocasiono deslizamientos de las pendientes de los cerros aledaños que son muy pronunciadas que han ocasionado derrumbes de viviendas e incluso muertes, así mismo el rio saphi ha crecido fuera de lo normal poniendo en peligro las viviendas de sus márgenes ,amenazando con el desborde en el casco monumental de la ciudad.

Todo lo manifestado nos indica que los recursos naturales se van acogotando lentamente por el aumento o incremento de la población, así tenemos se deteriora el agua de los manantes, los suelos se contaminan, la atmosfera se deteriora por el parque automotor que día a día se incrementa en cantidad de igual modo por los hornos de ladrillos y tejas que queman con llantas y otros elementos, los bosques disminuyen la cobertura vegetal cada vez es menos.

En la región del Cusco, los parámetros climáticos son muy variables, particularmente esta situación es muy notoria en las provincias altas donde se registran extremadas haladas o friajes siendo los más vulnerables la actividad ganadera y agrícola, también la gente que vive a estas altitudes son afectadas principalmente niños y ancianos. En los valles interandinos de la región del Cusco, son afectados por carencia de lluvias y en algunos casos excesivas lluvias, los veranillos y otras variaciones atmosféricas afectan a la agricultura.

El Valle del Cusco, durante los últimos años, ha sido afectado por diferentes alteraciones climáticas observándose cambios en la cantidad, temporalidad e intensidad de las precipitaciones, como ha ocurrido en enero del año 2010 donde las precipitaciones alcanzaron 30 mm ¹ en 3 horas, y donde se activaron zonas de riesgo produciendo deslizamientos, huaycos en las vertientes del valle e inundaciones en el curso bajo del río Huatanay. Estas manifestaciones tienen un impacto significativo en la disponibilidad de los recursos naturales y en las actividades productivas que dependen de su utilización, afectando los medios de vida de nuestras poblaciones del área de estudio.

El problema de la contaminación en el Valle del Cusco es similar al de otras ciudades del Perú y del mundo, el incremento de gases de invernadero por el uso de combustibles fósiles, quema de pastizales, fábricas de tejas y ladrillos, residuos industriales y otros se observan a lo largo del valle. La ciudad del Cusco se viene expandiendo en sentido horizontal abarcando los distritos de Cusco, Santiago, Wanchaq, San Sebastián, San Jerónimo y Saylla, también se ubican en el valle localidades de Tipón, Oropesa y Lucre haciendo una población de más de 400 000 habitantes.

La presente investigación desde el punto de vista tecnológico contribuye a comprender los procesos y el comportamiento del calentamiento atmosférico en el Valle del Cusco utilizando datos estadísticos de las Estaciones indicadas, los cuales influyen directamente en las variabilidades climáticas, es decir en las precipitaciones, presión atmosférica, vientos y humedad.

En los últimos años en el Valle del Cusco se percibe fuertes insolaciones que se produce ante la exposición directa y prolongada a la radiación solar, en especial, sobre la cabeza, y los más vulnerables son los niños y las personas mayores, para lo cual es necesario que las sociedades tomemos acción frente a dicho problema.

Por todas estas consideraciones, es necesario conocer con mayor detalle el comportamiento de las temperaturas en el Valle del Cusco, es preciso desarrollar un modelo de interpretación del régimen de temperaturas en la zona de estudio.

¹ Datos del Observatorio Meteorológico de la UNSAAC 2009.

3.- Material y Metodología

3.1. Crecimiento poblacional en el valle

La ciudad del Cusco y todo el valle, está creciendo rápida y vigorosamente, se encuentra unida a San Jerónimo incluso al distrito de Saylla.

Son varios los factores naturales y culturales que han contribuido a que Cusco se convierta en una ciudad de elevada población, a nivel nacional se ubica en la 7º lugar como la ciudad más poblada del país².

En el antiguo Perú el Cusco como capital del imperio del Tahuantinsuyo, fue la ciudad más notable y poblada de esta parte de América. Su importancia demográfica disminuyó grandemente en la Colonia y en la época Republicana.

En el presente siglo, su crecimiento es notable a partir de 1940, según el censo de dicho año, la ciudad contaba con 40,657 habitantes. Dicha cifra se duplicó en 20 años según el censo de 1961 había 79,857 habitantes. Para 1981, en que se efectúa el VII Censo de Población y el III de Vivienda, nuestra ciudad abarcaba la población urbana de cuatro distritos de la provincia: Cusco, Santiago, Huanchac y San Sebastián, según este censo su población alcanzaba la cifra de 184,550 habitantes, en el Censo de 1993 la ciudad del Cusco incluido el distrito de San Jerónimo la población era de 255,568 habitantes. En el último censo del 2007 la provincia del Cusco tiene una población de 367,791 habitantes

En toda la cuenca del Cusco se ubican 9 distritos, 7 de la provincia del Cusco y 2 distritos de la provincia de Quispicanchis que mencionamos: Cusco, Ccorca, San Jerónimo, San Sebastián, Santiago, Saylla y Wanchac que corresponde a la provincia del Cusco y los distritos de Oropesa y Lucre que corresponde al distrito de Quispicanchis, la población de todos estos distritos de acuerdo a la proyección del 2013 la cantidad es de 446,431 habitantes, que corresponde a la Cuenca del Cusco.

El rápido crecimiento de la población y la consiguiente expansión urbana ha provocado que la infraestructura de la ciudad del Cusco, que incluye vivienda, edificios público, comerciales e industriales, sistema vial, ferrocarriles, puentes, redes de agua y alcantarillado, centrales de energía, hospitales, centros educativos, y sistemas de

²Instituto Nacional de Estadística e Informática

comunicación; hayan incrementado la exposición al peligro sísmico en proporciones sin precedentes³.

VALLE DEL CUSCO EXTENSIÓN, POBLACIÓN Y DENSIDAD AL 2013

DISTRITOS:	EXTENSION (km ²)	Población 2013	DENSIDAD (hab./km ²)
Distrito Cusco	116.22 Km ²	118,231hab	1017.30 hab/km ²
Distrito de San Sebastián	89.44 Km ²	105,388hab	1178.30 hab/km ²
Distrito de Santiago	69.72 Km ²	90,318hab	1295.44 hab/km ²
Distrito de Wanchac	6.38 Km ²	63,858hab	617.94 hab/km ²
Distrito de San Jerónimo	103.34 Km ²	43,406hab	420.03 hab/km ²
Distrito de Poroy	14.96 Km ²	6,901hab	461.30 hab/km ²
Distrito de Saylla	28.38 Km ²	4,700hab	165.61 hab/km ²
Distrito de Ccorca	188.56 Km ²	2,311hab	.12.26 hab/km ²
Distrito de Oropesa	74.44 Km ²	7,280hab	97.80hab/km ²
Distrito de Lucre	118.78 Km ²	4,037hab	33.99 hab/km ²
Total de la Cuenca:	810.22 Km²	446,431hab	550.99 hab/km²

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática

En el cuadro se analiza que en la Cuenca del Cusco, los distritos de menor población son: Poroy, Saylla, Ccorca, Oropesa y Lucre, y con población que supera los 31,000 habitantes tenemos a los distritos de San Jerónimo, Huanchac y San Sebastián y el distrito de mayor población, Cusco con proyección al 2013 con 118,231 habitantes, y todo la cuenca de estudio tiene 446,431 habitantes.

3.2. Densidad Poblacional en el valle del Cusco

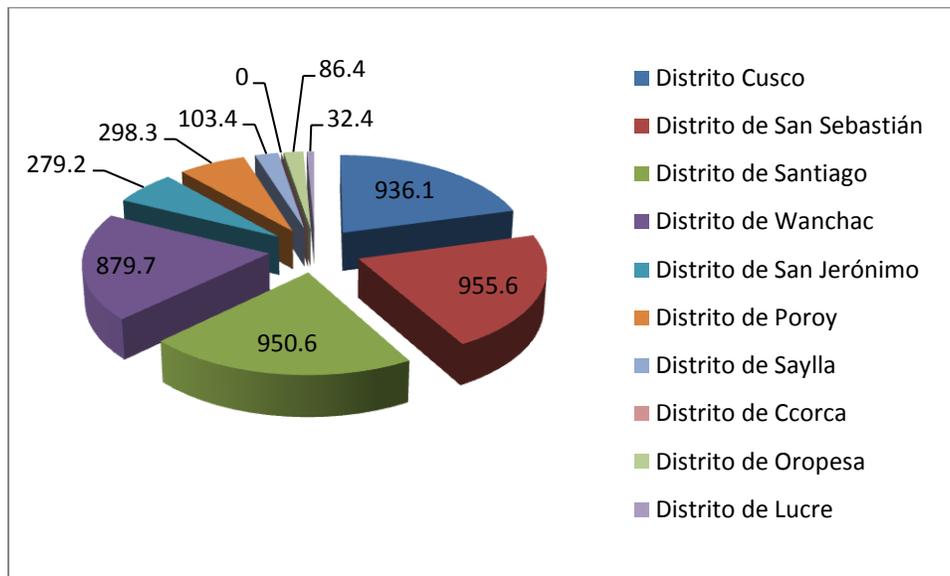
La densidad poblacional es un indicador que permite evaluar la concentración de la población de una determinada área geográfica, comprende el número de habitantes que corresponde a una unidad de superficie que se encuentra en una determinada extensión territorial⁴. La Cuenca del Cusco al año de 1972 tenía una densidad de 186 hab/Km², al año 1,981 la densidad era de 270 hab/Km² y al 1993 tenía una densidad de 349 hab/Km², al censo del 2007 se incrementa a 463 hab/km².y al 2013 tiene una densidad de 1,017 hab/km²

³Salas Del Pino y otros Cusco Medio Ambiente y Desarrollo Urbano año 1998 pág. 201

⁴<http://www.inei.gob.pe/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0838/libro26/cap01.pdf> año 2007

En conclusión desde el año de 1972 la densidad de la Cuenca del Valle en estudio es de 1,298 hab/km² y después de 41 años al 2013 se triplica esta cantidad con 3,841 hab/km² demostramos en el gráfico

DENSIDAD DE LA CUENCA DEL CUSCO 2013



Elaboración propia

3.3. Concentración de la población en el valle

La mayor concentración de la población de la Cuenca del Cusco se encuentra en la parte superior, en los distrito de Cusco, Santiago Wanchac, San Sebastián y San Jerónimo, con una densidad de 749.4 hab/km², que constituye alta densidad en nuestra ciudad del Cusco, comparado con las principales ciudades del Perú, el crecimiento no es en forma longitudinal, sino es en forma vertical (hacia arriba) es decir construcciones de viviendas con mayores pisos se observa en los distritos de Cusco, Wanchac ,San Sebastián y Santiago⁵

⁵<http://municusco.gob.pe/gerencias/WebPlanUrbano/Texto/PDU%20Abr-06.pdf> año 2011

DEPARTAMENTO DEL CUSCO SUPERFICIE Y POBLACIÓN 2013

PROVINCIAS	SUPERFICIE (km2)	Población 2013
Cusco	617	435,114
Acomayo	948	28,116
Anta	1,887	57,957
Calca	1,876	73,137
Canas	2,104	39,757
Canchis	3,999	102,630
Chunvibilcas	5,371	82,078
Espinar	5,371	68,660
La Convención	30,062	179,670
Paruro	1,985	31,3186
Paucartambo	6,295	50,582
Quispicanchis	7,565	89,175
Urubamba	1,439	63,547
TOTAL:	71,987	1'300,609

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática

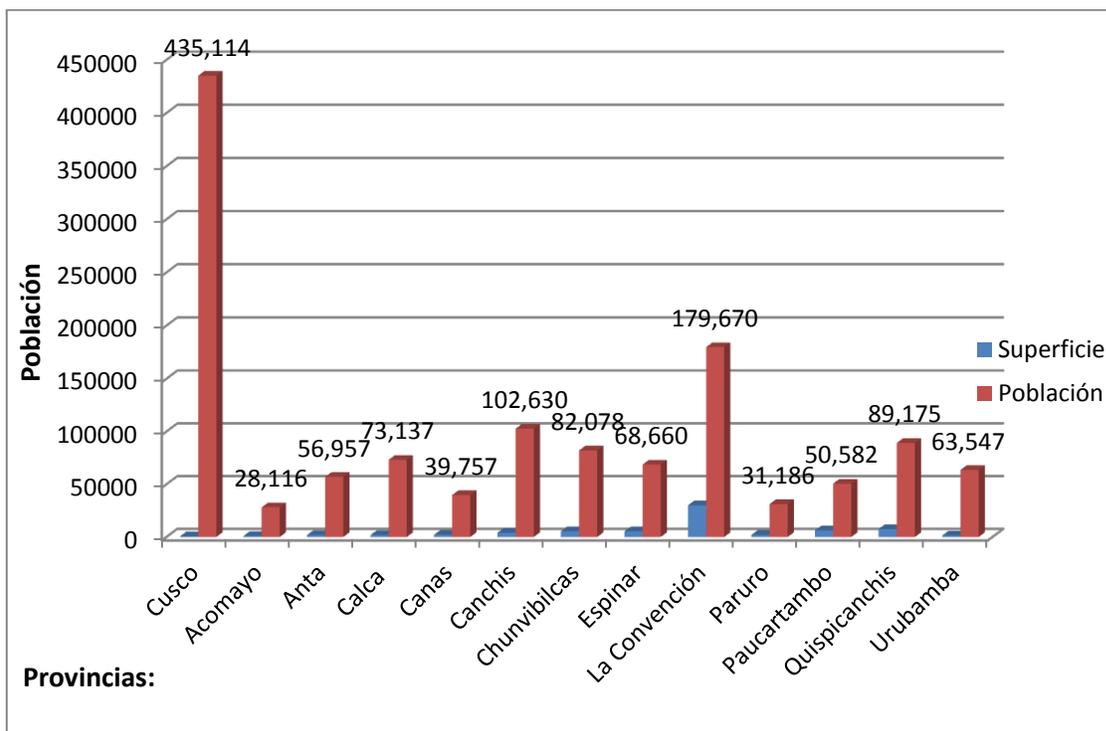
En el cuadro tenemos la superficie por kilómetro cuadrado de las 13 provincias del departamento del Cusco y su correspondiente población al año 2013.

Según proyecciones del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), para el 2013 la población del departamento de Cusco es de 1'300,609 habitantes. La mayor Concentración poblacional se encuentra en las provincias de Cusco (33,5 por ciento), La Convención (13,8 por ciento) y Canchis (7,9 por ciento). Para el mismo año, el 50,7 Por ciento de la población son hombres y el 49.3 por ciento mujeres⁶.

Se concluye que la provincia del Cusco tiene 617 Km² la pequeña de todo el departamento del Cusco y es la más poblada de todo este departamento.

⁶<http://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Cusco/Cusco-Characterizacion.pdf> año 2011

POBLACIÓN Y EXTENSION DEPARTAMENTO DEL CUSCO PROYECCION AL 2013



Fuente: Elaboración propia.

En este gráfico la provincia del Cusco tiene la menor superficie del departamento con 617 kilómetros cuadrados y la provincia más extensa es La Convención con 30,062 kilómetros cuadrados, también observamos que la provincia de Cusco es la que tiene la mayor cantidad de población en proyección al 2013 con 435,114 habitantes y la provincia con menor cantidad de habitantes es Acomayo con 28,116. En síntesis nuestra provincia del Cusco que se ubica en el Valle del mismo nombre, tiene la mayor cantidad de población del departamento del Cusco de acuerdo a la proyección de 2013, este crecimiento continuará durante los siguientes años por el incremento del turismo hacia nuestra región, por consiguiente, la zona de estudio es el lugar de mayor contaminación de todo el departamento, de allí la importancia.

3.4. INCREMENTO CADA VEZ MÁS DEL PARQUE AUTOMOTOR EN LA CIUDAD DEL CUSCO.

De acuerdo a la Planificación y ordenamiento territorial y del transporte en Cusco. La llegada de automóvil y con los ideales modernistas del urbanismo produce varios cambios en la ciudad, aparece un diseño urbano en base a la circulación vehicular, en consecuencia el transporte automotor ha crecido, notándose más en los últimos 10 años, siendo el siguiente:

AÑO	UNIDADES VEHICULARES
1970	5,000 Unidades Vehiculares
1990	11,660 Unidades vehiculares
2000	27,280 Unidades vehiculares
2002	35,990 Unidades vehiculares
2004	378700 Unidades vehiculares
2005	40,677 Unidades vehiculares
2007	50,000 unidades vehiculares
2012	70,000 unidades vehiculares

De los cuales el centro recibe el 80% diariamente⁷.

Contaminación del aire en Cusco:

SO₂ Óxido de azufre 650.3 Ton/año

CO Monóxido de Carbono 6,848.9 Ton/año

NO_x Óxido de Nitrógeno 2,437.5 Ton/año

PM 10 partículas 148,810.00 Ton/año⁸.

Existen estudios de que el 75% de contaminación en Cusco se debe a la alta proporción de parque automotor antiguo y sin certificación de aire limpio, lo que se manifiesta en un aire con altos componentes de monóxido y dióxido de carbono, entre otros. El uso de Combustibles con altos contenidos de índices de azufre y plomo, explican esta contaminación severa, sobre todo en el centro de la ciudad⁹.

⁷Ing. Robert Torres Valverde Gerente de Tránsito Viabilidad y transporte Municipal del Cusco año 2011 pág. 3

⁸Ing. Robert Torres Valverde Gerente de Tránsito Viabilidad y transporte Municipal del Cusco año 2011 pág. 16

⁹Plan de desarrollo Cusco 2012 año 2013 pág.63

MARCO METODOLÓGICO

El diseño al que pertenece la presente investigación es: Ex – Post – Facto, puesto que en el presente caso no se introduce ninguna variable experimental. En la presente investigación se demuestra que los efectos de la variable: “calentamiento atmosférico” ocurrido en un periodo de 45 años que han actuado para determinar la alteración climática en el Valle del Cusco.

Dentro del diseño ex- post- facto, la investigación pertenece la Diseño Correlacional el cual implica el tratamiento de datos de temperatura para relacionar con los parámetros que determinan la alteración climática.

El esquema correspondiente es el siguiente:

O_1 O_2

Donde la variable medida en O_1 (calentamiento atmosférico), ha causado O_2 (alteración climática).

NIVEL DE INVESTIGACIÓN.

El nivel de la presente investigación es Causal, puesto que debido al calentamiento atmosférico, se explica los fundamentos y las causas de las variaciones en la alteración climática.

PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO DE DATOS METEOROLÓGICOS 1964-2009.

TEMPERATURA MEDIA (°C)													
MES AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM. MEDIO
1964	11.3	11.4	10.2	10.4	8.9	8.1	7.6	8.1	9.8	10.8	10.9	10.4	9.8
1965	10.5	10.4	9.7	10.0	10.1	8.9	8.8	10.1	10.6	12.4	12.8	12.5	10.6
1966	13.1	12.1	12.0	11.9	10.7	10.1	10.2	11.2	11.6	12.1	12.6	12.6	11.7
1967	13.1	11.9	11.4	12.1	10.2	9.3	8.6	9.3	11.1	11.5	12.2	11.4	11.0
1968	11.2	10.7	11.3	10.9	9.2	9.0	9.1	9.8	10.8	12.2	11.7	12.6	10.7
1969	11.2	11.6	11.6	11.2	10.0	9.1	9.9	9.4	10.7	12.2	12.6	12.0	11.0
1970	11.6	11.2	11.1	10.7	10.3	9.7	9.5	10.8	10.7	12.4	12.7	11.3	11.0
1971	11.4	10.6	10.5	10.3	9.8	8.9	8.8	9.9	11.1	11.3	11.9	11.4	10.5
1972	10.8	11.2	10.9	11.2	10.6	9.3	9.0	9.7	10.6	12.9	13.1	13.6	11.1
1973	11.9	12.5	12.6	11.7	10.3	9.7	8.8	10.3	11.0	12.1	12.2	11.4	11.2
1974	10.9	10.6	11.2	10.7	10.3	8.9	9.5	9.1	10.7	11.7	11.8	12.1	10.6
1975	11.2	11.3	11.2	11.2	9.7	8.8	8.9	10.2	10.5	11.5	11.1	11.1	10.6
1976	10.8	11.3	11.3	10.6	9.9	8.7	9.3	9.5	10.0	12.8	12.3	12.5	10.8
1977	12.7	12.4	11.8	11.3	10.5	8.9	9.1	10.2	10.3	12.2	11.6	11.9	11.1
1978	11.3	11.9	11.6	11.1	10.5	9.1	7.3	9.8	10.3	12.3	12.1	12.7	10.8
1979	11.9	12.0	11.8	11.3	10.2	9.0	9.6	10.5	12.0	12.5	13.1	12.0	11.3
1980	12.9	12.1	11.7	11.2	10.8	9.6	10.4	11.0	11.2	11.9	13.0	12.4	11.5
1981	11.4	11.7	12.0	10.9	10.7	9.6	8.7	9.5	10.3	11.9	12.9	12.4	11.0
1982	11.9	11.8	11.6	10.9	9.9	9.1	8.4	10.5	11.4	13.0	12.3	13.4	11.2
1983	14.3	13.4	14.2	13.3	11.7	9.9	8.1	11.5	12.3	12.9	13.7	12.7	12.3
1984	10.7	10.9	11.3	10.6	9.9	9.1	9.3	9.4	10.5	11.1	11.4	11.8	10.5
1985	11.8	11.6	12.1	11.3	10.3	8.1	9.5	9.9	10.5	11.9	11.6	12.2	10.9
1986	11.8	11.5	11.2	11.1	9.6	8.9	8.1	9.5	11.4	12.4	12.9	13.5	11.0
1987	12.2	12.7	12.6	12.3	10.7	9.2	9.3	11.2	12.2	12.5	13.5	13.4	11.8
1988	12.7	12.2	12.2	11.8	11.0	9.2	9.5	10.3	13.4	14.4	12.9	12.4	11.8
1989	11.5	11.6	11.3	10.0	10.8	10.3	9.7	10.8	12.2	12.6	12.7	13.9	11.5
1990	12.5	12.1	12.4	11.4	10.5	8.6	9.9	9.0	11.5	12.1	12.2	12.3	11.2
1991	12.7	12.2	12.2	11.5	10.6	9.8	8.8	9.3	10.2	11.9	11.5	11.2	11.0
1992	11.3	11.7	11.7	11.6	9.6	8.9	8.1	9.5	12.2	10.9	13.2	12.9	11.0
1993	11.7	12.5	11.0	11.4	10.2	8.6	9.0	9.2	10.8	11.8	12.5	13.1	11.0
1994	11.8	12.1	11.2	10.9	10.3	8.4	8.3	10.5	8.6	11.9	12.2	12.8	10.8
1995	12.6	12.2	11.6	11.5	10.5	9.8	10.2	11.5	10.8	12.0	12.4	11.4	11.4
1996	11.5	11.6	11.8	11.9	11.0	9.1	10.0	10.8	11.5	12.1	12.7	12.7	11.4
1997	12.2	11.0	11.3	10.3	9.5	9.0	8.8	9.8	12.3	14.3	12.5	13.1	11.2
1998	13.9	14.2	13.8	13.1	11.5	10.4	10.0	11.6	13.0	12.6	13.4	12.9	12.5
1999	12.9	12.1	11.7	11.1	10.7	9.6	8.8	10.5	11.5	12.4	12.8	12.4	11.4
2000	11.6	10.2	11.2	12.2	10.8	9.3	9.0	10.3	12.1	11.9	13.9	12.5	11.3
2001	11.2	11.3	11.6	11.5	10.7	9.7	9.0	8.5	11.2	13.1	13.8	12.5	11.2
2002	13.0	11.8	11.8	11.6	10.6	9.8	8.3	9.8	11.2	12.6	13.0	13.7	11.4
2003	12.8	12.8	12.2	12.3	11.3	9.5	8.4	10.1	11.2	13.6	13.6	12.2	11.6
2004	11.9	11.8	13.2	12.5	11.4	10.7	10.0	10.2	12.2	13.0	14.8	15.6	12.3
2005	13.5	13.4	14.1	13.0	12.3	10.7	10.6	11.1	11.8	11.0	12.9	13.2	12.3
2006	12.4	13.9	13.3	11.4	11.7	11.3	9.0	10.5	11.8	13.0	12.9	13.5	12.1
2007	14.1	13.6	11.7	12.0	11.5	10.5	9.6	11.8	11.4	11.2	13.6	11.7	11.9
2008	13.0	8.0	11.5	12.2	12.3	11.4	11.3	11.8	11.7	12.6	13.6	12.9	11.9
2009	14.2	13.1	13.0	14.2	13.4	12.1	11.4	12.6	13.4	15.3	15.3	15.0	13.6

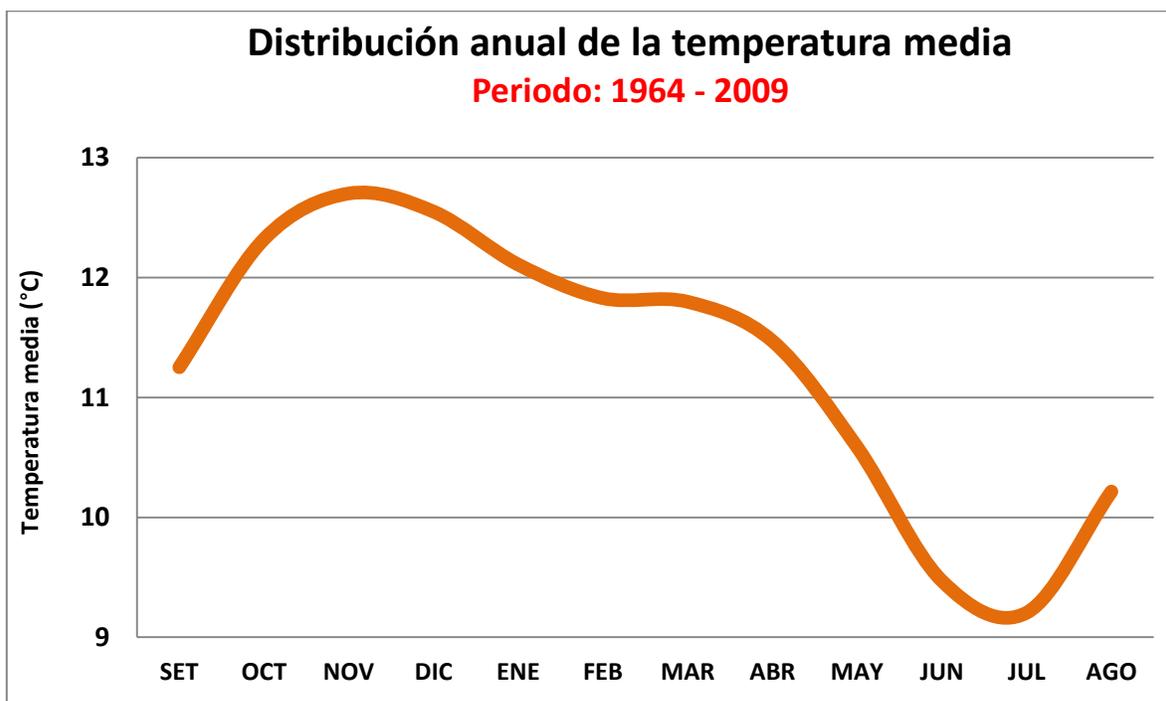
Fuente: Elaboración propia en la base de registros de Perayoc UNSAAC

Análisis de la temperatura media mensual periodo 1964-2009

A. Distribución anual

La temperatura media anual en promedio es de 11.29 °C., las mayores temperaturas se presentan en los meses de Verano correspondiente los meses de noviembre y diciembre, esto debido a la mayor radiación solar incidente, mientras que las temperaturas más bajas se producen en los meses de Invierno corresponde a finales de junio y julio (Grafico).

Distribución anual de la Temperatura media.

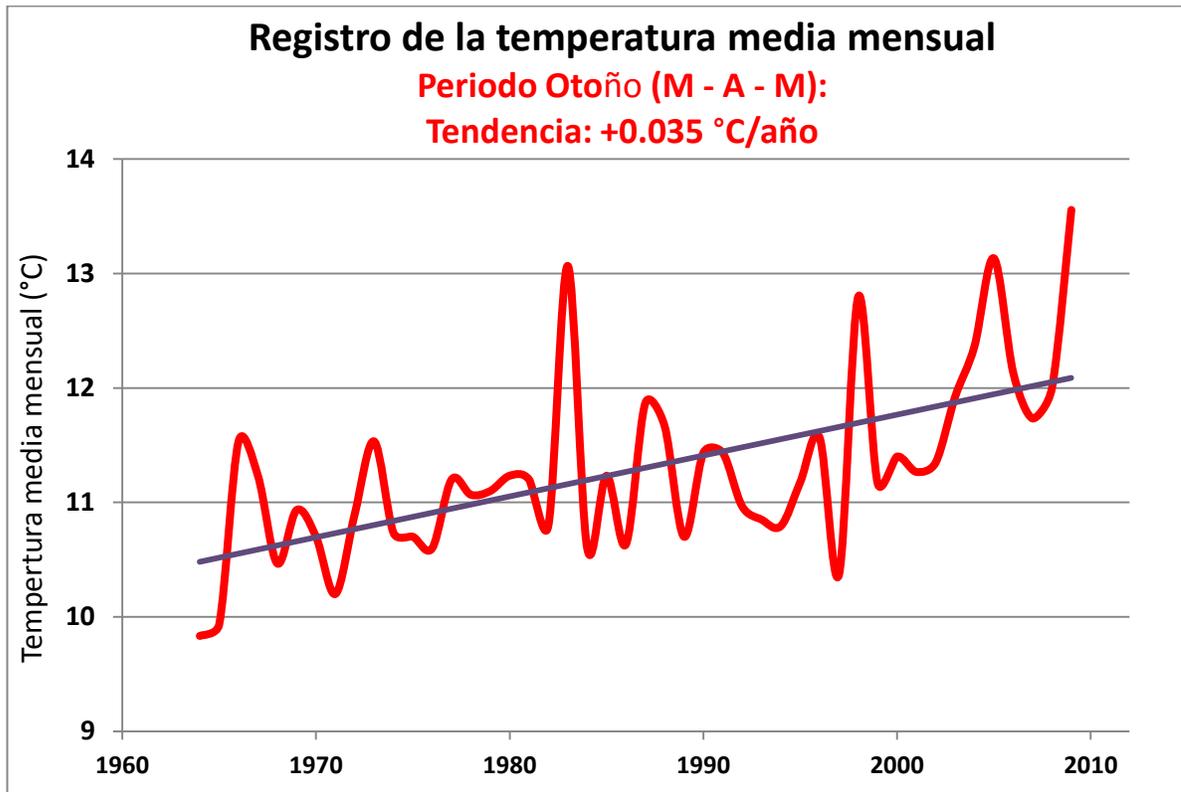


Fuente: Sandro Arias L.

B.- Distribución temporal trimestral.

1. Distribución periodo Otoño.

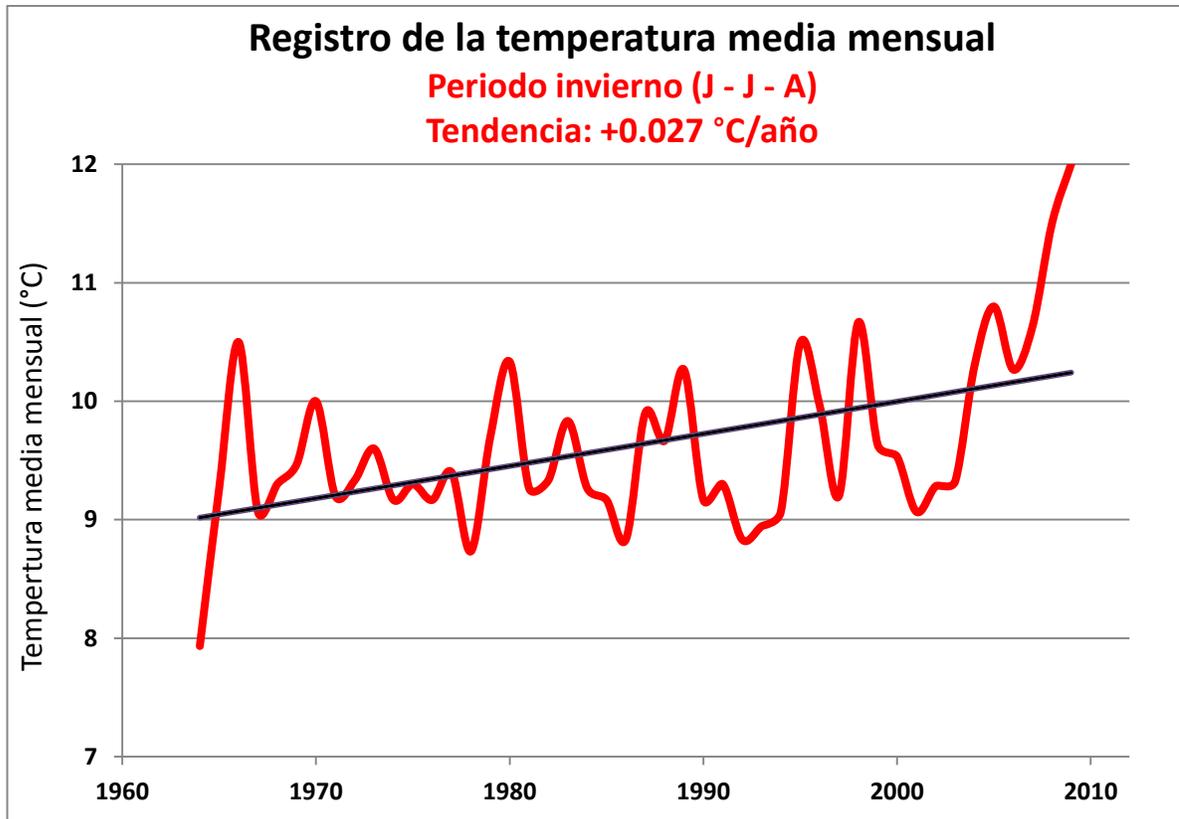
La temperatura media mensual en este periodo es 11.3 °C., muestra una tendencia positiva en una magnitud de 0.035 °C por año (Grafico).



Fuente: Sandro Arias L.

2. Distribución periodo Invierno.

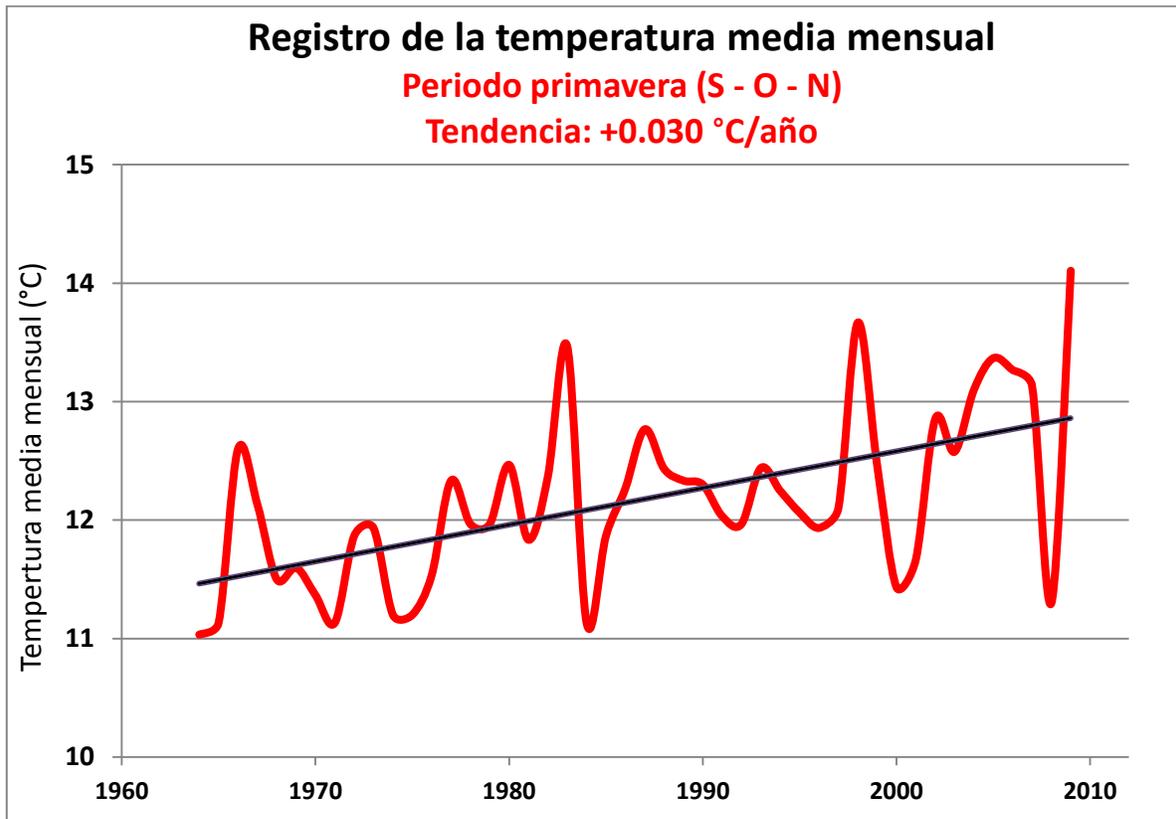
La temperatura media mensual en este periodo es 9.6 °C., muestra una tendencia positiva en una magnitud de 0.027 °C por año (Grafico).



Fuente: Sandro Arias L.

1. Distribución periodo Primavera.

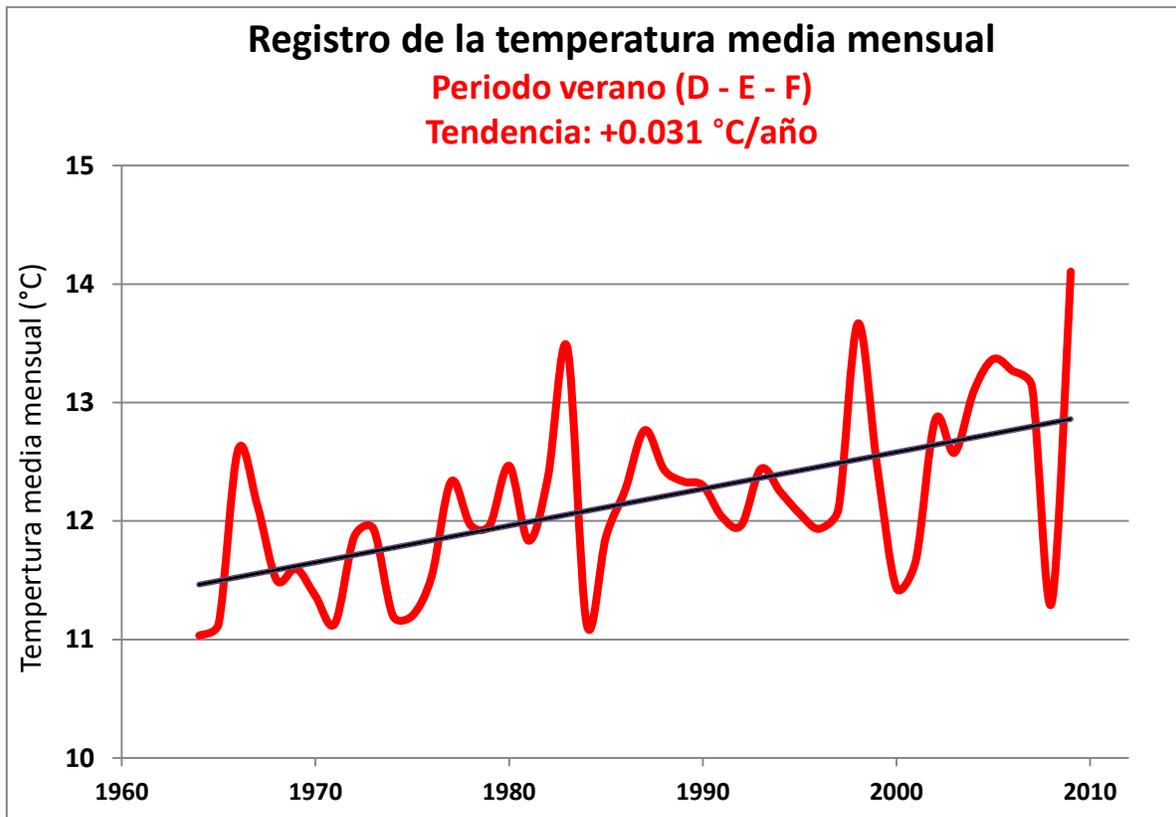
La temperatura media mensual en este periodo es 12.4 °C., muestra una tendencia positiva en una magnitud de 0.030 °C por año (ver gráfico).



Fuente: Sandro Arias L.

2. Distribución periodo Verano.

La temperatura media mensual en este periodo es 12.2 °C., muestra una tendencia positiva en una magnitud de 0.031 °C por año (ver gráfico).



Fuente: Sandro Arias L.

Análisis de tendencias observadas.

El cambio climático se manifiesta entre otras en la variabilidad climática, de los datos registrados y análisis efectuado hay un incremento de las temperaturas en todas las estaciones y/o meses, siendo más evidente en otoño (marzo, abril y mayo); es decir en estos meses el incremento de las temperaturas ha sido mayor con una magnitud de 0.035 °C. por año, de continuar con las condiciones actuales de emisiones de CO2 para el año 2030 en incremento de las temperaturas superaría los 2 °C.

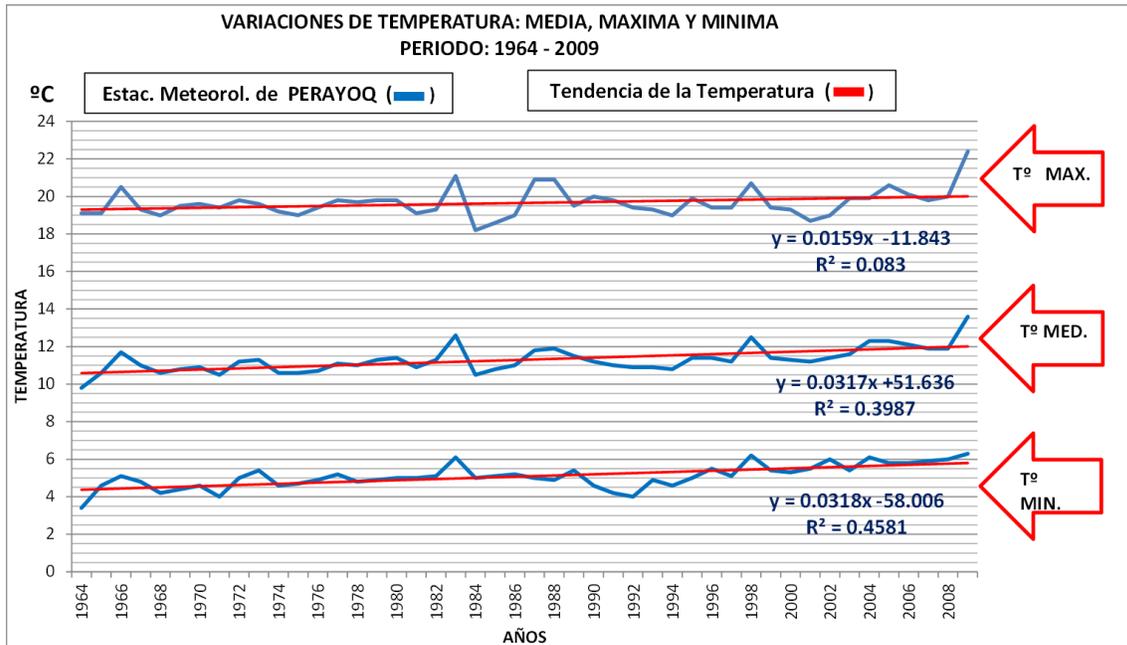
4.-resultados

Temperatura del Valle del Cusco 1964-2009

Año	Tº. Max Valle	Tº. Media Valle	Tº. Min Valle
1964	19.4	10.5	3.0
1965	19.3	10.9	3.8
1966	20.4	11.6	4.0
1967	19.3	11.2	4.1
1968	19.1	10.9	3.7
1969	19.8	11.2	3.8
1970	19.6	11.1	3.9
1971	19.5	10.8	3.3
1972	19.9	11.5	4.3
1973	19.7	11.7	5.0
1974	19.3	11.0	4.0
1975	19.1	10.9	4.0
1976	19.6	11.1	4.1
1977	19.9	11.5	4.4
1978	19.9	11.4	4.2
1979	20.4	11.8	4.2
1980	20.4	11.8	4.2
1981	19.5	11.3	4.3
1982	19.8	11.7	4.6
1983	21.4	12.7	5.1
1984	19.0	11.2	4.5
1985	19.3	11.3	4.4
1986	20.0	11.6	4.3
1987	21.5	12.4	4.4
1988	21.2	12.2	4.3
1989	20.0	11.8	4.5
1990	20.2	11.7	4.3
1991	20.1	11.4	3.7
1992	20.0	11.4	3.6
1993	19.7	11.4	4.3
1994	19.8	11.5	4.2
1995	20.5	12.0	4.5
1996	19.9	11.9	4.8
1997	20.0	11.8	4.6
1998	21.3	12.8	5.3
1999	20.1	11.8	4.5
2000	20.1	11.8	4.5
2001	19.5	11.7	4.7
2002	19.7	11.9	5.2
2003	20.6	12.1	4.7
2004	20.5	12.4	5.0
2005	21.0	12.5	4.9
2006	20.4	12.2	4.8
2007	20.3	12.0	4.8
2008	20.6	11.9	4.7
2009	22.0	12.9	5.0

Fuente: Elaboración propia datos UNSAAC

TEMPERATURAS MÁXIMAS, MÍNIMA Y MEDIA DEL OBSERBATORIO DE PERAYOC PERIODO 1964-2009 VALLE DEL CUSCO



Fuente: Rubner Chaparro Cajigas

La tendencia de la temperatura Máxima en la estación Meteorológica de Perayoc de acuerdo al gráfico N° 12 es de 0.0159 °C/ al año ó 0.16 °C a la década lo que nos demuestra que a partir del año 1964 al 2009 esta tendencia está en crecimiento. De igual modo en la temperatura Media en la misma estación es de 0.0317°C/año ó 0.32°C/década, también en crecimiento.

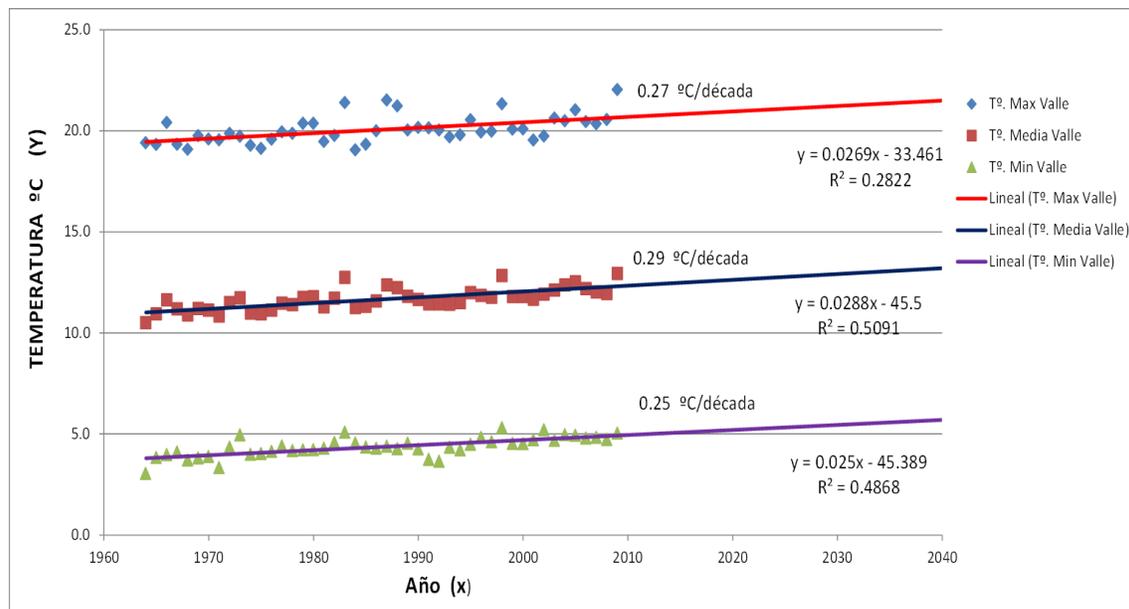
En la temperatura Mínima su tendencia es 0.0318°C/año ó 0.032°C/década, también en crecimiento

TENDENCIAS DE LA TEMPERATURA DE LA ESTACION DE PERAYOC DEL VALLE DEL CUSCO

Año	Tº. Max Valle	Tº. Media Valle	Tº. Min Valle
2015	20.7	12.5	5.0
2020	20.9	12.7	5.1
2025	21.0	12.8	5.2
2030	21.1	13.0	5.4
2035	21.3	13.1	5.5
2040	21.4	13.3	5.6

Fuente: Rubner Chaparro Cajigas

TENDENCIAS DE TEMPERATURA DEL VALLE DE CUSCO 1964 – 2040



Fuente: Rubner Chaparro Cajigas

CONCLUSIONES

1. De los datos analizados, se observa un incremento de las temperaturas en todas las estaciones y/o meses, siendo más evidente en la estación de otoño (marzo, abril y mayo); es decir en estos meses el incremento de las

temperaturas ha sido mayor con una magnitud de 0.035 °C. *por año, de continuar con las condiciones actuales de emisiones de CO2 para el año 2030 el incremento de las temperaturas superaría los 2 °C.*

2. Respecto a la distribución anual, la temperatura media de 50 años es de 11.29 °C., las mayores temperaturas se presentan en los meses de Verano correspondiente los meses de noviembre y diciembre, esto debido a la mayor radiación solar incidente, mientras que las temperaturas más bajas se producen en los meses de Invierno corresponde a finales de junio , julio y agosto.
3. Durante 45 años, la temperatura en el Valle del Cusco se ha incrementado en 0.9°C poniendo en evidencia el calentamiento atmosférico.
4. Siendo la temperatura uno de los elementos del clima (temperatura, presión atmosférica, vientos, humedad, precipitación) que influye en los otros elementos, los datos analizados desde el año 1964 al 2009, nos evidencia que existe una alteración climática en el Valle del Cusco, puesto que en 45 años la temperatura se incrementó en 0.9 °C.
5. Por las consideraciones expuestas podemos manifestar que estamos en pleno proceso de cambio climático, los datos analizados nos ha permitido establecer las correlaciones de los parámetros de manera cuantitativa los cuales evidencian variabilidades considerables como es el incremento de la temperatura y considerable variación en los regímenes pluviométricos durante los últimos 45 años.

