

“Consultoría Técnica Evaluación de Red Monitoreo de Calidad de Aire y Actualización de la Meteorología en el Polígono de Zona Saturada de Andacollo”

Mercado Público - Licitación ID: 612228-7-LE15

Proyecto N° AMB157-21

Andacollo, 23 de Marzo de 2016



Polígono de Zona Saturada Zona Andacollo



Objetivos Específicos del Servicio

- Realizar una evaluación de la actual operación de la red de monitoreo.
- Realizar un análisis de los contenidos del MP10 en las estaciones monitoras, asociado a meteorología, con el fin de mejorar su representatividad poblacional y el origen del MP (en diferentes estaciones del año).
- Proponer alternativas de rediseño de la red de monitoreo de calidad del aire y meteorología, con el fin de mejorar su representatividad poblacional.
- Evaluar y de ser necesario, proponer un programa de monitoreo para optimizar, el funcionamiento de la red de monitoreo de calidad de aire de Andacollo. Determinando además, qué contaminantes, criterios u otros debiesen ser monitoreados por la red.

Diagnóstico e inspección técnica a red de monitoreo de Calidad del Aire.

- El alcance del diagnóstico en terreno aplica a los equipos de medición de material particulado MP10 discretos y continuos y a las estaciones meteorológicas asociadas a las cinco estaciones de monitoreo de calidad del aire en cuanto a:
- Grado de cumplimiento de normativa DS61/2008 Art.4 y 5 que se refiere a su infraestructura en general, a los procedimientos de operación, estado de equipos, registros de calibraciones, cumplimiento.
- Evaluación de la representatividad poblacional EMRP (D.S. N°59/1998)
- Verificación del estado de funcionamiento de los equipos de medición.

Diagnóstico e inspección técnica a red de monitoreo. Estaciones Urmeneta y Chepiquilla

- La estaciones Urmeneta y Chepiquilla cumplen con las exigencias planteadas por la normativa vigente en todos sus aspectos; emplazamiento, infraestructura, orden y aseo interno, documentación, registros, operación, mantenimiento, idoneidad del personal técnico.
- Solo queda recomendar el agregar inventario de los bienes y equipos existentes en la estación y calendario de mantención. Como a su vez una mayor rigurosidad en el llenado de la bitácora de monitoreo, ya que se detectaron a lo menos cuatro visitas no registradas.
- El registro de parámetros operacionales se realiza en forma mensual; con lo cual no se da cumplimiento a lo establecido en el Artículo 7 del DS N° 61/2008 donde se indica que debe realizarse en forma semanal si los datos están en línea.

Diagnóstico e inspección técnica a red de monitoreo. Estación El Sauce

- La estación El Sauce al momento de ser diagnosticada no estaba en funcionamiento. La estación presenta múltiples no conformidades según lo planteado en el DS61/2008 (artículos 11ab, 12ab, 13, 15abc), que aluden a su operación, mantenimiento, documentación y orden interno.
- El empalme de alimentación eléctrica no es independiente y presenta serias deficiencias en cuanto a sus condiciones de instalación, con la posibilidad de generar riesgos para los operadores y equipamientos. La estación no cuenta con extintor.
- Su emplazamiento encajonado podría dar flujos de viento condicionados por su entorno. Existen elementos naturales como son cerros, arboles que rodean la estación.
- La instalación del toma muestra correspondiente al equipo de monitoreo continuo de material particulado MP10 marca MetOne, modelo E-BAM, no cumple el Art. 6 que alude a las alturas desde el suelo y desde el techo.

Diagnóstico e inspección técnica a red de monitoreo. Estación El Sauce

- La no conformidad de mayor relevancia se relaciona con que equipo marca MetOne modelo E-BAM no cumple con estándares US EPA o símil de la comunidad Europea.
- Las recomendaciones para la estación dicen relación con la instalación de un equipo que cumpla con los estándares de la US EPA o un símil de la comunidad europea. Implementar un empalme eléctrico independiente para la estación de monitoreo, instalar un sistema de respaldo UPS, establecer mejoras en el sistema de cableado interno entre los equipos de medición y el adquisidor de datos. Mejorar el estándar de instalación de la estación meteorológica, en especial el mástil del sensor de viento, que se encontró visiblemente desaplomado

Diagnóstico e inspección técnica a red de monitoreo. Estación El Sauce



Diagnóstico e inspección técnica a red de monitoreo. Estación Hospital

- La estación Hospital presenta algunas no conformidades según lo planteado en el DS61/2008 (artículos 11ab, 12ab, 13, 15abc), que aluden a su operación, mantenimiento, documentación (falta de parámetros operacionales, ficha de mantención, calendario de mantención).
- El empalme de alimentación eléctrica no es independiente, el operador de terreno manifiesta sucesivos cortes de energía que alteran el normal funcionamiento de la estación. La estación no cuenta con extintor.
- Respecto al personal que realiza la operación, no cumple estándares que establece el Art. N° 13 y 15 del DS61/2008 y que se relacionan con sus competencias técnicas para desarrollar tal función.

Diagnóstico e inspección técnica a red de monitoreo. Estación Hospital

- Esta estación es operada por personal de la Minera Dayton que realiza las visitas cada tres días con la finalidad de recolectar datos según lo establece el DS61/2008, esto aplica a las estaciones que no cuentan con un sistema para la recolección remota de datos.
- Las recomendaciones para la estación dicen relación con obtener un empalme eléctrico independiente, sistema de respaldo UPS, mejoras en el sistema de cableado.
- Mejorar el estándar de instalación de la estación meteorológica, en especial el mástil meteorológico, que se encontraba visiblemente desaplomado.

Diagnóstico e inspección técnica a red de monitoreo. Estación Hospital (MMA)

- Esta estación Hospital (MMA) cumple con las exigencias planteadas por la normativa vigente en todos sus aspectos; emplazamiento, infraestructura, orden y aseo interno, documentación, registros, operación, mantenimiento, idoneidad del personal técnico.
- Solo queda recomendar mejorar el orden de los cables de señales de los sensores que podrían dañarse por acción de un agente externo. También la instalación de un sistema de respaldo UPS y extintor
- En cuanto a la seguridad existe un socavón importante dentro del perímetro, en el costado sur de la caseta, lo cual presenta un riesgo potencial para el operador y las instalaciones.

Diagnóstico e inspección técnica a red de monitoreo. Estación Hospital (MMA)



Eficiencia y Eficacia de la Data. Meteo

ESTACION		2010			2011			2012			2013			2014			2015 (hasta agosto)			Resumen		
		Mediciones Programadas	Mediciones Validadas	% de Cumplimiento	Mediciones Programadas	Mediciones Validadas	% de Cumplimiento	Mediciones Programadas	Mediciones Validadas	% de Cumplimiento	Mediciones Programadas	Mediciones Validadas	% de Cumplimiento	Mediciones Programadas	Mediciones Validadas	% de Cumplimiento	Mediciones Programadas	Mediciones Validadas	% de Cumplimiento	Mediciones Programadas	Mediciones Validadas	% de Cumplimiento
Urmeneta	Velocidad Viento	x	x	x	x	x	x	8.784	8.768	99,8	8.760	8.744	99,8	8.760	8.758	100,0	5.832	5.832	100,0	32.136	32.102	99,9
	Dirección Viento	x	x	x	x	x	x	8.784	8.770	99,8	8.760	8.746	99,8	8.760	8.755	99,9	5.832	5.832	100,0	32.136	32.103	99,9
	Humedad Relativa	x	x	x	x	x	x	8.784	8.770	99,8	8.760	8.746	99,8	8.760	8.755	99,9	5.832	5.828	99,9	32.136	32.099	99,9
	Temperatura Ambiente	x	x	x	x	x	x	8.784	8.770	99,8	8.760	8.746	99,8	8.760	8.755	99,9	5.832	5.828	99,9	32.136	32.099	99,9
	Radiación Solar	x	x	x	x	x	x	8.784	8.770	99,8	8.760	8.746	99,8	8.760	8.753	99,9	5.832	5.832	100,0	32.136	32.101	99,9
	Precipitaciones	x	x	x	x	x	x	8.784	5.557	63,3	8.760	5.546	63,3	8.760	8.427	96,2	5.832	5.830	100,0	32.136	25.360	78,9
	Presión Alm.	x	x	x	x	x	x	8.784	8.770	99,8	8.760	8.746	99,8	8.760	8.755	99,9	5.832	5.829	99,9	32.136	32.100	99,9
Chepiquilla	Velocidad Viento	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.136	5.135	100,0	5.832	5.832	100,0	10.968	10.967	100,0
	Dirección Viento	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.136	5.135	100,0	5.832	5.832	100,0	10.968	10.967	100,0
	Humedad Relativa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.136	5.135	100,0	5.832	5.831	100,0	10.968	10.966	100,0
	Temperatura Ambiente	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.136	5.135	100,0	5.832	5.831	100,0	10.968	10.966	100,0
	Radiación Solar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.136	5.136	100,0	5.832	5.832	100,0	10.968	10.968	100,0
Hospital	Velocidad Viento	x	x	x	8.760	8.731	99,7	8.784	8.616	98,1	8.760	8.760	100,0	8.760	1.416	16,2	x	x	x	35.064	27.523	78,5
	Dirección Viento	x	x	x	8.760	8.731	99,7	8.784	8.616	98,1	8.760	8.760	100,0	8.760	1.416	16,2	x	x	x	35.064	27.523	78,5
	Temperatura Ambiente	x	x	x	8.760	8.731	99,7	8.784	8.612	98,0	8.760	8.760	100,0	8.760	1.416	16,2	x	x	x	35.064	27.519	78,5
El Sauce	Velocidad Viento	x	x	x	8.760	8.731	99,7	8.784	8.688	98,9	8.760	8.760	100,0	8.760	1.416	16,2	x	x	x	35.064	27.595	78,7
	Dirección Viento	x	x	x	8.760	7.745	88,4	8.784	8.688	98,9	8.760	8.760	100,0	8.760	1.416	16,2	x	x	x	35.064	26.609	75,9
	Temperatura Ambiente	x	x	x	8.760	8.731	99,7	8.784	8.688	98,9	8.760	8.760	100,0	8.760	1.416	16,2	x	x	x	35.064	27.595	78,7
Hospital (MMA)	Velocidad Viento	8.760	8.372	95,6	8.760	8.570	97,8	8.784	8.721	99,3	8.760	8.075	92,2	8.760	8.760	100,0	5.832	5.814	99,7	49.656	48.312	97,3
	Dirección Viento	8.760	8.367	95,5	8.760	8.570	97,8	8.784	8.721	99,3	8.760	8.075	92,2	8.760	8.760	100,0	5.832	5.814	99,7	49.656	48.307	97,3
	Humedad Relativa	8.760	8.356	95,4	8.760	8.569	97,8	8.784	8.721	99,3	8.760	7.323	83,6	8.760	4.859	55,5	5.832	5.814	99,7	49.656	43.642	87,9
	Temperatura Ambiente	8.760	8.361	95,4	8.760	8.569	97,8	8.784	8.721	99,3	8.760	7.323	83,6	8.760	4.859	55,5	5.832	5.814	99,7	49.656	43.647	87,9
	Radiación Solar	8.760	7.463	85,2	8.760	8.557	97,7	8.784	8.713	99,2	8.760	6.589	75,2	8.760	8.760	100,0	5.832	5.814	99,7	49.656	45.896	92,4
	Presión Alm.	8.760	2.876	32,8	8.760	8.570	97,8	8.784	8.721	99,3	8.760	7.323	83,6	8.760	8.760	100,0	5.832	5.814	99,7	49.656	42.064	84,7

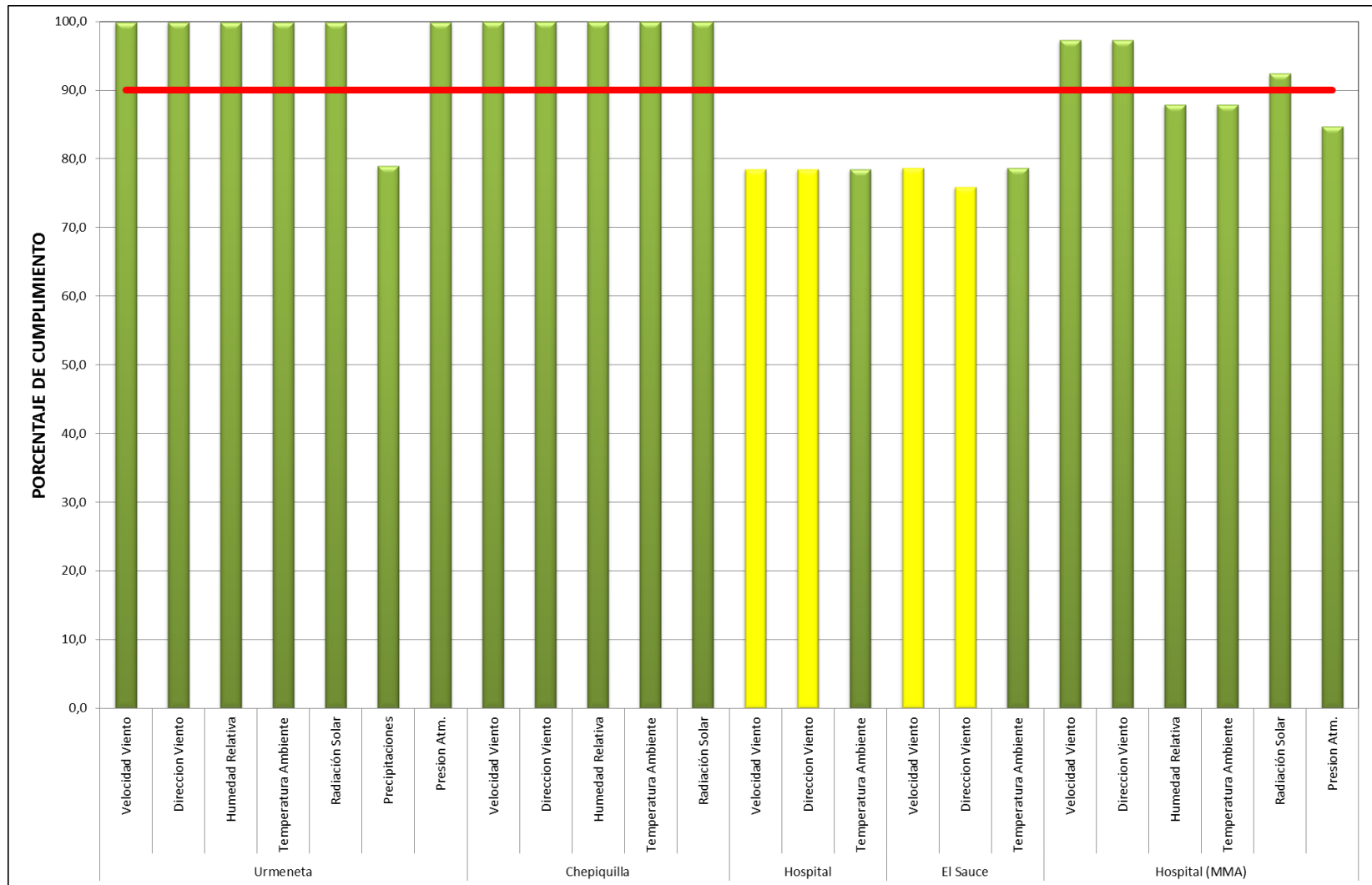
Notas:

- = Estación o Variable no implementada

X = No se contó con el dato

Criterio de Validación Aplicado : año válido = Número de mediciones ≥ 90%

Eficiencia y Eficacia de la Data. Meteo



Eficiencia y Eficacia de la Data. PM10

Estación		2010			2011			2012			2013			2014			2015 (hasta Agosto)			Resumen		
		Mediciones Programadas	Mediciones Validadas	% de Cumplimiento	Mediciones Programadas	Mediciones Validadas	% de Cumplimiento	Mediciones Programadas	Mediciones Validadas	% de Cumplimiento	Mediciones Programadas	Mediciones Validadas	% de Cumplimiento	Mediciones Programadas	Mediciones Validadas	% de Cumplimiento	Mediciones Programadas	Mediciones Validadas	% de Cumplimiento	Mediciones Programadas	Mediciones Validadas	% de Cumplimiento
Urmeneta	PM10 Discreto	120	116	96,7	120	116	96,7	120	113	94,2	120	119	99,2	122	122	100,0	70	70	100,0	672	656	97,6
	PM10 Continuo	x	x	x	x	x	x	8.784	8.560	97,4	8.760	8.337	95,2	8.760	8.693	99,2	5.832	5.753	98,6	32.136	31.343	97,5
Chepiquilla	PM10 Discreto	120	118	98,3	120	112	93,3	120	111	92,5	120	118	98,3	122	119	97,5	70	70	100,0	672	648	96,4
	PM10 Continuo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.136	5.133	99,9	5.832	5.825	99,9	10.968	10.958	99,9
Hospital	PM10 Continuo	x	x	x	8.760	8.697	99,3	8.784	8.572	97,6	8.760	8.760	100,0	8.760	7.207	82,3	5.832	4.771	81,8	40.896	38.007	92,9
El Sauce	PM10 Continuo	x	x	x	8.760	8.731	99,7	8.784	8.640	98,4	8.760	8.760	100,0	8.760	6.250	71,3	5.832	5.556	95,3	40.896	37.937	92,8
Hospital (MMA)	PM10 Continuo	8.760	2.873	32,8	8.760	8.117	92,7	8.784	8.625	98,2	8.760	6.917	79,0	8.760	8.652	98,8	5.832	5.813	99,7	49.656	40.997	82,6

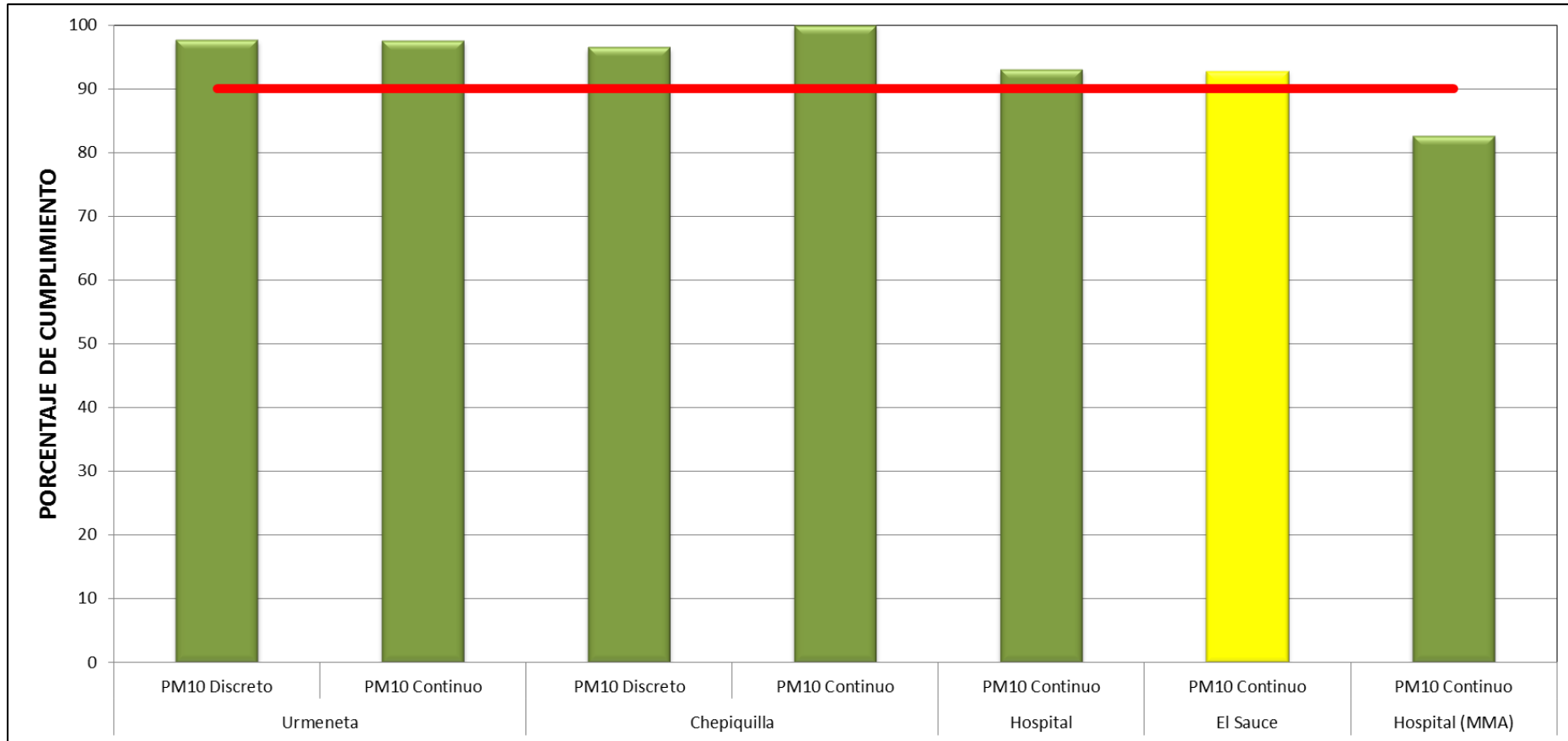
Notas:

- = Estación o variable no implementada

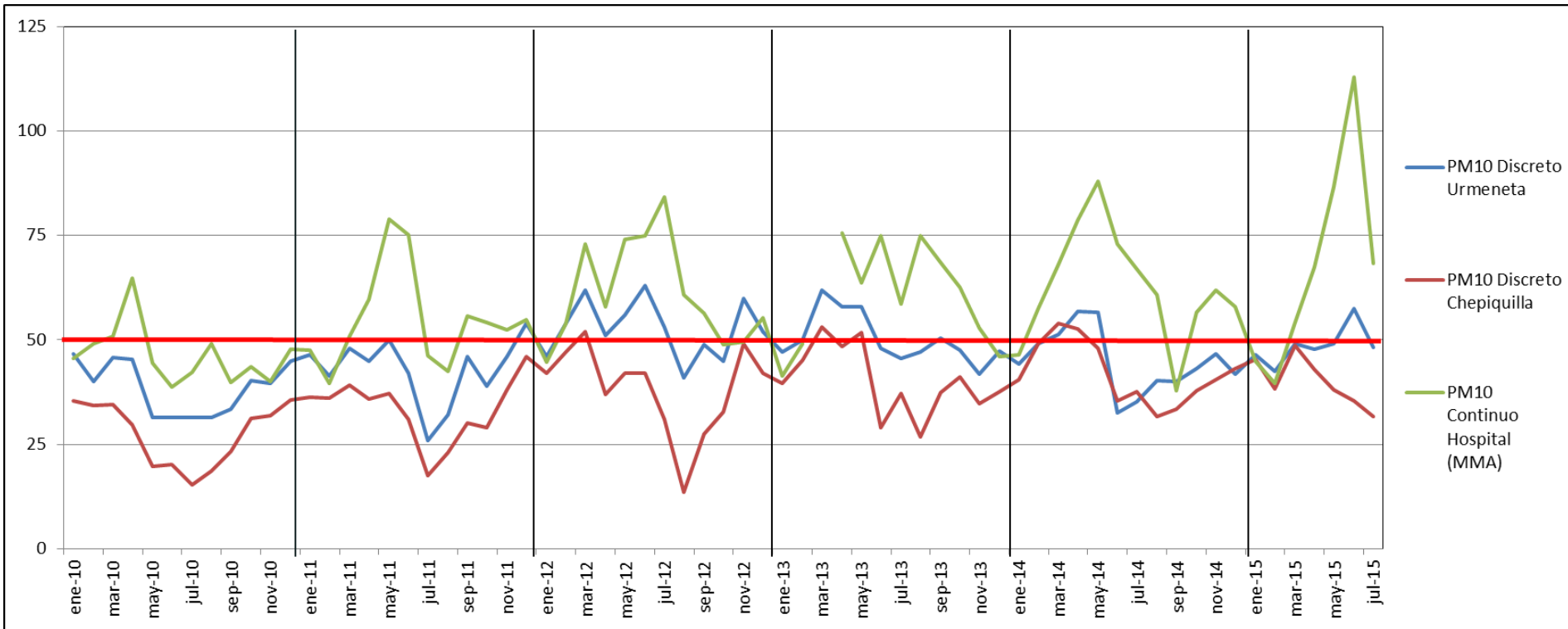
x = No se contó con el dato

Criterio de Validación Aplicado : Año válido = Número de mediciones ≥ 90%

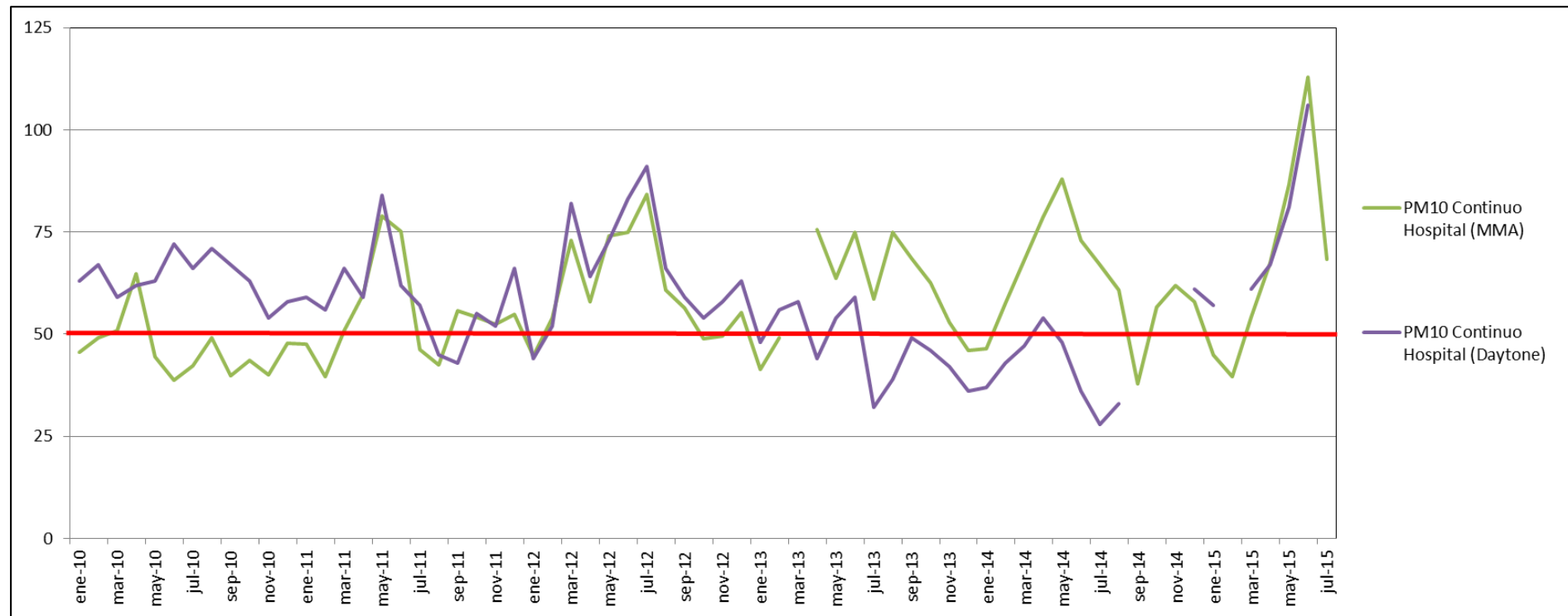
Eficiencia y Eficacia de la Data. PM10



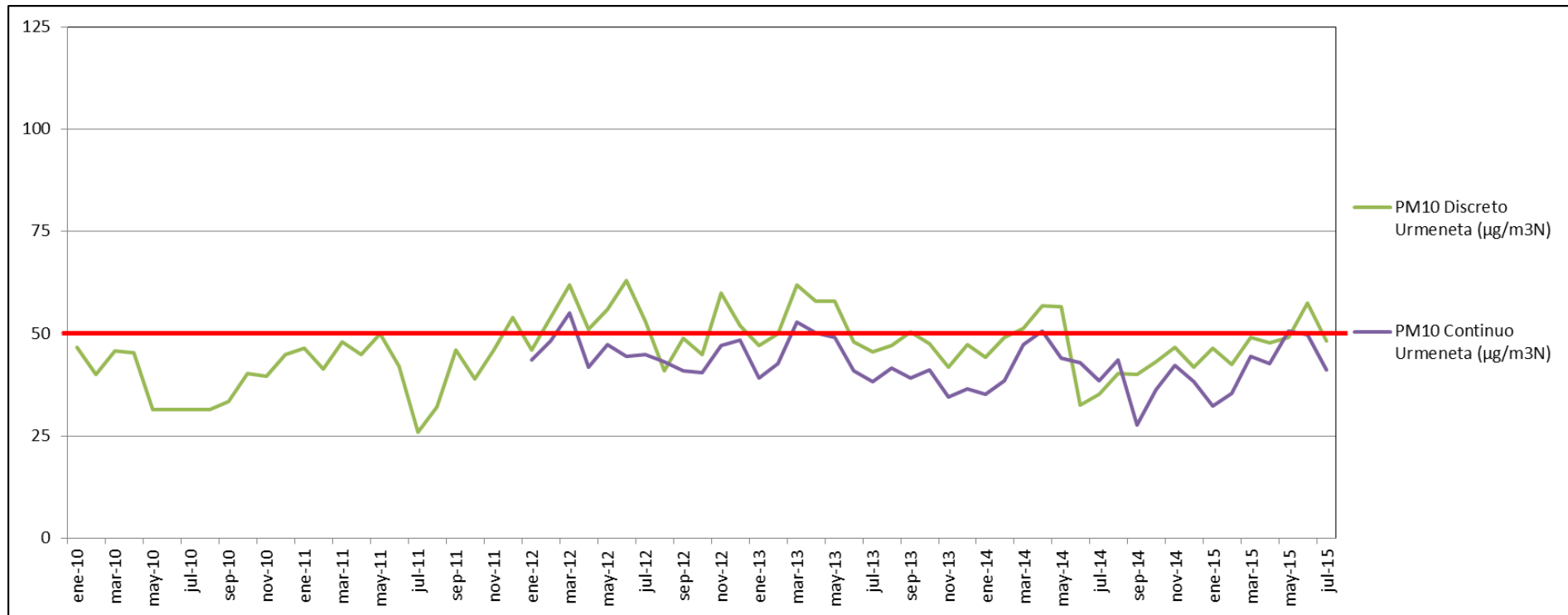
Análisis PM10



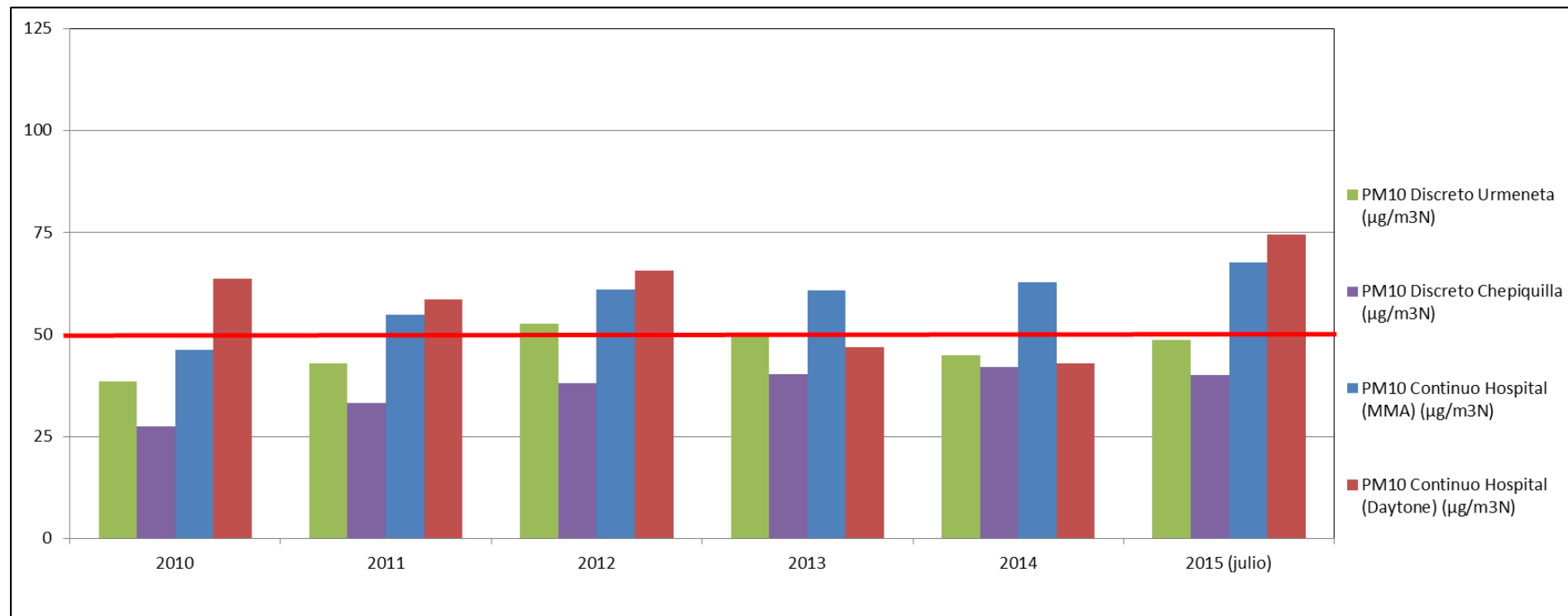
Análisis PM10



Análisis PM10

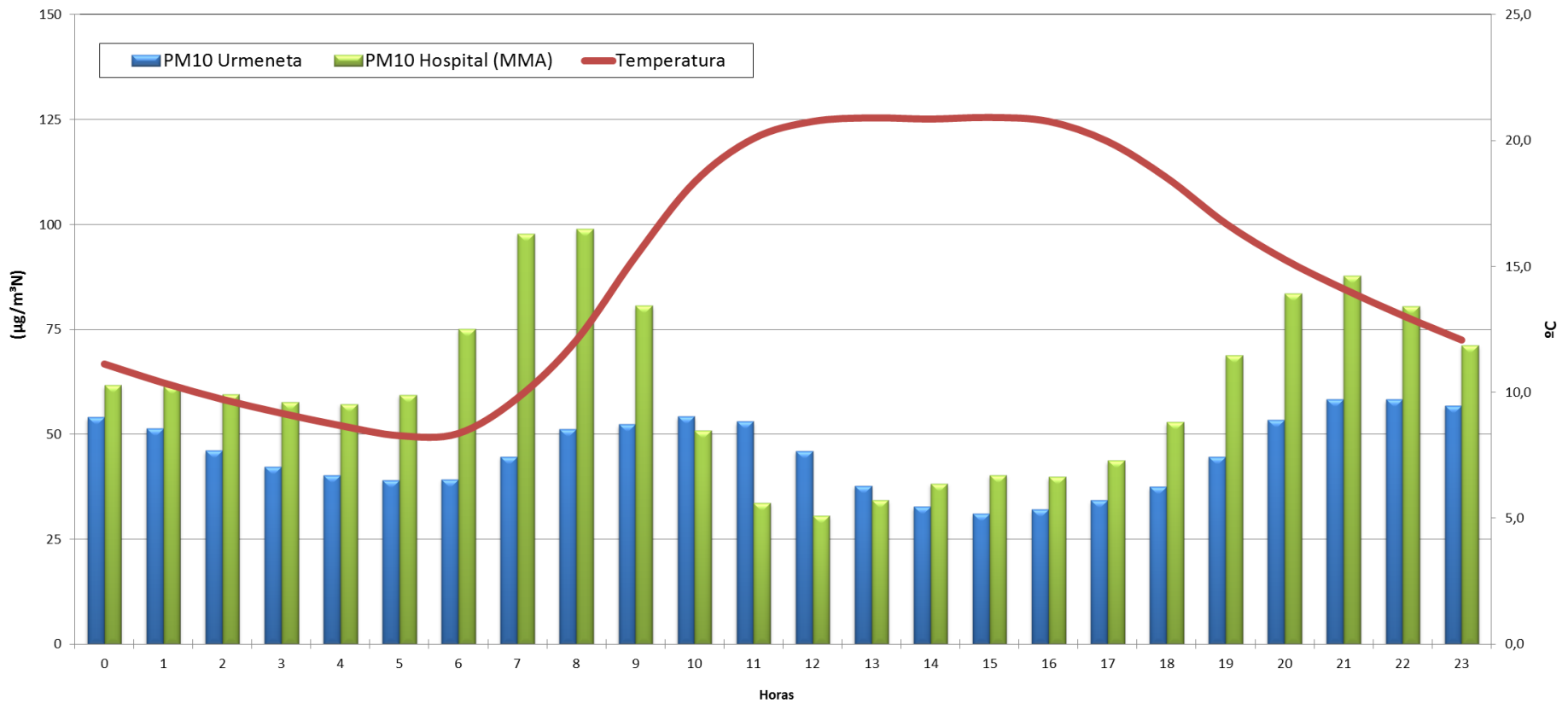


Análisis PM10



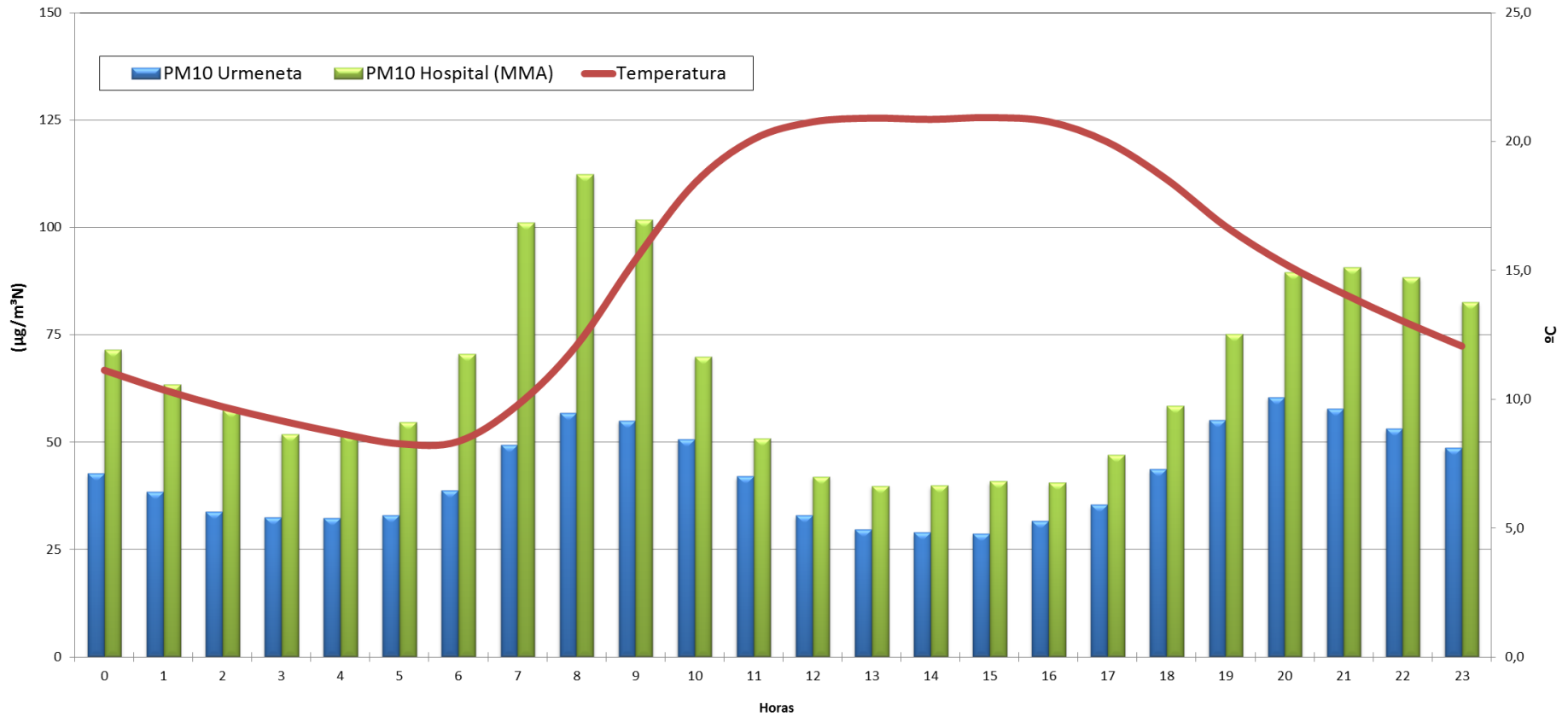
Análisis PM10

**Ciclo promedio Anual de PM10 y Temperatura
Estación Hospital (MMA) y Urmeneta
Año 2012**

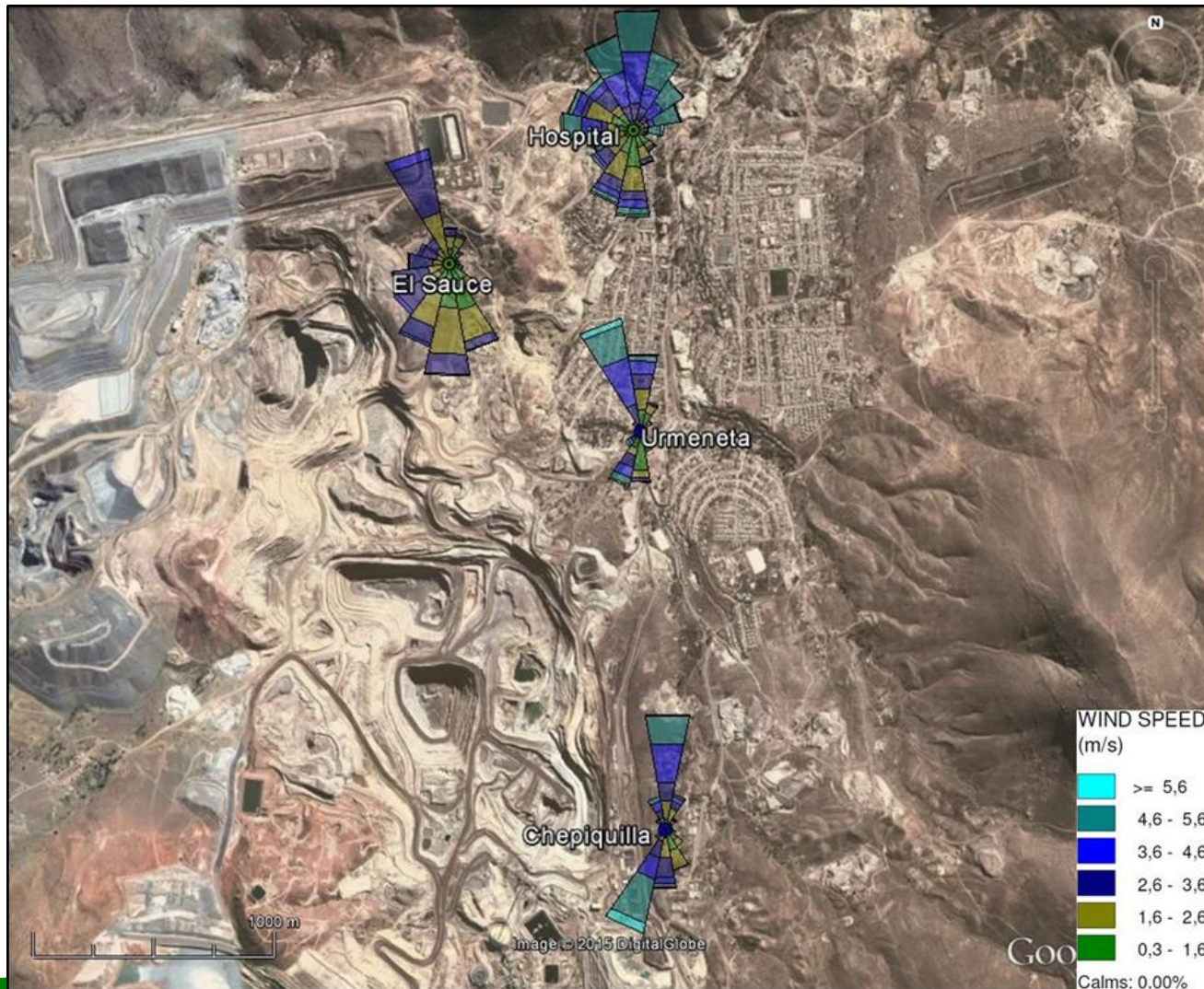


Análisis PM10

**Ciclo promedio Anual de PM10 y Temperatura
Estación Hospital (MMA) y Urmeneta
Año 2013**



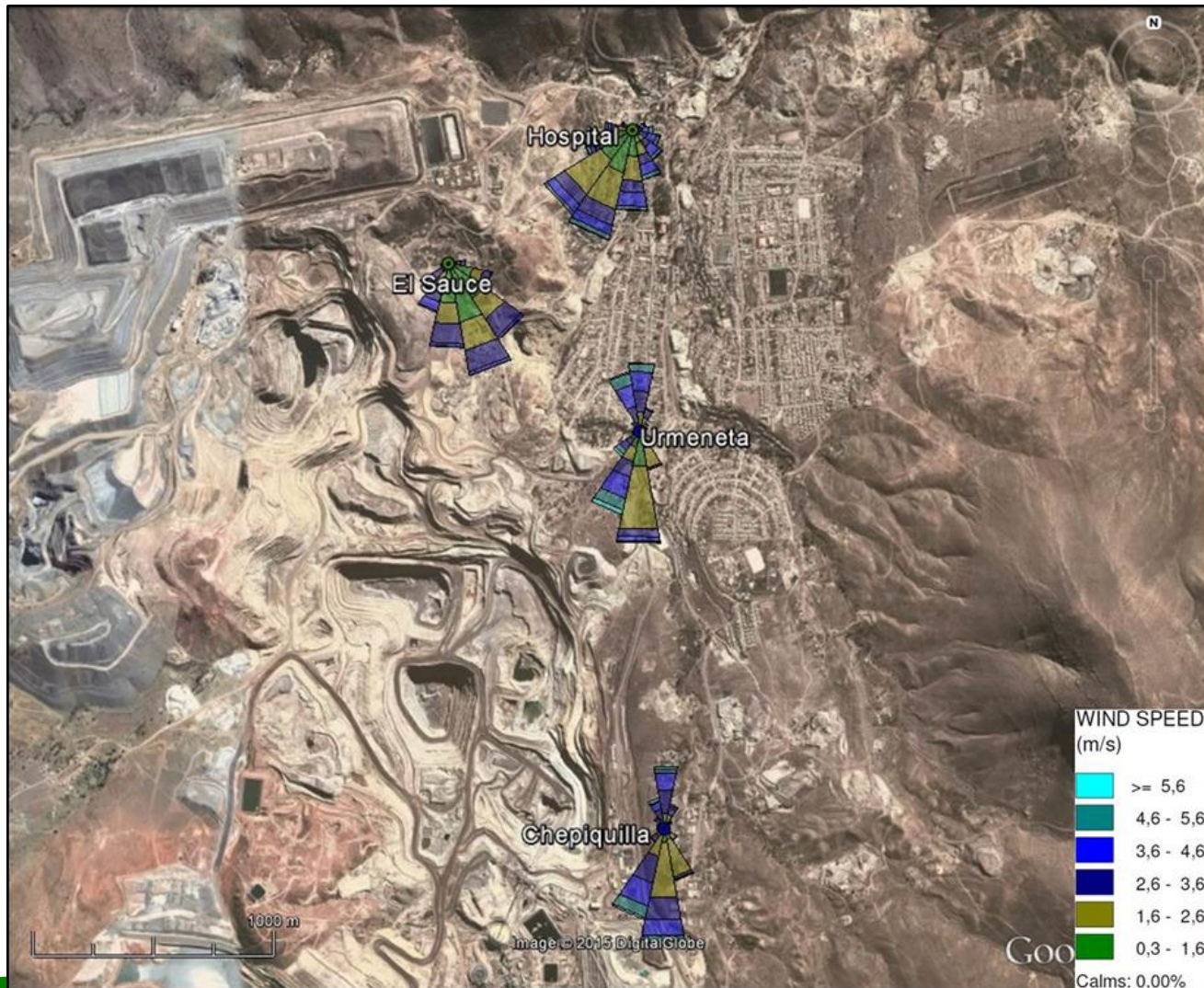
Rosas de viento. Período estacional. Enero - Marzo



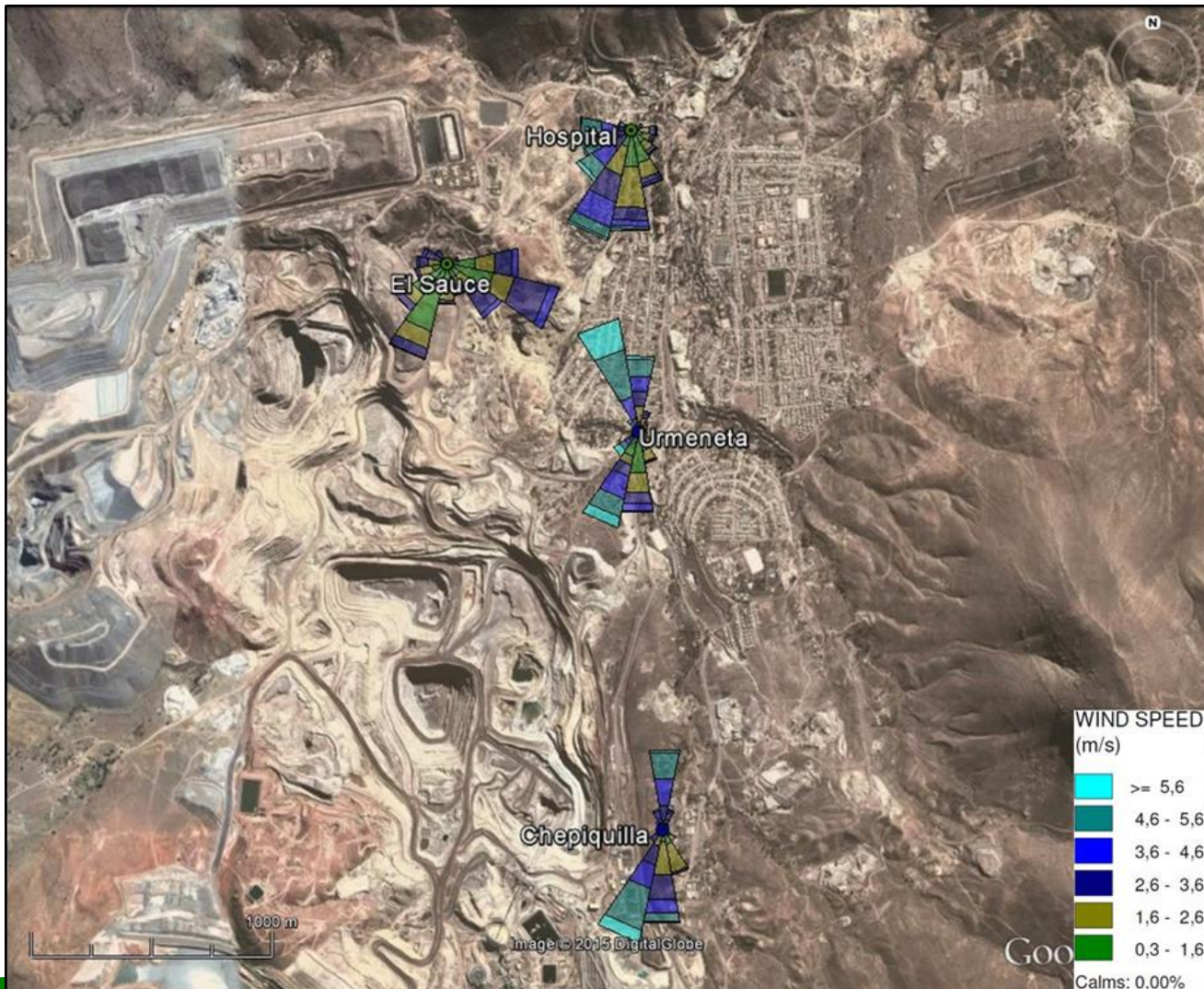
Rosas de viento. Período estacional. Abril - Junio



Rosas de viento. Período estacional. Julio - Septiembre



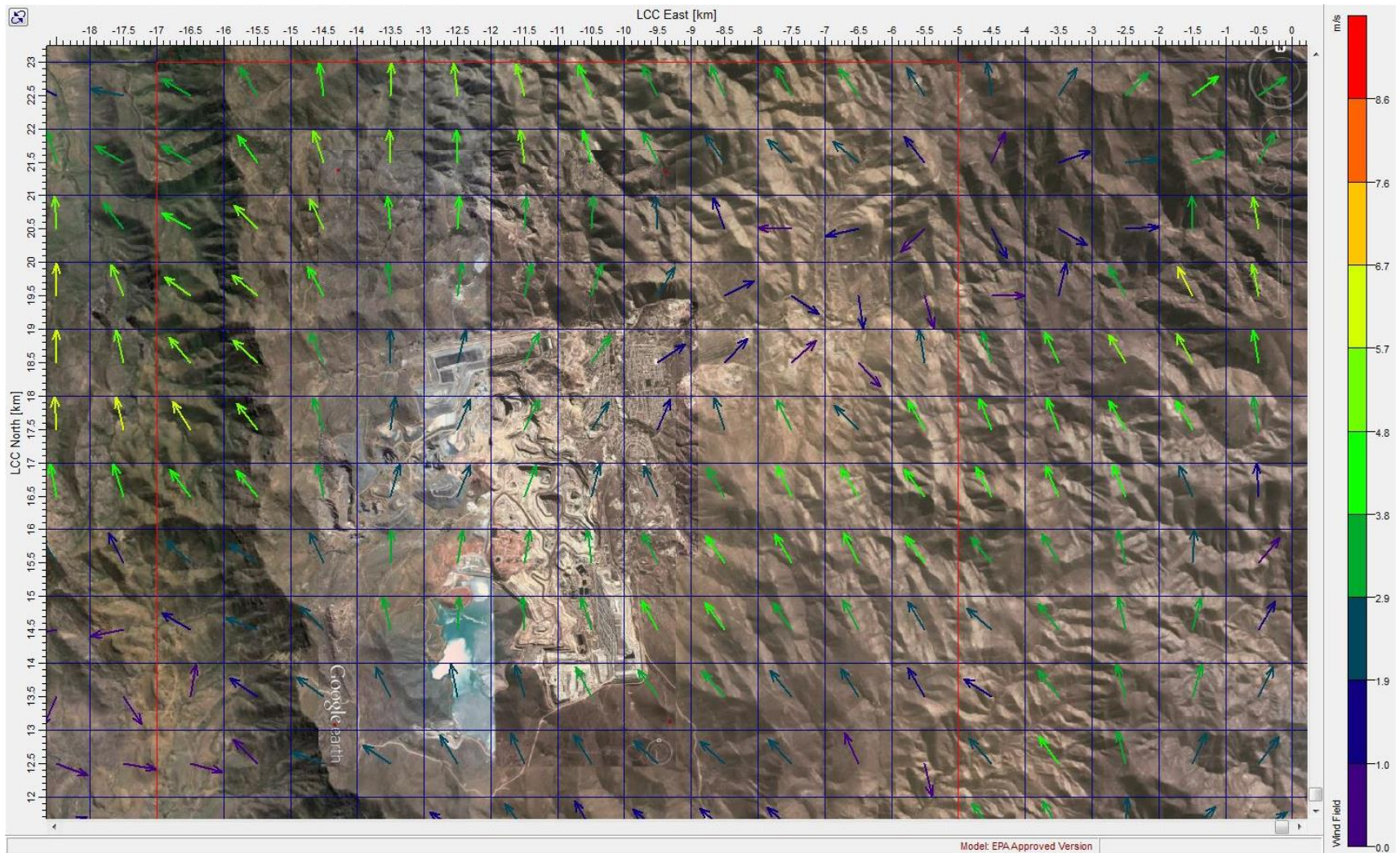
Rosas de viento. Período estacional. Octubre - Diciembre



Rosas de viento. Ciclo Promedio Horario



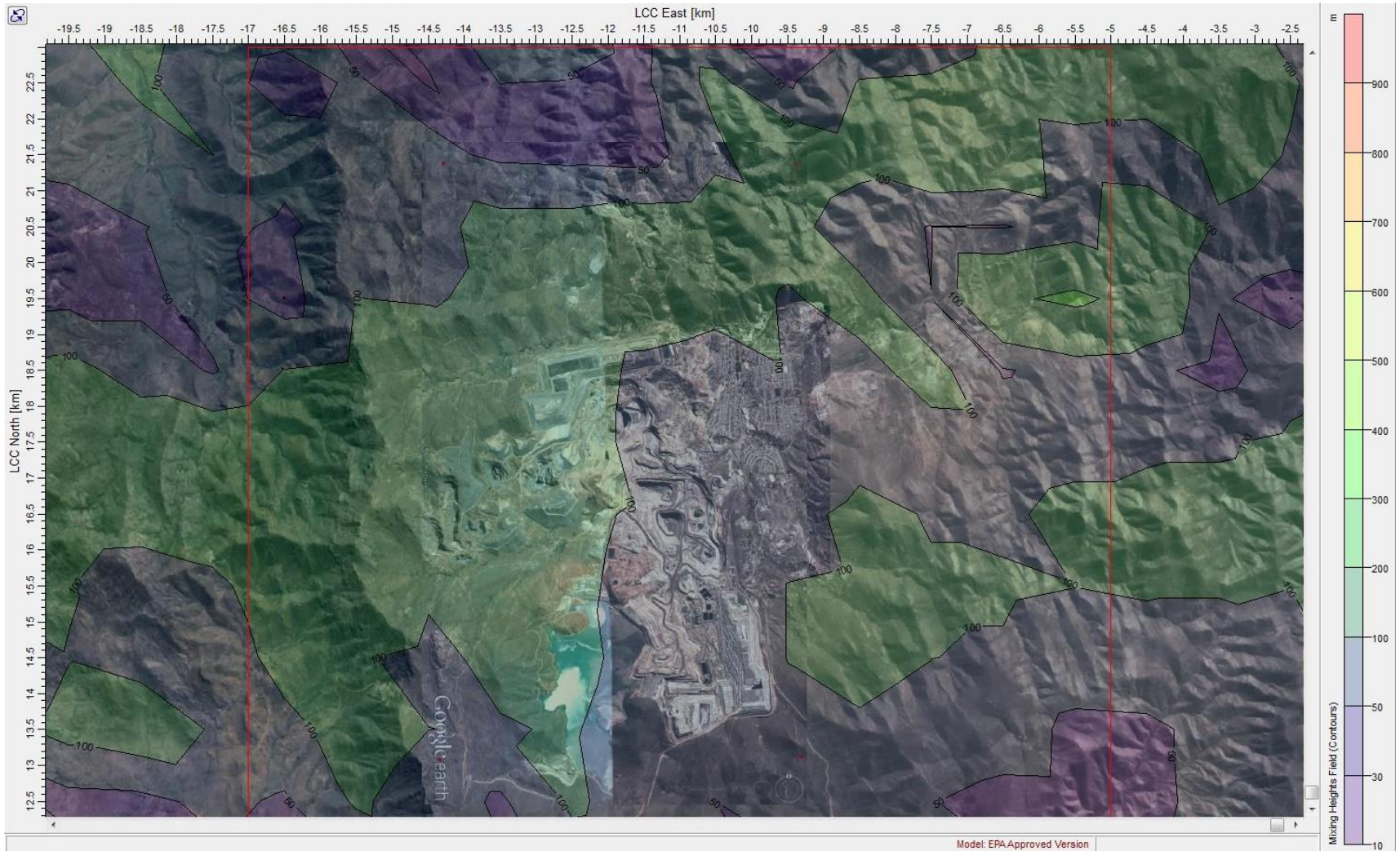
Vectores de velocidad y dirección del viento



Vectores de velocidad y dirección del viento

- **Animación 1**

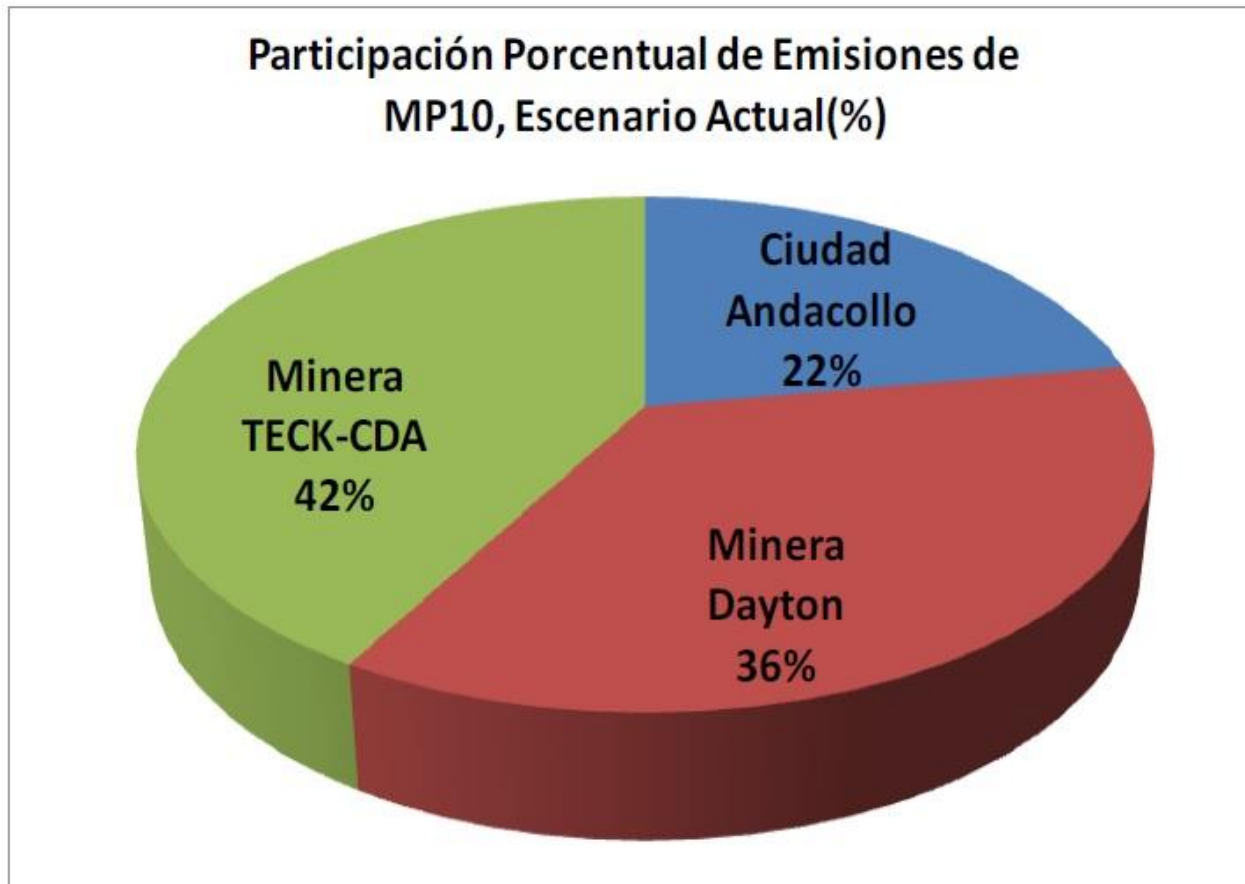
Altura capa de mezcla



Altura capa de mezcla

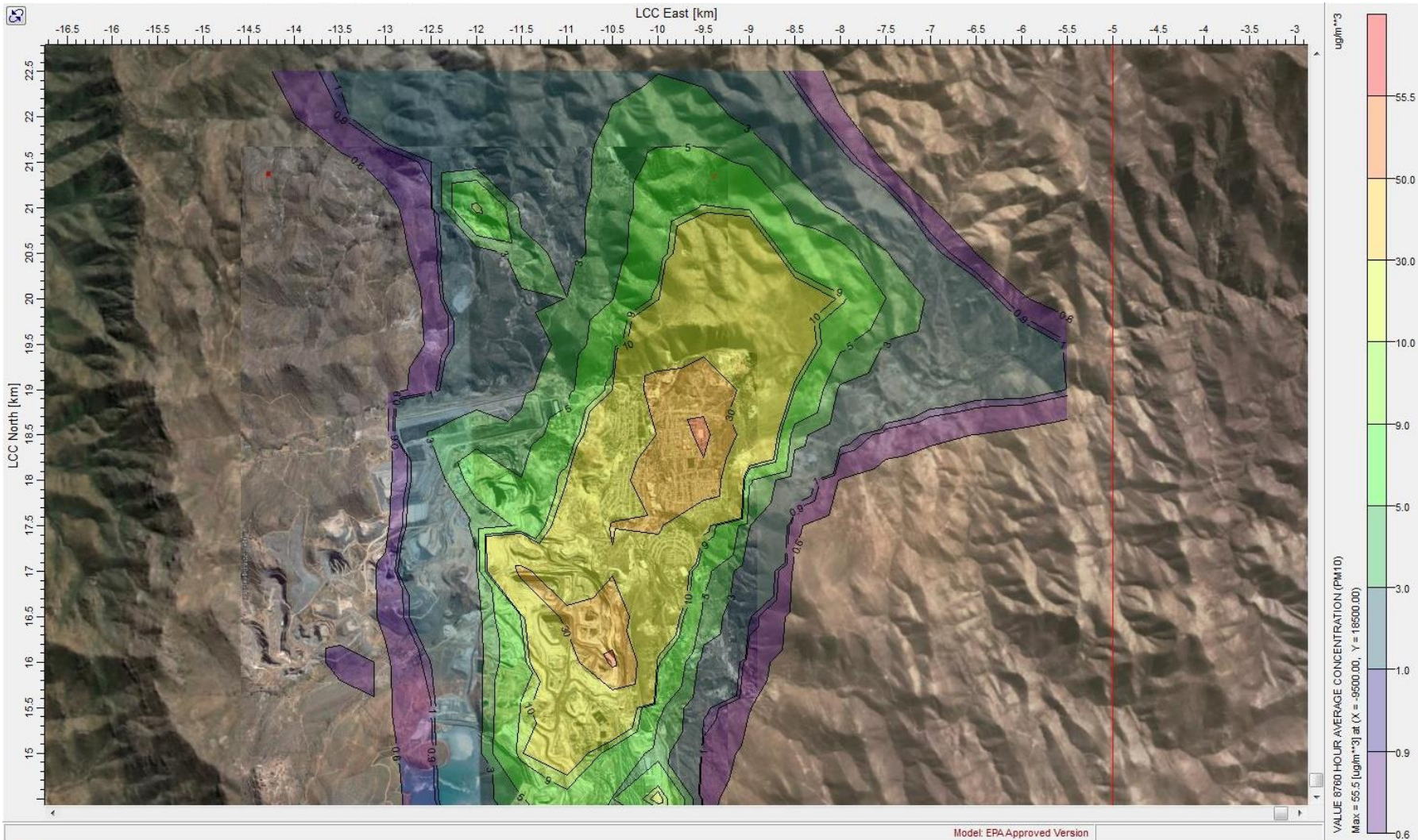
- **Animación 2**

Inventario de Emisiones (2010)



Fuente: "Diagnóstico de la calidad del aire y Medidas de descontaminación, Andacollo" (CENMA 2011)

Concentración Promedio PM10



Concentración PM10 + viento

- **Animación 3**

Caracterización Química de Filtros de PM10



**Desert Research
Institute
2215 Raggio Parkway
Reno, NV 89512
USA**

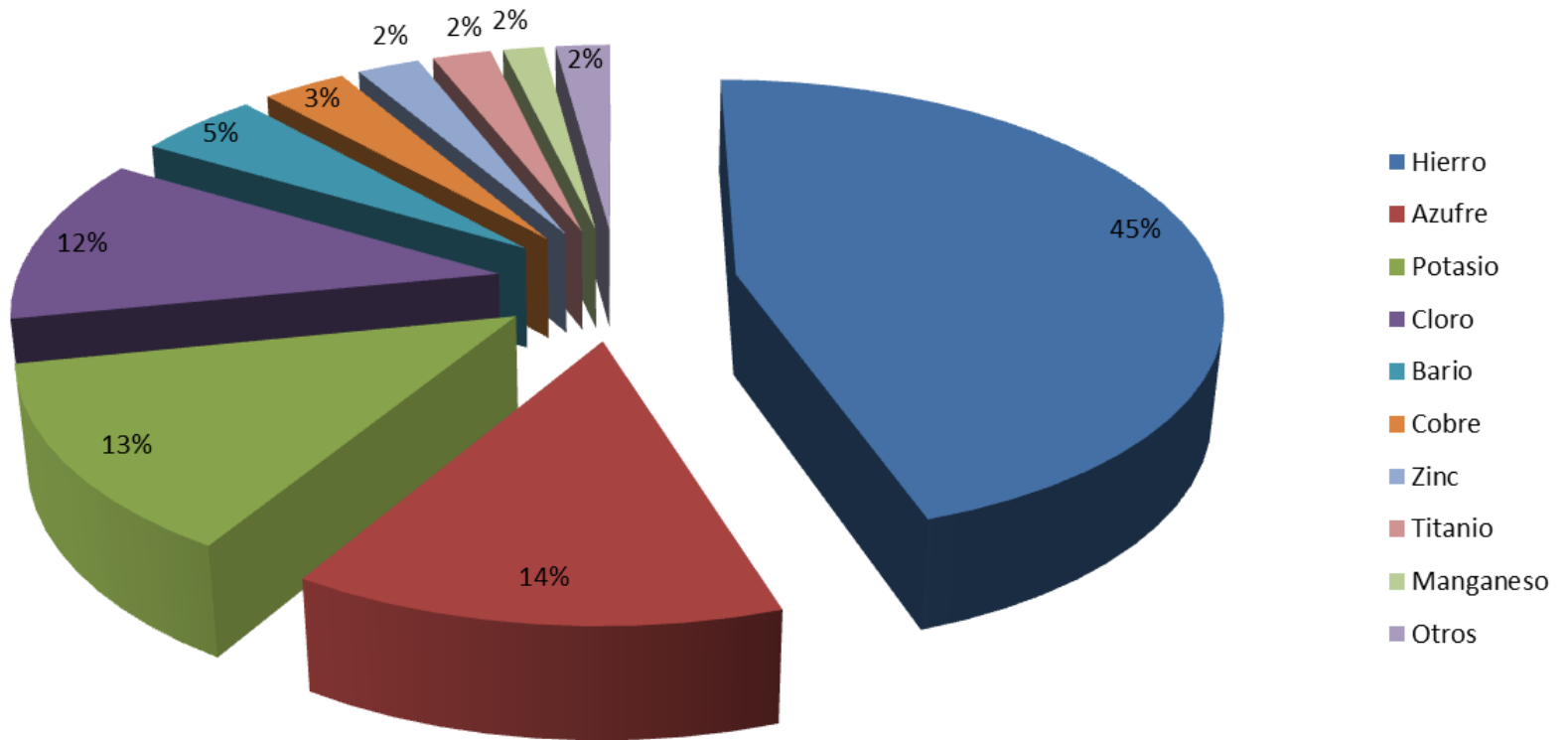
- **Los 20 filtros seleccionados, se enviaron al DRI para su caracterización química por los siguientes elementos:** Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Sc, P, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, As, Se, Br, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Pd, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Ba, La, Ce, Sm, Eu, Tb, Hf, Ta, W, Ir, Au, Hg, Tl, Pb y U.

Caracterización Química de Filtros de PM10

Fecha	Estacion	Tipo de Filtro	Filtro	Conc µg/m ³	Elemento Químico (µg)																		
					Fe	S	K	Cl	Ba	Cu	Zn	Ti	Mn	Sr	Zr	Br	Va	As	Sn	Pb	Tb	Sm	Eu
23-abr-14	Urmeneta	Cuarzo	8851618	86	6074	1990	1703	564	429	427	292	286	215	0	94	17	28	28	1	29	0	0	0
17-may-14	Urmeneta	Cuarzo	8444638	93	6604	1067	2510	982	3074	437	1320	396	264	738	60	14	23	69	0	14	0	0	0
09-ago-14	Urmeneta	Cuarzo	8969221	62	4006	903	1117	658	66	290	37	174	145	0	5	18	12	13	29	3	0	0	27
11-sep-14	Urmeneta	Cuarzo	8968732	64	4314	749	1020	2212	41	202	72	171	153	0	12	21	18	6	0	6	0	0	0
08-oct-14	Urmeneta	Cuarzo	8968978	69	5263	1225	1505	1148	47	401	39	255	201	0	20	14	16	6	37	6	13	8	0
10-nov-14	Urmeneta	Cuarzo	8852440	65	4063	1350	1150	1906	395	268	262	198	154	0	92	19	10	13	0	17	14	5	0
23-jun-15	Urmeneta	Cuarzo	8952922	73	4227	1503	1223	738	68	290	66	179	159	0	15	25	24	20	35	6	8	0	0
06-ene-15	Urmeneta	Celulosa	88328	65	2523	640	588	326	0	160	48	161	83	11	13	15	6	2	0	4	0	16	0
05-feb-15	Urmeneta	Celulosa	88412	69	1840	762	467	774	0	87	27	122	53	11	7	16	4	3	0	2	0	1	0
04-mar-15	Urmeneta	Celulosa	88461	75	2583	738	1448	738	0	171	28	172	77	35	9	20	6	5	0	5	0	0	0
23-abr-14	Chepiquilla	Cuarzo	8851607	74	4464	2197	1155	174	443	426	272	213	160	0	95	15	24	12	0	26	0	0	0
17-may-14	Chepiquilla	Cuarzo	8444626	82	5698	1429	2070	589	3053	525	1307	351	185	746	57	6	29	50	0	14	0	0	0
09-ago-14	Chepiquilla	Cuarzo	8969211	62	3965	1270	1261	1199	48	354	27	194	131	0	18	18	19	9	30	5	0	3	0
11-sep-14	Chepiquilla	Cuarzo	8968729	62	3825	993	667	1732	50	243	35	150	156	0	10	14	17	6	27	4	0	0	0
08-oct-14	Chepiquilla	Cuarzo	8968968	59	3563	1382	722	1972	28	279	21	174	140	0	6	14	15	4	30	2	0	0	0
10-nov-14	Chepiquilla	Cuarzo	8852430	55	3339	1461	824	1641	390	231	252	159	119	0	95	17	14	9	0	21	15	8	0
23-jun-15	Chepiquilla	Cuarzo	8952931	84	5386	1750	1695	790	74	464	57	225	188	0	18	29	16	20	34	7	0	0	0
06-ene-15	Chepiquilla	Celulosa	88324	68	2191	655	537	344	0	187	41	131	64	12	8	9	7	0	0	6	0	0	0
05-feb-15	Chepiquilla	Celulosa	88408	61	1660	817	403	905	0	80	20	121	47	9	7	15	2	1	0	3	14	6	15
04-mar-15	Chepiquilla	Celulosa	88309	79	2242	870	734	775	0	155	22	159	64	16	8	17	2	2	0	5	0	0	0
Promedio					3892	1188	1140	1008	410	284	212	199	138	79	33	17	15	14	11	9	3	2	2
%					45,0	13,7	13,2	11,6	4,7	3,3	2,5	2,3	1,6	0,9	0,4	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
Coef. Correl.					0,58	0,31	0,75	-0,47	0,59	0,56	0,59	0,74	0,51	0,58	0,25	0,05	0,41	0,72	-0,18	0,35	-0,39	-0,40	-0,28

Caracterización Química de Filtros de PM10

Elementos Químicos presentes en el MP10



Conclusiones y Recomendaciones

Con respecto a la evaluación de las estaciones de monitoreo

- La estaciones Urmeneta, Chepiquilla y Hospital (MMA) cumplen con las exigencias planteadas por la normativa vigente en todos sus aspectos; emplazamiento, infraestructura, orden y aseo interno, documentación, registros, operación, mantenimiento, idoneidad del personal técnico.

Recomendaciones

- Agregar inventario de los bienes y equipos existentes en la estación y calendario de mantención. (Urmeneta y Chepiquilla)
- Mayor rigurosidad en el llenado de la bitácora de monitoreo y en registro de parámetros operacionales. (Urmeneta y Chepiquilla)

Conclusiones y Recomendaciones

Con respecto a la evaluación de las estaciones de monitoreo

Recomendaciones

- Mejorar el orden de los cables de señales de los sensores que podrían dañarse por acción de un agente externo. También la instalación de un sistema de respaldo UPS y extintor. (Hospital MMA)
- Existe un socavón importante dentro del perímetro, en el costado sur de la caseta, lo cual presenta un riesgo potencial para el operador y las instalaciones. (Hospital MMA)

Conclusiones y Recomendaciones

Con respecto a la evaluación de las estaciones de monitoreo

- La estación Hospital no cumple con las exigencias planteadas por la normativa vigente en algunos aspectos; que aluden a su instalación, (empalme eléctrico deficiente, instalación de sensores) operación, (personal no es el indicado, no tiene las competencias técnicas) mantenimiento, documentación (falta de parámetros operacionales, ficha de mantención, calendario de mantención).

Recomendaciones

- Obtener un empalme eléctrico independiente, sistema de respaldo UPS, mejoras en el sistema de cableado. Mejorar el estándar de instalación de la estación meteorológica, en especial el mástil meteorológico, que se encontraba visiblemente desaplomado.
- Disponer de personal con las competencias técnicas necesarias para realizar las labores de operación y mantención de la estación.

Conclusiones y Recomendaciones

Con respecto a la evaluación de las estaciones de monitoreo

- La estación “El Sauce” no cumple con las exigencias de la normativa vigente prácticamente en ningún aspecto. Presenta múltiples no conformidades según lo planteado en el DS61/2008 (artículos 11ab, 12ab, 13, 15abc), que aluden a su ubicación, (emplazamiento encajonado) operación, mantenimiento, documentación y orden interno.
- Lo de mayor relevancia se relaciona con el equipo marca MetOne modelo E-BAM, que no cumple con estándares US EPA o símil de la comunidad Europea.
- El empalme de alimentación eléctrica no es independiente y presenta serias deficiencias en cuanto a sus condiciones de instalación.
- No se cuenta con personal idóneo para las labores de operación y mantención.

Conclusiones y Recomendaciones

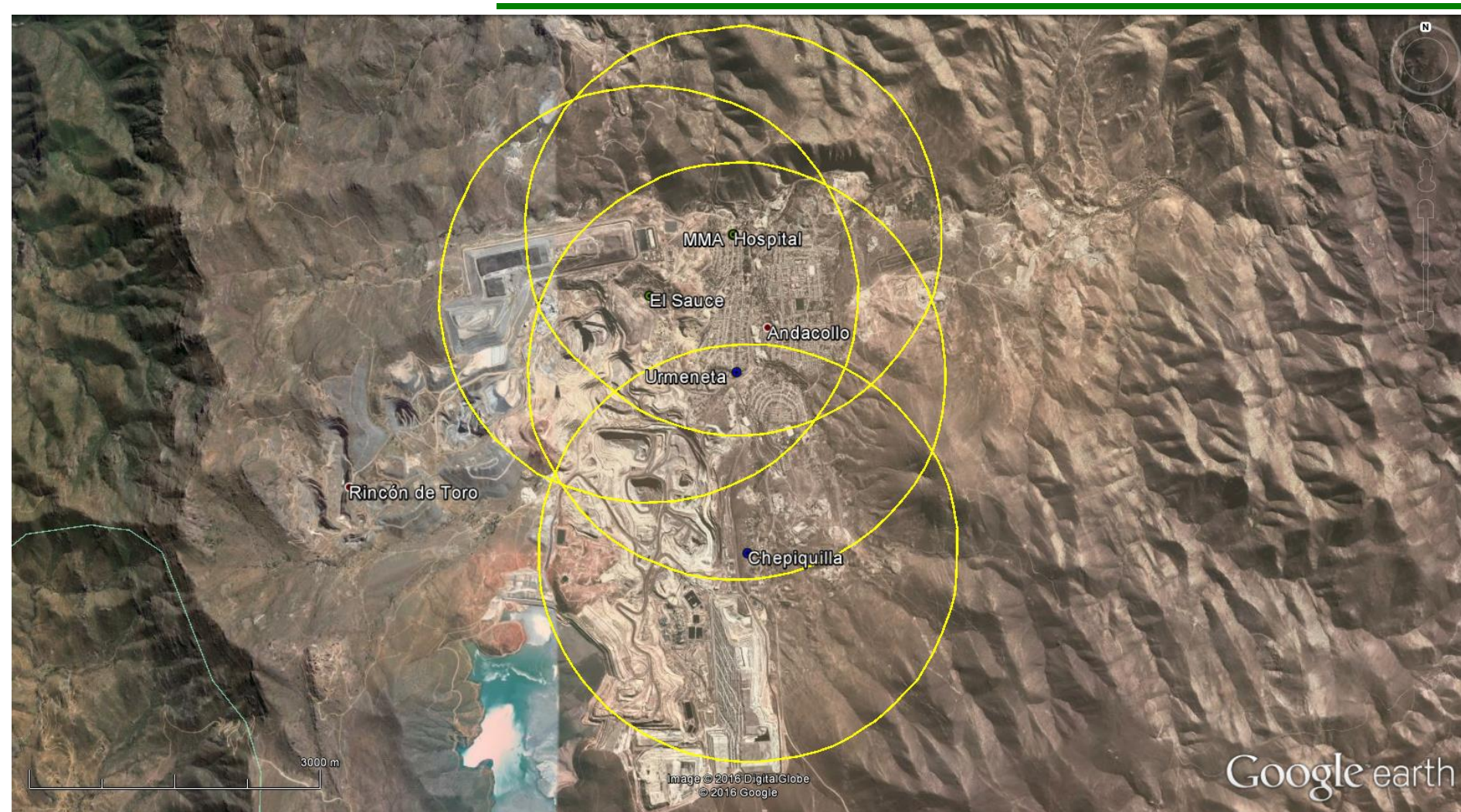
Con respecto a la evaluación de las estaciones de monitoreo

Recomendaciones

- Instalación de un equipo que cumpla con los estándares de la US EPA o un símil de la comunidad europea.
- Reevaluar la ubicación de la estación, para lograr una mayor representatividad.
- Implementar un empalme eléctrico independiente para la estación de monitoreo, instalar un sistema de respaldo UPS. Disponer de personal con las competencias necesarias.
- Establecer mejoras en el sistema de cableado interno entre los equipos de medición y el adquirente de datos.
- Mejorar el estándar de instalación de la estación meteorológica, en especial el mástil del sensor de viento.

Conclusiones y Recomendaciones

Con respecto al emplazamiento y ubicación de las estaciones



Conclusiones y Recomendaciones

Con respecto al emplazamiento y ubicación de las estaciones



Conclusiones y Recomendaciones

Con respecto a los parámetros monitoreados

- El análisis químico realizado a los filtros escogidos de las estaciones Urmeneta y Chepiquilla, arrojó que las sustancias con mayor presencia en los filtros son las que actualmente se monitorean mediante caracterización química.

Recomendaciones

- Se realiza caracterización química a dos filtros por mes. Sería conveniente aumentar la cantidad de análisis para tener una mayor representatividad.
- Cuando se realiza caracterización química por Sílice, no se recomienda utilizar filtros de cuarzo, que si bien son los adecuados para la mayoría de las sustancias, no son beneficiosos para el análisis de Sílice, ya que el mismo material del cual esta fabricado el filtro, puede alterar la muestra.
- Una alternativa es utilizar filtros de celulosa para el análisis de Sílice y filtros de cuarzo para todas las otras sustancias. Utilizando los mismo 2 Hi-vol que su ocupan actualmente.

Recomendaciones Generales

- Con respecto al tipo de equipos utilizados, lo ideal sería que todas las estaciones de monitoreo tuvieran equipos de similares características para la medición de PM10. Equipos con los mismo principios de operación.
- Es de mayor utilidad medir Material Particulado con equipos de medición continuos, ya que es posible conocer la distribución de la contaminación como ciclo horario, y relacionarla con las distintas variables meteorológicas a lo largo del día.
- Los equipos discretos de PM10 (alto volumen) se recomienda seguir utilizándolos para la caracterización química de los filtros y como comparador de los equipos continuos.
- Se recomienda también monitorear PM2,5, ya que es un contaminante normado. Utilizar preferentemente equipos continuos

Recomendaciones Generales

- Con respecto a las mineras cercanas al poblado de Andacollo, es muy recomendable que apliquen medidas de mitigación conociendo el ciclo horario de concentraciones de PM10 y la dirección del viento como variables fundamentales, además de considerar la importancia que tiene la altura de la capa de mezcla en la concentración de contaminantes.

Gracias por su Atención !!

