



MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

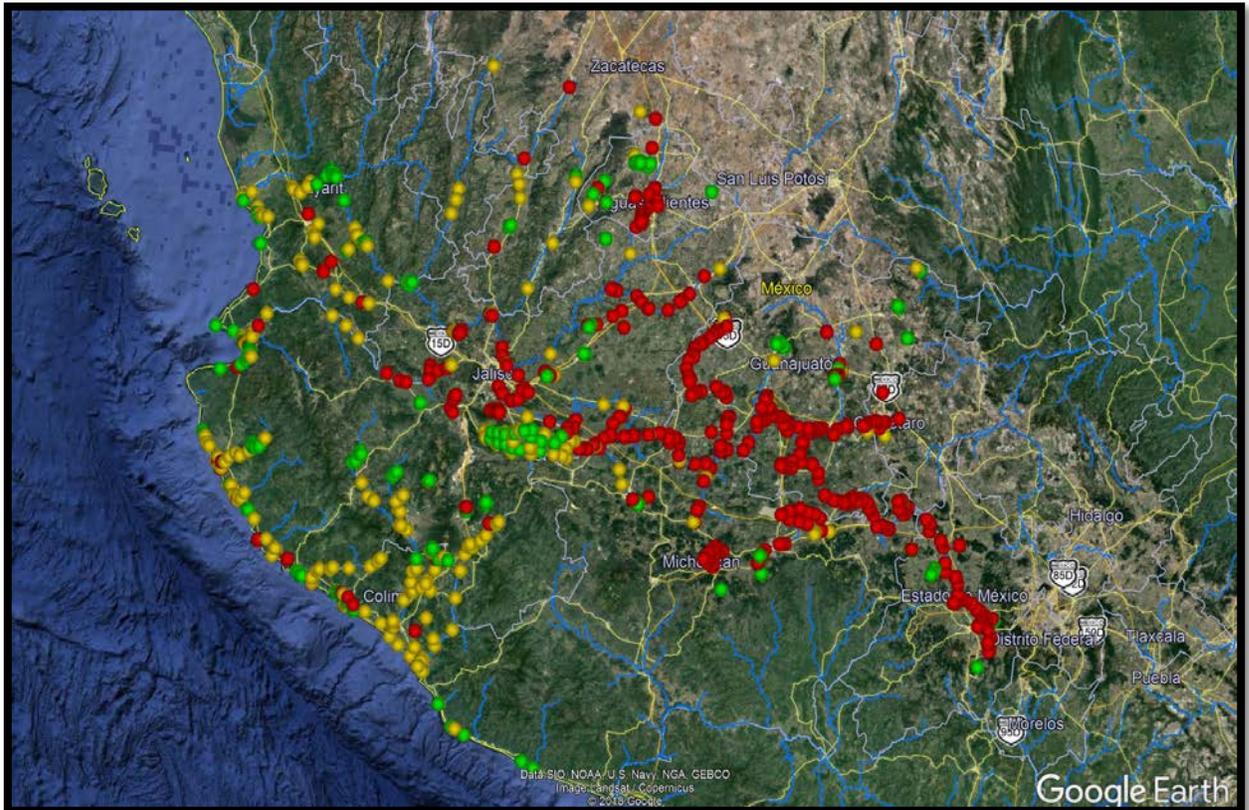


CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

Subdirección General Técnica
Gerencia de Calidad del Agua

Diagnóstico de calidad del agua de la Región Hidrológica Lerma Santiago Pacífico

Resultados de la Red Nacional de Medición de la Calidad del Agua



Contenido

	<i>Pág.</i>
<i>Antecedentes</i>	3
<i>Calidad del agua de la Región Hidrológica Lerma Santiago Pacífico</i>	3
<i>Calidad del Agua del lago de Chapala</i>	4
<i>Calidad del Agua en el río Santiago (Parte alta)</i>	10
<i>Calidad del Agua en el río Santiago (Parte baja)</i>	20
<i>Calidad del Agua en el río La Laja</i>	25
<i>Calidad del Agua en el río Lerma (en Salamanca)</i>	30
<i>Calidad del Agua en el río Lerma (Parte alta)</i>	33
<i>Calidad del Agua en el río Turbio</i>	39
<i>Metales y cianuros</i>	50
<i>Conclusiones</i>	53
<i>Metodología</i>	58
<i>Bibliografía</i>	61
<i>Anexo 1. Indicadores de calidad del agua</i>	62
<i>Anexo 2. Metales y cianuros</i>	63

Antecedentes

La Red Nacional de Medición de la Calidad del Agua² (RNMCA), en el periodo 2012-2018, determinó la calidad del agua de 840 sitios en la Región Hidrológica Lerma Santiago Pacífico, incluyendo 21 sitios en el río La Laja, 44 sitios en el río Turbio, 72 sitios en el río Santiago (parte alta), 39 sitios en el río Santiago (parte baja), 9 sitios en el río Lerma (en Salamanca), y 35 sitios en el lago de Chapala.

Para el diagnóstico se utilizaron los Indicadores de la calidad del agua superficial³, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos Suspendidos Totales (SST), Coliformes Fecales (CF), *Escherichia coli* (E_COLI), Enterococos Fecales (ENTEROC), Toxicidad (TOX), y Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto (%OD). Para el lago de Chapala, se utilizaron los indicadores DBO y DQO solubles. Se analizaron también: arsénico, cadmio, cianuros, cromo, cobre, mercurio, níquel, plomo y zinc, así como compuestos tóxicos orgánicos.

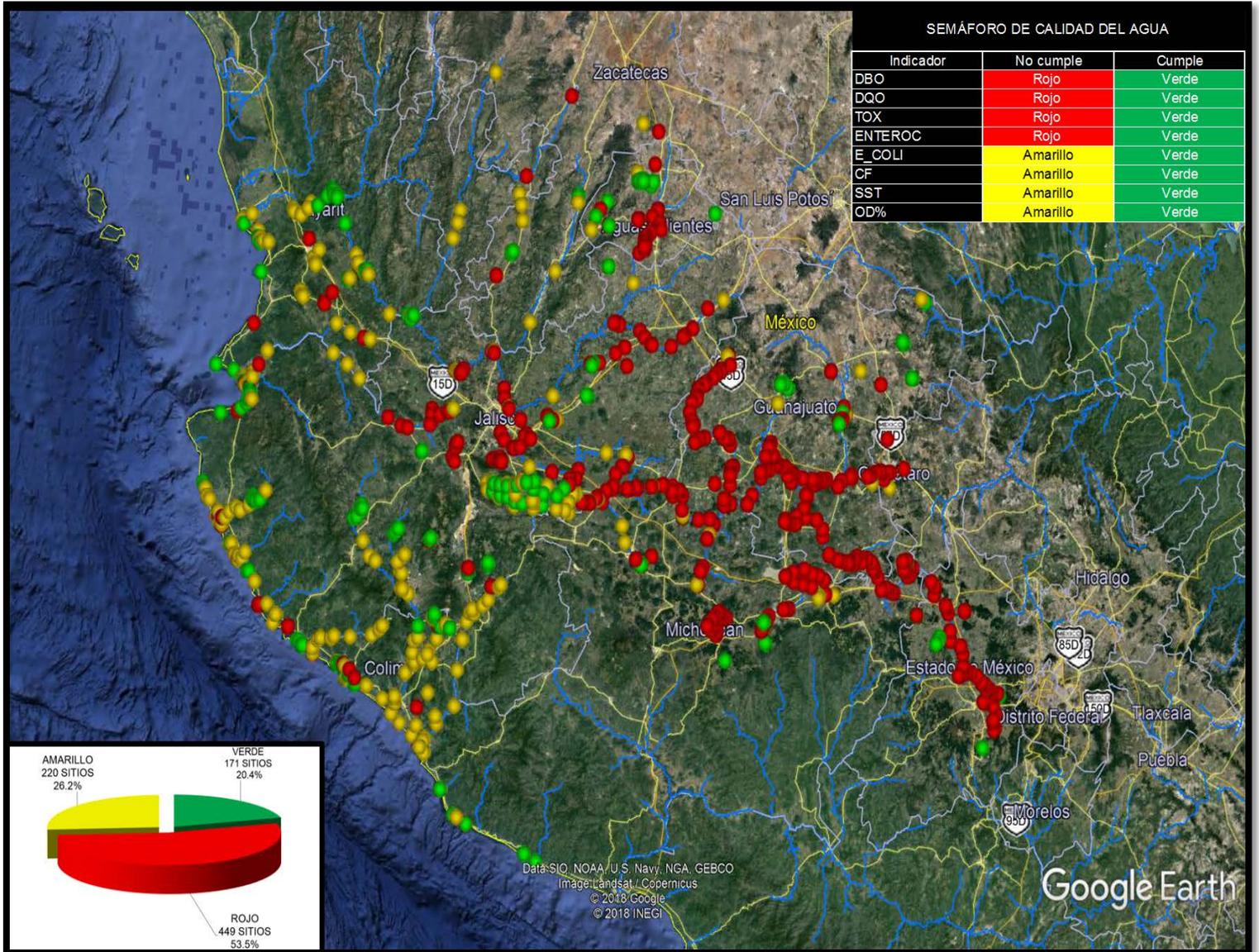
Para las descargas de aguas residuales se revisó el cumplimiento de la NOM-001¹³.

Calidad del agua de la Región Hidrológica Lerma Santiago Pacífico

De los 840 sitios en la Región Hidrológica Lerma Santiago Pacífico, se encontró que:

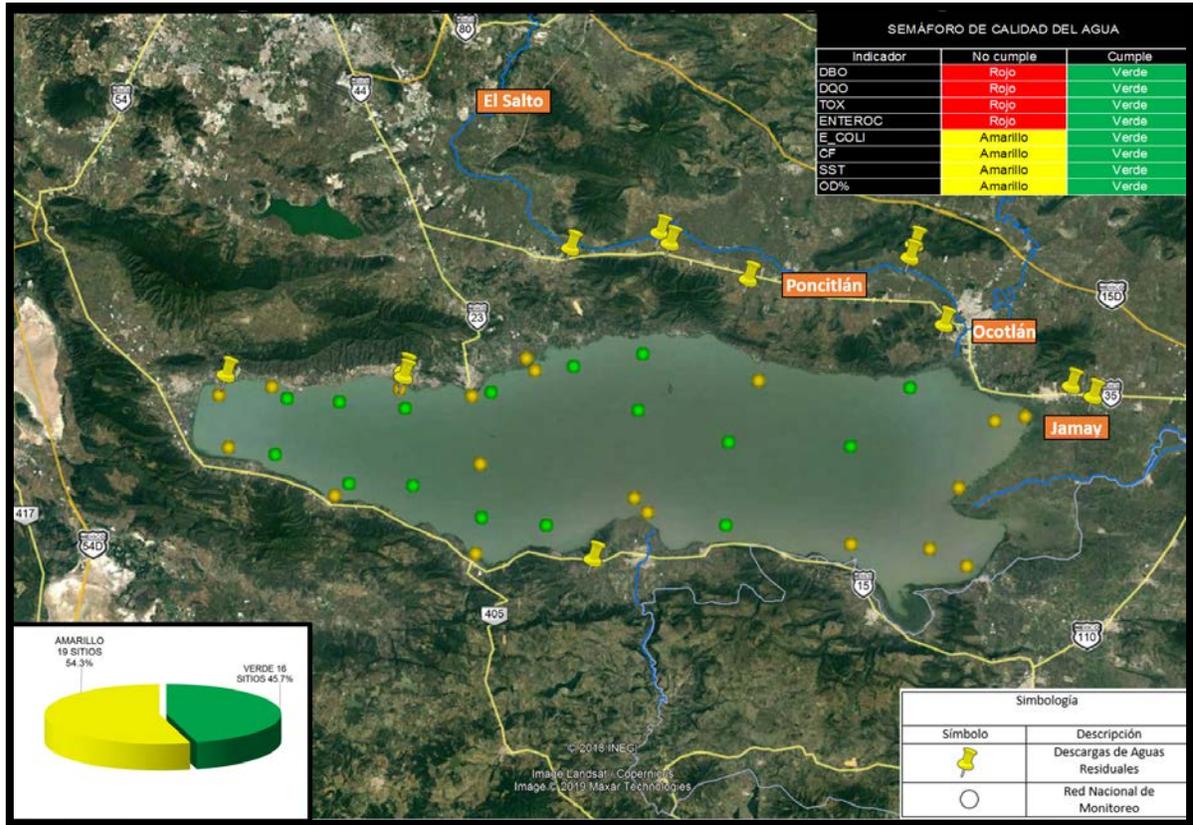
- 220 sitios, correspondientes al 26.2% del total, mostrados en el mapa 1 en color amarillo, no cumplen con la calidad microbiológica, medida con los indicadores: *Escherichia coli*, coliformes fecales o la calidad del agua está alterada por sólidos suspendidos totales y/o porcentaje de saturación de oxígeno disuelto.
- 449 sitios, es decir el 53.5% de los sitios (en rojo), no cumplen con DBO₅, DQO, toxicidad y/o enterococos (sitios costeros);
- 171 sitios, 20.4%, (verde), cumplen con todos los Indicadores, mapa 1.

Mapa 1. Calidad del agua superficial, en la RH Lerma Santiago Pacífico



Calidad del Agua del lago de Chapala

De los 35 sitios medidos en el lago de Chapala, 19 sitios (54.3%) (Amarillo), presentaron contaminación microbiológica por coliformes fecales, y 16 sitios (45.7%) (Verde), cumplen con todos los Indicadores, mapa 2.



Mapa 2. Calidad del agua en el lago de Chapala y Descargas de aguas residuales

Los sitios de medición, contaminantes y nivel de contaminación se muestran a continuación en las siguientes tablas:

Tabla 1. Sitio de medición de la RNM en el lago de Chapala y contaminantes presentes

CLAVE	SITIO	CUENCA	CUERPO DE AGUA	LONGITUD	LATITUD	CONTAMINANTES
OCLSP3783M1	ESTACION LITORAL F	RIO LERMA 7	LAGO DE CHAPALA	-103.35498	20.28649	CF,
OCLSP3784	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 01	RIO LERMA 7	LAGO DE CHAPALA	-103.39902	20.27906	CF,
OCLSP3786	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 08	RIO LERMA 7	LAGO DE CHAPALA	-103.34204	20.27767	
OCLSP3787M1	ESTACION LITORAL G	RIO LERMA 7	LAGO DE CHAPALA	-103.24847	20.28698	CF,
OCLSP3788	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 07	RIO LERMA 7	LAGO DE CHAPALA	-103.29833	20.27583	
OCLSP3790	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 06	RIO LERMA 7	LAGO DE CHAPALA	-103.24358	20.27220	
OCLSP3791M1	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 05	RIO LERMA 7	LAGO DE CHAPALA	-103.23559	20.21178	

CLAVE	SITIO	CUENCA	CUERPO DE AGUA	LONGITUD	LATITUD	CONTAMINANTES
OCLSP3793MI	ESTACION LITORAL H	RIO LERMA 7	LAGO DE CHAPALA	-103.18832	20.28306	CF,
OCLSP3794MI	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 10	RIO LERMA 7	LAGO DE CHAPALA	-103.17236	20.28607	
OCLSP3795MI	LAGO DE CHAPALA, LITORAL I	RIO LERMA 7	LAGO DE CHAPALA	-103.13623	20.30388	CF,
OCLSP3796MI	ACUEDUCTO CHAPALA GUADALAJARA	RIO LERMA 7	LAGO DE CHAPALA	-103.14373	20.31339	CF,
OCLSP3797MI	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 17	RIO LERMA 7	LAGO DE CHAPALA	-103.10422	20.30790	
OCLSP3798MI	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 16	RIO LERMA 7	LAGO DE CHAPALA	-103.04676	20.31895	
OCLSP3800	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 20	RIO LERMA 7	LAGO DE CHAPALA	-102.95000	20.30000	CF,
OCLSP3801MI	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 21	RIO LERMA 7	LAGO DE CHAPALA	-102.97385	20.25137	
OCLSP3802	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 28	RIO LERMA 7	LAGO DE CHAPALA	-102.87219	20.25016	
OCLSP3803MI	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 22	RIO LERMA 7	LAGO DE CHAPALA	-102.97456	20.18656	
OCLSP3804MI	ESTACION LITORAL B	RIO LERMA 7	LAGO DE CHAPALA	-102.77320	20.15860	CF,
OCLSP3806MI	LAGO DE CHAPALA ESTACION LACUSTRE 24	RIO LERMA 7	LAGO DE CHAPALA	-102.80433	20.17141	CF,
OCLSP3807MI	LAGO DE CHAPALA ESTACION LACUSTRE 25	RIO LERMA 7	LAGO DE CHAPALA	-102.78117	20.21980	CF,
OCLSP3834MI	ESTACION LITORAL A	RIO LERMA 7	LAGO DE CHAPALA	-102.72720	20.27663	CF,
OCLSP3835MI	LAGO DE CHAPALA ESTACION LACUSTRE 26	RIO LERMA 7	LAGO DE CHAPALA	-102.75230	20.27235	CF,
OCLSP3836MI	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 27	RIO LERMA 7	LAGO DE CHAPALA	-102.82366	20.29715	
OCLSP3843MI	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 11	RIO LERMA 7	LAGO DE CHAPALA	-103.18000	20.23000	CF,
OCLSP3844MI	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 12	RIO LERMA 7	LAGO DE CHAPALA	-103.17791	20.18809	
OCLSP3845MI	ESTACION LITORAL C	RIO LERMA 7	LAGO DE CHAPALA	-103.03994	20.19529	CF,
OCLSP3846	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 13	RIO LERMA 7	LAGO DE CHAPALA	-103.12389	20.18333	
OCLSP3847MI	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 23	RIO LERMA 7	LAGO DE CHAPALA	-102.87010	20.17390	CF,
OCLSP3848MI	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 14	RIO LERMA 7	LAGO DE CHAPALA	-103.05122	20.20630	CF,
OCLSP3849MI	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 15	RIO LERMA 7	LAGO DE CHAPALA	-103.04955	20.27480	
OCLSP3851MI	ESTACION LITORAL D	RIO LERMA 7	LAGO DE CHAPALA	-103.18211	20.16016	CF,
OCLSP3852MI	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 04	RIO LERMA 7	LAGO DE CHAPALA	-103.28883	20.21223	
OCLSP3853MI	ESTACION LITORAL E	RIO LERMA 7	LAGO DE CHAPALA	-103.30051	20.20264	CF,
OCLSP3854MI	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 03	RIO LERMA 7	LAGO DE CHAPALA	-103.35093	20.23351	
OCLSP3855MI	LAGO DE CHAPALA, ESTACION LACUSTRE 02	RIO LERMA 7	LAGO DE CHAPALA	-103.38992	20.23835	CF,

Tabla 2. Nivel de contaminación en el lago de Chapala

CLAVE	DBO_mg/L	CALIDAD_DBO	DQO_mg/L	CALIDAD_DQO	SST_mg/L	CALIDAD_SST	COLI_FEC NMP_100mL	CALIDAD_COLI_FEC
OCLSP3783MI	1	Excelente	15	Buena calidad	25.5	Buena calidad	2380	Contaminada
OCLSP3784	1	Excelente	10.4	Buena calidad	29.4	Buena calidad	3564	Contaminada
OCLSP3786	1	Excelente	10.1	Buena calidad	27	Buena calidad	918	Aceptable
OCLSP3787MI	1	Excelente	8.8	Excelente	24.8	Excelente	2501	Contaminada
OCLSP3788	1	Excelente	5.0	Excelente	19.8	Excelente	414	Aceptable
OCLSP3790	1	Excelente	5.0	Excelente	22	Excelente	687	Aceptable
OCLSP3791MI	1	Excelente	10.5	Buena calidad	30	Buena calidad	629	Aceptable
OCLSP3793MI	1	Excelente	7.9	Excelente	32.3	Buena calidad	2702	Contaminada
OCLSP3794MI	1	Excelente	10.2	Buena calidad	39.7	Buena calidad	351	Aceptable
OCLSP3795MI	1	Excelente	5.0	Excelente	26.4	Buena calidad	1663	Contaminada
OCLSP3796MI	1	Excelente	13.0	Buena calidad	48.5	Buena calidad	3391	Contaminada
OCLSP3797MI	1	Excelente	17.5	Buena calidad	28	Buena calidad	457	Aceptable
OCLSP3798MI	1.9	Excelente	5.0	Excelente	32.2	Buena calidad	104	Buena calidad
OCLSP3800	1	Excelente	17.3	Buena calidad	44	Buena calidad	1569	Contaminada
OCLSP3801MI	1	Excelente	5.0	Excelente	29.9	Buena calidad	698	Aceptable

CLAVE	DBO_mg/L	CALIDAD_DBO	DQO_mg/L	CALIDAD_DQO	SST_mg/L	CALIDAD_SST	COLI_FEC_NMP_100mL	CALIDAD_COLI_FEC
OCLSP3802	1	Excelente	14.1	Buena calidad	19.9	Excelente	732	Aceptable
OCLSP3803M1	1	Excelente	10.7	Buena calidad	25	Excelente	457	Aceptable
OCLSP3804M1	1	Excelente	13.7	Buena calidad	59	Buena calidad	3978	Contaminada
OCLSP3806M1	1	Excelente	8.4	Excelente	59.3	Buena calidad	4044	Contaminada
OCLSP3807M1	1	Excelente	17.0	Buena calidad	91.5	Aceptable	6524	Contaminada
OCLSP3834M1	1	Excelente	35.4	Aceptable	126	Aceptable	15531	Fuertemente contaminada
OCLSP3835M1	1	Excelente	15.5	Buena calidad	67.2	Buena calidad	16623	Fuertemente contaminada
OCLSP3836M1	1	Excelente	5.0	Excelente	44.4	Buena calidad	996	Aceptable
OCLSP3843M1	1	Excelente	14.3	Buena calidad	34.2	Buena calidad	1984	Contaminada
OCLSP3844M1	1	Excelente	12.7	Buena calidad	28.6	Buena calidad	538	Aceptable
OCLSP3845M1	1	Excelente	7.9	Excelente	38.4	Buena calidad	3027	Contaminada
OCLSP3846	1	Excelente	5.0	Excelente	35	Buena calidad	864	Aceptable
OCLSP3847M1	1	Excelente	10.9	Buena calidad	41.5	Buena calidad	9682	Contaminada
OCLSP3848M1	1	Excelente	5.0	Excelente	37.8	Buena calidad	1083	Contaminada
OCLSP3849M1	1	Excelente	5.0	Excelente	28.7	Buena calidad	369	Aceptable
OCLSP3851M1	1	Excelente	8.0	Excelente	28	Buena calidad	1816	Contaminada
OCLSP3852M1	1	Excelente	12.4	Buena calidad	29	Buena calidad	111	Buena calidad
OCLSP3853M1	1	Excelente	9.2	Excelente	30.8	Buena calidad	3255	Contaminada
OCLSP3854M1	1	Excelente	5.0	Excelente	29	Buena calidad	275	Aceptable
OCLSP3855M1	1	Excelente	10.03	Buena calidad	28.8	Buena calidad	5389	Contaminada

Tabla 2. Nivel de contaminación en el lago de Chapala (continuación)

CLAVE	E_COLI_NMP_100mL	CALIDAD_E_COLI	OD_PORC_SUP	CALIDAD_OD_PORC_SUP	OD_PORC_MED	CALIDAD_OD_PORC_MED	OD_PORC_FON	CALIDAD_OD_PORC_FON
OCLSP3783M1	20.5	Excelente	92.65	Excelente	89	Excelente	89.4	Excelente
OCLSP3784	1.5	Excelente	98.5	Excelente	93.4	Excelente	90.4	Excelente
OCLSP3786	9	Excelente	91.3	Excelente	87.5	Excelente	85.5	Excelente
OCLSP3787M1	15	Excelente	99.8	Excelente	87.8	Excelente	90.0	Excelente
OCLSP3788	1.5	Excelente	96.5	Excelente	90.2	Excelente	93.9	Excelente
OCLSP3790	1.5	Excelente	105.65	Excelente	97.5	Excelente	97.5	Excelente
OCLSP3791M1	1.5	Excelente	95.3	Excelente	84.7	Excelente	68.5	Buena calidad
OCLSP3793M1	95.5	Excelente	102.35	Excelente	78.4	Excelente	63.2	Buena calidad
OCLSP3794M1	1.5	Excelente	101.4	Excelente	94.6	Excelente	83.7	Excelente
OCLSP3795M1	1.5	Excelente	103.6	Excelente	101	Excelente	98.9	Excelente
OCLSP3796M1	20	Excelente	90.8	Excelente	81.2	Excelente	73	Excelente
OCLSP3797M1	1.5	Excelente	103.85	Excelente	96.1	Excelente	88.9	Excelente
OCLSP3798M1	1.5	Excelente	119.9	Buena calidad	97	Excelente	94	Excelente
OCLSP3800	2.75	Excelente	110.15	Buena calidad	98.3	Excelente	94.2	Excelente
OCLSP3801M1	1.5	Excelente	103.55	Excelente	94.5	Excelente	92.3	Excelente
OCLSP3802	1.5	Excelente	105.3	Excelente	94	Excelente	90.8	Excelente
OCLSP3803M1	1.5	Excelente	90.1	Excelente	88.5	Excelente	74.7	Excelente
OCLSP3804M1	10	Excelente	87.665	Excelente	82.5	Excelente	69.7	Buena calidad
OCLSP3806M1	1.5	Excelente	89.15	Excelente	77.4	Excelente	78.3	Excelente
OCLSP3807M1	36	Excelente	88.9	Excelente	66.3	Buena calidad	70.6	Excelente
OCLSP3834M1	110	Excelente	90	Excelente	74	Excelente	79.8	Excelente
OCLSP3835M1	5.75	Excelente	97.9	Excelente	74.4	Excelente	78	Excelente
OCLSP3836M1	1.5	Excelente	98.8	Excelente	89.8	Excelente	88.9	Excelente
OCLSP3843M1	1.5	Excelente	97.1	Excelente	92.3	Excelente	85.1	Excelente
OCLSP3844M1	2.25	Excelente	91.35	Excelente	89.4	Excelente	86.5	Excelente
OCLSP3845M1	20	Excelente	93.1	Excelente	86.3	Excelente	83	Excelente
OCLSP3846	1.5	Excelente	89.65	Excelente	82.3	Excelente	80.6	Excelente
OCLSP3847M1	1.5	Excelente	94.8	Excelente	86.6	Excelente	76.1	Excelente
OCLSP3848M1	8.5	Excelente	86.95	Excelente	76	Excelente	74.5	Excelente
OCLSP3849M1	1.5	Excelente	106.05	Excelente	86.1	Excelente	95.6	Excelente
OCLSP3851M1	5.75	Excelente	98.1	Excelente	87	Excelente	96.2	Excelente
OCLSP3852M1	1.5	Excelente	90.3	Excelente	79.5	Excelente	77.8	Excelente
OCLSP3853M1	10	Excelente	99.6	Excelente	96.5	Excelente	92.1	Excelente
OCLSP3854M1	1.5	Excelente	92.3	Excelente	85.1	Excelente	84.9	Excelente
OCLSP3855M1	5.75	Excelente	97.65	Excelente	92.5	Excelente	94.4	Excelente

Tabla 2. Nivel de contaminación en el lago de Chapala (continuación)

CLAVE	TOX_D_48_S_UP_UT	CALIDAD_TOX_D_48_SU_P	TOX_D_48_FON_UT	CALIDAD_TOX_D_48_FON	TOX_FIS_SUP_15_UT	CALIDAD_TOX_FIS_SUP_15	TOX_FIS_FON_15_UT	CALIDAD_TOX_FIS_FON_15
OCLSP3783M1	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	1.94	Toxicidad moderada	2.01	Toxicidad moderada
OCLSP3784	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico
OCLSP3786	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico
OCLSP3787M1	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico
OCLSP3788	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico

CLAVE	TOX_D_48_S UP_UT	CALIDAD TOX_D_48_SU P	TOX_D_48 _FON_UT	CALIDAD_TOX_D_ 48_FON	TOX_FIS _SUP_15_ UT	CALIDAD_TOX _FIS_SUP_15	TOX_FIS _FON_15 _UT	CALIDAD_TOX _FIS_FON_15
OCLSP3790	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	1.58	Toxicidad moderada	0.5	No Tóxico
OCLSP3791M1	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	1.90	Toxicidad moderada	0.5	No Tóxico
OCLSP3793M1	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico
OCLSP3794M1	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	2	Toxicidad moderada	0.5	No Tóxico
OCLSP3795M1	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico
OCLSP3796M1	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico
OCLSP3797M1	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	1.57	Toxicidad moderada	0.5	No Tóxico
OCLSP3798M1	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico
OCLSP3800	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico
OCLSP3801M1	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	1.8	Toxicidad moderada	0.5	No Tóxico
OCLSP3802	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	1.41	Toxicidad moderada	0.5	No Tóxico
OCLSP3803M1	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico
OCLSP3804M1	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico
OCLSP3806M1	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	2.06	Toxicidad moderada	0.5	No Tóxico
OCLSP3807M1	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico
OCLSP3834M1	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico
OCLSP3835M1	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico
OCLSP3836M1	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico
OCLSP3843M1	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico
OCLSP3844M1	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico
OCLSP3845M1	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico
OCLSP3846	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico
OCLSP3847M1	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico
OCLSP3848M1	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico
OCLSP3849M1	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico
OCLSP3851M1	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico
OCLSP3852M1	0.5	No Tóxico	1.34	Toxicidad moderada	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico
OCLSP3853M1	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico
OCLSP3854M1	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico
OCLSP3855M1	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico	0.5	No Tóxico

En el caso de los metales, la RNMCA mide seis en el lago de Chapala. El resultado de la evaluación con respecto a los criterios de calidad del agua, para el uso de fuente de abastecimiento de agua potable (CCA-FAAP), muestran lo siguiente: cinco (cadmio total, cromo total, mercurio total, níquel total y plomo total) de los seis metales evaluados rebasan los CCA. Por otra parte, en 27 de los 34 sitios, uno o dos de los cinco metales rebasan el criterio. El cadmio total rebasa el CCA (0.01 mg/L) 0.91 veces, solo en el sitio OCLSP3793M1, y solo en el muestreo realizado en abril de 2012. El cromo total rebasa el CCA (0.05 mg/L) en los sitios OCLSP3807M1 y OCLSP3846, 0.35 y 0.9 veces, en los muestreos realizados en octubre de 2018 y noviembre de 2012, respectivamente. El plomo total rebasa el CCA (0.05 mg/L) 1.87 veces, en el sitio OCLSP3796M1, en el muestreo realizado en agosto de 2018. El mercurio total rebasa el CCA (0.001 mg/L) entre 0.1 y 2.5 veces, en 11 sitios. En cuatro sitios se rebasa en uno de sus muestreos; y en los otros siete sitios se rebasa en dos de los muestreos hechos en cada uno de ellos. El níquel total rebasa el CCA (0.01 mg/L) entre 0.02 a 4.14 veces, en 19 sitios. Específicamente en 11 sitios se rebasa el criterio en uno de los muestreos; en cuatro sitios se rebasa en dos muestreos; en tres sitios se rebasa en tres muestreos; y en el sitio OCLSP3804M1, se rebasa en cuatros de los muestreos. Al considerar el grado en que se rebasan los CCA y la frecuencia con que lo hacen, se tiene que el níquel total y mercurio total son los metales que rebasan los CCA en un mayor número

de sitios, 19 y 11, respectivamente, los cuales representan el 55.9 % y 32.4 % de los 34 sitios monitoreados en el lago.

Por otra parte, para ambos metales no resulta significativa la frecuencia (7.1 %) con la que se rebasan los CCA. Ahora bien, el grado en que se excede el criterio para el mercurio total es menor a 0.5 veces, para el 53.3 % de los resultados; de la misma forma, para níquel total, el mismo grado de 0.5 veces en que se excede el criterio se tiene para el 43.8% de los resultados. Por último, se observa que los 11 sitios que rebasan el criterio para mercurio total se ubican del centro al oeste del lago, mientras que para el níquel total los 19 sitios en los que se rebasa el criterio están distribuidos en todo el lago.

En cuanto al diagnóstico para metales con respecto a los criterios de calidad del agua (CCA), se observa que el lago presenta altos niveles para algunos de los metales medidos por la Red Nacional de Medición de la Calidad del Agua, principalmente de níquel total, arsénico total y mercurio total, los cuales han rebasado, en uno o dos de los muestreos realizados, los valores límites establecidos por dicha normatividad.

La frecuencia con que el níquel total, arsénico total y mercurio total rebasan los CCA, es menor al 10% en la mayoría de los sitios; así mismo, la mayoría de los resultados que rebasan los CCA, lo hacen en menos de 0.5 veces el valor de éstos.

Los valores de la frecuencia y grado en que se rebasan los CCA para dichos metales, en el lago de Chapala, se consideran bajos, por lo que esta condición no permite determinar que el agua del lago este afectando la salud de la población que la utiliza como fuente de abastecimiento.

Descargas de aguas residuales en el lago de Chapala

En 2019, la Comisión Nacional del Agua elaboró el diagnóstico de calidad del agua en el lago de Chapala⁴, con los siguientes resultados:

La calidad del agua de las descargas de aguas residuales consideró la información registrada en el Sistema de Recepción de Análisis de Laboratorio (SIRALAB). A la fecha, el SIRALAB cuenta con información de calidad del agua, para el periodo 2017-2019, de 20 descargas de aguas residuales ubicadas en los municipios colindantes con el lago de Chapala, pero sólo siete de ellas pueden estar afectando la calidad del agua del lago (ver tabla 3).

Tabla 3. Descargas de aguas residuales registradas en el SIRALAB.

DESCARGA, RFC	CLIENTE	TÍTULO	LONGITUD	LATITUD	MUNICIPIO	LOCALIDAD
ACG9608308Y9	AQUADIVERSION ES CORRAL GRANDE S.A. DE C.V.	08JAL136613/12EMOC10	-102.68778	20.30194	Jamay	Jamay
BAR011108CC6	BARCEL SA DE CV	08JAL155592/12FMOC14	-102.66947	20.29383	Jamay	Jamay
CAM020227M88	CONSTRUCCIONE S Y ACABADOS MOHUSA, S.A. DE C.V.	08JAL133865/12EMOC09	-103.39222	20.29583	Jocotepec	Chantepec (El Chante)
FIDL5405117F4	JOSE LUIS	4JAL101091/12EOGE95	-103.08333	20.15861	Tizapán el Alto	El Agua Caliente
MOIR391021NR0	RODOLFO	08MCH110269/12DMGE99	-102.55	20.26389	Briseñas	Briseñas de Matamoros
NWM9709244W4	NUEVA WAL- MART DE MEXICO, S. DE R.L. DE C.V.	08JAL155545/12EROC14	-103.24419	20.29761	Chapala	San Antonio Tlayacapan
SMA940323NY0	SISTEMA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLAD O DE CHAPALA	Sin Título 208	-103.24417	20.30222	Chapala	Ajijic

La evaluación de la calidad de las descargas supone que estas vierten sus aguas al lago de Chapala. Ahora bien, el lago está clasificado, en la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua, como cuerpo receptor tipo “C” (uso Público Urbano), por lo que los resultados registrados por el SIRALAB se evaluaron con respecto a los límites máximos permisibles (LMP), establecidos en la NOM-001, para embalses naturales para dicho uso.

Los resultados muestran que solo las descargas de Barcel y municipal de Chapala rebasan los LMP para nitrógeno total, fósforo total, coliformes fecales, sólidos suspendidos totales, plomo total y mercurio total (ver tabla 4).

En la descarga de Barcel, S.A. de C.V., para el nitrógeno total el 5.9% de los resultados rebasan el LMP (15 mg/L), con valores entre 16 mg/L y 49 mg/L; en el caso del fósforo total rebasan el LMP (5 mg/L) el 7.6 % de los resultados, con valores entre 7.8 mg/L y 105.2 mg/L; y para coliformes fecales rebasan el LMP (1,000 NMP/100 mL) el 4.1 % de los resultados, con valores entre 1,500 y 24,000 NMP/100 mL.

Para la descarga municipal de Chapala, el nitrógeno total solo el 7.5% de los resultados rebasan el LMP (15 mg/L), con valores entre 17.9 mg/L y 19.1 mg/L; mientras que para el fósforo total el 12.5% de los resultados rebasan el LMP (5 mg/L), con valores entre 5.1 mg/L y 7.9 mg/L; para los coliformes fecales rebasan el LMP (1,000 NMP/100 mL) sólo dos resultados (0.93 %); para el plomo total rebasan el LMP (0.2 mg/L) sólo uno de los resultados (2.8 %); por último, para el mercurio total rebasan el LMP (0.005 mg/L) sólo dos de los resultados (5 %).

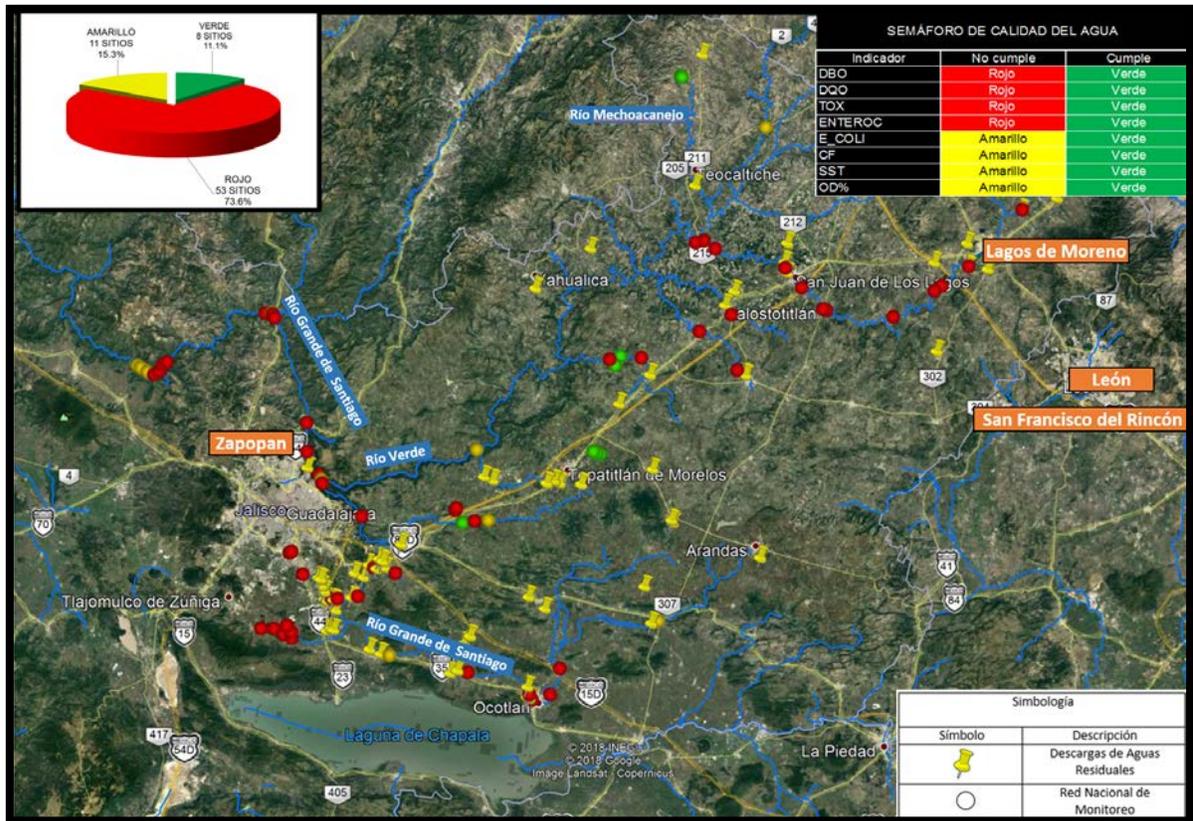
Tabla 4. Calidad del agua de las descargas registradas en el SIRALAB.

Descarga	Estadístico	DBO5, mg/L	DQO, mg/L	COL_FEC NMP/100 mL	SST, mg/L	FOS_TOT , mg/L	PB, mg/L	HG, mg/L	NIT_TOT, mg/L
AQUADIVERSIONES CORRAL GRANDE S.A. DE C.V.	Mínimo:	10			12				
	Máximo:	10			12				
	Mediana:	10			12				
	No. Datos:	4			4				
BARCEL SA DE CV	Mínimo:	10.0	2.0	0	5	3.3			1.9
	Máximo:	97.9	17.0	24000	40	105.2			49.0
	Mediana:	32.9	2.0	30	10	11.0			17.1
	No. Datos:	69	34	123	103	34.0			34.0
CONSTRUCCIONES Y ACABADOS MOHUSA, S.A. DE C.V.	Mínimo:	155.0			12				
	Máximo:	98.7			24				
	Mediana:	126.9			18				
	No. Datos:	2			2				
JOSE LUIS	Mínimo:	10.0	4.0	3	5	1	0.125	0.002	1.5
	Máximo:	205.4	4.0	93	140	1	0.125	0.002	2.0
	Mediana:	12.8	4.0	3	10	1	0.125	0.002	1.7
	No. Datos:	6	2	8	8	2	2	2	2
RODOLFO	Mínimo:	25.9			7				
	Máximo:								
	Mediana:								
	No. Datos:	1			1				
NUEVA WAL-MART DE MÉXICO, S. DE R. L. DE C. V.	Mínimo:	5.0			10				
	Máximo:	30.0			10				
	Mediana:	26.2			10				
	No. Datos:	24			24				
SISTEMA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE CHAPALA	Mínimo:	10.0	1.9	3	5.0	1.0	0.010	0.0005	0.43
	Máximo:	77.6	26.0	1100	16.0	7.9	0.243	0.0080	19.09
	Mediana:	25.0	3.0	3	5.2	2.5	0.045	0.0005	6.38
	No. Datos:	66	66	216	80	40	36	40	40
Público Urbano-Promedio Mensual:		30		1000	40	5	0.2	0.005	15
Público Urbano-Promedio Diario:		60		2000	60	10	0.4	0.01	25

En conclusión, las descargas de aguas residuales de Barcel y municipal de Chapala son las únicas que presentan problemas, en algunos de sus resultados, para los parámetros microbiológicos y nutrientes, principalmente. Esta condición permite deducir que dichas descargas, en el caso de verter sus aguas al lago de Chapala, estas no producirían un impacto significativo en la calidad del agua del lago.

Calidad del Agua en el río Santiago (Parte alta)

De los 72 sitios medidos en el río Santiago (parte alta), se encontró que 11 sitios (15.3%) (Amarillo), no cumplen con *Escherichia coli*, coliformes fecales y/o porcentaje de saturación de oxígeno disuelto; 53 sitios (76.3%) (Rojo), además de contaminación microbiológica y/o porcentaje de saturación de oxígeno disuelto, no cumplen con DBO, DQO, y/o toxicidad; 8 sitios (11.1%) (Verde), cumplen con todos los Indicadores, mapa 3.



Mapa 3. Calidad del Agua en el río Santiago (Parte alta), y Descargas de aguas residuales

Los sitios de medición, contaminantes y nivel de contaminación se muestran a continuación en las siguientes tablas:

Tabla 5. Sitio de medición de la RNM en el río Santiago (Parte alta) y contaminantes presentes

CLAVE	SITIO	CUENCA	CUERPO DE AGUA	LONGITUD	LATITUD	CONTAMINANTES
OCLSP3700M1	ARROYO EL AHOGADO PUENTE CAMINO A PENWALT	RIO SANTIAGO 1	ARROYO EL AHOGADO	-103.22776	20.49741	DQO,CF,E_COLI,TOX_L
OCLSP3701M1	ARROYO EL AHOGADO PUENTE CARRETERA A CHAPALA	RIO SANTIAGO 1	ARROYO EL AHOGADO	-103.29631	20.53794	DQO,CF,E_COLI,OD%L,TOX_L
OCLSP3814M2	ARROYO LA LAJA ANTES DE POBLACION LA LAJA	RIO SANTIAGO 1	ARROYO LA LAJA	-103.10089	20.56390	DBO,DQO,CF,E_CO LI
OCLSP3815M2	ARROYO LA LAJA ANTES DEL RIO SANTIAGO	RIO SANTIAGO 1	ARROYO LA LAJA	-103.13604	20.58776	DQO,CF,E_COLI,OD%L,TOX_L
OCLSP3838M1	PRESA EL JIHUITE CORTINA	RIO VERDE 2	EL JIHUITE	-102.71486	20.85392	

CLAVE	SITIO	CUENCA	CUERPO DE AGUA	LONGITUD	LATITUD	CONTAMINANTES
OCLSP3839M1	PRESA EL JIHUITE CENTRO	RIO VERDE 2	EL JIHUITE	-102.70729	20.85118	
OCLSP3850M1	PRESA EL JIHUITE ENTRADA	RIO VERDE 2	EL JIHUITE	-102.69979	20.85045	
OCLSP3691	LAGUNA CAJITITLAN ENTRADA	RIO SANTIAGO 1	LAGUNA CAJITITLAN	-103.37029	20.41996	DQO,CF,E_COLI,
OCLSP3692	LAGUNA CAJITITLAN I	RIO SANTIAGO 1	LAGUNA CAJITITLAN	-103.34270	20.42298	DQO,
OCLSP3693	LAGUNA CAJITITLAN II	RIO SANTIAGO 1	LAGUNA CAJITITLAN	-103.32117	20.41404	DQO,TOX_S,TOX_F,
OCLSP3695	LAGUNA CAJITITLAN III	RIO SANTIAGO 1	LAGUNA CAJITITLAN	-103.30269	20.40953	DQO,CF,OD%F,
OCLSP3696	LAGUNA CAJITITLAN CORTINA	RIO SANTIAGO 1	LAGUNA CAJITITLAN	-103.31647	20.43295	DQO,CF,OD%F,
OCLSP3694	LAGUNA CAJITITLAN IV	RIO SANTIAGO 1	LAGUNA CAJITITLAN IV	-103.30541	20.42063	DQO,CF,
OCLSP3714M1	PRESA EL SALTO CORTINA	RIO DEL VALLE	PRESA EL SALTO	-102.70457	21.03976	OD%L,TOX_F,
OCLSP3737M1	PRESA EL SALTO (TEQUILERA)	RIO DEL VALLE	PRESA EL SALTO	-102.69170	21.02953	
OCLSP3789M1	PRESA EL SALTO ENTRADA	RIO DEL VALLE	PRESA EL SALTO	-102.63777	21.05071	DQO,
OCLSP3842M1	PRESA EL SALTO CENTRO	RIO DEL VALLE	PRESA EL SALTO	-102.68280	21.04903	
OCLSP3721M1	PRESA ING. ELIAS GONZALEZ CHAVEZ CENTRO	RIO SANTIAGO 1	PRESA ING. ELIAS GONZALEZ CHAVEZ	-102.94728	20.68642	DQO,CF,
OCLSP3722M1	PRESA ING. ELIAS GONZALEZ CHAVEZ ENTRADA	RIO SANTIAGO 1	PRESA ING. ELIAS GONZALEZ CHAVEZ	-102.91882	20.69178	CF,
OCLSP3723M1	PRESA ING. ELIAS GONZALEZ CHAVEZ CORTINA	RIO SANTIAGO 1	PRESA ING. ELIAS GONZALEZ CHAVEZ	-102.97246	20.68059	
OCLSP3736M1	PRESA JALOSTOTITLAN CORTINA	RIO SAN MIGUEL	PRESA JALOSTOTITLAN	-102.45805	21.15790	DQO,CF,OD%M,OD%F,
OCLSP3724M1	PRESA LA JOYA CORTINA	RIO SANTIAGO 1	PRESA LA JOYA	-102.99100	20.70290	DQO,
OCLSP3725M1	PRESA LA JOYA CENTRO	RIO SANTIAGO 1	PRESA LA JOYA	-102.98984	20.70794	DQO,
OCLSP3680M1	PRESA LAS PINTAS CENTRO	RIO SANTIAGO 1	PRESA LAS PINTAS	-103.32639	20.58021	DQO,CF,E_COLI,OD%F,
OCLSP3681M1	PRESA LAS PINTAS CORTINA	RIO SANTIAGO 1	PRESA LAS PINTAS	-103.33043	20.57720	DQO,CF,E_COLI,OD%F,
OCLSP3756M1	PRESA SANTA ROSA ENTRADA	PRESA SANTA ROSA	PRESA MANUEL M. DIEGUEZ	-103.64249	20.92339	DQO,CF,OD%F,
OCLSP3757M1	PRESA SANTA ROSA V	PRESA SANTA ROSA	PRESA MANUEL M. DIEGUEZ	-103.65022	20.91686	CF,OD%M,OD%F,T OX_F,
OCLSP3758M1	PRESA SANTA ROSA IV	PRESA SANTA ROSA	PRESA MANUEL M. DIEGUEZ	-103.65561	20.90336	CF,OD%M,OD%F,T OX_F,
OCLSP3759M1	PRESA SANTA ROSA III	PRESA SANTA ROSA	PRESA MANUEL M. DIEGUEZ	-103.66620	20.89566	CF,OD%M,OD%F,T OX_F,
OCLSP3760M1	PRESA SANTA ROSA II	PRESA SANTA ROSA	PRESA MANUEL M. DIEGUEZ	-103.68150	20.89908	CF,OD%M,OD%F,
OCLSP3761M1	PRESA SANTA ROSA CORTINA	PRESA SANTA ROSA	PRESA MANUEL M. DIEGUEZ	-103.70473	20.90950	CF,OD%M,OD%F,
OCLSP3762M1	PRESA SANTA ROSA I	PRESA SANTA ROSA	PRESA MANUEL M. DIEGUEZ	-103.69628	20.90531	CF,OD%M,OD%F,
OCLSP3749M1	PRESA SAN IGNACIO CORTINA	RIO AGUASCALIENTES	PRESA SAN IGNACIO	-102.62546	21.61790	
OCLSP3750M1	PRESA SAN IGNACIO CENTRO	RIO AGUASCALIENTES	PRESA SAN IGNACIO	-102.62800	21.61980	
OCLSP3755M1	RIO CUIXTLA ANTES DEL RIO SANTIAGO	PRESA SANTA ROSA	RIO CUIXTLA	-103.43317	21.04750	CF,
OCLSP3733M1	RIO LAGOS ANTES DE CONFLUENCIA RIO VERDE	RIO DE LAGOS	RIO LAGOS	-102.53565	21.29842	DQO,CF,
OCLSP3735M1	RIO LAGOS SAN GASPAS	RIO DE LAGOS	RIO LAGOS	-102.50949	21.28495	DQO,CF,
OCLSP3738M1	RIO LAGOS DESPUES DE SAN JUAN DE LOS LAGOS	RIO DE LAGOS	RIO LAGOS	-102.35554	21.26436	DBO,DQO,CF,E_CO LI,OD%L,TOX_L,
OCLSP3739M1	RIO LAGOS ANTES DE SAN JUAN DE LOS LAGOS	RIO DE LAGOS	RIO LAGOS	-102.31536	21.22934	DQO,CF,E_COLI,
OCLSP3740M1	RIO LAGOS PUENTE CARRETERA A ATOTONILCO	RIO DE LAGOS	RIO LAGOS	-102.26466	21.19224	DQO,CF,E_COLI,
OCLSP3741M1	RIO LAGOS ANTES DEL ARROYO EL REMATE	RIO DE LAGOS	RIO LAGOS	-102.25674	21.19013	DQO,CF,E_COLI,
OCLSP3742M1	RIO LAGOS PUENTE TLACUITAPA	RIO DE LAGOS	RIO LAGOS	-102.11300	21.19335	DQO,CF,E_COLI,
OCLSP3743M1	RIO LAGOS DESPUES DE ARROYO S/NOMBRE	RIO DE LAGOS	RIO LAGOS	-102.03098	21.25479	DQO,CF,E_COLI,OD%L,
OCLSP3744M1	RIO LAGOS ANTES DE ARROYO S/NOMBRE	RIO DE LAGOS	RIO LAGOS	-102.01717	21.26767	DQO,CF,E_COLI,OD%L,
OCLSP3745M1	RIO LAGOS ABAJO DE LA POBLACION	RIO DE LAGOS	RIO LAGOS	-101.96371	21.31277	DBO,DQO,CF,E_CO LI,OD%L,TOX_L,
OCLSP3746M1	RIO LAGOS ABAJO PRESA EL CUARENTA	RIO DE LAGOS	RIO LAGOS	-101.75193	21.49803	CF,
OCLSP3747M1	AGUAS ARRIBA DE LA POBLACION DE LAGOS	RIO DE LAGOS	RIO LAGOS	-101.86295	21.43852	DBO,DQO,CF,E_CO LI,TOX_L,

CLAVE	SITIO	CUENCA	CUERPO DE AGUA	LONGITUD	LATITUD	CONTAMINANTES
OCLSP3819M1	RIO LOS SABINOS DESPUES DE LA POBLACION DE ATOTONILCO	RIO ZULA	RIO LOS SABINOS	-102.53288	20.53399	CF,E_COLI,
OCLSP3732M1	RIO SAN MIGUEL PUENTE PASO LA LAJA	RIO SAN MIGUEL	RIO SAN MIGUEL	-102.52135	21.11750	DQO,CF,E_COLI,
OCLSP3744M2	RIO SAN MIGUEL AGUAS ABAJO DE LA POBLACION	RIO SAN MIGUEL	RIO SAN MIGUEL	-102.43132	21.04995	DBO,DQO,CF,E_CO LI,OD%,TOX_L,
OCLSP3748M1	RIO SAN PEDRO PUENTE CARRETERA TEOCALTICHE	RIO AGUASCALIENTES	RIO SAN PEDRO	-102.43325	21.53859	CF,
OCLSP3753M1	RIO SANTIAGO DESPUES DE CONFLUENCIA RIO JUCHIPILA	PRESA SANTA ROSA	RIO SANTIAGO	-103.43114	21.04487	DQO,CF,E_COLI,
OCLSP3754M1	RIO SANTIAGO DESPUES DE SAN CRISTOBAL DE LA BARRANCA	PRESA SANTA ROSA	RIO SANTIAGO	-103.44630	21.04453	DQO,CF,E_COLI,
OCLSP3703M1	RIO SANTIAGO PUENTE MATATLAN	RIO SANTIAGO 1	RIO SANTIAGO	-103.18720	20.66806	DQO,CF,E_COLI,
OCLSP3707M1	RIO SANTIAGO LAS JUNTAS	RIO SANTIAGO 1	RIO SANTIAGO	-103.27983	20.72349	DBO,DQO,CF,E_CO LI,
OCLSP3715M1	DESPUES DE ARROYO DEL AHOGADO	RIO SANTIAGO 1	RIO SANTIAGO	-103.17433	20.50837	DQO,CF,E_COLI,OD %L,TOX_L,
OCLSP3716M1	ARROYO EL AHOGADO ANTES DEL RIO SANTIAGO	RIO SANTIAGO 1	RIO SANTIAGO	-103.21638	20.49843	DQO,CF,E_COLI,
OCLSP3717M1	RIO SANTIAGO PUENTE GRANDE	RIO SANTIAGO 1	RIO SANTIAGO	-103.14770	20.56956	DQO,CF,E_COLI,
OCLSP3830M1	RIO SANTIAGO ANTES DE NESTLE	RIO SANTIAGO 1	RIO SANTIAGO	-102.78310	20.35039	DQO,CF,E_COLI,TO X_L,
OCLSP3831M1	RIO SANTIAGO DESPUES DE NESTLE	RIO SANTIAGO 1	RIO SANTIAGO	-102.78625	20.35640	DQO,CF,E_COLI,OD %L,
OCLSP3832M1	RIO SANTIAGO PUENTE OCOTLAN	RIO SANTIAGO 1	RIO SANTIAGO	-102.77941	20.34696	DQO,CF,E_COLI,
OCLSP3837M1	PRESA PONCITLAN	RIO SANTIAGO 1	RIO SANTIAGO	-102.92201	20.38517	DQO,CF,E_COLI,
OCLSP3840M1	PRESA DERIVADORA CORONA	RIO SANTIAGO 1	RIO SANTIAGO	-103.09157	20.40010	CF,E_COLI,
OCLSP3704M1	RIO SANTIAGO PUENTE ARCEDIANO	RIO SANTIAGO 2	RIO SANTIAGO	-103.28928	20.73889	DQO,CF,E_COLI,
OCLSP3708M1	RIO SANTIAGO ANTES DE P.H. AGUA PRIETA	RIO SANTIAGO 2	RIO SANTIAGO	-103.32039	20.78201	DQO,CF,E_COLI,
OCLSP3710M1	PUENTE GUADALUPE	RIO SANTIAGO 2	RIO SANTIAGO	-103.32898	20.83915	DQO,CF,E_COLI,TO X_L,
OCLSP3752M1	RIO SANTIAGO ANTES DE CONFLUENCIA JUCHIPILA	RIO SANTIAGO 2	RIO SANTIAGO	-103.42601	21.03833	DQO,CF,E_COLI,
OCLSP3734M1	PUENTE SAN NICOLAS RIO VERDE	RIO VERDE 1	RIO VERDE	-102.55294	21.29300	DQO,CF,
OCLSP3705M1	RIO VERDE ACATIC	RIO VERDE 2	RIO VERDE	-102.96199	20.82860	CF,
OCLSP3706M1	RIO VERDE ANTES DE SU CONFLUENCIA CON EL RIO SANTIAGO	RIO VERDE 2	RIO VERDE	-103.28278	20.73050	CF,
OCLSP3805M1	RIO ZULA EN SAN MARTIN DE ZULA	RIO ZULA	RIO ZULA	-102.72869	20.41594	DQO,CF,E_COLI,
OCLSP3829M1	RIO ZULA PASO DE LA COMUNIDAD	RIO ZULA	RIO ZULA	-102.74208	20.36187	DQO,CF,E_COLI,TO X_L,

Tabla 6. Nivel de contaminación en el río Santiago (Parte alta)

CLAVE	DBO_mg/L	CALIDAD_DB O	DQO_mg/L	CALIDAD_DQO	SST_mg/L	CALIDAD - SST	COLI_FEC_NMP_100m L	CALIDAD_ COLI_FEC	E_COLI - NMP_100mL	CALIDAD_ E_COLI
OCLSP3700M1	19.5	Aceptable	75.9	Contaminada	44	Buena calidad	24196	Fuertemente contaminada	24196	Fuertemente contaminada
OCLSP3701M1	23.87	Aceptable	132	Contaminada	50	Buena calidad	24196	Fuertemente contaminada	24196	Fuertemente contaminada
OCLSP3814M2	124	Fuertemente contaminada	245	Fuertemente contaminada	29.7	Buena calidad	581380	Fuertemente contaminada	529180	Fuertemente contaminada
OCLSP3815M2	8.76	Aceptable	166	Contaminada	45.5	Buena calidad	241960	Fuertemente contaminada	183950	Fuertemente contaminada
OCLSP3838M1	2.35	Excelente	30.8	Aceptable	13	Excelente	225	Aceptable	20	Excelente
OCLSP3839M1	4.91	Buena calidad	26.5	Aceptable	14.06	Excelente	164	Buena calidad	10	Excelente
OCLSP3850M1	4.45	Buena calidad	36.3	Aceptable	14.9	Excelente	223	Aceptable	<3	Excelente
OCLSP3691	21.72	Aceptable	137	Contaminada	50	Buena calidad	24196	Fuertemente contaminada	24196	Fuertemente contaminada
OCLSP3692	18.17	Aceptable	151	Contaminada	73.3	Buena calidad	680	Aceptable	5.75	Excelente
OCLSP3693	20	Aceptable	149	Contaminada	80	Aceptable	697	Aceptable	75	Excelente
OCLSP3695	21.5	Aceptable	138	Contaminada	70	Buena calidad	1100	Contaminada	10	Excelente

CLAVE	DBO_mg/L	CALIDAD_DB O	DQO_mg/L	CALIDAD_DQO	SST_mg/L	CALIDAD_SST	COLL_FEC_NMP_100m L	CALIDAD_COLL_FEC	E_COLI_NMP_100mL	CALIDAD_E_COLI
OCLSP3696	23	Aceptable	140	Contaminada	74.05	Buena calidad	1658	Contaminada	100	Excelente
OCLSP3694	21.63	Aceptable	129	Contaminada	65.6	Buena calidad	1259	Contaminada	41	Excelente
OCLSP3714M1	5.5	Buena calidad	38.6	Aceptable	<10	Excelente	41	Excelente	<3	Excelente
OCLSP3737M1	5.76	Buena calidad	33.5	Aceptable	<10	Excelente	629	Aceptable	5.7	Excelente
OCLSP3789M1	13.52	Aceptable	51.3	Contaminada	39.5	Buena calidad	677	Aceptable	15	Excelente
OCLSP3842M1	6.28	Aceptable	37.2	Aceptable	10	Excelente	148	Buena calidad	<3	Excelente
OCLSP3721M1	3.21	Buena calidad	40.4	Contaminada	<10	Excelente	1190	Contaminada	<3	Excelente
OCLSP3722M1	4.06	Buena calidad	32.16	Aceptable	<10	Excelente	1943	Contaminada	<3	Excelente
OCLSP3723M1	<2	Excelente	23.31	Aceptable	<10	Excelente	998	Aceptable	<3	Excelente
OCLSP3736M1	7.46	Aceptable	62.57	Contaminada	14	Excelente	1537	Contaminada	63	Excelente
OCLSP3724M1	5.91	Buena calidad	43.9	Contaminada	24.5	Excelente	683	Aceptable	30	Excelente
OCLSP3725M1	6.84	Aceptable	50.87	Contaminada	25.5	Buena calidad	313	Aceptable	25	Excelente
OCLSP3680M1	6.53	Aceptable	63.47	Contaminada	55.05	Buena calidad	8037	Contaminada	4112	Fuertemente contaminada
OCLSP3681M1	6.94	Aceptable	61.72	Contaminada	31.96	Buena calidad	24000	Fuertemente contaminada	3282	Fuertemente contaminada
OCLSP3756M1	8.74	Aceptable	43.04	Contaminada	14.75	Excelente	3621.5	Contaminada	86.5	Excelente
OCLSP3757M1	6.23	Aceptable	38.43	Aceptable	15.75	Excelente	3694	Contaminada	85.5	Excelente
OCLSP3758M1	9.37	Aceptable	38.95	Aceptable	14.35	Excelente	3654	Contaminada	25.5	Excelente
OCLSP3759M1	5.96	Buena calidad	39.4	Aceptable	<10	Excelente	3436	Contaminada	47	Excelente
OCLSP3760M1	5.94	Buena calidad	38.5	Aceptable	<10	Excelente	3252	Contaminada	30.5	Excelente
OCLSP3761M1	4.54	Buena calidad	29.4	Aceptable	12.5	Excelente	1365	Contaminada	5.75	Excelente
OCLSP3762M1	6.4	Aceptable	33.98	Aceptable	<10	Excelente	3303	Contaminada	20	Excelente
OCLSP3749M1	3.51	Buena calidad	28.9	Aceptable	12.5	Excelente	423	Aceptable	<3	Excelente
OCLSP3750M1	2.9	Excelente	31.84	Aceptable	<10	Excelente	184	Buena calidad	5.75	Excelente
OCLSP3755M1	<2	Excelente	16.88	Buena calidad	<10	Excelente	4611	Contaminada	70	Excelente
OCLSP3733M1	13	Aceptable	60.2	Contaminada	68	Buena calidad	15531	Fuertemente contaminada	210	Buena calidad
OCLSP3735M1	12.1	Aceptable	66.7	Contaminada	60	Buena calidad	10462	Fuertemente contaminada	780	Aceptable
OCLSP3738M1	33.7	Contaminada	130	Contaminada	60	Buena calidad	24196	Fuertemente contaminada	24196	Fuertemente contaminada
OCLSP3739M1	9.62	Aceptable	65.95	Contaminada	90	Aceptable	24196	Fuertemente contaminada	6488	Fuertemente contaminada
OCLSP3740M1	9	Aceptable	50.71	Contaminada	52	Buena calidad	17329	Fuertemente contaminada	1664	Fuertemente contaminada
OCLSP3741M1	8.89	Aceptable	57.88	Contaminada	60	Buena calidad	12360	Fuertemente contaminada	884	Contaminada
OCLSP3742M1	9.87	Aceptable	52.29	Contaminada	46	Buena calidad	14670	Fuertemente contaminada	1396	Fuertemente contaminada
OCLSP3743M1	13.2	Aceptable	78.21	Contaminada	40.3	Buena calidad	24196	Fuertemente contaminada	6156	Fuertemente contaminada
OCLSP3744M1	13.02	Aceptable	71.14	Contaminada	29	Buena calidad	24196	Fuertemente contaminada	3359	Fuertemente contaminada
OCLSP3745M1	105	Contaminada	239	Fuertemente contaminada	70	Buena calidad	24196	Fuertemente contaminada	24196	Fuertemente contaminada
OCLSP3746M1	<2	Excelente	31.08	Aceptable	12	Excelente	1607	Contaminada	146	Buena calidad
OCLSP3747M1	30.67	Contaminada	86.23	Contaminada	67.5	Buena calidad	24196	Fuertemente contaminada	24196	Fuertemente contaminada
OCLSP3819M1	6.845	Aceptable	36.74	Aceptable	20.5	Excelente	24000	Fuertemente contaminada	3873	Fuertemente contaminada
OCLSP3732M1	10.7	Aceptable	60.55	Contaminada	32.5	Buena calidad	12033	Fuertemente contaminada	2187	Fuertemente contaminada
OCLSP3744M2	75.04	Contaminada	202	Fuertemente contaminada	30	Buena calidad	133078	Fuertemente contaminada	133078	Fuertemente contaminada
OCLSP3748M1	5.76	Buena calidad	21	Aceptable	59	Buena calidad	5822	Contaminada	503.5	Buena calidad
OCLSP3753M1	5.63	Buena calidad	46.745	Contaminada	58	Buena calidad	24196	Fuertemente contaminada	24196	Fuertemente contaminada

CLAVE	DBO_mg/L	CALIDAD_DB O	DQO_mg/L	CALIDAD_DQO	SST_mg/L	CALIDAD_SST	COLL_FEC_NMP_100mL	CALIDAD_COLL_FEC	E_COLI_NMP_100mL	CALIDAD_E_COLI
OCLSP3754M1	12.85	Aceptable	69.035	Contaminada	72.5	Buena calidad	24196	Fuertemente contaminada	24196	Fuertemente contaminada
OCLSP3703M1	10.44	Aceptable	51.53	Contaminada	23	Excelente	24196	Fuertemente contaminada	24196	Fuertemente contaminada
OCLSP3707M1	40.09	Contaminada	138	Contaminada	56.75	Buena calidad	24196	Fuertemente contaminada	24196	Fuertemente contaminada
OCLSP3715M1	12	Aceptable	60.03	Contaminada	21.03	Excelente	24196	Fuertemente contaminada	24196	Fuertemente contaminada
OCLSP3716M1	17.4	Aceptable	77.1	Contaminada	34.5	Buena calidad	24196	Fuertemente contaminada	24196	Fuertemente contaminada
OCLSP3717M1	7.6	Aceptable	49.92	Contaminada	14	Excelente	24196	Fuertemente contaminada	24196	Fuertemente contaminada
OCLSP3830M1	5.91	Buena calidad	52.22	Contaminada	59	Buena calidad	24196	Fuertemente contaminada	17697	Fuertemente contaminada
OCLSP3831M1	8.03	Aceptable	63.34	Contaminada	58.5	Buena calidad	24196	Fuertemente contaminada	24196	Fuertemente contaminada
OCLSP3832M1	5.29	Buena calidad	43	Contaminada	62.96	Buena calidad	24196	Fuertemente contaminada	24196	Fuertemente contaminada
OCLSP3837M1	7	Aceptable	47.58	Contaminada	11.5	Excelente	24196	Fuertemente contaminada	24196	Fuertemente contaminada
OCLSP3840M1	5.2	Buena calidad	36.43	Aceptable	<10	Excelente	7765	Contaminada	1976	Fuertemente contaminada
OCLSP3704M1	20.49	Aceptable	86.15	Contaminada	65.5	Buena calidad	24196	Fuertemente contaminada	24196	Fuertemente contaminada
OCLSP3708M1	17.84	Aceptable	82.22	Contaminada	85	Aceptable	24196	Fuertemente contaminada	24196	Fuertemente contaminada
OCLSP3710M1	19.77	Aceptable	104	Contaminada	94.26	Aceptable	24196	Fuertemente contaminada	24196	Fuertemente contaminada
OCLSP3752M1	17.15	Aceptable	74.21	Contaminada	82.2	Aceptable	24196	Fuertemente contaminada	24196	Fuertemente contaminada
OCLSP3734M1	9.05	Aceptable	51.8	Contaminada	95	Aceptable	11672	Fuertemente contaminada	586.5	Aceptable
OCLSP3705M1	4.44	Buena calidad	32.64	Aceptable	49.92	Buena calidad	11616	Fuertemente contaminada	174.5	Buena calidad
OCLSP3706M1	4.05	Buena calidad	39.36	Aceptable	50.43	Buena calidad	10630	Fuertemente contaminada	754	Aceptable
OCLSP3805M1	7.96	Aceptable	47.22	Contaminada	73.37	Buena calidad	12098	Fuertemente contaminada	3880	Fuertemente contaminada
OCLSP3829M1	6.34	Aceptable	55.22	Contaminada	34.10	Buena calidad	24196	Fuertemente contaminada	15531	Fuertemente contaminada

Tabla 6. Nivel de contaminación en el río Santiago (Parte alta) (continuación)

CLAVE	OD_PORC	CALIDAD_OD_PORC	OD_PO RC_SUP	CALIDAD_OD_PORC_SUP	OD_PO RC_MED	CALIDAD_OD_PORC_MED	OD_PORC_FON	CALIDAD_OD_PORC_FON	TOX_D_48_UT	CALIDAD_TOX_D_48
OCLSP3700M1	39.6	Aceptable							<1	No Tóxico
OCLSP3701M1	29.0	Contaminada							3.3	Toxicidad moderada
OCLSP3814M2	31.2	Aceptable							4.2	Toxicidad moderada
OCLSP3815M2	28.3	Contaminada							<1	No Tóxico
OCLSP3838M1			117	Buena calidad	75.0	Excelente	43	Aceptable		
OCLSP3839M1			118	Buena calidad	87.1	Excelente	44	Aceptable		
OCLSP3850M1			107	Excelente	89.5	Excelente	70	Excelente		
OCLSP3691			49.2	Aceptable	34.6	Aceptable	69	Buena calidad		
OCLSP3692			76.5	Excelente	39.9	Aceptable	32	Aceptable		
OCLSP3693			83.8	Excelente	36.7	Aceptable	41	Aceptable		
OCLSP3695			92.6	Excelente	33.6	Aceptable	20	Contaminada		
OCLSP3696			70.4	Excelente	32.3	Aceptable	22	Contaminada		
OCLSP3694			86.4	Excelente	35.4	Aceptable	35	Aceptable		
OCLSP3714M1	24.3	Contaminada	103.3	Excelente	70.8	Excelente	49	Aceptable	<1	No Tóxico
OCLSP3737M1			89.8	Excelente	82.4	Excelente	54	Buena calidad		
OCLSP3789M1			100	Excelente	84.2	Excelente	84	Excelente		
OCLSP3842M1			101	Excelente	67.9	Buena calidad	32	Aceptable		
OCLSP3721M1			101	Excelente	47.2	Aceptable	34	Aceptable		
OCLSP3722M1			92.8	Excelente	66.1	Buena calidad	35	Aceptable		
OCLSP3723M1			102	Excelente	52.4	Buena calidad	43	Aceptable		
OCLSP3736M1			54.1	Buena calidad	18.7	Contaminada	12	Contaminada		
OCLSP3724M1			97.9	Excelente	53.15	Buena calidad	36	Aceptable		
OCLSP3725M1			88.9	Excelente	58.1	Buena calidad	48	Aceptable		
OCLSP3680M1			43.5	Aceptable	95.1	Excelente	5	Fuertemente contaminada		
OCLSP3681M1			52.1	Buena calidad	103.7	Excelente	19	Contaminada		

CLAVE	OD_PORC	CALIDAD_OD_PORC	OD_PO RC_SUP	CALIDAD_OD_PORC_SUP	OD_PO RC_MED	CALIDAD_OD_PORC_MED	OD_POR C_FON	CALIDAD_OD_PORC_FON	TOX_D_48_UT	CALIDAD_TOX_D_48
OCLSP3756M1			47.6	Aceptable	30.7	Aceptable	24	Contaminada		
OCLSP3757M1			57.9	Buena calidad	28.4	Contaminada	22	Contaminada		
OCLSP3758M1			70.8	Excelente	18	Contaminada	22	Contaminada		
OCLSP3759M1			72.6	Excelente	16.4	Contaminada	21	Contaminada		
OCLSP3760M1			69.1	Buena calidad	16.7	Contaminada	14	Contaminada		
OCLSP3761M1			40.4	Aceptable	19.6	Contaminada	12	Contaminada		
OCLSP3762M1			71.8	Excelente	18.4	Contaminada	17	Contaminada		
OCLSP3749M1			103	Excelente	54.9	Buena calidad	35	Aceptable		
OCLSP3750M1			99.2	Excelente	58.2	Buena calidad	49	Aceptable		
OCLSP3755M1	97.4	Excelente							<1	No Tóxico
OCLSP3733M1	88.1	Excelente							<1	No Tóxico
OCLSP3735M1	82.2	Excelente							<1	No Tóxico
OCLSP3738M1	20.5	Contaminada							5.6	Toxicidad alta
OCLSP3739M1	79.7	Excelente							<1	No Tóxico
OCLSP3740M1	79.4	Excelente							<1	No Tóxico
OCLSP3741M1	83.5	Excelente							<1	No Tóxico
OCLSP3742M1	93.4	Excelente							<1	No Tóxico
OCLSP3743M1	23.8	Contaminada							<1	No Tóxico
OCLSP3744M1	22.9	Contaminada							<1	No Tóxico
OCLSP3745M1	5.0	Fuertemente contaminada							10.3	Toxicidad alta
OCLSP3746M1	89.2	Excelente							<1	No Tóxico
OCLSP3747M1	39.6	Aceptable							7.7	Toxicidad alta
OCLSP3819M1	78.0	Excelente							<1	No Tóxico
OCLSP3732M1	56.9	Buena calidad							<1	No Tóxico
OCLSP3744M2	22.1	Contaminada							<1	No Tóxico
OCLSP3748M1	61.4	Buena calidad							<1	No Tóxico
OCLSP3753M1	72.8	Excelente							<1	No Tóxico
OCLSP3754M1	67.1	Buena calidad							<1	No Tóxico
OCLSP3703M1	87.6	Excelente							<1	No Tóxico
OCLSP3707M1	70.0	Buena calidad							1.8	Toxicidad moderada
OCLSP3715M1	26.9	Contaminada							<1	No Tóxico
OCLSP3716M1	33.0	Aceptable							<1	No Tóxico
OCLSP3717M1	38.7	Aceptable							<1	No Tóxico
OCLSP3830M1	31.5	Aceptable							1.6	Toxicidad moderada
OCLSP3831M1	27.7	Contaminada							<1	No Tóxico
OCLSP3832M1	35.6	Aceptable							1.3	Toxicidad baja
OCLSP3837M1	31.1	Aceptable							<1	No Tóxico
OCLSP3840M1	40.3	Aceptable							<1	No Tóxico
OCLSP3704M1	82.9	Excelente							<1	No Tóxico
OCLSP3708M1	82.4	Excelente							1.2	Toxicidad baja
OCLSP3710M1	73.8	Excelente							3.5	Toxicidad moderada
OCLSP3752M1	65.2	Buena calidad							<1	No Tóxico
OCLSP3734M1	94.8	Excelente							<1	No Tóxico
OCLSP3705M1	99.4	Excelente							<1	No Tóxico
OCLSP3706M1	102.2	Excelente							<1	No Tóxico
OCLSP3805M1	45.8	Aceptable							<1	No Tóxico
OCLSP3829M1	32.9	Aceptable							3.1	Toxicidad moderada

Tabla 6. Nivel de contaminación en el río Santiago (Parte alta) (continuación)

CLAVE	TOX_V_15_UT	CALIDAD_TOX_V_15	TOX_D_48_SUP_UT	CALIDAD_TOX_D_48_SUP	TOX_D_48_FON_UT	CALIDAD_TOX_D_48_FON	TOX_FIS_SUP_15_UT	CALIDAD_TOX_FIS_SUP_15	TOX_FIS_FON_15_UT	CALIDAD_TOX_FIS_FON_15
OCLSP3700M1	5.6	Toxicidad alta								
OCLSP3701M1	27.5	Toxicidad alta								
OCLSP3814M2	2.2	Toxicidad moderada								
OCLSP3815M2	22.7	Toxicidad alta								
OCLSP3838M1			<1	No Tóxico	2.2	Toxicidad moderada	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3839M1			<1	No Tóxico	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3850M1			<1	No Tóxico	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
OCLSP3691			<1	No Tóxico	<1	No Tóxico	4.6	Toxicidad moderada	4.5	Toxicidad moderada
OCLSP3692			<1	No Tóxico	<1	No Tóxico	2.9	Toxicidad moderada	4.7	Toxicidad moderada
OCLSP3693			<1	No Tóxico	<1	No Tóxico	5.0	Toxicidad alta	5.3	Toxicidad alta
OCLSP3695			<1	No Tóxico	<1	No Tóxico	2.3	Toxicidad moderada	3.1	Toxicidad moderada

CLAVE	TOX_V_15_UT	CALIDAD_TOX_V_15	TOX_D_48_SUP_UT	CALIDAD_TOX_D_48_SUP	TOX_D_48_FON_UT	CALIDAD_TOX_D_48_FON	TOX_FIS_SUP_15_UT	CALIDAD_TOX_FIS_SUP_15	TOX_FIS_FON_15_UT	CALIDAD_TOX_FIS_FON_15
OCLSP3696			<1	No Toxicó	<1	No Toxicó	2.2	Toxicidad moderada	<1	No Toxicó
OCLSP3694			<1	No Toxicó	<1	No Toxicó	2.7	Toxicidad moderada	4.0	Toxicidad moderada
OCLSP3714M1	<1	No Toxicó	<1	No Toxicó	<1	No Toxicó	3.4	Toxicidad moderada	5.1	Toxicidad alta
OCLSP3737M1			<1	No Toxicó	<1	No Toxicó	<1	No Toxicó	<1	No Toxicó
OCLSP3789M1			<1	No Toxicó	<1	No Toxicó	<1	No Toxicó	<1	No Toxicó
OCLSP3842M1			<1	No Toxicó	<1	No Toxicó	<1	No Toxicó	<1	No Toxicó
OCLSP3721M1			<1	No Toxicó	<1	No Toxicó	<1	No Toxicó	<1	No Toxicó
OCLSP3722M1			<1	No Toxicó	<1	No Toxicó	<1	No Toxicó	<1	No Toxicó
OCLSP3723M1			<1	No Toxicó	<1	No Toxicó	1.9	Toxicidad moderada	<1	No Toxicó
OCLSP3736M1			<1	No Toxicó	<1	No Toxicó	<1	No Toxicó	<1	No Toxicó
OCLSP3724M1			<1	No Toxicó	<1	No Toxicó	<1	No Toxicó	1.4	Toxicidad moderada
OCLSP3725M1			<1	No Toxicó	<1	No Toxicó	2.0	Toxicidad moderada	<1	No Toxicó
OCLSP3680M1			<1	No Toxicó	<1	No Toxicó	<1	No Toxicó	<1	No Toxicó
OCLSP3681M1			<1	No Toxicó	<1	No Toxicó	<1	No Toxicó	<1	No Toxicó
OCLSP3756M1			<1	No Toxicó	<1	No Toxicó	<1	No Toxicó	<1	No Toxicó
OCLSP3757M1			<1	No Toxicó	<1	No Toxicó	<1	No Toxicó	55.2	Toxicidad alta
OCLSP3758M1			<1	No Toxicó	<1	No Toxicó	<1	No Toxicó	10.7	Toxicidad alta
OCLSP3759M1			<1	No Toxicó	<1	No Toxicó	<1	No Toxicó	11.1	Toxicidad alta
OCLSP3760M1			<1	No Toxicó	<1	No Toxicó	<1	No Toxicó	3.2	Toxicidad moderada
OCLSP3761M1			<1	No Toxicó	<1	No Toxicó	<1	No Toxicó	<1	No Toxicó
OCLSP3762M1			<1	No Toxicó	<1	No Toxicó	<1	No Toxicó	3.8	Toxicidad moderada
OCLSP3749M1			<1	No Toxicó	<1	No Toxicó	<1	No Toxicó	3.0	Toxicidad moderada
OCLSP3750M1			<1	No Toxicó	<1	No Toxicó	<1	No Toxicó	<1	No Toxicó
OCLSP3755M1	1.6	Toxicidad moderada								
OCLSP3733M1	2.8	Toxicidad moderada								
OCLSP3735M1	<1	No Toxicó								
OCLSP3738M1	66.3	Toxicidad alta								
OCLSP3739M1	3.2	Toxicidad moderada								
OCLSP3740M1	2.8	Toxicidad moderada								
OCLSP3741M1	2.4	Toxicidad moderada								
OCLSP3742M1	<1	No Toxicó								
OCLSP3743M1	2.2	Toxicidad moderada								
OCLSP3744M1	2.2	Toxicidad moderada								
OCLSP3745M1	23.3	Toxicidad alta								
OCLSP3746M1	<1	No Toxicó								
OCLSP3747M1	2.0	Toxicidad moderada								
OCLSP3819M1	<1	No Toxicó								
OCLSP3732M1	<1	No Toxicó								
OCLSP3744M2	5.8	Toxicidad alta								
OCLSP3748M1	<1	No Toxicó								
OCLSP3753M1	<1	No Toxicó								
OCLSP3754M1	1.1	Toxicidad baja								
OCLSP3703M1	3.1	Toxicidad moderada								
OCLSP3707M1	1.8	Toxicidad moderada								
OCLSP3715M1	7.5	Toxicidad alta								
OCLSP3716M1	2.8	Toxicidad moderada								
OCLSP3717M1	<1	No Toxicó								
OCLSP3830M1	23.0	Toxicidad alta								
OCLSP3831M1	4.3	Toxicidad moderada								

CLAVE	TOX_V_15_UT	CALIDAD_TOX_V_15	TOX_D_48_SUP_UT	CALIDAD_TOX_D_48_SUP	TOX_D_48_FON_UT	CALIDAD_TOX_D_48_FON	TOX_FIS_SUP_15_UT	CALIDAD_TOX_FIS_SUP_15	TOX_FIS_FON_15_UT	CALIDAD_TOX_FIS_FON_15
OCLSP3832M1	1.3	Toxicidad baja								
OCLSP3837M1	1.9	Toxicidad moderada								
OCLSP3840M1	3.4	Toxicidad moderada								
OCLSP3704M1	1.0	Toxicidad baja								
OCLSP3708M1	3.5	Toxicidad moderada								
OCLSP3710M1	22.9	Toxicidad alta								
OCLSP3752M1	<1	No Tóxico								
OCLSP3734M1	<1	No Tóxico								
OCLSP3705M1	2.0	Toxicidad moderada								
OCLSP3706M1	2.2	Toxicidad moderada								
OCLSP3805M1	1.1	Toxicidad baja								
OCLSP3829M1	10.1	Toxicidad alta								

Descargas de aguas residuales en el río Santiago (Parte alta)

En el Estudio de Clasificación del río Santiago (2010)¹², se encontraron por arriba de la NOM-001 y la DQO, los contaminantes indicados en la siguiente tabla:

Tabla 7. Descargas de aguas residuales en el río Santiago (Parte alta) y contaminantes presentes

CLAVE	DESCARGA	GIRO	CUERPO RECEPTOR	LONGITUD	LATITUD	CONTAMINANTES PRESENTES
SC-6	MNCH Holding	Textil	Arroyo La Cañada	-102.93565	20.44337	
DM-31	Zapotlan del Rey	Municipal	Presa La Colonia	-102.92457	20.45919	DQO,GYA,SST,DBO,NT,PT,
DM-3	PTAR Ocotlan	PTAR	Rio Santiago	-102.79008	20.37282	GYA,SST,NT,
DI-103	Celanese Mexicana Emisor PTAR	PTAR	Rio Santiago	-102.78875	20.35288	DQO,GYA,SST,DBO,PT,
DR-103	Nestle (Emisor)	Alimentos	Rio Santiago	-102.78307	20.35111	DQO,GYA,SST,DBO,NT,PT,
DM-26	PTAR Cuitzeo	PTAR	Rio Santiago	-102.78505	20.35016	
DM-15	PTAR Poncitlan	PTAR	Rio Santiago	-102.94195	20.38827	GYA,
DM-23y24	PTAR Atequiza-Atotonilquillo	PTAR	Rio Santiago	-103.13319	20.40816	
DR-134	CIBA (Emisor)	Quimica Farmaceutica	Rio Santiago	-103.10921	20.40174	DQO,GYA,DBO,
AC-126	Plasticos Rex Cydsa	Plasticos	Rio Santiago	-102.95663	20.38089	
DM-20	San Igancio Cerro Gordo	Municipal	Arroyo Jaquetas	-102.52931	20.73842	DQO,GYA,SST,DBO,NT,
SC-4	Tequilera el Campanario	Vinos y Licores	Arroyo Jaquetas	-102.52571	20.73327	DQO,GYA,SST,DBO,PT,
DM-27	San Francisco de Asis	Municipal	Arroyo La Peñuela	-102.56939	20.60033	DQO,GYA,SST,DBO,
DI-206	Tequilera la Madrileña	Vinos y Licores	Arroyo Tierras Coloradas	-102.81119	20.55173	DQO,SST,DBO,NT,PT,
DM-17	Tototlan	Municipal	Arroyo Tierras Coloradas	-102.77384	20.53225	DQO,GYA,DBO,
DM-4	Arandas	PTAR	Rio Zula	-102.33188	20.68551	DQO,
DM-7	Atotonilco el Alto	PTAR	Rio Zula	-102.54550	20.52896	DQO,
DI-27	Industria Quimikao	Quimica	Arroyo El Ahogado	-103.22767	20.49745	DQO,GYA,SST,DBO,NT,
SC-16	Descarga en la localidad La Alameda	Municipal	Arroyo El Ahogado	-103.24198	20.49560	DQO,GYA,SST,DBO,NT,
SC-8	Arroyo aguas arriba de puente caido Quimikao	Varios	Arroyo El Ahogado	-103.22848	20.49741	DQO,GYA,SST,
SC-3	Envases Universales	Plasticos	Arroyo El Ahogado	-103.23620	20.49313	DQO,GYA,SST,DBO,
SC-13	PTAR zona industrial El Salto	PTAR	Arroyo El Ahogado	-103.24456	20.51147	
AC-4	ZF Sachs Suspension Mexico	Automotriz	Arroyo El Ahogado	-103.23537	20.48465	
SC-9	Tuberias aguas abajo de "El Muelle"	Varios	Arroyo El Ahogado	-103.22196	20.49653	
SC-14	Empaques Modernos	Celulosa y papel	Presa El Ahogado	-103.26056	20.53676	DQO,DBO,
SC-11	Hilasal	Textil	Presa El Ahogado	-103.25190	20.52157	NT,
SC-12	Hershey	Alimentos	Presa El Ahogado	-103.25540	20.53433	PT,
DI-14	G. P. Gen Pro	Porcicola	Arroyo Santiaguito	-103.22013	20.43826	GYA,SST,DBO,NT,PT,CU,ZN,

CLAVE	DESCARGA	GIRO	CUERPO RECEPTOR	LONGITUD	LATITUD	CONTAMINANTES PRESENTES
DI-06	Aceitera AGyDSA	Alimentos	Arroyo Santiaguito	-103.21518	20.47674	DQO,GYA,SST,DBO,NT,
DI-1A	Gatorade	Refresquera	Arroyo Santiaguito	-103.21478	20.43755	GYA,SST,AS,
SC-10	Pepsi - Santorini	Refresquera	Laguna Salasana	-103.22854	20.43390	DQO,GYA,SST,DBO,AS,
DM-32	La Laja	Municipal	Rio La Laja	-103.13677	20.58949	DQO,GYA,SST,DBO,NT,
DI-19	Tequilera Cuervo Camichines	Vinos y Licores	Rio La Laja	-103.12198	20.57321	DQO,SST,DBO,AS,
DI-33	G. P. El Colorin	Porcicola	Rio La Laja	-103.12866	20.58567	DQO,GYA,SST,DBO,NT,PT,
DI-16	G. P. Venagen	Porcicola	Rio Santiago	-103.16507	20.54928	DQO,GYA,SST,DBO,NT,PT,
AC-20	G. P. Caballo Bayo	Porcicola	Rio Santiago	-103.15670	20.57499	DQO,GYA,SST,DBO,NT,PT,
DM-25	Puente Grande	Municipal	Rio Santiago	-103.14904	20.56853	DQO,GYA,SST,DBO,NT,
DI-18	Cefereso	Municipal	Rio Santiago	-103.18470	20.55497	DQO,GYA,SST,DBO,NT,
DM-12	PTAR El Salto	PTAR	Rio Santiago	-103.18518	20.50640	DBO,
DM-21	PTAR Juanacatlan	PTAR	Rio Santiago	-103.13973	20.56911	SST,
DM-6	PTAR Zapotlanejo	PTAR	Rio Zapotlanejo	-103.09450	20.62365	DQO,
DM-ZMG	Zona Metropolitana de Guadalajara (5 descargas)	PTAR	Rio Santiago	-103.31301	20.75186	DQO,GYA,SST,DBO,NT,PT,
DI-84	PTAR del P. I. de Lagos de Moreno	PTAR	Aroyo Tutano	-101.97070	21.35884	DQO,GYA,NT,
DI-70	G. P. No. 1,2 Y 3 aguas arriba de La Jara Santa Rosa	Porcicola	Arroyo Barroso	-102.35631	21.27731	
DI-68y69	G. P. No. 1 Y 3 aguas arriba de La Jara Santa Rosa	Porcicola	Arroyo Barroso	-102.35527	21.31509	DQO,GYA,SST,DBO,NT,PT,
DM-22	Union de San Antonio	Municipal	Arroyo El Ocote	-102.00865	21.13684	DQO,GYA,SST,DBO,NT,
DI-102	G. P. Sanfandila en 18 de Marzo	Porcicola	Arroyo El Purgatorio	-101.78819	21.47062	DQO,SST,DBO,NT,PT,
DI-82y83	G. P. No.1 y 2 en San Jose del Potrero	Porcicola	Arroyo La Cantera	-102.03625	21.31273	DQO,SST,DBO,NT,PT,
DI-92	Industria L. de M.	Varios	Rio Guaricho	-101.89218	21.35020	DQO,GYA,SST,DBO,NT,PT,
DI-301	G. P. Texas	Porcicola	Rio Lagos	-101.77397	21.49323	DQO,GYA,SST,DBO,NT,PT,
DD-59	G. P. Sanfandila	Porcicola	Rio Lagos	-101.86239	21.43864	DQO,GYA,SST,DBO,NT,PT,ZN,
DM-1	Lagos de Moreno	Municipal	Rio Lagos	-101.96308	21.31291	DQO,GYA,DBO,
DI-94	Industria Bachoco	Alimentos	Rio Lagos	-101.91720	21.31269	DQO,GYA,SST,DBO,NT,
DM-5	San Juan de los Lagos	Municipal	Rio Lagos	-102.34880	21.25601	DQO,GYA,SST,DBO,NT,
DI-93	Sigma Alimentos	Alimentos	Rio Lagos	-101.91998	21.31244	GYA,DBO,PT,
DM-14	Villa Hidalgo	Municipal	Arroyo El Rincon	-102.58573	21.66909	DQO,GYA,SST,DBO,NT,
DM-9	Teocaltiche	Municipal	Arroyo Teocaltiche	-102.56669	21.40686	DQO,GYA,SST,DBO,NT,
DM-8	Encarnacion de Diaz	Municipal	Rio Chico	-102.24830	21.51897	GYA,SST,DBO,
DM-10	Jalostotitlan	Municipal	Rio Jalostotitlan	-102.47171	21.17693	GYA,NT,
DD-46,47y48	G. P. en El Mayoral	Porcicola	Rio La Laja	-102.45543	21.20707	DQO,GYA,SST,DBO,NT,PT,
DM-11	San Miguel el Alto	Municipal	Rio San Miguel	-102.41054	21.04372	DQO,GYA,DBO,NT,
DM-13	Yahualca de Gonzalez Gallo	Municipal	Arroyo La Cofradia	-102.87864	21.16365	DQO,GYA,SST,DBO,NT,
DI-31	Rastro y Penitenciaría de Tepatitlan	Alimentos	Arroyo Los Patos	-102.73006	20.78702	DQO,GYA,SST,NT,
DI-30	Envases y Plasticos Titan	Plasticos	Arroyo Los Patos	-102.77579	20.78443	DQO,GYA,SST,DBO,NT,PT,CU,
DM-29	Mexxicacan	Municipal	Arroyo Mexxicacan	-102.77238	21.25633	DQO,GYA,SST,DBO,
DM-30	Pegueros	Municipal	Arroyo Pegueros	-102.67072	20.95535	DQO,GYA,SST,DBO,NT,
DM-16	Capilla de Guadalupe	Municipal	Rio Del Valle	-102.58248	20.83427	DQO,GYA,SST,DBO,NT,
DM-28	Valle de Guadalupe	Municipal	Rio El Salto	-102.61274	21.02087	DQO,GYA,DBO,NT,
DM-2	Tepatitlan de Morelos	Municipal	Rio Tepatitlan	-102.78861	20.78729	DQO,SST,DBO,
DI-54y55	G. P. en la Cofradia	Porcicola	Rio Tepatitlan	-102.93729	20.77832	DQO,GYA,SST,
DM-19	Acatitlan	Municipal	Rio Tepatitlan	-102.91786	20.77312	DQO,GYA,SST,DBO,NT,
DD-7	G. P. Sin Nombre	Porcicola	Rio Tepatitlan	-102.80322	20.78087	DQO,GYA,SST,DBO,NT,PT,

En dicho Estudio, se determinó que las aguas de los ríos Grande de Santiago o de Toluclotlán, Zula, Verde o de Belem y Lagos o San Nicolás, y el arroyo El Ahogado o El Castillo, y sus afluentes, han sufrido alteración en su calidad con motivo de las descargas de aguas residuales provenientes de procesos industriales y asentamientos humanos, que vierten 393.4 toneladas al día de materia orgánica medida como demanda bioquímica de oxígeno, 177.2 toneladas al día de sólidos suspendidos totales, 31.9 toneladas al día de grasas y aceites, 56.4 toneladas al día de nutrientes, 4.9 toneladas al día de sustancias activas al azul de metileno, 0.29 toneladas al día de metales pesados y 0.18 toneladas al día de compuestos orgánicos tóxicos, entre otros, más contaminación microbiológica.

Los compuestos tóxicos orgánicos encontrados en dicho Estudio del río Santiago y sus afluentes, en la parte alta son: Fenoles totales, Sulfatos, Cloroformo, Etilbenceno, Bis-(2-etilhexil)ftalato, Dietilftalato, Dimetilftalato, 2,4,6 triclorofenol, Benceno, Isoforona, Naftaleno, Nitrobenzeno, Tetracloroetileno, Tetracloruro de carbono, Tolueno y Diclorobencenos.

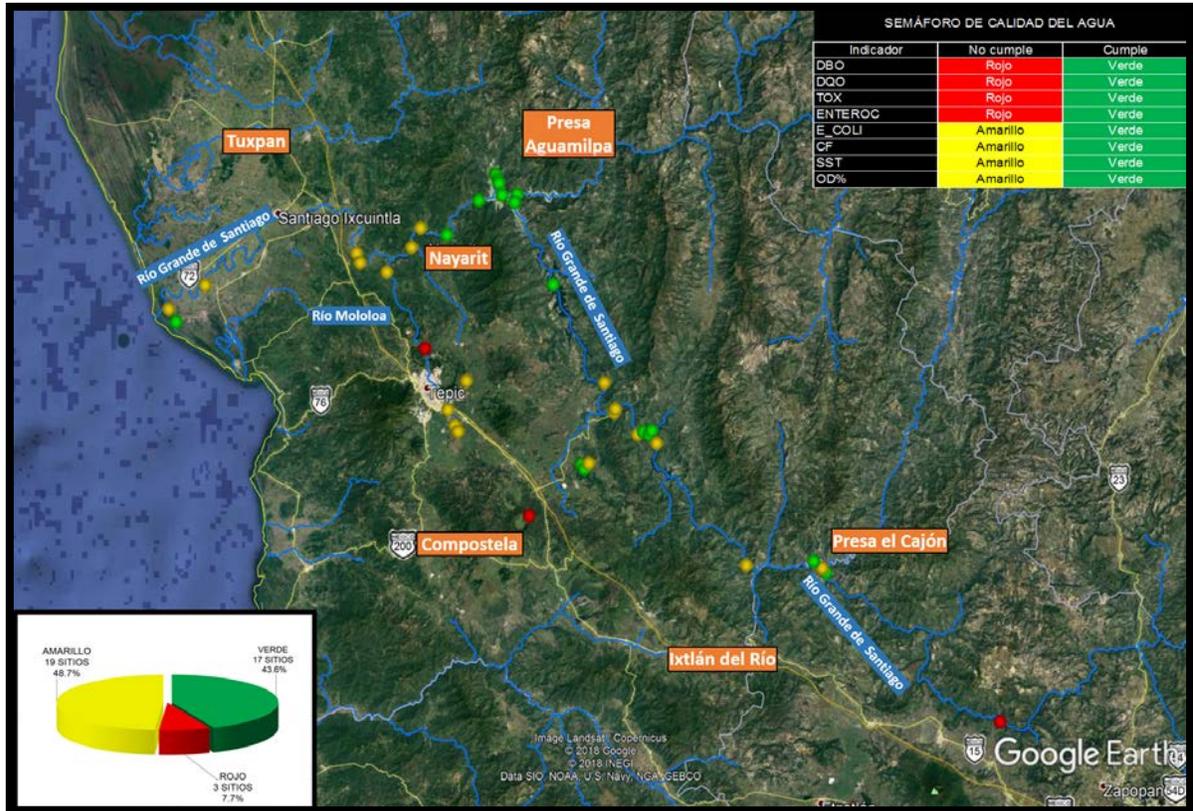
En particular, se encontraron tóxicos orgánicos en las siguientes descargas:

Tabla 8. Principales descargas con tóxicos orgánicos en el río Santiago (Parte alta)

Descarga	Clave	Cuerpo de agua	Número de tóxicos orgánicos presentes	Concentración de tóxicos orgánicos, mg/L	Principales tóxicos orgánicos presentes								
					Ácido dodecanoico (ácido láurico)	Ácido octadecanoico (ácido esteárico)	Ácido tetradecanoico (ácido mirístico)	m y p-Cresol	Ácido benzoico	Ácido butírico (ácido butanoico)	Ácido hexadecanoico	Ácido pentanoico (ácido valérico)	Acetona
				mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Puente Grande	DM-25	Río Santiago	35	2.81	317.3	351.8	420.6	248.4	69.19		746.6		
Pepsi-Santorini	SC-10	Arroyo Santiaguito	25	2.39				81.79	425	580.9	24.21	941	
Celanese Mexicana	DI-103	Río Santiago	27	1.48		4.5		9.47					1294
Puente Quimikao	SC-8	Arroyo El Ahogado	55	1.11	14			108.6			18.42		45.65
Env. Universales	SC-3	Arroyo El Ahogado	35	0.97	25.22	52.35	12.29	13.81	10.78		41.95		
El Muelle	SC-9	Arroyo El Ahogado	18	0.64		3.85							49.61
Aceitera ACyDSA	DI-6	Arroyo Santiaguito	28	0.48	0.42	15.72	7.6	41.86			67.63		
CIBA	DR134	Río Santiago	25	0.48									
Tequilera José Cuervo	DI-19	Río La Laja	13	0.12		3.91							

Calidad del Agua en el río Santiago (Parte baja)

De los 39 sitios medidos en el río Santiago (Parte baja), se encontró que 19 sitios (48.7%) (Amarillo) no cumplen con *Escherichia coli*, coliformes fecales y/o porcentaje de saturación de oxígeno disuelto; 3 sitios (7.7%) (Rojo), además de contaminación microbiológica por coliformes fecales y/o *Escherichia coli*, no cumplen con DQO; 17 sitios (43.6%) (Verde) cumplen con todos los Indicadores, mapa 4.



Mapa 4. Calidad del Agua en el río Santiago (Parte baja)

Los sitios de medición, contaminantes y nivel de contaminación se muestran a continuación en las siguientes tablas:

Tabla 9. Sitio de medición de la RNM en el río Santiago (Parte baja) y contaminantes presentes

CLAVE	SITIO	CUENCA	CUERPO DE AGUA	LONGITUD	LATITUD	CONTAMINANTES
DLNAY1905M1	ARROYO SANTA ROSA, CONFLUENCIA CON EL RIO SANTIAGO	RIO SANTIAGO 6	ARROYO SANTA ROSA	-104.92839	21.75560	CF,
DLNAY1914W1	VENA VARADERO (ESTERO VENA VARADEROS)	RIO SANTIAGO 6	ESTERO VARADERO	-105.41142	21.61736	
DLNAY1921	LAGUNA DE TEPELTITIC MALECON	RIO SANTIAGO 5	LAGUNA	-104.68264	21.27861	DQO,CF,
DLNAY1922	LAGUNA DE SANTA MARIA DEL ORO 1 (RESTAURANT LA MATA)	RIO SANTIAGO 5	LAGUNA	-104.57044	21.36276	
DLNAY1924	LAGUNA DE SANTA MARIA DEL ORO 3 (A LA ALTURA DEL RESTAURANT LA SELVA)	RIO SANTIAGO 5	LAGUNA	-104.57626	21.37075	

CLAVE	SITIO	CUENCA	CUERPO DE AGUA	LONGITUD	LATITUD	CONTAMINANTES
DLNAY1925	LAGUNA DE SANTA MARIA DEL ORO 2 A LA ALTURA DEL RESTAURANT EL DESAGUE	RIO SANTIAGO 5	LAGUNA	-104.56110	21.37300	CF,
DLNAY1856	LAGUNA DE MORA	RIO SANTIAGO 6	LAGUNA	-104.81330	21.51799	CF,
DLNAY1836	PRESA EL CAJON 5	RIO SANTIAGO 4	PRESA EL CAJON	-104.42236	21.40928	CF,
DLNAY1837	PRESA EL CAJON 3	RIO SANTIAGO 4	PRESA EL CAJON	-104.43808	21.42505	
DLNAY1838	PRESA EL CAJON 2 (EN LA CORTINA)	RIO SANTIAGO 4	PRESA EL CAJON	-104.44971	21.42987	
DLNAY1840	PRESA EL CAJON 4	RIO SANTIAGO 4	PRESA EL CAJON	-104.43243	21.43233	
DLNAY1839	PRESA EL CAJON 1 (RIO SANTIAGO EL CAJON)	RIO SANTIAGO 5	PRESA EL CAJON	-104.46196	21.42495	CF,OD%M,
OCLSP3962M1	PRESA LA YESCA II	RIO SANTIAGO 3	PRESA LA YESCA	-104.07268	21.18014	
OCLSP3960M1	PRESA LA YESCA I	RIO SANTIAGO 4	PRESA LA YESCA	-104.09846	21.20031	
DLNAY1833	RIO GRANDE DE SANTIAGO 17	RIO SANTIAGO 4	RIO GRANDE DE SANTIAGO	-104.23697	21.19246	CF,
DLNAY1835	PRESA SILIDARIDAD PLAYA GOLONDRINAS	RIO SANTIAGO 5	RIO GRANDE DE SANTIAGO	-104.63705	21.69157	
DLNAY1841	RIO GRANDE DE SANTIAGO 19 (CAMPAMENTO LAS YEGUAS)	RIO SANTIAGO 5	RIO GRANDE DE SANTIAGO	-104.50727	21.47020	CF,
DLNAY1860	PRESA SOLIDARIDAD 1 (P.H. AGUAMILPA 1 CORTINA)	RIO SANTIAGO 5	RIO GRANDE DE SANTIAGO	-104.79137	21.84060	
DLNAY1861	PRESA SOLIDARIDAD 2 (P.H. AGUAMILPA 2)	RIO SANTIAGO 5	RIO GRANDE DE SANTIAGO	-104.75009	21.87217	
DLNAY1862	PRESA SOLIDARIDAD 5 (P.H. AGUAMILPA 5)	RIO SANTIAGO 5	RIO GRANDE DE SANTIAGO	-104.75163	21.87793	
DLNAY1863	PRESA SOLIDARIDAD 3 (P.H. AGUAMILPA 3)	RIO SANTIAGO 5	RIO GRANDE DE SANTIAGO	-104.75679	21.88690	
DLNAY1864	PRESA SOLIDARIDAD 4 (P.H. AGUAMILPA 4)	RIO SANTIAGO 5	RIO GRANDE DE SANTIAGO	-104.74360	21.85078	
DLNAY1865	PRESA SOLIDARIDAD 6 (P.H. AGUAMILPA 6 LAS ADJUNTAS)	RIO SANTIAGO 5	RIO GRANDE DE SANTIAGO	-104.71751	21.83795	
DLNAY1866	PRESA SOLIDARIDAD 7 (P.H. AGUAMILPA 7 DESEMBOCADURA DEL RIO HUAYNAMOTA)	RIO SANTIAGO 5	RIO GRANDE DE SANTIAGO	-104.71246	21.85169	
DLNAY1858	RIO GRANDE DE SANTIAGO 22 (RIO GRANDE DE SANTIAGO PRESA SAN RAFAEL)	RIO SANTIAGO 6	RIO GRANDE DE SANTIAGO	-104.91030	21.79018	CF,
DLNAY1859	RIO GRANDE DE SANTIAGO 21 (AGUAMILPA)	RIO SANTIAGO 6	RIO GRANDE DE SANTIAGO	-104.85620	21.77840	
DLNAY1891	RIO GRANDE DE SANTIAGO 35 (RIO GRANDE DE SANTIAGO PIMIENTILLO)	RIO SANTIAGO 6	RIO GRANDE DE SANTIAGO	-105.35257	21.68378	CF,
DLNAY1900	RIO GRANDE DE SANTIAGO 29	RIO SANTIAGO 6	RIO GRANDE DE SANTIAGO	-105.04134	21.74392	CF,
DLNAY1915	RIO GRANDE DE SANTIAGO 37 (BOCA DEL ASADERO)	RIO SANTIAGO 6	RIO GRANDE DE SANTIAGO	-105.42704	21.64010	CF,
DLNAY1843	RIO GRANDE DE SANTIAGO PASO DE LOS BUEYES	RIO SANTIAGO 5	RIO GRANDE SANTIAGO	-104.53033	21.51685	CF,
DLNAY1848	LA ESCONDIDA	RIO SANTIAGO 6	RIO MOLOLOA	-104.89884	21.57551	DQO,CF,E_COLI,
DLNAY1852	DESPUES DE LA DESCARGA MUNICIPAL DE XALISCO	RIO SANTIAGO 6	RIO MOLOLOA	-104.85078	21.46606	CF,E_COLI,
DLNAY1854	PANTANAL	RIO SANTIAGO 6	RIO MOLOLOA	-104.82964	21.42743	CF,
DLNAY1854M1	PANTANAL	RIO SANTIAGO 6	RIO MOLOLOA	-104.83639	21.43846	CF,
DLNAY1904M1	RIO MOLOLOA (SALAZARES)	RIO SANTIAGO 6	RIO MOLOLOA	-104.97897	21.71096	CF,E_COLI,
OCLSP3763M1	ABAJO PRESA SANTA ROSA	RIO SANTIAGO 3	RIO SANTIAGO	-103.71172	20.91192	DQO,CF,E_COLI,
DLNAY1834	PASO DE LA YESCA	RIO SANTIAGO 4	RIO SANTIAGO	-104.08057	21.18759	OD%L,
DLNAY1842	RH12-10 LERMA (RIO GRANDE SANTIAGO/ LAS YEGUAS)	RIO SANTIAGO 5	RIO SANTIAGO	-104.50964	21.46333	CF,
DLNAY1906	EL JILE&O	RIO SANTIAGO 6	RIO SANTIAGO	-105.03391	21.72693	CF,

Tabla 10. Nivel de contaminación en el río Santiago (Parte baja)

CLAVE	DBO_ mg/L	CALIDAD_DB_ O	DQO_ mg/L	CALIDAD_ DQO	SST_ mg/L	CALIDAD_ _ SST	COLI_FE_ C_ NMP_100 mL	CALIDAD_ COLI_FEC	E_COLI_ _NMP_ 100mL	CALIDAD_ E_COLI
DLNAY1905M1	<2	Excelente	16.9	Buena calidad	<10	Excelente	1793	Contaminada	63	Excelente
DLNAY1914W1					33.3	Buena calidad	922	Aceptable		
DLNAY1921	9.44	Aceptable	106	Contaminada	70	Buena calidad	1605	Contaminada	20	Excelente
DLNAY1922	<2	Excelente	25.4	Aceptable	<10	Excelente	301	Aceptable	<3	Excelente

CLAVE	DBO_ mg/L	CALIDAD_DB O	DQO_ mg/L	CALIDAD_ DQO	SST_ mg/L	CALIDAD _ SST	COLI_FE C_ NMP_100 mL	CALIDAD_ COLI_FEC	E_COLI _NMP_ 100mL	CALIDAD_ E_COLI
DLNAY1924	<2	Excelente	20.1	Aceptable	<10	Excelente	270	Aceptable	<3	Excelente
DLNAY1925	3.52	Buena calidad	20.8	Aceptable	<10	Excelente	1054	Contaminada	<3	Excelente
DLNAY1856	2.01	Excelente	15.3	Buena calidad	11.5	Excelente	1274	Contaminada	41	Excelente
DLNAY1836	3.6	Buena calidad	23.8	Aceptable	<10	Excelente	1007	Contaminada	<3	Excelente
DLNAY1837	<2	Excelente	24.2	Aceptable	<10	Excelente	955	Aceptable	<3	Excelente
DLNAY1838	4.44	Buena calidad	27.8	Aceptable	<10	Excelente	472	Aceptable	<3	Excelente
DLNAY1840	3.78	Buena calidad	20.5	Aceptable	<10	Excelente	464	Aceptable	10	Excelente
DLNAY1839	<2	Excelente	28.1	Aceptable	<10	Excelente	1854	Contaminada	20.5	Excelente
OCLSP3962M1	3.38	Buena calidad	23.9	Aceptable	<10	Excelente	522	Aceptable	<3	Excelente
OCLSP3960M1	3.2	Buena calidad	27.7	Aceptable	18	Excelente	328	Aceptable	<3	Excelente
DLNAY1833	4.88	Buena calidad	25.3	Aceptable	13.25	Excelente	1220	Contaminada	10	Excelente
DLNAY1835	<2	Excelente	19.1	Buena calidad	<10	Excelente	869	Aceptable	<3	Excelente
DLNAY1841	<2	Excelente	19.8	Buena calidad	<10	Excelente	1187	Contaminada	20	Excelente
DLNAY1860	<2	Excelente	15.6	Buena calidad	<10	Excelente	355	Aceptable	<3	Excelente
DLNAY1861	<2	Excelente	23.4	Aceptable	<10	Excelente	733	Aceptable	<3	Excelente
DLNAY1862	<2	Excelente	20.1	Aceptable	<10	Excelente	605	Aceptable	<3	Excelente
DLNAY1863	<2	Excelente	16.2	Buena calidad	<10	Excelente	201	Aceptable	<3	Excelente
DLNAY1864	<2	Excelente	24.4	Aceptable	<10	Excelente	288	Aceptable	<3	Excelente
DLNAY1865	<2	Excelente	18.5	Buena calidad	<10	Excelente	872	Aceptable	<3	Excelente
DLNAY1866	<2	Excelente	23.8	Aceptable	10.25	Excelente	667	Aceptable	<3	Excelente
DLNAY1858	<2	Excelente	27.9	Aceptable	<10	Excelente	1186	Contaminada	36	Excelente
DLNAY1859	<2	Excelente	16.8	Buena calidad	<10	Excelente	987	Aceptable	20	Excelente
DLNAY1891	<2	Excelente	21	Aceptable	31.7	Buena calidad	5794	Contaminada	228	Buena calidad
DLNAY1900	<2	Excelente	15	Buena calidad	<10	Excelente	3448	Contaminada	98	Excelente
DLNAY1915	<2	Excelente	22.3	Aceptable	18.75	Excelente	3455	Contaminada	134	Buena calidad
DLNAY1843	4.14	Buena calidad	24.6	Aceptable	<10	Excelente	1112	Contaminada	10	Excelente
DLNAY1848	10.25	Aceptable	58.2	Contaminada	48	Buena calidad	24196	Fuertemente contaminada	24196	Fuertemente contaminada
DLNAY1852	7.09	Aceptable	29.2	Aceptable	40	Buena calidad	24196	Fuertemente contaminada	24196	Fuertemente contaminada
DLNAY1854	4.26	Buena calidad	16.9	Buena calidad	23.25	Excelente	11199	Fuertemente contaminada	535	Buena calidad
DLNAY1854M1	<2	Excelente	13.4	Buena calidad	39.13	Buena calidad	5794	Contaminada	743	Aceptable
DLNAY1904M1	2.92	Excelente	<10	Excelente	<10	Excelente	9804	Contaminada	1918	Fuertemente contaminada
OCLSP3763M1	5.52	Buena calidad	40.3	Contaminada	13	Excelente	4352	Contaminada	882	Contaminada
DLNAY1834	2.48	Excelente	31.9	Aceptable	10	Excelente	906	Aceptable	<3	Excelente
DLNAY1842	<2	Excelente	22.7	Aceptable	<10	Excelente	1112	Contaminada	10	Excelente

Tabla 10. Nivel de contaminación en el río Santiago (Parte baja) (continuación)

CLAVE	ENTER OC_NM P_ 100mL	CALIDAD_EN TEROC	OD_ PORC	CALIDAD_O D_PORC	OD_P ORC_S UP	CALIDAD _OD_POR C_SUP	OD_ PORC_M ED	CALIDAD_OD _PORC_MED	OD_POR C_ FON	CALIDAD_OD_P ORC_FON
DLNAY1905M1			76.9	Excelente						
DLNAY1914W1	30	Excelente			68.3	Buena calidad	59.7	Buena calidad	54.2	Buena calidad
DLNAY1921					114.9	Buena calidad			87.8	Excelente
DLNAY1922					105.2	Excelente	100	Excelente	62.9	Buena calidad
DLNAY1924					105.7	Excelente	102.85	Excelente	76.7	Excelente
DLNAY1925					107.7	Excelente	100.5	Excelente	78.85	Excelente
DLNAY1856					88.4	Excelente	85.1	Excelente	61.73	Buena calidad
DLNAY1836					87.9	Excelente	68.3	Buena calidad	49.2	Aceptable

CLAVE	ENTEROC_NMP_100mL	CALIDAD_ENTEROC	OD_PORC	CALIDAD_OD_PORC	OD_PORC_SUP	CALIDAD_OD_PORC_SUP	OD_PORC_MED	CALIDAD_OD_PORC_MED	OD_PORC_FON	CALIDAD_OD_PORC_FON
DLNAY1837					93.95	Excelente	65.55	Buena calidad	53.1	Buena calidad
DLNAY1838					89.8	Excelente	76.9	Excelente	55.05	Buena calidad
DLNAY1840					93	Excelente	72.3	Excelente	49.1	Aceptable
DLNAY1839					72.85	Excelente	5	Fuertemente contaminada		
OCLSP3962M1					99	Excelente	57.8	Buena calidad	42	Aceptable
OCLSP3960M1			51.3	Buena calidad	105	Excelente	67.7	Buena calidad	44.75	Aceptable
DLNAY1833					81.2	Excelente	64.8	Buena calidad	59.65	Buena calidad
DLNAY1835					93.35	Excelente	63.7	Buena calidad	55.8	Buena calidad
DLNAY1841			56.8	Buena calidad						
DLNAY1860					89.6	Excelente	72.1	Excelente	60.2	Buena calidad
DLNAY1861					102.6	Excelente	74.7	Excelente	64.9	Buena calidad
DLNAY1862					113.9	Buena calidad	77.7	Excelente	56.8	Buena calidad
DLNAY1863					108.6	Excelente	73.15	Excelente	54.4	Buena calidad
DLNAY1864					91.3	Excelente	83.2	Excelente	62.7	Buena calidad
DLNAY1865					86.35	Excelente	64.65	Buena calidad	57.05	Buena calidad
DLNAY1866					86.4	Excelente	70.3	Excelente	56.25	Buena calidad
DLNAY1858			90.1	Excelente						
DLNAY1859			53.8	Buena calidad						
DLNAY1891			86.8	Excelente						
DLNAY1900			94.2	Excelente						
DLNAY1915	31	Excelente	79.6	Excelente	82.3	Excelente	83.6	Excelente	105.8	Excelente
DLNAY1843			87.92	Excelente						
DLNAY1848			61.98	Buena calidad						
DLNAY1852			36.55	Aceptable						
DLNAY1854			63.9	Buena calidad						
DLNAY1854M1			71.9	Excelente						
DLNAY1904M1			93.7	Excelente						
OCLSP3763M1			52	Buena calidad						
DLNAY1834			5	Fuertemente contaminada	83.05	Excelente	77.95	Excelente	50.65	Buena calidad
DLNAY1842			59	Buena calidad						
DLNAY1906			84.8	Excelente						

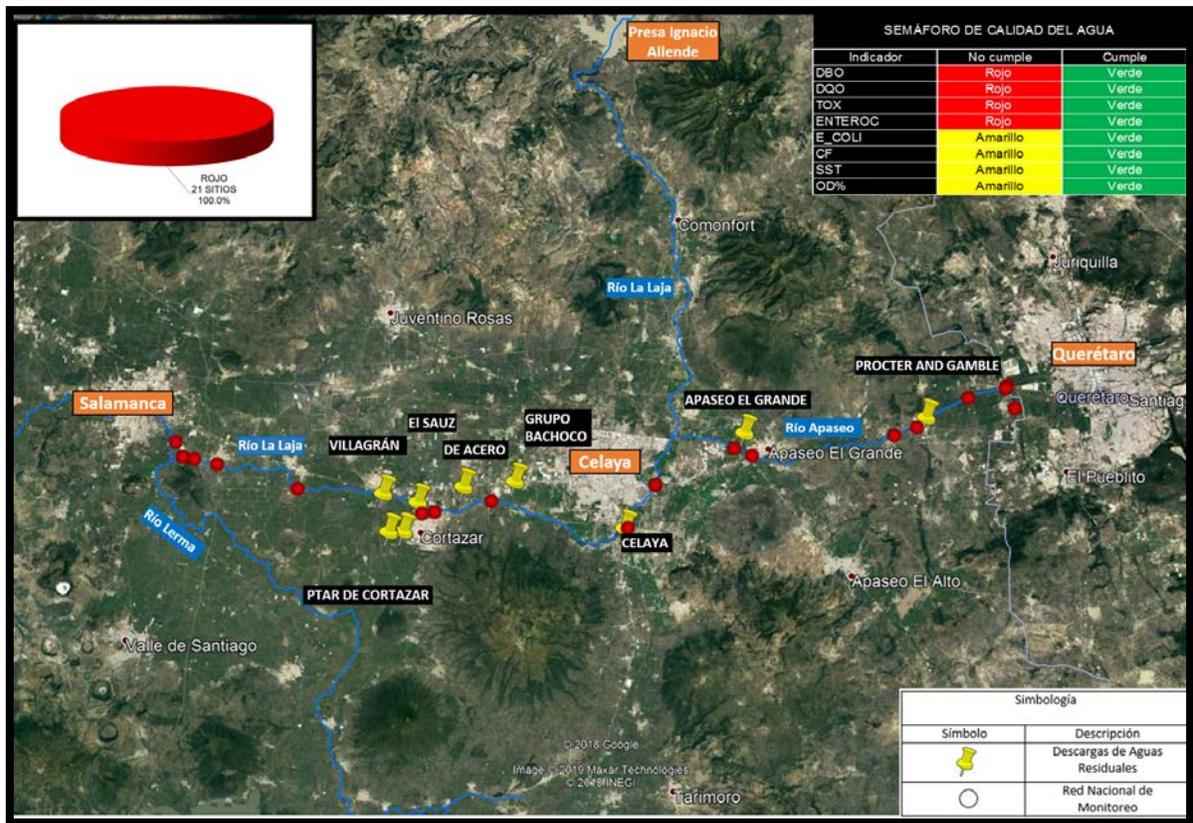
Tabla 10. Nivel de contaminación en el río Santiago (Parte baja) (continuación)

CLAVE	TOX_D_48_UT	CALIDAD_TOX_D_48	TOX_V_15_UT	CALIDAD_TOX_V_15	TOX_D_48_SUP_UT	CALIDAD_TOX_D_48_SUP	TOX_D_48_FON_UT	CALIDAD_TOX_D_48_FON	TOX_FIS_SUP_15_UT	CALIDAD_TOX_FIS_SUP_15	TOX_FIS_FON_15_UT	CALIDAD_TOX_FIS_FON_15
DLNAY1905M1	<1	No Toxico	<1	No Toxico								
DLNAY1914W1									<1	No Toxico	<1	No Toxico
DLNAY1921					2.11	Toxicidad moderada	<1	No Toxico	<1	No Toxico	<1	No Toxico
DLNAY1922					<1	No Toxico	<1	No Toxico	<1	No Toxico	<1	No Toxico
DLNAY1924					<1	No Toxico	<1	No Toxico	<1	No Toxico	<1	No Toxico
DLNAY1925					<1	No Toxico	<1	No Toxico	<1	No Toxico	<1	No Toxico
DLNAY1856					<1	No Toxico	<1	No Toxico	<1	No Toxico	<1	No Toxico
DLNAY1836					<1	No Toxico	<1	No Toxico	<1	No Toxico	<1	No Toxico
DLNAY1837					<1	No Toxico	<1	No Toxico	<1	No Toxico	<1	No Toxico
DLNAY1838					<1	No Toxico	<1	No Toxico	<1	No Toxico	<1	No Toxico
DLNAY1840					<1	No Toxico	<1	No Toxico	<1	No Toxico	1.8	Toxicidad moderada
DLNAY1839					<1	No Toxico	<1	No Toxico	<1	No Toxico	<1	No Toxico
OCLSP3962M1					<1	No Toxico	<1	No Toxico	<1	No Toxico	<1	No Toxico
OCLSP3960M1	<1	No Toxico	<1	No Toxico	<1	No Toxico	<1	No Toxico	<1	No Toxico	<1	No Toxico
DLNAY1833					<1	No Toxico	<1	No Toxico	<1	No Toxico	<1	No Toxico
DLNAY1835					<1	No Toxico	<1	No Toxico	1.3	Toxicidad baja	<1	No Toxico
DLNAY1841	<1	No Toxico	<1	No Toxico								
DLNAY1860					<1	No Toxico	<1	No Toxico	<1	No Toxico	<1	No Toxico
DLNAY1861					<1	No Toxico	<1	No Toxico	<1	No Toxico	<1	No Toxico

CLAVE	TOX_D_48_UT	CALIDAD_TOX_D_48	TOX_V_15_UT	CALIDAD_TOX_V_15	TOX_D_48_SUP_UT	CALIDAD_TOX_D_48_SUP	TOX_D_48_FON_UT	CALIDAD_TOX_D_48_FON	TOX_FIS_SUP_15_UT	CALIDAD_TOX_FIS_SUP_15	TOX_FIS_FON_15_UT	CALIDAD_TOX_FIS_FON_15
DLNAY1862					<1	No Tóxico	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
DLNAY1863					<1	No Tóxico	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
DLNAY1864					<1	No Tóxico	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
DLNAY1865					<1	No Tóxico	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
DLNAY1866					<1	No Tóxico	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico	1.1865	Toxicidad baja
DLNAY1858	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico								
DLNAY1859	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico								
DLNAY1891	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico								
DLNAY1900	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico								
DLNAY1915	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico					<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
DLNAY1843	<1	No Tóxico	1.2	Toxicidad baja								
DLNAY1848	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico								
DLNAY1852	<1	No Tóxico	2.2	Toxicidad moderada								
DLNAY1854	<1	No Tóxico	1.3	Toxicidad baja								
DLNAY1854M1	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico								
DLNAY1904M1	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico								
OCLSP3763M1	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico								
DLNAY1834	1.3	Toxicidad baja	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
DLNAY1842	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico								
DLNAY1906	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico								

Calidad del Agua en el río La Laja

En el río La Laja, de 21 sitios, el 100% presentó contaminación por DQO, además, 18 sitios presentaron contaminación por DBO, 14 sitios presentaron contaminación microbiológica por coliformes fecales y *Escherichia coli*, 16 sitios presentaron bajo contenido de oxígeno disuelto, y 7 sitios presentaron alta toxicidad, mapa 5.



Mapa 5. Calidad del Agua en el río La Laja, y Descargas de aguas residuales

Los sitios de medición, contaminantes y nivel de contaminación se muestran a continuación en las siguientes tablas:

Tabla 11. Sitio de medición de la RNM en el río la Laja y contaminantes presentes

CLAVE	SITIO	CUENCA	CUERPO DE AGUA	LONGITUD	LATITUD	CONTAMINANTES
DLGUA1000	ESTUDIO ESPECIAL RIO LA LAJA, DE ACERO	RIO LA LAJA 2	RIO LA LAJA	-100.95264	20.49275	DBO,DQO,OD%L,
DLGUA1002	ESTUDIO ESPECIAL RIO LA LAJA, CORTAZAR	RIO LA LAJA 2	RIO LA LAJA	-100.96291	20.49159	DBO,DQO,CF,E_CO LI,
DLGUA1004	ESTUDIO ESPECIAL RIO LA LAJA, SARABIA	RIO LA LAJA 2	RIO LA LAJA	-101.06351	20.50861	DBO,DQO,CF,E_CO LI,
DLGUA1006	ESTUDIO ESPECIAL RIO LA LAJA, VALTIERRILLA	RIO LERMA 4	RIO LA LAJA	-101.12919	20.52591	DBO,DQO,CF,E_CO LI,OD%L,
DLGUA1007	AGUAS ARRIBA DE SU CONFL. CON EL RIO LERMA	RIO LERMA 4	RIO LAJA	-101.14776	20.52945	DQO,CF,E_CO LI,OD %L,TOX_L,
DLGUA1008	ESTUDIO ESPECIAL RIO LA LAJA, ANTES DE LA CONFLUENCIA CON EL RIO LERMA	RIO LERMA 4	RIO LA LAJA	-101.15713	20.53096	DBO,DQO,CF,E_CO LI,

CLAVE	SITIO	CUENCA	CUERPO DE AGUA	LONGITUD	LATITUD	CONTAMINANTES
DLGUA1009	RIO LERMA 29	RIO LERMA 4	RIO LERMA	-101.16326	20.54223	DQO,CF,E-COLI,
DLGUA1011	RIO LAJA ANTES DE SU CONFLUENCIA CON EL RIO LERMA	RIO LERMA 4	RIO LAJA	-101.15700	20.53103	DQO,CF,E-COLI,TOX_L,
DLGUA976	ESTUDIO ESPECIAL RIO LA LAJA, VALLE VERDE	RIO QUERETARO	RIO LA LAJA	-100.49055	20.59412	DBO,DQO,CF,E-COLI,OD%L,TOX_L,
DLGUA977	ESTUDIO ESPECIAL RIO LA LAJA, GRANJAS MARISCALA	RIO QUERETARO	RIO LA LAJA	-100.52111	20.58624	DBO,DQO,CF,E-COLI,OD%L,
DLGUA979	ESTUDIO ESPECIAL RIO LA LAJA, OBRAJUELO	RIO QUERETARO	RIO LA LAJA	-100.56331	20.56294	DBO,DQO,OD%L,
DLGUA980	ESTUDIO ESPECIAL RIO LA LAJA, TENANGO	RIO QUERETARO	RIO LA LAJA	-100.58154	20.55653	DBO,DQO,OD%L,
DLGUA981	ESTUDIO ESPECIAL RIO LA LAJA, ESTACION TRES GUERRAS	RIO LA LAJA 2	RIO LA LAJA	-100.77526	20.51602	DBO,DQO,OD%L,
DLGUA983	ESTUDIO ESPECIAL RIO LA LAJA, APASEO EL GRANDE	RIO LA LAJA 2	RIO LA LAJA	-100.69721	20.53970	DBO,DQO,CF,E-COLI,OD%L,
DLGUA991	ESTUDIO ESPECIAL RIO LA LAJA, RIO APASEO ANTES DE SU CONFLUENCIA CON RIO LA LAJA	RIO LA LAJA 2	RIO LA LAJA	-100.71170	20.54470	DBO,DQO,OD%L,
DLGUA992	TRES GUERRAS	RIO LA LAJA 2	RIO LAJA	-100.77510	20.51607	DBO,DQO,CF,E-COLI,OD%L,TOX_L,
DLGUA994	ESTUDIO ESPECIAL RIO LA LAJA, AGUAS ARRIBA DAR MUNICIPALES DE CELAYA EN AVON	RIO LA LAJA 2	RIO LA LAJA	-100.79699	20.48334	DBO,DQO,OD%L,
DLGUA997	ESTUDIO ESPECIAL RIO LA LAJA, BACHOCO	RIO LA LAJA 2	RIO LA LAJA	-100.90718	20.50191	DBO,DQO,OD%L,
DLQUE2094	ARROYO EL ARENAL	RIO QUERETARO	ARROYO EL ARENAL	-100.48918	20.59612	DBO,DQO,CF,E-COLI,OD%L,TOX_L,
DLQUE2095	LAS ADJUNTAS	RIO QUERETARO	RIO QUERETARO	-100.48994	20.59424	DBO,DQO,CF,E-COLI,OD%L,TOX_L,
DLQUE2096	RIO EL PUEBLITO	RIO QUERETARO	RIO EL PUEBLITO	-100.48321	20.57886	DBO,DQO,CF,E-COLI,OD%L,TOX_L,

Tabla 12. Nivel de contaminación en el río La Laja

CLAVE	DBO_m g/L	CALIDAD_DBO	DQO_m g/L	CALIDAD_DQO	SST_mg/L	CALIDAD_SST	COLI_FEC_NMP_100mL	CALIDAD_COLI_FEC
DLGUA1000	131	Fuertemente contaminada	241	Fuertemente contaminada	104	Aceptable		
DLGUA1002	82	Contaminada	223	Fuertemente contaminada	44	Buena calidad	2400	Contaminada
DLGUA1004	36	Contaminada	102	Contaminada	62	Buena calidad	2400	Contaminada
DLGUA1006	48	Contaminada	86	Contaminada	54	Buena calidad	2400	Contaminada
DLGUA1007	28	Aceptable	82	Contaminada	56	Buena calidad	24000	Fuertemente contaminada
DLGUA1008	57	Contaminada	141	Contaminada	52	Buena calidad	2400	Contaminada
DLGUA1009	19	Aceptable	75	Contaminada	58	Buena calidad	24000	Fuertemente contaminada
DLGUA1011	26	Aceptable	73	Contaminada	49	Buena calidad	24000	Fuertemente contaminada
DLGUA976	67	Contaminada	159	Contaminada	59	Buena calidad	2400	Contaminada
DLGUA977	122	Fuertemente contaminada	241	Fuertemente contaminada	99	Aceptable	2400	Contaminada
DLGUA979	63	Contaminada	203	Fuertemente contaminada	57	Buena calidad	<3	Excelente
DLGUA980	141	Fuertemente contaminada	370	Fuertemente contaminada	77	Aceptable		
DLGUA981	57	Contaminada	159	Contaminada	52	Buena calidad		
DLGUA983	83	Contaminada	172	Contaminada	49	Buena calidad	2400	Contaminada
DLGUA991	62	Contaminada	196	Contaminada	66	Buena calidad		
DLGUA992	36	Contaminada	115	Contaminada	60	Buena calidad	24000	Fuertemente contaminada
DLGUA994	145	Fuertemente contaminada	219	Fuertemente contaminada	43	Buena calidad		
DLGUA997	80	Contaminada	366	Fuertemente contaminada	62	Buena calidad		
DLQUE2094	91	Contaminada	254	Fuertemente contaminada	91	Aceptable	24196	Fuertemente contaminada
DLQUE2095	78	Contaminada	254	Fuertemente contaminada	98	Aceptable	241960	Fuertemente contaminada
DLQUE2096	88	Contaminada	272	Fuertemente contaminada	70	Buena calidad	24000	Fuertemente contaminada

Tabla 12. Nivel de contaminación en el río La Laja (continuación)

CLAVE	E_COLL_NM P_100mL	CALIDAD_ E_COLI	OD_ PORC	CALIDAD_OD_ PORC	TOX_D_48_U T	CALIDAD_TOX_ D_48	TOX_V_15 _UT	CALIDAD_TOX _V_15
DLGUA1000			23	Contaminada	1.3	Toxicidad baja	1.6	Toxicidad moderada
DLGUA1002	2400	Fuertemente contaminada	35	Aceptable	2.5	Toxicidad moderada	4.1	Toxicidad moderada
DLGUA1004	2400	Fuertemente contaminada	44	Aceptable	1	Toxicidad baja	3.8	Toxicidad moderada
DLGUA1006	2400	Fuertemente contaminada	27	Contaminada	1	Toxicidad baja	1	Toxicidad baja
DLGUA1007	24000	Fuertemente contaminada	21	Contaminada	1.6	Toxicidad moderada	6.2	Toxicidad alta
DLGUA1008	2400	Fuertemente contaminada	59	Buena calidad	1	Toxicidad baja	1.5	Toxicidad moderada
DLGUA1009	11000	Fuertemente contaminada	43	Aceptable	1	Toxicidad baja	3.6	Toxicidad moderada
DLGUA1011	24000	Fuertemente contaminada	31	Aceptable	1.6	Toxicidad moderada	5.2	Toxicidad alta
DLGUA976	2400	Fuertemente contaminada	9.1	Fuertemente contaminada	1.5	Toxicidad moderada	5.3	Toxicidad alta
DLGUA977	2400	Fuertemente contaminada	7.7	Fuertemente contaminada	1.6	Toxicidad moderada	1.7	Toxicidad moderada
DLGUA979	<3	Excelente	5	Fuertemente contaminada	1.5	Toxicidad moderada	3.1	Toxicidad moderada
DLGUA980			5	Fuertemente contaminada	3.6	Toxicidad moderada	1.8	Toxicidad moderada
DLGUA981			22	Contaminada	1.5	Toxicidad moderada	2.2	Toxicidad moderada
DLGUA983	2400	Fuertemente contaminada	5	Fuertemente contaminada	2.4	Toxicidad moderada	3.2	Toxicidad moderada
DLGUA991			18.4	Contaminada	2.9	Toxicidad moderada	2.4	Toxicidad moderada
DLGUA992	24000	Fuertemente contaminada	16.1	Contaminada	5.4	Toxicidad alta	16.4	Toxicidad alta
DLGUA994			5	Fuertemente contaminada	1.4	Toxicidad moderada	1.9	Toxicidad moderada
DLGUA997			11.6	Contaminada	3.6	Toxicidad moderada	2.9	Toxicidad moderada
DLQUE2094	24196	Fuertemente contaminada	5	Fuertemente contaminada	3.4	Toxicidad moderada	5.4	Toxicidad alta
DLQUE2095	241960	Fuertemente contaminada	5	Fuertemente contaminada	2.2	Toxicidad moderada	69.9	Toxicidad alta
DLQUE2096	17500	Fuertemente contaminada	14.3	Contaminada	4.6	Toxicidad moderada	11.8	Toxicidad alta

En 2012 la Red Nacional de Medición de la Calidad del Agua realizó el estudio especial de calidad del agua en el río La Laja, Guanajuato⁸, el cual incluyó su principal afluente, el río Apaseo; así mismo, consideró la evaluación de las principales descargas de aguas residuales que vierten directa e indirectamente a ambos ríos. Para el río La Laja se evaluaron seis descargas y para El Apaseo dos.

El diagnóstico de calidad del agua de los ríos La Laja y Apaseo para los metales y compuestos orgánicos sintéticos medidos en el estudio, con respecto a los criterios de calidad del agua (CCA), para los usos de riego agrícola y protección de la vida acuática, muestran los siguientes resultados.

Se cuantificaron ocho metales en los ríos Apaseo y La Laja (cadmio, plomo, aluminio, bario, boro, fierro, antimonio y mercurio). Para riego agrícola, en el río Apaseo rebasan el criterio el cadmio y el antimonio, en menos de una vez el valor correspondiente. En el caso del río La Laja se rebasa el criterio para el cadmio, boro y antimonio, siendo este último quien lo rebasa en mayor grado (hasta 1.8 veces).

Para protección de la vida acuática en el río Apaseo se rebasa el CCA para el cadmio, plomo, aluminio, bario, fierro, antimonio y mercurio, de los cuales el bario, aluminio y cadmio son los que rebasan en mayor grado, hasta 93, 38 y 6 veces, respectivamente. En el caso del río La Laja, los parámetros que rebasan el criterio son el cadmio, plomo, fierro, bario, mercurio, antimonio y aluminio, y al igual que en el río Apaseo, los que rebasan en mayor grado el criterio son el bario, aluminio y mercurio hasta 99, 68 y 3.6 veces, respectivamente.

Para el caso de los compuestos orgánicos sintéticos (COS) medidos en el estudio especial, 17 de ellos fueron cuantificados, siendo estos: DDD, aldrín, dieldrín, heptacloro, hexaclorobenceno, fenol, 2,4-dinitrotolueno, 2,6-dinitrotolueno, 2-clorofenol, 2-nitrofenol, 4-nitrofenol, bis-2-etilhexil-ftalato, dietilftalato, Dimetilftalato, hexaclorociclopentadieno, Pentaclorofenol y sustancias activas al azul de metileno.

Para el uso de riego agrícola, de los 17 COS cuantificados, para tres de ellos se cuenta con criterio (aldrín, dieldrín y heptacloro), pero ninguno es rebasado en ambos ríos.

Para el caso del uso de protección de la vida acuática en el río Apaseo rebasan el criterio 12 COS, (aldrín, dieldrín, heptacloro, 2,6-dinitrotolueno, 2-clorofenol, 2-nitrofenol, 4-nitrofenol, bis-2-etilhexil-ftalato, Dimetilftalato, hexaclorociclopentadieno, Pentaclorofenol y sustancias activas al azul de metileno) siendo el Dimetilftalato, hexaclorociclopentadieno, Pentaclorofenol y SAAM, los que rebasan los criterios en todos los sitios y en mayor grado (de 11.6 a 84 veces). En el río La Laja rebasan el criterio 14 COS (DDD, dieldrín, dietilftalato, heptacloro, 2,4-dinitrotolueno, 2,6-dinitrotolueno, 2-nitrofenol, 4-nitrofenol, bis-2-etilhexil-ftalato, Dimetilftalato, hexaclorobenceno, hexaclorociclopentadieno, Pentaclorofenol y sustancias activas al azul de metileno), siendo el Dimetilftalato, hexaclorociclopentadieno, pentaclorofenol y las SAAM, los que rebasan los criterios en todos los sitios y en mayor grado (de 4.45 a 35.7 veces).

Descargas de aguas residuales en el río La Laja

Al evaluar la calidad del agua de las descargas con respecto a la NOM-001-SEMARNAR-1996, para los usos de riego agrícola y protección de la vida acuática, se tiene que las descargas del río Apaseo, como Procter and Gamble no cumple con el límite máximo permisible (LMP) establecido para coliformes fecales para los dos usos; mientras que la descarga municipal de Apaseo El Grande no cumple con el LMP para la DBO₅, sólidos suspendidos totales (SST), grasas y aceites,

nitrógeno total, coliformes fecales y sólidos sedimentables, tanto para el uso de riego agrícola como para el de protección de la vida acuática.

En cuanto a las descargas del río La Laja se tiene que sólo las descargas de los canales en Bachoco y el Sauz, rebasan los LMP para algunos de los parámetros establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996, para el uso de riego agrícola. En el canal en Bachoco se rebasan la DBO5, nitrógeno total y grasas y aceites; y en el canal en El Sauz son las grasas y aceites. Ahora bien, considerando el uso de protección de la vida acuática, se tiene que algunos parámetros rebasan los LMP. En los canales en El Sauz, Bachoco y la municipal de Celaya, son la DBO5, sólidos suspendidos totales, nitrógeno total, grasas y aceites; en la descarga de Cortazar son las grasas y aceites. Por último, en todas las descargas se rebasa el LMP establecido en la norma para los coliformes fecales, para los dos usos.

En el caso de los metales, en las descargas de ambos ríos se cuantificaron ocho metales (cadmio, mercurio, plomo, aluminio, bario, boro, fierro y antimonio) de los cuales tres están regulados por la NOM-001-SEMARNAT-1996 (cadmio, mercurio y plomo), y ninguno de ellos rebasa el Límite Máximo Permisible (promedio diario), para los usos de riego agrícola y protección de la vida acuática.

Metales presentes en las descargas del río Apaseo, Gto.

CLAVE DE SITIO	NOMBRE DE SITIO	Cd, mg/L	Hg, mg/L	Pb, mg/L	Al, mg/L	Ba, mg/L	B, mg/L	Fe, mg/L	Sb, mg/L
DI978	DAR INDUSTRIAL DE PROCTER AND GAMBLE	0.014	0.0016	0.0315	0.705	0.544	0.4445	0.6300	<0.01
DM982	DAR MUNICIPAL DE APASEO EL GRANDE	<0.003	0.0043	0.0430	0.665	<0.005	0.9205	0.5000	0.142
	NOM-001-SEMARNAT-1996. Ríos para riego agrícola	0.4	0.02	1.0					
	NOM-001-SEMARNAT-1996. Ríos para protección de la vida acuática	0.2	0.01	0.4					

Metales presentes en las descargas del río La Laja, Gto.

CLAVE DE SITIO	NOMBRE DEL SITIO	Cd, mg/L	Hg, mg/L	Pb, mg/L	Al, mg/L	Ba, mg/L	B, mg/L	Fe, mg/L	Sb, mg/L
DM993	DAR MUNICIPAL DE CELAYA EN AVON	0.003	0.0006	<0.001	0.7600	<0.005	0.4135	0.4600	0.1110
DI999	DAR INDUSTRIALES EN GRUPO BACHOCO	0.014	<0.0005	0.0485	0.1935	<0.005	1.1650	1.0310	<0.01
DI998	DAR INDUSTRIALES EN DE ACERO	<0.003	0.0005	0.0400	0.6600	0.448	1.1380	1.1950	<0.01
DI1001	DAR INDUSTRIALES EL SAUZ	0.009	<0.0005	0.0345	1.9525	0.950	0.4095	0.3720	0.2050
IP1005	INFLUENTE DE LA PTAR DE CORTÁZAR	0.014	0.0005	0.0420	1.3800	<0.005	0.3280	0.9445	<0.01
EP995	EFLUENTE DE LA PTAR DE CORTAZAR	0.013	<0.0005	0.0080	1.1140	<0.005	0.3900	0.0720	0.2810
DM1003	DAR MUNICIPALES DE VILLAGRAN	<0.003	<0.0005	<0.001	0.5800	<0.005	0.6340	0.1980	0.1020
	NOM-001-SEMARNAT-1996. Ríos para riego agrícola	0.4	0.02	1.0					
	NOM-001-SEMARNAT-1996. Ríos para protección de la vida acuática	0.2	0.01	0.4					

En cuanto a los compuestos orgánicos sintéticos (COS) en las descargas de ambos ríos se cuantificaron 17, siendo estos: DDD, aldrin, dieldrín, heptacloro,

hexaclorobenceno, fenol, 2,4-dinitrotolueno, 2,6-dinitrotolueno, 2-clorofenol, 2-nitrofenol, 4-nitrofenol, bis-2-etilhexil-ftalato, dietilftalato, dimetilftalato, hexaclorociclopentadieno, pentaclorofenol y sustancias activas al azul de metileno. Las descargas en las que se cuantificaron el mayor número de COS y presentan las mayores concentraciones son la descarga municipal de Apaseo y el influente de la PTAR de Cortazar.

COS cuantificados en las descargas del río Apaseo, Gto.

CLAVE DEL SITIO	NOMBRE DEL SITIO	DDD, mg/L	Dieldrin, mg/L	Hepta-cloro, mg/L	Hexacloro-benceno, mg/L	Fenol, mg/L	2,4-Dinitro-tolueno, mg/L	2-Cloro-fenol, mg/L	2-Nitro-fenol, mg/L
DI978	DAR INDUSTRIAL DE PROCTER AND GAMBLE	0.0001	0.000115	<0.000005	0.001775	<0.0005	0.002220	<0.015	0.002065
DM982	DAR MUNICIPAL DE APASEO EL GRANDE	<0.0000001		0.001440	0.001770	0.007705	0.002780	0.08789	0.002210

CLAVE DEL SITIO	NOMBRE DEL SITIO	4-Nitrofenol, mg/L	Bis 2-Etilhexil-Ftalato, mg/L	Dietilftalato, mg/L	Dimetil ftalato, mg/L	Hexacloro-ciclopenta-dieno, mg/L	Pentacloro-fenol, mg/L	SAAM mg/L
DI978	DAR INDUSTRIAL DE PROCTER AND GAMBLE	0.009555	<0.003	<0.0047	0.14917	0.001835	0.000900	0.160
DM982	DAR MUNICIPAL DE APASEO EL GRANDE	0.009550	0.052780	0.011390	0.22600	0.001830	0.008600	6.095

COS cuantificados en las descargas del río La Laja, Gto.

CLAVE DEL SITIO	NOMBRE DEL SITIO	DDD, mg/L	Aldrin, mg/L	Dieldrin, mg/L	Hepta-cloro, mg/L	Hexacloro-benceno, mg/L	Fenol, mg/L	2,4-Dinitro-tolueno, mg/L	2,6-Dinitro-tolueno, mg/L	2-Cloro-fenol, mg/L
DM993	DAR MUNICIPAL DE CELAYA EN AVON	<0.0000001	0.00849	0.003480	0.000720	0.011940	0.012560	<0.0005	<0.00165	<0.015
DI999	DAR INDUSTRIALES EN GRUPO BACHOCO	<0.0000001	<0.00015	0.000090	0.000610	<0.000005	<0.0005	<0.0005	<0.00165	<0.015
DI998	DAR INDUSTRIALES EN DE ACERO	0.00047	<0.00015	0.069600	0.001050	<0.000005	0.189315	0.003010	0.08711	0.19525
DI1001	DAR INDUSTRIALES EL SAUZ	<0.0000001	0.00484	0.001050	0.000620	0.001770	0.023435	0.002240	<0.00165	0.02394
IP1005	INFLUENTE DE LA PTAR DE CORTÁZAR	0.00047	0.02708	0.007905	0.000965	<0.000005	0.237345	0.002720	<0.00165	0.28680
EP995	EFLUENTE DE LA PTAR DE CORTAZAR	<0.0000001	<0.00015	0.001290	<0.000005	<0.000005	<0.0005	<0.0005	0.25672	<0.015
DM1003	DAR MUNICIPALES DE VILLAGRAN	<0.0000001	0.00849	0.000160	0.000670	<0.000005	0.015650	0.012310	0.80846	0.01516

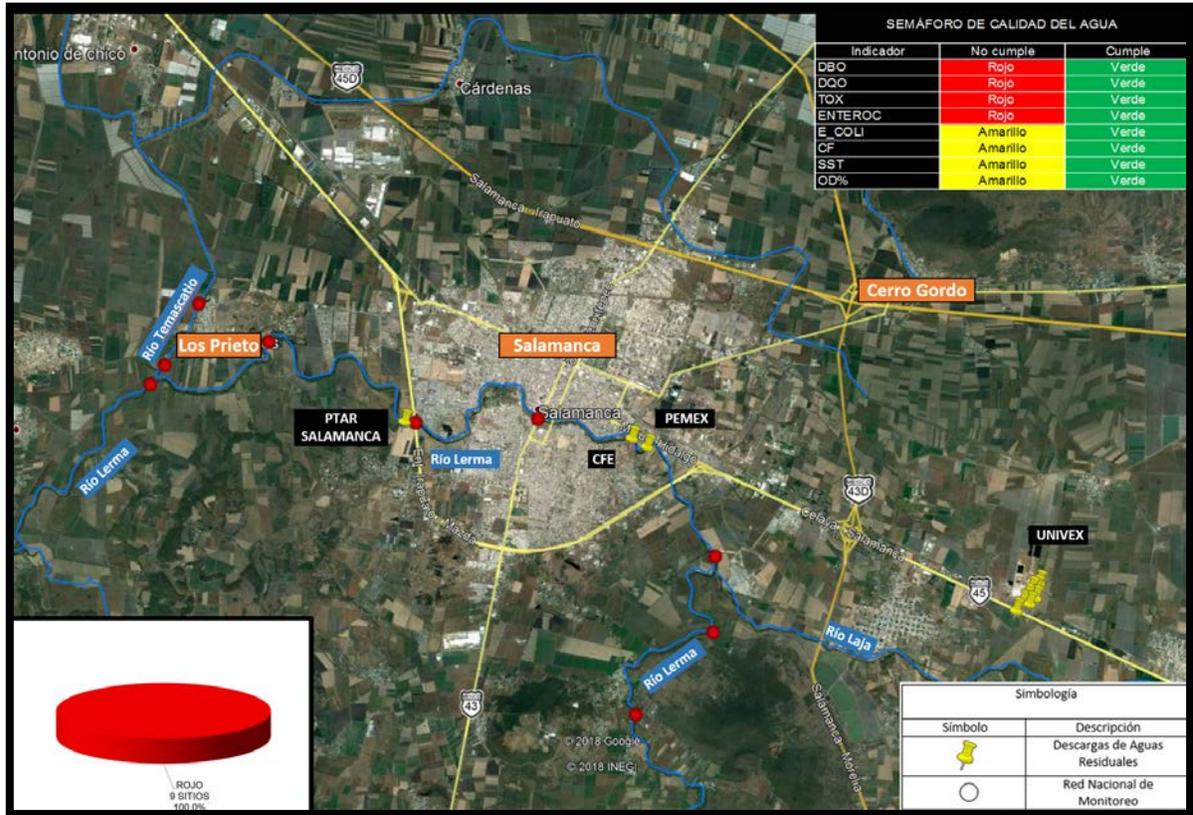
CLAVE DEL SITIO	NOMBRE DEL SITIO	2-Nitro-fenol, mg/L	4-Nitro-fenol, mg/L	Bis 2-Etilhexil-Ftalato, mg/L	Dietil-ftalato, mg/L	Dimetil-ftalato, mg/L	Hexacloro-ciclopenta-dieno, mg/L	Penta-cloro-fenol, mg/L	SAAM, mg/L
DM993	DAR MUNICIPAL DE CELAYA EN AVON	0.002150	0.009555	0.023165	0.007255	0.264925	0.002225	0.011625	2.940
DI999	DAR INDUSTRIALES EN GRUPO BACHOCO	0.002000	<0.001	<0.003	0.011530	0.175030	0.006690	0.008610	0.635
DI998	DAR INDUSTRIALES EN DE ACERO	0.002480	0.009670	0.036520	0.006860	0.018260	0.002415	<0.00025	0.400

DI1001	DAR INDUSTRIALES EL SAUZ	<0.001	0.009570	<0.003	<0.0047	0.302610	0.001870	<0.00025	3.100
IP1005	INFLUENTE DE LA PTAR DE CORTÁZAR	0.002780	0.009760	0.024710	0.013175	0.234310	0.002565	<0.00025	4.350
EP995	EFLUENTE DE LA PTAR DE CORTÁZAR	0.002765	0.009620	<0.003	0.011310	0.169210	0.009300	0.011620	0.525
DM1003	DAR MUNICIPALES DE VILLAGRAN	0.002050	0.009570	0.040260	0.010050	0.082600	0.002080	0.008610	0.690

Una de las conclusiones del estudio indica que la presencia de los metales y compuestos orgánicos sintéticos en las descargas de aguas residuales se asocia a la presencia de estos contaminantes en los ríos La Laja y Apaseo, en los cuales se llega a rebasar los criterios de calidad del agua para el uso de protección de la vida acuática.

Calidad del Agua en el río Lerma (en Salamanca)

De los 9 sitios medidos en el río Lerma (en Salamanca, Gto.), todos los sitios presentaron contaminación microbiológica (coliformes fecales y *Escherichia coli*) y DQO, 2 sitios presentaron contaminación por DBO, 7 sitios presentaron bajo contenido de oxígeno disuelto, y 5 sitios presentaron alta toxicidad, mapa 6.



Mapa 6. Calidad del Agua en el río Lerma, en Salamanca. Gto.

Los sitios de medición, contaminantes y nivel de contaminación se muestran a continuación en las siguientes tablas:

Tabla 13. Sitio de medición de la RNM en el río Lerma (Salamanca, Gto.) y contaminantes presentes

CLAVE	SITIO	CUENCA	CUERPO DE AGUA	LONGITUD	LATITUD	CONTAMINANTES
DLGUA1016	CANAL TEMASCATIO	RIO LERMA 5	CANAL TEMASCATIO	-101.27362	20.57045	DBO,DQO,CF,E_CO LI,OD%,TOX_L,
DLGUA1009	RIO LERMA 29	RIO LERMA 4	RIO LERMA	-101.16326	20.54223	DQO,CF,E_COLI,
DLGUA1010	RIO LERMA 32	RIO LERMA 4	RIO LERMA	-101.16263	20.52828	DQO,CF,E_COLI,
DLGUA1012	AGUAS ARRIBA DE LA DESCARGA DE SALAMANCA (DESP.R.LAJA)	RIO LERMA 4	RIO LERMA	-101.17670	20.51222	DQO,CF,E_COLI,OD %L,
DLGUA1013	PUENTE EL MOLINITO	RIO LERMA 5	RIO LERMA	-101.19977	20.56522	DQO,CF,E_COLI,OD %L,TOX_L,
DLGUA1015	RIO LERMA 30	RIO LERMA 5	RIO LERMA	-101.22373	20.56306	DQO,CF,E_COLI,OD %L,TOX_L,
DLGUA1017	RIO LERMA 31	RIO LERMA 5	RIO LERMA	-101.27621	20.56673	DQO,CF,E_COLI,OD %L,TOX_L,
DLGUA1042M1	CERRO BLANCO DE MANCERA	RIO LERMA 5	RIO LERMA	-101.25357	20.57603	DQO,CF,E_COLI,OD %L,
DLGUA968M1	RIO TEMASCATIO DESPUES DEL DUCTO MINIMIZADOR DE OLORES	RIO LERMA 5	RIO TEMASCATIO	-101.26780	20.58217	DBO,DQO,CF,E_CO LI,OD%,TOX_L,

Tabla 14. Nivel de contaminación en el río Lerma (Salamanca, Gto.)

CLAVE	DBO_mg/L	CALIDAD_DBO	DQO_mg/L	CALIDAD_DQO	SST_mg/L	CALIDAD_SST	COLI_FEC_NM P_100mL	CALIDAD_COLI_FEC
DLGUA1016	169	Fuertemente contaminada	456	Fuertemente contaminada	94	Aceptable	24000	Fuertemente contaminada
DLGUA1009	19	Aceptable	75	Contaminada	58	Buena calidad	24000	Fuertemente contaminada
DLGUA1010	17	Aceptable	56	Contaminada	48.5	Buena calidad	11000	Fuertemente contaminada
DLGUA1012	17	Aceptable	61	Contaminada	43	Buena calidad	11000	Fuertemente contaminada
DLGUA1013	22	Aceptable	80	Contaminada	56	Buena calidad	24000	Fuertemente contaminada
DLGUA1015	21	Aceptable	88	Contaminada	63	Buena calidad	24000	Fuertemente contaminada
DLGUA1017	25.5	Aceptable	73	Contaminada	80	Aceptable	24000	Fuertemente contaminada
DLGUA1042M1	26.5	Aceptable	63.5	Contaminada	59	Buena calidad	24000	Fuertemente contaminada
DLGUA968M1	74.33	Contaminada	213.9	Fuertemente contaminada	71.9	Buena calidad	166380	Fuertemente contaminada

Tabla 14. Nivel de contaminación en el río Lerma (Salamanca, Gto.) (continuación)

CLAVE	E_COLI_N MP_100m L	CALIDAD_E_COLI	OD_PORC	CALIDAD_OD_PORC	TOX_D_48_UT	CALIDAD_TOX_D_48	TOX_V_1 5_UT	CALIDAD_TOX_V_15
DLGUA1016	24000	Fuertemente contaminada	5	Fuertemente contaminada	10.4	Toxicidad alta	11.6	Toxicidad alta
DLGUA1009	11000	Fuertemente contaminada	43.5	Aceptable	1	Toxicidad baja	3.6	Toxicidad moderada
DLGUA1010	4600	Fuertemente contaminada	32.9	Aceptable	1.1	Toxicidad baja	4.5	Toxicidad moderada
DLGUA1012	4600	Fuertemente contaminada	27.5	Contaminada	1	Toxicidad baja	2.6	Toxicidad moderada
DLGUA1013	24000	Fuertemente contaminada	18	Contaminada	1	Toxicidad baja	8.8	Toxicidad alta
DLGUA1015	24000	Fuertemente contaminada	24.1	Contaminada	1	Toxicidad baja	16.7	Toxicidad alta
DLGUA1017	24000	Fuertemente contaminada	22.2	Contaminada	5.9	Toxicidad alta	18	Toxicidad alta
DLGUA1042M1	24000	Fuertemente contaminada	5	Fuertemente contaminada	<1	No Toxicó	1.26	Toxicidad baja
DLGUA968M1	150880	Fuertemente contaminada	5	Fuertemente contaminada	7.5	Toxicidad alta	5.27	Toxicidad alta

Descargas de aguas residuales en el río Lerma, en Salamanca

La Comisión Nacional del Agua elaboró el Estudio de la calidad del agua en Salamanca, Guanajuato.⁷ Las principales descargas son:

Tabla 15. Descargas de aguas residuales en el río Lerma, en Salamanca

DESCARGAS	LATITUD	LONGITUD
Comisión Federal de Electricidad	20.5631	-101.18091
PEMEX	20.56174	-101.17783
Planta de Tratamiento de Aguas Residuales-Salamanca	20.56334	-101.22571
Univex - Descarga 3	20.54037	-101.10067
Univex - Descarga 4	20.54072	-101.09968
Univex - Descarga 7	20.5417	-101.09926
Univex - Descarga 8	20.53785	-101.1022
Univex - Descarga 9	20.5388	-101.09978
Univex - Descarga 10	20.53906	-101.1013
Univex - Descarga 11	20.53764	-101.10087
Univex - Descarga 12	20.53629	-101.10337

Los contaminantes presentes en la descarga de la **Comisión Federal de Electricidad (CFE)** son: fósforo total, arsénico, cobre, mercurio, níquel, zinc, coliformes fecales, demanda química de oxígeno, sólidos disueltos totales, aluminio, bario, boro, fierro, fluoruros, manganeso, nitritos, nitrógeno amoniacal y sulfatos, así como compuestos orgánicos volátiles y semivolátiles e hidrocarburos. También se encontró toxicidad en las descargas.

En la descarga de **Petróleos Mexicanos (PEMEX)**, los contaminantes presentes son: grasas y aceites, sólidos suspendidos totales, demanda bioquímica de oxígeno, nitrógeno total, fósforo total, cianuros, cobre, cromo, mercurio, níquel, zinc, coliformes fecales, demanda química de oxígeno, sustancias activas al azul de metileno, sólidos disueltos totales, aluminio, bario, boro, carbono orgánico soluble, cloruros, color, fierro, fluoruros, manganeso, nitratos, nitritos, nitrógeno amoniacal, sulfatos, y sulfuros, así como 2 y 4 nitrofenol, benceno, BTEX, compuestos orgánicos volátiles y semivolátiles, fenoles, hidrocarburos, hidrocarburos aromáticos polinucleares y naftaleno y toxicidad.

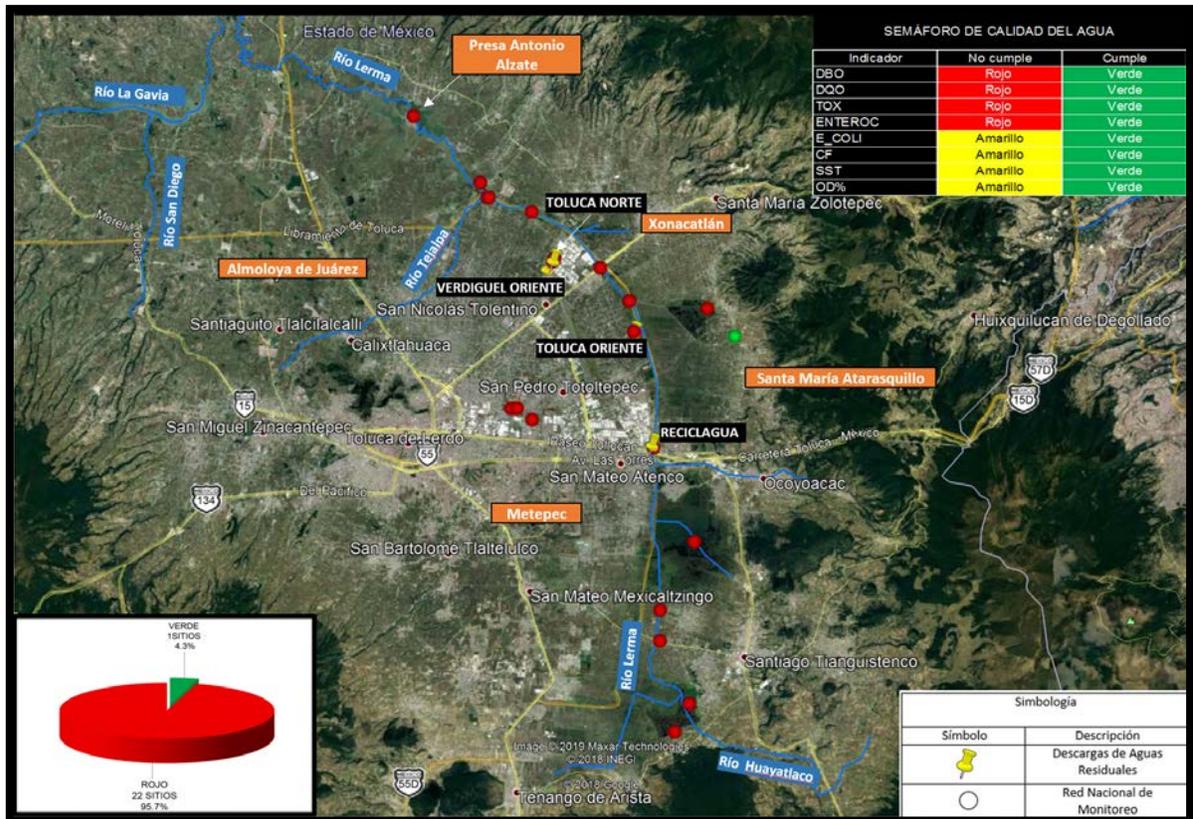
Para la descarga de la **Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Salamanca**, los contaminantes encontrados son: grasas y aceites, sólidos suspendidos totales, demanda bioquímica de oxígeno, nitrógeno total, fósforo total, cianuros, cobre, cromo, mercurio, níquel, zinc, coliformes fecales, demanda química de oxígeno, sustancias activas al azul de metileno, sólidos disueltos totales, aluminio, bario, boro, carbono orgánico soluble, color, fluoruros, manganeso, nitrógeno amoniacal y sulfatos. Los compuestos tóxicos orgánicos presentes son: Bis (2-etilhexil) Ftalato, compuestos orgánicos volátiles y semivolátiles, Dimetilftalato, e hidrocarburos, y toxicidad.

Los contaminantes presentes en las descargas de **Univex** son: grasas y aceites, sólidos suspendidos totales, demanda bioquímica de oxígeno, nitrógeno total,

fósforo total, cianuros, cobre, cromo, mercurio, níquel, plomo, zinc, coliformes fecales, y nitritos.

Calidad del Agua en el río Lerma (Parte alta)

De los 23 sitios medidos en el río Lerma (Parte alta), 22 sitios presentaron contaminación por DQO, 17 sitios presentaron contaminación microbiológica (coliformes fecales y *Escherichia coli*), 16 sitios presentaron bajo contenido de oxígeno disuelto y/o alta toxicidad; solo un sitio cumple con todos los indicadores, mapa 7.



Mapa 7. Calidad del Agua en el río Lerma (Parte alta) y Descargas de aguas residuales

Los sitios de medición, contaminantes y nivel de contaminación se muestran a continuación en las siguientes tablas:

Tabla 16. Sitios de medición de la RNM en el río Lerma (parte alta) y contaminantes presentes

CLAVE	SITIO	CUENCA	CUERPO DE AGUA	LONGITUD	LATITUD	CONTAMINANTES
DLEST922	ARROYO MEZAPA	RIO LERMA 1	ARROYO MEZAPA	-99.51384	19.18689	DBO,DQO,CF,E. COLI,O D%,TOX_L,
DLEST853	CRUZ DE LA MISION	RIO LERMA 1	CANAL	-99.48038	19.34523	
DLEST856	TOLUCA ORIENTE (A) AGUAS ARRIBA	RIO LERMA 1	CANAL TOTOLTEPEC	-99.53486	19.34433	DBO,DQO,CF,E. COLI,O D%,TOX_L,
DLEST857	TOLUCA ORIENTE (A) AGUAS ABAJO	RIO LERMA 1	CANAL TOTOLTEPEC	-99.53542	19.34542	DBO,DQO,CF,E. COLI,O D%,TOX_L,
DLEST914	INDUSTRIA EMBOTELLADORA DE	RIO LERMA 1	CANAL TOTOLTEPEC	-99.60037	19.30309	DBO,DQO,CF,E. COLI,O D%,TOX_L,

CLAVE	SITIO	CUENCA	CUERPO DE AGUA	LONGITUD	LATITUD	CONTAMINANTES
	MEXICO, S.A. DE C.V. (AGUAS ARRIBA)					
DLEST915	INDUSTRIA EMBOTELLADORA DE MEXICO, S.A. DE C.V.(AGUAS ABAJO)	RIO LERMA 1	CANAL TOTOLTEPEC	-99.58863	19.29776	DBO,DQO,
DLEST915M1	INDUSTRIA EMBOTELLADORA DE MEXICO, S.A. DE C.V (AGUAS ABAJO)	RIO LERMA 1	CANAL TOTOLTEPEC	-99.59706	19.30328	DBO,DQO,SST,CF,E_CO LI,OD%,TOX_L,
DLEST854	CIENEGAS DE LERMA 3	RIO LERMA 1	CIENEGAS DE LERMA	-99.49590	19.35890	DQO,OD%,F,
DLEST919	CIENEGAS DE LERMA 1	RIO LERMA 1	CIENEGAS DE LERMA	-99.50359	19.14039	DQO,
DLEST924	CIENEGAS DE LERMA 2	RIO LERMA 1	CIENEGAS DE LERMA	-99.49746	19.23861	DQO,
DLEST920	LAG. DE ALMOLOYA DEL RIO	RIO LERMA 1	LAGUNA DE ALMOLOYA	-99.49637	19.15527	DQO,CF,E_COLI,OD%,F,
DLEST921	LAGUNA DE ALMOLOYA DEL RIO	RIO LERMA 1	LAGUNA DE ALMOLOYA	-99.49633	19.15518	DQO,
DLEST855	RIO LERMA 2	RIO LERMA 1	RIO LERMA	-99.53863	19.36104	DBO,DQO,CF,E_COLI,OD%,TOX_L,
DLEST858	PUENTE CARRETERA TOLUCA-NAUCALPAN	RIO LERMA 1	RIO LERMA	-99.55517	19.37743	DBO,DQO,CF,E_COLI,OD%,TOX_L,
DLEST862	PUENTE CARRETERA TOLUCA-TEMOAYA	RIO LERMA 1	RIO LERMA	-99.61836	19.41124	DBO,DQO,CF,E_COLI,OD%,TOX_L,
DLEST863	RIO LERMA 54	RIO LERMA 1	RIO LERMA	-99.59380	19.40455	DBO,DQO,CF,E_COLI,OD%,TOX_L,
DLEST864	RIO LERMA 4	RIO LERMA 1	RIO LERMA	-99.61760	19.41108	DBO,DQO,CF,E_COLI,OD%,TOX_L,
DLEST865	RH12-1 LERMA	RIO LERMA 1	RIO LERMA	-99.62254	19.41846	DQO,CF,E_COLI,
DLEST866	RIO LERMA 43	RIO LERMA 1	RIO LERMA	-99.66059	19.45122	DBO,DQO,CF,E_COLI,OD%,TOX_L,
DLEST923	RIO LERMA 1	RIO LERMA 1	RIO LERMA	-99.51442	19.20268	DBO,DQO,CF,E_COLI,OD%,TOX_L,
DLEST925	PUENTE CARRETERA MEXICO-TOLUCA	RIO LERMA 1	RIO LERMA	-99.52185	19.28614	DBO,DQO,CF,E_COLI,OD%,TOX_L,
DLEST859	TOLUCA NORTE (A) AGUAS ARRIBA	RIO LERMA 1	RIO VERDIGUEL	-99.58126	19.37942	DBO,DQO,CF,E_COLI,OD%,TOX_L,
DLEST861	TOLUCA NORTE (A) AGUAS ABAJO	RIO LERMA 1	RIO VERDIGUEL	-99.58033	19.38105	DQO,CF,E_COLI,TOX_L,

Tabla 17. Nivel de contaminación en el río Lerma (parte alta)

CLAVE	DBO_ mg/L	CALIDA_ DBO	DQO_ mg/L	CALIDAD_ DQO	SST_ mg/L	CALIDAD_ SST	COLI_FE C_NMP_ 100mL	CALIDAD_ COLI_FEC	E_COLI_ NMP_ 100mL	CALIDAD_ E_COLI
DLEST922	92.5	Contaminada	239	Fuertemente contaminada	86	Aceptable	24000	Fuertemente contaminada	1500	Fuertemente contaminada
DLEST853	2.4	Excelente	16.7	Buena calidad	<10	Excelente	<3	Excelente	<3	Excelente
DLEST856	132	Fuertemente contaminada	435	Fuertemente contaminada	84	Aceptable	24000	Fuertemente contaminada	24000	Fuertemente contaminada
DLEST857	120	Contaminada	434	Fuertemente contaminada	93	Aceptable	24000	Fuertemente contaminada	24000	Fuertemente contaminada
DLEST914	237	Fuertemente contaminada	622	Fuertemente contaminada	84	Aceptable	24000	Fuertemente contaminada	24000	Fuertemente contaminada
DLEST915	47.03	Contaminada	202	Fuertemente contaminada	44	Buena calidad	280	Aceptable	280	Buena calidad
DLEST915 M1	643	Fuertemente contaminada	1152	Fuertemente contaminada	310	Contaminada	24000	Fuertemente contaminada	24000	Fuertemente contaminada
DLEST854	15	Aceptable	66.4	Contaminada	16	Excelente	65	Excelente	65	Excelente
DLEST919	4.9	Buena calidad	149	Contaminada	<10	Excelente	93	Excelente	15	Excelente
DLEST924	2.5	Excelente	70.9	Contaminada	12	Excelente	77	Excelente	71.5	Excelente
DLEST920	22.9	Aceptable	137	Contaminada	61	Buena calidad	4005	Contaminada	1598	Fuertemente contaminada
DLEST921	16.7	Aceptable	245	Fuertemente contaminada	72	Buena calidad	187	Buena calidad	21.5	Excelente
DLEST855	78.9	Contaminada	295	Fuertemente contaminada	46	Buena calidad	24000	Fuertemente contaminada	24000	Fuertemente contaminada
DLEST858	104	Contaminada	360	Fuertemente contaminada	69	Buena calidad	24000	Fuertemente contaminada	24000	Fuertemente contaminada
DLEST862	70.4	Contaminada	231	Fuertemente contaminada	67	Buena calidad	24000	Fuertemente contaminada	24000	Fuertemente contaminada
DLEST863	58.2	Contaminada	243	Fuertemente contaminada	66.5	Buena calidad	24000	Fuertemente contaminada	24000	Fuertemente contaminada
DLEST864	59	Contaminada	246	Fuertemente contaminada	68	Buena calidad	24000	Fuertemente contaminada	24000	Fuertemente contaminada

CLAVE	DBO_ mg/L	CALIDA_ DBO	DQO_ mg/L	CALIDAD_ DQO	SST_ mg/L	CALIDAD_ SST	COLI_FE C_NMP_ 100mL	CALIDAD_ COLI_FEC	E_COLI_ NMP_ 100mL	CALIDAD_ E_COLI
DLEST865	13.2	Aceptable	46.8	Contaminada	36	Buena calidad	24000	Fuertemente contaminada	24000	Fuertemente contaminada
DLEST866	74.5	Contaminada	252	Fuertemente contaminada	76	Aceptable	24000	Fuertemente contaminada	24000	Fuertemente contaminada
DLEST923	117	Contaminada	253	Fuertemente contaminada	68	Buena calidad	24000	Fuertemente contaminada	4600	Fuertemente contaminada
DLEST925	77.1	Contaminada	216	Fuertemente contaminada	90	Aceptable	24000	Fuertemente contaminada	24000	Fuertemente contaminada
DLEST859	126	Fuertemente contaminada	427	Fuertemente contaminada	110	Aceptable	24000	Fuertemente contaminada	24000	Fuertemente contaminada
DLEST861	23.7	Aceptable	91.52	Contaminada	28	Buena calidad	24000	Fuertemente contaminada	24000	Fuertemente contaminada

Tabla 17. Nivel de contaminación en el río Lerma (parte alta) (continuación)

CLAVE	OD_P ORC	CALIDAD_OD_ PORC	OD_P ORC_S UP	CALIDAD_OD_ PORC_ SUP	OD_P ORC_ MED	CALIDAD_OD_ PORC_ MED	OD_ PORC_ FON	CALIDAD_OD_ _PORC_FON	TOX_D_ 48_UT	CALIDAD_ TOX_D_48
DLEST922	5	Fuertemente contaminada							15.3	Toxicidad alta
DLEST853	63.2	Buena calidad							1.7	Toxicidad moderada
DLEST856	15.1	Contaminada							71.4	Toxicidad alta
DLEST857	18.2	Contaminada							11.1	Toxicidad alta
DLEST914	18.2	Contaminada							7.21	Toxicidad alta
DLEST915	68.7	Buena calidad							1.2	Toxicidad baja
DLEST915M1	5	Fuertemente contaminada							9	Toxicidad alta
DLEST854			39.3	Aceptable			14.7	Contaminada		
DLEST919			54.9	Buena calidad						
DLEST924			45.2	Aceptable	47.3	Aceptable	45	Aceptable		
DLEST920			77.3	Excelente	32.8	Aceptable	19.4	Contaminada		
DLEST921			90.1	Excelente	38.5	Aceptable				
DLEST855	19.3	Contaminada							4.3	Toxicidad moderada
DLEST858	13.5	Contaminada							10.2	Toxicidad alta
DLEST862	15.6	Contaminada							1.1	Toxicidad baja
DLEST863	16.5	Contaminada							2.5	Toxicidad moderada
DLEST864	13.8	Contaminada							7.6	Toxicidad alta
DLEST865	62.1	Buena calidad							2.4	Toxicidad moderada
DLEST866	17.5	Contaminada							4.5	Toxicidad moderada
DLEST923	7.85	Fuertemente contaminada							3.6	Toxicidad moderada
DLEST925	11.1	Contaminada							1.5	Toxicidad moderada
DLEST859	15.5	Contaminada							4.6	Toxicidad moderada
DLEST861	31.1	Aceptable							1.61	Toxicidad moderada

Tabla 17. Nivel de contaminación en el río Lerma (parte alta) (continuación)

CLAVE	TOX_V_15_ UT	CALIDAD_ TOX_V_15	TOX_D_ 48_S UP_UT	CALIDAD_ TOX_D_48_ SUP	TOX_D_ 48_FON_ UT	CALIDAD_ TOX_D_ 48_FON	TOX_FIS_ _SUP_ 15_UT	CALIDAD_ TOX_FIS_ SUP_15	TOX_FI_ S_FON_ 15_UT	CALIDAD_ _TOX_FIS_ _FON_15
DLEST922	20.8	Toxicidad alta								
DLEST853	3.63	Toxicidad moderada								
DLEST856	39	Toxicidad alta								
DLEST857	12.8	Toxicidad alta								

CLAVE	TOX_V_15_UT	CALIDAD_TOX_V_15	TOX_D_48_S_UP_UT	CALIDAD_TOX_D_48_SUP	TOX_D_48_FON_UT	CALIDAD_TOX_D_48_FON	TOX_FIS_SUP_15_UT	CALIDAD_TOX_FIS_SUP_15	TOX_FIS_FON_15_UT	CALIDAD_TOX_FIS_FON_15
DLEST914	20.3	Toxicidad alta								
DLEST915	<1	No Toxico								
DLEST915M1	24.9	Toxicidad alta								
DLEST854			<1	No Toxico	<1	No Toxico	<1	No Toxico	<1	No Toxico
DLEST919			<1	No Toxico			<1	No Toxico		
DLEST924			<1	No Toxico	<1	No Toxico	<1	No Toxico	<1	No Toxico
DLEST920			<1	No Toxico	<1	No Toxico	2.26	Toxicidad moderada	<1	No Toxico
DLEST921			<1	No Toxico	<1	No Toxico	<1	No Toxico	<1	No Toxico
DLEST855	18.7	Toxicidad alta								
DLEST858	23.6	Toxicidad alta								
DLEST862	112	Toxicidad alta								
DLEST863	26.7	Toxicidad alta								
DLEST864	209	Toxicidad alta								
DLEST865	<1	No Toxico								
DLEST866	38.6	Toxicidad alta								
DLEST923	28.7	Toxicidad alta								
DLEST925	15.6	Toxicidad alta								
DLEST859	15.8	Toxicidad alta								
DLEST861	6.37	Toxicidad alta								

Descargas de aguas residuales en el río Lerma (Parte alta)

Hasta 2010, se tenían detectadas 375 descargas industriales y los efluentes de más de 700 industrias, con aproximadamente 35 diferentes giros que corresponden a diversos Parques Industriales (P.I.) en la Cuenca Alta del río Lerma, siendo los principales:

- La zona industrial de Toluca
- Toluca 2000
- Lerma
- El Coecillo
- P.I. Santiago Tianguistengo y Ocoyoacac, y
- En menor medida Ixtlahuaca y Atlacomulco.

Los cuerpos receptores de todas estas descargas que constituyen mezclas de residuos industriales y municipales, forman parte de una red de colectores y canales que eventualmente terminan descargando su contenido en el río Lerma. Parte de estas aguas son tratadas en las 6 plantas de tratamiento que están en operación, de las 16 que fueron creadas para tal fin en la cuenca alta del río Lerma. De ellas, las tres principales en funcionamiento son:

- RECICLAGUA, que trata las aguas industriales del P.I. Toluca, y en menor medida la de los P.I. Lerma y Coecillo. Se estima que en estos parques, existen adicionalmente 108 plantas de pretratamiento cuyo objetivo es reducir la carga contaminante antes de ser desalojadas a los colectores 1 y 2 Norte y EPPCA o a canales, como el Colofox, que llegan a RECICLAGUA para un tratamiento más intensivo, y
- Las Macro plantas Toluca-Norte y Toluca Oriente, que tratan las aguas municipales del Valle de Toluca y municipios cercanos.

Las tres plantas en su conjunto, descargan ya sea al río Lerma o a canales y colectores que drenan en él. Las aguas residuales tratadas de la región así como aquellas aguas que no son tratadas, se mezclan en el trayecto del río Lerma en dirección a la Presa Antonio Alzate y posteriormente son utilizadas en las unidades parcelarias del Distrito de Riego 033, ubicadas aguas abajo de dicha presa.

Los principales contaminantes encontrados en el estudio de Caracterización toxicológica de la calidad del agua en la cuenca alta del río Lerma¹¹, se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 18. Compuestos orgánicos en las PTAR en el río Lerma (parte alta)

CLAVE	DESCARGA	GIRO	RECEPTOR	LONGITUD	LATITUD	TIPO DE CONTAMINANTES
CO12B	RECICLAGUA (entrada)	No municipal	Río Lerma	99° 31' 20.3"	19° 17' 11.7"	Glifosato, COSV's CCA nivel III, herbicidas fenoxiclorados, carbamatos CCA nivel III, COSV's clorados, Hidrocarburos poliaromáticos por GC/MS, COV's no clorados, COV's clorados, trihalometanos, COSV's no clorados, COSV's extractables ácidos.
CO12	RECICLAGUA (salida)	No municipal	Río Lerma	99° 31' 19.8"	19° 17' 15.0"	Glifosato, COSV's CCA nivel III, herbicidas fenoxiclorados, carbamatos CCA nivel III, COSV's clorados, Hidrocarburos poliaromáticos por GC/MS, COV's no clorados, COV's clorados, trihalometanos, COSV's no clorados, COSV's extractables básicos.
CN13B	Toluca Oriente (entrada)	No municipal	Río Lerma	99° 32' 00.9"	19° 20' 33.3"	Tolueno; xilenos (3 isómeros); 1,2,3 Triclorobenceno.
CN13	Toluca Oriente (salida)	No municipal	Río Lerma	99° 32' 05.6"	19° 20' 40.9"	Halógenos orgánicos adsorbibles, carbono orgánico.
CN17B	Toluca Norte (entrada)	No municipal	Río Lerma	99° 34' 49.7"	19° 22' 48.7"	Hidrocarburos poliaromáticos por GC/MS, compuestos orgánicos volátiles no clorados, compuestos orgánicos volátiles clorados, COS's no clorados, trihalometanos, COSV's extractables ácidos.
CN17	Verdiguél Oriente	No municipal	Río Lerma	99° 35' 00.6"	19° 22' 32.2"	COV's clorados, trihalometanos, halógenos orgánicos adsorbibles, carbono orgánico, compuestos orgánicos no halogenados por FID.

Los resultados de toxicidad, se resumen en la tabla siguiente:

Tabla 19. Toxicidad aguda en las PTAR en el río Lerma (parte alta)

CLAVE	DESCARGA	Noviembre 2009			Marzo 2010			Noviembre 2010		
		<i>Daphnia magna</i>	<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	<i>Vibrio fischeri</i>	<i>D. magna</i>	<i>P. subcapitata</i>	<i>V. fischeri</i>	<i>D. magna</i>	<i>P. subcapitata</i>	<i>V. fischeri</i>
CO12B	RECICLAGUA (entrada)	1.26	10.183	63.82	2.703	6.128	156.25	2.342	11.765	253.81
CO12	RECICLAGUA (salida)	-	-	2.74	TND	3.999	2.81	TND	8.084	79.94
CN13B	Toluca Oriente (entrada)	>1	1.278	28.55	TND	3.707	-	TND	TND	-
CN13	Toluca Oriente (salida)	TND	TND	3.75	>1	7.313	-	TND	TND	-
CN17B	Toluca Norte (entrada)	1.34	1.466	19.58	1.31	3.453	28.18	TND	TND	2.51
CN17	Verdiguel Oriente	TND	1.777	11.62	1.033	2.627	21.7	TND	2.328	7.54

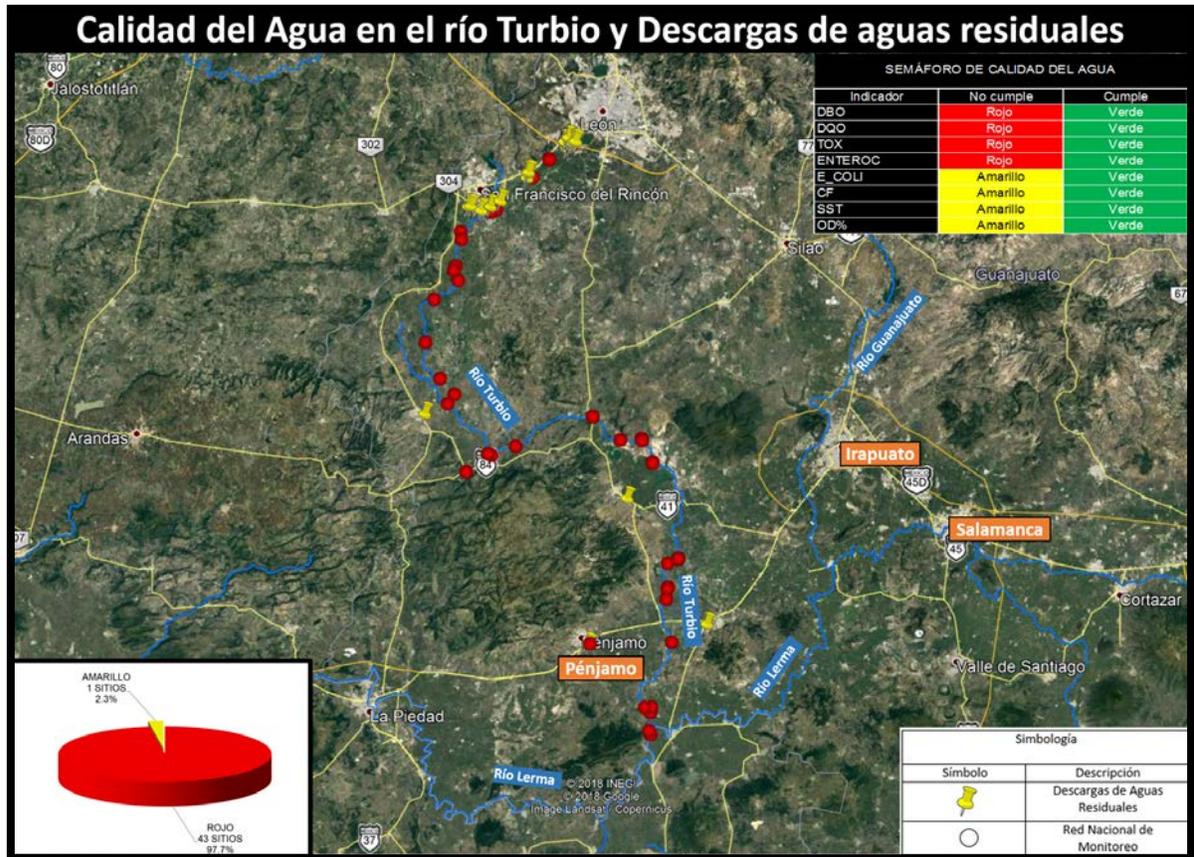
De acuerdo con el estudio citado, en el influente de la PTAR de RECICLAGUA se detectaron 50 compuestos orgánicos, de los cuales se descargan 35 al cauce principal del río Lerma a través del efluente de la planta.

En el canal Totoltepec se detectaron alrededor de 20 compuestos orgánicos y en el influente de la PTAR Toluca Oriente sólo se detectaron 3 compuestos orgánicos, lo que indica, que el resto son removidos por el sistema de tratamiento. Sin embargo en el sitio antes de la confluencia con el canal Totoltepec se detectaron 43 compuestos orgánicos que provienen de la confluencia Metepec Asunción y la PTAR de RECICLAGUA.

En el tramo donde confluyen los canales Verdiguel Oriente y Poniente, los cuales reciben la descarga del Parque Industrial Toluca 2000, también se detectaron compuestos orgánicos sobre el cauce principal del río Lerma.

Calidad del Agua en el río Turbio

En el río Turbio, de 44 sitios, 43 sitios presentaron contaminación por DQO, 26 sitios presentaron contaminación por DBO, 27 sitios presentaron bajo contenido de oxígeno disuelto, 38 sitios presentaron contaminación microbiológica por coliformes fecales y/o *Escherichia coli*, 30 sitios presentaron alta toxicidad, 11 sitios presentaron contaminación por sólidos suspendidos totales, y solo uno presentó contaminación por enterococos fecales, mapa 8.



Mapa 8. Calidad del Agua en el río Turbio y Descargas de aguas residuales

Los sitios de medición, contaminantes y nivel de contaminación se muestran en la continuación en las siguientes tablas:

Tabla 20. Sitio de medición de la RNM en el río Turbio y contaminantes presentes

CLAVE	SITIO	CUENCA	CUERPO DE AGUA	LONGITUD	LATITUD	CONTAMINANTES
DLGUA1069	RT-3 RIO TURBIO-A.A. PRESA EL PALOTE	RIO LA LAJA 1	RIO TURBIO	-100.68973	21.16940	CF,E-COLI,
DLGUA1025	RIO TURBIO 22 (CERRITOS DE ACEVES 1)	RIO LERMA 5	RIO TURBIO	-101.62650	20.33959	DQO,CF,E-COLI,
DLGUA1026	RIO TURBIO 23 (CERRITOS DE ACEVES 2)	RIO LERMA 5	RIO TURBIO	-101.62759	20.33234	DQO,CF,E-COLI,TOX,L,
DLGUA1028	RIO TURBIO 21	RIO LERMA 5	RIO TURBIO	-101.63618	20.33912	DBO,DQO,SST,
DLGUA1029	RT-11 RIO TURBIO-CONFLUENCIA RIO LERMA	RIO LERMA 5	RIO TURBIO	-101.62783	20.30327	DQO,CF,E-COLI,

CLAVE	SITIO	CUENCA	CUERPO DE AGUA	LONGITUD	LATITUD	CONTAMINANTES
DLGUA1030W1	RIO TURBIO 24	RIO LERMA 5	RIO TURBIO	-101.63020	20.30842	DQO,CF,E_COLI,
DLGUA1031	RIO TURBIO 20	RIO LERMA 5	RIO TURBIO	-101.59688	20.42454	DQO,SST,CF,E_COLI,
DLGUA1032	RH12-11 LERMA	RIO LERMA 5	RIO TURBIO	-101.60371	20.48125	DQO,
DLGUA1034	RIO TURBIO 19	RIO LERMA 5	RIO TURBIO	-101.60207	20.49483	DQO,
DLGUA1035	RIO TURBIO 18	RIO LERMA 5	RIO TURBIO	-101.60099	20.49730	DQO,
DLGUA1037	RIO TURBIO 17	RIO LERMA 5	RIO TURBIO	-101.60142	20.52857	DQO,CF,E_COLI,
DLGUA1041	RIO TURBIO 16	RIO LERMA 5	RIO TURBIO	-101.58672	20.53432	DQO,CF,TOX_L,
DLGUA1042	RIO TURBIO 15	RIO LERMA 5	RIO TURBIO	-101.58566	20.53491	DQO,CF,E_COLI,
DLGUA1044	RIO TURBIO 14	RIO LERMA 5	RIO TURBIO	-101.62084	20.66047	DBO,DQO,CF,E_CO LI,OD%L,TOX_L,
DLGUA1045	RIO TURBIO 13	RIO LERMA 5	RIO TURBIO	-101.62078	20.66218	DBO,DQO,CF,E_CO LI,OD%L,TOX_L,
DLGUA1046	RIO TURBIO 12	RIO LERMA 5	RIO TURBIO	-101.63516	20.69050	DBO,DQO,CF,E_CO LI,OD%L,TOX_L,
DLGUA1047	RIO TURBIO 11	RIO LERMA 5	RIO TURBIO	-101.63638	20.69320	DBO,DQO,CF,E_CO LI,OD%L,TOX_L,
DLGUA1048	RIO TURBIO 10	RIO LERMA 5	RIO TURBIO	-101.66573	20.69144	DBO,DQO,CF,E_CO LI,OD%L,TOX_L,
DLGUA1049	RT-9 RIO TURBIO-PUENTE RIO TURBIO (T. BLANCAS)	RIO LERMA 5	RIO TURBIO	-101.70436	20.72290	DBO,DQO,CF,E_CO LI,OD%L,TOX_L,
DLGUA1050	RIO TURBIO 9	RIO LERMA 5	RIO TURBIO	-101.70407	20.72212	DBO,DQO,CF,E_CO LI,OD%L,TOX_L,
DLGUA1140	RIO TURBIO 8	RIO LERMA 5	RIO TURBIO	-101.81313	20.68502	DBO,DQO,CF,E_CO LI,OD%L,TOX_L,
DLGUA1143	AF-7 RIO PENJAMO	RIO LERMA 5	RIO TURBIO	-101.71178	20.42392	DBO,DQO,SST,CF,E _COLI,OD%L,TOX_L
DLGUA1031M1	SAN GABRIEL RIO TURBIO 20	Rio Turbio	RIO TURBIO	-101.88651	20.95792	DBO,DQO,CF,E_CO LI,OD%L,TOX_L,
DLGUA1032M1	LA DESCUBRIDORA	Rio Turbio	RIO TURBIO	-101.88756	20.96818	DBO,DQO,CF,E_CO LI,OD%L,TOX_L,
DLGUA1037M1	EL TULE	RIO TURBIO	RIO TURBIO	-101.89794	20.91710	DBO,DQO,CF,E_CO LI,OD%L,TOX_L,
DLGUA1058	RT-5 RIO TURBIO-PRESA SAN GERMAN	RIO TURBIO	RIO TURBIO	-101.78503	21.03865	DQO,SST,CF,E_COL I,OD%L,TOX_L,
DLGUA1060	PUENTE ESTANCIA DE VAQUEROS	RIO TURBIO	RIO TURBIO	-101.76163	21.06210	DBO,DQO,SST,CF,E _COLI,OD%L,TOX_L
DLGUA1061	RT-4 RIO TURBIO-ESTANCIA DE VAQUEROS	RIO TURBIO	RIO TURBIO	-101.76118	21.06217	DBO,DQO,SST,CF,E _COLI,OD%L,TOX_L
DLGUA1062	AF-3 ARROYO HONDO-AA. RIO TURBIO	RIO TURBIO	RIO TURBIO	-101.73097	21.08019	DBO,DQO,SST,CF,E _COLI,OD%L,TOX_L
DLGUA1063	AF-2 ARROYO LAS MULAS- A.A. ARROYO HONDO	RIO TURBIO	RIO TURBIO	-101.73049	21.08511	DBO,DQO,SST,CF,E _COLI,OD%L,TOX_L
DLGUA1078	AF-4 RIO SANTIAGO-AA. RIO TURBIO	RIO TURBIO	RIO TURBIO	-101.83697	20.99657	DBO,DQO,CF,E_CO LI,OD%L,TOX_L,
DLGUA1079	RT-6 RIO TURBIO-PASO DE OVEJAS	RIO TURBIO	RIO TURBIO	-101.84492	20.99406	DBO,DQO,SST,CF,E _COLI,OD%L,TOX_L
DLGUA1080	PUENTE PASO DE OVEJAS	RIO TURBIO	RIO TURBIO	-101.84492	20.99406	DBO,DQO,SST,CF,E _COLI,OD%L,TOX_L
DLGUA1081W1	RIO TURBIO 1	RIO TURBIO	RIO TURBIO	-101.84523	20.99390	DBO,DQO,SST,CF,E _COLI,ENT_FEC,OD %L,OD%S,TOX_L,TO X_S,TOX_F,
DLGUA1141	RT-8 RIO TURBIO-LAS ADJUNTAS	RIO TURBIO	RIO TURBIO	-101.84734	20.67323	DBO,DQO,CF,E_CO LI,OD%L,TOX_L,
DLGUA1142	RIO TURBIO 7	RIO TURBIO	RIO TURBIO	-101.85239	20.67531	DBO,DQO,CF,E_CO LI,OD%L,TOX_L,
DLGUA960	AF-6 RIO COLORADO	RIO TURBIO	RIO TURBIO	-101.88312	20.65210	DQO,TOX_L,
DLGUA962	RT-7 BIS CANAL ISABELOTA EN MARAVILLAS	RIO TURBIO	RIO TURBIO	-101.89861	20.75381	DBO,DQO,CF,E_CO LI,OD%L,TOX_L,
DLGUA963	RIO TURBIO 6	RIO TURBIO	RIO TURBIO	-101.90831	20.74185	DBO,DQO,CF,E_CO LI,TOX_L,
DLGUA965	SAN JOSE DE LA PAZ	RIO TURBIO	RIO TURBIO	-101.91853	20.77489	DQO,CF,
DLGUA967	RIO TURBIO 4	RIO TURBIO	RIO TURBIO	-101.93858	20.82276	DQO,CF,E_COLI,
DLGUA968	RT-7 RIO TURBIO-AA. ARROYO LOS VENEROS	RIO TURBIO	RIO TURBIO	-101.92576	20.87928	DBO,DQO,CF,E_CO LI,OD%L,
DLGUA969	RIO TURBIO 3	RIO TURBIO	RIO TURBIO	-101.89172	20.90354	DQO,CF,E_COLI,OD %L,TOX_L,
DLGUA970	RIO TURBIO 2	RIO TURBIO	RIO TURBIO	-101.89496	20.92304	DQO,CF,E_COLI,OD %L,TOX_L,

Tabla 21. Nivel de contaminación en el río Turbio

CLAVE	DBO_mg/L	CALIDAD_DBO	DQO_mg/L	CALIDAD_DQO	SST_mg/L	CALIDAD_SST	COLI_FEC_N MP_100mL	CALIDAD_COLI_FEC	E_COLI_NM P_100mL	CALIDAD_E_COLI
DLGUA1069	5.1	Buena calidad	<10	Excelente	12	Excelente	12993	Fuertemente contaminada	12226	Fuertemente contaminada
DLGUA1025	19	Aceptable	80	Contaminada	107	Aceptable	4600	Contaminada	4600	Fuertemente contaminada
DLGUA1026	19.5	Aceptable	81	Contaminada	104	Aceptable	4600	Contaminada	2400	Fuertemente contaminada
DLGUA1028	50	Contaminada	177	Contaminada	200	Contaminada	<3	Excelente	<3	Excelente
DLGUA1029	16.5	Aceptable	67	Contaminada	105	Aceptable	24000	Fuertemente contaminada	11000	Fuertemente contaminada
DLGUA1030W1	20	Aceptable	76	Contaminada	92	Aceptable	2400	Contaminada	930	Contaminada
DLGUA1031	24	Aceptable	104	Contaminada	167	Contaminada	2400	Contaminada	2100	Fuertemente contaminada
DLGUA1032	20	Aceptable	82	Contaminada	83	Aceptable	220	Aceptable	70	Excelente
DLGUA1034	19	Aceptable	101	Contaminada	69	Buena calidad	430	Aceptable	230	Buena calidad
DLGUA1035	20.5	Aceptable	64	Contaminada	81	Aceptable	430	Aceptable	220	Buena calidad
DLGUA1037	21.5	Aceptable	107	Contaminada	91	Aceptable	2400	Contaminada	2400	Fuertemente contaminada
DLGUA1041	16	Aceptable	69	Contaminada	55	Buena calidad	1500	Contaminada	430	Buena calidad
DLGUA1042	15	Aceptable	109	Contaminada	45	Buena calidad	2400	Contaminada	2400	Fuertemente contaminada
DLGUA1044	42.4	Contaminada	194	Contaminada	114	Aceptable	24196	Fuertemente contaminada	11672	Fuertemente contaminada
DLGUA1045	60	Contaminada	146	Contaminada	93	Aceptable	24196	Fuertemente contaminada	12711.5	Fuertemente contaminada
DLGUA1046	72.3	Contaminada	214	Fuertemente contaminada	105	Aceptable	125150	Fuertemente contaminada	24196	Fuertemente contaminada
DLGUA1047	48.3	Contaminada	218	Fuertemente contaminada	83	Aceptable	24196	Fuertemente contaminada	24196	Fuertemente contaminada
DLGUA1048	55	Contaminada	226	Fuertemente contaminada	94	Aceptable	30748	Fuertemente contaminada	6221	Fuertemente contaminada
DLGUA1049	62.4	Contaminada	231	Fuertemente contaminada	150	Aceptable	24196	Fuertemente contaminada	20000	Fuertemente contaminada
DLGUA1050	55	Contaminada	240	Fuertemente contaminada	123	Aceptable	24196	Fuertemente contaminada	13551	Fuertemente contaminada
DLGUA1140	95.3	Contaminada	289	Fuertemente contaminada	149	Aceptable	24196	Fuertemente contaminada	24196	Fuertemente contaminada
DLGUA1143	157.5	Fuertemente contaminada	369	Fuertemente contaminada	160	Contaminada	24000	Fuertemente contaminada	24000	Fuertemente contaminada
DLGUA1031M1	95	Contaminada	134	Contaminada	30	Buena calidad	24000	Fuertemente contaminada	24000	Fuertemente contaminada
DLGUA1032M1	37.5	Contaminada	96	Contaminada	28	Buena calidad	24000	Fuertemente contaminada	24000	Fuertemente contaminada
DLGUA1037M1	48	Contaminada	88	Contaminada	72	Buena calidad	24000	Fuertemente contaminada	24000	Fuertemente contaminada
DLGUA1058	9.9	Aceptable	1902	Fuertemente contaminada	220	Contaminada	24196	Fuertemente contaminada	24196	Fuertemente contaminada
DLGUA1060	1711	Fuertemente contaminada	2650	Fuertemente contaminada	1010	Fuertemente contaminada	24196	Fuertemente contaminada	24196	Fuertemente contaminada
DLGUA1061	775	Fuertemente contaminada	1592	Fuertemente contaminada	640	Fuertemente contaminada	2419600	Fuertemente contaminada	2419600	Fuertemente contaminada
DLGUA1062	591	Fuertemente contaminada	1657	Fuertemente contaminada	800	Fuertemente contaminada	2419600	Fuertemente contaminada	2419600	Fuertemente contaminada
DLGUA1063	2715	Fuertemente contaminada	7774	Fuertemente contaminada	2300	Fuertemente contaminada	19350	Fuertemente contaminada	1000	Contaminada
DLGUA1078	190.9	Fuertemente contaminada	490	Fuertemente contaminada	115	Aceptable	241960	Fuertemente contaminada	122700	Fuertemente contaminada
DLGUA1079	364	Fuertemente contaminada	886	Fuertemente contaminada	269	Contaminada	241960	Fuertemente contaminada	241960	Fuertemente contaminada
DLGUA1080	463	Fuertemente contaminada	1844	Fuertemente contaminada	193	Contaminada	24196	Fuertemente contaminada	24196	Fuertemente contaminada
DLGUA1081W1	227.4	Fuertemente contaminada	894	Fuertemente contaminada	285	Contaminada	241960	Fuertemente contaminada	241960	Fuertemente contaminada
DLGUA1141	64.2	Contaminada	240	Fuertemente contaminada	128	Aceptable	43060	Fuertemente contaminada	24196	Fuertemente contaminada
DLGUA1142	138.4	Fuertemente contaminada	383	Fuertemente contaminada	129	Aceptable	24196	Fuertemente contaminada	14780	Fuertemente contaminada
DLGUA960	10	Aceptable	43	Contaminada	<10	Excelente	430	Aceptable	240	Buena calidad
DLGUA962	159.2	Fuertemente contaminada	487	Fuertemente contaminada	135	Aceptable	30548	Fuertemente contaminada	24196	Fuertemente contaminada
DLGUA963	35.5	Contaminada	146	Contaminada	85	Aceptable	24196	Fuertemente contaminada	24196	Fuertemente contaminada
DLGUA965	9	Aceptable	65	Contaminada	85	Aceptable	2613	Contaminada	41	Excelente
DLGUA967	8.6	Aceptable	67	Contaminada	63	Buena calidad	9067	Contaminada	964.5	Contaminada
DLGUA968	33.4	Contaminada	117	Contaminada	81	Aceptable	24196	Fuertemente contaminada	24196	Fuertemente contaminada
DLGUA969	16	Aceptable	119	Contaminada	54	Buena calidad	24196	Fuertemente contaminada	24196	Fuertemente contaminada
DLGUA970	24.3	Aceptable	112	Contaminada	51	Buena calidad	24196	Fuertemente contaminada	24196	Fuertemente contaminada

Tabla 21. Nivel de contaminación en el río Turbio (continuación)

CLAVE	ENTEROC_NMP_100mL	CALIDAD_ENTEROC	OD_PORC	CALIDAD_OD_PORC	OD_PORC_SUP	CALIDAD_OD_PORC_SUP	OD_PORC_MED	CALIDAD_OD_PORC_MED	TOX_D_48_UT	CALIDAD_TOX_D_48
DLGUA1069			37.2	Aceptable					<1	No Tóxico
DLGUA1025			49.9	Aceptable					1	Toxicidad baja
DLGUA1026			76.1	Excelente					1	Toxicidad baja
DLGUA1028			66.2	Buena calidad					<1	No Tóxico
DLGUA1029			54.1	Buena calidad					<1	No Tóxico
DLGUA1030W1			74.3	Excelente					1	Toxicidad baja
DLGUA1031			55.9	Buena calidad					1	Toxicidad baja
DLGUA1032			63.7	Buena calidad					1	Toxicidad baja
DLGUA1034			70.5	Excelente					1	Toxicidad baja
DLGUA1035			83.6	Excelente					1	Toxicidad baja
DLGUA1037			53.6	Buena calidad					<1	No Tóxico
DLGUA1041			53.8	Buena calidad					<1	No Tóxico
DLGUA1042			34.6	Aceptable					<1	No Tóxico
DLGUA1044			16.9	Contaminada					2.9	Toxicidad moderada
DLGUA1045			12	Contaminada					3.8	Toxicidad moderada
DLGUA1046			10	Fuertemente contaminada					5.2	Toxicidad alta
DLGUA1047			10	Fuertemente contaminada					5	Toxicidad alta
DLGUA1048			7.5	Fuertemente contaminada					3.4	Toxicidad moderada
DLGUA1049			10	Fuertemente contaminada					6.5	Toxicidad alta
DLGUA1050			12	Contaminada					5.7	Toxicidad alta
DLGUA1140			5	Fuertemente contaminada					3.7	Toxicidad moderada
DLGUA1143			13.3	Contaminada					1.6	Toxicidad moderada
DLGUA1031M1			5	Fuertemente contaminada					3	Toxicidad moderada
DLGUA1032M1			5	Fuertemente contaminada					4.8	Toxicidad moderada
DLGUA1037M1			5	Fuertemente contaminada					6.8	Toxicidad alta
DLGUA1058			12	Contaminada					2.2	Toxicidad moderada
DLGUA1060			12	Contaminada					1.5	Toxicidad moderada
DLGUA1061			5	Fuertemente contaminada					21.8	Toxicidad alta
DLGUA1062			5	Fuertemente contaminada					43.5	Toxicidad alta
DLGUA1063			5	Fuertemente contaminada					172	Toxicidad alta
DLGUA1078			5	Fuertemente contaminada					26.7	Toxicidad alta
DLGUA1079			5	Fuertemente contaminada					11.8	Toxicidad alta
DLGUA1080			12	Contaminada					1.9	Toxicidad moderada
DLGUA1081W1	241960	Fuertemente contaminada	5	Fuertemente contaminada	8.8	Fuertemente contaminada			17.6	Toxicidad alta
DLGUA1141			12	Contaminada					7.3	Toxicidad alta
DLGUA1142			5	Fuertemente contaminada					4.6	Toxicidad moderada
DLGUA960			61.8	Buena calidad					1.5	Toxicidad moderada
DLGUA962			5	Fuertemente contaminada					10.5	Toxicidad alta
DLGUA963			54.3	Buena calidad					4.4	Toxicidad moderada
DLGUA965					71.1	Excelente	78.2	Excelente		
DLGUA967			51.3	Buena calidad					1.5	Toxicidad moderada
DLGUA968			30	Contaminada					2.4	Toxicidad moderada
DLGUA969			27.8	Contaminada					5.8	Toxicidad alta
DLGUA970			23.7	Contaminada					3.5	Toxicidad moderada

Tabla 21. Nivel de contaminación en el río Turbio (continuación)

CLAVE	TOX_V_15_UT	CALIDAD_TOX_V_15	TOX_D_48_SUP_UT	CALIDAD_TOX_D_48_SUP	TOX_D_48_FON_UT	CALIDAD_TOX_D_48_FON	TOX_FIS_SUP_15_UT	CALIDAD_TOX_FIS_SUP_15	TOX_FIS_FON_15_UT	CALIDAD_TOX_FIS_FON_15
DLGUA1069	<1	No Tóxico								
DLGUA1025	1.7	Toxicidad moderada								
DLGUA1026	9.6	Toxicidad alta								
DLGUA1028	1.8	Toxicidad moderada								
DLGUA1029	1.8	Toxicidad moderada								
DLGUA1030W1	2.6	Toxicidad moderada								
DLGUA1031	3.5	Toxicidad moderada								
DLGUA1032	3.6	Toxicidad moderada								
DLGUA1034	3.5	Toxicidad moderada								
DLGUA1035	3.8	Toxicidad moderada								
DLGUA1037	1.4	Toxicidad moderada								
DLGUA1041	8.6	Toxicidad alta								
DLGUA1042	<1	No Tóxico								
DLGUA1044	10.8	Toxicidad alta								
DLGUA1045	10	Toxicidad alta								
DLGUA1046	16.4	Toxicidad alta								
DLGUA1047	39.8	Toxicidad alta								
DLGUA1048	12.4	Toxicidad alta								
DLGUA1049	10	Toxicidad alta								
DLGUA1050	33.4	Toxicidad alta								
DLGUA1140	75.8	Toxicidad alta								
DLGUA1143	11.2	Toxicidad alta								
DLGUA1031M1	8.3	Toxicidad alta								
DLGUA1032M1	6.6	Toxicidad alta								
DLGUA1037M1	12.2	Toxicidad alta								
DLGUA1058	11.1	Toxicidad alta								
DLGUA1060	22.4	Toxicidad alta								
DLGUA1061	63.3	Toxicidad alta								
DLGUA1062	88.5	Toxicidad alta								
DLGUA1063	313	Toxicidad alta								
DLGUA1078	21.1	Toxicidad alta								
DLGUA1079	75.2	Toxicidad alta								
DLGUA1080	500	Toxicidad alta								
DLGUA1081W1	313	Toxicidad alta					26	Toxicidad alta	23	Toxicidad alta
DLGUA1141	25.3	Toxicidad alta								
DLGUA1142	99	Toxicidad alta								
DLGUA960	5.4	Toxicidad alta								
DLGUA962	59.9	Toxicidad alta								
DLGUA963	8.6	Toxicidad alta								
DLGUA965			<1	No Tóxico	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico	<1	No Tóxico
DLGUA967	1.7	Toxicidad moderada								
DLGUA968	<1	No Tóxico								
DLGUA969	55.6	Toxicidad alta								
DLGUA970	78.1	Toxicidad alta								

CLAVE	DESCARGA	GIRO	RECEPTOR	LONGITUD	LATITUD	TIPO DE CONTAMINANTES
DM-9	Penjamo	Municipal	Rio Penjamo	-101.71209	20.42385	DQO,GYA,MFLOT,SS,SED,SS T,DBO,NT,PT,CF,
DM-10	PTAR Abasolo	PTAR	Arroyo Abasolo	-101.54550	20.44875	NT,CF,

En dicho Estudio, se determinó que las aguas del río Turbio o Gómez y sus afluentes, han sufrido alteración en su calidad con motivo de las descargas de aguas residuales provenientes de procesos industriales y asentamientos humanos, que vierten 616.6 toneladas al día de materia orgánica medida como demanda química de oxígeno, 300.9 toneladas al día de sólidos suspendidos totales, 56.6 toneladas al día de nutrientes, 0.98 toneladas al día de metales pesados, y 0.12 toneladas al día de compuestos orgánicos tóxicos, entre otros, más contaminación microbiológica.

Los compuestos tóxicos orgánicos encontrados en dicho Estudio son: Bis-(2-etilhexil)ftalato, Dietilftalato, Isoforona, Nitrosodimetilamina, N-Nitrosodi-N-propilamina, Fenoles totales, Halometanos, Hexacloroetano, 1,1-Dicloroetano, Tetracloroetileno, Tricloroetileno, Hexaclorobenceno, Paratión metílico, Aldrín, Dieldrín, Endrín, Lindano, Metoxicloro, Pentaclorofenol, 2,4-Dinitrotolueno, Clorobenceno, Nitrobenceno, Acenafteno, 1,4-Diclorobenceno, Bis (2-cloroetil) éter, Bis (2-cloroisopropil) éter, Hexaclorobutadieno y Hexaclorociclopentadieno.

Actualmente, la RNMCA determinó la presencia de los siguientes: Heptacloro, Bis (2-Etilhexil) Ftalato, Dimetilftalato, Fenoles totales, Hidrocarburos Poliaromáticos, 2,4,6 Triclorofenol, 2,4 Diclorofenol, Cloruro de metileno, Dietilftalato, Fenol, Tricloroetileno, Tetraloroetileno, Aldrín, Hexaclorociclopentadieno, Pentaclorofenol, Heptacloro, 2-Nitrofenol, y 4-Nitrofenol.

Metales y cianuros

El análisis de los resultados de metales y cianuros se realizó considerando límites de los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua (CECAs), para los siguientes usos: Fuente de Abastecimiento de Agua Potable, Riego Agrícola y Protección de la Vida Acuática.

Los metales que se analizaron son: aluminio, bario, berilio fierro, manganeso, antimonio, talio arsénico, cadmio, mercurio, níquel, plomo, cobre, zinc y cianuros. La cantidad de parámetros analizados depende del uso y del tipo cuerpo de agua para cada sitio.

Con base en el análisis realizado y basándose en la mediana del grupo de datos por sitio, los resultados obtenidos para cada uso son los siguientes:

a) Uso riego agrícola

En la siguiente tabla se observan los parámetros evaluados y su cumplimiento para el uso "Riego Agrícola".

TABLA 23. Número de sitios y cumplimiento para el uso riego agrícola

Parámetro	No. de sitios	No. Sitios		% de Sitios	
		Cumple	No Cumple	Cumple	No Cumple
Aluminio	35	34	1	97.14	2.86
Fierro	135	134	1	99.26	0.74
Antimonio	35	35	0	100	0
Arsénico	642	622	20	96.88	3.12
Cadmio	642	642	0	100	0
Níquel	556	555	1	99.82	0.18
Plomo	642	642	0	100	0
Cianuro	354	323	31	91.24	8.76
Cobre	62	62	0	100	0
Zinc	148	148	0	100	0

En la tabla anterior, se observa que los parámetros analizados fueron 10. Se presentaron incumplimientos, tomando en cuenta la mediana, en aluminio, fierro, arsénico, níquel y cianuro. Cabe señalar que el porcentaje de cumplimiento es mayor, en todos los casos, al 90%.

b) Protección a la vida acuática - agua marina (áreas costeras)

La tabla siguiente muestra los resultados de cumplimiento considerando el uso protección a la vida acuática - agua marina (áreas costeras).

TABLA 24. Número de sitios y cumplimiento para el uso protección a la vida acuática-agua marina

Parámetro	No. de sitios	No. de sitios		% de sitios	
		Cumple	No Cumple	Cumple	No Cumple
Cadmio	105	105	0	100	0
Mercurio	105	0	105	0	100
Níquel	105	105	0	100	0
Plomo	105	105	0	100	0
Cianuro	11	0	11	0	100
Cobre	100	94	6	94	6
Zinc	100	100	0	100	0

En la tabla anterior, se observa que los parámetros analizados fueron 7. Se presentaron incumplimientos, tomando en cuenta la mediana, en mercurio, cianuros y cobre, mientras que para cadmio, níquel, plomo y zinc el total de sitios cumplen con el límite establecido y para cobre, el 94 % de los sitios cumple y el 6 % no cumple.

c) Protección a la vida acuática- agua dulce

Con base en el uso Protección a la vida acuática- agua dulce, en la tabla siguiente se pueden ver los resultados de cumplimiento, donde los parámetros analizados fueron 2, mercurio y cianuros de los cuales, el 100% de los sitios incumplen para mercurio y para cianuros, el 100% de los sitios cumple con los límites establecidos.

Tabla 25. Número de sitios y cumplimiento para el uso protección a la vida acuática-agua dulce

Parámetro	No. Sitios	No. Sitios		% de Sitios	
		Cumple	No Cumple	Cumple	No Cumple
Mercurio	39	0	39	0	100
Cianuro	29	29	0	100	0

d) Fuente de abastecimiento de agua potable

La evaluación de los sitios para el uso Fuente de abastecimiento de agua potable se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 26. Número de sitios y cumplimiento para el uso fuente de abastecimiento de agua potable

Parámetro	No. de resultados	No. Sitios		% de Sitios	
		Cumple	No Cumple	Cumple	No Cumple
Arsénico	161	160	1	99.38	0.62
Cadmio	161	161	0	100	0
Mercurio	161	161	0	100	0
Níquel	161	153	8	95.03	4.97
Plomo	161	161	0	100	0
Cianuro	70	70	0	100	0

En la tabla anterior se muestra que de los 6 parámetros evaluados, se presentan incumplimientos en arsénico y níquel, mientras que para los demás parámetros se tiene un cumplimiento del 100%, con respecto al límite máximo permisible de los CECAs para el uso indicado.

Conclusiones

Calidad del agua de la Región Hidrológica Lerma Santiago Pacífico

De los 840 sitios en la Región Hidrológica Lerma Santiago Pacífico, se encontró que 220 sitios (26.2%), no cumplen con *Escherichia coli*, coliformes fecales, sólidos suspendidos totales y/o porcentaje de saturación de oxígeno disuelto; 449 sitios (53.5%), no cumplen con DBO, DQO, toxicidad y/o enterococos; 171 sitios (20.4%), cumplen con todos los Indicadores.

Calidad del Agua del lago de Chapala

De los 35 sitios medidos en el lago de Chapala, 19 sitios (54.3%) presentaron contaminación microbiológica por coliformes fecales, y 16 sitios (45.7%) cumplen con todos los Indicadores.

En cuanto a los metales medidos en el lago, el níquel total, arsénico total y mercurio total, han rebasado los criterios, en uno o dos de los muestreos realizados, pero la frecuencia con la que lo hacen es menor al 10% en la mayoría de los sitios; así mismo, la mayoría de los resultados rebasan los criterios en menos de 0.5 veces el valor de éstos. De esta forma, la frecuencia y grado en que se rebasan los criterios para dichos metales, se consideran bajos, por lo que esta condición no permite determinar que el agua del lago este afectando la salud de la población que la utiliza como fuente de abastecimiento.

Las descargas de aguas residuales de Barcel y municipal de Chapala son las únicas que presentan problemas, en algunos de sus resultados, para los parámetros microbiológicos y nutrientes, principalmente. Esta condición permite deducir que dichas descargas, en el caso de verter sus aguas al lago de Chapala, estas no producirían un impacto significativo en la calidad del agua del lago.

Calidad del Agua en el río Santiago (Parte alta)

De los 72 sitios medidos en el río Santiago (parte alta), se encontró que 11 sitios (15.3%), no cumplen con *Escherichia coli*, coliformes fecales y/o porcentaje de saturación de oxígeno disuelto; 53 sitios (76.3%), además de contaminación microbiológica y/o porcentaje de saturación de oxígeno disuelto, no cumplen con DBO, y/o toxicidad; 8 sitios (11.1%), cumplen con todos los Indicadores.

Las aguas de los ríos Grande de Santiago o de Tololotlán, Zula, Verde o de Belem y Lagos o San Nicolás, y el arroyo El Ahogado o El Castillo, y sus afluentes, han

sufrido alteración en su calidad con motivo de las descargas de aguas residuales provenientes de procesos industriales y asentamientos humanos, que vierten 393.4 toneladas al día de materia orgánica medida como demanda bioquímica de oxígeno, 177.2 toneladas al día de sólidos suspendidos totales, 31.9 toneladas al día de grasas y aceites, 56.4 toneladas al día de nutrientes, 4.9 toneladas al día de sustancias activas al azul de metileno, 0.29 toneladas al día de metales pesados y 0.18 toneladas al día de compuestos orgánicos tóxicos, entre otros, más contaminación microbiológica.

Los compuestos tóxicos orgánicos encontrados en el río Santiago y sus afluentes, en la parte alta son: Fenoles totales, Sulfatos, Cloroformo, Etilbenceno, Bis-(2-etilhexil)ftalato, Dietilftalato, Dimetilftalato, 2,4,6 triclorofenol, Benceno, Isoforona, Naftaleno, Nitrobenceno, Tetracloroetileno, Tetracloruro de carbono, Tolueno y Diclorobencenos.

Calidad del Agua en el río Santiago (Parte baja)

De los 39 sitios medidos en el río Santiago (Parte baja), se encontró que 19 sitios (48.7%), no cumplen con *Escherichia coli*, coliformes fecales y/o porcentaje de saturación de oxígeno disuelto; 3 sitios (7.7%), además de contaminación microbiológica por coliformes fecales y/o *Escherichia coli*, no cumplen con DQO; 17 sitios (43.6%) cumplen con todos los Indicadores.

Calidad del Agua en el río La Laja

En el río La Laja, de 21 sitios, el 100% presentó contaminación por DQO, además, 18 sitios presentaron contaminación por DBO5, 14 sitios presentaron contaminación microbiológica por coliformes fecales y *Escherichia coli*, 16 sitios presentaron bajo contenido de oxígeno disuelto, y 7 sitios presentaron alta toxicidad.

Los resultados obtenidos en el estudio especial de 2012, para metales y compuestos orgánicos sintéticos (COS), en los ríos La Laja y Apaseo, muestran que fueron cuantificados ocho metales (cadmio, plomo, aluminio, boro, fierro, antimonio, mercurio y boro), de los cuales, para riego agrícola rebasan el criterio, en mayor grado, el cadmio y antimonio (de 0.8 a 1.8 veces); mientras que para protección de la vida acuática rebasan en mayor grado el criterio el bario, aluminio y cadmio (de 6 a 99 veces). Para el caso de los COS, se cuantificaron 17, (DDD, aldrin, dieldrín, heptacloro, hexaclorobenceno, fenol, 2,4-dinitrotolueno, 2,6-dinitrotolueno, 2-clorofenol, 2-nitrofenol, 4-nitrofenol, bis-2-etilhexil-ftalato, dietilftalato, dimetilftalato, hexaclorociclopentadieno, pentaclorofenol y sustancias activas al azul de metileno), de los cuales de 12 rebasan el criterio en el

río Apaseo y 14 en el río La Laja, siendo el dimetilftalato, hexaclorociclopentadieno, pentaclorofenol y SAAM, los que rebasan los criterios, para el uso de protección de la vida acuática, en todos los sitios y en mayor grado (de 4.45 a 84 veces).

En el caso de las descargas que vierten a los ríos La Laja y Apaseo, los resultados del estudio especial realizado en 2012, muestran que sólo las descargas de Procter and Gamble, municipal de Apaseo, Bachoco y El Sauz, rebasan el límite máximo permisible de la NOM-001-SEMARNAT-1996 para uno o más de estos parámetros (DBO5, SST, sólidos sedimentables, formes fecales, grasas y aceites y nitrógeno total), para los usos de riego agrícola y protección de la vida acuática. Por otra parte, se han cuantificado siete metales (cadmio, mercurio, plomo, aluminio, bario, boro, fierro y antimonio) y 17, compuestos orgánicos sintéticos (DDD, aldrin, dieldrín, heptacloro, hexaclorobenceno, fenol, 2,4-dinitrotolueno, 2,6-dinitrotolueno, 2-clorofenol, 2-nitrofenol, 4-nitrofenol, bis-2-etilhexil-ftalato, dietilftalato, dimetilftalato, hexaclorociclopentadieno, pentaclorofenol y sustancias activas al azul de metileno). De los metales regulados por la NOM-001-SEMARNAT-1996 (cadmio, mercurio y plomo), ninguno de ellos rebasa el límite máximo permisible, para el uso de riego agrícola.

La presencia de los metales y compuestos orgánicos sintéticos en las descargas de aguas residuales se asocia a la presencia de estos contaminantes en los ríos La Laja y Apaseo, en los cuales se llega a rebasar los criterios de calidad del agua para el uso de protección de la vida acuática.

Calidad del Agua en el río Lerma (en Salamanca)

De los 9 sitios medidos en el río Lerma (en Salamanca, Gto.), todos los sitios presentaron contaminación microbiológica (coliformes fecales y *Escherichia coli*) y DQO, 2 sitios presentaron contaminación por DBO, 7 sitios presentaron bajo contenido de oxígeno disuelto, y 5 sitios presentaron alta toxicidad.

Los contaminantes presentes en la descarga de **Comisión Federal de Electricidad (CFE)** son: fósforo total, arsénico, cobre, mercurio, níquel, zinc, coliformes fecales, demanda química de oxígeno, sólidos disueltos totales, aluminio, bario, boro, fierro, fluoruros, manganeso, nitritos, nitrógeno amoniacal y sulfatos, así como compuestos orgánicos volátiles y semivolátiles e hidrocarburos. También se encontró toxicidad en las descarga.

Los contaminantes presentes en la descarga de **Petróleos Mexicanos (PEMEX)** son: grasas y aceites, sólidos suspendidos totales, demanda bioquímica de oxígeno, nitrógeno total, fósforo total, cianuros, cobre, cromo, mercurio, níquel,

zinc, coliformes fecales, demanda química de oxígeno, sustancias activas al azul de metileno, sólidos disueltos totales, aluminio, bario, boro carbono orgánico, cloruros, color, fierro, fluoruros, manganeso, nitratos, nitritos, nitrógeno amoniacal, sulfatos, y sulfuros, así como 2 y 4 nitrofenol, benceno, BTEX, compuestos orgánicos volátiles y semivolátiles, fenoles, hidrocarburos, hidrocarburos aromáticos polinucleares y naftaleno y toxicidad.

En la **Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Salamanca** se encontraron presentes: grasas y aceites, sólidos suspendidos totales, demanda bioquímica de oxígeno, nitrógeno total, fósforo total, cianuros, cobre, cromo, mercurio, níquel, zinc, coliformes fecales, demanda química de oxígeno, sustancias activas al azul de metileno, sólidos disueltos totales, aluminio, bario, boro, carbono orgánico soluble, color, fluoruros, manganeso, nitrógeno amoniacal y sulfatos. Los compuestos tóxicos orgánicos presentes son: Bis (2-etilhexil) ftalato, compuestos orgánicos volátiles y semivolátiles, dimetilftalato, e hidrocarburos y toxicidad.

Los contaminantes presentes en las descargas de **Univex** son: grasas y aceites, sólidos suspendidos totales, demanda bioquímica de oxígeno, nitrógeno total, fósforo total, cianuros, cobre, cromo, mercurio, níquel, plomo, zinc, coliformes fecales y nitritos.

Calidad del Agua en el río Lerma (Parte alta)

De los 23 sitios medidos en el río Lerma (Parte alta), 22 sitios presentaron contaminación por DQO, 17 sitios presentaron contaminación microbiológica (coliformes fecales y *Escherichia coli*), 16 sitios presentaron bajo contenido de oxígeno disuelto y/o alta toxicidad; solo un sitio cumple con todos los indicadores.

De acuerdo con el análisis de toxicidad y contenido de compuestos orgánicos provenientes de las descargas de aguas residuales de las PTAR de RECICLAGUA y las Macro plantas Toluca Norte y Toluca Oriente, se identificó una zona de mayor aportación de sustancias tóxicas y por lo tanto, prioritaria para realizar acciones de saneamiento, así como de mejoras en las PTAR existentes, localizada entre la confluencia Metepec Asunción y la confluencia Verdiguel Poniente. En segundo lugar, debe considerarse la zona de la parte alta de la cuenca, desde el inicio del cauce y arroyos tributarios hasta la confluencia Metepec Asunción. Finalmente, la zona de menor aportación de sustancias tóxicas y en donde se disminuye la toxicidad es aguas abajo de la presa Alzate.

Calidad del Agua en el río Turbio

En el río Turbio, de 44 sitios, 43 sitios presentaron contaminación por DQO, 26 sitios presentaron contaminación por DBO, 27 sitios presentaron bajo contenido de oxígeno disuelto, 38 sitios presentaron contaminación microbiológica por coliformes fecales y/o *Escherichia coli*, 30 sitios presentaron alta toxicidad, 11 sitios presentaron contaminación por sólidos suspendidos totales, y solo uno presentó contaminación por enterococos fecales.

Las aguas del río Turbio o Gómez y sus afluentes, han sufrido alteración en su calidad con motivo de las descargas de aguas residuales provenientes de procesos industriales y asentamientos humanos, que vierten 616.6 toneladas al día de materia orgánica medida como demanda química de oxígeno, 300.9 toneladas al día de sólidos suspendidos totales, 56.6 toneladas al día de nutrientes, 0.98 toneladas al día de metales pesados, y 0.12 toneladas al día de compuestos orgánicos tóxicos, entre otros, más contaminación microbiológica.

Los compuestos tóxicos orgánicos encontrados en el río Turbio y sus afluentes, en la parte baja son: Bis-(2-etilhexil)ftalato, Dietilftalato, Isoforona, Nitrosodimetilamina, N-Nitrosodi-N-propilamina, Fenoles totales, Halometanos, Hexacloroetano, 1,1-Dicloroetano, Tetracloroetileno, Tricloroetileno, Hexaclorobenceno, Paratión metílico, Aldrín, Dieldrín, Endrín, Lindano, Metoxicloro, Pentaclorofenol, 2,4-Dinitrotolueno, Clorobenceno, Nitrobenceno, Acenafteno, 1,4-Diclorobenceno, Bis (2-cloroetil) éter, Bis (2-cloroisopropil) éter, Hexaclorobutadieno y Hexaclorociclopentadieno.

Metales y cianuros

El cumplimiento de metales y cianuros se realizó tomando en cuenta los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua (CECAs). El análisis se basó en los resultados con los que cuenta la Red Nacional Nacional de Monitoreo y el uso del cuerpo de agua, de acuerdo con los CECAs.

Con relación al uso Agrícola los 10 parámetros analizados presentan cumplimientos mayores al 90%

En lo que respecta Protección a la Vida Acuática (Agua marina y Agua Dulce), los parámetros que presentan el 100% de incumplimiento son mercurio (agua dulce y marina) y cianuros (agua marina). Los parámetros restantes presentan cumplimientos mayores a 94%.

En el caso del uso Fuente de Abastecimiento de Agua Potable, los 8 parámetros analizados presentan cumplimientos mayores a 90%.

Metodología

El análisis de la calidad del agua superficial considera la comparación de Indicadores de materia orgánica (Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno y Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto), Indicadores de contaminación fecal (Coliformes Fecales, *Escherichia coli* y Enterococos Fecales, Indicadores de erosión del suelo (Sólidos Suspendidos Totales) y Toxicidad, que obtiene la Red Nacional de Medición de Calidad del Agua (RENAMECA) de la CONAGUA, con los valores que presenta la “calidad natural” o no contaminada.

La “calidad natural”, no se refiere al estado prístino del agua -debido a que, de una u otra forma, existe ya influencia antropogénica en prácticamente todos los cuerpos de agua-, sino principalmente respecto de aquellas características que no han sobrepasado los niveles que permiten el desarrollo de la vida acuática o un uso determinado.

Estos niveles son los rangos de clasificación de los Indicadores de la Calidad del Agua, que se encuentran publicados en la página de la Comisión Nacional del Agua. Indicadores de Calidad del Agua en:

<http://files.conagua.gob.mx/conagua/GobiernoAbierto/Calidaddelagua.pdf>

Los Indicadores se calculan de la siguiente manera: Para Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, Sólidos Suspendidos Totales, Coliformes Fecales, Enterococos Fecales, y Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto, se obtiene como la mediana del conjunto de datos del sitio, de los muestreos realizados en el período considerado. Para toxicidad aguda, se calcula como el máximo de las toxicidades determinadas con *Vibrio fischeri* y/o *Daphnia magna*.

Demanda Bioquímica de Oxígeno y Demanda Química de Oxígeno

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y la Demanda Química de Oxígeno (DQO) se utilizan para determinar la cantidad de materia orgánica presente en los cuerpos de agua provenientes principalmente de las descargas de aguas residuales tanto de origen municipal como no municipal.

La DBO determina la cantidad de materia orgánica biodegradable en tanto que la DQO mide la cantidad total de materia orgánica. El incremento de la concentración de estos parámetros incide en la disminución del contenido de

oxígeno disuelto en los cuerpos de agua con la consecuente afectación a los ecosistemas acuáticos.

Por otro lado, el aumento de valores de la DQO indica presencia de sustancias provenientes de descargas no municipales.

Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto

El incremento de la concentración de Demanda Bioquímica de Oxígeno y Demanda Química de Oxígeno inciden en la disminución del contenido de oxígeno disuelto en los cuerpos de agua con la consecuente afectación a los ecosistemas acuáticos. El Porcentaje de Saturación de Oxígeno Disuelto (OD%) es importante para la vida acuática y depende de la cantidad de materia orgánica, la presencia de organismos fotosintéticos, de la temperatura del agua y la altitud del lugar dónde se obtiene la muestra de agua.

Asimismo, influye el movimiento, la profundidad, la velocidad del viento y la hora del día. Si el agua está 100% saturada contiene la cantidad máxima de oxígeno a esa temperatura. Una muestra de agua que está saturada de oxígeno al 50% sólo tiene la mitad de la cantidad de este gas que podría potencialmente mantener a esa temperatura. A veces la sobresaturación de oxígeno puede deberse a la presencia de gran cantidad de algas, niveles que decaen rápidamente durante la noche, o por la contaminación por materia orgánica que al degradarse lo consume. El oxígeno en bajas concentraciones crea condiciones perjudiciales para los peces y otros organismos acuáticos. Valores de saturación de 70 a 110% se consideran excelentes y los valores de menos de 30% o más de 130% se consideran agua de pobre calidad.

Sólidos Suspendidos Totales

Los Sólidos Suspendidos Totales (SST) tienen su origen de las aguas residuales y la erosión del suelo. El incremento de los niveles de SST hace que un cuerpo de agua pierda la capacidad de soportar la diversidad de la vida acuática. Permiten reconocer gradientes que van desde una condición relativamente natural o sin influencia de la actividad humana hasta agua que muestra indicios de aportaciones importantes de descargas de aguas residuales municipales y no municipales, así como áreas con deforestación severa.

Indicadores de contaminación fecal (Coliformes Fecales, *Escherichia coli* y Enterococos Fecales)

Los coliformes fecales se utilizan internacionalmente partiendo de la premisa básica de que su ausencia indica que los patógenos al hombre también están ausentes.

No obstante, aun cuando los coliformes fecales estén presentes no siempre son indicativos de aguas residuales sin desinfección, ya que no necesariamente tienen un origen humano debido a que pueden provenir de las excretas de otros organismos. Por lo anterior, la RENAMECA como indica la Organización Mundial de la Salud utiliza también la presencia de la bacteria *Escherichia coli* como prueba confirmativa de desechos humanos debido a su abundancia en sus heces. Para aguas saladas o salobres se recomienda el uso del indicador denominado Enterococos Fecales.

Toxicidad Aguda (*Daphnia magna* y *Vibrio fischeri*)

La toxicidad del agua es también un indicador importante. Para su determinación la CONAGUA emplea dos organismos vivos mismos que se utilizan como indicadores del efecto dañino potencial que resulta al exponerlos en el laboratorio al agua recolectada en los muestreos. Estos organismos de prueba son: la bacteria *Vibrio fischeri* y el cladóceros perteneciente al nivel secundario de la cadena alimenticia conocido por su nombre científico como *Daphnia magna*. La toxicidad por sí misma no determina cuál es el componente tóxico que afecta la calidad del agua sino que mide el comportamiento de la mezcla de componentes presentes.

La ausencia de toxicidad en el agua es indicativa de la ausencia de contaminantes tóxicos como metales y tóxicos orgánicos.

Bibliografía

- 1 SEDUE, 1989. Criterios Ecológicos de Calidad del Agua, CE-CCA-001/89. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 13 de diciembre de 1989, México.
- 2 Comisión Nacional del Agua, 2019. Subdirección General Técnica. Gerencia de Calidad del Agua. Red Nacional de Medición de la Calidad del Agua. Resultados de Calidad del Agua a partir de 2012.
- 3 Comisión Nacional del Agua, 2019. Indicadores de la Calidad del Agua, publicados en, en:
<http://files.conagua.gob.mx/conagua/GobiernoAbierto/Calidaddelagua.pdf>
- 4 Comisión Nacional del Agua, 2019. Diagnóstico de Calidad del Agua Superficial y Subterránea en el lago de Chapala, Jalisco. SGT-GCA, México.
- 5 Comisión Nacional del Agua, 2018. Ley Federal de Derechos. Disposiciones aplicables en materia de aguas nacionales 2018, México. Lineamientos de Calidad del Agua.
- 6 Comisión Nacional del Agua, 2018. Estadísticas del Agua en México. Edición 2018. Calidad del Agua.
- 7 Comisión Nacional del Agua, 2016. Estudio de la calidad del agua en Salamanca, Gto. SGT-GCA. México.
- 8 Comisión Nacional del Agua, 2016. Diagnóstico de Calidad del Agua del Río La Laja, Guanajuato (2012-2015).
- 9 Comisión Nacional del Agua, 2013. Modelación matemática de escenarios de regulación de contaminantes para la clasificación del río Turbio y sus principales afluentes (ríos Santiago y Pénjamo, y los arroyos Hondo y Guaje), así como sus afluentes secundarios en Guanajuato. Informe OMM/PREMIA No. GCA 04/2013. SGT-GCA. México.
- 10 Comisión Nacional del Agua, 2012. Estudio de Calidad del Agua del río Turbio, en Guanajuato. SGT-GCA. México.
- 11 Comisión Nacional del Agua, 2010.- Caracterización toxicológica de la calidad del agua en la cuenca alta del río Lerma. Proyecto CONAGUA-CONACyT-2008-01-85258.
- 12 Comisión Nacional del Agua, 2010. Actualización del Estudio de calidad del agua del río Santiago (desde su nacimiento en el lago de Chapala, hasta la presa Santa Rosa). CEA-UEAS-IMTA-01/2010.
- 13 Comisión Nacional del Agua. NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los Límites Máximos Permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Publicada en el DOF el 5 de enero de 1997.

Anexo 1.
Indicadores de calidad del agua

Anexo 2.
Metales y cianuros