

## Reporte 1, para el “Análisis de la contribución del PROYECTO DEL BICIESTACIONAMIENTO MASIVO a la Reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)”

### MONITOREO MEDIO AMBIENTAL “ANTES” DEL PROYECTO

El monitoreo de la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana del Valle de Puebla (ZMVP) se realiza a través de la Red Estatal de Monitoreo Atmosférico (REMA).

La Red Estatal de Monitoreo Atmosférico (REMA) es un instrumento de diagnóstico de la Calidad del Aire, inicio su operación en al año 2000, con la finalidad de registrar de forma cuantitativa los contaminantes presentes en la atmósfera, así como las condiciones meteorológicas, mismos que nos permitan identificar su comportamiento en el área conurbada de la Ciudad de Puebla, que se conforma por los municipios de Amozoc, Coronango, Cuautlancingo, Puebla, San Andrés Cholula y San Pedro Cholula.

Estaciones de Monitoreo Atmosférico				
No.	Estación	Dirección	Coordenadas (Latitud, Longitud)	Representatividad espacial (*)
1	Agua Santa, (STA)	Prolongación 11 sur, Col. Agua Santa, Municipio de Puebla, C.P. 72490	18.9874, -98.249666	Urbana
2	ATLIXCO (ATL)	Prolongación Heliotropo 1201, Col. Vista Hermosa, Municipio de Atlixco, Puebla, C.P. 74218	18.920673, -98.420996	Urbana
3	Benemérito Instituto Normal del Estado, (BINE)	Bvld. Hermanos Serdán No. 203, Col. Valle del Rey, Municipio Puebla C.P. 72140	19.0673, -98.2245	Urbana
4	Parque de la Ninfas, (NINFAS)	23 poniente y 15 sur, Col. Santiago, Municipio de Puebla, C.P. 72410	19.0413, -98.21429	Urbana
5	San Martín Texmelucan, (SMT)	Camino a la Barranca de Pesos s/n San Lucas Atoyatenco, San Martín Texmelucan C.P. 74120	19.3076, -98.416398	Urbana
6	Tehuacán, (TEH)	Av. Reforma Nte. 614, Villa Granada, Municipio de Tehuacán, Puebla C.P. 75732	18.46992, -97.39328	Urbana
7	Universidad Tecnológica de Puebla, (UTP)	Calle Mariano Escobedo s/n esq. Francisco I. Mariano Col. Joaquín Colombres C.P. 72300	19.0566, -98.15171	Urbana
8	Velódromo, (VELODROMO)	Av. Zaragoza S/N entre Periférico Ecológico y Calle de las Flores, Municipio de Coronango, C.P. 72680	19.1158, -98.277656	Urbana

(\*) Nota: La cobertura de monitoreo de cada estación es de 3 km de radio.

Fuente: SMADSOT-2023

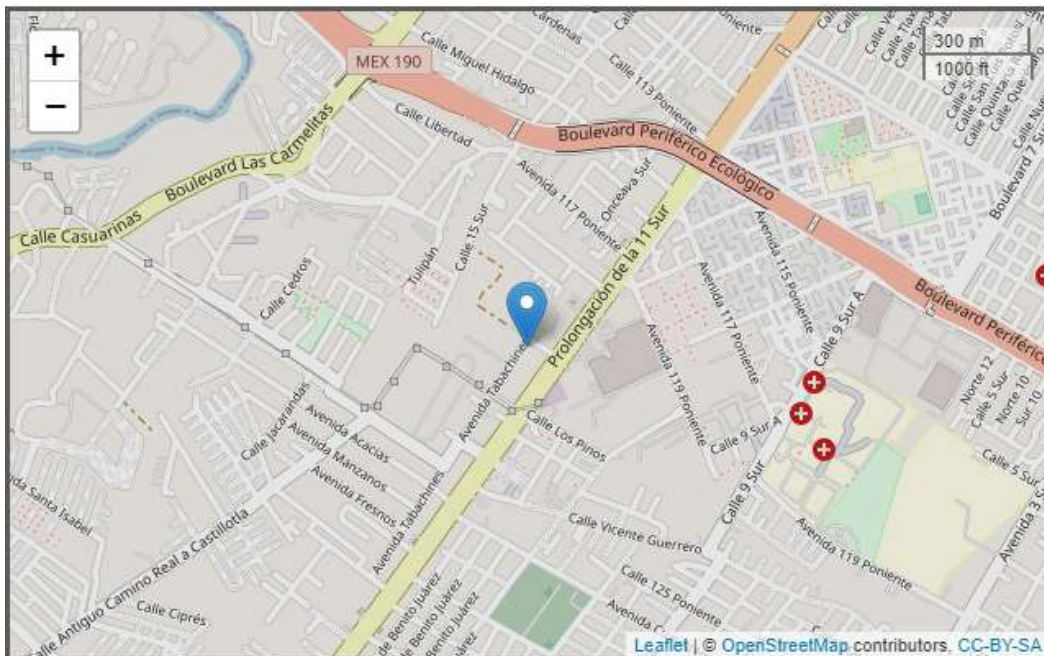
El área del proyecto del Biciestacionamiento Masivo que está ubicado en La Zona Sur del Municipio de Puebla específicamente en la Terminal Margaritas de la línea 2 del RUTA, no cuenta con zonas industriales definidas, pero si con un parque

vehicular motorizado que diariamente está en crecimiento. En dicha zona los vehículos automotores representan una de las fuentes más importantes de contaminación del aire. Las emisiones procedentes de los escapes de estos vehículos contienen monóxido de carbono, hidrocarburos y óxidos de nitrógeno que son liberados a la atmósfera en importantes cantidades. Esta derrama de contaminantes que se propagan en el aire produce efectos nocivos para la salud humana.

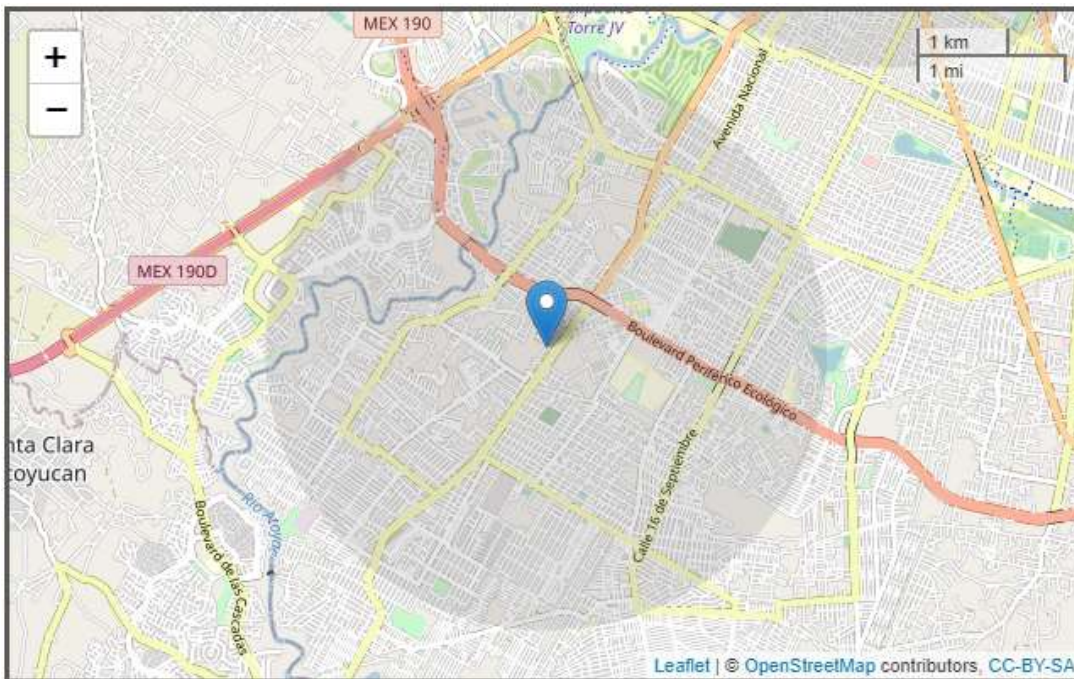
Para determinar la calidad del aire dentro del polígono de implementación del proyecto, se tomó como referencia una de las estaciones que forma parte de La Red Estatal de Monitoreo Atmosférico, estación Agua Santa, la cual está ubicada en Prolongación 11 sur, Col. Agua Santa, Municipio de Puebla, C.P. 72490 así, a través de sensores medioambientales se detectaron los siguientes parámetros:

- O3 (Ozono)
- NO2 (Dióxido de Nitrógeno)
- CO (Monóxido de Carbono)
- SO2 (Dióxido de Azufre)
- Partículas contaminantes: PM2.5 y PM10

#### MAPA DE UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN AGUA SANTA Y RADIO DE COBERTURA



Fuente: SMADSOT-2023



Fuente: SMADSOT-2023

## Contaminantes atmosféricos primarios y secundarios

Los contaminantes primarios son los que se emiten directamente a la atmósfera como el dióxido de azufre  $\text{SO}_2$ , que daña directamente la vegetación y es irritante para los pulmones.

Los contaminantes secundarios son aquellos que se forman mediante procesos químicos atmosféricos que actúan sobre los contaminantes primarios o sobre especies no contaminantes en la atmósfera. Son importantes contaminantes secundarios el ácido sulfúrico,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , que se forma por la oxidación del  $\text{SO}_2$ , el dióxido de nitrógeno  $\text{NO}_2$ , que se forma al oxidarse el contaminante primario  $\text{NO}$  y el ozono,  $\text{O}_3$ , que se forma a partir del oxígeno  $\text{O}_2$ . Ambos contaminantes, primarios y secundarios pueden depositarse en la superficie de la tierra por precipitación, deposición seca o húmeda e impactar en determinados receptores, como personas, animales, ecosistemas acuáticos, bosques, cosechas y materiales. En todos los países existen unos límites impuestos a determinados contaminantes que pueden incidir sobre la salud de la población y su bienestar.

## Monóxido de carbono

Es uno de los productos de la combustión incompleta. Es peligroso para las personas y los animales, puesto que se fija en la hemoglobina de la sangre, impidiendo el transporte de oxígeno en el organismo. Además, es inodoro, y a la hora de sentir un ligero dolor de cabeza ya es demasiado tarde. Se diluye muy fácilmente en el aire ambiental, pero en un medio cerrado, su concentración lo hace muy tóxico, incluso mortal. Cada año, aparecen varios casos de intoxicación mortal, a causa de aparatos de combustión puestos en funcionamiento en una habitación mal ventilada.

Los motores de combustión interna de los automóviles emiten monóxido de carbono a la atmósfera por lo que en las áreas muy urbanizadas tiende a haber una concentración excesiva de este gas hasta llegar a concentraciones de 50-100 ppm, 2 tasas que son peligrosas para la salud de las personas.

## Monóxido de nitrógeno

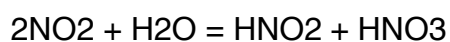
También llamado óxido de nitrógeno (II) es un gas incoloro y poco soluble en agua que se

produce por la quema de combustibles fósiles en el transporte y la industria. Se oxida muy

rápidamente convirtiéndose en dióxido de nitrógeno, NO<sub>2</sub>, y posteriormente en ácido nítrico, HNO<sub>3</sub>, produciendo así lluvia ácida.

## Dióxido de Azufre

La principal fuente de emisión de dióxido de azufre a la atmósfera es la combustión del carbón que contiene azufre. El SO<sub>2</sub> resultante de la combustión del azufre se oxida y forma ácido sulfúrico, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> un componente de la llamada lluvia ácida que es nocivo para las plantas, provocando manchas allí donde las gotitas del ácido han contactado con las hojas.



La lluvia ácida se forma cuando la humedad en el aire se combina con el óxido de nitrógeno o el dióxido de azufre emitido por fábricas, centrales eléctricas y



automotores que queman carbón o aceite. Esta combinación química de gases con el vapor de agua forma el ácido sulfúrico y los ácidos nítricos, sustancias que caen en el suelo en forma de precipitación o lluvia ácida. Los contaminantes que pueden formar la lluvia ácida pueden recorrer grandes distancias, y los vientos los trasladan miles de

kilómetros antes de precipitarse con el rocío, la llovizna, o lluvia, el granizo, la nieve o la niebla normales del lugar, que se vuelven ácidos al combinarse con dichos gases residuales.

El SO<sub>2</sub> también ataca a los materiales de construcción que suelen estar formados por minerales carbonatados, como la piedra caliza o el mármol, formando sustancias solubles en el agua y afectando a la integridad y la vida de los edificios o esculturas.

## **Ozono**

El ozono O<sub>3</sub> es un constituyente natural de la atmósfera, su concentración a nivel del mar, puede oscilar alrededor de 0,01 mg kg<sup>-1</sup>. Cuando la contaminación debida a los gases de escape de los automóviles es elevada y la radiación solar es intensa, el nivel de ozono aumenta y puede llegar hasta 0,1 kg<sup>-1</sup>.

Las plantas pueden ser afectadas en su desarrollo por concentraciones pequeñas de ozono. El hombre también resulta afectado por el ozono a concentraciones entre 0,05 y 0,1 mg kg<sup>-1</sup>, causándole irritación de las fosas nasales y garganta, así como sequedad de las mucosas de las vías respiratorias superiores.

## **PARTÍCULAS CONTAMINANTES**

Se denomina PM<sub>10</sub> (del inglés Particulate Matter) pequeñas partículas sólidas o líquidas de polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento o polen, dispersas en la atmósfera, y cuyo diámetro es menor que 10 µm (1 micrómetro corresponde la milésima parte de 1 milímetro). Están formadas principalmente por compuestos inorgánicos como silicatos y aluminatos, metales pesados entre otros, y material orgánico asociado a partículas de carbono (hollín).

La contaminación atmosférica por material particulado es la alteración de la composición natural de la atmósfera como consecuencia de la entrada en suspensión de partículas, ya sea por causas naturales o por la acción del hombre (causas antropogénicas).

Las partículas se categorizan según su tamaño, pueden tener cualquier forma y pueden ser sólidas o gotas líquidas. Las partículas grandes miden entre 2.5 y 10 micrómetros (de 25 a 100 veces más delgadas que un cabello humano). Pequeñas: Las partículas pequeñas son menores a 2.5 micrómetros (100 veces más delgadas que un cabello humano). Estas partículas son conocidas como PM 2.5

La compilación de datos de los Sensores Medioambientales en la Estación Agua Santa se tomó de un periodo de 7 días en el mes de mayo, durante las 24 horas del día.

MAYO 2023							
Día	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
	21	22	23	24	25	26	27

Para el análisis de resultado se utilizó la metodología del índice Metropolitano de Calidad del Aire (IMECA); creado como herramienta analítica que permite informar a la población sobre los niveles de contaminación existentes en el aire y presentar de manera oportuna la peligrosidad asociada a los niveles de contaminación.

ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE				
CATEGORÍA	INTERVALO	MENSAJE	SIGNIFICADO	RECOMENDACIONES
BUENA	0-50	Sin riesgo	La calidad del aire es satisfactoria y existe poco o ningún riesgo para la salud.	Se puede realizar cualquier actividad al aire libre.
REGULAR	51-100	Aceptable	La calidad del aire es aceptable, sin embargo, en el caso de algunos contaminantes, las personas que son sensibles pueden presentar síntomas moderados.	Las personas que son extremadamente sensibles a la contaminación deben considerar limitar los esfuerzos prolongados al aire libre.
MALA	101-150	Dañina a la salud de los grupos sensibles	Quienes pertenecen a los grupos sensibles pueden experimentar efectos en la salud. El público en general, usualmente no es afectado.	Los niños, adultos mayores, personas que realizan actividad física intensa o con enfermedades respiratorias y cardiovasculares, deben limitar los esfuerzos prolongados al aire libre.
MUY MALA	151-200	Dañina a la salud	Todos pueden experimentar efectos en la salud; quienes pertenecen a los grupos sensibles pueden experimentar efectos graves en la salud.	Los niños, adultos mayores, personas que realizan actividad física intensa o con enfermedades respiratorias y cardiovasculares, deben evitar los esfuerzos prolongados al aire libre. La población en general debe limitar el esfuerzo prolongado al aire libre.
EXTREMADAMENTE MALA	>200	Muy dañina a la salud	Representa una condición de emergencia. Toda la población tiene probabilidades de ser afectada	La población en general debe suspender los esfuerzos al aire libre.

El monitoreo de la calidad del aire en el área de estudio, que corresponde a una cobertura de 3km de radio a partir de la ubicación de la Estación permite mostrar lo niveles de contaminantes de la semana del 21 al 27 de mayo del 2023, mostrando en los resultados proyectados, que en ningún día se obtuvo una categoría buena, durante el periodo en que se tomaron los datos, mas bien según el índice de Calidad del Aire, la calidad del aire fue “regular” durante cuatro días correspondientes a 24, 25, 26 y 27 y “mala” durante los 3 días restantes, 21, 22 y 23 de mayo.

FECHA	CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS							CALIDAD DEL AIRE
	O3	NO2	CO	SO2	PM-10	PM-2.5	RESUMEN	
21 de mayo	14.6521739	6.04347826	1.04347826	2	103.73913	63.5217391	103.73913	MALA
22 de mayo	12.2083333	6.625	1.83333333	2.58333333	113.458333	62.7916667	113.458333	MALA
23 de mayo	15.2916667	6.83333333	2.5	3.25	102.166667	69.0833333	102.166667	MALA
24 de mayo	12.875	8.875	3.16666667	2	96.4583333	71.7083333	96.4583333	REGULAR
25 de mayo	14.9166667	7.125	4.70833333	3.33333333	91.2916667	78.5	91.2916667	REGULAR
26 de mayo	14	6.75	2.625	2	68.75	71.0416667	71.0416667	REGULAR
27 de mayo	15.0833333	6.20833333	2	2	56.2083333	66.0833333	66.0833333	REGULAR

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SMADSOT-2023

## Historial Índice de Calidad del aire de la estación AGUA SANTA. Fecha 21/05/2023

Horas	O <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	PM-10	PM-2.5
00:00	6	2	2	2	61	70
01:00	9	6	2	2	67	70
02:00	9	6	2	2	71	69
03:00	9	5	2	2	71	66
04:00	9	4	2	2	73	66
05:00	10	5	1	2	74	66
06:00	11	5	1	2	80	64
07:00	11	6	1	2	88	64
08:00	10	6	1	2	96	63
09:00	9	6	0	2	103	63
10:00	11	6	0	2	105	61
11:00	19	5	0	2	107	61
12:00	21	6	1	2	110	63
13:00	24	5	1	2	113	63
14:00	27	4	1	2	115	61
15:00	30	3	1	2	117	63
16:00	26	4	1	2	120	63
17:00	25	5	1	2	121	63
18:00	19	7	1	2	121	61
19:00	14	10	1	2	122	61
20:00	8	10	1	2	127	61
21:00	6	8	1	2	129	63
22:00	9	8	1	2	128	63
23:00	9	8	1	2	128	63

Fuente: SMADSOT-2023

## Historial Índice de Calidad del aire de la estación AGUA SANTA. Fecha 22/05/2023

Horas	O <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	PM-10	PM-2.5
00:00	6	8	2	2	128	61
01:00	7	7	2	2	127	61
02:00	6	6	2	2	126	61
03:00	6	5	2	2	125	63
04:00	4	5	2	2	125	61
05:00	4	5	2	2	125	61
06:00	2	5	2	2	124	61
07:00	2	5	2	2	122	61
08:00	3	5	2	2	121	63
09:00	8	4	2	2	119	64
10:00	11	5	2	2	116	64
11:00	16	5	2	2	114	64
12:00	22	6	2	2	111	63
13:00	29	6	2	2	108	63
14:00	26	5	2	2	106	64
15:00	24	6	2	2	105	64
16:00	24	6	2	2	103	64
17:00	29	5	2	4	102	64
18:00	34	7	1	4	102	63
19:00	10	11	1	4	104	63
20:00	10	10	1	4	104	64
21:00	8	11	1	4	102	64
22:00	6	11	2	4	102	63
23:00	6	10	2	4	102	63

Fuente: SMADSOT-2023



## Historial Índice de Calidad del aire de la estación AGUA SANTA. Fecha 23/05/2023

Horas	O <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	PM-10	PM-2.5
00:00	6	9	2	4	102	64
01:00	5	8	3	4	103	64
02:00	5	7	3	4	103	66
03:00	4	6	3	4	103	64
04:00	4	5	3	4	103	66
05:00	3	5	3	4	103	66
06:00	1	5	3	4	104	67
07:00	2	4	3	4	104	69
08:00	4	5	3	4	103	69
09:00	6	6	3	4	102	69
10:00	14	9	3	4	103	69
11:00	24	7	3	4	103	69
12:00	28	7	3	4	103	69
13:00	32	9	3	4	103	70
14:00	34	5	3	4	104	70
15:00	34	5	3	3	104	70
16:00	37	4	2	2	104	70
17:00	34	5	2	2	104	70
18:00	29	6	1	2	104	72
19:00	18	9	1	2	103	73
20:00	13	11	1	2	97	72
21:00	9	11	2	2	96	72
22:00	10	10	2	2	97	73
23:00	11	10	2	2	97	75

Fuente: SMADSOT-2023

## Historial Índice de Calidad del aire de la estación AGUA SANTA. Fecha 24/05/2023

Horas	O <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	PM-10	PM-2.5
00:00	10	10	3	2	97	73
01:00	9	9	3	2	97	73
02:00	9	8	3	2	97	72
03:00	6	8	3	2	97	73
04:00	6	7	3	2	96	73
05:00	5	6	3	2	96	72
06:00	5	6	3	2	93	72
07:00	4	6	3	2	93	70
08:00	3	8	2	2	94	69
09:00	4	6	3	2	99	70
10:00	14	8	3	2	102	72
11:00	26	7	3	2	101	72
12:00	34	7	3	2	101	72
13:00	39	6	3	2	99	70
14:00	37	5	3	2	97	72
15:00	37	5	3	2	99	70
16:00	36	11	3	2	103	73
17:00	34	10	3	2	103	75
18:00	11	11	2	2	102	73
19:00	7	14	3	2	94	70
20:00	6	13	3	2	87	70
21:00	3	13	4	2	87	70
22:00	2	13	5	2	88	72
23:00	2	12	6	2	93	73

Fuente: SMADSOT-2023

## Historial Índice de Calidad del aire de la estación AGUA SANTA. Fecha 25/05/2023

Horas	O <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	PM-10	PM-2.5
00:00	4	9	7	2	94	75
01:00	4	9	8	2	96	75
02:00	6	5	8	2	97	75
03:00	6	5	8	2	97	73
04:00	4	4	7	2	96	75
05:00	3	5	7	4	96	76
06:00	1	5	6	4	99	78
07:00	1	4	5	4	99	79
08:00	4	6	5	4	101	81
09:00	8	8	5	4	97	81
10:00	18	9	5	4	93	81
11:00	26	10	5	4	93	82
12:00	34	7	5	4	93	82
13:00	34	6	5	4	91	82
14:00	35	5	4	4	91	81
15:00	32	5	4	4	87	81
16:00	36	4	3	4	78	78
17:00	31	6	2	4	81	78
18:00	20	10	2	4	84	78
19:00	14	11	2	4	86	79
20:00	9	10	2	4	90	81
21:00	9	10	2	2	87	79
22:00	6	10	3	2	84	78
23:00	9	10	3	2	81	76

Fuente: SMADSOT-2023

## Historial Índice de Calidad del aire de la estación AGUA SANTA. Fecha 26/05/2023

Horas	O <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	PM-10	PM-2.5
00:00	8	9	4	2	78	76
01:00	7	7	4	2	78	76
02:00	7	6	4	2	77	78
03:00	6	6	4	2	76	79
04:00	5	5	4	2	77	78
05:00	6	4	4	2	77	76
06:00	5	4	3	2	77	75
07:00	4	5	3	2	74	73
08:00	5	5	2	2	71	73
09:00	8	6	2	2	68	70
10:00	13	6	2	2	68	70
11:00	21	6	2	2	68	69
12:00	31	7	2	2	67	69
13:00	36	8	2	2	67	67
14:00	32	7	2	2	67	67
15:00	28	5	2	2	68	69
16:00	22	4	2	2	67	67
17:00	20	7	2	2	65	69
18:00	14	10	2	2	64	69
19:00	10	11	2	2	63	69
20:00	10	9	2	2	57	67
21:00	10	9	2	2	60	67
22:00	11	7	2	2	58	66
23:00	7	8	3	2	58	66

Fuente: SMADSOT-2023

## Historial Índice de Calidad del aire de la estación AGUA SANTA. Fecha 27/05/2023

Horas	O <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	PM-10	PM-2.5
00:00	7	8	3	2	58	66
01:00	6	7	3	2	58	66
02:00	6	5	3	2	58	66
03:00	6	5	3	2	58	64
04:00	4	6	3	2	57	64
05:00	4	5	2	2	55	64
06:00	4	4	2	2	54	64
07:00	3	4	2	2	54	64
08:00	4	5	2	2	55	66
09:00	8	5	2	2	57	66
10:00	15	6	2	2	57	66
11:00	23	6	2	2	58	67
12:00	29	7	2	2	60	66
13:00	35	6	2	2	58	66
14:00	36	4	2	2	57	67
15:00	29	5	2	2	55	67
16:00	26	6	2	2	55	67
17:00	29	7	2	2	52	67
18:00	28	5	1	2	54	66
19:00	24	5	1	2	55	67
20:00	16	8	1	2	55	67
21:00	9	10	1	2	55	67
22:00	6	10	1	2	57	67
23:00	6	10	2	2	57	69

Fuente: SMADSOT-2023