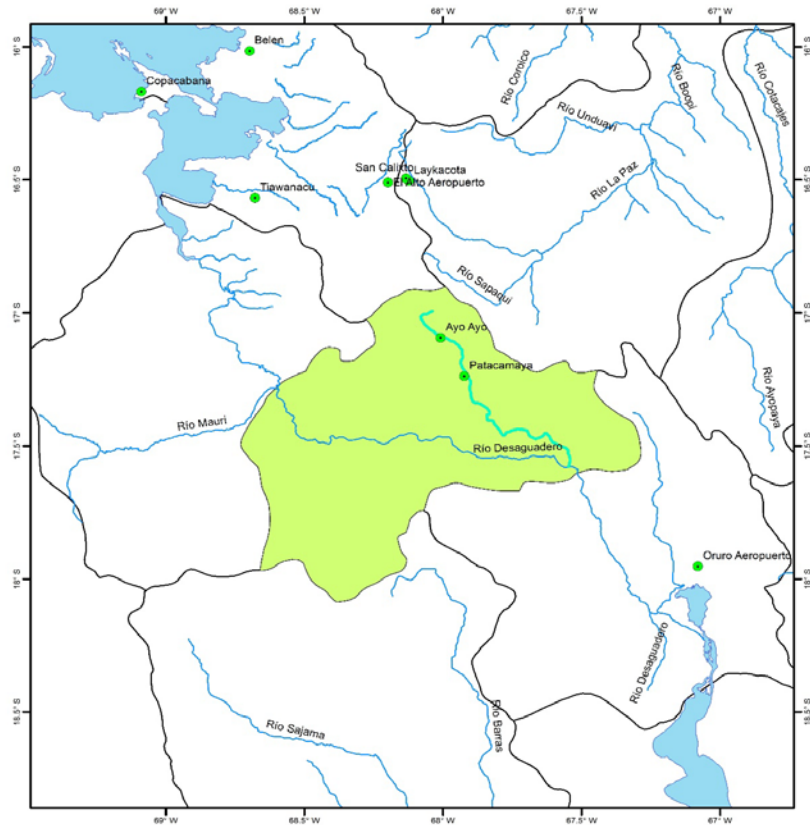


TALLER INTERNACIONAL “DESARROLLO DE ESCENARIOS CLIMÁTICOS A MEDIANO PLAZO PARA CUENCAS VULNERABLES” PRIMEROS AVANCES DE BOLIVIA

Ing. Katherine Rojas Murillo

DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA PILOTO



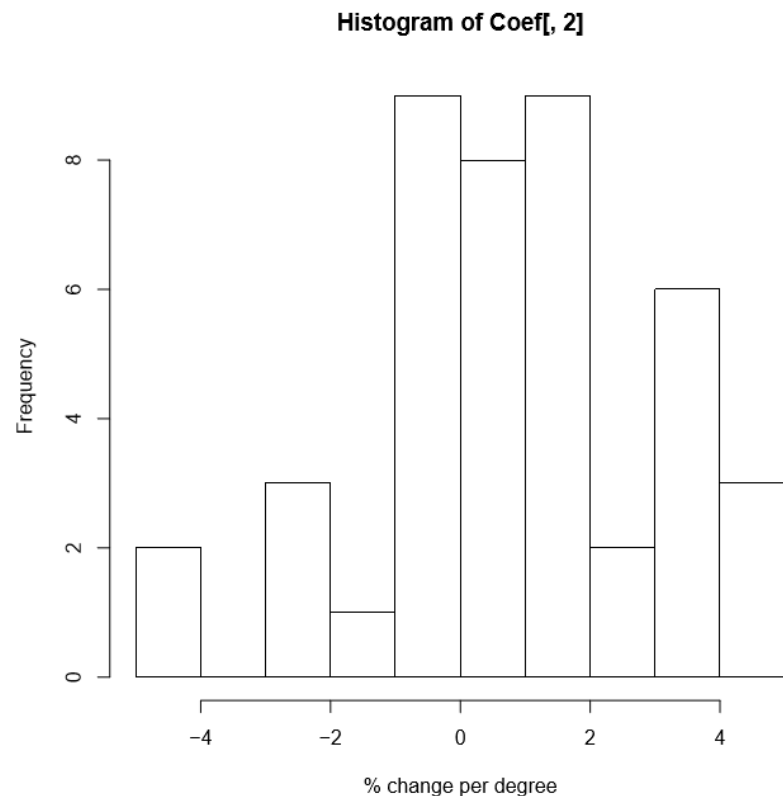
Referencias

- Estaciones meteorológicas
- Río seleccionado
- Cuenca seleccionada (Desaguadero medio)
- Límites de cuencas
- Lagos

La cuenca del Río desaguadero se divide en tres zonas y entre ellas esta la parte de Desaguadero medio, en este caso se ha reconsiderado trabajar sobre un aporte del río Desaguadero que es el río Keto. La cuenca del río Keto es una cuenca mas pequeña la cual incluye exactamente a las dos estaciones que se propusieron para este trabajo. Por otro lado esta cuenca resulta interesante porque recientemente se ha conformado el primer directorio de cuenca ,entre los municipios que la conforman.

Esta nueva organización requerirá información de escenarios climáticos para su futuras decisiones y la misma gestión de sus recursos.

ANÁLISIS DE LOS MODELOS CMIP5 Y LOS DATOS METEOROLÓGICOS DE LA CUENCA



En el primer script se pudo descargar el corte de los modelos para un área de interés y así realizar las correlaciones de dichos modelos y las estaciones en tierra. Con los valores de las correlaciones se definió un umbral para el descarte de modelos, en este caso se propuso un umbral de 0.3 que se refiere al percentil de la distribución de frecuencias de los modelos.

Después del descarte se obtuvieron valores promedio y de desviación de aquellos modelos.

El histograma presentado es un producto generado por el script 1 que en este caso nos muestra la distribución de frecuencia según el % de cambio de la precipitación en función de la temperatura, el eje X nos indica las proyecciones positivas y negativas de los modelos.

Y como se observa en el histograma la mayoría de los modelos se concentran del -1 al 2 % de cambio por grado.

Referente a los valores promedio y de desviación estándar extraída de los modelos se probaron dos valores para el umbral de descarte de modelos , primeramente 0.15 y luego 0.3. Esos valores se ven a continuación.

```
> print(Parameters)
$mean
[1] 0.8251346

$sd
[1] 2.146482

> #####
```

Parámetros con un umbral de 0.15

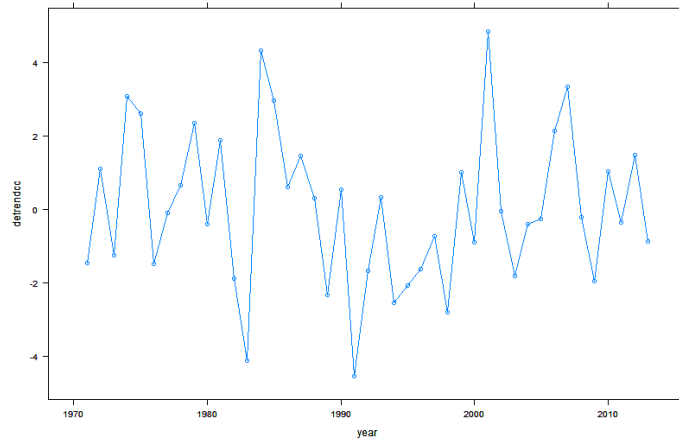
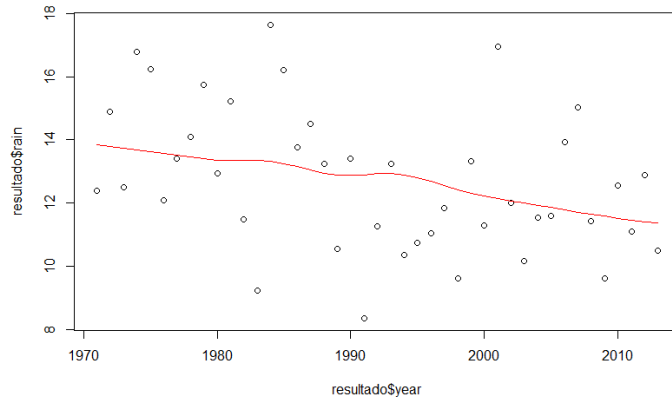
```
> print(Parameters)
$mean
[1] 0.9025173

$sd
[1] 2.168613

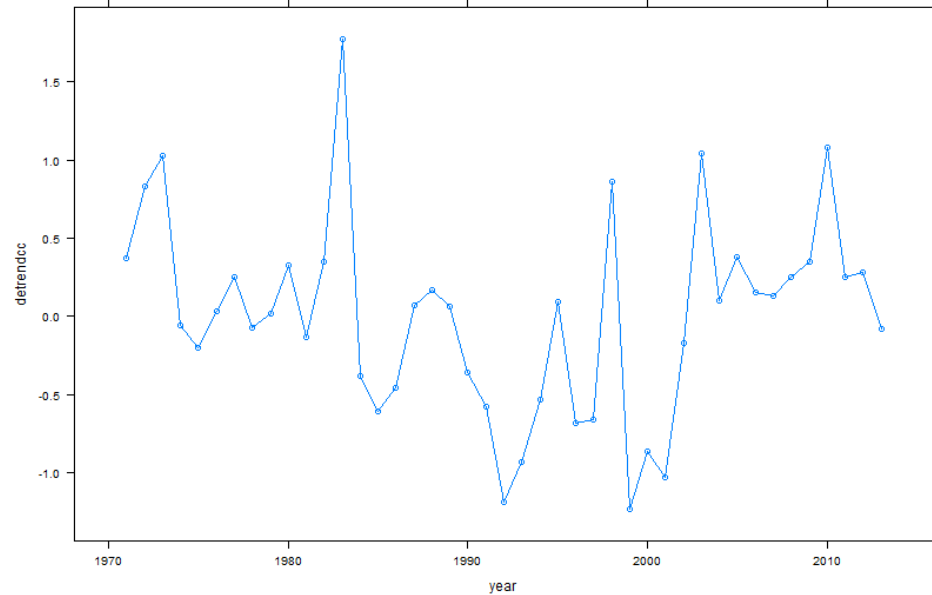
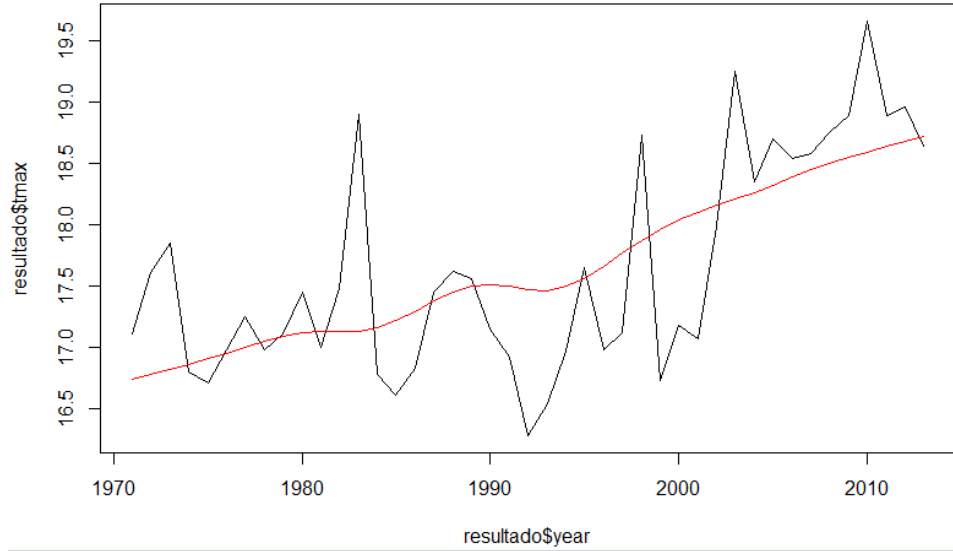
> #####
```

Parámetros con un umbral de 0.30

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN CLIMÁTICA DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS

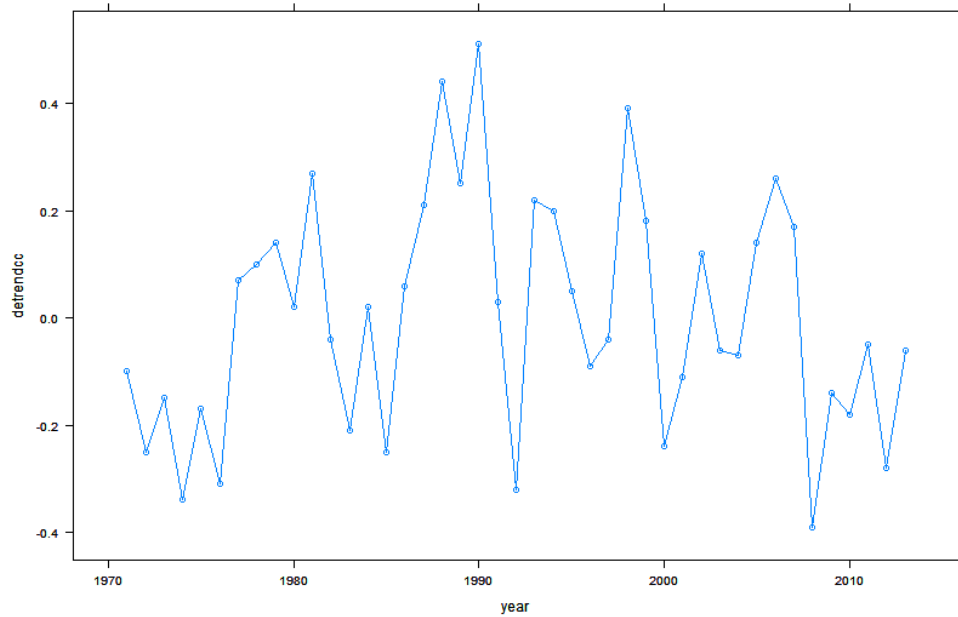
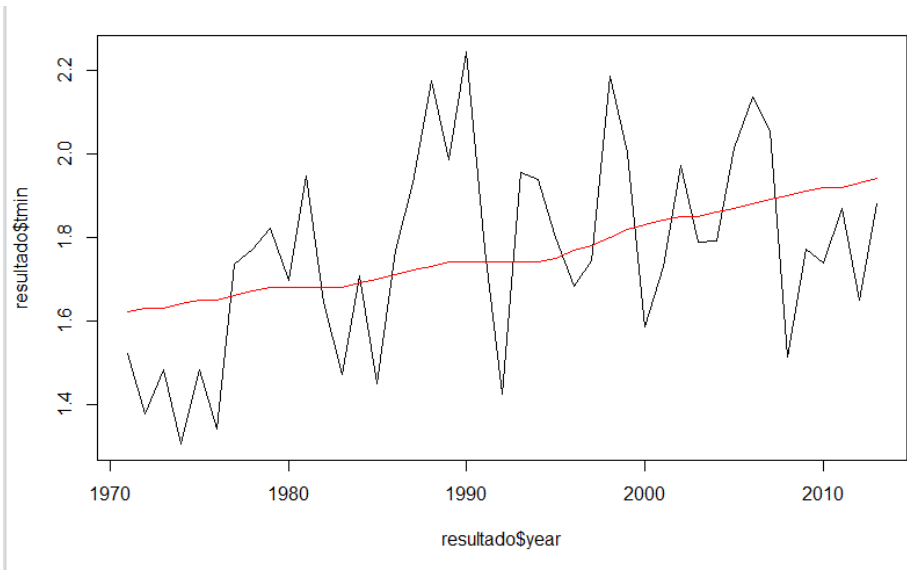


Para la variable precipitación se obtuvo la gráfica de los valores anualizados. En el gráfico superior se denota con una línea roja la tendencia que en este caso era decreciente pero con una variación de 2 mm. La gráfica inferior nos muestra la misma serie pero sin la tendencia.

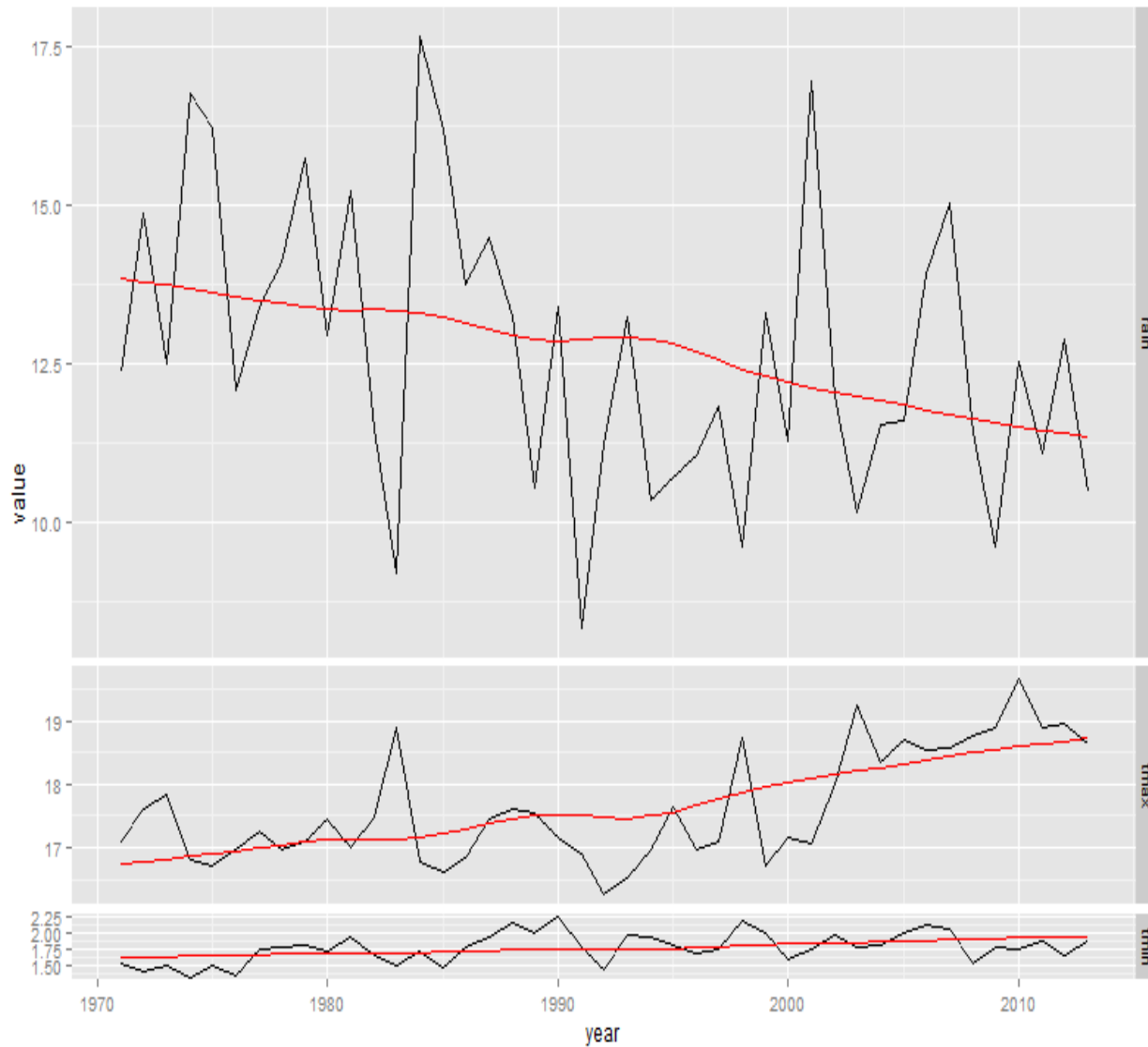


En el caso de la temperatura máxima se ve en el gráfico superior los valores anualizados con una tendencia creciente. Este ascenso es claro desde los años 2000, la variación en los grado esta entre los 2°C.

La gráfica inferior es la misma serie pero sin tendencia.

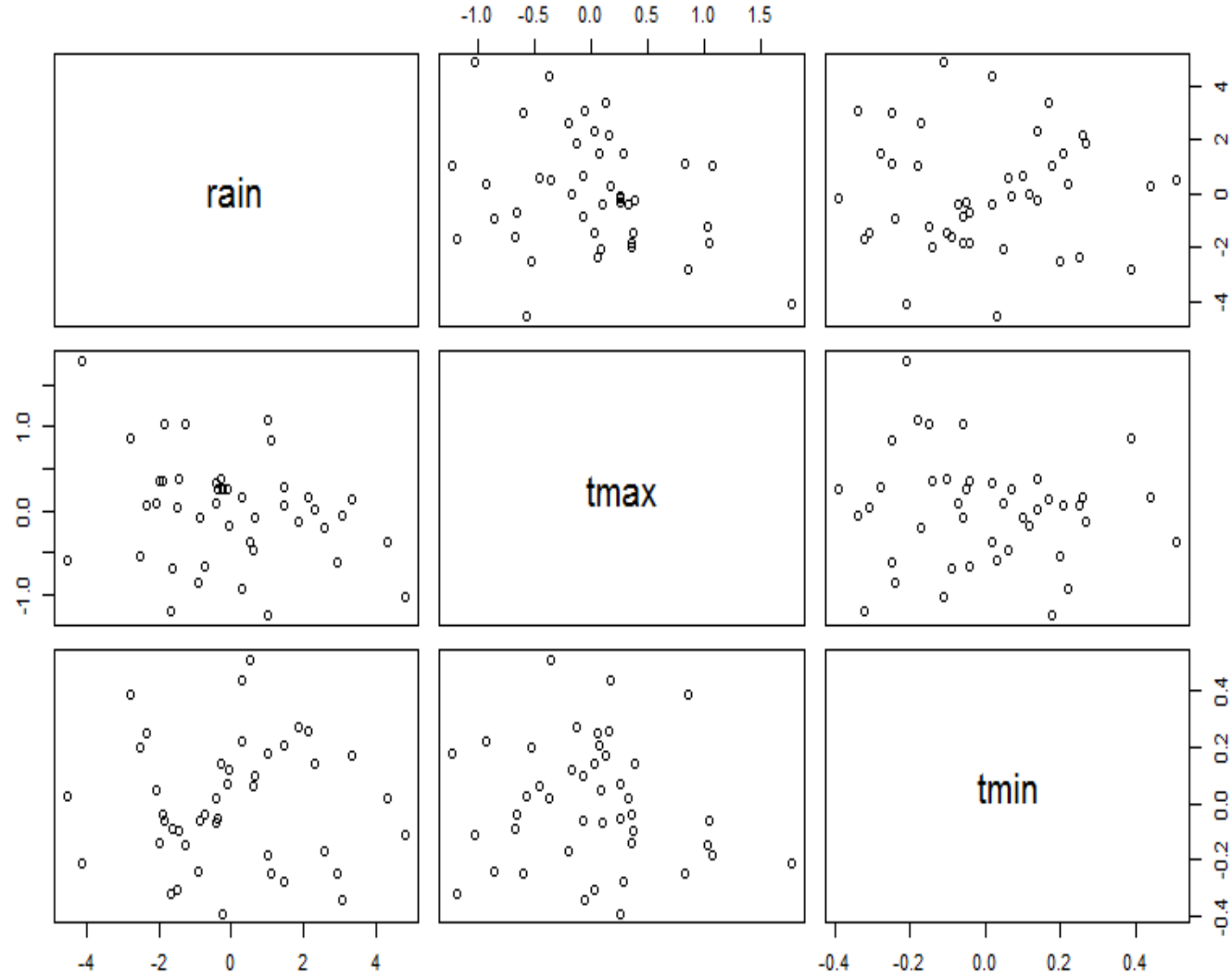


Para el caso de la temperatura mínima se ve en el gráfico superior los valores anualizados con una ligera tendencia creciente de alrededor 0.4°C . La gráfica inferior es la misma serie pero sin tendencia.

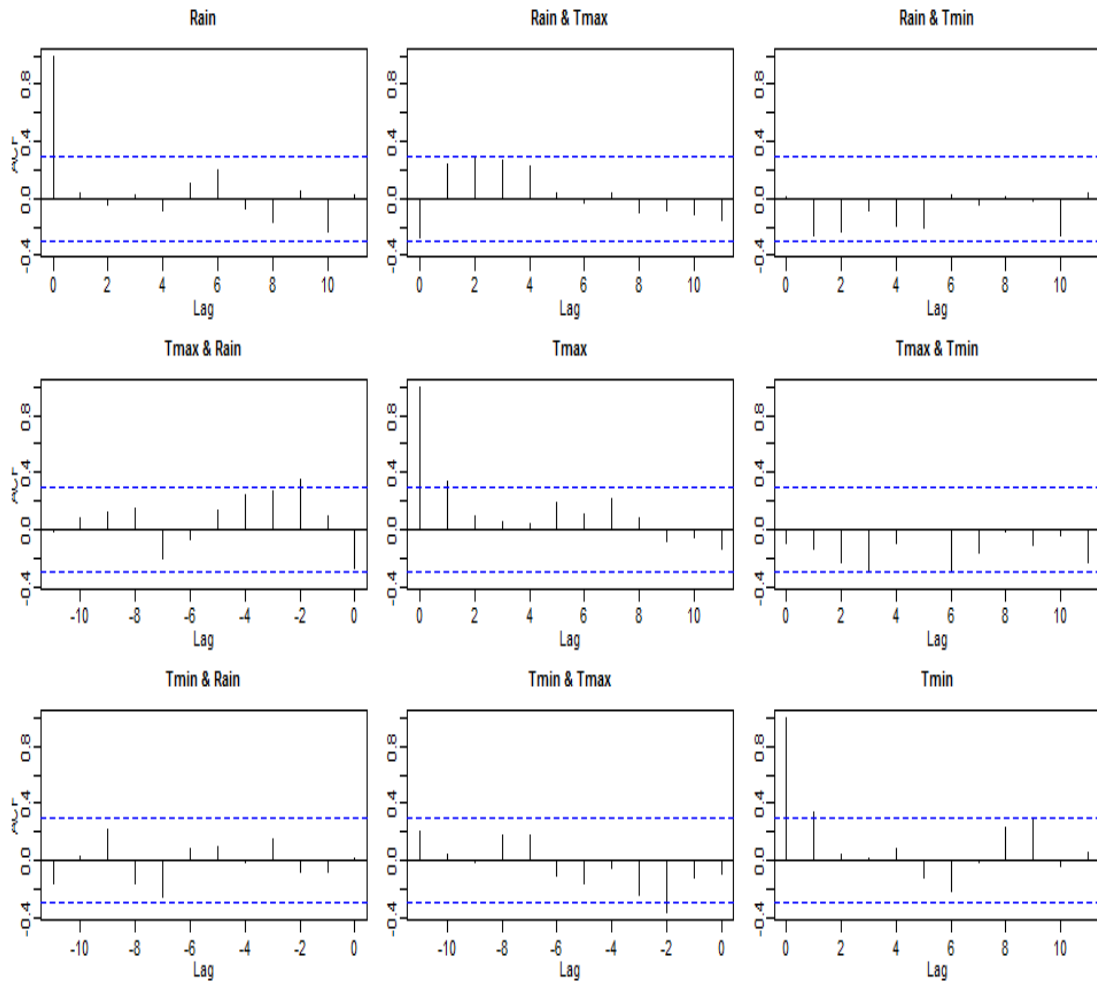


Este es el gráfico resumen de las series anuales y con tendencia para las tres variables, claramente la precipitación es la variable más errática.

Las tendencias que se muestran a largo plazo asociadas al cambio climático son retiradas por la descomposición de la variabilidad climática a escalas temporales para tener una serie lista para ser usada en el modelo VAR y generar una serie de 100 años sintéticos.



A continuación en la metodología se analizaron las correlaciones entre las variables. Los valores obtenidos posteriormente serán comparadas con las correlaciones de las series sintéticas y lo esperado es que esas correlaciones se mantengan.



Estos gráficos analizan la dependencia del valor de una variables respecto al valor de la misma variable pero un año anterior, dos años antes y así sucesivamente.

Estas correlaciones hacia atrás no deberían ser significativas puesto que no existe razones físicas para esa relación, es así que en los graficas se observa que los valores no pasan los niveles de significancia, a excepción del primer valor que es la correlación de la misma variable el mismo año.

```

< long.seq <- simulate(model01, start=c(1973,1), nrep=1,damp
> # calculo las correlaciones en los detrended(obs) y los si
> cor(detrended)
      rain      tmax      tmin
rain 1.0000000 -0.27001996 0.01135760
tmax -0.2700200 1.00000000 -0.09283372
tmin 0.0113576 -0.09283372 1.00000000
> cor(long.seq$output[])
      Rain      Tmax      Tmin
Rain 1.00000000 -0.27311180 0.01218641
Tmax -0.27311180 1.00000000 -0.09186322
Tmin 0.01218641 -0.09186322 1.00000000
>
> # escribe archivo de salida de long.seq
> write(t(long.seq$output), ncolumns=3, file="acru/long_seq.
> acf(ts) # los datos no parecen autocorrelacionados
> checkResiduals(model01)
> |

```

Al final se compara las correlaciones entre variables de nuestra serie histórica versus las serie sintética.

Esta comparación nos permite ver que tan bien generó las series sintéticas el modelo VAR.

Como se ve en la imagen los valores son muy parecidos, lo cual se acepta.

RESULTADOS DEL SIMGEN

```
sort 1 completed...
sort 2 completed
Should be about equal to ppr: -0.0950
311 realizations to search, not a problem!
66 instances found!
[7242, 4760, 613, 3322, 6280, 9008, 5961, 2793, 7857, 2616, 2282, 6949, 8867, 3258, 445, 634, 3195, 8094, 57, 5165
, 5293, 2608, 7194, 6261, 6785, 7522, 5590, 1304, 1663, 9374, 5893, 8616, 8718, 5289, 6413, 7575, 2857, 2386, 382,
2465, 730, 3132, 4273, 9493, 1115, 9231, 8468, 8324, 967, 4020, 1442, 6869, 3448, 4111, 1318, 5323, 5524, 7353, 5
459, 4578, 9027, 3233, 533, 141, 4137, 1142]
In [3]:
```

Trabajando en ipython, lo primero fue obtener los “simix”, que nos indican donde empieza un periodo con una condición definida por el percentil que se le indique.

En este caso el programa encontró 66 simix , para la condición de percentil 10, para periodos de 10 años.

Finalmente, se realizó las corridas en ipython para dos simix escogidos al azar (2793,4111), además se utilizaron dos años en la simulación donde se impondrán las fluctuaciones decadales (2041 y 2030).

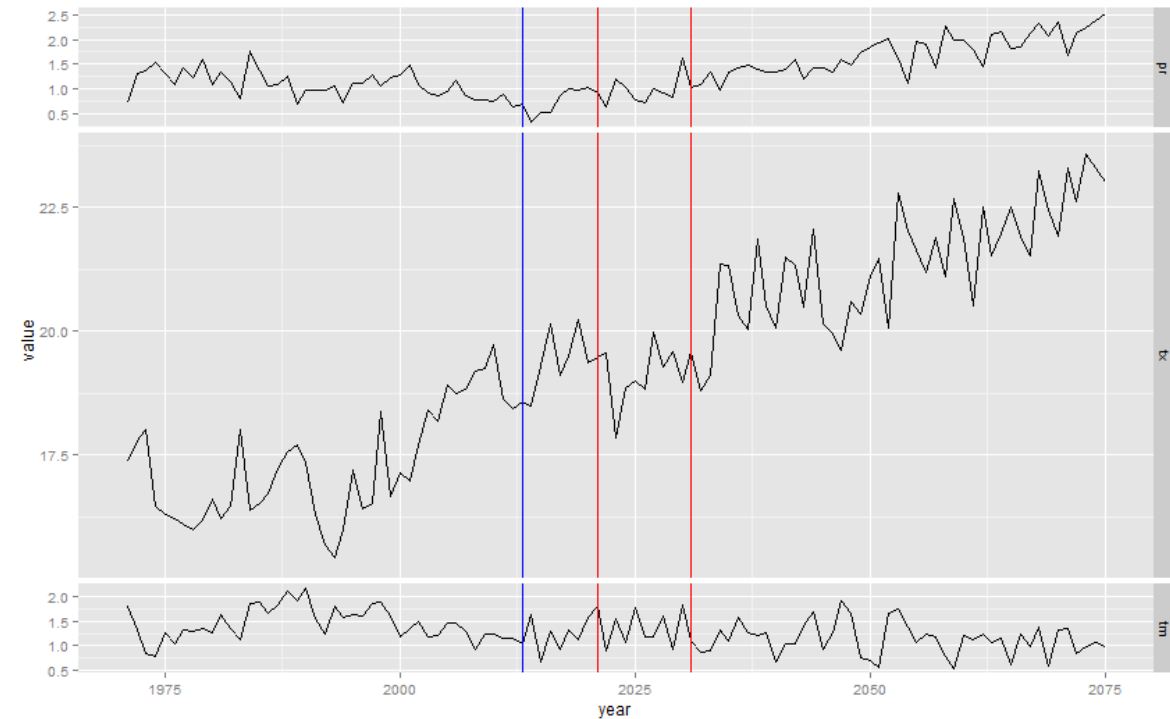
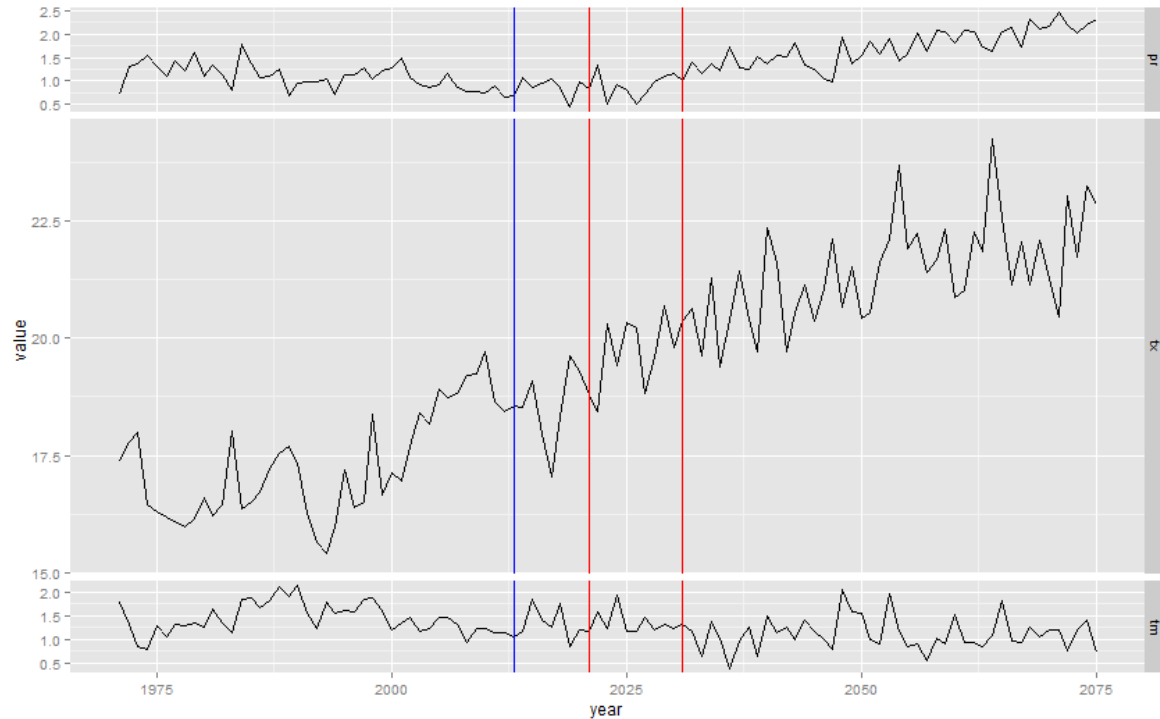
El promedio y desviación de la distribución de los modelos seleccionados según el umbral de 0.3.

```
> print(Parameters)
$mean
[1] 0.9025173

$sd
[1] 2.168613

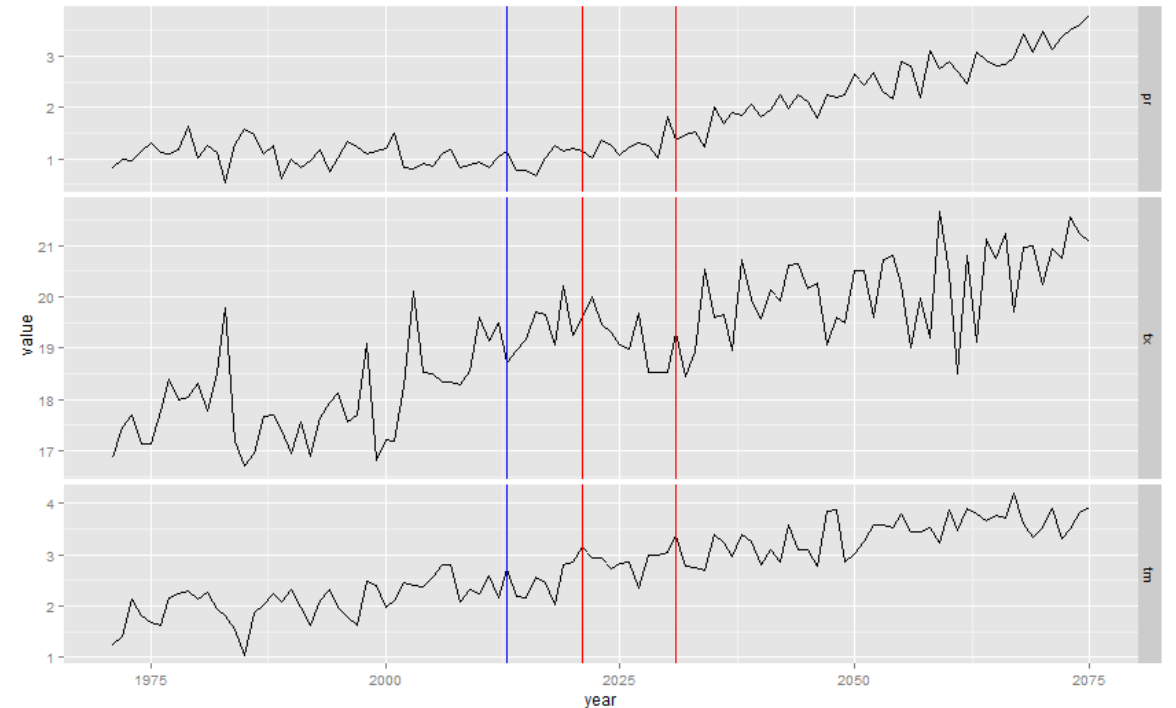
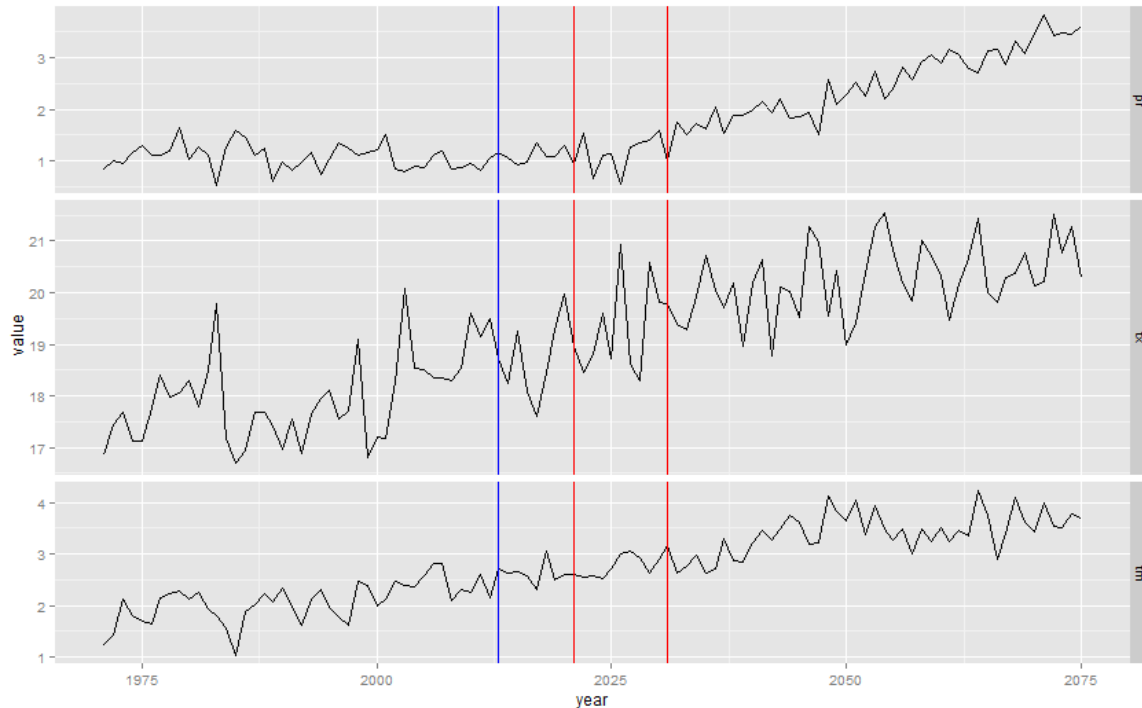
> #####
```

AYO AYO SIMIX 2793-4111 IMPUESTO SOBRE LOS AÑOS 2041 Y 2030.

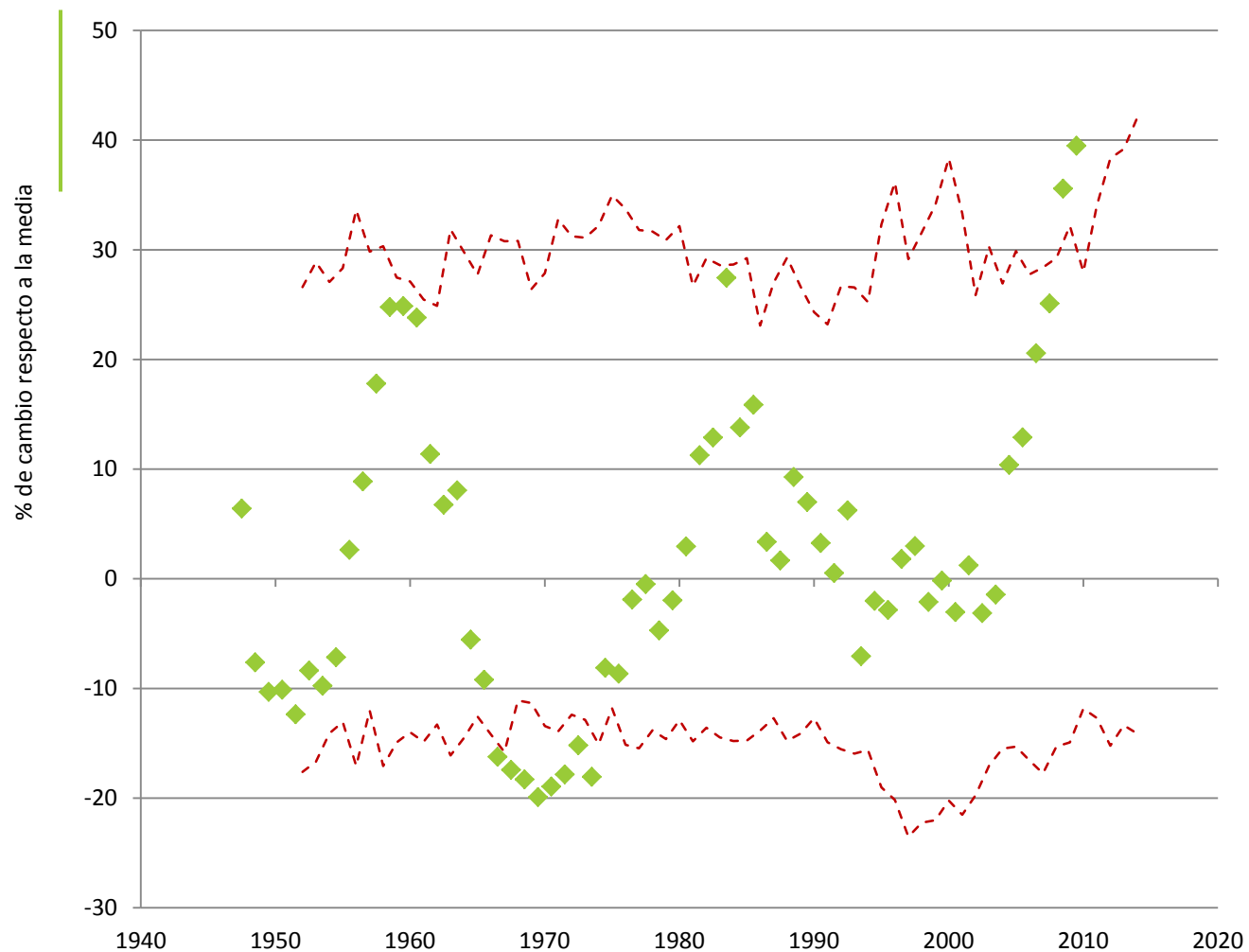


Para el caso de la estación de Ayo Ayo se impuso las fluctuaciones decadales en el año 2041 (gráfico de la izquierda) y en el año 2030 (gráfico de la derecha), en ambos gráficos se observa las misma tendencia. Las temperaturas máximas se proyectan con un incremento pronunciado de entre 2.5°C , las temperaturas mínimas no parecen tener una tendencia pronunciada. Las precipitación presenta una comportamiento ascendente.

PATACAMAYA SIMIX 2793-4111 INCRUSTADO EL 2041 Y EL 2030 DURACION DE LA SIMULACION 62 A;OS



Para el caso de la estación de Patacamaya se impuso las fluctuaciones decadales en el año 2041 (gráfico de la izquierda) y en el año 2030 (gráfico de la derecha), en ambos gráficos se observa las misma tendencias. Las temperaturas máximas se proyectan con un incremento pronunciado de entre 2.5°C , las temperaturas mínimas no parece tener una tendencia pronunciada. Las precipitación presenta una comportamiento ascendente.



Por otro lado si bien se manejaron dos estaciones con periodo comunes de 1975-2013, en el caso de la estación de Patacamaya se tiene registros desde 1943, por lo cual otra opción es aplicar la metodología solo a esta estación para analizar los resultados.

Previamente se realizó un análisis decadal de los porcentajes de cambio para la variable precipitación, analizando así las variaciones, como el gráfico indica la última década se observa una serie de periodos con precipitación en ascenso, como si se estuviera ingresando a un periodo más húmedo. Obviamente este análisis debe ser ampliado y estos datos corridos para la metodología del Simgen.

ANEXO 1. INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA CUENCA DEL RIO KETO

La cuenca operativa (unidad básica de planificación y gestión del agua y otros componentes de la madre tierra) es la denominada Keto, que tiene como río principal al Keto , perteneciente a la región hidrográfica del sistema hídrico TDPS y geopolíticamente es intermunicipal.

Además el río Kheto, realiza aportes hídricos al río Desaguadero aunque de no mucha significancia.

ANEXO 2. CORRELACIÓN DE LOS MODELOS VERSUS LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS

	Modelo	ayoayo.csv_formateado.csv	patacamaya.csv_formateado.csv
1	ACCESS1-0	0.7103870	0.7065516
2	ACCESS1-3	0.6522891	0.6464262
3	bcc-csm1-1	0.6349663	0.6258807
4	bcc-csm1-1-m	0.6286801	0.6394212
5	BNU-ESM	0.6462719	0.6367158
6	CanESM2	0.6260721	0.6432208
7	CCSM4	0.6822763	0.6856711
8	CESM1-BGC	0.6955372	0.6921290
9	CESM1-CAM5	0.6760512	0.6761061
10	CESM1-CAM5-1-FV2	0.6811740	0.6771266
11	CESM1-WACCM	0.6542227	0.6508460
12	CMCC-CESM	0.6247784	0.6374457
13	CMCC-CM	0.6534826	0.6600194
14	CMCC-CMS	0.6657220	0.6626551
15	CNRM-CM5	0.6825727	0.6837147
16	CSIRO-Mk3-6-0	0.6084966	0.5915846
17	EC-EARTH	0.7257608	0.7238047
18	FGOALS-g2	0.6020012	0.5995329
19	FGOALS-s2	0.5178196	0.5213855
20	FIO-ESM	0.6512226	0.6539879
21	GFDL-CM3	0.6819884	0.6695554

22	GFDL-ESM2G	0.6889129	0.6836951
23	GFDL-ESM2M	0.6376213	0.6395356
24	GISS-E2-H	0.5007756	0.4959998
25	GISS-E2-H-CC	0.4753121	0.4644714
26	GISS-E2-R	0.4751200	0.4717545
27	GISS-E2-R-CC	0.4803316	0.4645361
28	HadGEM2-AO	0.7072741	0.7173925
29	HadGEM2-CC	0.6771191	0.6925087
30	HadGEM2-ES	0.7012387	0.7135284
31	inmcm4	0.6518775	0.6760393
32	IPSL-CM5A-LR	0.6340488	0.6397238
33	IPSL-CM5A-MR	0.6229951	0.6441140
34	IPSL-CM5B-LR	0.2937501	0.2918631
35	MIROC-ESM	0.6226053	0.6309572
36	MIROC-ESM-CHEM	0.6226859	0.6181942
37	MIROCS	0.6729657	0.6681169
38	MPI-ESM-LR	0.7193181	0.7080738
39	MPI-ESM-MR	0.6845397	0.6976079
40	MRI-CGCM3	0.6791544	0.6754072
41	MRI-ESM1	0.1257678	0.2125772
42	NorESM1-M	0.6632243	0.6466684
43	NorESM1-ME	0.6905318	0.6819898