



INFORME DEL ESTADO ACTUAL Y
REDISEÑO DEL SISTEMA DE VIGILANCIA
DE CALIDAD DEL AIRE – SVCA
(versión 3)

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE
DEL CAUCA - CVC
AÑO 2022



Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN	5
2. REVISIÓN INICIAL	6
2.1. Definición de escalas de monitoreo del SVCA.....	7
2.2. Objetivos del SVCA	9
2.3. Diagnóstico.....	10
2.4. Antecedentes	14
2.5. Línea base	16
3. DEFINICIÓN DEL TIPO DE SVCA	20
3.1. SVCA TIPO III – INTERMEDIO.....	21
3.1.1 Ubicación de las estaciones del SVCA TIPO III – INTERMEDIO	24
3.2. SVCA TIPO II – BÁSICO 1 - CENTRO	27
3.2.1. Ubicación de las estaciones del SVCA TIPO II – BÁSICO 1 - CENTRO	29
3.3. SVCA TIPO II – BÁSICO 2 – NORTE	31
3.3.1. Ubicación de las estaciones del SVCA TIPO II – BÁSICO 2 – NORTE	31
4. SOFTWARE DE APOYO AL SVCA	34
5. RECURSO HUMANO PARA LA OPERACIÓN DE UN SVCA	36
6. REFERENCIAS	37



Lista de tablas

Tabla 1. Población departamento del Valle del cauca 2011-2012.	7
Tabla 2. Escalas de Monitoreo del SVCA	7
Tabla 3. Ubicación estaciones de monitoreo actual y posibles reubicaciones.....	8
Tabla 4. Proyección población departamento del Valle del cauca 2018-2023.....	11
Tabla 5. Límites EPA y nacionales de contaminantes criterio.	15
Tabla 6. Resumen de mediciones (anual) municipio de Yumbo, casco urbano y ACOPI.	15
Tabla 7. Resumen de mediciones (anual) municipio de Palmira, casco urbano.	16
Tabla 8. Descripción SVCA Tipo III.....	22
Tabla 9. Población proyectada de los municipios del SVCA de la CVC.....	23
Tabla 10. Componentes meteorológicos del SVCA.....	27
Tabla 11. Descripción SVCA Tipo II – BÁSICO.	28
Tabla 12. Componentes meteorológicos del SVCA Básico - Centro.	30
Tabla 13. Componentes meteorológicos del SVCA Básico – Norte.	32
Tabla 14. Recurso humano para la operación del SVCA-CVC.....	37

Lista de gráficos

Gráfica 1. Diagrama de flujo para el diseño de un SVCA de una autoridad ambiental. Fuente: (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial, 2010).....	6
Gráfica 2. Pirámide poblacional Valle del Cauca 2005/2018. Fuente: DANE.	12
Gráfica 3. Tasa global de participación (TGP), ocupación (TO) y desempleo (TD). Fuente: (DANE, 2020)	12
Gráfica 4. Composición sectorial PIB 2019. Fuente: (Ministerio de Comercio, 2020)	13
Gráfica 5. Uso de suelo agrícola en el Valle del Cauca 2017-2018. Fuente: Ministerio de agricultura y desarrollo rural.....	14
Gráfica 6. Concentración promedio mensual de SO ₂ en el Valle del Cauca.	18
Gráfica 7. Concentración promedio mensual de NO ₂ en el Valle del Cauca.	19
Gráfica 8. Concentración promedio mensual de O ₃ en el Valle del Cauca.....	20
Gráfica 9. Fases del ciclo de evaluación de calidad del aire. Fuente: Página web AIRVIRO.....	34
Gráfica 10. Esquema de informe diario para PM _{2,5}	36



Lista de Fotos

Foto 1. Muestreadores pasivos utilizados durante la campaña 2010-2011.	17
Foto 2. Estación Palmira (Partisol- Plus 2025)	24
Foto 3. Estación Jamundí (TEOM 1405-D).....	24
Foto 4. Estación Candelaria (TEOM 1405-D)	24
Foto 5. Estación Yumbo.....	24
Foto 6. Estación ACOPI-Yumbo (TEOM 1405-D)	25
Foto 7. Estación La Dolores – Palmira (Partisol 2025i-D)	25
Foto 8. Estación Las Américas – Yumbo (Partisol- Plus 2025)	25
Foto 9. Estación Móvil - UN Palmira.	27
Foto 10. Estación Buga (Partisol- Plus 2025)	30
Foto 11. Estación Tuluá (TEOM 1405-D)	31
Foto 12. Estación La Paila, Zarzal.....	33
Foto 13. Estación Cartago	33

1. INTRODUCCIÓN

La calidad del aire es el resultado de la interacción humana con el entorno, de la actividad económica industrial, agrícola, minera y del transporte, condicionada además por las tecnologías utilizadas para ello, y de las condiciones geomorfológicas, orográficas y climatológicas; todas ellas influyen en los procesos de dilución, concentración y transporte de contaminantes en el aire desde fuentes fijas hasta receptores alejados de ellas, deteriorando el ecosistema e impactando la morbilidad y mortalidad de la población.

Según el DANE en el Valle del Cauca el 85% de la población se concentra en centros urbanos, lo que promueve el crecimiento constante del parque automotor, la producción industrial y la demanda progresiva de bienes y servicios, que repercute en el aumento de emisiones contaminando al ambiente; cuyos efectos según el instituto nacional de salud son el principal factor de riesgo ambiental y potencial generador de mortalidad ocasionada por enfermedades respiratorias, cardíacas y cerebro vasculares (IDEAM, 2018).

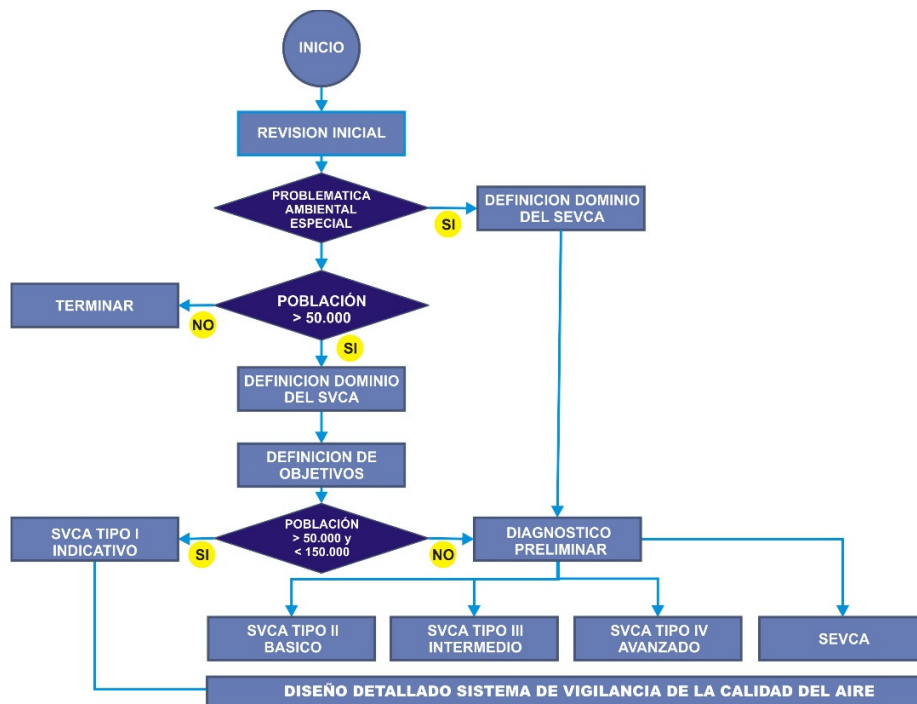
Con el fin de garantizar un ambiente sano y minimizar el riesgo en la salud humana, la calidad del aire se empezó a regular mediante el Decreto 948 de 1995, por el cual se reglamentan leyes nacionales en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire; posterior a ella la Resolución 601 de 2006 por la cual se establece la Norma de Calidad del Aire para todo el territorio nacional en condiciones de referencia. La Resolución 610 de 2010, Por la cual se modifica la Resolución 601 del 4 de abril de 2006. La Resolución 2154 de 2010 indica que las autoridades ambientales deben monitorear y hacer seguimiento en su jurisdicción de la calidad del aire a través de un sistema de verificación de calidad del aire – SVCA, diseñado y operado según lo indica el Protocolo *para el Monitoreo y Seguimiento de la calidad del aire* elaborado por el Ministerio de ambiente y desarrollo territorial.

La resolución 2254 de 2017 es la regulación más reciente en donde se establecen los niveles máximos de material particulado (PM₁₀ y PM_{2.5}), dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂), ozono troposférico (O₃), monóxido de carbono (CO) y otros.

La corporación autónoma regional del Valle del Cauca –CVC en cumplimiento de las funciones de prevención, control y vigilancia de la calidad del aire en el área de su jurisdicción, mantiene en operación un sistema de vigilancia de calidad del aire que comprende 11 estaciones de muestreo (10 fijas y una móvil) propias y 3 asociadas; dichas estaciones indican un Índice de calidad del aire – ICA buena y aceptable para el contaminante PM₁₀ y aceptable para el contaminante PM_{2.5} en el informe de agosto de 2020.

El presente informe pretende revisar el estado del actual SVCA, revisión que debe hacerse cada tres años para los tipos de SVCA aplicados por la CVC; luego de campañas de evaluación y monitoreo cada dos años que permitan realizar ajustes en cuanto a la dinámica de emisiones contaminante en 8 municipios del Valle del Cauca (Bugá, Candelaria, Jamundí, Palmira, Santiago de Cali (Cascajal), Tuluá y Yumbo); partiendo de las etapas generales para el diseño de un sistema de vigilancia de la

calidad del aire establecida en la Resolución 650 de 2010 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial, detallado en la Gráfica 1.



Gráfica 1. Diagrama de flujo para el diseño de un SVCA de una autoridad ambiental. Fuente: (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial, 2010)

2. REVISIÓN INICIAL

La población del Valle del Cauca representa el casi el 10% del PIB en Colombia (referencia), lo que representa un desarrollo industrial asentado desde mediados del siglo pasado a la orilla del río Cauca, que representa la tercera fuente hídrica más importante del país; los municipios de Cali, Yumbo, Candelaria, Palmira, Cerrito, Buga y Tuluá concentran la mayor fuerza industrial presente en el departamento, lo que ha generado fenómeno de migración poblacional y demanda creciente de bienes y servicios en ellos.

La población en el valle del cauca representa el 9,5% de la población nacional y los municipios en cuestión albergan cerca del 70% de la población urbana del departamento, para el 2011 y 2012 se muestran datos poblacionales publicados por el DANE, Tabla 1. Población mayor a 50.000 habitantes y un sector industrial fuerte indican que se requiere un sistema de vigilancia de calidad del aire formal que refuerce los monitoreos ya realizados desde 2001 por parte de la corporación CVC.

Para los municipios de Cali y Buenaventura, La CVC solo cuenta con autoridad propia en el área Rural; el DAGMA y EPA respectivamente son las autoridades ambientales para la jurisdicción urbana y suburbana de estos municipios.

Tabla 1. Población departamento del Valle del cauca 2011-2012.

Municipio	2011			2012		
	Cabecera	Resto	Total	Cabecera	Resto	Total
Cali	2.232.996	36.634	2.269.630	2.258.017	36.626	2.294.643
Buenaventura	335.256	34.497	369.753	342.669	34.345	377.014
Palmira	237.872	58.748	296.620	239.515	59.152	298.667
Tuluá	173.858	27.812	201.670	176.048	28.077	204.125
Cartago	127.121	2.204	129.325	127.948	2.132	130.080
Buga	99.460	16.489	115.949	99.376	16.403	115.779
Jamundí	74.851	35.149	110.000	76.461	35.852	112.313
Yumbo	93.527	12.999	106.526	95.782	13.309	109.091
Candelaria	21.372	55.561	76.933	21.692	56.404	78.096

Fuente: DANE

2.1. Definición de escalas de monitoreo del SVCA

De acuerdo al protocolo de diseño se definieron las escalas de monitoreo de los puntos de medición, estas áreas definen la cobertura de las estaciones del SVCA (11 estaciones), en la Tabla 2 se describen las escalas de medición.

Tabla 2. Escalas de Monitoreo del SVCA

ESCALA	DESCRIPCIÓN	ESCALA
MICRO	Típica de áreas como cañones urbanos y corredores de tráfico donde el público puede estar expuesto a altas concentraciones de contaminantes provenientes de las emisiones de fuentes móviles o fuentes puntuales. Responde a estudios puntuales de un grupo de fuentes y receptores específicos y/o estudios epidemiológicos. Las mediciones tomadas a esta escala no deben tomarse como representativas de un área mayor.	2 m – 100 m
MEDIA	Representa concentraciones típicas de zonas limitadas en un área urbana.	100 m – 0.5 Km
VECINDARIO	Las mediciones en esta categoría pueden representar las condiciones en un área específica al interior de un área urbana.	0.5 Km – 3 Km
URBANA	Condiciones de un área urbana.	3 Km – 20 Km

REGIONAL	Áreas rurales o conjunto de áreas urbanas y rurales. Incluye la interacción de varias jurisdicciones de diferentes autoridades ambientales.	Más de 20 Km hasta el área total de la jurisdicción.
NACIONAL	Estudio del país. Incluye la integración de varios SVCA y jurisdicciones de diferentes autoridades ambientales.	Todo el país.

Fuente: (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial, 2010)

La corporación CVC cuenta en la actualidad con 11 estaciones de monitoreo propias, 10 de ellas son fijas y una móvil, en la Tabla 3 se muestra la ubicación actual de las estaciones de monitoreo.

Tabla 3. Ubicación estaciones de monitoreo actual y posibles reubicaciones.

No	Estación	Municipio	Ubicación Latitud/ Longitud	Escala de medición actual	Objetivo de la medición
1	Tuluá	Tuluá	4°3'58"N/ 76°11'47"W	Urbana	Para la protección de la salud humana: Para monitorear posible impacto de la zona industrial (Levapan) y posible impacto de vías aledañas (Vía Buga-Tuluá-Andalucía).
2	Buga	Guadalajara de Buga	3°53'58"N/ 76°18'1"W	Urbana	Para la protección de la salud humana: Para monitoreo del centro urbano.
3	Acopi - CELSIA	Yumbo	3°30'59"N/ 76°30'7"W	Vecindario	Para la protección de la salud humana: concentraciones más altas de PM10 de los monitoreos de la CVC (industrial).
4	Yumbo	Yumbo	3°34'45"N/ 76°29'22"W	Urbana	Para la protección de la salud humana: Monitoreo impacto de la zona industrial (Acopi) y posibles impactos de vías principales aledañas.
5	Las Américas	Yumbo	3°33'51"N/ 76°29'33"W	Vecindario	Para la protección de la salud humana: Determinar la afectación en la salud de los habitantes del barrio las Américas, a causa de las industrias establecidas en la zona (Cementos Argos, Good year, Smurfit Kappa-Cartón de Colombia, Eternit) y del alto flujo vehicular que transita en la vía Yumbo-Cali, siendo esta la única vía que conecta al municipio de Yumbo con Cali (Industrial).
6	La Dolores	Palmira	3°29'53"N/ 76°29'1" W	Vecindario	Para la protección de la salud humana: punto crítico o hot spot (Industrial).

7	Palmira	Palmira	3°32'15"N/ 76°18'3"W	Urbana	Para la protección de la salud humana: Para monitoreo del posible impacto de las vías aledañas (Vía Pradera-Palmira).
8	UNAL - Palmira	Palmira	3°30'42"N/ 76°18'19"W	Urbana	Para la protección de la salud humana.
9	Candelaria	Candelaria	3°24'41"N/ 76°20'50"W	Urbana	Para la protección de la salud humana.
10	Cascajal	Santiago de Cali	3°19'2.5"N/ 76°31'16"W	Suburbana /Rural	Para la protección de la salud humana
11	Jamundí	Jamundí	3°15'26"N/ 76°32'39"W	Urbano	Para la protección de la salud humana
12	Buga-Acuavalle	Guadalajara de Buga	3°54'39.74"N / 76°18'3.66"W	Vecindario	Para la protección de la salud humana: Posibles altas concentraciones en zona industrial del municipio.
13	La Paila	Zarzal	4°19'11.49"N / 76°4'16.35"W	Urbano	Para la protección de la salud humana
14	Cartago	Cartago	4°44'53.7"N/ 75°54'43.9"W	Urbano	Para la protección de la salud humana

Fuente: Elaboración propia – CVC.

2.2. Objetivos del SVCA

Los objetivos para el SVCA – CVC son:

1. Determinar el cumplimiento de las normas nacionales de la calidad del aire.
2. Proporcionar una base de datos para la evaluación de los efectos del desarrollo urbano, de las estrategias de planificación del transporte, y de la aplicación de estrategias para el control y reducción de la contaminación.
3. Observar las tendencias a mediano y largo plazo de los contaminantes.
4. Generar información para que los entes responsables del seguimiento de la Salud y gestión del riesgo, establezcan las medidas de protección.
5. Determinar posibles riesgos para el medio ambiente.

Los objetivos para el rediseño del SVCA son:

6. Evaluar la instalación y operación de las estaciones de monitoreo.

7. Determinar ubicación de nuevas estaciones o reubicación de estaciones existente.
8. Construir y validar modelos de dispersión de calidad del aire.
9. Revisar tecnología de las estaciones en operación.

2.3. Diagnóstico

Estudios de Salud

El Instituto Nacional de Salud realizó la estimación de la carga de enfermedad ambiental en Colombia tanto Nacional como departamental, en donde evidencia el vínculo entre ambiente y salud, enmarcado en la vertiente “azul” de la Organización Mundial de la Salud (OMS), donde los efectos negativos no solo aplican a la salud humana si no a todos los organismos vivos; como resultado se estima dichos efectos en muertes y en años de vida saludable perdidos (Ministerio de Salud, 2018).

Los factores de riesgo ambiental, material particulado PM2.5, ozono y contaminación del aire intradomiciliario indican que para 2016, 17.549 muertes son atribuibles a estos factores, 8% de las muertes de ese año en todo el país. En años de vida saludable perdidos (AVISA) equivalente a 724,67 AVISA por 100.000,

Esto significa que si se redujera a mínimos teóricos la exposición a estos factores de riesgo se evitaría el 18,1% de las muertes o el 19,0% de la carga de enfermedad en AVISA, debida a los nueve eventos en salud analizados (enfermedad isquémica del corazón [EIC], enfermedad pulmonar obstructiva crónica [EPOC], infecciones respiratorias agudas bajas [IRAB], evento cerebrovascular [ECV isquémico y hemorrágico], cáncer de pulmón, enfermedad diarreica aguda [EDA], enfermedad renal crónica [ERC, por diabetes, hipertensión o glomerulonefritis], discapacidad intelectual idiopática [DII] y cataratas) en Colombia (Ministerio de Salud, 2018, p.136).

A nivel departamental, según la secretaría de salud del valle del cauca la mayor causa de mortalidad son las infecciones respiratorias agudas, alcanzando 19,64 por cada 100.000 habitantes para el año 2017, además se enuncia que en cuanto a morbilidad las enfermedades respiratorias son la segunda causa, alcanzando 42,12 % de las consultas de 2018 para hombres y 43,3 % para mujeres siendo repetidamente la segunda causa de morbilidad (Grupo de Vigilancia en Salud del Valle del Cauca, 2019).

Por lo anterior se hace necesario establecer un sistema de vigilancia de calidad del aire – SVCA que permita medir para avanzar y garantizar el bienestar de las personas y del medio ambiente en marco de los objetivos de desarrollo sostenible, orientado desde la nación a través del CONPES 3918 de 2018.

Geografía y clima

El departamento del valle del cauca posee una extensión de 22.140 km² que representa el 1,9 % de territorio nacional; situado al suroccidente del país, formando parte de las regiones andina y pacífica; localizado entre los 05°02'08" y 03°04'02" de latitud norte y a los 72°42'27" y 74°27'13" de longitud oeste. Cuenta con una superficie de 22.140 km² lo que representa el 1.9 % del territorio nacional. Limita por el Norte con los departamentos de Chocó, Caldas y Quindío; por el Este con los departamentos del Quindío y Tolima, por el Sur con el departamento del Cauca y por el Oeste con el océano Pacífico y el departamento del Chocó (Gobernación del Valle del Cauca, 2020).

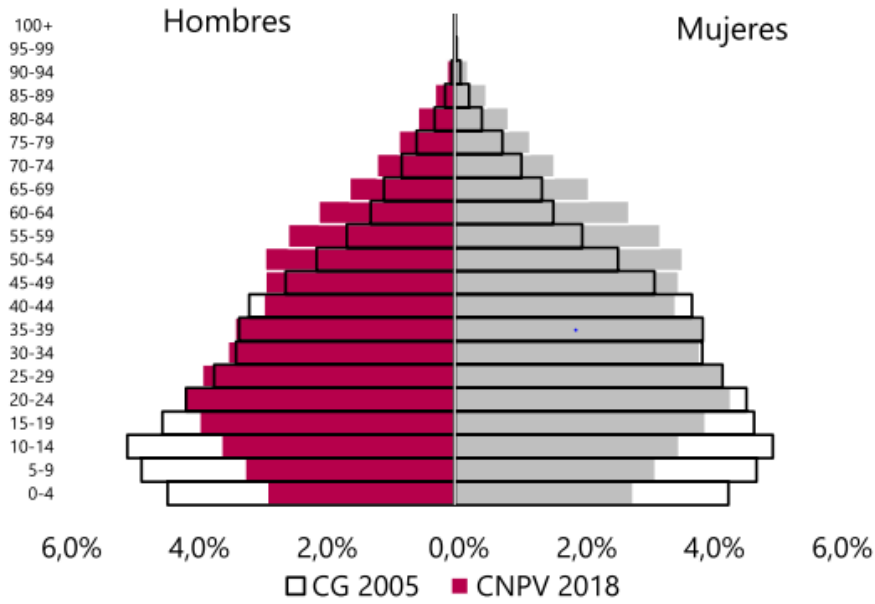
Al valle lo componen 42 municipios, su capital es Santiago de Cali que según el último censo del DANE de 2018 alberga una población de 2'227.642 personas, que corresponde al 49,8% del total del departamento; en la Tabla 4 se muestra la proyección poblacional del departamento 2018-2023.

Tabla 4. Proyección población departamento del Valle del cauca 2018-2023.

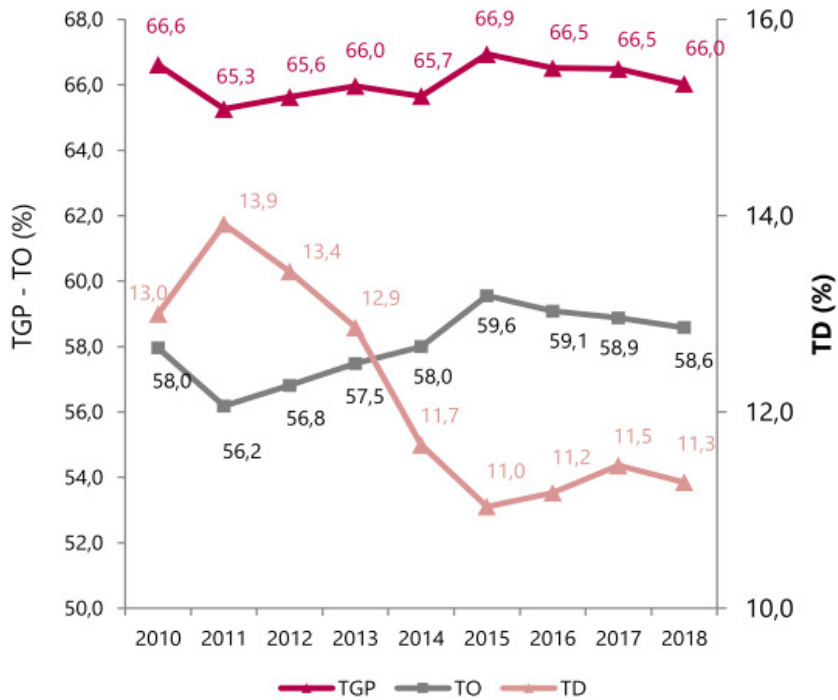
Área geográfica	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Cabecera Municipal	3.809.542	3.840.356	3.866.560	3.893.175	3.928.365	3.964.228
Centros Poblados y Rural Disperso	666.344	666.412	665.592	663.577	660.913	657.904
Total	4.475.886	4.506.768	4.532.152	4.556.752	4.589.278	4.622.132

Fuente: DANE

La pirámide poblacional del Valle muestra un cambio con respecto al censo de 2005, para 2018 se reduce en la base y hay ensanchamiento de la cúspide, lo que indica reducción de la tasa de natalidad (Gráfica 2). Este comportamiento regresivo traduce en un envejecimiento de la población a su vez aumento de la población en edad de trabajar. La Gráfica 3 muestra el comportamiento laboral del Valle del Cauca durante 8 años, donde la tasa de desempleo obtuvo los índices más alto entre 2010 y 2012 y una recuperación notable de cerca de 2 puntos porcentuales en promedio con respecto de la temporada de alta desocupación.



Gráfica 2. Pirámide poblacional Valle del Cauca 2005/2018. Fuente: DANE.



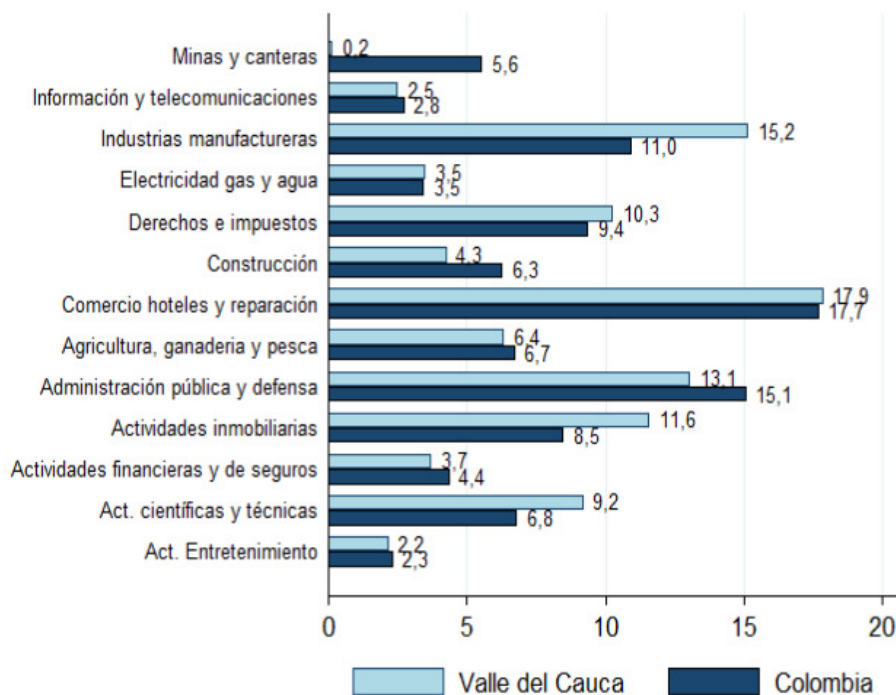
Gráfica 3. Tasa global de participación (TGP), ocupación (TO) y desempleo (TD). Fuente: (DANE, 2020)

Economía

El valle del cauca aporta en promedio 9.9% del producto interno bruto PIB de Colombia; la industria inmobiliaria (14,17%), actividades profesionales, científicas y técnicas (13,42%), industrias manufactureras (13,19%) son las que más aportan (promedio 2006-2019) por cada actividad económica. La 11Gráfica 4 muestra el aporte del departamento en cada actividad económica para el 2019, destacándose el comercio (17,9%), industria manufacturera (15,2%) y las actividades inmobiliarias (11,6%), todas ellas por encima del aporte sectorial al PIB del país.

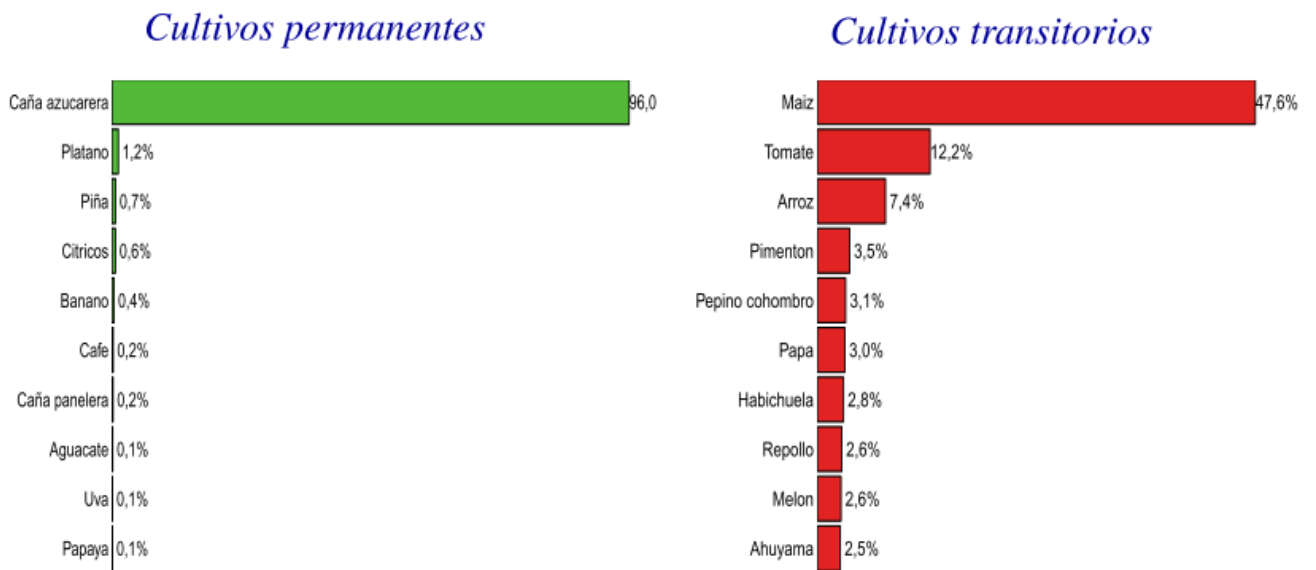
El departamento es reconocido por su industria azucarera, la caña de azúcar es el de mayor uso del suelo en el valle, obteniendo unos de los mayores rendimientos por hectárea a nivel mundial, gracias a la industrialización y economía de escala que se aplica a la industria. También cuenta con una de las zonas industrial más grande de Colombia, ubicada en el municipio de yumbo donde se ubican numerosas empresas, especialmente de papel, química y de cemento y la producción agroindustrial. La Gráfica 5 indica que la caña de azúcar el cultivo permanente de mayor abundancia en la región (96%), además de los cultivos transitorios donde se destacan el maíz, el tomate y el arroz.

El puerto de Buenaventura es el principal puerto sobre el Océano Pacífico Colombiano, de gran importancia para el desarrollo del comercio internacional de la región y especialmente de fortalecido por la Alianza del Pacífico.



*Nota: PIB a precios corrientes de 2019. Participación porcentual.

11Gráfica 4. Composición sectorial PIB 2019. Fuente: (Ministerio de Comercio, 2020)



Gráfica 5. Uso de suelo agrícola en el Valle del Cauca 2017-2018. Fuente: Ministerio de agricultura y desarrollo rural.

2.4. Antecedentes

En el año 1995 el grupo de calidad ambiental de la CVC, levantó una base de datos de emisiones atmosféricas de las industrias de la región que controlaba la corporación (94 industrias para ese momento), para lo cual el resultado mostró cumplimiento de la norma vigente, aun sin poseer a la fecha sistemas de purificación de gases de chimenea. Por lo que la corporación evidenció la necesidad de poseer equipos propios para realizar mediciones y así ejercer verificación y control de los contaminantes emitidos a la atmosfera.

Se adquiere la unidad móvil y en el año 1997, se realiza monitoreo en los municipios de Cali, Yumbo y Jamundí; como resultado, los niveles de PM₁₀ (84 µg/m³) en el norte de Cali mostraron sobrepaso de la norma EPA, se identificó que las siderúrgicas tiene alta influencia en este resultado; Para Yumbo, los niveles de NO_x estuvieron por encima de la norma colombiana del momento ((Decreto 02 de 1982 y Decreto 945 de 1998). Posteriormente en el año 1999 se realizaron mediciones en los municipios de Pradera, Florida, Ginebra, Tuluá, Cartago, Buenaventura, Buga y Vijes, para los que se registró valores por encima de norma EPA (50 µg/m³) PM₁₀ en Ginebra (64.44 µg/m³) y Florida (55.95 µg/m³), influenciados por la álgida actividad agroindustrial de la Caña de azúcar.

Para em municipio de Tuluá presenta niveles altos en ozono -O₃ (15.3) que sobrepasan la norma (15 µg/m³), atribuido a los procesos de combustión a altas temperaturas donde se generan evidentemente óxidos de nitrógeno- NO_x. En Cartago, Buga, Buenaventura y Vijes no se presentan contaminantes por encima de norma, pero si destacan el PM₁₀ y O₃. Los niveles norma de contaminantes criterio se publican en la Tabla 5. Tabla 5. Limites EPA y nacionales de contaminantes criterio.

Tabla 5. Límites EPA y nacionales de contaminantes criterio.

CONTAMINANTE CRITERIO	UNIDADES		EPA 2001	Nacional (ED) Enero/2001	Nacional Decreto 02/1982	Nacional Resolución 2254/2017
Material Particulado (PM10)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Anual 24 horas 1 hora	50 150	70 150 250		50 75
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	ppm	Anual 24 horas 1 hora	0.05 0.16	0.128 0.213	0.05	0.032 0.106
Ozono (O ₃)	ppb	Anual 8 horas 1 hora	120	15 61 87	90	51
Dióxidos de Azufre (SO ₂)	ppm	Anual 24 horas 1 hora	0.03 0.13 0.40	0.031 0.092 0.153	0.040 0.150	0.019 0.038
Monóxido de Carbono (CO)	ppm	Anual 8 horas 1 hora	8.75 35	8.7 35	13.1 43.8	4.4 30

Fuente: elaboración propia con datos de (CVC & Restrepo, 2001).

En el año 2001 entran en operación las estaciones fijas de Yumbo y Palmira; para Yumbo los resultados se muestran en Tabla 6, de los que se concluyó posee los niveles más altos de NO₂ y SO₂ producto del mayor asentamiento industrial de la región hasta la fecha, en donde se ubican procesos de combustión de gran envergadura. Los niveles de PM₁₀ registra excesos a la norma en el sector de ACOPI, nicho industrial y por donde transitan vehículos de carga que abastecen a los departamentos del Valle, Cauca y Nariño.

Tabla 6. Resumen de mediciones (anual) municipio de Yumbo, casco urbano y ACOPI.

CONTAMINANTE CRITERIO	UNIDADES	Unidad móvil Dic-Ene/1998	Estación Fija May-Sep/2001	Unidad móvil (ACOPI) Dic-Ene/1998	ACOPI Estación temporal Sep/2000 - Enero/2001
Material Particulado (PM10)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	68	30.5	84	70
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	Ppb	304.1	10.7		
Óxidos de Nitrógeno (NO)	Ppb	183.7	9.86		
Dióxidos de Azufre (SO ₂)	Ppb	28.2	11.15	17.8	
Monóxido de Carbono (CO)	Ppm	0.42		1.22	
Plomo (Pb)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		0.08		0.37

Fuente: (CVC & Restrepo, 2001)

Para el municipio de Palmira, la Tabla 7 muestra el resumen de las mediciones de unidad móvil y la estación fija ubicada en sector urbano (Sena), importantes resultados de PM10 y CO, que muestran aumento significativo en 2001 respecto a dos años atrás y niveles de O₃ que para ese entonces sobrepasaba la norma en discusión. Para el año 2001 se hacían importantes avances en el control de la calidad del aire en la jurisdicción de la CVC, identificando a Yumbo y Palmira como los que perciben el mayor impacto de la actividad industrial, especialmente quemas de Caña de azúcar y el creciente número de vehículos, que a hoy se mantienen en constante monitoreo.

Tabla 7. Resumen de mediciones (anual) municipio de Palmira, casco urbano.

CONTAMINANTE CRITERIO	UNIDADES	Año 1999	Año 2001
Material Particulado (PM10)	µg/m ³	43	54.1
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	Ppb	10.1	
Óxidos de Nitrógeno (NO)	Ppb	12.1	
Dióxidos de Azufre (SO ₂)	Ppb	5.2	4.9
Monóxido de Carbono (CO)	Ppm	0.91	1.2
Ozono (O ₃)	Ppb		21.2

Fuente: (CVC & Restrepo, 2001)

2.5. Línea base

Entre 2010 y 2011 se llevó a cabo por parte de la CVC la actualización de la información de calidad del aire de los municipios del valle del cauca donde la corporación tiene injerencia, para el desarrollo de esta campaña se utilizaron muestreadores pasivos producidos por el Instituto Sueco de Investigaciones Ambientales - IVL, los cuales fueron instalados en diferentes puntos de áreas urbanas de los municipios localizados en el valle geográfico.

Los muestreadores pasivos, son una forma sencilla y económica de evaluar la calidad del aire, recolectan una muestra durante un periodo definido (un mes), su funcionamiento se basa en el principio de absorción molecular donde la difusión de los gases que pasan a través de una membrana específica para cada contaminante y en ella son fijados químicamente al interior del dispositivo. Conocida la velocidad de difusión (medida experimentalmente por el fabricante) y el tiempo de exposición, se calcula el volumen total de moléculas del gas que ingresaron al dispositivo durante el tiempo total de exposición. El contenido del gas atrapado es medido en el laboratorio y se reporta el resultado en µg/m³ en el aire. Los muestreadores pasivos utilizados se muestran en la Foto 1.

En total se instalaron 72 muestreadores en terrazas y balcones de viviendas entre 6 y 12 metros de altura. El estudio contempló muestreadores de SO₂, NO₂, O₃.



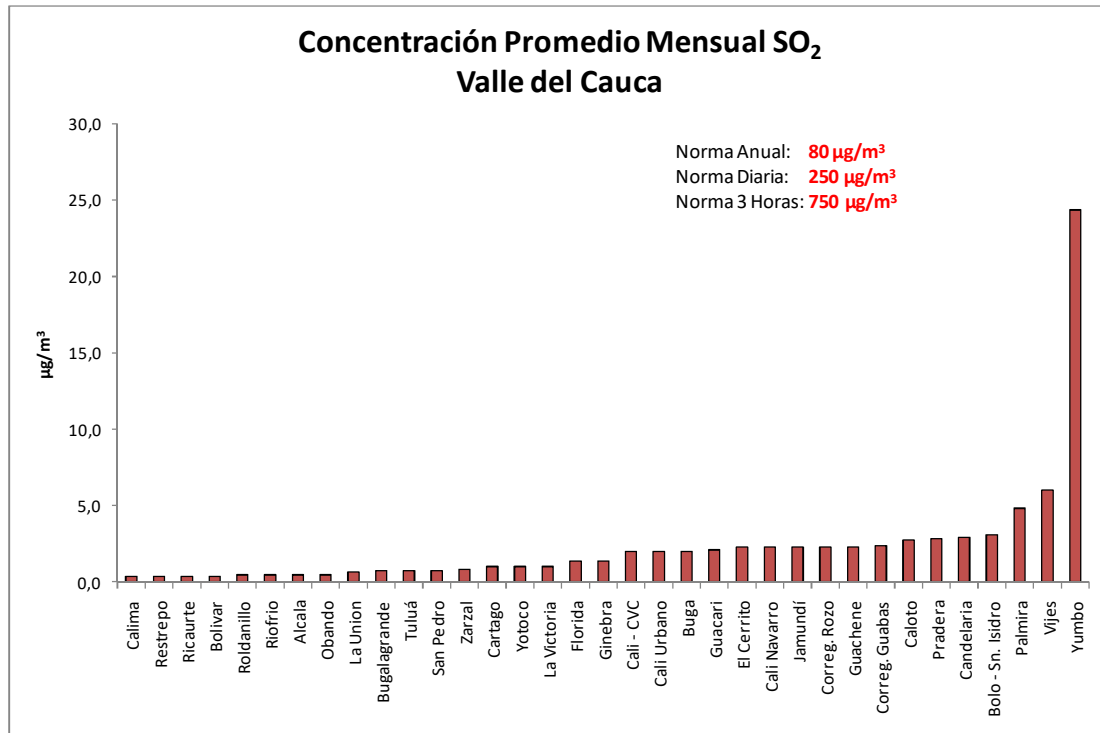
Foto 1. Muestreadores pasivos utilizados durante la campaña 2010-2011.

Los resultados del estudio muestran para cada contaminante los siguiente,

Dióxido de azufre

La concentración de SO₂ muestra en la Gráfica 6 que el municipio de Yumbo es quien presenta los mayores niveles del contaminante, 25 µg/m³ fue la concentración mensual promedio del municipio, evidenciando la zona de mayor desarrollo industrial del departamento donde se ubican grandes industrias donde se llevan a cabo procesos de combustión con fuerte dependencia de combustibles fósiles (CVC, Restrepo, & Aponte, 2011).

La tendencia general enmarca a la región del sur como la de mayores niveles de contaminante comparada con la región norte (Zarzal, Cartago, Bolívar) donde el desarrollo económico lo provee el sector agrícola y turístico, sus niveles son bajos alrededor de ~1 µg/m³; los municipios de Palmira y Candelaria muestran niveles de ~5 µg/m³, influenciados por el desarrollo agroindustrial azucarero y por las rosa de vientos que transporta contaminantes de la zona industrial de Yumbo y Norte del Cauca (CVC et al., 2011).



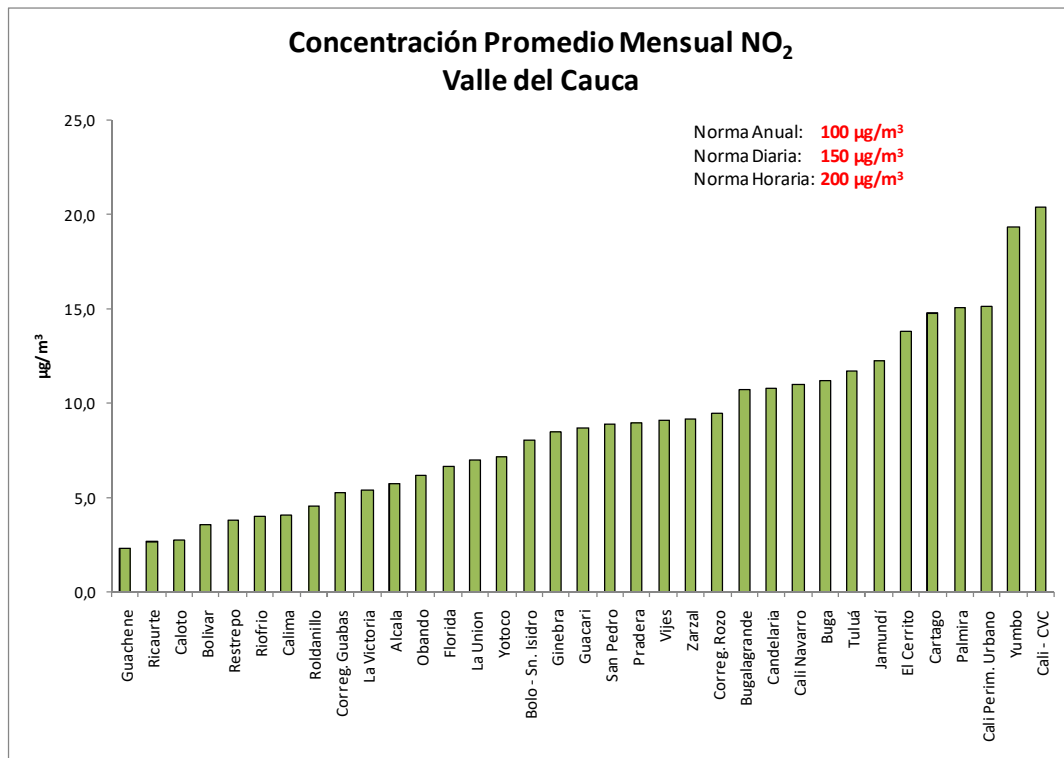
Gráfica 6. Concentración promedio mensual de SO₂ en el Valle del Cauca.

Dióxido de nitrógeno

Para NO₂ las concentraciones promedio mensuales de cada municipio del Valle del Cauca se muestran en la Gráfica 7, donde los municipios más apartados de las actividades industriales y con menor tráfico vehicular presentan las menores concentraciones del contaminante, menores a 5 µg/m³. Municipios del norte y centro del valle, exceptuando a Cartago presentan las concentraciones medias del estudio, oscilando entre 5 y 10 µg/m³.

Las concentraciones más altas que presenta el muestreo las poseen los municipios que van desde el centro hasta el sur del departamento, más el municipio de Cartago que por su extensión y por ser paso obligado para muchos vehículos que entran y salen del departamento, tienen niveles entre 10 y 15 µg/m³.

Nuevamente el municipio de Yumbo es quien presenta el mayor nivel del contaminante con datos ~20 µg/m³, que dejan ver la influencia de las industrias del sector de Acopi donde se encuentran industria cementera, fundición, papeleras que utilizan hornos con procesos de combustión a altas temperaturas, y el alto flujo vehicular que transita por cercanías del municipio.

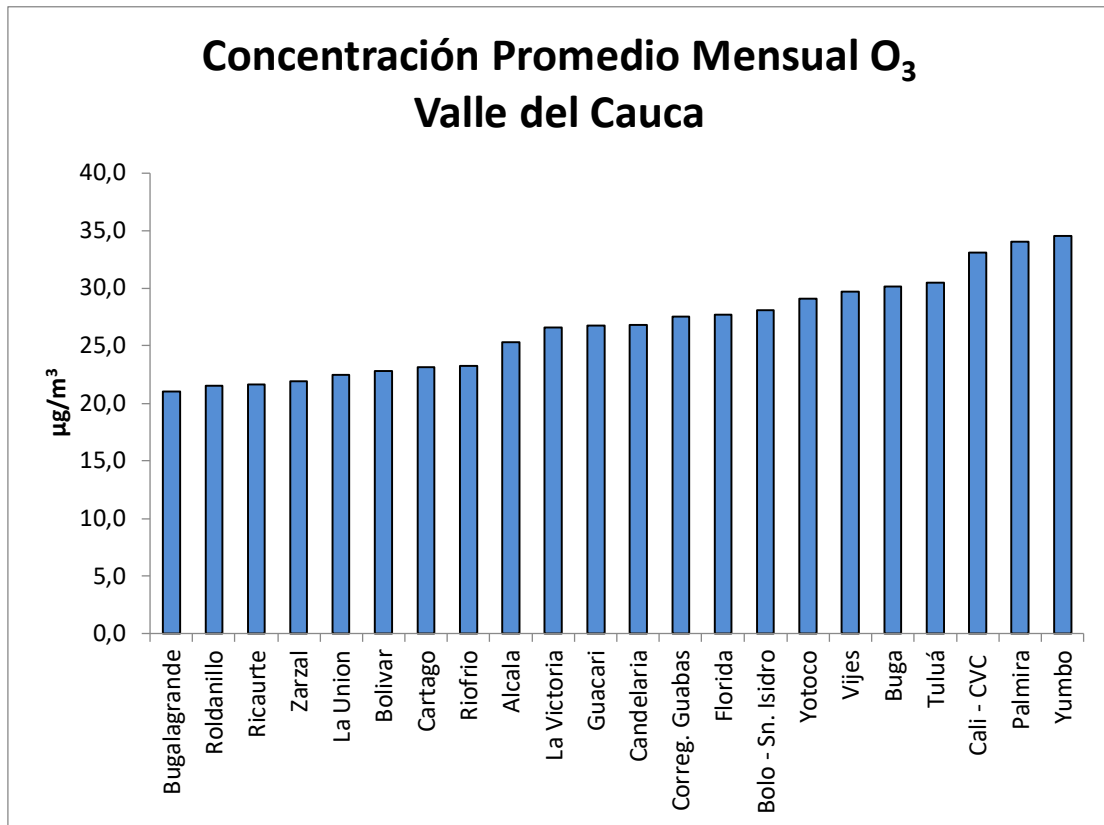


Gráfica 7. Concentración promedio mensual de NO₂ en el Valle del Cauca.

Ozono

Aunque el ozono tiene norma de 8 horas, los muestreos pasivos estuvieron diseñados para obtener el dato mensual y debido a que no es acumulativo, los resultados no permiten compararlos con la norma; sin embargo, si mostrará el comportamiento del contaminante en la región, que se muestra en la Gráfica 8.

Todos los resultados están entre de 20-25 µg/m³ para los municipios del centro-norte del valle y mayores de 25 µg/m³ para aquellos más cercanos centros industriales como Buga y Tuluá, mientras que Palmira y Yumbo presentan los valores más altos ~35 µg/m³, evidenciando el impacto de mayores concentraciones urbanas e industriales.



Gráfica 8. Concentración promedio mensual de O₃ en el Valle del Cauca.

3. DEFINICIÓN DEL TIPO DE SVCA

El área de influencia en donde la corporación tiene jurisdicción, corresponde a una zona sur, que abarca los municipios de Candelaria, Jamundí, Palmira, Yumbo y la zona rural de Cali; la zona centro conformada por los municipios de Buga y Tuluá; y una zona norte que comprende los municipios de Cartago y Zarzal, por su posición geográfica las zonas centro y norte están alejadas de la zona sur; por la premisa que se expone en el protocolo de diseño, poblaciones integradas a la zona sur serán analizadas como un conjunto, para aquellas otras separadas del centro urbano de mayor tamaño se deberá hacer un diseño separado; sin embargo, la administración del SVCA podrá ser realizada en conjunto.

Por lo tanto, el rediseño del SVCA contemplará tres sistemas que serán administrados como un conjunto, pero individualmente serán sistemas condicionados en sus características de diseño por la cantidad de habitantes y por la problemática ambiental definida por las condiciones de la misma y evidenciada por el actual sistema de vigilancia. El primer sistema de vigilancia es un TIPO III – INTERMEDIO, un TIPO II – BÁSICO 1 y un TIPO II – BÁSICO 2, que comprende los municipios de Cartago y Zarzal concebido a partir de las inversiones que la Corporación realiza en el marco del plan

de acción 2020-2023, que busca el fortalecimiento del sistema de vigilancia de calidad del aire de la CVC.

3.1. SVCA TIPO III – INTERMEDIO

La población proyectada de los municipios (en cuestión) del Valle del Cauca se muestran en la Tabla 9. en los próximos cuatro años 2021-2024, de la zona sur estará entre 790.000-810.000 habitantes, este número incluye además el área rural de Santiago de Cali. El SVCA TIPO III – INTERMEDIO se aplica a poblaciones cuyo número de habitantes sea mayor o igual a 500.000 habitantes y menor a 1.500.000 habitantes, por lo cual uno de los dos SVCA lo integraran los municipios de Candelaria, Jamundí, Palmira, Yumbo y la zona rural de Cali.

En la Tabla 8 se describe las características generales del SVCA Tipo III según el manual de diseño. El número de estaciones mínimas es; tres estaciones de PM10, una estación de PM2.5 y una estación de O3, ubicadas de tal forma que permitan responder a las siguientes características:

1. Estaciones localizadas para determinar las concentraciones más altas en el dominio del SVCA.
2. Estaciones localizadas para determinar concentraciones típicas de zonas densamente pobladas.
3. Estaciones localizadas para determinar el impacto en la calidad del aire de fuentes significativas.
4. Estaciones localizadas para determinar concentraciones generales de fondo.
5. Estaciones de soporte a estudios epidemiológicos

Tabla 8. Descripción SVCA Tipo III

CARACTERÍSTICA	PARÁMETRO	OBSERVACIONES
TECNOLOGÍA DE MEDICIÓN	Pasivo	
	Activo	
	Automático	
TIEMPO DE MONITOREO	Permanente	
PERIODICIDAD DEL MONITOREO	Permanente	
PARÁMETROS A MEDIR	PM10 PM2.5 Ozono	Serán definidos otros contaminantes de acuerdo con el inventario de emisiones, campañas de monitoreo, información existente o el modelo de dispersión
NUMERO DE ESTACIONES	Mínimo 3 estaciones de PM10	
	Mínimo 1 estación de PM2.5	La medición de este parámetro se realizará de acuerdo a lo explícito en la Resolución 601 de 2006 o la que la adicione, modifique o derogue
	Mínimo 1 estación de O ₃	
TIPO DE ESTACIONES	FONDO	
	FONDO URBANA	
	INDICATIVAS	
	EPE	
UBICACIÓN ESTACIONES	De acuerdo con el diseño específico descrito en el diseño detallado	
PERIODICIDAD DEL MUESTREO	Muestreadores activos cada tercer día.	
	Para muestreadores pasivos: tres series de un mes de duración[3] cada dos años.	Para muestreadores pasivos de Ozono debe reducirse el tiempo a una semana, una serie cada vez que inicie un mes.
	Para analizadores automáticos: permanente.	
INSTRUMENTOS METEOROLÓGICOS	Pluviómetros automáticos	
	Estaciones meteorológicas automáticas portátiles	
	Estación meteorológica de alta precisión	

Fuente: Manual de diseño (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial, 2010).

Tabla 9. Población proyectada de los municipios del SVCA de la CVC.

Municipio	2021			2022			2023			2024		
	Cabecera Municipal	Centros poblados y rural disperso	Total	Cabecera Municipal	Centros poblados y rural disperso	Total	Cabecera Municipal	Centros poblados y rural disperso	Total	Cabecera Municipal	Centros poblados y rural disperso	Total
Cali	2.217.961	46.787	2.264.748	2.234.309	46.598	2.280.907	2.250.842	46.388	2.297.230	2.270.293	46.220	2.316.513
Palmira	281.662	74.597	356.259	284.508	74.298	358.806	287.415	73.960	361.375	290.261	73.651	363.912
Tuluá	179.371	40.661	220.032	181.107	40.497	221.604	182.878	40.313	223.191	184.683	40.123	224.806
Buga	110.504	19.135	129.639	111.506	19.058	130.564	112.528	18.971	131.499	113.756	18.903	132.659
Jamundí	131.156	36.923	168.079	132.505	36.775	169.280	133.885	36.607	170.492	135.157	36.487	171.644
Yumbo	95.731	14.952	110.683	96.582	14.892	111.474	97.447	14.825	112.272	98.313	14.769	113.082
Candelaria	37.248	74.994	112.242	38.381	74.746	113.127	39.541	74.468	114.009	40.277	74.204	114.481
Total	835.672	308.049	1.143.721	844.589	306.864	1.151.453	853.694	305.532	1.159.226	862.447	304.357	1.166.804
Buga y Tuluá	289.875	59.796	349.671	292.613	59.555	352.168	295.406	59.284	354.690	298.439	59.026	357.465
Cartago y Zarzal	165.892	14.785	180.677	167.240	14.726	181.966	168.610	14.659	183.269	170.036	14.589	184.625

Fuente: Elaboración propia con datos del DANE.

3.1.1 Ubicación de las estaciones del SVCA TIPO III – INTERMEDIO

PM10

Según el manual de diseño se debe contar con tres estaciones de PM10, distribuidas así:

- Una estación de fondo (objetivo 2 y 4). La CVC cuenta con 4 estaciones para este contaminante en los municipios de Candelaria, Jamundí, Palmira y Yumbo, ubicadas en los centros urbanos de cada municipio, son fijas y Activas-Semiautomáticas y automáticas.



Foto 2. Estación Palmira (Partisol- Plus 2025)



Foto 3. Estación Jamundí (TEOM 1405-D)



Foto 4. Estación Candelaria (TEOM 1405-D)



Foto 5. Estación Yumbo

Siguiendo la clasificación del manual de diseño para cada estación según sus emisiones dominantes ubicó a estas estaciones como de fondo sin embargo, están fuertemente influenciadas por las industrias cercanas, por el régimen de vientos y por las dinámica de los contaminantes monitoreados.

- Una estación en el punto donde se esperarán las concentraciones más altas de PM10 (Objetivo 1). Según los resultados de los años 2018 y 2019 del actual SVCA, Acopi-Yumbo es el lugar con registros más altos de este contaminante; inmerso en la zona industrial más grande del Valle del Cauca. Se tiene la estación de Acopi-Yumbo y se muestra en la



Foto 6. Estación ACOPI-Yumbo (TEOM 1405-D)

- Una estación de punto crítico o hot spot (Objetivos 3 y 5). Para el desarrollo de estos objetivos se cuenta con dos estaciones, una en el sector La Dolores del municipio de Palmira y la otra en el barrio Las Américas del municipio de Yumbo.



Foto 7. Estación La Dolores – Palmira (Partisol 2025i-D)



Foto 8. Estación Las Américas – Yumbo (Partisol- Plus 2025)

PM2.5

Para este tipo de SVCA se debe tener por lo menos una estación de monitoreo de PM2.5, la corporación autónoma regional del valle cuenta con cuatro estaciones, La Dolores y Acopi por ser los sitios de mayores niveles reportados de PM10 requiere la medición de PM2.5 mediante dos estaciones activas-semiautomáticas. Las otras dos estaciones se ubican en los Municipios de Candelaria y Jamundí, con estaciones automáticas.

Ozono O3

Basado en el estudio con medidores pasivos que tuvo lugar en un gran número de municipios del Valle del Cauca, los resultados para ozono mostraron que Yumbo y Palmira son los que presentaron los niveles más altos, que aprueban la ubicación de estaciones fijas y automáticas en el casco urbano en estos municipios y aunque para este tipo de SVCA de requiere solo una estación que monitoree este contaminante, la CVC mantiene dichas dos estaciones de monitoreo.

Otros

Se cuenta con dos estaciones en las que se monitorean SO₂, CO, NO_x y O₃. Son las estaciones de Yumbo y Palmira. Estas estaciones que operan de forma automática otorgan mediciones que permiten evidenciar comportamientos de dichos contaminantes con respecto a las normatividad Colombiana vigente.

Estación Móvil

Actualmente la estación móvil de la CVC se ubica en la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira en apoyo a investigaciones académicas, y que se encarga de monitorear el impacto ambiental del desarrollo urbano de la región y de los hornos crematorios del municipio. La estación cuenta con medición automática de PM10, PM2,5, SO₂, NO_x y O₃.



Foto 9. Estación Móvil - UN Palmira.

Componente de meteorología

En este SVCA se cuenta con los siguientes componentes meteorológicos;

Tabla 10. Que permiten generar insumos para modelamiento de rosa de vientos y dinámica de transporte de contaminantes en el área de interés, todas las estaciones cuentan con un componente de temperatura ambiente y Humedad relativa, y las estaciones de Yumbo, Palmira y la Estación Móvil cuentan con componentes adicionales que permiten mayor caracterización de las condiciones meteorológicas.

Componente meteorológico	Estación								
	Yumbo	Las Américas - Yumbo	Acopi - Yumbo	Palmira	La Dolores - Palmira	Móvil	Jamundí	Candelaria	Cascajal
Temperatura ambiente	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Humedad relativa	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Velocidad del viento	X		X	X	X	X			
Dirección del viento	X		X	X	X	X			
Radiación solar	X			X		X			
Precipitación	X			X		X			
Presión barométrica	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Tabla 10. Componentes meteorológicos del SVCA.

Fuente: Elaboración propia.

3.2. SVCA TIPO II – BÁSICO 1 - CENTRO

Los municipios de Buga y Tuluá albergarán una población de 349.671 habitantes en el 2021 según el DANE y con proyección de aumento del 1% anual; los dos municipios más representativos del centro del Valle del Cauca componen el área donde se desarrolla el segundo sistema de verificación de calidad del aire añadido a la jurisdicción de la CVC. Un SVCA TIPO II - BÁSICO, se aplica en poblaciones mayores o iguales a 150.000 habitantes y menores a 500.000 habitantes.

Tabla 11. Descripción SVCA Tipo II – BÁSICO.

CARACTERÍSTICA	PARÁMETRO
TECNOLOGÍA DE MEDICIÓN	Pasivo
	Activo
	Automático
TIEMPO DE MONITOREO	Permanente
PERIODICIDAD DEL MONITOREO	Permanente
PARÁMETROS A MEDIR	De acuerdo a la problemática local identificada; sin embargo, debe medirse como mínimo PM10.
NUMERO DE ESTACIONES	Mínimo 2 estaciones de PM10.
TIPO DE ESTACIONES	FONDO
	FONDO URBANA
	INDICATIVAS
UBICACIÓN ESTACIONES	Una estación ubicada vientos arriba de la localidad sin influencia de las fuentes estudiadas y una estación vientos abajo de las fuentes de mayor influencia. Otras estaciones serán ubicadas de acuerdo a los resultados de la campaña de medición o el modelo de dispersión.
PERIODICIDAD DEL MUESTREO	Para muestreadores activos cada tercer día. Para muestreadores pasivos tres series de un mes de duración cada dos años. Para analizadores automáticos: permanente
INSTRUMENTOS METEOROLÓGICOS	Medidor automático de precipitación. Estación meteorológica automática portátil.

Fuente: Manual de diseño (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial, 2010)

La Tabla 11 muestra los requerimientos mínimos del SVCA Tipo III según el manual de diseño. El número de estaciones mínimas es; dos estaciones fijas de PM10, ubicadas de tal forma que permitan responder a las siguientes características:

1. Estaciones localizadas para determinar las concentraciones más altas en el dominio del SVCA.
2. Estaciones localizadas para determinar concentraciones típicas de zonas densamente pobladas.
3. Estaciones localizadas para determinar el impacto en la calidad del aire de fuentes significativas
4. Estaciones localizadas para determinar concentraciones generales de fondo.

3.2.1. Ubicación de las estaciones del SVCA TIPO II – BÁSICO 1 - CENTRO

PM10

Según el manual se debe contar con mínimo dos estaciones de monitoreo de PM10, ubicadas siguiendo los objetivos así:

- Una estación de fondo (objetivo 2 y 4). Ubicada en el centro del Municipio de Buga (Alcaldía), donde se monitorea el impacto directo en la salud humana.
- Una estación de fondo (Objetivo 1 y 3). Ubicada en el municipio de Tuluá, monitoreando el impacto en la salud humana de la zona industrial del municipio.

PM2,5

Para este tipo de SVCA no se requiere el monitoreo de PM2,5, sin embargo, la corporación cuenta con seguimiento a este contaminante en la estación de Tuluá; que, según los antecedentes descritos en este documento y los resultados históricos, en esta localidad se presentan los más altos niveles de PM10 del área vigilada por este SVCA.

Otros

Para este sistema de vigilancia (centro del valle del cauca) se cuenta con medición automática de SO₂, NO₂ y O₃; instalados a partir de los resultados de la campaña de monitoreo de 2010-2011 donde se evidenció los municipios de Buga y Tuluá con niveles medianamente-altos de O₃.

Además, se cuenta con una estación de calidad del aire completa en el sector con influencia industrial en el municipio de Buga, dicha estación cuenta con medición automática de contaminantes criterio PM10, PM2,5, SO₂, NO₂ y O₃.

Componente de meteorología

En este sistema de vigilancia se cuenta con los siguientes componentes meteorológicos Tabla 12.

Tabla 12. Componentes meteorológicos del SVCA Básico - Centro.

Componente meteorológico	Estación		
	Buga - Alcaldía	Buga - Acuavalle	Tuluá
Temperatura ambiente	X	X	X
Humedad relativa	X	X	X
Velocidad del viento	X	X	X
Dirección del viento	X	X	X
Radiación solar	X	X	X
Precipitación	X	X	X
Presión barométrica	X	X	X

Fuente: Elaboración propia.



Foto 10. Estación Buga (Partisol- Plus 2025)



Foto 11. Estación Tuluá (TEOM 1405-D)

3.3. SVCA TIPO II – BÁSICO 2 – NORTE

Los municipios de Zarzal y Cartago tienen una población proyectada según el DANE a 2022 de cerca de 182.000 habitantes; siguiendo el protocolo de diseño del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible estos dos municipios componen el SVCA TIPO II – BÁSICO 2 – NORTE.

3.3.1. Ubicación de las estaciones del SVCA TIPO II – BÁSICO 2 – NORTE

La Tabla 11 muestra los requerimientos mínimos del SVCA Tipo III, debe comprender dos (2) estaciones fijas de PM10, ubicadas de tal forma que permitan responder a las siguientes características:

1. Estaciones localizadas para determinar las concentraciones más altas en el dominio del SVCA.
2. Estaciones localizadas para determinar concentraciones típicas de zonas densamente pobladas.
3. Estaciones localizadas para determinar el impacto en la calidad del aire de fuentes significativas
4. Estaciones localizadas para determinar concentraciones generales de fondo.

PM10

Según el manual se debe contar con mínimo dos estaciones de monitoreo de PM10, ubicadas siguiendo los objetivos así:

- Una estación de fondo (objetivo 2 y 4). Ubicada en el centro del Municipio de Cartago, donde se monitorea el impacto directo en la salud humana.

- Una estación de fondo (Objetivo 1 y 3). Ubicada en el municipio de Zarzal, en el corregimiento de la Paila, monitoreando el impacto en la salud humana de la zona industrial del municipio.

PM_{2,5}

Para este tipo de SVCA no se requiere el monitoreo de PM_{2,5}, sin embargo, la corporación cuenta con seguimiento a este contaminante en ambas estaciones.

Otros

Para este sistema de vigilancia - Norte - se cuenta con medición automática de SO₂, NO₂ y O₃; una estación de calidad de aire completa ubicada en el municipio de Cartago, con el objetivo de determinar el cumplimiento de las normas nacionales de la calidad del aire y determinar posibles riesgos para la salud humana debido a los efectos del desarrollo urbano de un centro urbano con población mayor a 100.000 habitantes, dicha estación cuenta con medición automática de contaminantes criterio PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂ y O₃.

Componente de meteorología

Para este SVCA se tiene una estación meteorológica completa en la estación de calidad de aire – ECA Cartago y mediciones de dirección y velocidad del viento, radiación solar y precipitación automática, en la estación La Paila.

Tabla 13. Componentes meteorológicos del SVCA Básico – Norte.

Componente meteorológico	Estación	
	La Paila	Cartago
Temperatura ambiente		X
Humedad relativa		X
Velocidad del viento	X	X
Dirección del viento	X	X
Radiación solar	X	X
Precipitación	X	X
Presión barométrica		X

Fuente: Elaboración propia.



Foto 12. Estación La Paila, Zarzal

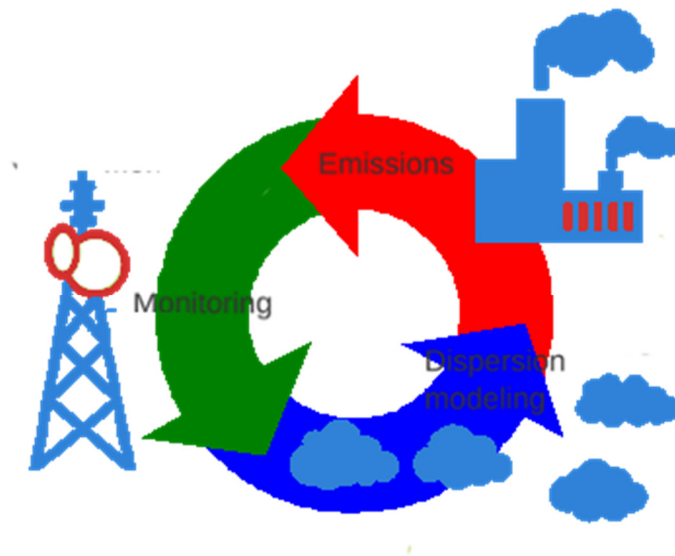


Foto 13. Estación Cartago

4. SOFTWARE DE APOYO AL SVCA

AIRVIRO

Actualmente el sistema de vigilancia de calidad de aire cuenta con un software de apoyo, el AIRVIRO; que es un sistema completo de gestión de calidad del aire, permite evaluar los principales tres instrumentos del ciclo de gestión de calidad del aire: Monitoreo, inventario de emisiones y modelajes de dispersión (Gráfica 9).



Gráfica 9. Fases del ciclo de evaluación de calidad del aire. Fuente: Página web AIRVIRO.

De los tres instrumentos, se cuenta con una licencia del *modelaje de dispersión*, que usa la dinámica de los datos de emisiones y modelos de aire y dispersión para generar resultados que permitan optimizar la red de monitoreo, estimar contribución de fuentes específicas, evaluar el rango en el que se transportan las emisiones y determinar comportamiento de la calidad del aire en la región monitoreada.

Se han corrido modelos de dispersión de contaminantes para fuentes fijas, que aportan información importante a la hora de correr modelos de dinámica de contaminantes en el área comprendida por los SVCA de la CVC.

SARA CLOUD

Es una Plataforma IoT (Internet of things) que provee **Ground electronics** y permite monitorear datos medidos remotamente; generar reportes con gráficas, tablas; enviar notificaciones y generar alarmas, son apenas unos beneficios de **SARA CLOUD**. Actualmente se utiliza como almacenamiento de datos de las 14 estaciones automáticas con que cuenta el SVCA.

Para aquellas estaciones semiautomáticas, donde se debe realizar acciones adicionales como pesaje de filtros, la información no se almacena en **SARA CLOUD**. Aunque la plataforma permite algo más que almacenamiento de datos hasta por dos años, los reportes generados contienen datos crudos que posteriormente deben ser depurados manualmente en otro aplicativo como Excel. La validación de los datos es de vital importancia, según el Manual de diseño de SVCA los filtros o condicionales que se aplican deben considerar fallas de potencia, instrumentos fuera de línea, instrumento bajo calibración, chequeo de cero y span, actividades de mantenimiento, instrumento fuera de calibración, error de fecha y hora, falla del instrumento, falla del datalogger, dato perdido, fuente local de contaminación inusual, entre otras.

La gestión de la información y la generación de reportes cuando es automatizada proveerá al sistema un desempeño superior desde el punto de vista de control de calidad, que el desempeño de un sistema en el cual se requiere la transcripción manual de datos; además de los costos asociados en personal que realice esta labor y el costo de oportunidad para la no realización de otras que permitan análisis del sistema o actividades de mayor valor.

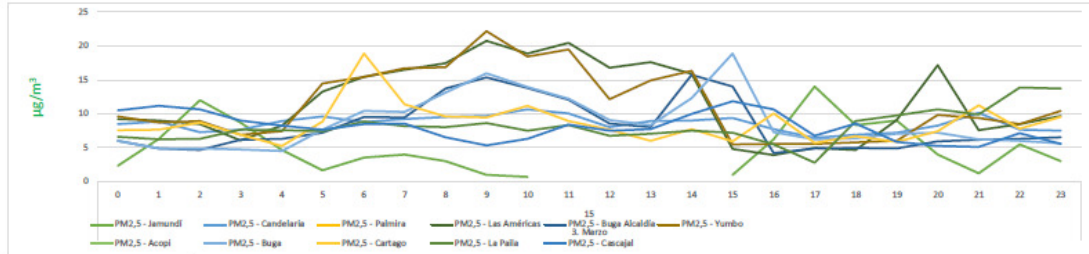
Por lo cual, para el análisis y la depuración de los datos se utilizan herramientas digitales que permiten realizar gestiones masivas y generación de informes conforme a lo establecido en el manual de operación de Sistemas de Vigilancia de Calidad del Aire y en la resolución 2254 de 2017, en la que se establece la norma de calidad del aire o nivel de inmisión.

Al final, la gestión de la información deberá permitir con facilidad consultas por fuente, por contaminante, por municipio, por periodos, para así poder realizar análisis de variables y la correlación de aquellas que permitan concluir y generar conocimientos.

INFORME DE OPERACIÓN DIARIA
martes, 15 de marzo de 2022

PM_{2,5}

Limite máximo permisible (24 h): 37 µg/m³



	PM2,5 - Palmira	PM2,5 - Yumbo	PM2,5 - Jamundí	PM2,5 - Acopi	PM2,5 - Candelaria	PM2,5 - Las Américas	PM2,5 - Buga Alcaldía	PM2,5 - Buga	PM2,5 - Cartago	PM2,5 - La Paila	PM2,5 - Cascajal
Promedio	11,46	5,01	5,01	8,57	11,85	8,31	8,72	8,58	8,13	8,03	8,03
Desviación estandar	5,04	3,77	3,77	1,11	5,50	3,74	3,87	2,83	2,36	2,01	2,01
Max	22,16	14,00	14,00	10,65	20,75	15,72	18,85	18,85	13,86	11,85	11,85
Percentil 25	7,27	2,17	2,17	7,68	8,10	5,68	6,02	6,86	6,98	6,45	6,45
Percentil 75	15,65	6,83	6,83	9,39	16,87	10,14	10,85	9,57	8,88	9,22	9,22
Excedencias	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
No Datos teóricos	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00
No Datos Validados	24,00	20,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00
% Validación	100%	83%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
ICA	48	21	36	49	35	36	36	34	33	33	33

Gráfica 10. Esquema de informe diario para PM_{2,5}.

5. RECURSO HUMANO PARA LA OPERACIÓN DE UN SVCA

El personal que actualmente maneja el SVCA se muestra en la Tabla 14, cargo se describe a continuación,

Técnico de equipos: Técnico con entrenamiento en operaciones de rutinas de mantenimiento, calibración e instalación de repuestos desgastables; con capacidad de programación en niveles básico y medio. Es de formación tecnólogo electrónico, adjunto al departamento de laboratorio de calidad de la CVC.

Coordinación de actividades de campo y supervisor de calidad: Profesional responsable de administrar y dirigir el programa de mantenimiento de las estaciones de medición, además de velar por la calidad del mismo. Formación en Ingeniería química, directora del laboratorio de calidad de la CVC.

Profesional analista de datos: Profesional responsable de validación de calidad en los datos, análisis de tendencias y elaboración de informes de calidad de aire para comunidad y autoridad ambiental nacional. Formación en química pura, contratista de la CVC.

Profesional director: Profesional responsable por administrar la totalidad del programa de vigilancia y establecer las políticas para cumplir las regulaciones relevantes y mejoramiento del sistema. Coordinadora técnica y humana del equipo de calidad del aire. Profesional especializado de la CVC. Formación en ingeniería sanitaria.

Tabla 14. Recurso humano para la operación del SVCA-CVC.

RECURSO HUMANO PARA LA OPERACIÓN DEL SVCA		
Cargo	Nombre	Contacto
Técnico de equipos	Yesid Torres Jiménez	yesid.torres@cvc.gov.co
Coordinación de actividades de campo y supervisor de calidad	Luisa Marina Baena Álvarez	luisa-marina.baena@cvc.gov.co
Profesional analista de datos	Leonardo Aponte Reyes	leonardo.aponte@cvc.gov.co
	Abel David Montes de oca	abel-david.montes@cvc.gov.co
Profesional director	Nubia Madeleine Bastidas Bonilla	nubia-madeleine.bastidas@cvc.gov.co

6. REFERENCIAS

- CVC, C. A. regional del V. del C.-, & Restrepo, G. (2001). *Estudio de calidad de aire en el Valle del Cauca*. Cali.
- CVC, C. A. regional del V. del C.-, Restrepo, G., & Aponte, L. (2011). *Estudio de calidad del aire del Valle del Cauca utilizando medidores pasivos*. Cali.
- DANE. (2020). Evidencias del desarrollo Socioeconomico del Valle del Cauca. In *FORO ECONÓMICO SECTORIAL – CAMACOL*.
- Gobernación del Valle del Cauca. (2020). <https://www.valledelcauca.gov.co/publicaciones/60137/mapas-y-territorios/>.
- Grupo de Vigilancia en Salud del Valle del Cauca. (2019). *Análisis de Situación de Salud Valle del Cauca Año 2019*.
- IDEAM. (2018). Informe del estado de la Calidad del Aire en Colombia. In *Comité de Comunicaciones y Publicaciones del IDEAM*. Retrieved from http://www.uasf.edu.pe/includes/archivos_pre/20112/1035_370101_20112_SEPARATA_Calidad_de_Aire.doc
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial. (2010). *Manual de diseño de sistemas de vigilancia de la calidad del aire*. Bogotá D.C.
- Ministerio de Comercio, I. y T. (2020). *Información : Perfiles Económicos Departamentales*.
- Ministerio de Salud. (2018). Carga de enfermedad ambiental en Colombia. *Informe Técnico Especial 10*, 179. Retrieved from https://www.ins.gov.co/Direcciones/ONS/Informes/10_Carga_de_enfermedad_ambiental_en_Colombia.pdf