



DR. JJR/MV/PTR/LSS/ING/CE/ING/ABG
Int. N° 016

ORD.: N° 1448/

ANT.: No hay

MAT.: Informa Análisis de Metales en polvo y suelos a Colegios en Puchuncaví.

Valparaíso, 07 de octubre de 2011

**DE: DR. JAIME JAMETT ROJAS.
SECRETARIO REGIONAL MINISTERIAL DE SALUD
REGIÓN DE VALPARAÍSO**

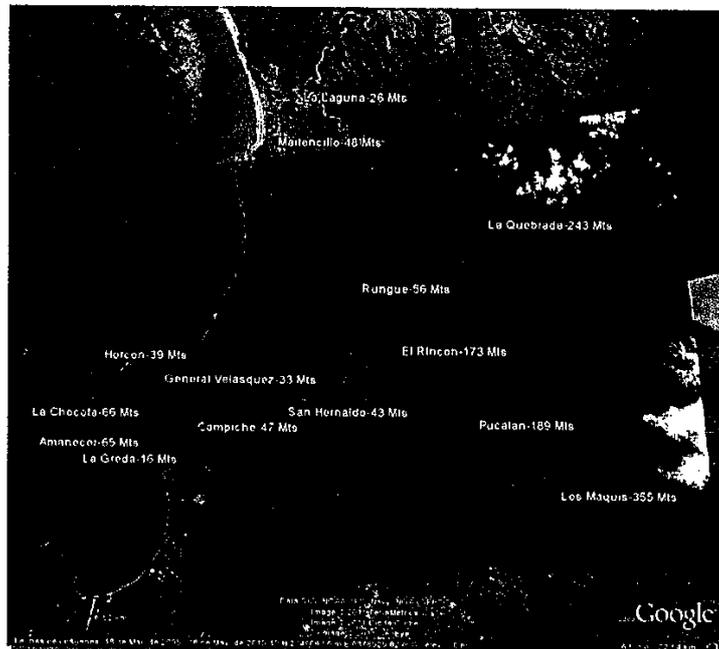
**A: SR. FERNANDO ROJAS OCHAGAVÍA
SUBCRETARIO DE EDUCACION
MINISTERIO DE EDUCACIÓN**

Con la finalidad de responder su requerimiento presentado en reunión sostenida el día 09 de septiembre de 2011 al Ministerio de Salud, tengo el agrado de adjuntar a Usted, informe técnico sobre exposición a metales pesados en suelos y polvo residencial en los establecimientos educacionales pertenecientes a la Comuna de Puchuncaví. Adicionalmente, se adjunta evaluación de riesgo a las personas en cuanto a factores carcinogénicos y no carcinogénicos, en conformidad a metodologías de referencia internacional.

I.- Descripción de los colegios y Resultados de los Análisis de laboratorio de la matriz polvo y suelo muestreada.

A continuación se detalla por separado cada Colegio con sus respectivos metales pesados, indicando en cada caso los niveles correspondientes además de un breve análisis de infraestructura en conformidad a la normativa sanitaria vigente (D.S. 289/89 Ministerio de Salud).

Figura N°1: Ubicación de colegios de Puchuncaví



I.1 Colegio Sargento Aldea

El colegio Sargento Aldea posee una superficie de 46,8 m² de patio para una matrícula de 729 alumnos, esta superficie es deficiente para la matrícula existente y además posee un sistema de almacenamiento de basura que no está reglamentado. Su distancia con respecto a la Escuela La Greda es de 1,17 km lineal y su matrícula actual es de 729 alumnos y una capacidad sanitaria de 870 alumnos y 30 párvulos. Posee informe Sanitario: 25/2009.

I.1.1 Resultados de Análisis

LUGAR : COMPLEJO EDUCACIONAL SARGENTO ALDEA
 Nº MUESTRA : 1
 COORDENADAS : X= 267122 Y= 6374509 ± 4metros
 FECHA / HORA DE MUESTREO : 15.09.2011 10:55 HORAS
 FECHA / HORA DE RECEPCION : 15.09.2011 17:55 HORAS
 RECEPCION MUESTRA : T°AMBIENTE
 OBJETIVO MUESTREO : VIGILANCIA

PARAMETROS		UNIDAD	METODOLOGIA	RESULTADOS		Límites detección método
TIPO DE MUESTRA	SUELO			POLVO		
DIRECCION	SUELO PATIO ED. MEDIA			POLVO SALAS 8 A 11 ED. MEDIA		
Nº MUESTRAS			1 (1)	1 (2)		
CADMIO (Cd)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	0,641	0,581	0,013 mg/Kg	
COBRE (Cu)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	143	2200	0,01 mg/L	
PLOMO (Pb)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	17,0	154	0,088 mg/Kg	
CROMO TOTAL (Cr)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	15,5	45,7	0,05 mg/L	
NIQUEL(Ni)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	4,71	54,5	0,05 mg/L	
*ARSENICO (As)	mg/Kg	E.A.A-HG USEPA 3150 A	9,05	36,7	0,003 mg/L	
ZINC (Zn)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	81,3	1131	0,01 mg/L	
Ph	----	Norma EPA 9045 D en suelo y agua	7,57	---	----	

1.2 Escuela Especial Amanecer

El colegio Amanecer no posee condiciones sanitarias aptas y su construcción está en deterioro y cuenta además con espacios reducidos. Su distancia con respecto a la Escuela La Greda es de 1,92 km lineal y su altura es de 65 metros. Su superficie total es de 1314,4 m² con 148,9 m² de patio para una matrícula de 71 alumnos y una capacidad sanitaria de 45 párvulos. Posee informe Sanitario: 54/93.

1.2.1 Resultados de Análisis

LUGAR : ESCUELA ESPECIAL AMANECER
 Nº MUESTRA : 2
 COORDENADAS : X= 266848 Y= 6375518 ± 4metros
 FECHA / HORA DE MUESTREO : 15.09.2011 11:50 HORAS
 FECHA / HORA DE RECEPCION : 15.09.2011 17:55 HORAS
 RECEPCION MUESTRA : T°AMBIENTE
 OBJETIVO MUESTREO : VIGILANCIA

PARAMETROS		UNIDAD	METODOLOGIA	RESULTADOS			Límites detección método
TIPO DE MUESTRA	SUELO			SUELO	POLVO		
DIRECCION	PATIO INTERIOR MUESTRA COMPUESTA POR 4 PTOS.			PATIO ENTRADA MUESTRA COMPUESTA POR 3 PUNTOS	SALAS Nº 1, Nº2, Nº3, Nº4 Y TALLER (MUESTRA COMPUESTA)		
Nº MUESTRAS	2 (1)	2(2)	2(3)				
CADMIO (Cd)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	NO DETECTABLE	NO DETECTABLE	1,24	0,013 mg/Kg	
COBRE (Cu)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	81,9	59,7	1552	0,01 mg/L	
PLOMO (Pb)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	5,88	2,94	77,3	0,088 mg/Kg	
CROMO TOTAL (Cr)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	20,5	9,71	23,7	0,05 mg/L	
NIQUEL(NI)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	5,33	5,41	43,1	0,05 mg/L	
*ARSENICO (As)	mg/Kg	E.A.A-HG USEPA 3150 A	3,28	9,55	39,6	0,003 mg/L	
ZINC (Zn)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	52,8	81,5	274	0,01 mg/L	
Ph	----	Norma EPA 9045 D en suelo y agua	7,82	7,79	----	----	

I.3 Escuela Básica La Chocota

La escuela Básica La Chocota, posee buenas condiciones en la infraestructura y se pueden hacer ampliaciones para albergar más niños. La distancia respecto a la Escuela La Greda es de 2,26 km lineal y su altura es de 66 metros. Su capacidad total de superficie es de 5000 m² y posee una matrícula de 238 alumnos y una capacidad sanitaria de 280 alumnos y 40 párvulos. Posee informe Sanitario: 22/2009.

I.3.1 Resultados de Análisis

LUGAR : ESCUELA BÁSICA LA CHOCOTA
 Nº MUESTRA : 3
 COORDENADAS : X= 266904 Y= 6375900
 FECHA / HORA DE MUESTREO : 15.09.2011 12:12 HORAS
 FECHA / HORA DE RECEPCION : 15.09.2011 17:55 HORAS
 RECEPCION MUESTRA : T°AMBIENTE
 OBJETIVO MUESTREO : VIGILANCIA

PARAMETROS	UNIDAD	METODOLOGIA	RESULTADOS			Límites detección método
			SUELO	SUELO	POLVO	
TIPO DE MUESTRA			SUELO PATIO MUESTRA COMPUESTA POR 4 PUNTOS ENTRADA	SUELO PATIO MUESTRA COMPUESTA POR 4 PUNTOS AL FONDO JUEGOS	SALAS Nº1-Nº3- COMEDOR- CRA(BIBLIOTECA)	
DIRECCION						
Nº MUESTRAS			3 (1)	3(2)	3(3)	
CADMIO (Cd)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	0,266	1,88	4,58	0,013 mg/Kg
COBRE (Cu)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	22,8	25,4	237	0,01 mg/L
PLOMO (Pb)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	0,568	NO DETECTABLE	12,2	0,088 mg/Kg
CROMO TOTAL (Cr)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	80,2	34,7	46,5	0,05 mg/L
NIQUEL(Ni)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	3,86	6,61	13,2	0,05 mg/L
*ARSENICO (As)	mg/Kg	E.A.A-HG USEPA 3150 A	9,60	10,1	13,2	0,003 mg/L
ZINC (Zn)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	80,2	77,5	226	0,01 mg/L
Ph	---	Norma EPA 9045 D en suelo y agua	7,54	6,66	---	---

I.4. Escuela Básica Horcón

La escuela Básica Horcón, posee buenas condiciones pero su superficie de Patio es de 19,2 m². La distancia respecto a la escuela La greda es de 3,94 km lineal y su altura es de 39 metros, cuenta con una matrícula de 120 alumnos y una capacidad sanitaria de 190 alumnos y 30 párvulos. Posee informe Sanitario: 04/2004.

I.4.1 Resultados de Análisis

LUGAR : ESCUELA BÁSICA HORCON
Nº MUESTRA : 4
COORDENADAS : X= 266801 Y= 6377762 ± 4 metros
FECHA / HORA DE MUESTREO : 15.09.2011 12:55 HORAS
FECHA / HORA DE RECEPCION : 15.09.2011 17:55 HORAS
RECEPCION MUESTRA : T°AMBIENTE
OBJETIVO MUESTREO : VIGILANCIA

PARAMETROS		RESULTADOS		
TIPO DE MUESTRA	UNIDAD	METODOLOGIA	POLVO	Límites detección método
DIRECCION			SALAS (CRA+COMEDOR EXTERIOR+SALA 8°+SALA 5°+ SALA PROFESORES+SALA 6°)	
Nº MUESTRAS			4 (1)	
CADMIO (Cd)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	3,12	0,013 mg/Kg
COBRE (Cu)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	539	0,01 mg/L
PLOMO (Pb)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	16,2	0,088 mg/Kg
CROMO TOTAL (Cr)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	60,7	0,05 mg/L
NIQUEL (Ni)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	160	0,05 mg/L
*ARSENICO (As)	mg/Kg	E.A.A-HG USEPA 3150 A	19,2	0,003 mg/L
ZINC (Zn)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	362	0,01 mg/L

I.5 Escuela Básica Campiche

La Escuela Básica Campiche, posee una superficie total de 10,000 m² y con un patio de 500 m² pero es una construcción antigua y sus pisos como sus salas están deterioradas. La distancia respecto a la Escuela La Greda es de 2,55 km lineal y su altura es de 47 metros, cuenta con matrícula de 53 alumnos y una capacidad sanitaria de 120 alumnos y 20 párvulos. Posee informe sanitario: 07/2007.

I.5.1 Resultados de Análisis

LUGAR : ESCUELA BÁSICA CAMPICHE
 Nº MUESTRA : 5
 COORDENADAS : X= 270289 Y= 6375380 ± 4metros
 FECHA / HORA DE MUESTREO : 15.09.2011 13:30 HORAS
 FECHA / HORA DE RECEPCION : 15.09.2011 17:55 HORAS
 RECEPCION MUESTRA : T°AMBIENTE
 OBJETIVO MUESTREO : VIGILANCIA

PARAMETROS		UNIDAD	METODOLOGIA	RESULTADOS		Límites detección método
TIPO DE MUESTRA				SUELO	POLVO	
DIRECCION				SUELO MUESTRA COMPUESTA POR 4 PUNTOS	SALAS MUESTRA COMPUESTA (1° y 2°+3° y 4°+5° y 6°)	
N° MUESTRAS				5 (1)	5 (2)	
CADMIO (Cd)		mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	1,25	1,89	0,013 mg/Kg
COBRE (Cu)		mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	181	6156	0,01 mg/L
PLOMO (Pb)		mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	2,53	173	0,088 mg/Kg
CROMO TOTAL (Cr)		mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	37,5	55,4	0,05 mg/L
NIQUEL(Ni)		mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	10,0	92,0	0,05 mg/L
*ARSENICO (As)		mg/Kg	E.A.A-HG USEPA 3150 A	14,0	129	0,003 mg/L
ZINC (Zn)		mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	114	925	0,01 mg/L
Ph		----	Norma EPA 9045 D en suelo y agua	6,99	----	----

I.6. Colegio General Velásquez

Colegio General Velásquez., posee una superficie total de 9315.3 m2. Es un colegio que está en buenas condiciones y es de construcción reciente. La distancia respecto a la Escuela La Greda es de 5,8 km lineal y su altura es de 33 metros, cuenta con una matrícula de 686 alumnos y una capacidad sanitaria de 891 alumnos y 40 párvulos. Posee informe sanitario: 35/2004.

I.6.1 Resultados de Análisis

LUGAR : COLEGIO GENERAL VELASQUEZ
 Nº MUESTRA : 6
 COORDENADAS : X= 273442 Y= 6376439 ± 15 metros
 FECHA / HORA DE MUESTREO : 15.09.2011 14:05 HORAS
 FECHA / HORA DE RECEPCION : 15.09.2011 17:55 HORAS
 RECEPCION MUESTRA : T°AMBIENTE
 OBJETIVO MUESTREO : VIGILANCIA

PARAMETROS		UNIDAD	METODOLOGIA	RESULTADOS		Límites detección método
TIPO DE MUESTRA	SUELO			POLVO		
DIRECCION	MUESTRA PATIO COMPUESTA POR 4 PUNTOS			SALAS (16 al 26 +LABORATORIO)		
Nº MUESTRAS	6 (1)	6 (2)				
CADMIO (Cd)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	NO DETECTABLE	NO DETECTABLE	0,013 mg/Kg	
COBRE (Cu)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	81,7	1967	0,01 mg/L	
PLOMO (Pb)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	NO DETECTABLE	101	0,088 mg/Kg	
CROMO TOTAL (Cr)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	12,7	50,0	0,05 mg/L	
NIQUEL(Ni)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	3,41	43,3	0,05 mg/L	
*ARSENICO (As)	mg/Kg	E.A.A-HG USEPA 3150 A	7,59	40,5	0,003 mg/L	
ZINC (Zn)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	45,2	1139	0,01 mg/L	
Ph	----	Norma EPA 9045 D en suelo y agua	7,31	---	---	

1.7. Jardín Infantil Los Conejitos (El Rungue)

El jardín Infantil Los Conejitos, es una edificación reciente (2009) y su distancia respecto a la escuela La greda es de 8,36 km lineal y su altura es de 56 metros, cuenta con una superficie total de 3065 m² y con una matrícula para 8 alumnos y una capacidad sanitaria de 55 alumnos. Su informe Sanitario no corresponde a la actual planta física.

1.7.1 Resultados de Análisis

LUGAR : JARDIN INFANTIL LOS CONEJITOS
 Nº MUESTRA : 7
 COORDENADAS : X= 274411 Y= 6379719 ± 9 metros
 FECHA / HORA DE MUESTREO : 15.09.2011 15:15 HORAS
 FECHA / HORA DE RECEPCION : 15.09.2011 17:55 HORAS
 RECEPCION MUESTRA : T°AMBIENTE
 OBJETIVO MUESTREO : VIGILANCIA

PARAMETROS		UNIDAD	METODOLOGIA	RESULTADOS		Límites detección método
TIPO DE MUESTRA	SUELO			POLVO		
DIRECCION	MUESTRA COMPUESTA PATIO			MUESTRA COMPUESTA EXTERIOR SALAS Nº1 AL Nº4		
Nº MUESTRAS			7 (1)	7 (2)		
CADMIO (Cd)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	NO DETECTABLE	0,799	0,013 mg/Kg	
COBRE (Cu)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	48,4	5284	0,01 mg/L	
PLOMO (Pb)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	NODETECTABLE	188	0,088 mg/Kg	
CROMO TOTAL (Cr)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	6,57	44,0	0,05 mg/L	
NIQUEL(Ni)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	7,21	16,2	0,05 mg/L	
*ARSENICO (As)	mg/Kg	E.A.A-HG USEPA 3150 A	2,33	116	0,003 mg/L	
ZINC (Zn)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	41,1	672	0,01 mg/L	
Ph	----	Norma EPA 9045 D en suelo y agua	7,51	----	----	

I.8. Escuela La Quebrada

Escuela La Quebrada, posee una superficie total de 4700 m² y su edificación es antigua, sus baños deben ser mejorados. La distancia respecto a la Escuela La Greda es de 13,45 km lineal, y su altura es de 243 metros, su matrícula es de 8 alumnos y una capacidad sanitaria de 60 alumnos. Posee informe sanitario: 6/2010.

I.8.1 Resultados de Análisis

LUGAR : ESCUELA LA QUEBRADA
 Nº MUESTRA : 8
 COORDENADAS : X= 279250 Y= 6381574 ± 4 metros
 FECHA / HORA DE MUESTREO : 15.09.2011 15:45 HORAS
 FECHA / HORA DE RECEPCION : 15.09.2011 17:55 HORAS
 RECEPCION MUESTRA : T°AMBIENTE
 OBJETIVO MUESTREO : VIGILANCIA

PARAMETROS		UNIDAD	METODOLOGIA	RESULTADOS		Límites detección método
TIPO DE MUESTRA				SUELO	POLVO	
DIRECCION				MUESTRA DE SUELO COMPUESTA POR 4 PUNTOS	MUESTRA COMPUESTA (POLVO DE 3 SALAS + POSTA)	
Nº MUESTRAS				8 (1)	8 (2)	
CADMIO (Cd)		mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	NO DETECTABLE	NO DETECTABLE	0,013 mg/Kg
COBRE (Cu)		mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	88,3	696	0,01 mg/L
PLOMO (Pb)		mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	NO DETECTABLE	273	0,088 mg/Kg
CROMO TOTAL (Cr)		mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	17,0	55,4	0,05 mg/L
NIQUEL(Ni)		mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	3,68	27,4	0,05 mg/L
*ARSENICO (As)		mg/Kg	E.A.A-HG USEPA 3150 A	2,76	28,1	0,003 mg/L
ZINC (Zn)		mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	76,3	1300	0,01 mg/L
Ph		----	Norma EPA 9045 D en suelo y agua	6,20	----	----

I.9. Escuela Básica El Rincón

Escuela Básica El Rincón, posee una superficie total de 4264 m² y no cumple con el abastecimiento de agua potable, se realiza mediante camión aljibe. La distancia respecto a la Escuela La Greda es de 10,28 km lineal y su altura es de 173 metros, cuenta con matrícula para 70 alumnos y una capacidad sanitaria de 165 alumnos y 30 párvulos. Posee informe sanitario: 12/2005.

I.9.1 Resultados de Análisis

LUGAR : ESCUELA BÁSICA EL RINCÓN
 Nº MUESTRA : 9
 COORDENADAS : X= 278016 Y= 6376736 ± 6 metros
 FECHA / HORA DE MUESTREO : 15.09.2011 16:45 HORAS
 FECHA / HORA DE RECEPCION : 15.09.2011 17:55 HORAS
 RECEPCION MUESTRA : T°AMBIENTE
 OBJETIVO MUESTREO : VIGILANCIA

PARAMETROS		UNIDAD	METODOLOGIA	RESULTADOS		Límites detección método
TIPO DE MUESTRA	SUELO			POLVO		
DIRECCION	MUESTRA COMPUESTA POR 4 PUNTOS (PATIO)			MUESTRA COMPUESTA SALAS (1 - 2 - PROFESORES - PRE BÁSICA)		
Nº MUESTRAS	9 (1)	9 (2)				
CADMIO (Cd)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	NO DETECTABLE	1,20	0,013 mg/Kg	
COBRE (Cu)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	77,5	2014	0,01 mg/L	
PLOMO (Pb)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	NO DETECTABLE	72,9	0,088 mg/Kg	
CROMO TOTAL (Cr)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	12,9	21,6	0,05 mg/L	
NIQUEL (Ni)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	1,85	29,5	0,05 mg/L	
*ARSENICO (As)	mg/Kg	E.A.A-HG USEPA 3150 A	2,37	34,6	0,003 mg/L	
ZINC (Zn)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	58,2	401	0,01 mg/L	
Ph	---	Norma EPA 9045 D en suelo y agua	6,51	---	---	

I.10. Colegio San Hernaldo

El Colegio San Hernaldo, posee buenas condiciones Sanitarias y se debe evaluar la capacidad de Superficie de patios. La distancia a la Escuela La Greda es de 4,6 km y su altura es de 43 metros. Cuenta con una matrícula para 198 alumnos y una capacidad sanitaria de 188 alumnos.

I.10.1 Resultados de Análisis

LUGAR : COLEGIO SAN HERNALDO
 Nº MUESTRA : 10
 COORDENADAS : X= 274057 Y= 6376221 ± 6 metros
 FECHA / HORA DE MUESTREO : 16.09.2011 10:25 HORAS
 FECHA / HORA DE RECEPCION : 16.09.2011 14:30 HORAS
 RECEPCION MUESTRA : T°AMBIENTE
 OBJETIVO MUESTREO : VIGILANCIA

PARAMETROS		UNIDAD	METODOLOGIA	RESULTADOS		Límites detección método
TIPO DE MUESTRA	DIRECCION			POLVO	SUELO	
Nº MUESTRAS				SALAS Y VENTANAS (1° y 2° -3° - 4°) - (COMEDOR, 2° PISO)	PATIO (MUESTRA COMPUESTA POR 4 PUNTOS)	
			10 (1)	10 (2)		
CADMIO (Cd)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	0,423	0,039	0,013 mg/Kg	
COBRE (Cu)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	2231	55,0	0,01 mg/L	
PLOMO (Pb)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	68,6	NO DETECTABLE	0,088 mg/Kg	
CROMO TOTAL (Cr)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	12,6	17,0	0,05 mg/L	
NIQUEL(Ni)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	10,2	11,2	0,05 mg/L	
*ARSENICO (As)	mg/Kg	E.A.A-HG USEPA 3150 A	36,5	3,63	0,003 mg/L	
ZINC (Zn)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	409	53,5	0,01 mg/L	
Ph	----	Norma EPA 9045 D en suelo y agua	----	7,91	----	

1.11. Colegio Maitencillo

Es Colegio Maitencillo, es una edificación antigua y hay deterioros en pisos, baños y en muros de las salas. La distancia a la escuela La greda es de 8,59 km y su altura es de 48 metros; cuenta con una matrícula para 70 alumnos y una capacidad Sanitaria de 130 alumnos. Posee informe Sanitario: 149/98.

1.11.1 Resultados de Análisis

LUGAR : COLEGIO MAITENCILLO
 Nº MUESTRA : 11
 COORDENADAS : X= 271930 Y= 6385352 ± 6 metros
 FECHA / HORA DE MUESTREO : 16.09.2011 11:05 HORAS
 FECHA / HORA DE RECEPCION : 16.09.2011 14:30 HORAS
 RECEPCION MUESTRA : Tº AMBIENTE
 OBJETIVO MUESTREO : VIGILANCIA

PARAMETROS		UNIDAD	METODOLOGIA	RESULTADOS			Límites detección método
TIPO DE MUESTRA	POLVO			SUELO	SUELO		
DIRECCION	SALAS 2,3,4,5,6,7,8 + BIBLIOTECA +SALA PROFESORES + SECRETARIA			PATIO DELANTERO (MUESTRA COMPUESTA POR 4 PUNTOS)	PATIO CENTRAL (MUESTRA COMPUESTA POR 4 PUNTOS)		
Nº MUESTRAS	11 (1)	11 (2)	11 (3)				
CADMIO (Cd)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	NO DETECTABLE	NO DETECTABLE	0,404	0,013 mg/Kg	
COBRE (Cu)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	940	50,3	30,5	0,01 mg/L	
PLOMO (Pb)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	66,6	135	NO DETECTABLE	0,088 mg/Kg	
CROMO TOTAL (Cr)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	216	27,6	13,2	0,05 mg/L	
NIQUEL (Ni)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	184	19,0	20,5	0,05 mg/L	
*ARSENICO (As)	mg/Kg	E.A.A-HG USEPA 3150 A	35,2	10,1	3,73	0,003 mg/L	
ZINC (Zn)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	272	87,7	64,8	0,01 mg/L	
Ph	---	Norma EPA 9045 D en suelo y agua	---	6,98	7,58	---	

I.12. Escuela La Laguna

La Escuela La Laguna, Posee una infraestructura en deterioro, sanitariamente no cumple y sus sistema de alcantarillado es irregular. La distancia a la escuela La Greda es de 13,75 km y su altura es de 26 metros. Cuenta con una matrícula de 106 alumnos y tiene capacidad sanitaria para 110 alumnos. Posee informe Sanitario: 147/98.

I.12.1 Resultados de Análisis

LUGAR : ESCUELA LA LAGUNA
 Nº MUESTRA : 12
 COORDENADAS : X= 273034 Y= 6386883 ± 6 metros
 FECHA / HORA DE MUESTREO : 16.09.2011 11:35 HORAS
 FECHA / HORA DE RECEPCION : 16.09.2011 14:30 HORAS
 RECEPCION MUESTRA : T*AMBIENTE
 OBJETIVO MUESTREO : VIGILANCIA

PARAMETROS		UNIDAD	METODOLOGIA	RESULTADOS			Límites de detección método
TIPO DE MUESTRA	DIRECCION			POLVO	SUELO	POLVO	
				MUESTRA COMPUESTA SALAS (1-2-3-4) +	PATIO (MUESTRA COMPUESTA POR 4 PUNTOS)	MUESTRA COMPUESTA SALAS(8-11-12-BIBLIOTECA) DEL SEGUNDO PATIO	
Nº MUESTRAS				12 (1)	12 (2)	12 (3)	
CADMIO (Cd)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	2,49	NO DETECTABLE	4,10	0,013 mg/Kg	
COBRE (Cu)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	547	101	535	0,01 mg/L	
PLOMO (Pb)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	81,2	831	364	0,088 mg/Kg	
CROMO TOTAL (Cr)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	58,7	59,0	52,9	0,05 mg/L	
NIQUEL (Ni)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	65,4	9,02	33,9	0,05 mg/L	
*ARSENICO (As)	mg/Kg	E.A.A-HG USEPA 3150 A	26,1	9,68	27,7	0,003 mg/L	
ZINC (Zn)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	618	113	543	0,01 mg/L	
Ph	----	Norma EPA 9045 D en suelo y agua	---	7,41	---	----	

1.13. Escuela de Pucalan

La escuela Pucalan, su infraestructura está en deterioro, el sistema de baños no cumple con la normativa sanitaria. La distancia a la escuela La greda es de 12,96 km y su altura es de 189 metros. La superficie total de la escuela es de 8340 m², cuenta con una matrícula para 29 alumnos, con una capacidad sanitaria de 19 alumnos. Posee informe Sanitario: 151/98.

1.13.1 Resultados de Análisis

LUGAR : ESCUELA DE PUCALAN
 Nº MUESTRA : 13
 COORDENADAS : X= 280348 Y= 6373761 ± 5 metros
 FECHA / HORA DE MUESTREO : 16.09.2011 12:25 HORAS
 FECHA / HORA DE RECEPCION : 16.09.2011 14:30 HORAS
 RECEPCION MUESTRA : T°AMBIENTE
 OBJETIVO MUESTREO : VIGILANCIA

PARAMETROS		UNIDAD	METODOLOGIA	RESULTADOS		Límites detección método
TIPO DE MUESTRA	POLVO			SUELO		
DIRECCION	MUESTRA COMPUESTA SALAS (1 A 6° BÁSICO /PREBÁSICA)			SUELOS (MUESTRA COMPUESTA POR 4 PUNTOS) ZONA JUEGOS/CANCHA FUTBOL		
Nº MUESTRAS	13 (1)	13 (2)				
CADMIO (Cd)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	3,53	1,69	0,013 mg/Kg	
COBRE (Cu)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	1717	141	0,01 mg/L	
PLOMO (Pb)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	142	15,2	0,088 mg/Kg	
CROMO TOTAL (Cr)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	61,7	25,7	0,05 mg/L	
NIQUEL(NI)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	58,4	4,78	0,05 mg/L	
*ARSENICO (As)	mg/Kg	E.A.A-HG USEPA 3150 A	32,8	12,1	0,003 mg/L	
ZINC (Zn)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	1353	84,8	0,01 mg/L	
Ph	----	Norma EPA 9045 D en suelo y agua	----	6,10	----	

I.14.1 Escuela Los Maquis

La escuela Los Maquis, es de construcción antigua, el sistema de baños no cumple con la normativa sanitaria. Cuenta con una matrícula para 23 alumnos y posee una capacidad sanitaria para 120 alumnos y 10 Párvulos.. Se ubica a una distancia de 15,6 km y a una altura de 355 metros. Posee informe Sanitario: 50/2009.

I.14.1 Resultados de Análisis

LUGAR : ESCUELA LOS MAQUIS
 Nº MUESTRA : 14
 COORDENADAS : X= 271930 Y= 6385352 ± 6 metros
 FECHA / HORA DE MUESTREO : 16.09.2011 12:50 HORAS
 FECHA / HORA DE RECEPCION : 16.09.2011 14:30 HORAS
 RECEPCION MUESTRA : T°AMBIENTE
 OBJETIVO MUESTREO : VIGILANCIA

PARAMETROS		UNIDAD	METODOLOGIA	RESULTADOS		Límites detección método
TIPO DE MUESTRA	POLVO			SUELO		
DIRECCION	MUESTRAS COMPUESTA SALAS (1°-2°-3°-4°-5°-6°- JARDÍN)			MUESTRA COMPUESTA PATIO (ZONA JUEGOS/RAMADA)		
Nº MUESTRAS	14 (1)	14 (2)				
CADMIO (Cd)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	3,82	2,99	0,013 mg/Kg	
COBRE (Cu)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	1424	114	0,01 mg/L	
PLOMO (Pb)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	120	7,16	0,088 mg/Kg	
CROMO TOTAL (Cr)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	55,3	14,2	0,05 mg/L	
NIQUEL(Ni)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	37,6	1,45	0,05 mg/L	
*ARSENICO (As)	mg/Kg	E.A.A-HG USEPA 3150 A	46,2	6,16	0,003 mg/L	
ZINC (Zn)	mg/Kg	E.A.A-LLAMA USEPA 3150	492	62,2	0,01 mg/L	
Ph	----	Norma EPA 9045 D en suelo y agua	----	7,43	----	

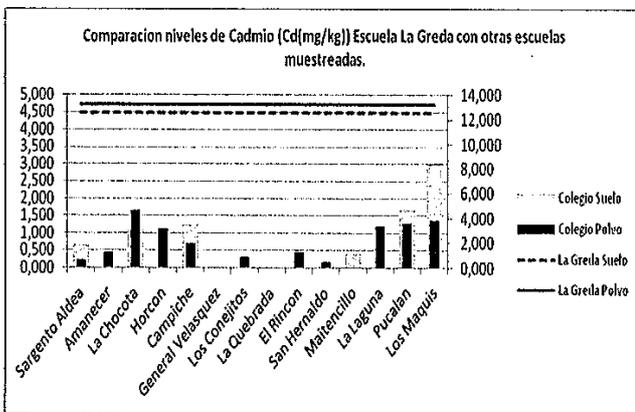
II.- Análisis Estadístico: Resultados del estudio Comparativo de niveles de metales presentes en los catorce (14) establecimientos de la comuna de Puchuncaví en relación a la Escuela La Greda.

El siguiente análisis se divide en 2 secciones, la primera es la aplicación de tratamiento Descriptivo exploratorio de los datos; y un segundo análisis que permite identificar una comparación de cada uno de los catorce (14) colegios con la Escuela La Greda

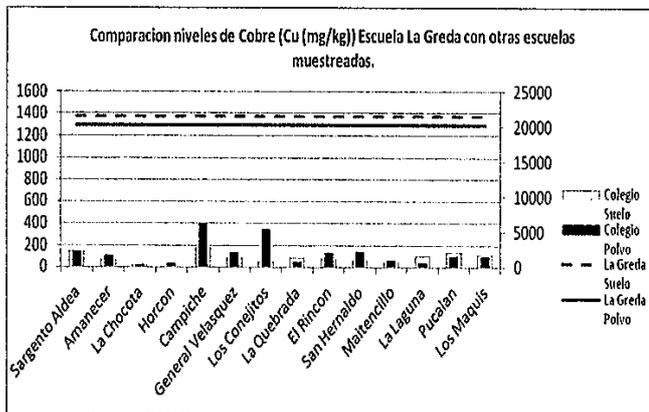
Los datos trabajados corresponden a los promedios de los resultados obtenidos por cada muestra de los establecimientos que comprende este estudio.

II.1. Análisis exploratorio de los valores promedios de metales por establecimientos

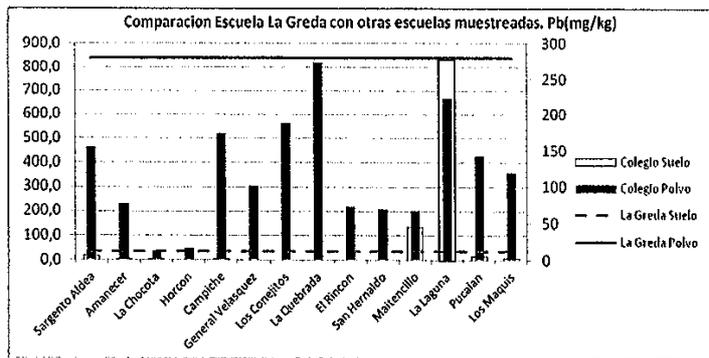
Este apartado trata acerca de la identificación gráfica de los valores promedios de metales presentes en las muestras de suelo y polvo de cada establecimiento. Para esto, se utilizaron gráficos de barras para los promedios de los establecimientos y en línea los valores obtenidos de las muestras de la Escuela La Greda, para permitir una comparación al mismo tiempo con todos los otros establecimientos, tanto para suelo como polvo.



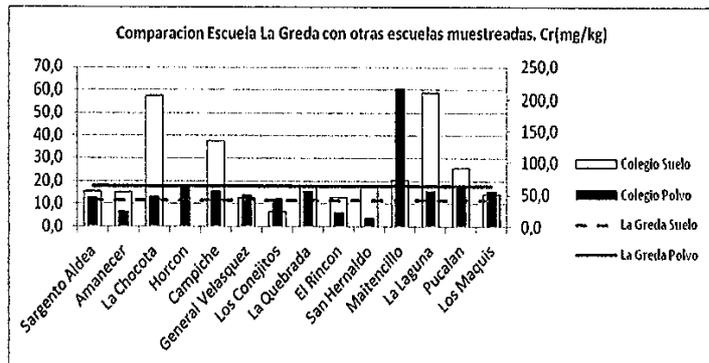
Los valores de **Cadmio** de la Escuela La Greda se presentan más altos en suelo y polvo, en comparación con todos los establecimientos del estudio. La escuela Los Maquis le sigue en valores altos de Cadmio en el suelo. En polvo, este se ve en mayor concentración en la escuela La Chocota.



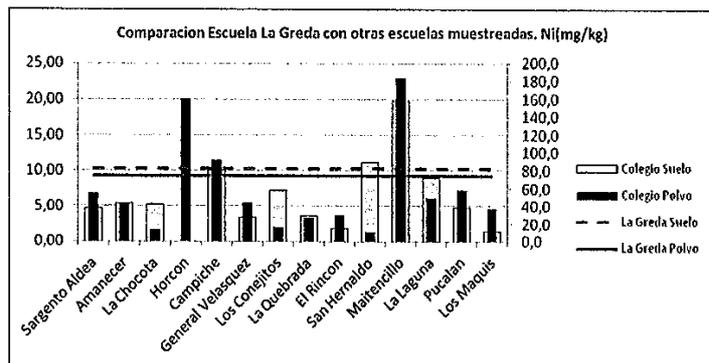
Al igual que el Cadmio, el **Cobre** se encuentra mayoritariamente en La Greda para las mediciones de suelo y polvo. En menor grado se encuentra cobre, en los análisis de polvo de los establecimientos Campiche y el Jardín Infantil Los Conejitos. Las muestras de suelo dieron valores similares para todos colegios.



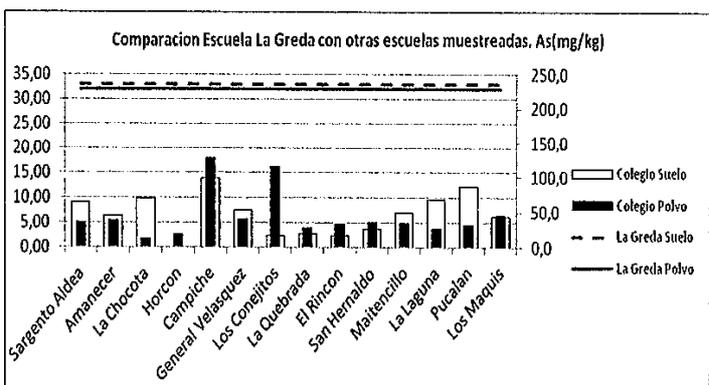
En este análisis se observan diferencias importantes en los niveles de **plomo** entre las mediciones de suelo y polvo. La mayor parte de los establecimientos tiene mayor nivel de plomo en polvo que en suelo. La Greda presenta los valores más altos para muestras de polvo, En suelo se presenta mayormente en Escuela La Laguna.



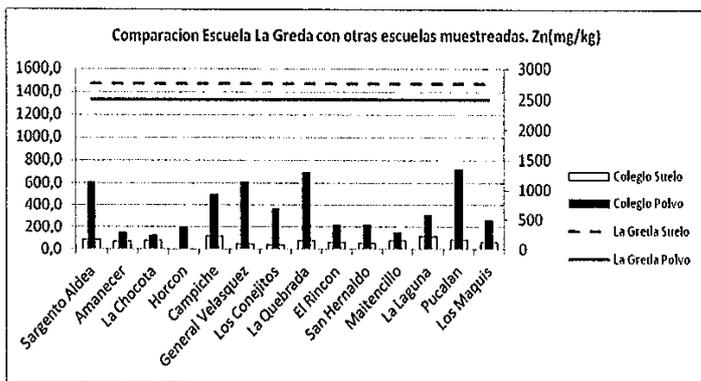
Respecto de la presencia de **Cromo** en las muestras de suelo, la Greda presenta valores notoriamente más bajos que en La Laguna, Campiche y la Chocota. En polvo, Maitencillo presenta los más altos niveles y es el único que está sobre los niveles de La Greda.



El **níquel** se encuentra mayormente en los polvos de los establecimientos de Maitencillo, Horcón y Campiche, ambos por sobre nivel de La Greda. En el suelo encontramos mayor presencia de Níquel en San Hernaldo, La Greda y La Laguna.



El **arsénico** esta mayormente en el suelo y polvo de la Escuela La Greda. En niveles de polvo, le siguen los establecimientos de Campiche y Jardín Infantil Los Conejitos.



Por último el análisis del Zinc, indica mayor presencia en la Escuela La Greda para ambas muestras (suelo y polvo). En los otros establecimientos se presenta valores de zinc mayores en las muestras de polvo que en suelo, en todos los establecimientos.

II.2. Análisis descriptivo de comparación de los niveles de metales presentes en el suelo y polvo de la Greda, versus los establecimientos bajo estudio

La siguiente tabla indica el número de veces que es mayor el nivel de un metal en el suelo en la Escuela La Greda comparada con cada uno de los establecimientos

Proporción de los niveles de metales presentes en las muestras de suelo de la Escuela La Greda comparadas con los valores obtenidos en los establecimientos bajo estudio.

Establecimiento Educativo	CADMIO (Cd)	COBRE (Cu)	PLOMO (Pb)	CROMO TOTAL (Cr)	NIQUEL (Ni)	*ARSENICO (As)	ZINC (Zn)
Sargento Aldea	7,0	9,6	2,2	nc	2,2	3,6	18,1
Amanecer		19,4	8,4	nc	1,9	5,1	21,9
La Chocota	4,2	57,1	65,5	nc	2,0	3,4	18,7
Horcon	sd	sd	sd	sd	sd	sd	sd
Campiche	3,6	7,6	14,7	nc	1,0	2,4	12,9
General Velasquez	ND	16,8	ND	nc	3,0	4,3	32,6
Los Conejitos	ND	28,4	ND	1,8	1,4	14,2	35,9
La Quebrada	ND	15,6	ND	nc	2,8	12,0	19,3
El Rincon	ND	17,7	ND	nc	5,6	13,9	25,3
San Hernaldo	115,8	25,0	ND	nc	nc	9,1	27,5
Maitencillo	11,1	34,0	nc	nc	nc	4,8	19,3
La Laguna	ND	13,6	nc	nc	1,1	3,4	13,0
Pucalan	2,7	9,8	2,5	nc	2,2	2,7	17,4
Los Maquis	1,5	12,0	5,2	nc	7,1	5,4	23,7
La Greda							

* sd: sin dato muestreado

**ND: metal no detectable

***nc : Valor mas alto que La Greda

Se puede señalar que el nivel de Cadmio en el suelo de la Greda es alrededor 116 veces más que la Escuela San Hernaldo. Como se observa en la tabla, la Greda tiene mayores niveles de la mayor parte de los metales al comprar con los otros establecimientos, excepto en cromo. Respecto del Cromo, a excepción del Jardín infantil Los Conejitos, el resto de los establecimientos presentan valores más altos de este metal en el suelo que la escuela La Greda.

A continuación el mismo análisis anterior, esta vez para los niveles de metales en el polvo muestreado. La tabla indica el número de veces que es mayor el nivel de un metal en el polvo de la Escuela La Greda. Respecto de un establecimiento

Proporción de los niveles de metales presentes en las muestras de polvo en la Escuela La Greda comparadas con los valores obtenidos en los establecimientos bajo estudio.

Establecimiento Educativo	CADMIO (Cd)	COBR E (Cu)	PLOMO (Pb)	CROMO TOTAL (Cr)	NIQUEL (Ni)	*ARSENICO (As)	ZINC (Zn)
Sargento Aldea	22,7	9,2	1,8	1,4	1,4	6,2	2,2
Amanecer	10,6	13,0	3,6	2,7	1,7	5,8	9,1
La Chocota	2,9	85,2	22,9	1,4	5,6	17,3	11,0
Horcon	4,2	37,5	17,2	1,0	nc	11,9	6,9
Campiche	7,0	3,3	1,6	1,1	nc	1,8	2,7
General Velasquez	ND	10,3	2,8	1,3	1,7	5,6	2,2
Los Conejitos	16,5	3,8	1,5	1,4	4,6	2,0	3,7
La Quebrada	ND	29,0	1,0	1,1	2,7	8,1	1,9
El Rincon	11,0	10,0	3,8	2,9	2,5	6,6	6,2
San Hemaldo	31,2	9,1	4,1	5,0	7,3	6,3	6,1
Maitencillo	ND	21,5	4,2	nc	nc	6,5	9,2
La Laguna	4,0	37,3	1,3	1,1	1,5	8,5	4,3
Pucalan	3,7	14,3	2,0	1,0	1,3	7,0	1,8
Los Maquis	3,5	14,2	2,3	1,1	2,0	4,9	5,1
La Greda							

*sd: sin dato muestreado

**ND: metal no detectable

***nc : Valor mas alto que La Greda

El cobre es el metal con mayor diferencia entre los valores de un establecimiento y la Greda, es así como el nivel de cobre en el polvo es 85 veces más que el de la escuela la Chocota.

III.- Evaluación de Exposición

Las vías de exposición evaluadas son: Ingesta, dérmica y inhalatoria, para el escenario más desfavorable que es la población de niños, y para todos los parámetros muestreados. En lo siguiente se desarrolla la estimación de los índices de Peligro (No carcinogénico) e Índice de Riesgos (Carcinogénico).

III.1. Estimación de los Índices de Peligro HQ (No carcinogénicos)

El primer paso es estimar la Dosis total a la cual se ve expuesto el receptor, la cual luego se divide por la Dosis de Referencia Oral (DRf), o la Concentración de Referencia (CRf) para dosis por la ruta de inhalación. Esto se realiza para determinar si las dosis de referencia son excedidas por la dosis ingerida del contaminante, siendo el resultado de esta determinación el índice de Peligro (HQ) para el contaminante en particular y para la vía de exposición respectiva.

- Índice de Peligro (HQ) = Dosis / DRf (para las rutas oral y dérmica)
- Cociente de Peligro (HQ) = Concentración / CRf (para la ruta de inhalación)

Luego los HQ de los diferentes contaminantes se suman dentro de cada vía de exposición, para generar el Índice de Peligro de la Vía de Exposición:

Índice de Peligro VÍA DE EXPOSICIÓN X = HQ_{CONT A} + HQ_{CONT B} + HQ_{CONT C} + etc.

$$HQ = \sum_{i=Cont A}^n HQ_i$$

Exposiciones acumuladas que resulten en un índice de peligro mayor que uno (HQ_{nc} > 1) sugiere la posibilidad de que se generen efectos adversos (no cancerígenos), pero no necesariamente significa que los efectos adversos ocurran. En cambio un HQ ≤ 1 o menos significa que no se espera que ocurran efectos adversos (no cancerígenos) en la salud como resultado de la exposición.

III.2. Estimación del Riesgo Extra de Cáncer de por Vida (RQ) (Carcinogénicos)

Los riesgos de cáncer se estiman para cada contaminante, los cuales luego se suman para obtener la contribución total del contaminante a través de las vías de exposición. Por otra parte, los riesgos de cáncer también se estiman para cada vía de exposición a través de todos los contaminantes. Las siguientes expresiones resumen el proceso:

- $RQ_{VIA\ DE\ EXPOSICIÓN} = \Sigma$ (todos los RECVV para cada vía de exposición)
- $RQ_{CONTAMINANTE} = \Sigma$ (todos los RECVV para cada contaminante)

El Riesgo Extra de Cáncer de por Vida (RQ) es el límite superior de la probabilidad de que una persona contraiga cáncer (ya sea tratable o letal) durante su vida entera, entre todas las personas expuestas de por vida a una concentración promedio del contaminante y por encima de la probabilidad basal normal de contraer cáncer.

El riesgo extra se atribuye a una causa específica. Se denomina riesgo "extra" de cáncer porque es un riesgo asociado al problema de contaminación y por lo tanto es "extra" o "adicional" al riesgo normal basal de cáncer que tiene cada persona determinada o específica. Debido a las precauciones incluidas en el proceso de estimación, el riesgo verdadero de cáncer puede ser inferior al calculado, pero no hay evidencia científica para esperar que sea mayor.

Para los propósitos de reglamentación ambiental y su cumplimiento, como también para consideraciones políticas generales, un RQ de uno en un millón (1×10^{-6}) o menos es en general considerado estar por debajo de un nivel de riesgo significativo, por lo cual se considera como despreciable y un nivel de RQ de uno en diez mil (1×10^{-4}) o más es en general considerado un riesgo inaceptable o alto, por lo cual se deben desarrollar las medidas necesarias para gestionar el riesgo. El rango de riesgo entre 1×10^{-6} y 1×10^{-4} ha sido definido como el "rango de toma de decisiones de riesgo" para remediaciones de sitios con desechos peligrosos de acuerdo al U.S.A.

Crítero Carcinógenos (RQ):

Índice de Probabilidad de Riesgo	Salud Pública	Medidas de gestión
	Riesgo de Cáncer	
	$> 10^{-4}$	Eliminación de las fuentes contaminantes
Moderado	$10^{-5} - 10^{-4}$	Rango de toma de decisiones de riesgo
	$10^{-6} - 10^{-5}$	Rango de toma de decisiones de riesgo
	$< 10^{-6}$	No se interviene

IV.- Ranking de los establecimientos según las variables estudiadas.

Las variables estudiadas en este estudio resultan ser: Infraestructura y condiciones sanitarias de los establecimientos, distancia al complejo industrial (se colocó como referencia La Escuela La Greda por su proximidad a éste centro), Evaluación de la exposición.

IV.1 Ranking de los establecimientos según Infraestructura y condiciones sanitarias

En la siguiente tabla se resumen las condiciones que se consignaron en el punto I, entregando una valoración dicotómica (+/-) según si las condiciones sean positivas o negativas respecto de la superficie del patio, condiciones sanitarias, distancia a la fuente e Infraestructura.

1	Puchuncaví (CGV)	Buenas condiciones, construcción reciente.	5,8		+	+	+	3	
2	San Heraldo	buenas condiciones sanitarias, se debe evaluar capacidad en cuanto a superficies de patios	6,4	-	+	+		1	
3	La Chocota	Buenas condiciones, con la infraestructura actual se puede hacer ampliación para obtener	2,26	+		-	+	1	
4	El Rungue	Edificación reciente (2008) hay antecedentes de intoxicación por predio contiguo que aplica pesticidas (según información de encargada medioambiente municipalidad). Informe sanitario no corresponde a la actual planta física.	8,38			-	+	0	
5	La Quebrada	Edificación antigua, baños deben ser mejorados, en general cumple. Hay dificultades al acceder dado que el camino es sinuoso	13,45			-	+	0	
6	El Rincón	No cumple en cuanto al abastecimiento de agua potable, se realiza mediante camión aljibe	10,28			-	+	0	
7	Horcón	Buenas condiciones, poco espacio (patio)	3,94	-	+	-		-1	
8	La Laguna	Sanitariamente no cumple, infraestructura en deterioro, sistemas de alcantarillado irregular	13,75			-	+	-	-1
9	Maitencillo	Baños deteriorados, edificación antigua, deterioro en pisos y muros de salas	8,59			-	+	-	-1
10	Puculan	Estructura en deterioro, baños no cumplen.	12,96			-	+	-	-1
11	Los Maquis	De construcción antigua, baños no cumplen	15,6			-	+	-	-1
12	Campiche	Bastante espacio, construcción antigua, muros y pisos salas deteriorados	2,55	+	-	-	-		-2
13	Amanecer	Malas condiciones sanitarias, construcción en deterioro, espacios reducidos	1,92			-	-		-2
14	Sargento Aída	según Informe Educación, superficie de patio es deficiente para la matrícula existente, sistema de almacenamiento de basuras no es reglamentario	1,17	-	-	-			-3

IV.2. Ranking de los establecimientos según presencia de metales en las muestras

Para este análisis se trabaja con la tabla de valores de suelo y polvo por separado, con la finalidad de obtener un ranking de posicionamiento que indique establecimientos con peor calidad en sus suelos y polvos de las salas, debido a la presencia de metales en estos locales.

La metodología que aplicamos en la de estandarizar los valores muestreados de cada metal por cada establecimiento, con esto logramos trabajar de manera uniforme y protocolizada los valores de cada metal y compararlos entre los establecimientos. La fórmula que se aplica es la siguiente:

$$x_s = \frac{(x_i - V_{min})}{(V_{max} - V_{min})}$$

Donde:

x_s = valor estandarizado resultante

x_i = valor inicial de la variable

V_{min} = Valor más bajo que asume la variable en los datos.

V_{max} = Valor más alto que asume la variable en los datos.

Con la aplicación de estas formulas a los datos, logramos valores de los niveles muestreados que puedan sumarse y compararse independiente de los valores obtenidos en la muestra, esto es pertinente para la realización de un ranking de posicionamiento de los valores, tanto por cada metal como para una evaluación global de los establecimientos.

Los valores estandarizados fluctúan entre 0 y 1, correspondiendo el 0 a él o los establecimientos con menor presencia de metal y el 1 corresponde a él o los establecimientos donde se encontraron valores más altos del metal analizado.

IV.2.1 Ranking para niveles de metales en el suelo

La tabla a continuación indica los valores promedios obtenidos por metal en cada establecimiento bajo estudio, y los valores obtenidos luego de aplicar la estandarización de estos con la formula anteriormente descrita. Las flechas sugieren la posición en el ranking de cada establecimiento en base al metal indicado en la columna.

Estandarización de los resultados del análisis de niveles de metales presentes según establecimiento educacional

Metales en Suelo	Cd (mg/kg)		Cu(mg/kg)		Pb(mg/Kg)		Cr(mg/Kg)		Ni(mg/Kg)		As(mg/Kg)		Zn(mg/Kg)	
	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor
	estandar		estandar		estandar		estanda		estandar		estandar		estandar	
Sargento Aldea	0,64 ↓	0,136	143,20 ↓	0,088	16,99 ↓	0,020	15,48 ↓	0,170	4,71 ↓	0,178	9,05 ↘	0,219	81,35 ↓	0,028
Amanecer	ND		70,79 ↓	0,035	4,41 ↓	0,005	15,13 ↓	0,163	5,37 ↘	0,214	6,42 ↓	0,133	67,12 ↓	0,018
La Chocota	1,07 ↘	0,233	24,10 ↓	0,000	0,57 ↓	0,000	57,47 ↗	0,971	5,23 ↘	0,207	9,84 ↘	0,245	78,86 ↓	0,026
Horcon			sd		sd		sd		sd		sd		sd	
Campiche	1,25 ↘	0,273	180,61 ↓	0,116	2,53 ↓	0,002	37,48 ⇔	0,590	10,01 ⇔	0,468	13,97 ↘	0,379	113,88 ↓	0,051
General Velasquez	ND		81,70 ↓	0,043	ND		12,68 ↓	0,117	3,41 ↓	0,107	7,59 ↓	0,172	45,21 ↓	0,003
Los Conejitos	ND		48,38 ↓	0,018	ND		6,57 ↓	0,000	7,21 ↘	0,315	2,33 ↓	0,000	41,07 ↓	0,000
La Quebrada	ND		88,31 ↓	0,048	ND		17,00 ↓	0,199	3,68 ↓	0,122	2,76 ↓	0,014	76,32 ↓	0,025
El Rincon	ND		77,52 ↓	0,040	ND		12,93 ↓	0,121	1,85 ↓	0,022	2,37 ↓	0,001	58,15 ↓	0,012
San Hernaldo	0,04 ↓	0,000	54,98 ↓	0,023	ND		16,97 ↓	0,198	11,17 ⇔	0,531	3,63 ↓	0,042	53,47 ↓	0,009
Maitencillo	0,40 ↓	0,083	40,38 ↓	0,012	134,67 ↓	0,162	20,41 ↘	0,264	19,74 ↗	1,000	6,94 ↓	0,150	76,25 ↓	0,025
La Laguna	ND		101,44 ↓	0,057	830,63 ↗	1,000	58,97 ↗	1,000	9,02 ⇔	0,414	9,68 ↘	0,240	113,25 ↓	0,050
Pucallan	1,69 ↘	0,372	140,95 ↓	0,086	15,16 ↓	0,018	25,75 ↘	0,366	4,78 ↓	0,182	12,14 ↘	0,320	84,78 ↓	0,031
Los Maquis	2,99 ↘	0,665	114,24 ↓	0,067	7,16 ↓	0,008	14,24 ↓	0,146	1,45 ↓	0,000	6,16 ↓	0,125	62,25 ↓	0,015
La Greda	4,47 ↗	1,000	1375,33 ↗	1,000	37,20 ↓	0,044	11,70 ↓	0,098	10,30 ⇔	0,484	33,00 ↗	1,000	1473,00 ↗	1,000

* sd: sin dato muestreado

**ND: metal no detectable

De la tabla anterior podemos, mediante la suma de los valores estandarizados obtenidos por cada establecimiento, identificar un ranking de calidad de los suelos. Donde a más alto valor obtenido peor es la calidad del suelo del establecimiento:

Ranking calidad de suelos, según presencia de metales en establecimientos educacionales

Establecimiento educacional	Puntaje	Ranking
Escuela La Greda	4,626	1
Escuela La Laguna	2,761	2
Escuela Básica Campiche	1,879	3
Colegio Maitencillo	1,695	4
Escuela Básica La Chocota	1,683	5
Escuela de Pucalan	1,374	6
Escuela Los Maquis	1,026	7
Complejo Educacional Colegio Sargento Aldea	0,839	8
Colegio San Hernaldo	0,804	9
Escuela Especial Amanecer	0,568	10
Colegio General Velasquez	0,441	11
Escuela La Quebrada	0,407	12
Jardín Infantil Los Conejitos	0,333	13
Escuela Básica El Rincón	0,196	14
Escuela Básica Horcon	sd	

* sd: sin dato muestreado

De este ranking obtenemos que los establecimientos con mayor puntaje indiquen peor calidad de los suelos por la presencia de metales.

El establecimiento con peor calidad de suelo es la Escuela La Greda, y le siguen Escuela La Laguna, Escuela Campiche, Maitencillo y La Chocota. Escuela Básica El Rincón y el Jardín Infantil Los Conejitos, se ubican en los puestos más bajos, lo que indica mejor calidad de los suelos, en comparación a los valores obtenidos para los otros establecimientos.

Estandarización de los resultados del análisis de niveles de metales presentes en el polvo según establecimiento educacional

Metales en Suelo	Cd (mg/kg)		Cu (mg/kg)		Pb (mg/kg)		Cr (mg/kg)		Ni (mg/kg)		As (mg/kg)		Zn (mg/kg)	
	Valor	Valor estandar	Valor	Valor estandar	Valor	Valor estandar	Valor	Valor estandar	Valor	Valor estandar	Valor	Valor estandar	Valor	Valor estandar
Sargento Aldea	0,58 ↓	0,012	2200,11 ↓	0,098	154,41 ⇔	0,533	45,73 ↓	0,163	54,54 ⇔	0,255	36,68 ↓	0,109	1130,86 ⇔	0,398
Amanecer	1,24 ↓	0,064	1551,94 ↓	0,066	77,32 ⇔	0,244	23,69 ↓	0,055	43,06 ↓	0,189	39,63 ↓	0,123	273,86 ↓	0,021
La Chocota	4,58 ⇔	0,325	237,18 ↓	0,000	12,16 ↓	0,000	46,53 ↓	0,167	13,18 ↓	0,017	13,21 ↓	0,000	226,40 ↓	0,000
Horcon	3,12 ⇔	0,211	539,31 ↓	0,015	16,18 ↓	0,015	60,70 ⇔	0,237	160,15 ↑	0,863	19,22 ↓	0,028	361,54 ↓	0,059
Campiche	1,89 ↓	0,115	6156,13 ⇔	0,296	173,20 ⇔	0,604	55,36 ⇔	0,211	92,03 ⇔	0,471	128,68 ⇔	0,537	924,78 ⇔	0,307
General Velasquez			1967,19 ↓	0,087	100,99 ⇔	0,333	50,11 ↓	0,185	43,28 ↓	0,190	40,48 ↓	0,127	1139,31 ⇔	0,401
Los Conejitos	0,80 ↓	0,029	5284,42 ⇔	0,253	187,63 ⇔	0,658	44,00 ↓	0,155	16,22 ↓	0,035	115,97 ⇔	0,478	671,73 ↓	0,196
La Quebrada			695,98 ↓	0,023	272,86 ↑	0,977	55,37 ⇔	0,211	27,37 ↓	0,099	28,12 ↓	0,069	1300,44 ⇔	0,472
El Rincón	1,20 ↓	0,061	2013,59 ↓	0,089	72,88 ⇔	0,228	21,58 ↓	0,044	29,51 ↓	0,111	34,64 ↓	0,100	400,94 ↓	0,077
San Hernaldo	0,42 ↓	0,000	2231,02 ↓	0,100	68,56 ⇔	0,211	12,62 ↓	0,000	10,18 ↓	0,000	36,49 ↓	0,108	409,05 ↓	0,060
Maitencillo			940,00 ↓	0,035	66,57 ⇔	0,204	215,54 ↑	1,000	183,92 ↑	1,000	35,25 ↓	0,102	271,85 ↓	0,020
La Laguna	3,30 ⇔	0,225	541,00 ↓	0,015	222,60 ⇔	0,789	55,80 ⇔	0,213	49,65 ⇔	0,227	26,90 ↓	0,064	580,50 ↓	0,156
Pucalan	3,53 ⇔	0,243	1416,76 ↓	0,059	141,53 ⇔	0,485	61,75 ⇔	0,242	58,42 ⇔	0,278	32,75 ↓	0,091	1352,92 ⇔	0,495
Los Maquis	3,82 ⇔	0,266	1424,00 ↓	0,059	119,53 ⇔	0,402	55,27 ⇔	0,210	37,57 ↓	0,158	46,25 ↓	0,154	492,12 ↓	0,117
La Greda	13,19 ↑	1,000	20200,20 ↑	1,000	279,00 ↑	1,000	63,42 ⇔	0,250	73,96 ⇔	0,367	228,40 ↑	1,000	2501,00 ↑	1,000

* sd: sin dato muestreado

**Mx: metal no detectable

Ranking calidad del polvo, según presencia de metales de establecimientos educacionales

Establecimiento educacional	Puntaje	Ranking
Escuela La Greda	5,617	1
Escuela Básica Campiche	2,540	2
Colegio Maitencillo	2,361	3
Escuela de Pucalan	1,893	4
Escuela La Quebrada	1,851	5
Jardín Infantil Los Conejitos	1,803	6
Escuela La Laguna	1,688	7
Complejo Educacional Colegio Sargento Aldea	1,569	8
Escuela Básica Horcon	1,429	9
Escuela Los Maquis	1,366	10
Colegio General Velasquez	1,323	11
Escuela Especial Amanecer	0,761	12
Escuela Básica El Rincón	0,709	13
Escuela Básica La Chocota	0,510	14
Colegio San Hernaldo	0,500	15

IV.2.1 Ranking para niveles de metales en el polvo

Esta tabla, al igual que la anterior para suelo, indica los valores promedios por metales presentes en las muestras de polvo de cada establecimiento. Además indica los valores estandarizados para cada metal. Los valores estandarizados fluctúan entre 0 y 1, siendo el 0 el valor más bajo de presencia de metal y 1 corresponde al establecimiento donde se encontraron valores más altos del metal analizado. Esto permite identificar en un ranking por metal según establecimientos.

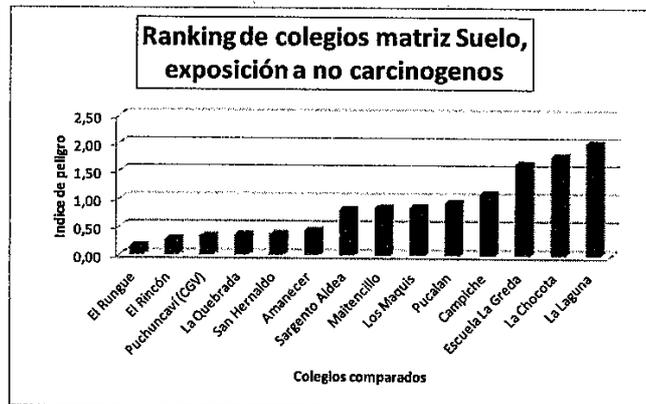
También podemos obtener un ranking total de los establecimientos según los niveles de metales presentes en las muestras de polvo, de donde obtenemos los siguientes resultados (valor mayor indica peor calidad del establecimiento medido según polvo presente).

Este ranking indica para puntajes altos, peor nivel del polvo que se encuentra en los correspondientes establecimientos. En este caso La Greda presenta los valores más altos, con alrededor la mitad de puntaje se encuentra la Escuela Básica Campiche y Maitencillo. El Rincón, La Chocota y San Hernaldo, presentan los puntajes más bajos de presencia de metales en el polvo en cada establecimiento.

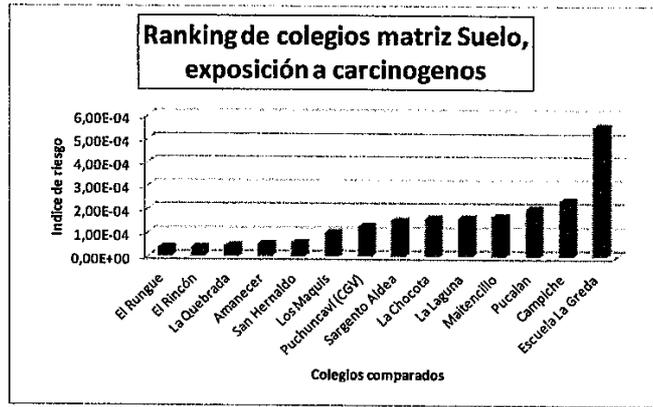
IV.3. Ranking de exposición

IV.3.1.- Ranking de Exposición a suelo

	Establecimiento	Suma Índice No Carcinógeno
1	El Rungue	0,16
2	El Rincón	0,28
3	Puchuncaví (CGV)	0,34
4	La Quebrada	0,37
5	San Hernaldo	0,38
6	Amanecer	0,44
7	Sargento Aldea	0,82
8	Maitencillo	0,85
9	Los Maquis	0,86
10	Pucalan	0,95
11	Campiche	1,11
12	Escuela La Greda	1,64
13	La Chocota	1,78
14	La Laguna	2,01
15	Horcón	s/d



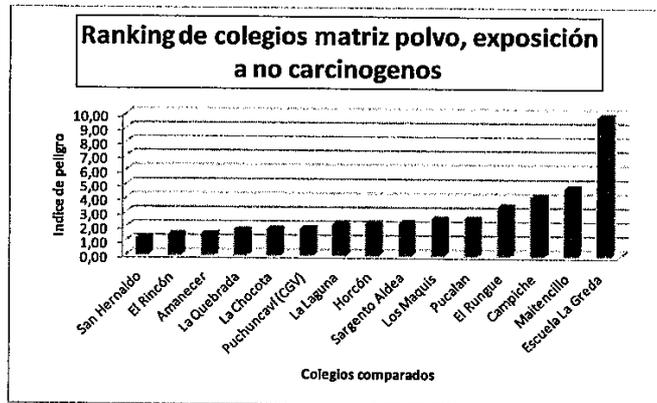
	Establecimiento	Suma Índice Carcinógeno
1	El Rungue	3,92E-05
2	El Rincón	4,00E-05
3	La Quebrada	4,87E-05
4	Amanecer	5,55E-05
5	San Hemalido	6,13E-05
6	Los Maquis	
7	Puchuncaví (CGV)	
8	Sargento Aldea	
9	La Chocota	
10	La Laguna	
11	Maitencillo	
12	Pucalán	
13	Campiche	
14	Escuela La Greda	
15	Horcón	s/d



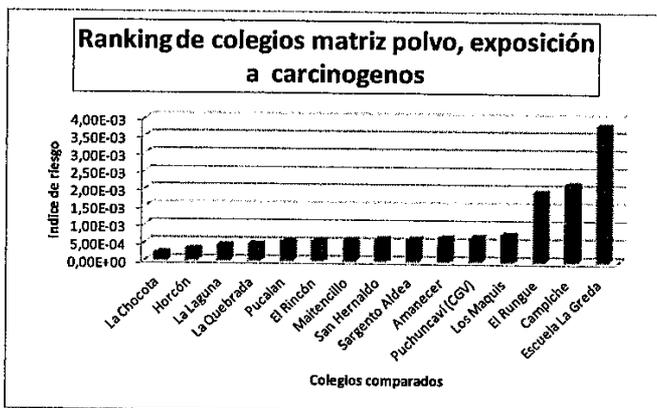
IV.3.2.- Ranking de Exposición de Polvos

Para la evaluación de exposición con Polvos, obtenemos la siguiente tabla con su correspondiente estadística.

	Establecimiento	Suma Índice No Carcinógeno
1	San Hemalido	1,20
2	El Rincón	1,46
3	Amanecer	1,50
4	La Quebrada	1,78
5	La Chocota	1,85
6	Puchuncaví (CGV)	1,90
7	La Laguna	2,26
8	Horcón	2,29
9	Sargento Aldea	2,31
10	Los Maquis	2,61
11	Pucalán	2,62
12	El Rungue	3,45
13	Campiche	4,20
14	Maitencillo	4,80
15	Escuela La Greda	9,90



	Establecimiento	Suma Índice Carcinógeno
1	La Chocota	
2	Horcón	
3	La Laguna	
4	La Quebrada	
5	Pucalán	
6	El Rincón	
7	Maitencillo	
8	San Hemalido	
9	Sargento Aldea	
10	Amanecer	
11	Puchuncaví (CGV)	
12	Los Maquis	
13	El Rungue	
14	Campiche	
15	Escuela La Greda	



IV.3.3.- Resumen de Ranking Suelos

En las tablas siguientes se puede visualizar en rojo el establecimiento que ha sido ponderado respecto de los parámetros de comparación (Índice de riesgo no carcinogénico, Índice de riesgo carcinogénico, Descripción de los colegios y Concentración de los contaminantes) como el más favorable, para las matrices suelo y polvo.

En azul se aprecia la misma indicación anterior pero sin embargo en la tabla siguiente se puede apreciar que existe una desviación en la matriz polvo del colegio Puchuncaví y La Quebrada que hace desistir de la elección de éstos.

Índice de riesgo no carcinogénico,		Índice de riesgo carcinogénico,		Descripción de los colegios		Concentración de los contaminantes		
1	El Rungue	0,16	3,92E-05	1	Puchuncaví (CGV)	3	El Rincón	0,196
2	El Rincón	0,28	4,00E-05	2	San Hernaldo	1	El Rungue	0,333
3	Puchuncaví (CGV)	0,34	4,87E-05	3	La Chocota	1	La Quebrada	0,407
4	La Quebrada	0,37	6,66E-05	4	El Rungue	0	Puchuncaví (CGV)	0,441
5	San Hernaldo	0,38	6,13E-05	5	La Quebrada	0	Amanecer	0,568
6	Amanecer	0,44	1,04E-04	6	El Rincón	0	San Hernaldo	0,804
7	Sargento Aldea	0,82	1,28E-04	7	Horcón	-1	Sargento Aldea	0,839
8	Maitencillo	0,85	1,52E-04	8	La Laguna	-1	Los Maquis	1,026
9	Los Maquis	0,86	1,63E-04	9	Maitencillo	-1	Pucallan	1,374
10	Pucallan	0,95	1,64E-04	10	Pucallan	-1	La Chocota	1,683
11	Campiche	1,11	1,70E-04	11	Los Maquis	-1	Maitencillo	1,695
12	Escuela La Greda	1,54	2,03E-04	12	Campiche	-2	Campiche	1,879
13	La Chocota	1,78	2,36E-04	13	Amanecer	-2	La Laguna	2,781
14	La Laguna	2,01	6,54E-04	14	Sargento Aldea	-3	Escuela La Greda	4,626
15	Horcón	s/d	s/d	15	Escuela La Greda		Horcón	s/d

IV.3.4.- Resumen de Ranking Polvos

Índice de riesgo no carcinogénico,		Índice de riesgo carcinogénico,		Descripción de los colegios		Concentración de los contaminantes		
1	San Hernaldo	1,20	2,22E-04	1	Puchuncaví (CGV)	3	San Hernaldo	0,500
2	El Rincón	1,45	3,24E-04	2	San Hernaldo	1	La Chocota	0,510
3	Amanecer	1,50	4,62E-04	3	La Chocota	1	El Rincón	0,709
4	La Quebrada	1,78	4,72E-04	4	El Rungue	0	Amanecer	0,781
5	La Chocota	1,85	6,51E-04	5	La Quebrada	0	Puchuncaví (CGV)	1,323
6	Puchuncaví (CGV)	1,99	6,81E-04	6	El Rincón	0	Los Maquis	1,366
7	La Laguna	2,26	6,96E-04	7	Horcón	-1	Horcón	1,429
8	Horcón	2,29	6,12E-04	8	La Laguna	-1	Sargento Aldea	1,569
9	Sargento Aldea	2,31	6,16E-04	9	Maitencillo	-1	La Laguna	1,688
10	Los Maquis	2,51	6,66E-04	10	Pucallan	-1	El Rungue	1,803
11	Pucallan	2,62	6,80E-04	11	Los Maquis	-1	La Quebrada	1,851
12	El Rungue	3,45	7,76E-04	12	Campiche	-2	Pucallan	1,893
13	Campiche	4,20	1,95E-03	13	Amanecer	-2	Maitencillo	2,361
14	Maitencillo	4,60	2,16E-03	14	Sargento Aldea	-3	Campiche	2,540
15	Escuela La Greda	9,90	3,82E-03	15	Escuela La Greda		Escuela La Greda	5,617

V.- Conclusiones y Recomendaciones

Los análisis realizados en las matrices de polvo y suelos indican la presencia de contaminación en todos los establecimientos educacionales, sin embargo, esta presenta gradientes de concentración distintos en función de diferentes factores.

Tanto para polvo como para suelos, la Escuela La Greda, presenta los más altos indicadores de concentración de metales pesados. De igual modo, la misma escuela presenta los mayores indicadores de exposición a elementos carcinogénicos y no carcinogénicos. En conformidad a lo anterior, se mantiene la recomendación de trasladar la Escuela La Greda a una nueva ubicación, distante del parque industrial.

De acuerdo a la evaluación de riesgos para suelo, los establecimientos con menor exposición son consecutivamente: El Rincón; Rungue (Jardín Infantil los conejitos); la Quebrada y General Velásquez, mientras que para la evaluación de riesgos para polvo, los establecimientos menos expuestos son consecutivamente: San Hernaldo; La Chocota; El Rincón; Amanecer y Puchuncaví.

De acuerdo al análisis de infraestructura sanitaria, se puede señalar que los establecimientos que podrían cumplir la función de albergar transitoriamente a los niños de la escuela La Greda serían: La Chocota; El Rungue y General Velásquez.

En conformidad a lo anterior, se puede inferir del resultado del ranking que los colegios con mayor valoración de las variables estudiadas (mejores condiciones de estructura y menor nivel de exposición) y por lo tanto a ser consideradas para un potencial y futuro traslado- aún transitorio-, de los niños, serían: **El Rungue, El Rincón y San Hernaldo**. Bajo la misma óptica, podría considerarse como segunda opción a los colegios Puchuncaví y La Quebrada.

En cualquier caso, los resultados de los análisis confirman la imperiosa necesidad de establecer un plan regular y permanente tanto de limpieza industrial como de vigilancia epidemiológica en la totalidad de los establecimientos evaluados, mejorar colegios con deficiencias en infraestructura (lo que favorece la acumulación de polvo y aumenta la exposición), y contar con eventuales alternativas a la Escuela de La Greda en atención a su inminente prohibición de funcionamiento a contar del término del año escolar 2011, lo cual ha sido notificado en forma precedente y ratificado en esta investigación.



Sin otro particular, saluda atentamente a usted,

DR. JAIME JAMETT ROJAS
SECRETARIO REGIONAL MINISTERIAL DE SALUD
REGION DE VALPARAISO

Distribución:

- La que indica
- Dr. Jorge Díaz Anaiz. Subsecretario de Salud Pública
- Sr. Raúl Célis Montt. Intendente Región de Valparaíso

C.C

- Jefe Función Asesoría Jurídica
- Archivo
- Oficina de Partes