

boletín ambiental de Caldas

Análisis de Variables Meteorológicas - Año 2014 Línea Base Ambiental de Caldas

<http://cdiac.manizales.unal.edu.co/>

Jorge Julián Vélez¹, Beatriz Aristizábal¹, Néstor Darío Duque², Jeannette Zambrano¹, Ángela Pérez², Diego Patiño¹, Jade Li¹

¹Grupo de Trabajo Académico en Ingeniería Hidráulica y Ambiental, Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales, Caldas

²Grupo de Trabajo en Ambientes Inteligentes Adaptativos, Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales, Caldas



La Corporación Autónoma Regional de Caldas actualmente desarrolla el proyecto LINEA BASE AMBIENTAL DEL DEPARTAMENTO DE CALDAS para lo cual ha firmado una alianza estratégica con La Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, con el fin de implementar una plataforma de información virtual y real sobre la situación actual de diferentes variables en nuestro departamento. Existe información de monitoreo de variables de clima desde hace 20 años y de aire desde hace 6 años para algunas variables. Fortalecer una buena gestión de la información, de los datos y de las variables que se obtienen en los diferentes estudios, es indispensable para el seguimiento de las condiciones ambientales. Es por esto que se creó una Bodega de Datos, la cual permite disponer de información organizada y de confianza en cualquier momento, también una plataforma de visualización “Centro de Datos e Indicadores Ambientales de Caldas (CDIAC)” que dé a conocer el trabajo realizado y muestre al público la información obtenida, para usarse en pro del componente ambiental del departamento de Caldas. En este boletín se presenta un análisis de variables meteorológicas para el Departamento de Caldas para el año 2014, como un ejemplo de la información que se puede obtener desde la bodega de datos. Se hace evidente la importancia en la gestión de la información y la continuidad en el tiempo de los datos si se desea avanzar en el entendimiento del Clima en nuestra región.

Clima en Colombia

La descripción y el análisis del clima en Colombia es complejo, por esta razón se deben tener en cuenta las principales oscilaciones climáticas que se encuentran en nuestro medio, en la Figura 1 se presentan los principales ciclos climáticos que se han identificado y que tienen incidencia en el clima colombiano, los principales entre muchos otros son:

- La Zona de Confluencia Intertropical, ZCIT
- “El Niño” Oscilación del Sur
- Chorro del Caribe
- Chorro del Chocó
- La Oscilación Decadal del Pacífico, PDO
- Las Ondas del Este, responsable de los Huracanes en el Caribe
- Cuenca del Amazonas (Bomba Biótica)
- La Oscilación del Atlántico Norte. NAO
- La Oscilación Cuasi-Bienal



● **Figura 1.** Principales oscilaciones o ciclos climáticos que afectan el clima en Colombia. Adaptado de [1]



Clima en el Departamento de Caldas

En primer lugar es importante diferenciar entre lo que se entiende por clima y por meteorología, el clima se refiere a los valores medios de las variables climáticas registradas en el largo plazo y la meteorología se refiere a las condiciones climáticas en el corto plazo. Por decirlo de forma más coloquial, el clima es lo que se espera y la meteorología es lo que realmente se obtiene.

El análisis de variables e indicadores climáticos según la Organización Mundial Meteorológica requiere de una cantidad importante de información, en donde se menciona que la normal climática se refiere al análisis de al menos 30 años de datos para poder conformar datos de clima en una región.

Bajo este punto de vista, se hace imposible realizar un análisis de clima para la región, puesto que no se dispone de series largas con los datos provenientes de la red de estaciones de Corpocaldas y de la Unidad de Gestión del Riesgo UGR de la Alcaldía de Manizales. Sin embargo, a continuación se presenta un análisis que ha sido realizado a modo de ejercicio y que hace uso de los datos de las estaciones disponibles en la Bodega de Datos, estas estaciones se presentan en la Tabla 1 donde se muestra información del propietario y ubicación. Por lo tanto, los resultados de este análisis de variables se debe mirar con mucho cuidado y teniendo en cuenta esta importante restricción. La Figura 2 muestra algunas de las estaciones ubicadas en Manizales que hacen parte de la red de estaciones.

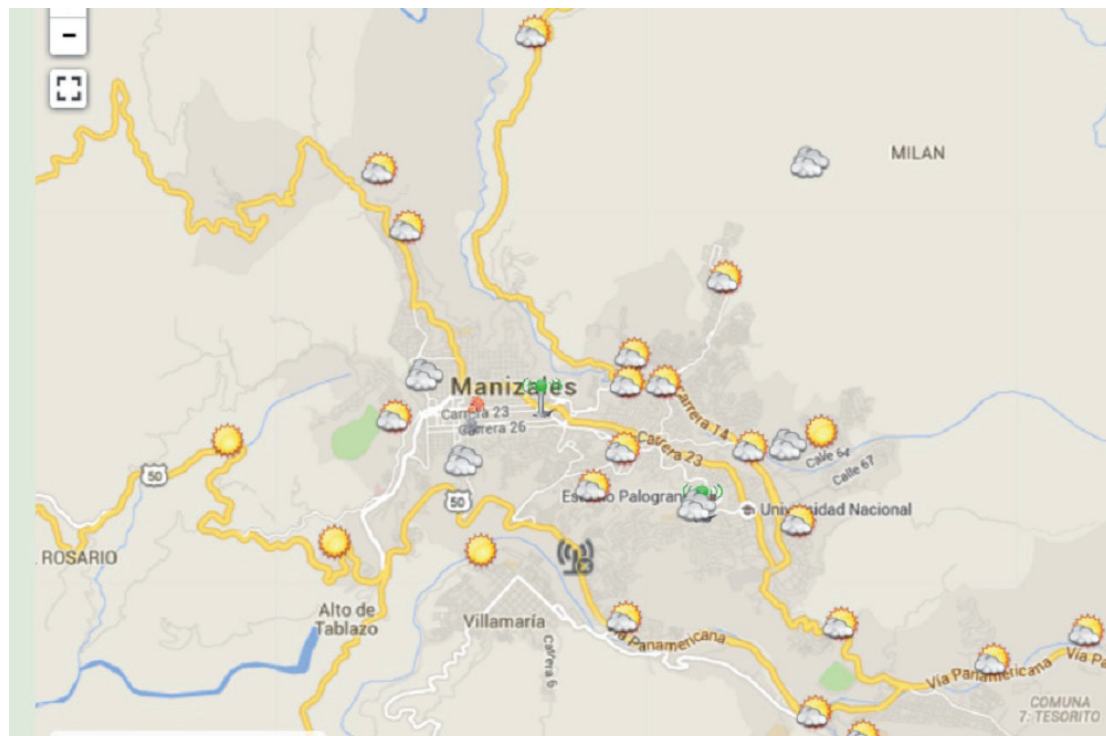


Figura 2. Red de estaciones de Manizales. Fuente [2]

Tabla 1. Información de estaciones disponibles en la bodega de datos

Nombre Estación	Propietario	Tipología	Municipio	Latitud	Longitud	Altitud
Río Doña Juana	Corpocaldas	Hidrometeorológica	La Dorada	N 5° 30' 1,18"	W 75° 41' 28,5"	210
Quebrada San Luis - Ruta 30	Universidad Nacional de Colombia	Hidrometeorológica	Manizales	N 5° 3' 30,58"	W 75° 30' 15,07"	2002
Quebrada Manizales - Tesorito	Corpocaldas	Hidrometeorológica	Manizales	N 5° 2' 15,9"	W 75° 26' 3,26"	2314
Quebrada Olivares - El Popal	Corpocaldas	Hidrometeorológica	Manizales	N 5° 3' 53,8"	W 75° 28' 38,0"	1960
Ingeominas	Alcaldía de Manizales - UGR	Meteorológica	Manizales	N 5° 4' 17,2"	W 75° 31' 27,5"	2226
El Carmen	Alcaldía de Manizales - UGR	Meteorológica	Manizales	N 5° 3' 41,4"	W 75° 31' 11,2"	2112

Continua... ▶

Nombre Estación	Propietario	Tipología	Municipio	Latitud	Longitud	Altitud
Aranjuez	Alcaldía de Manizales - UGR	Meteorológica	Manizales	N 5° 2' 34,2"	W 75° 30' 1,6"	1915
Posgrados	Universidad Nacional de Colombia	Meteorológica	Manizales	N 5° 3' 22,2"	W 75° 29' 32,3"	2179
Hospital de Caldas	Alcaldía de Manizales - UGR	Meteorológica	Manizales	N 5° 3' 46,6"	W 75° 30' 2,1"	2183
Alcázares	Alcaldía de Manizales - UGR	Meteorológica	Manizales	N 5° 4' 0,2"	W 75° 31' 39,9"	2057
Niza	Alcaldía de Manizales - UGR	Meteorológica	Manizales	N 75° 31' 45,9"	W 75° 28' 47,67"	2256
Yarumos	Alcaldía de Manizales - UGR	Meteorológica	Manizales	N 5° 3' 47,6"	W 75° 28' 52,63"	2195
Enea	Alcaldía de Manizales - UGR	Meteorológica	Manizales	N 5° 1' 44,1"	W 75° 28' 20"	2092
La Palma	Alcaldía de Manizales - UGR	Meteorológica	Manizales	N 5° 5' 45,5"	W 75° 31' 45,9"	1967
Emas	EMAS S.A.E.S.P	Meteorológica	Manizales	N 5° 4' 49,42"	W 75° 30' 32,19"	2060
Bosques del Norte	Alcaldía de Manizales - UGR	Meteorológica	Manizales	N 5° 4' 59"	W 75° 29' 19"	2126
Río Santo Domingo - Los Naranjos	Corpocaldas	Hidrometeorológica	Manzanares	N 5° 12' 32,3"	W 75° 8' 26,6"	1450
Viejo Basurero de Manzanares	Corpocaldas	Meteorológica	Manzanares	N 5° 15' 40,1"	W 75° 9' 14,2"	1941
Alcaldía de Marquetalia	Corpocaldas	Meteorológica	Marquetalia	N 5° 17' 56,6"	W 75° 3' 26,1"	1591
Marulanda - El Páramo	Corpocaldas	Meteorológica	Marulanda	N 5° 18' 03,3"	W 75° 20' 58,3"	3110
Río Tapias	Corpocaldas	Hidrometeorológica	Neira	N 5° 13' 21,63"	W 75° 38' 15,87"	825
Río Guacaica - CHEC	Corpocaldas	Hidrometeorológica	Neira	N 5° 8' 23,3"	W 75° 29' 59,1"	1612
Río Guacaica - Los Naranjos	Corpocaldas	Hidrometeorológica	Neira	N 5° 6' 35,5"	W 75° 39' 30,44"	929
Hogares Juveniles Campesinos - Neira	Corpocaldas	Meteorológica	Neira	N 5° 9' 30,5"	W 75° 31' 1,7"	2053
Río Pácora	Corpocaldas	Hidrometeorológica	Pácora	N 5° 32' 27,7"	W 75° 27' 29,12"	1718
Río Pozo - Vía Pacora La Merced	Corpocaldas	Hidrometeorológica	Pacora - La Merced	N 5° 26' 43,7"	W 75° 33' 35,7"	840
Río Pensilvania - Microcentral	Corpocaldas	Hidrometeorológica	Pensilvania	N 5° 23' 6,4"	W 75° 8' 5,9"	1793
Camping La Palmera - Río Risaralda	Corpocaldas	Hidrometeorológica	Risaralda	N 5° 6' 55,59"	W 75° 26' 37,32"	1016
Salamina - CHEC	Corpocaldas	Meteorológica	Salamina	N 5° 23' 25,5"	W 75° 29' 11,7"	2078
Río Supía - Los Piononos	Corpocaldas	Hidrometeorológica	Supía	N 5° 22' 46,1"	W 75° 36' 58,2"	817
Río Supía - Pueblo	Corpocaldas	Hidrometeorológica	Supía	N 5° 27' 20,52"	W 75° 39' 25,16"	1239
Río Rioclaro	Corpocaldas	Hidrometeorológica	Villamría	N 4° 57' 2,23"	W 75° 30' 37,37"	1807
Hospital de Villamaría	Corpocaldas	Meteorológica	Villamría	N 5° 2' 54,4"	W 75° 31' 6,9"	1790

Efecto Orográfico

El efecto orográfico es importante por lo que se sugiere siempre realizar un análisis entre estaciones teniendo en cuenta su elevación sobre el nivel del mar para cada una de las variables. Las estaciones ubicadas en la ciudad de Manizales tienen una variación en su elevación como se observa en las Figuras 3 a 5. En la Figura 3 se muestra la relación entre la precipitación media anual y la elevación. Este tipo de análisis puede revelar comportamientos altitudinales que deben ser analizados de forma independiente.

En la Figura 4 se presenta la variabilidad con la elevación de la temperatura media de algunas estaciones, en donde el gradiente

Resumen de Indicadores de Clima para el Año 2014

Un resumen de los principales indicadores de clima para el departamento de Caldas durante el año 2014 se presenta en las Tablas 2-5. Las tablas muestran los indicadores de temperatura, precipitación, confort térmico, dirección y velocidad del viento, humedad relativa, radiación solar e índice de aridez. En la Tabla 2 se presentan los datos del indicador de temperatura de aquellas estaciones que miden esta variable. El rango de variabilidad de temperatura se expresa como la diferencia entre la temperatura máxima y la temperatura mínima.

Tabla 2. Indicadores de Temperatura

Estación	Temperatura			
	Máx (°C)	Mín (°C)	Media (°C)	Rango (°C)
Alcaldía de Marquetalia	29.8	15.0	20.4	14.8
Hogares Juveniles Campesinos - Neira	27.6	13.7	18.1	13.9
Hospital de Villamaría	27.6	14.6	20.6	13.0
Marulanda - El Páramo	18.2	0.0	11.9	18.2
Salamina - CHEC	29.7	16.3	21.6	13.4
Viejo Basurero de Manzanares	26.2	12.7	17.8	13.5
Emas	28.5	14.3	17.4	14.2
Posgrados	28.9	11.6	15.2	17.3
CHEC Uribe	29.2	14.8	20.1	14.4
Bosques del Norte	25.4	11.5	17.1	13.9
Alcázares	27.7	14.1	18.8	13.6
Ingeominas	27.7	14.7	19.1	13.0
Enea	27.1	7.0	18.2	20.1
El Carmen	29.4	12.2	17.6	17.2
Aranjuez	27.5	12.1	18.3	15.4
La Palma	27.2	13.1	18.0	14.1
Hospital de Caldas	24.4	13.3	17.6	11.1
Niza	26.7	13.9	18.4	12.8
Río Doña Juana	40.0	22.0	28.8	18.0
Río Pozo - Vía Pacora La Merced	31.2	12.1	20.7	19.1
Río Santo Domingo - Los Naranjos	26.9	7.4	14.4	19.5
Quebrada Manizales - Tesorito	39.9	12.0	20.0	27.9
Quebrada Olivares - El Popal	35.4	9.3	17.2	26.1
Río Guacaica - CHEC	32.0	16.0	22.2	16.0
Río Guacaica - Los Naranjos	35.8	15.3	23.8	20.5
Río Supía - Los Piononos	40.0	17.6	25.1	22.4
Río Supía - Pueblo	37.2	14.8	23.9	22.4
Río Tapias	35.1	14.6	25.2	20.5
Río Pácora	21.1	19.1	20.1	2.0
Camping La Palmera - Río Risaralda	32.8	15.6	22.8	17.2
Quebrada San Luis - Ruta 30	30.5	11.1	17.6	19.4

La Tabla 3 presenta los indicadores de precipitación y confort térmico, indicadores que muestran una alta variabilidad en el departamento de Caldas, pero que son estables y consistentes para la ciudad de Manizales. Es importante destacar que algunas de las estaciones presentan datos incompletos y otras no tienen registro, razón por la cual deben ser descartadas de los análisis. Sin embargo, se muestra en la tabla a modo informativo, porque si tienen datos faltantes, han capturado el indicador A25 durante los otros meses lluviosos del año.

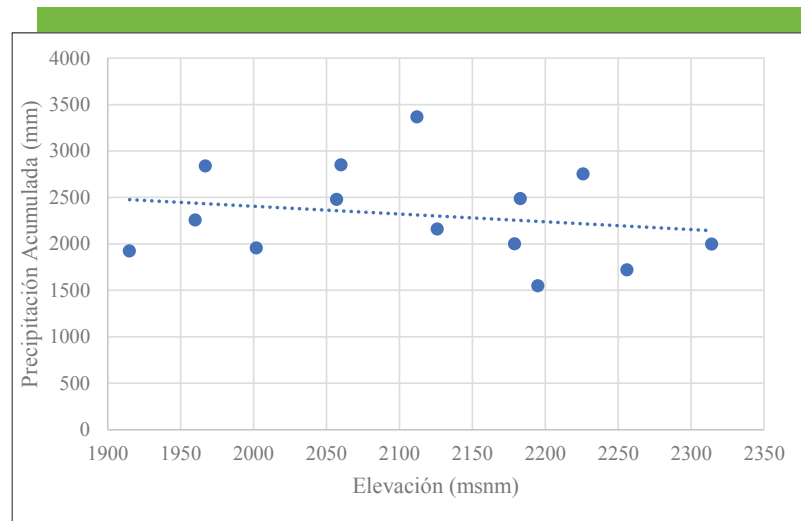


Figura 3. Relación precipitación contra elevación para la ciudad de Manizales

altitudinal teórico de aproximadamente -6.5°C por cada 1000 m de elevación no se aprecia porque el rango de variabilidad de las estaciones mostradas es estrecho. Este mismo análisis es válido para las temperaturas máximas y mínimas. La Figura 5 muestra la variación con la presión barométrica, la cual está entre 590 y 610 mmHg para alturas entre 2250 y 1900 m.s.n.m.

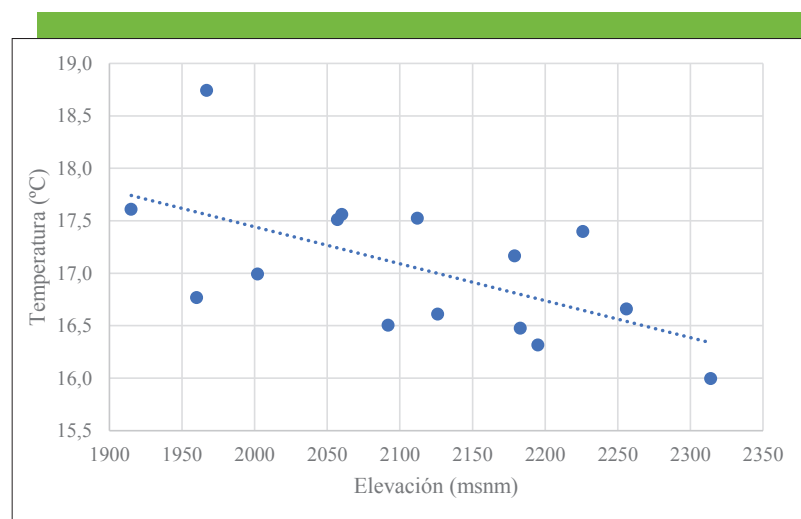


Figura 4. Relación temperatura media contra elevación para la ciudad de Manizales

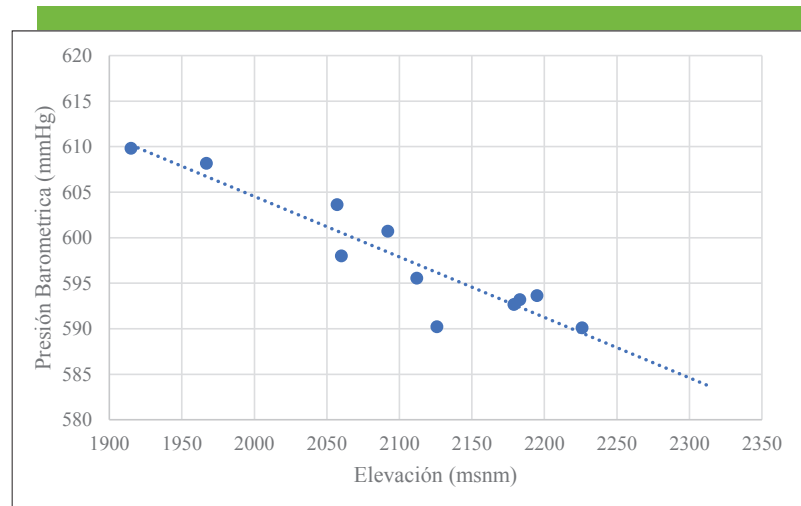


Figura 5. Relación presión barométrica media contra elevación para la ciudad de Manizales

● **Tabla 3.** Indicadores de precipitación y confort térmico

Estación	Precipitación			Confort Térmico	
	Ppt (Mm)	Descripción	A25 Máx	Ci	Sensación Exp.
Alcaldía de Marquetalia	2043	Muy Abund.	298	8.3	Agradable
Hogares Juveniles Camp. - Neira	664*	Normal*	211	12.2	Algo frío
Hospital de Villamaría	926*	Normal*	234	8.0	Agradable
Marulanda - El Páramo	875	Normal	169	21.0	Muy frío
Salamina - CHEC	878	Normal	176	9.1	Agradable
Viejo Basurero de Manzanares	2299	Muy Abund.	360	10.3	Agradable
Emas	1486	Abundante	215	12.6	Algo frío
Posgrados	1561	Abundante	274	14.8	Frío
CHEC Uribe	943	Normal	170	8.5	Agradable
Bosques del Norte	1638	Abundante	265	13.3	Frío
Alcázares	1582	Abundante	296	11.6	Algo frío
Ingeominas	1830	Abundante	325	11.0	Agradable
Enea	1337	Abundante	211	12.7	Algo frío
El Carmen	1743	Abundante	296	12.2	Algo frío
Aranjuez	1317	Abundante	225	9.1	Agradable
La Palma	1578	Abundante	332	9.9	Agradable
Hospital de Caldas	1752	Abundante	306	13.2	Frío
Niza	1428	Abundante	208	11.8	Algo frío
Río Doña Juana	326*	Escasa*	164*	0.4	Inc. caluroso
Río Pozo - Vía Pacora La Merced	878	Normal	190	0.8	Inc. caluroso
Río Santo Domingo - Los Naranjos	1192	Abundante	306	1.0	Inc. caluroso
Quebrada Manizales - Tesorito	1568	Abundante	229	0.7	Inc. caluroso
Quebrada Olivares - El Popal	1812	Abundante	291	0.9	Inc. caluroso
Río Guacaica - CHEC	729	Normal	206	0.6	Inc. caluroso
Río Guacaica - Los Naranjos	1505	Abundante	275	0.6	Inc. caluroso
Río Supía - Pueblo	1453	Abundante	292	0.5	Inc. caluroso
Río Tapias	615*	Normal	205	0.6	Inc. caluroso
Camping La Palmera - Río Risaralda	1709	Abundante	366	0.6	Inc. caluroso
Quebrada San Luis - Ruta 30	2035	Muy Abund.	353	0.8	Inc. caluroso

*Series de datos incompletas

La velocidad del viento máxima y media se muestran en la Tabla 4, según la clasificación propuesta por Beaufort. Se destaca la alta velocidad máxima y media que se presenta en el Páramo de Marulanda, 14.7 m/s y 3.7 m/s. También se observa la baja velocidad media del viento que se tiene en la región, menor a 2 m/s.

● **Tabla 4.** Indicador de velocidad viento

ESTACIÓN	DIRECCIÓN Y VELOCIDAD DEL VIENTO					
	VV Max (m/s)	Escala Beaufort	Descripción Beaufort	VV Media (m/s)	Escala Beaufort	Descripción Beaufort
Alcaldía de Marquetalia	8.9	5	Brisa fresca	1.1	1	Aire ligero
Hogares Juveniles Campesinos - Neira	12.1	6	Brisa fuerte	1.3	1	Aire ligero
Hospital de Villamaría	8.9	5	Brisa fresca	1.7	2	Brisa muy ligera
Salamina - CHEC	14.8	7	Cercano a vendaval	1.2	1	Aire ligero

Continúa... ►

ESTACIÓN	DIRECCIÓN Y VELOCIDAD DEL VIENTO					
	VV Max (m/s)	Escala Beaufort	Descripción Beaufort	VV Media (m/s)	Escala Beaufort	Descripción Beaufort
Marulanda -El Páramo	14.8	7	Cercano a vendaval	3.7	3	Brisa suave
Emas	11.2	6	Brisa fuerte	1.1	1	Aire ligero
Posgrados	7.6	4	Brisa moderada	1.2	1	Aire ligero
CHEC Uribe	9.8	5	Brisa fresca	1.5	1	Aire ligero
Bosques del Norte	9.8	5	Brisa fresca	1.4	1	Aire ligero
Alcázares	8.9	5	Brisa fresca	1.4	1	Aire ligero
Ingeominas	13.0	6	Brisa fuerte	1.1	1	Aire ligero
Enea	7.6	4	Brisa moderada	1.8	2	Brisa muy ligera
El Carmen	14.3	7	Cercano a vendaval	1.6	2	Brisa muy ligera
Aranjuez	11.6	6	Brisa fuerte	1.6	2	Brisa muy ligera
La Palma	7.6	4	Brisa moderada	1.0	1	Aire ligero
Hospital de Caldas	12.5	6	Brisa fuerte	1.9	2	Brisa muy ligera
Niza	9.4	5	Brisa fresca	1.4	1	Aire ligero

La Tabla 5 muestra los resultados para el año 2014 de la humedad relativa y la radiación solar para las estaciones del departamento de Caldas (administradas por Corpocaldas) y de la ciudad de Manizales (administradas por la Unidad de Gestión del Riesgo de la Alcaldía de Manizales). Los resultados se muestran coherentes tanto para la ciudad como para el departamento de Caldas.

● **Tabla 5.** Indicadores de humedad relativa y radiación solar

ESTACIÓN	HUMEDAD RELATIVA			RADIACIÓN SOLAR	
	Max (%)	Min (%)	Med (%)	RS (W/m²) Max	RS (W/m²) Med
Alcaldía de Marquetalia	98.0	29.0	85.6	1399.0	362.5
Hogares Juveniles Campesinos - Neira	99.0	30.0	86.1	1494.0	328.9
Hospital de Villamaría	97.0	36.0	80.5	1355.0	388.6
Marulanda - El Páramo	100.0	0.0*	91.8	1566.0	331.8
Salamina - CHEC	99.0	24.0	83.1	1571.0	360.8
Viejo Basurero de Manzanares	100.0	26.0	88.0	1478.0	337.8
Emas	100.0	30.0	87.3	1396.0	274.9
Posgrados	100.0	36.0	89.7	1435.0	367.5
CHEC Uribe	97.0	39.0	83.8	1506.0	331.8
Bosques del Norte	100.0	30.0	87.4	1473.0	262.2
Alcázares	100.0	34.0	83.8	1378.0	304.4
Ingeominas	95.0	33.0	83.7	1378.0	298.0
Enea	100.0	36.0	85.7	1323.0	343.6
El Carmen	100.0	27.0	78.4	1419.0	340.4
Aranjuez	100.0	29.0	79.0	1355.0	345.9
La Palma	100.0	35.0	88.4	1445.0	314.5
Hospital de Caldas	100.0	40.0	85.6	1397.0	310.5
Niza	92.0	35.0	82.8	1461.0	319.7

El índice de aridez se estima con base en los datos de precipitación y de temperatura. En la Tabla 6 se muestran los índices propuestos por Lang y por Martonne. Este índice permite observar para el Departamento de Caldas las zonas húmedas y de bosque, aunque aún queda pendiente una mayor cobertura y se debe tener cuidado en algunos lugares donde se reporta un valor de índice de aridez muy bajo debido a que los datos de lluvia se encuentran incompletos generando valores del índice de aridez incorrectos, estos valores incorrectos están resaltados en rojo. Sin embargo, se presenta la información para hacer énfasis en la importancia de tener la información completa, y ser analizada cuidadosamente.

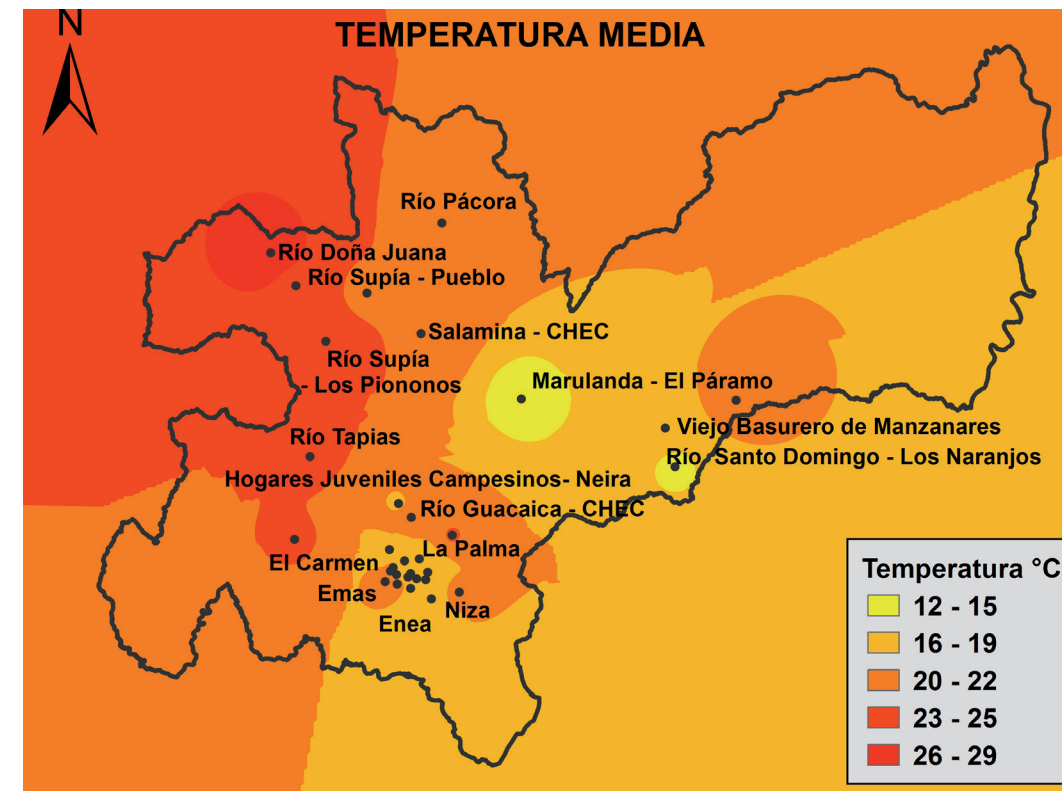
● Tabla 6. Índice de aridez, propuestos por Lang y por Martonne

ESTACIÓN	I-ARIDEZ			
	Lang	Zona - Lang	Martonne	Zona Martonne
Alcaldía de Marquetalia	100.2	Húmedas de grandes bosques	67.2	Perhúmedas
Hogares Juveniles Campesinos - Neira	36.7	Árida	23.6	Subhúmeda
Hospital de Villamaría	45.0	Húmedas de estepa y sabana	30.3	Húmeda
Marulanda - El Páramo	73.5	Húmeda de bosques claros	40.0	Húmeda
Salamina - CHEC	40.7	Húmedas de estepa y sabana	27.8	Subhúmeda
Viejo Basurero de Manzanares	129.1	Húmedas de grandes bosques	82.7	Perhúmedas
Emas	85.4	Húmeda de bosques claros	54.2	Húmeda
Posgrados	102.7	Húmedas de grandes bosques	61.9	Perhúmedas
CHEC Uribe	46.9	Húmedas de estepa y sabana	31.3	Húmeda
Bosques del Norte	95.8	Húmeda de bosques claros	60.5	Perhúmedas
Alcázares	84.1	Húmeda de bosques claros	54.9	Húmeda
Ingeominas	95.8	Húmeda de bosques claros	62.9	Perhúmedas
Enea	73.5	Húmeda de bosques claros	47.4	Húmeda
El Carmen	99.0	Húmeda de bosques claros	63.2	Perhúmedas
Aranjuez	72.0	Húmeda de bosques claros	46.6	Húmeda
La Palma	87.7	Húmeda de bosques claros	56.4	Húmeda
Hospital de Caldas	99.5	Húmeda de bosques claros	63.5	Perhúmedas
Niza	77.6	Húmeda de bosques claros	50.3	Húmeda
Río Doña Juana	11.3	Desiertos	8.4	Semidesierto (Árido)
Río Pozo - Vía Pacora La Merced	42.4	Húmedas de estepa y sabana	28.6	Subhúmeda
Río Santo Domingo - Los Naranjos	82.8	Húmeda de bosques claros	48.8	Húmeda
Quebrada Manizales - Tesorito	78.4	Húmeda de bosques claros	52.3	Húmeda
Quebrada Olivares - El Popal	105.3	Húmedas de grandes bosques	66.6	Perhúmedas
Río Guacaica - CHEC	32.8	Árida	22.6	Subhúmeda
Río Guacaica - Los Naranjos	63.2	Húmeda de bosques claros	44.5	Húmeda
Río Supía - Pueblo	60.8	Húmeda de bosques claros	42.9	Húmeda
Río Tapias	24.4	Árida	17.5	Semiárido
Camping La Palmera - Río Risaralda	74.9	Húmeda de bosques claros	52.1	Húmeda
Quebrada San Luis - Ruta 30	115.6	Húmedas de grandes bosques	73.7	Perhúmedas

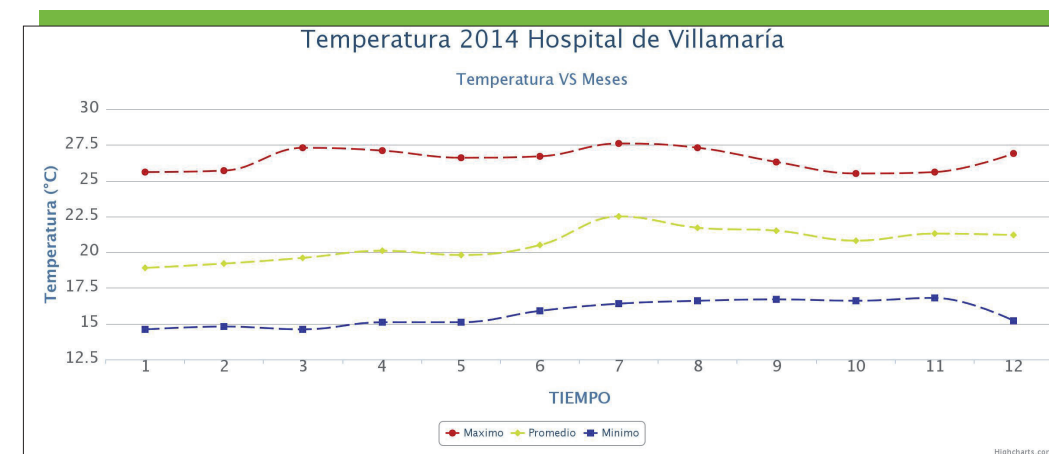
● Análisis de la Variabilidad de los Indicadores Temperatura, Radiación Solar, Precipitación, Lluvia Acumulada A25, Humedad Relativa y Velocidad del Viento para el Año 2014

● Temperatura

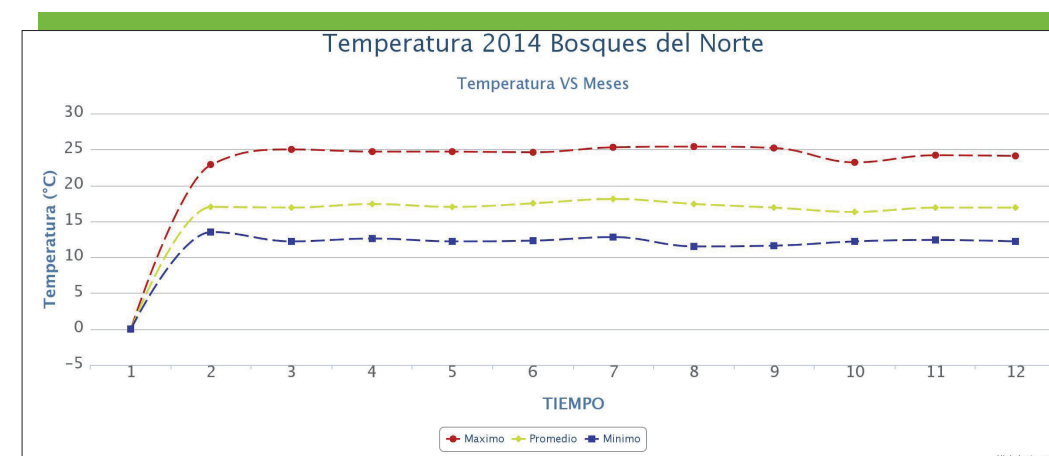
El análisis de la temperatura para el año 2014 indica que las temperaturas a lo largo del año han sido muy estables para la ciudad de Manizales (Figuras 6, 7, 8 y 9). Se muestran los resultados obtenidos para las estaciones de Bosques del Norte, Alcázares y Hospital de Villamaría. Se observan valores estables para la temperatura media, con valores de 17 °C, 18.8 °C y 20.6 °C, respectivamente. El máximo observado en estas tres estaciones es de 27.6 °C para la estación Alcázares. Para el departamento de Caldas (Figuras 6, 10, 11, 12, 13), las temperaturas mínimas se aprecian en la estación del Páramo, ubicada en la vereda el Páramo del Municipio de Marulanda. En cuanto a las temperaturas máximas se registran en el Río Supía y en el Río Doña Juana con valores de 40 °C para ambos. En la vía a Neira en la estación ubicada en los Hogares Juveniles Campesinos se observan valores que oscilan entre los 13.7 °C y los 27.6 °C con un valor medio para el año 2014 de 18 °C.



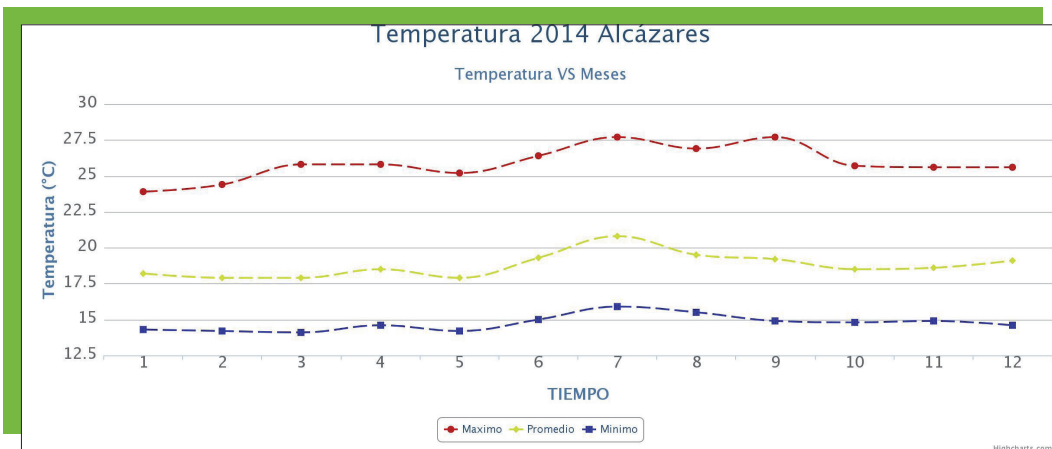
● Figura 6. Mapa de Temperaturas promedio en Caldas para el año 2014.



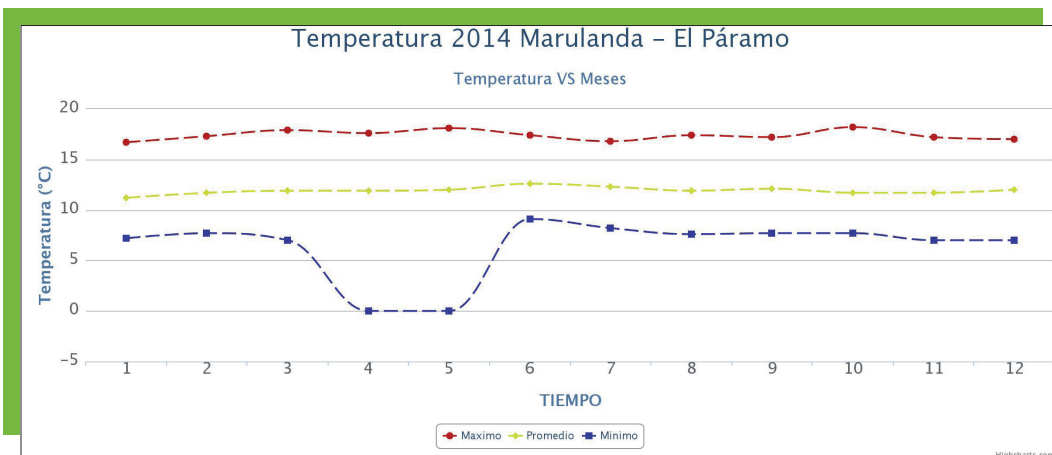
● Figura 7. Tendencias del indicador de Temperatura Máxima, Promedio y Mínima en la estación Hospital de Villamaría para el año 2014.



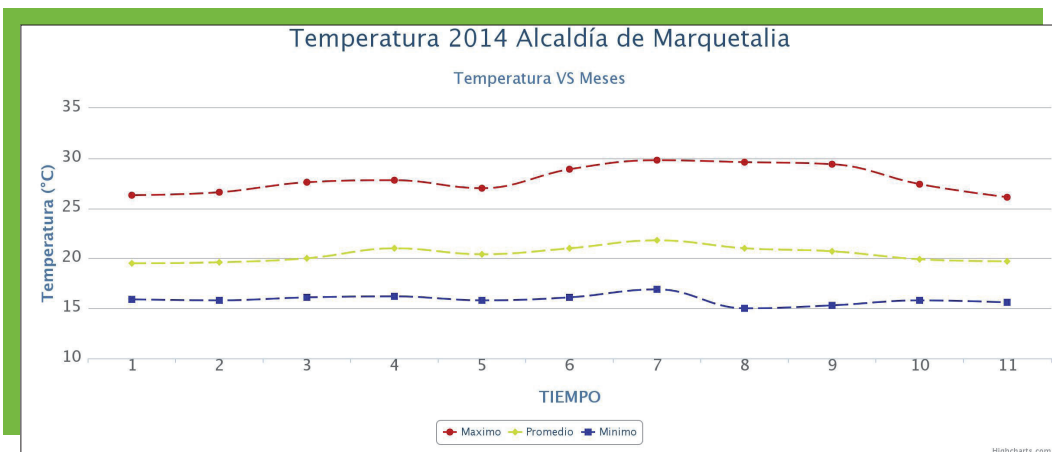
● Figura 8. Tendencias del indicador de Temperatura Máxima, Promedio y Mínima en la estación Bosques del Norte para el año 2014.



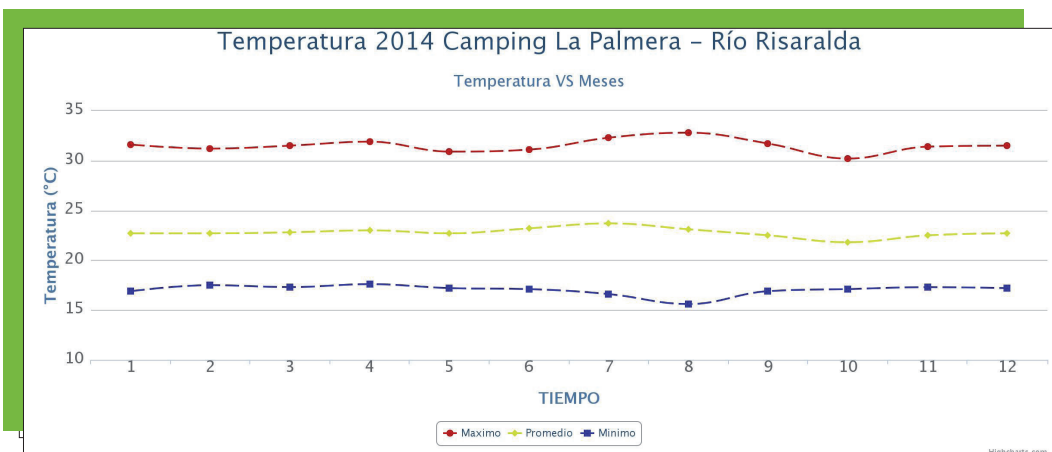
● **Figura 9.** Tendencias del indicador de Temperatura Máxima, Promedio y Mínima en la estación Alcázares para el año 2014.



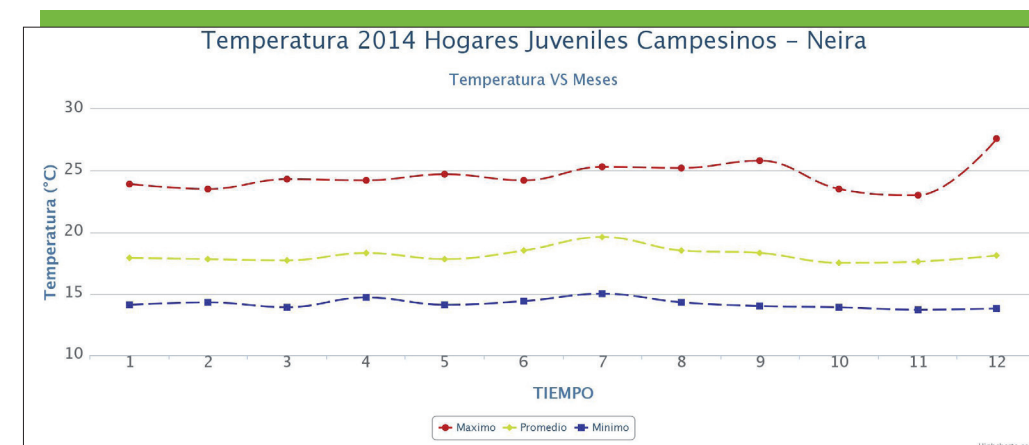
● **Figura 10.** Tendencias del indicador de Temperatura Máxima, Promedio y Mínima en la estación Marulanda - el Páramo para el año 2014.



● **Figura 11.** Tendencias del indicador de Temperatura Máxima, Promedio y Mínima en la estación Alcaldía de Marquetalia para el año 2014.



● **Figura 12.** Tendencias del indicador de Temperatura Máxima, Promedio y Mínima en la estación Camping la Palmera para el año 2014.

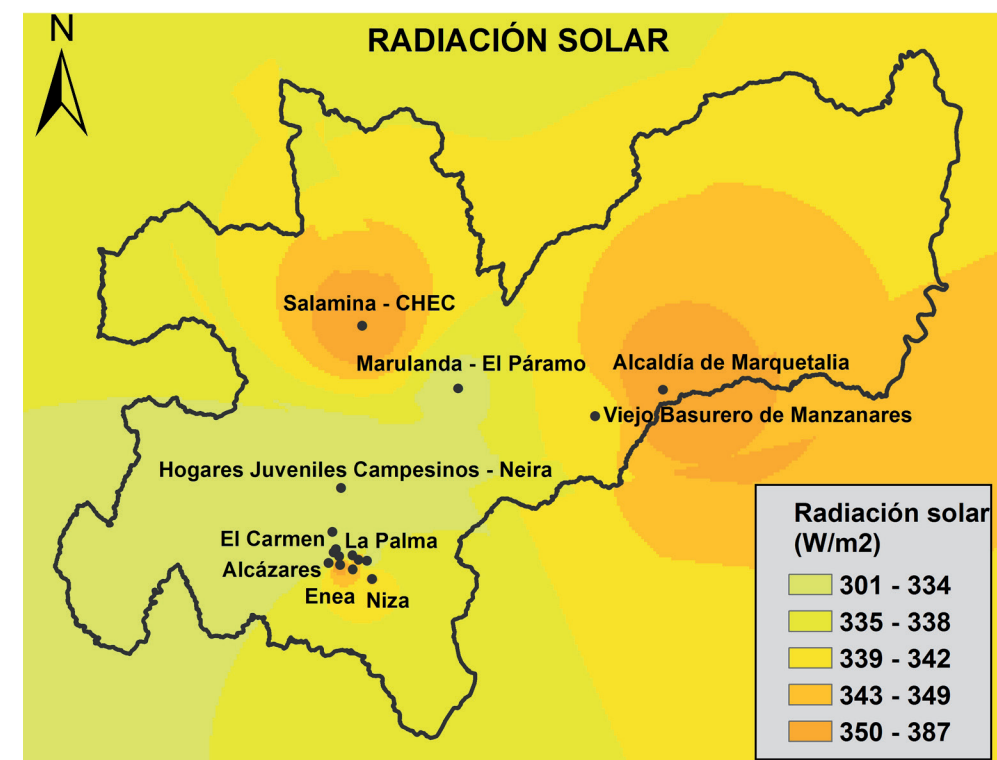


● **Figura 13.** Tendencias del indicador de Temperatura Máxima, Promedio y Mínima en la estación Hogares juveniles Campesinos - Neira para el año 2014.

Radiación Solar

El análisis de la radiación solar para el año 2014 debe mostrar correlación con lo observado para la temperatura (Figuras 14-20). A lo largo del año la radiación solar ha sido muy estable en las estaciones de la ciudad de Manizales, representadas por Bosques del Norte, Alcázares y Hospital de Villamaría. Se observan valores estables para la radiación solar máxima con valores de 1476 W/m², 1378 W/m² y 1355 W/m², respectivamente. El valor medio observado en estas tres estaciones es de 262 W/m², 304 W/m² y 388 W/m², respectivamente.

Los valores medios de radiación solar para el departamento se aprecian en la estación del Páramo, con un valor de 332 W/m². Para la Alcaldía de Marquetalia, en el oriente del departamento se registra un valor medio de 362 W/m², con un valor máximo de 1399 W/m². En la vía a Neira en la estación ubicada en los Hogares Juveniles Campesinos se observan valores medios de 329 W/m² y un valor máximo de 1494 W/m². Estos valores de radiación indican la variabilidad esperada para nuestra zona tropical y son consistentes con la temperatura encontrada en estas estaciones.



● **Figura 14.** Mapa de Radiación Solar promedio en Caldas para el año 2014.

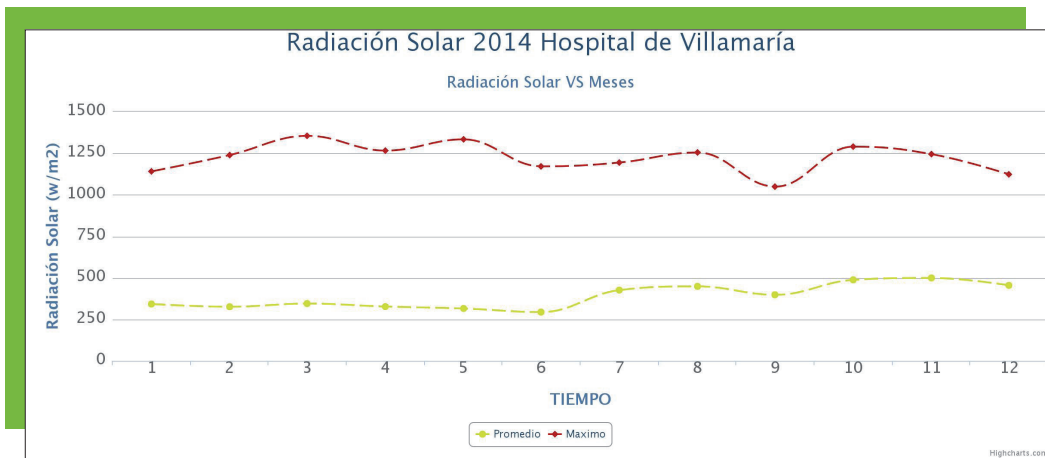


Figura 15. Tendencias del indicador de Radiación Solar Máxima y Promedio en la estación Hospital de Villamaría para el año 2014.

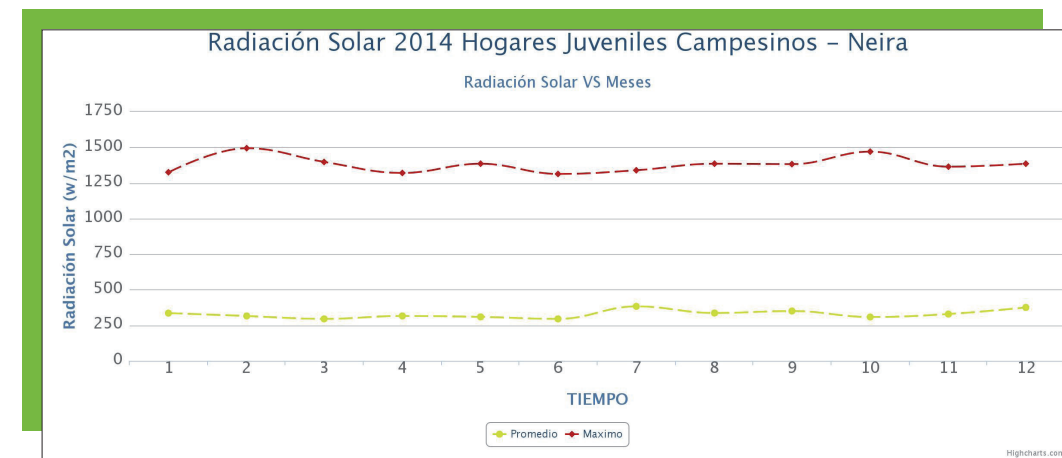


Figura 18. Tendencias del indicador de Radiación Solar Máxima y Promedio en la estación Hogares Juveniles Campesinos - Neira para el año 2014.

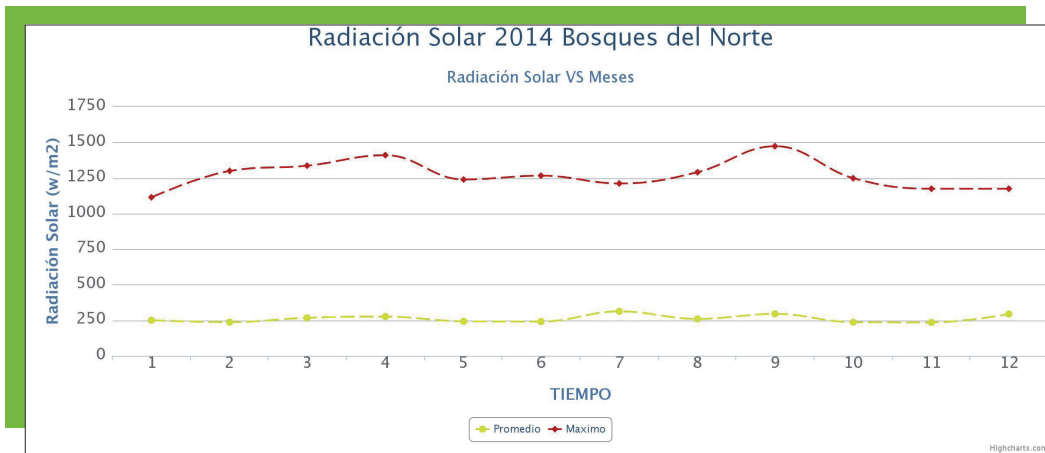


Figura 16. Tendencias del indicador de Radiación Solar Máxima y Promedio en la estación Bosques del Norte para el año 2014.

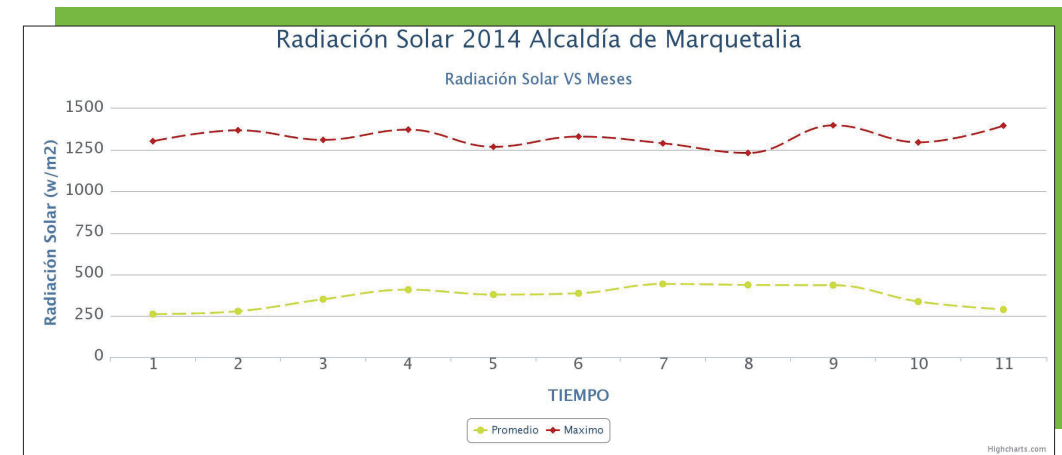


Figura 19. Tendencias del indicador de Radiación Solar Máxima y Promedio en la estación Alcaldía de Marquetalia para el año 2014.

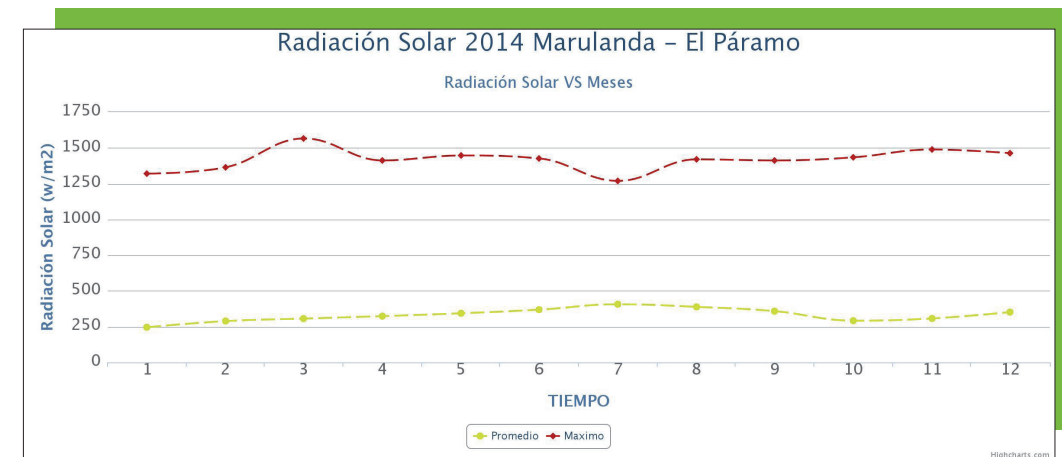


Figura 20. Tendencias del indicador de Radiación Solar Máxima y Promedio en la estación Marulanda- El Páramo para el año 2014.

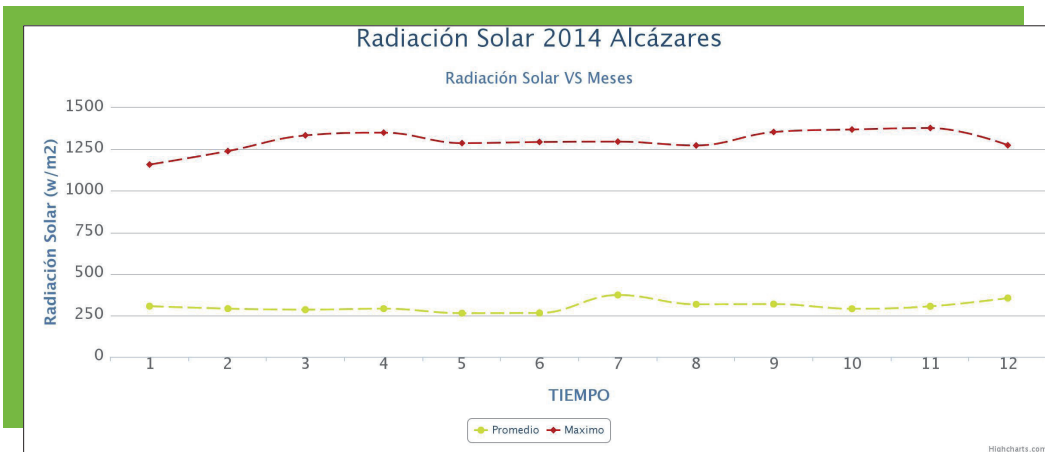


Figura 17. Tendencias del indicador de Radiación Solar Máxima y Promedio en la estación Alcázares para el año 2014.

Precipitación

La variabilidad de la precipitación se presenta en las Figuras 21-28. La ciudad de Manizales presenta un valor de lluvia variable para el año 2014, con valores de 1337 mm, 1638 mm y 1830 mm para las estaciones Enea, Bosques del Norte e Ingeominas, respectivamente. Es importante resaltar la variabilidad observada dentro del área urbana. El departamento de Caldas muestra una alta variabilidad para el año 2014. Se tienen valores medios en el Páramo de Marulanda de 875 mm y en la zona del Basurero de Manzares al rededor de 2299 mm. Para las zonas bajas correspondientes al río Risaralda en el Camping La Palmera se tiene un valor de 1709 mm, para la zona del oriente del departamento representado por la Alcaldía de Marquetalia se presenta un valor de 2043 mm. En todas las estaciones se aprecia la bimodalidad ocasionada por la ZCIT, esta alta variabilidad corresponde a lo expuesto anteriormente y a la influencia de las diferentes oscilaciones climáticas.

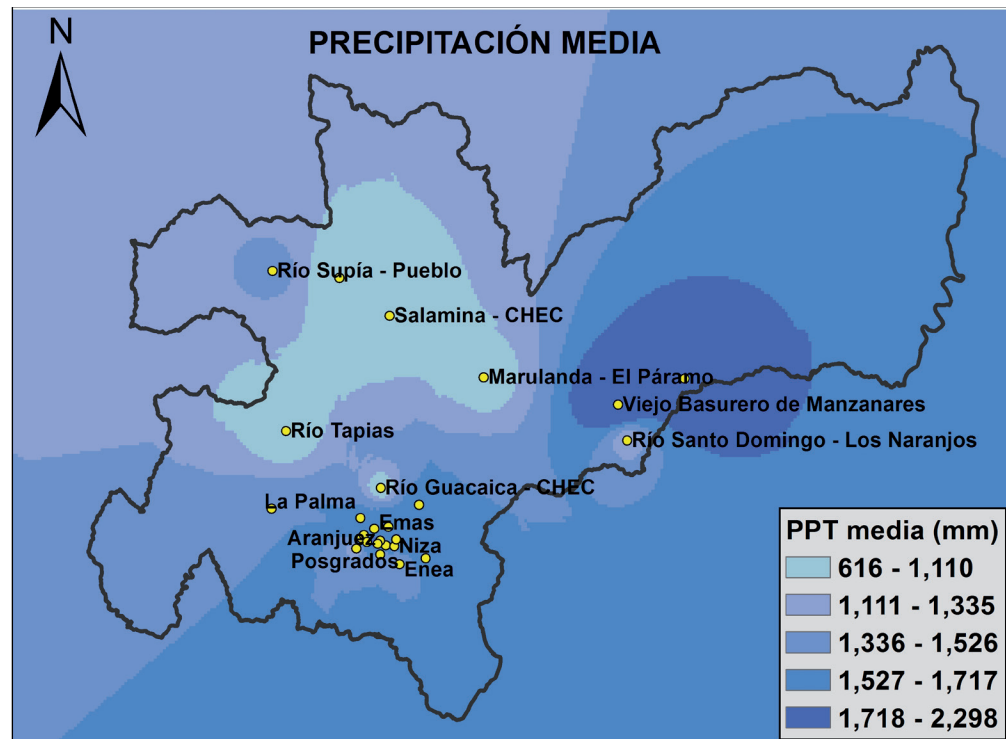


Figura 21. Mapa de Precipitación promedio en Caldas para el año 2014.

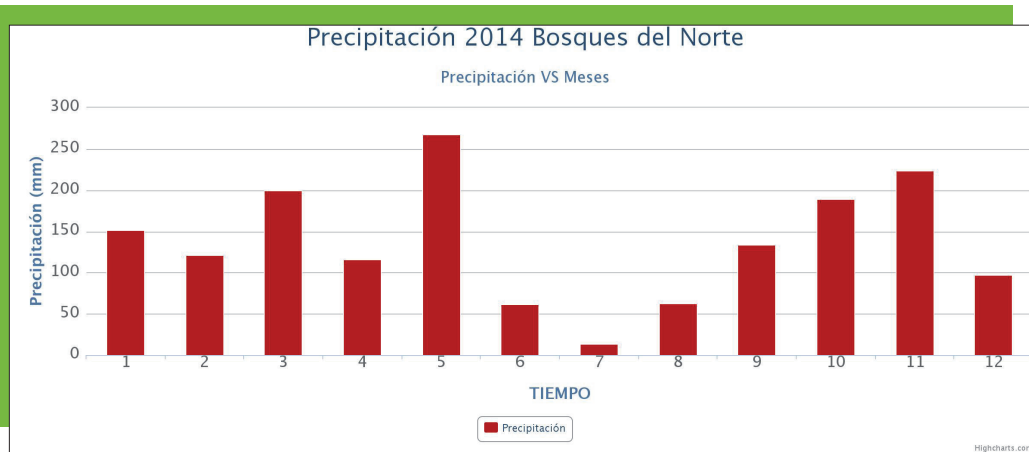


Figura 22. Tendencias del indicador de Precipitación Acumulada Mensual en la estación Bosques del Norte para el año 2014.

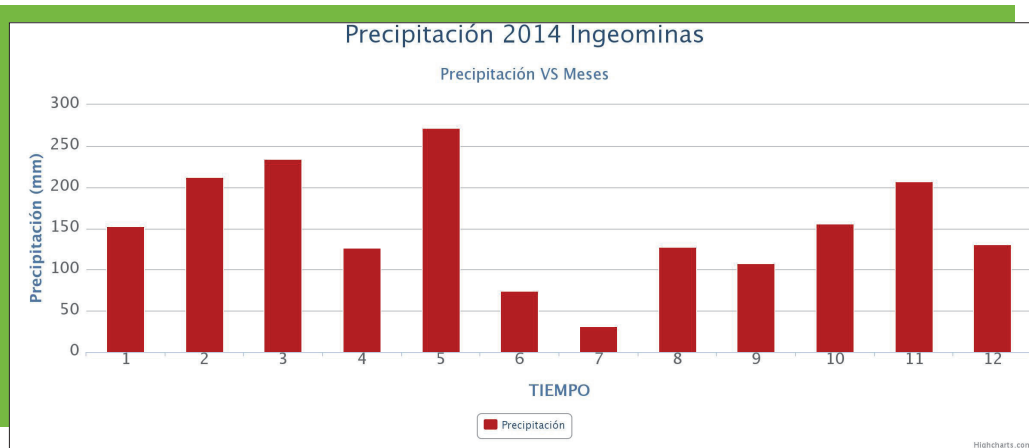


Figura 23. Tendencias del indicador de Precipitación Acumulada Mensual en la estación Ingeominas para el año 2014.

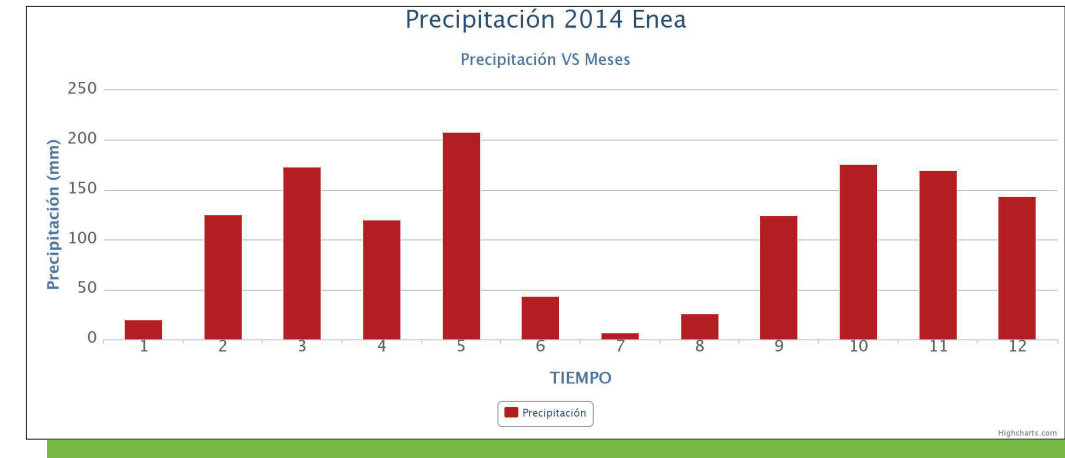


Figura 24. Tendencias del indicador de Precipitación Acumulada Mensual en la estación Enea para el año 2014.

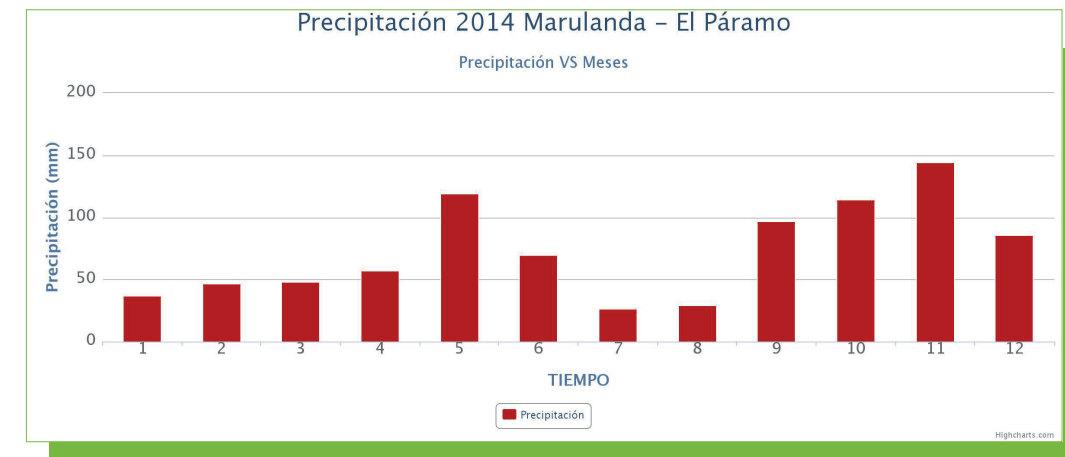


Figura 25. Tendencias del indicador de Precipitación Acumulada Mensual en la estación Marulanda - El Páramo para el año 2014.

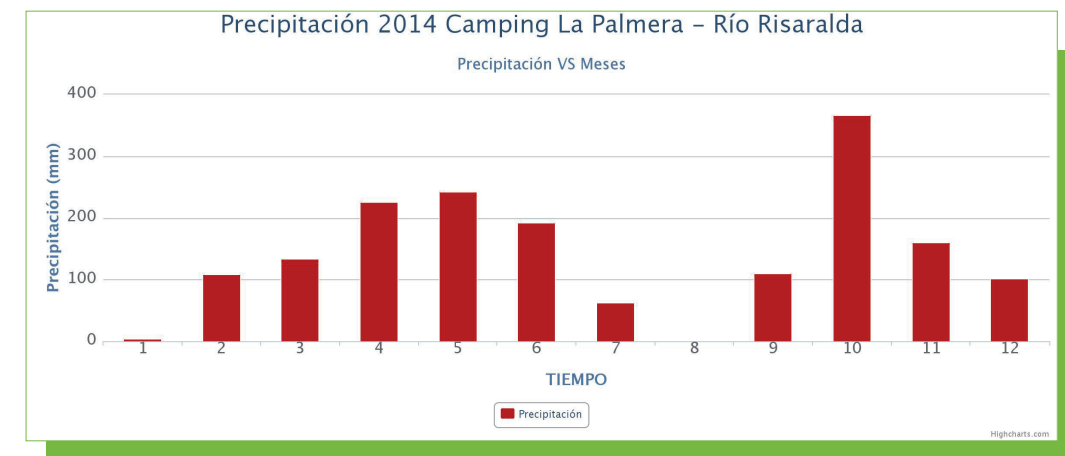


Figura 26. Tendencias del indicador de Precipitación Acumulada Mensual en la estación Camping La Palmera - Río Risaralda para el año 2014.

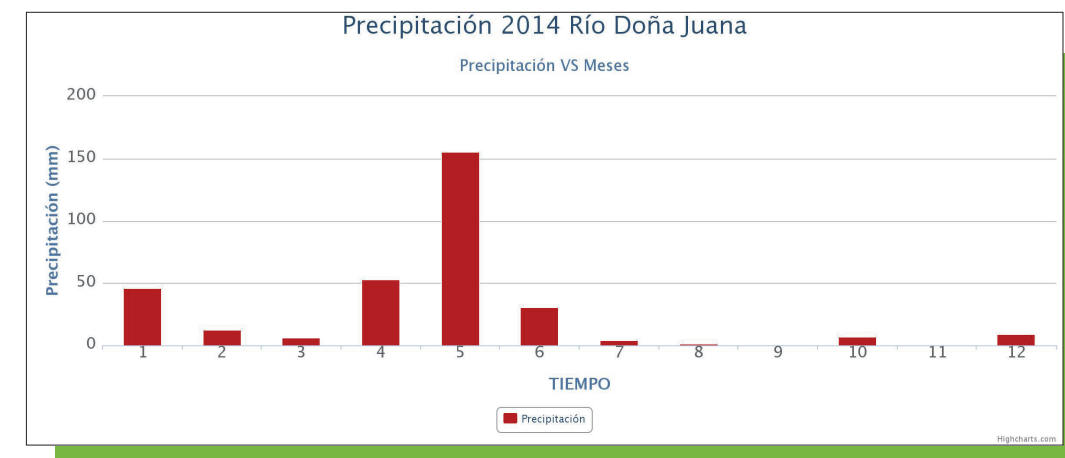
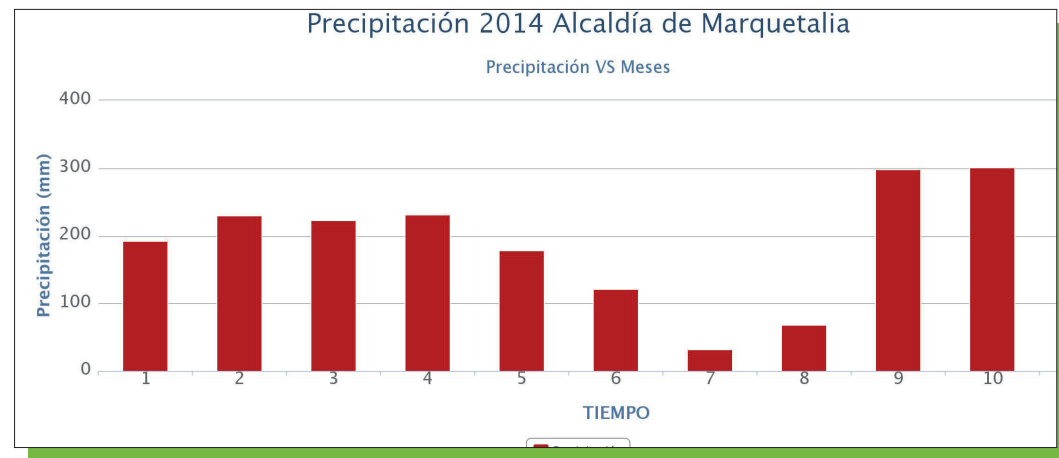


Figura 27. Tendencias del indicador de Precipitación Acumulada Mensual en la estación Río Doña Juana para el año 2014.



● **Figura 28.** Tendencias del indicador de Precipitación Acumulada Mensual en la estación Alcaldía de Marquetalia para el año 2014.

Lluvia Acumulada A25

La lluvia antecedente es un indicador utilizado para la gestión del riesgo, en donde valores acumulados mayores a 200 mm indican riesgo de deslizamiento. El análisis de la A25 para el año 2014 se presenta en las Figuras 29-37. Se observan períodos de riesgo al deslizamiento a lo largo del año para la mayoría de las estaciones (se supera el umbral de los 200 mm en algunos de los meses). Esta situación es acorde con el régimen de lluvias, mostrando que los mayores riesgos se presentaron en los meses lluviosos de marzo, abril, octubre y noviembre. La ciudad de Manizales muestra variabilidad temporal en el A25 si se analizan las estaciones Ingenominas, Posgrados y Hospital de Villamaría.

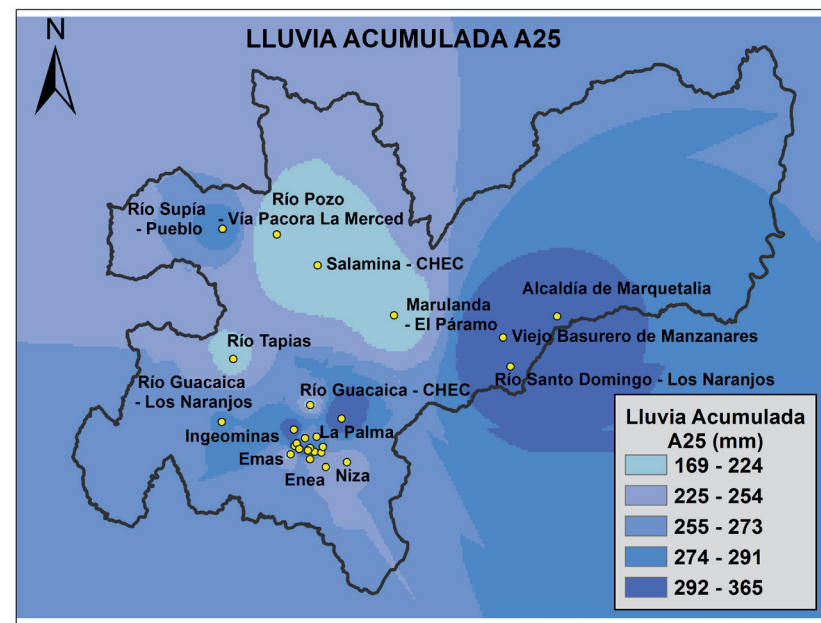
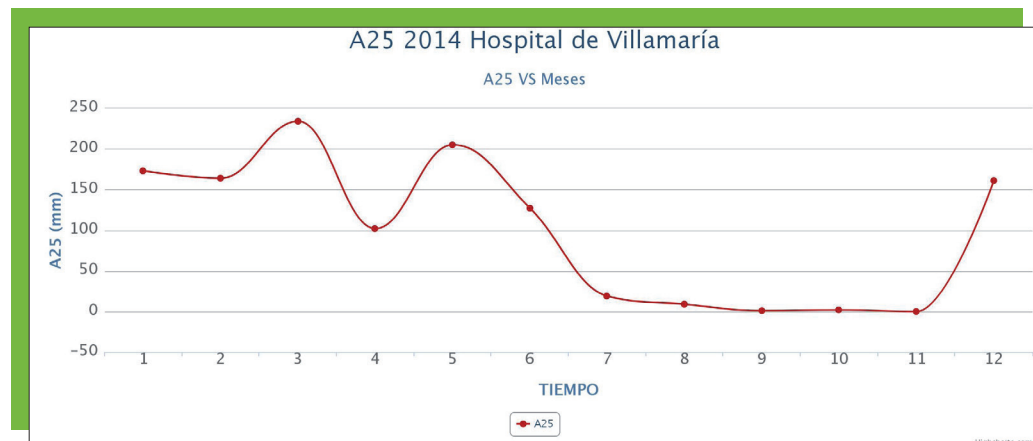
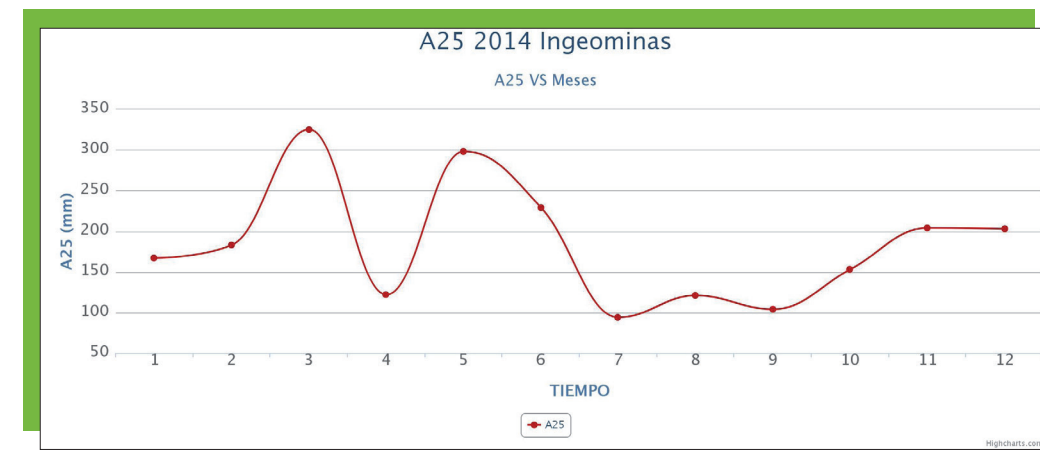


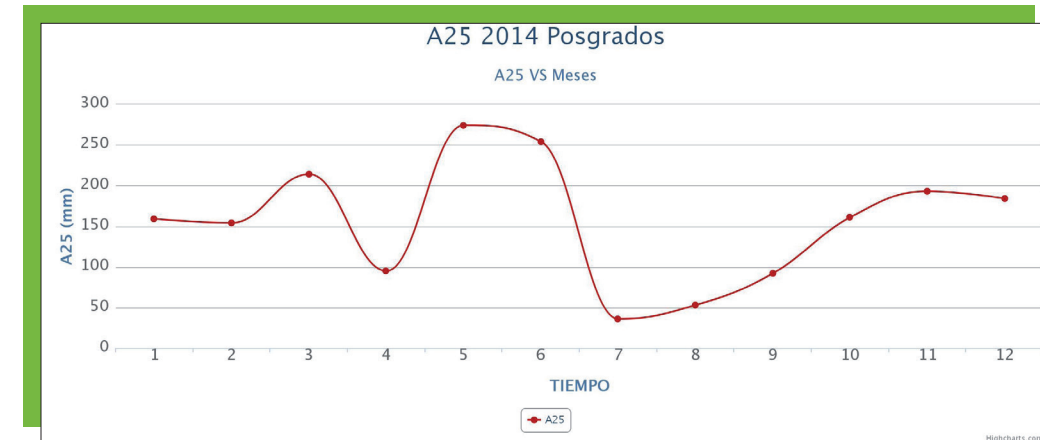
Figura 29. Mapa de Lluvia Acumulada A25 promedio en Caldas para el año 2014.



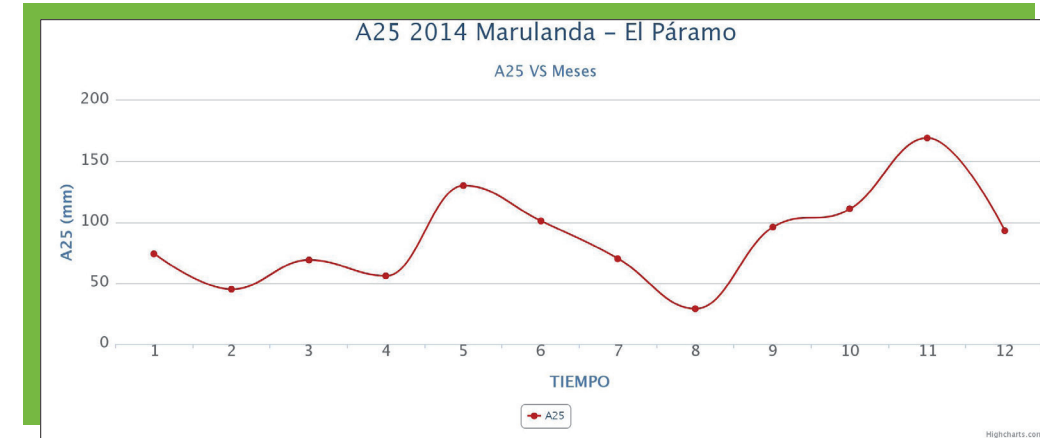
● **Figura 30.** Tendencias del indicador de Lluvia Acumulada A25 en la estación Hospital de Villamaría para el año 2014.



● **Figura 31.** Tendencias del indicador de Lluvia Acumulada A25 en la estación Ingeominas para el año 2014.



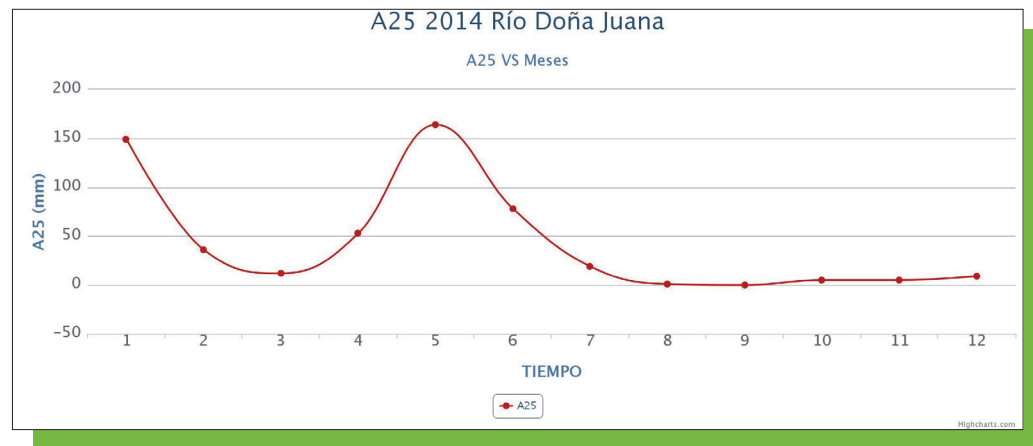
● **Figura 32.** Tendencias del indicador de Lluvia Acumulada A25 en la estación Posgrados para el año 2014.



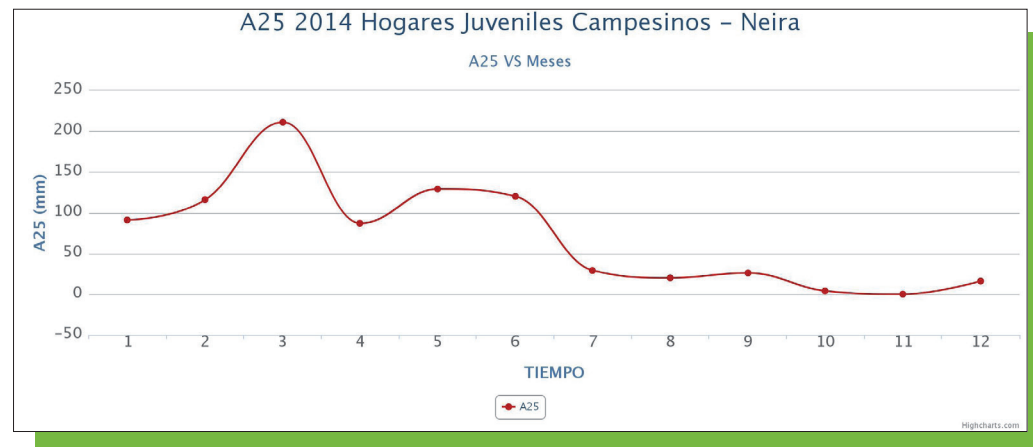
● **Figura 33.** Tendencias del indicador de Lluvia Acumulada A25 en la estación Marulanda - El Páramo para el año 2014.



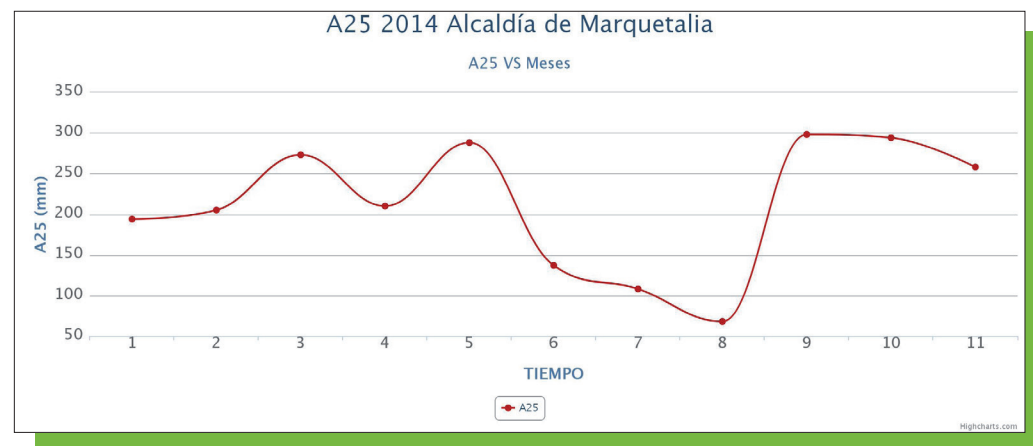
● **Figura 34.** Tendencias del indicador de Lluvia Acumulada A25 en la estación La Palmera - Río Risaralda para el año 2014.



● **Figura 35.** Tendencias del indicador de Lluvia Acumulada A25 en la estación Río Doña Juana para el año 2014.



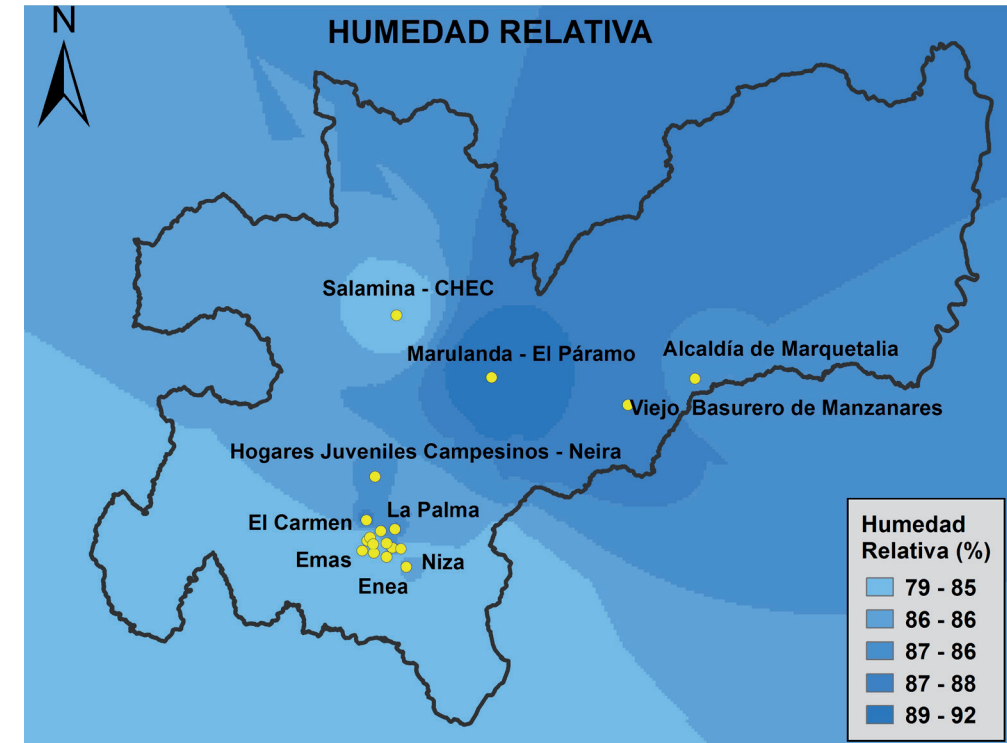
● **Figura 36.** Tendencias del indicador de Lluvia Acumulada A25 en la estación Hogares Juveniles Campesinos - Neira para el año 2014.



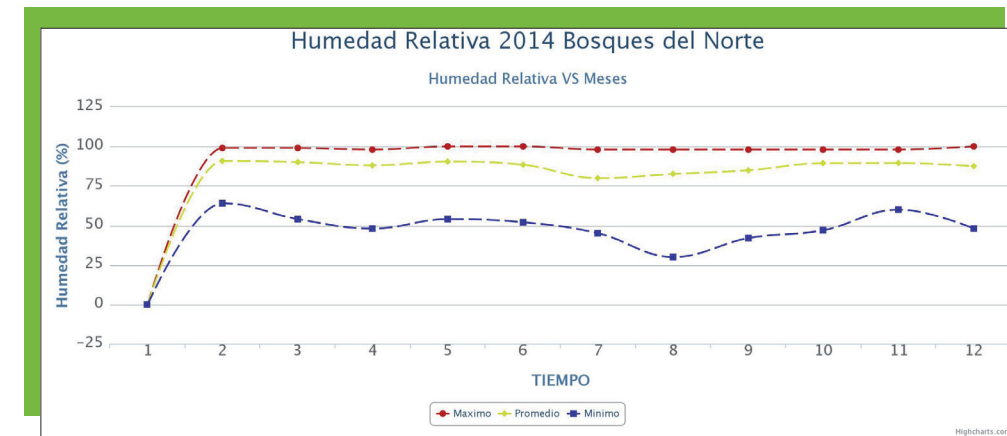
● **Figura 37.** Tendencias del indicador de Lluvia Acumulada A25 en la estación Alcaldía de Marquetalia para el año 2014.

Humedad Relativa

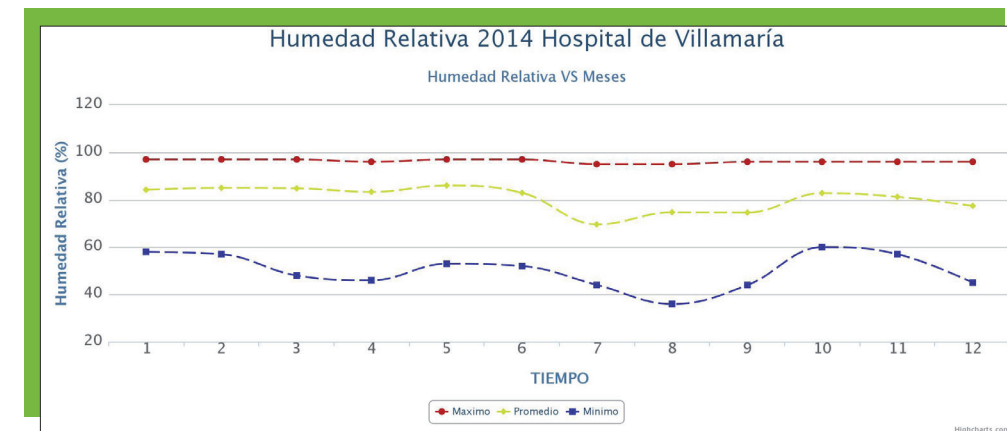
Las Figuras 38-45 muestran el comportamiento de la humedad relativa a lo largo del año 2014, en donde se encuentra un comportamiento esperado para zonas tropicales con valores muy altos de humedad. La humedad relativa ha sido muy estable en las estaciones de la ciudad de Manizales representada por Bosques del Norte, Alcázares y Hospital de Villamaría. Se observan valores medios para la humedad relativa de 87.4%, 83.8% y 80.5%, respectivamente. Los valores máximos alcanzan el 100% y los valores mínimos reportados son de 30%, 34% y 36%, respectivamente. El máximo observado para el valor medio en la ciudad de Manizales es de 89.7% para la estación Posgrados. Para el Departamento de Caldas este análisis reporta valores medios para el Páramo de 91.8%, para la alcaldía de Marquetalia de 85.6% y para la zona Salamina de 83.1%. Los valores máximos alcanzan el 100% y los valores mínimos reportados son de 49%, 29% y 24%, para estas mismas estaciones. Donde se descartan los valores nulos registrados en el Páramo, presumiblemente debido a fallas en la medición.



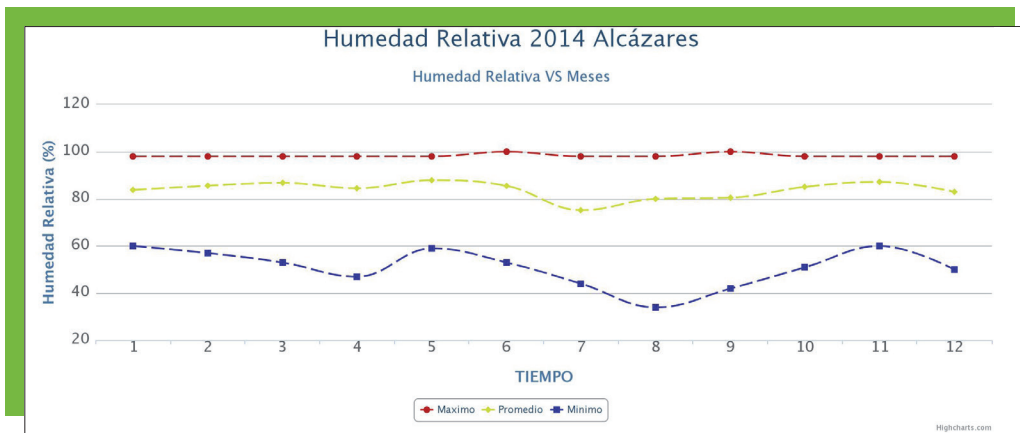
● **Figura 38.** Mapa de Humedad Relativa promedio en Caldas para el año 2014.



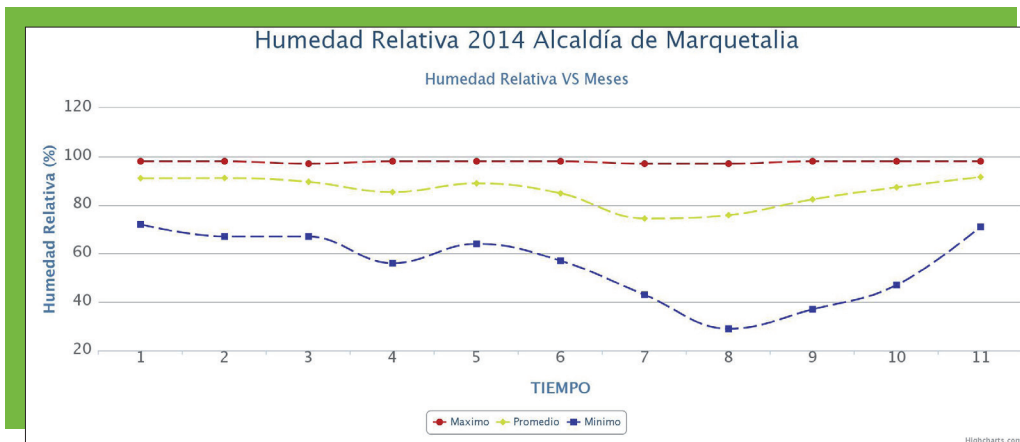
● **Figura 39.** Tendencias del indicador de Humedad Relativa Máxima, Promedio y Mínima en la estación Bosques del Norte para el año 2014.



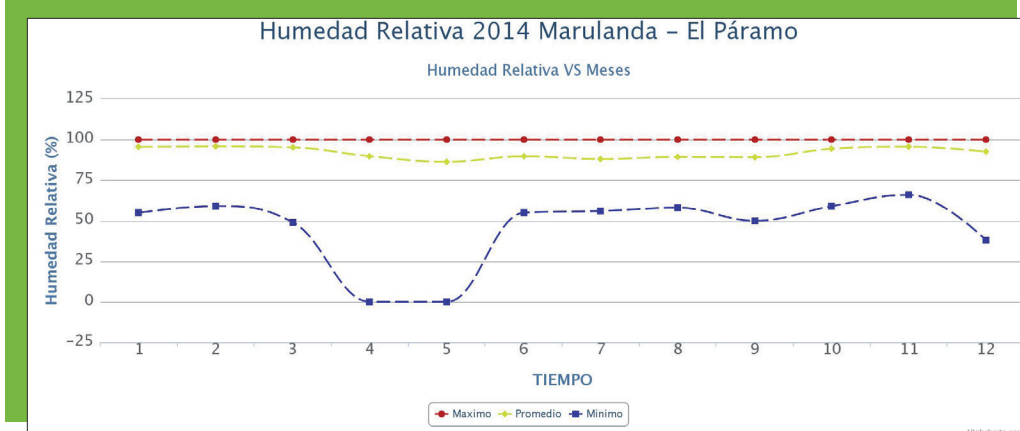
● **Figura 40.** Tendencias del indicador de Humedad Relativa Máxima, Promedio y Mínima en la estación Hospital de Villamaría para el año 2014.



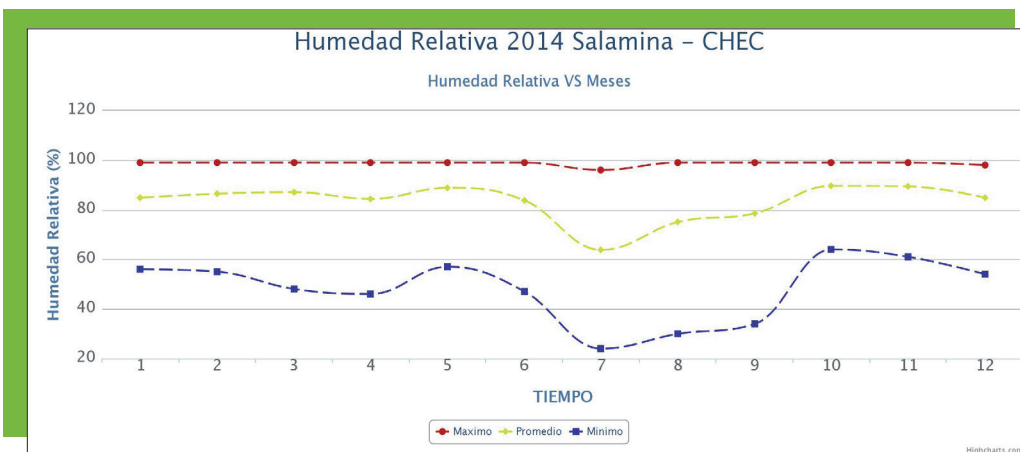
● **Figura 41.** Tendencias del indicador de Humedad Relativa Máxima, Promedio y Mínima en la estación Alcázares para el año 2014.



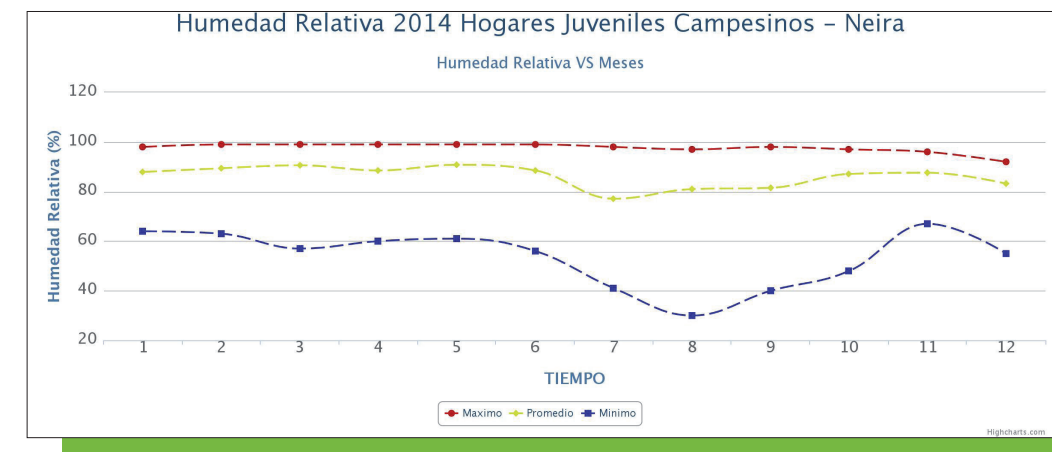
● **Figura 42.** Tendencias del indicador de Humedad Relativa Máxima, Promedio y Mínima en la estación Alcaldía de Marquetalia para el año 2014.



● **Figura 43.** Tendencias del indicador de Humedad Relativa Máxima, Promedio y Mínima en la estación Marulanda -El Páramo para el año 2014.



● **Figura 44.** Tendencias del indicador de Humedad Relativa Máxima, Promedio y Mínima en la estación Salamina -CHEC para el año 2014.



● **Figura 45.** Tendencias del indicador de Humedad Relativa Máxima, Promedio y Mínima en la estación Hogares Juveniles Campesinos -Neira para el año 2014.

Velocidad del Viento

El viento es una variable que se debe monitorear en dirección y magnitud, este análisis corresponde a la magnitud de la velocidad del viento para el año 2014 en algunas zonas del departamento de Caldas, Figuras 46-53. Para la ciudad de Manizales no se reportan altos valores de velocidad media del viento, el valor máximo registrado es de 14.3 m/s, con un valor medio de 1.6 m/s para la estación El Carmen. Las estaciones Ingeominas y Hospital de Caldas que también son representativas de lo que ocurre en la ciudad de Manizales presentan valores medios de velocidad del viento del orden de 1.1 m/s y 1.9 m/s, respectivamente.

La velocidad del viento que presenta mayores valores se observa en la estación del Páramo de Marulanda. Esta situación indica que los valores medios son del orden de 3.7 m/s con valores máximos reportados de 14.8 m/s. Estos valores son los más altos registrados en la red departamental. Los valores de velocidad del viento para las otras zonas del departamento no son tan altos, incluso se puede mencionar que son bajos, ya que los valores reportados en Neira apenas alcanzan valores medios de 1.3 m/s y un valor medio de 1.1 m/s para la Alcaldía de Marquetalia.



● **Figura 46.** Mapa de Velocidad Media del Viento en Caldas para el año 2014.

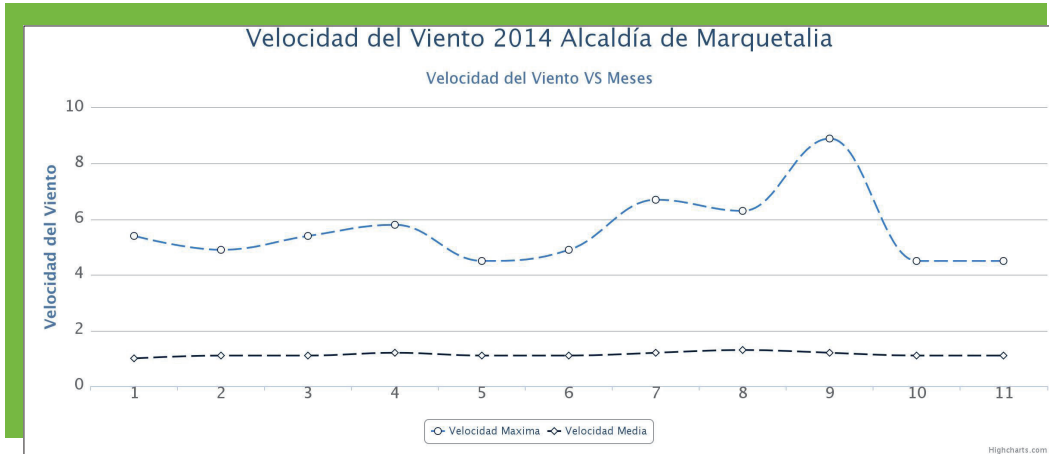


Figura 47. Tendencias del indicador de Velocidad del Viento Máxima y Media en la Alcaldía de Marquetalia para el año 2014.

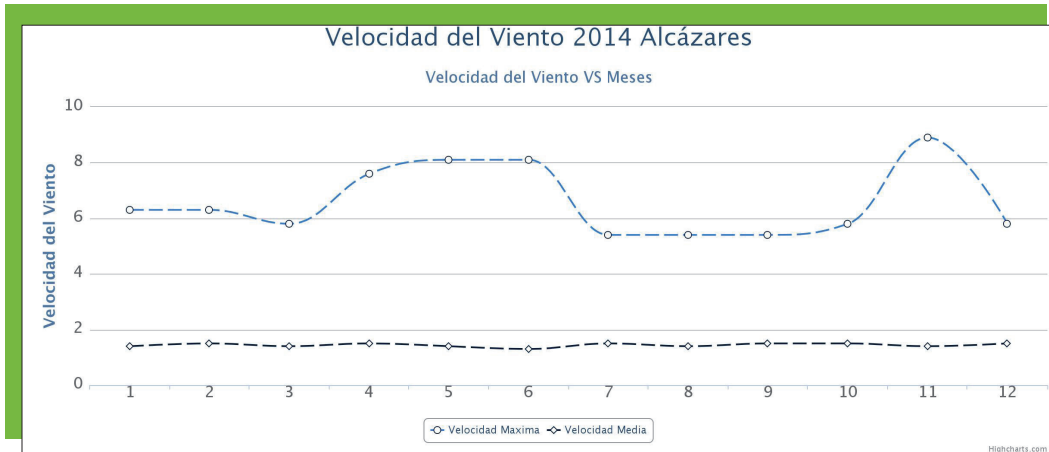


Figura 48. Tendencias del indicador de Velocidad del Viento Máxima y Media en la estación Alcázares para el año 2014.

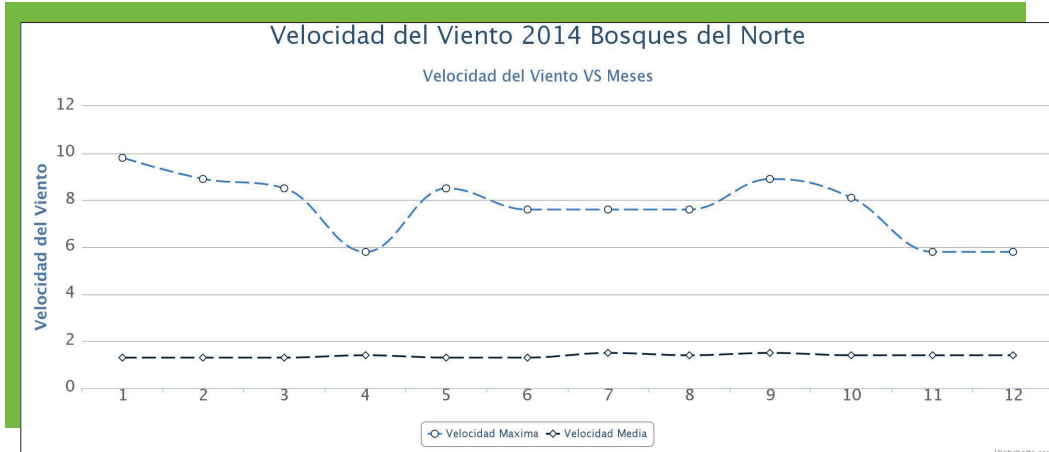


Figura 49. Tendencias del indicador de Velocidad del Viento Máxima y Media en la estación Bosques del Norte para el año 2014.

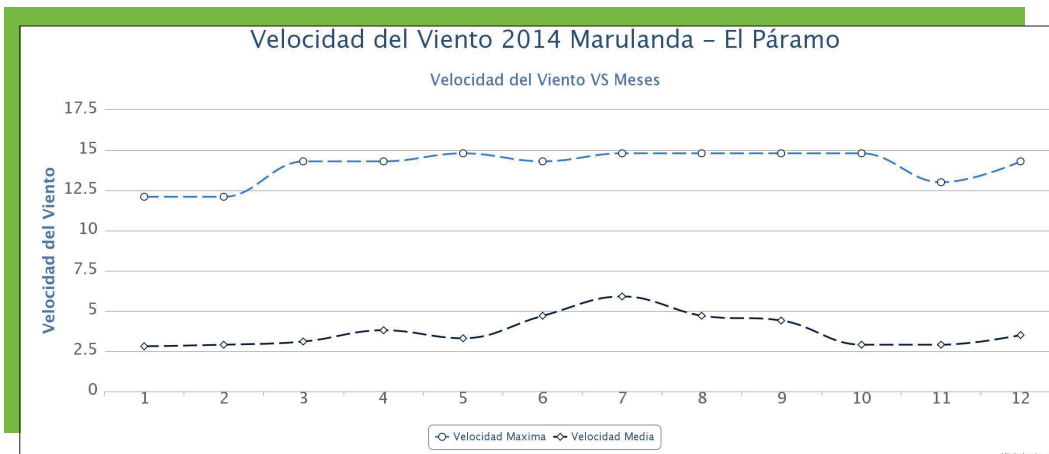


Figura 50. Tendencias del indicador de Velocidad del Viento Máxima y Media en la estación Marulanda - El Páramo para el año 2014.

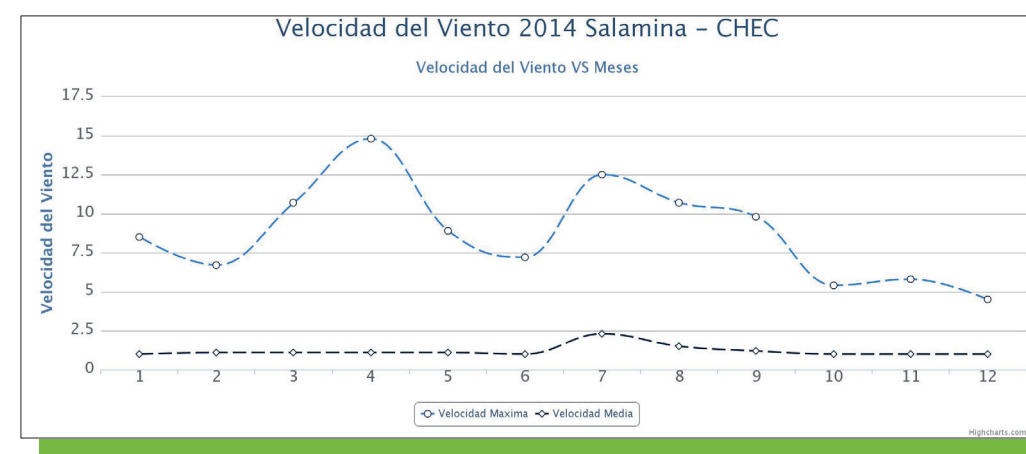


Figura 51. Tendencias del indicador de Velocidad del Viento Máxima y Media en la estación Salamina -CHEC para el año 2014.

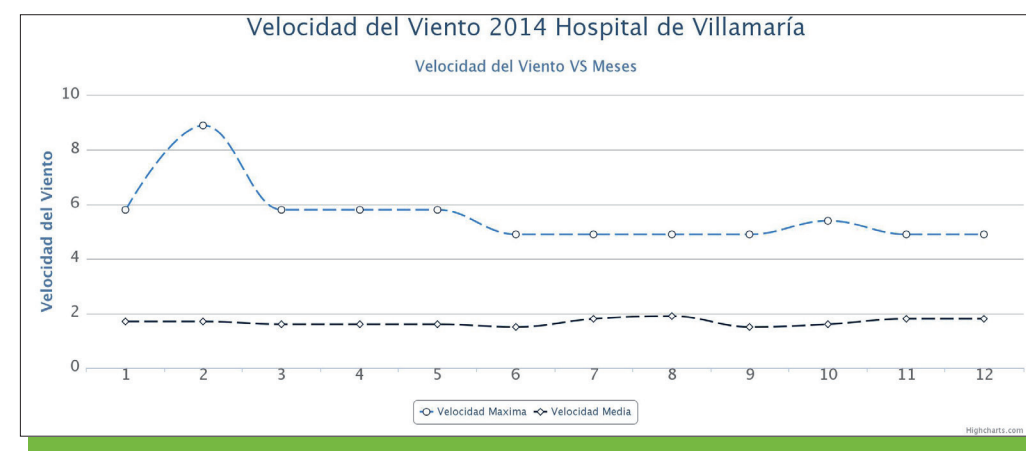


Figura 52. Tendencias del indicador de Velocidad del Viento Máxima y Media en la estación Hospital Villamaría para el año 2014.

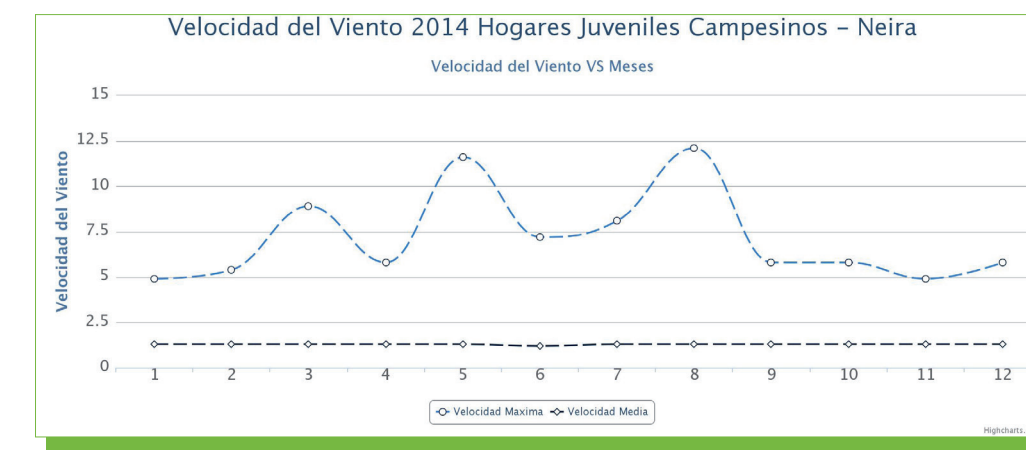


Figura 53. Tendencias del indicador de Velocidad del Viento Máxima y Media en la estación Hogares Juveniles Campesinos -Neira para el año 2014.



Personas de Contacto

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Beatriz Helena Aristizábal
Departamento de Ingeniería Química
Correo Electrónico: bharistizabalz@unal.edu.co

Néstor Darío Duque
Departamento de Informática y Cómputo
Correo Electrónico: ndduqueme@unal.edu.co

Jorge Julián Vélez
Departamento de Ingeniería Civil
Correo Electrónico: jivelezu@unal.edu.co

CORPOCALDAS

Luz Adriana Ramírez López
Subdirección de planificación Ambiental del territorio
Correo Electrónico: luzaramirez@corpocaldas.gov.co

Lina Marcela Quintero Velásquez
Subdirección de planificación Ambiental del territorio
Correo Electrónico: linamquintero@corpocaldas.gov.co

ENTIDADES ASOCIADAS



BIBLIOGRAFÍA

- [1] Wikipedia (2015), consultado noviembre 8-2015. https://es.wikipedia.org/wiki/Proyecci%C3%B3n_cartogr%C3%A1fica
[2] IDEA (2015), consultado noviembre 5-2015. Instituto de Estudios Ambientales UN. <http://idea.manizales.unal.edu.co/index.php/estado-tiempo-manizales>