

Anexo del capítulo Adaptación y vulnerabilidad en el Estado de Jalisco

Climatología de referencia

Dentro de la base de datos CLICOM se contabilizan un total de 268 estaciones en total para Jalisco, de las cuales 71 estaciones cumplieron a cabalidad los criterios, tener más de 30 años de registro y 90% de los datos. La estación Villa Purificación (14166) fue seleccionada a pesar de no cubrir todos los requisitos debido a la ausencia de estaciones con mejor calidad en los datos dentro de la cuenca San Nicolás-Cuitzamala.

Existen diversos métodos estadísticos que ayudan a evaluar la calidad de los datos que presentan las estaciones climatológicas, estos son denominados como *Pruebas de Homogeneidad*. Dentro de las cuales se seleccionó la prueba de recorrido *Sved-Eisenhart*, también denominada como *Prueba de las rachas*, debido a la practicidad del mismo.

La prueba de las rachas consiste en cuantificar los cambios de signo (+/-) que presentan los datos con relación a la media de los datos de la serie y contrastarlos con el umbral correspondientes a una distribución de frecuencias aleatorias y cuyos valores son conocidos (Fernández, 1996); en este caso se utiliza el *Criterio de Doorembos*.

Para llevar a cabo este método es necesario tener la serie de datos del periodo correspondiente a la precipitación; posteriormente se calcula la precipitación media del periodo. Lo siguiente es graficar ambos elementos, de tal manera que el valor medio es la referencia a partir de la cual se cuantifican los cambios de signo.

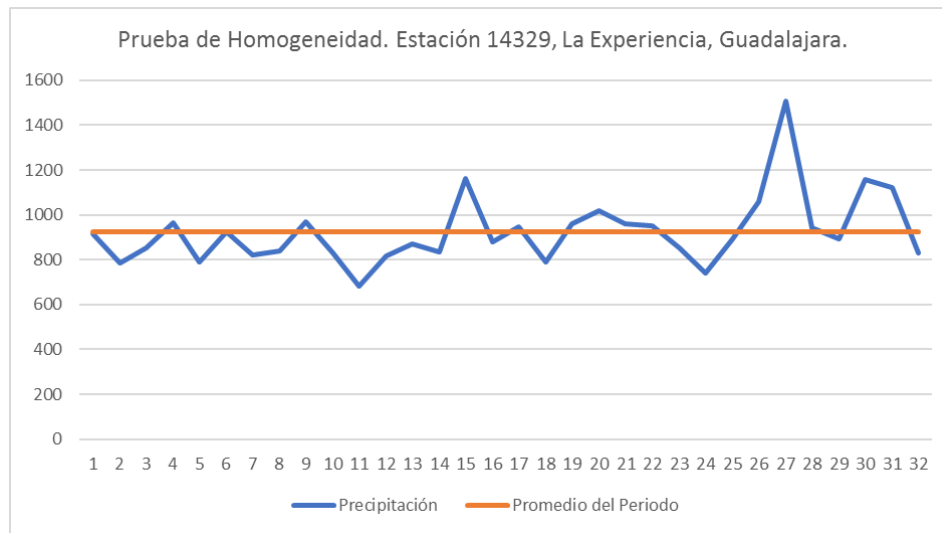
Como ejemplo se utilizan los datos de la estación 14329, La Experiencia, Guadalajara.

Precipitación Acumulada Anual	Precipitación Media del Periodo
914.3	923.43125
785.4	923.43125
854.7	923.43125
964.5	923.43125
788	923.43125
923.9	923.43125
819.7	923.43125
837.1	923.43125
969.1	923.43125

828.2	923.43125
681.5	923.43125
817.1	923.43125
871.2	923.43125
834.2	923.43125
1160.3	923.43125
878.3	923.43125
948.4	923.43125
792	923.43125
959.3	923.43125
1018	923.43125
959.6	923.43125

951.2	923.43125
853.4	923.43125
741.4	923.43125
891.7	923.43125
1056.6	923.43125
1505.6	923.43125

941.7	923.43125
894.4	923.43125
1157.5	923.43125
1121.6	923.43125
829.9	923.43125



Gráfica de la precipitación anual del periodo contrastado con la media del periodo.

No. Observaciones	Intervalo	No. Observaciones	Intervalo
12	5-8	32	13-20
14	5-10	34	14-21
16	6-11	36	15-22
18	7-12	38	16-23
20	8-13	40	16-25
22	9-14	50	22-30
24	9-16	60	26-36
26	10-17	70	31-41
28	11-18	80	35-47
30	12-19	90	40-52
		100	45-57

Umbrales del Criterio de Doorembos.

El conteo de los cambios de signo dio como resultado un total de 14, en una serie de 32 observaciones. Conforme el Criterio de Doorembos, por lo que la estación 14329, La Experiencia se clasifica como homogénea.

De igual forma, no se encontraron estaciones en la cuenca del Rio Juchipila, por lo que se usó una metodología para el cálculo de los parámetros climatológicos de la cuenca y se basó en la construcción de una ecuación con un modelo estadístico de regresión lineal simple. La temperatura y en menor medida la precipitación, está relacionada con la altitud, es útil para determinar elementos climatológicos de puntos desconocidos a partir de puntos conocidos.

Para realizar el cálculo se tomaron los datos de la totalidad de la muestra de estaciones para medir la intensidad del cambio entre los elementos climatológicos en relación a la altitud a la que se encuentran las estaciones.

Para determinar la confiabilidad de la ecuación resultante se debe establecer coeficiente de correlación y cuyos valores van de -1 a 1, donde los valores tendientes a la unidad corresponden a una más alta correlación. Cabe resaltar que, aunque en un inicio se consideraron la totalidad de las estaciones, se determinó eliminar del cálculo aquellas cuyos valores resultaron extremos dentro de la muestra, esto con la finalidad de mejorar ambos coeficientes y con ello maximizar la calidad del resultado.

Elemento Climatológico	Ecuación	Coficiente de Correlación
Temperatura Máxima	$Y = -0.004x + 34.329$	0.8101
Temperatura Mínima	$Y = -0.0056x + 19.695$	0.8710
Precipitación	$Y = -0.3141x + 1285$	0.7183

Este método se puede encontrar en diversos trabajos entre otros como *Elementos de Agroclimatología cuantitativa*, Ortíz- Solorio (1987) de la Universidad Autónoma de Chapingo; *Análisis de los cambios del límite superior del bosque en el volcán Iztaccíhuatl*, Torres Beltran (2013) de la UNAM.

Análisis de eventos extremos

Los cuantiles es una forma de discriminar datos ya que separa al conjunto ordenado de observaciones en 5 o 3 partes iguales, que son indicadores estadísticos de la distribución de probabilidades de un elemento (OMM, 2007).

A continuación se muestran un ejemplo de los resultados del número de procesos de remoción en masa locales registradas en el Estado por cuenca hidrológica a la que se le designaron 4 rangos que

van desde alta presencia a muy baja presencia. Cabe destacar que algunos datos decidieron dejarse en la misma clase, debido a ser datos iguales.

	Cuenca	PRM
1	RH12-L Huaynamota	3
2	RH12-K Bolaños	2
3	RH12-E Santiago Guadalajara	10
4	RH12-D Lago Chapala	
5	RH14-A La Vega Cocula	
6	RH16-B Armería	10
7	RH14-B Ameca-Atenquillo	8
8	RH12-F Santiago-Aguamilpa	
9	RH12-I Verde Grande	8
10	RH12-B Lerma-Salamanca	2
11	RH12-C Lerma-Chapala	
12	RH37-F San Pablo y Otras	
13	RH12-J Juchipila	
14	RH14-C Rio Ameca –Ixtapa	
15	RH13-A Cuale-Pitillal	6
16	RH15-C Tomatlán-Tecuán	10
17	RH15-B San Nicolás-Cuitzamala	
18	RH15-A Chalaca-Purificación	14
19	RH16-A Coahuayana	18
20	RH18-J Tepalcatepec	1

Gómez, L., Medina, M.P. (2012). Guía de Métodos Estadísticos en Climatología. Colegio de Geografía. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México.

Escenarios de cambio climático

Modelos de circulación general empleados

En el 2012, se desarrollaron los escenarios climáticos regionales con base en 15 GCM propuestos por el Proyecto de Inter-comparación de Modelos Acoplados, fase 5 (CMIP5, por sus siglas en inglés, para generar el reporte de la Quinta Comunicación Nacional de México a la Convención Marco de

Naciones Unidas para el Cambio Climático los cuales fueron referidos al período climático 1961-2000 y se interpolaron en los puntos de malla de las observaciones (CRU) homogeneizados a la resolución espacial de $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ (aproximadamente 55 km x 55 km). Las variables en superficie utilizadas son precipitación, temperatura máxima y mínima.

Los modelos de circulación empleados en el ensamble REA son los siguientes:

- 1.-Max Plank Institute (MPI-ESM-LR)
- 2.-Institute for Numerical Mathematics (INM)
- 3.-Norwegian Climate Center (NCC-NorESM1)
- 4.-Canadian Centre for Climate Modeling and Analysis (CanESM2)
- 5.-Centre National de Recherches Meteorologiques (CNRM-CM5)
- 6.-Beijing Climate Center (BCC-CSM1-1)
- 7.-Institut Pierre-Simon Laplace (IPSLcm5a-Ir)
- 8.-NASA Goddard Institute for Space Studies (GISS-E2-R)
- 9 y 10.-Japan Agency for MARine-Earth Science and Technology (MIROC-ESM-CHEM y MIROC-esm)
- 11.-Atmosphere and Ocean Research Institute (MIROC5)
- 12.-Met Office Hadley (HADGEM2-ES)
- 13.-Meteorological Research Institute (MRI-CGCM3)
- 14.-Geophysical Fluid Dynamics Laboratory (GFDL-CM3)
- 15.-Australian Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO-MK3-6)

Los Horizontes temporales usados y Forzamientos radiativos de las Trayectorias de concentración representativas (RCP) utilizados se procesaron los 15 MGC referidos, con los escenarios 4.5 y 8.5 de forzamiento radiativo (expresado en W/m^2), denominados Trayectorias Representativas de Concentraciones (RCP, por sus siglas en inglés), con horizontes a futuro cercano (2015-2039), futuro medio (2045-2069) y a futuro lejano (2075-2099).

Con base en los 15 MGC se generó el ensamble denominado Reliability Ensemble Averaging (REA). A partir de los datos de dicho ensamble para los RCP 4.5 y 8.5 con horizontes a futuro cercano (2015-2039) y lejano (2075-2099), se procesaron los datos correspondientes al REA.

Fernández Eguiarte, A., Zavala Hidalgo, J., Romero Centeno, R., Conde Álvarez, A. C. y Trejo Vázquez, R.I. (2015). Actualización de los escenarios de cambio climático para estudios de impactos, vulnerabilidad y adaptación. Centro de Ciencias de la Atmósfera, Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Reserva al Título: Obtenido de: <http://atlasclimatico.unam.mx/AECC/servmapas/>