



IV CONGRESO NACIONAL DE RIEGO Y DRENAJE

Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL SUELO Y EL AGUA EN EL DISTRITO DE RIEGO 014 RÍO COLORADO B. C.

José Rodolfo Namuche Vargas^{1*}; Carlos Fuentes Ruiz¹; Pedro Pacheco Hernández¹; María Dolores Olvera Salgado¹; Juan Carlos Herrera Ponce¹; Jorge Andrés Castillo González¹, Miguel Ángel Bocanegra Morales²

rnamuche@tlaloc.imta.mx

Octubre/2018





**IV CONGRESO NACIONAL
DE RIEGO Y DRENAJE**
Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



Objetivo

Realizar un diagnóstico, con la finalidad de darle seguimiento sustentable sobre la calidad de los suelos y las aguas en sistemas de drenaje subterráneos instalados.



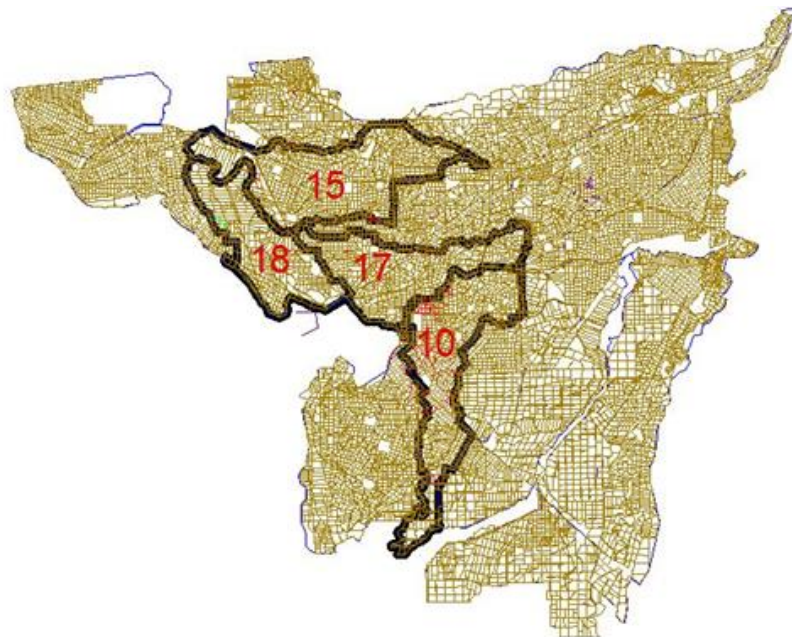


**IV CONGRESO NACIONAL
DE RIEGO Y DRENAJE**
Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



Localización de la zona de trabajo

El Distrito de Riego 014 (DR 014) Río Colorado, B.C., tiene una superficie bruta de 327,020 ha y bajo riego de 196,423 ha. La zona de trabajo está enmarcada en los módulos de riego 10, 15, 17 y 18; representando una muestra del distrito en cuanto al área correspondiente que tiene instalada el drenaje subterráneo parcelario.





**IV CONGRESO NACIONAL
DE RIEGO Y DRENAJE**
Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



Desarrollo del Trabajo

Directrices para clasificar suelos por salinidad o sodicidad

SUELO	CE (dS/m)	PSI (%)	pH	OBSERVACIONES
Normal	< 4	< 15	6.5-7.5	Buena permeabilidad, aireación y con buena estructura.
Salino	> 4	< 15	7.5-8.5	Se les reconoce por la presencia de costras blancas en su superficie.
Salino-sódico	> 4	> 15	> 8.5	Cuando estos suelos contienen calcio, se disuelve y reemplaza al sodio intercambiable, el cual es eliminado en forma simultánea con el exceso de sales.
Sódico	< 4	> 15	8.5-10.0	Mala permeabilidad, difícil de trabajar y alta defloculación de sus partículas.

$$\frac{\text{Na}}{(\text{Ca} + \text{Mg})} < 3$$



IV CONGRESO NACIONAL DE RIEGO Y DRENAJE

Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



Sitio	CE _{ex} (dS/m)	PSI (%)	pH	$\frac{Na}{Ca + Mg} \times 3$	Diagnóstico
L-62 Ej Nuevo León L. Escoboza G	3.4	1.42	8.3	0.0102	Suelo Normal, Buena permeabilidad, aireación y con buena estructura. Tiende a la alcalinidad, pero la relación empírica nos indica que son sales solubles. Subsolear, aplicar estiércol; antes del riego de pre-siembra.
L-68 Ejido Guerrero S. Navarro	22.5	4.65	7.9	0.25581	Suelo salino, pero la relación empírica nos indica que son sales solubles; cuando estos suelos contienen calcio, se disuelve y reemplaza al sodio intercambiable, el cual es eliminado en forma simultánea con el exceso de sales. Con la lámina de sobre riego se va eliminando las sales solubles. Subsolear, aplicar estiércol; antes del riego de pre-siembra.
L-39 Ejido Cuernavaca. J Jiménez	24.6	2.58	8	0.11964	Suelo salino, pero la relación empírica nos indica que son sales solubles; cuando estos suelos contienen calcio, se disuelve y reemplaza al sodio intercambiable, el cual es eliminado en forma simultánea con el exceso de sales. Con la lámina de sobre riego se va eliminando las sales solubles. Subsolear, aplicar estiércol; antes del riego de pre-siembra.
P-9 Ejido Nuevo León R. Gutierrez	3.2	2.47	8.1	0.08333	Suelo Normal, Buena permeabilidad, aireación y con buena estructura. Tiende a la alcalinidad, pero la relación empírica nos indica que son sales solubles. Subsolear, aplicar estiércol; antes del riego de pre-siembra.
L-28 Michoacán de Ocampo. J Solorio G	12.2	1.71	7.8	0.04524	Suelo salino, pero la relación empírica nos indica que son sales solubles; cuando estos suelos contienen calcio, se disuelve y reemplaza al sodio intercambiable, el cual es eliminado en forma simultánea con el exceso de sales. Con la lámina de sobre riego se va eliminando las sales solubles. Subsolear, aplicar estiércol; antes del riego de pre-siembra.
L-134 Ejido Nuevo León. H Montoya, C Medina	6	1.27	8.1	0	Suelo salino, pero la relación empírica nos indica que son sales solubles; cuando estos suelos contienen calcio, se disuelve y reemplaza al sodio intercambiable, el cual es eliminado en forma simultánea con el exceso de sales. Con la lámina de sobre riego se va eliminando las sales solubles. Subsolear, aplicar estiércol; antes del riego de pre-siembra.
L-20 Cerro Prieto. F J Magaña C	2.1	1.59	8.3	0.08929	Suelo salino, pero la relación empírica (2) nos indica que son sales solubles; cuando estos suelos contienen calcio, se disuelve y reemplaza al sodio intercambiable, el cual es eliminado en forma simultánea con el exceso de sales. Con la lámina de sobre riego se va eliminando las sales solubles. Subsolear, aplicar estiércol; antes del riego de pre-siembra.
P-SN Ejido Morelia. S Madrigal N	9.2	1.52	8	0.02778	Suelo salino, pero la relación empírica (2) nos indica que son sales solubles; cuando estos suelos contienen calcio, se disuelve y reemplaza al sodio intercambiable, el cual es eliminado en forma simultánea con el exceso de sales. Con la lámina de sobre riego se va eliminando las sales solubles. Subsolear, aplicar estiércol; antes del riego de pre-siembra.



IV CONGRESO NACIONAL DE RIEGO Y DRENAJE

Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



Ejido	Profundidad (cm)	Sales Minerales en suelo (mg/L)			Sales Minerales en suelo (kg/ha)		
		Halita (NaCl)	Dolomita [CaMg(CO ₃) ₂]	Anhidrita (CaSO ₄)	Halita (NaCl)	Dolomita [CaMg(CO ₃) ₂]	Anhidrita (CaSO ₄)
L-62 Ej Nuevo León Luis Escobaza García	0-60	222.3	368.2	1,634.4	867.0	1,436.0	6,374.2
L-68 Ejido Guerrero Salvador Navarro	0-60	2,574.0	6,185.8	190.7	10,038.6	24,124.5	743.7
L-39 Ejido Cuernavaca Jesús Jiménez	0-60	783.9	2,485.4	68.1	3,057.2	9,692.9	265.6
P-9 Ejido Nuevo León Rogelio Gutiérrez	0-60	936.0	2,485.4	68.1	3,650.4	9,692.9	265.6
L-28 Michoacán de Ocampo José Solorio Garcilaso	0-60	936.0	902.1	1,239.4	3,650.4	3,518.2	4,833.7
L-134 Ejido Nuevo León Heriberto Montoya Cecilio Medina Gutiérrez	0-60	222.3	368.2	1,634.4	867.0	1436.0	6,374.2
L-20 Cerro Prieto Francisco Javier Magaña Calderón	0-60	58.5	220.9		228.2	861.6	
P-SN Ejido Morelia 67 y 65 Salvador Madrigal Navarro	0-60	117.0	2,209.2		456.3	8,615.9	



**IV CONGRESO NACIONAL
DE RIEGO Y DRENAJE**
Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



Prácticas culturales

Subsileo

Láminas de lavado



$$L_v = \alpha \text{Log} \left(\frac{CE_i}{CE_o} \right)$$

TEXTURA	CONTENIDO DE CLORUROS EN % CON RESPECTO A ANIONES			
	63 a 40	40 a 20	20 a 10	< 10
Pesada	122	132	142	178
Media	92	102	112	148
Ligera	62	72	82	118



IV CONGRESO NACIONAL DE RIEGO Y DRENAJE

Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELO

	L-62 Ej Nuevo León		L-68 Ej Guerrero		L-39 Ej. Cuernavaca		P-9 Ej Nuevo León		L-28 Mich de O		L-134 Ej Nuevo		L-20 Cerro Prieto		PSN Ej Morelia	
Aniones	(%)	ppm	(%)	ppm	(%)	ppm	(%)	ppm	(%)	ppm	(%)	ppm	(%)	ppm	(%)	ppm
Bicarbonatos (HCO₃⁻)	43.2	4,148	10.1	854.0	13.5	1,098	38.6	3,904	19.6	854.0	56.3	1,342	61.8	378.0	51.6	2,135
Cloruros (Cl⁻)	56.3	5,396	88.3	7,455	85.9	6,958	52.7	5,325	53.9	2,343	41.7	994.0	38.2	234.0	42.1	1,740
Sulfatos (SO₄⁻²)	0.5	48.0	1.6	134.0	0.6	48.0	8.7	874.0	26.5	1,152	2.1	49.0	0.0	0.0	6.3	259.0
Textura																
Arena	69		63		64		80		64		63		75		72	
Limo	19		6		1		10		8		19		10		16	
Arcilla	12		31		34		10		28		18		15		12	
Clase textural	Franco Arenoso		Franco Arcillo Arenoso		Franco Arcillo Arenoso		Areno Francoso		Franco Arcillo arenoso		Franco Arenoso		Franco Arenoso		Franco Arenoso	
Lámina de lavado																
CE₁ (dS/m)	3.4		22.5		24.6		3.2		12.2		6		2.1		9.2	
CE₅ (dS/m)	0		10		12		0		6		4		0.00		4	
α	62		62		62		62		62		62		62		62	
L_v (cm)	0		21.8		19.3		0		19.1		10.9		0		22.4	



**IV CONGRESO NACIONAL
DE RIEGO Y DRENAJE**
Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



Diagnóstico de la calidad del agua

Para el diagnóstico de la calidad del agua de riego y drenada se realizó con base en las directrices para evaluar las aguas de riego de la University of California Committee of Consultants 1974

	Salinidad (CE)		Toxicidad de iones		
	Agua de riego (dS/m)	Agua drenada (dS/m)	Restricción	Agua de riego (meq/L)	Agua drenada (meq/L)
Restricción	1.28	9.51	Na	3.3	27.2
	Salinidad de leve a moderada, valor entre 0.7-3.0	Salinidad severa, valor mayor 3	Riego de superficie	Valor entre 3 y 9, leve a moderada	Valor mayor de 9, severa.
Parámetros	Reducción de la infiltración		Riego por aspersión	Valor entre 3 y 9, leve a moderada	Valor mayor de 9, severa.
	Agua de riego	Agua drenada	Cloruros	5.2	52
RAS	1.51	4.66	Riego de superficie	Valor entre 4 y 10, leve a moderada	Valor mayor de 10, severa.
CE (dS/m)	1.28	9.51	Riego por aspersión	Valor mayor de 3, leve a moderada	Valor mayor de 3, severa.
Restricción	RAS entre 0-3, CE >0.7, Ninguna	RAS entre 3-6, CE >1.2, Ninguna			



**IV CONGRESO NACIONAL
DE RIEGO Y DRENAJE**
Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



Minerales disueltos (mg/L)	Agua de riego (Ar)		Agua drenada (Ad)	
	(mg/L)	(kg/m³)	(mg/L)	(kg/m³)
Halita (NaCl)	193.05	0.19305	1592.91	1.59591
Anhidrita (CaSO₄)	286.02	0.28602	1568.22	1.56822

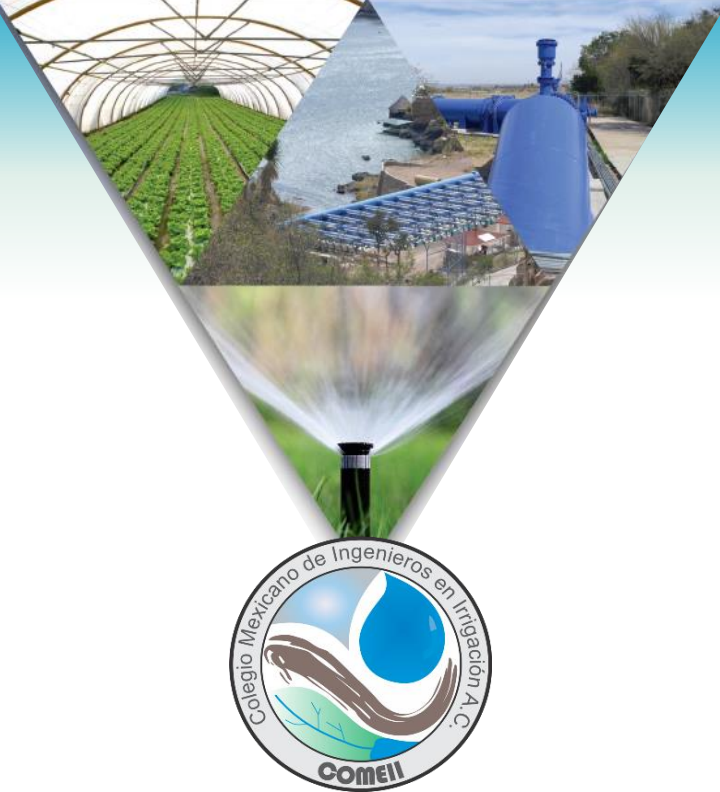


**IV CONGRESO NACIONAL
DE RIEGO Y DRENAJE**
Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



Conclusiones

- **Los suelos se clasifican como suelos salinos, con cierta tendencia a la alcalinidad porque el pH pasa ligeramente el valor de 8. Las sales son solubles, por lo que fácilmente son evacuadas con el agua drenada. Esto es factible porque el riego de pre-siembra lo aplican muy pesado, es más que suficiente para establecer que funciona como lámina de lavado y con el drenaje subterráneo parcelario se eliminan dichas sales.**
- **Las calidades de las aguas de riego indican una restricción de leve a moderada, por lo tanto, se deben establecer cultivos que tengan cierta tolerancia a la salinidad; en cuanto a la restricción por reducción de infiltración no presenta ninguna restricción; en cuanto a la toxicidad para el agua de riego es leve a moderada, en cambio para el agua drenada la restricción es severa.**
- **En los módulos muestreados el grado de afectación de los suelos por sales y manto freático somero de una superficie del orden de 18,000 ha. A nivel DR 014, se tiene de 37,285 ha y 13,255 ha con diferentes grados de salinidad y manto freático somero, respectivamente (CONAGUA, 2008). A la fecha se tiene una superficie de 6,000 ha con drenaje subterráneo parcelario. Los rendimientos se han incrementado hasta en un 50% para los cultivos de trigo y algodón.**
- **Por lo tanto, con este seguimiento sobre el diagnóstico de suelos y agua, se demuestra que los sistemas de drenaje subterráneo parcelario, es una tecnología apropiada y redituable para la rehabilitación de suelos afectados por sales y de manto freático somero.**



Gracias



M.C. JOSÉ RODOLFO NAMUCHE VARGAS
INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA

rnamuche@tlaloc.imta.mx





IV CONGRESO NACIONAL DE RIEGO Y DRENAJE

Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.





IV CONGRESO NACIONAL DE RIEGO Y DRENAJE

Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.





IV CONGRESO NACIONAL DE RIEGO Y DRENAJE

Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.





IV CONGRESO NACIONAL DE RIEGO Y DRENAJE

Del 15 al 18 de Octubre del 2018, Aguascalientes, Ags.



Lugar:

Tramo:

Proyecto:

Revestimiento:

Datos:

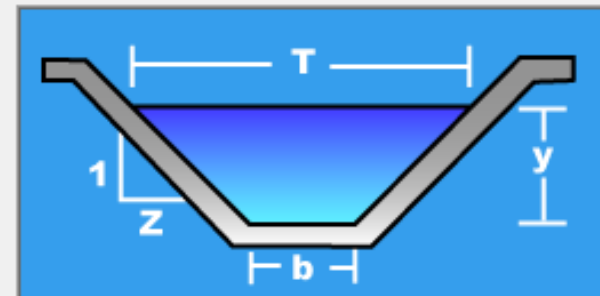
Tirante (y) : m

Ancho de solera (b) : m

Talud (Z) :

Coefficiente de rugosidad (n) :

Pendiente (S) : m/m



Resultados:

Caudal (Q) : m³/s

Area hidráulica (A) : m²

Radio hidráulico (R) : m

Número de Froude (F) :

Tipo de flujo :

Velocidad (v) : m/s

Perímetro (p) : m

Espejo de agua (T) : m

Energía específica (E) : m-Kg/Kg