

---

**NORMA CUBANA**

**NC**

776: 2010

---

**CALIDAD DEL SUELO — EVALUACIÓN DE LA AFECTACIÓN  
POR SALINIDAD**

Soil quality — Evaluation of affectations by salinity

---

ICS: 13.080.01; 01.040.13

1. Edición                      Mayo 2010  
REPRODUCCIÓN PROHIBIDA

Oficina Nacional de Normalización (NC) Calle E No. 261 Vedado, Ciudad de La Habana. Cuba. Teléfono: 830-0835 Fax: (537) 836-8048; Correo electrónico: nc@ncnorma.cu; Sitio Web: www.nc.cubaindustria.cu



Cuban National Bureau of Standards

**NC 776: 2010**

## **Prefacio**

La Oficina Nacional de Normalización (NC), es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba que representa al país ante las Organizaciones Internacionales y Regionales de Normalización.

La preparación de las Normas Cubanas se realiza generalmente a través de los Comités Técnicos de Normalización. La aprobación de las Normas Cubanas es competencia de la Oficina Nacional de Normalización y se basa en evidencia de consenso.

### **Esta Norma Cubana:**

♦ Ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización No.3 Gestión Ambiental, integrado por especialistas de las siguientes entidades:

- Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente
- Oficina Nacional de Normalización
- Centro de Información, Gestión y Educación Ambiental
- Centro de Inspección y Control Ambiental
- Instituto de Suelos
- Centro Nacional de Envases y Embalajes
- Instituto de Investigaciones en Normalización
- Oficina Nacional de Recursos Minerales
- Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos
- Ministerio de Economía y Planificación
- Ministerio de la Industria Pesquera
- Ministerio de la Industria Alimenticia
- Ministerio de la Industria Sideromécanica y la Electrónica
- Ministerio del Comercio Exterior
- Centro Técnico para el Desarrollo de los Materiales de Construcción
- Ministerio de la Agricultura
- Ministerio del Azúcar
- Unión de Empresas de Recuperación de Materia Primas
- Ministerio de la Industria Básica
- Ministerio de Salud Pública
- Ministerio del Turismo
- Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología
- INTERMAR S.A.
- CIMEX S.A.
- Ministerio de la Construcción
- Registro Cubano de Buques
- Ministerio de Educación Superior
- Instituto de Planificación Física
- Ministerio de la Industria Ligera
- Unidad de Medio Ambiente de Ciudad de La Habana
- Instituto Finlay
- Agencia de Medio Ambiente
- Oficina Territorial de Normalización de Ciudad de La Habana
- CUPET

**© NC, 2010**

**Todos los derechos reservados. A menos que se especifique, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada en alguna forma o por medios electrónicos o mecánicos, incluyendo las fotocopias, fotografías y microfilmes, sin el permiso escrito previo de:**

**Oficina Nacional de Normalización (NC)**

**Calle E No. 261, Vedado, Ciudad de La Habana, Habana 4, Cuba.**

**Impreso en Cuba.**

## 0 Introducción

La Evaluación de la salinidad en los suelos, permite diferenciar el estado en que este proceso puede limitar el funcionamiento de los mismos, además, contribuye a la toma de decisiones respecto al empleo de alternativas de manejo o mejoramiento específicos.

## **NC 776: 2010**

### **CALIDAD DEL SUELO — EVALUACIÓN DE LA AFECTACIÓN POR SALINIDAD**

#### **1 Objeto**

Esta Norma Cubana brinda las directrices para la evaluación de la afectación de los suelos por salinidad, especificando la incidencia del nivel de salinización y sodicidad en el deterioro de los suelos.

Es aplicable a resultados analíticos de aniones y cationes obtenidos en la relación 1: 5 suelo – agua.

#### **2 Referencias Normativas**

Los documentos que se mencionan seguidamente son indispensables para la aplicación de esta Norma Cubana. Para las referencias fechadas, sólo se toma en consideración la edición citada. Para las no fechadas, se toma en cuenta la última edición del documento de referencia (incluyendo todas las enmiendas).

UNE-ISO 11074:2009 Calidad del Suelo. Vocabulario.

NC ISO 11074-2:2004 Calidad del Suelo. Vocabulario. Parte 2: Términos y definiciones relativos al muestreo.

NC-ISO 14050:2009 Environmental management- Vocabulary.

NC 112:2001 Calidad del suelo. Determinación de la conductividad eléctrica y de las sales solubles totales en suelos afectados por la salinidad. Relación 1:5 suelo – agua.

NC 32:2009 Calidad del suelo. Determinación del pH y la conductividad eléctrica en el extracto de saturación.

NC 209:2004 Calidad del suelo. Determinación de los aniones y cationes solubles en el extracto y el porcentaje de saturación de la pasta de suelos afectados por la salinidad.

NC ISO 10390:1999. Calidad del suelo. Determinación de pH.

NC 65:2000 Calidad del suelo. Determinación de la capacidad de intercambio catiónico y de los cationes intercambiables del suelo.

#### **3 Términos y definiciones**

A los fines de este documento, se aplican los siguientes términos y definiciones:

##### **3.1 Salinidad**

Proceso natural o antrópico presente en todos los suelos que conducen en menor o mayor grado a una concentración de sales que pueden afectar la fertilidad del suelo.

##### **3.2 Salinización**

Acumulación de la concentración de electrolitos en la solución de los suelos, a niveles que provocan afectación por efecto osmótico o tóxico en los cultivos.

**3.3 Sodicidad**

cuantificación de la saturación sódica en los suelos, obtenida mediante el PSI (Porcentaje de Sodio Intercambiable), cuyo aumento puede conducir a la afectación de las propiedades físicas y a toxicidad en las plantas.

**3.4 Riesgo de sodicidad**

Relaciones entre las concentraciones solubles del sodio con el calcio y el magnesio, que favorecen el aumento de la sodicidad en el complejo adsorbente de los suelos.

**3.5 Desalinización**

Proceso de lavado de sales en los suelos, que de no ser bien controlado puede conducir a la formación de los suelos nátricos o al aumento de la sodicidad.

**3.6 Bases cambiables**

$\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  y  $\text{Na}^+$  que son retenidas por las cargas negativas del complejo adsorbente de los suelos.

**3.7 Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)**

Cuantificación de la adsorción de cationes en los suelos, dado por las cargas negativas que aportan el contenido orgánico y arcilloso de los mismos, expresado en  $\text{cmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$ .

**3.8 Capacidad de Intercambio de Bases (CI B)**

Cuantificación (sumatoria) de las cargas ocupadas por las Bases cambiables en los suelos, expresada en  $\text{cmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$ .

**3.9 Actividad arcillosa**

Cuantificación de la capacidad de intercambio catiónico en la fracción mineral intercambiadora de los suelos, expresada en  $\text{cmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$ .

**3.10 Conductividad Eléctrica (CE)**

Propiedad que caracteriza a la capacidad de las soluciones de transmitir el paso de la corriente eléctrica ( $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ), cuyo valor es proporcional al contenido de los iones disueltos.

**3.11 Especies iónicas solubles**

Las entidades iónicas que se presentan en las soluciones, producto de las interacciones entre los iones solubles, por el efecto de la Salinización, expresadas en  $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ .

**3.12 Concentración activa de los iones**

Concentración efectiva de los iones solubles, con posibilidad de participar en las reacciones físico química de los suelos, expresada en  $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  o en % del total de iones disueltos.

**3.13 Concentración inactiva de los iones**

Concentraciones de los iones solubles que no participan en las reacciones físico químicas de los suelos, como consecuencia de la concentración de la solución, expresadas en  $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  o en % del total de iones disueltos.

**3.14 Factor de actividad**

Coficiente que indica la desviación de las concentraciones de los iones de una solución real respecto a una ideal de igual concentración.

## **NC 776: 2010**

### **3.15 Iones Libres**

Los iones que se mantienen totalmente disociados en la solución.

### **3.16 Iones Pares**

Unión de un anión y un catión que se comportan como una entidad soluble individual.

### **3.17 Ambiente salino, sódico o salino- sódico**

Presencia o influencia de la salinización, la sodicidad o ambos en componentes, hábitats o factores ambientales en un entorno específico.

### **3.18 Relación de adsorción de sodio (RAS)**

Cuantificación del riesgo de sodicidad que representa la composición iónica de la solución, expresada en  $(\text{me}\cdot\text{L})^{1/2}$ , en  $(\text{mmol}\cdot\text{L})^{1/2}$  o en  $[\text{mmol}(+)\cdot\text{L}]^{1/2}$ .

### **3.19 Relación de adsorción de sodio total activo (RAS ta)**

Cuantificación de la relación de adsorción de sodio, obtenido con las concentraciones totales activas de sodio, calcio y magnesio de la solución, expresada en  $(\text{me}\cdot\text{L})^{1/2}$ , en  $(\text{mmol}\cdot\text{L})^{1/2}$  o en  $[\text{mmol}(+)\cdot\text{L}]^{1/2}$ .

### **3.20 Apareamiento iónico**

Proceso que tiene lugar en las soluciones de suelos con alta concentración de iones solubles, caracterizado por la destacada formación de iones apareados y en la disminución relativa de la conductividad eléctrica.

### **3.21 Acumulación de iones monovalentes**

Aumento de la salinización de la solución del suelo, caracterizada por la presencia de una alta concentración de iones de carga +1 y -1, con una gran actividad y alto efecto tóxico sobre las plantas.

### **3.22 Acumulación de iones divalentes**

Aumento de la salinización de la solución del suelo, caracterizada por la presencia de una alta concentración de iones de carga +2 y -2, que poseen menores concentraciones activas relativas que los iones monovalentes.

### **3.23 Programa CILIP**

Software escrito en Access, el cual procesa los resultados de los aniones y cationes solubles totales, obtenidos en la disolución 1:5 suelo: solución en las especies iónicas solubles presentes. Reporta la conversión de la Conductividad Eléctrica obtenido en la disolución 1:5 suelo: solución en Extracto de Saturación. Disponible para su utilización por las Direcciones Provinciales de Suelos.

### **3.24 Salinidad global**

Evaluación del grado de afectación de la salinización y la sodicidad acorde a los indicadores globales de estimación.

### **3.25 Salinidad específica**

Evaluación del grado de afectación de la salinización y del riesgo de sodicidad acorde a los indicadores específicos de estimación por los suelos de las regiones edafoclimáticas.

### 3.26 Indicadores globales

Los que el alcance de su valoración o comparación trasciende los marcos nacionales.

### 3.27 Indicadores específicos

Los que el alcance de su valoración o comparación está limitada a los suelos dentro de una región determinada.

## 4 Especificaciones

### 4.1 Muestreo

Efectuar la toma de muestras cada 20 cm hasta 1m de profundidad en cada punto de estudio, ubicados de acuerdo a la escala de trabajo y al método de muestreo seleccionados. Ordenar y registrar las muestras por la ubicación georeferenciada de los puntos y por profundidad del suelo.

Valorar los puntos de muestreos por capas de suelo (0cm a 40 cm, 40 cm a 100cm, 0 cm a 100 cm) o por cada profundidad individual en dependencia de la finalidad del estudio.

**Nota 1:** Se recomienda realizar 2 muestreos anuales: uno en época de lluvia y otro en época de seca.

### 4.2 Análisis químicos

Realizar el análisis de la Conductividad Eléctrica acorde a la NC 112:2001 o a la NC 32:1999, a la totalidad de las muestras (100%).

Seleccionar en cada punto, la muestra con mayor valor de la Conductividad Eléctrica en las capas de 0 cm a 40 cm y de 40 cm a 100 cm de profundidad. Efectuar las determinaciones de la composición de aniones y cationes de acuerdo la NC 209:2002, pH según NC ISO 103 90: 1999, bases cambiables y capacidad de intercambio catiónico por la NC 65: 2000.

Aceptar como validos los resultados en los cuales la diferencia entre la sumatoria de los cationes y la sumatoria de los iones es  $\leq$  al 30 %.

### 4.3 Conversión de los resultados

Entrar los datos de la Conductividad Eléctrica (determinada por la relación suelo: agua 1:5), en el Software CILIP. Distinguir la entrada de cada dato para suelos ligeros y pesados. Diferenciar a los suelos en ligeros o pesados por el valor de la actividad arcillosa o la composición cualitativa arcillosa predominante en arcillas 1:1 o en arcillas 2:1. Si el resultado de la Conductividad Eléctrica fue obtenido directamente por extracto de saturación, no se precisa transformarlo.

Incorporar los valores de la composición de aniones y cationes de las muestras seleccionadas en cada punto de muestreo y/o muestras auxiliares determinados según NC 209:2002, en el Software CILIP. Conjuntamente con los resultados de la composición de las especies iónicas, se reporta la cuantificación de los iones libres inactivos y del RAS total activo.

Corregir los datos de las bases cambiables con las bases solubles ( $\text{cmol (+) kg}^{-1}$ ) mediante resta aritmética, si el valor de la CIB es mayor del 5% de la CIC. Considerar válida la transformación en cada muestra, si no se obtienen valores negativos de cada una de las Bases Cambiables. Si las bases adsorbidas fueran obtenidas por otro método analítico, específico para suelos con sales, no es necesario corregir los resultados con los valores obtenidos de los iones solubles.

## NC 776: 2010

Calcular el valor corregido de la CIB mediante la sumatoria de las concentraciones individuales corregidas del  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  y  $\text{Na}^+$  adsorbido.

Convertir el resultado del  $\text{Na}^+$  adsorbido (transformado), en %  $\text{Na}^+$  (PSI corregido), mediante la Ecuación (1):

$$\% \text{Na}^+ = (\text{Na}^+ \text{ adsorbido} / \text{CIC}) \times 100 \quad (1)$$

Donde:

%  $\text{Na}^+$  es el porcentaje de sodio intercambiable o PSI.

$\text{Na}^+$  adsorbido es la concentración del sodio adsorbido por los coloides en un Kilogramo de suelo, expresado en  $\text{cmol (+)} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

CIC es el valor de la capacidad de intercambio catiónico en un kilogramo de suelo, expresado en  $\text{cmol (+)} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

100 es el factor para convertir los resultados en porcentaje.

### 4.4 Gradaciones de los indicadores de salinización.

Realizar la evaluación de la salinización global, a partir de los rangos de la Conductividad Eléctrica, expuestos en la Tabla 1.

**Tabla 1 — Estimación de la Salinización global**

Símbolos	Gradaciones $\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$	Evaluación de la salinización
$S_0$	< 1	No Salino
$S_1$	1 a 2	Débilmente Salino
$S_2$	2 a 4	Medianamente Salino
$S_3$	4 a 6	Salino
$S_4$	6 a 8	Fuertemente Salino
$S_5$	> 8	Muy Fuertemente Salino

Efectuar la estimación de la salinización específica, mediante las gradaciones del % de iones libres inactivos expuestos en la Tabla 2.

Tabla 2— Salinización específica por suelos y regiones

Símbolos Evaluación	Afectación por la concentración de iones libres inactivos en %					
	NS No salino	DS Débilmente salino	MS Medianamente salino	S Salino	FS Fuertemente salino	MFS Muy Fuertemente salino
Suelos y regiones						
Hidromórfico. Gley Nodular Ferruginoso (Sur de P del Río y Sur de la Habana)	< 7,81	7,81 a 9,72	9,73 a 12,03	12,04 a 13,52	13,53 a 14,61	> 14,61
Vertisol. Vertisol Pélico y Vertisol Crómico (Villa Clara y Sur de Sancti Spiritus)	< 10,03	10,03 a 11,54	11,55 a 13,88	13,89 a 15,77	15,78 a 17,38	> 17,38
Vertisol. Vertisol Pélico y Vertisol Crómico (Norte de Sancti Spiritus)	< 7,69	7,69 a 8,05	8,06 a 8,69	8,70 a 9,27	9,28 a 9,79	> 9,79
Vertisol. Vertisol Pélico y Vertisol Crómico (Ciego de Avila)	< 8,26	8,26 a 10,97	10,98 a 14,56	14,57 a 17,18	17,19 a 19,32	> 19,32
Vertisol. Vertisol Pélico y Vertisol Crómico (Norte de Camaguey)	< 7,90	7,90 a 10,25	10,26 a 13,28	13,29 a 15,46	15,47 a 17,21	> 17,21
Vertisol. Vertisol Pélico y Vertisol Crómico (Sur de Camaguey)	< 2,26	2,26 a 4,06	4,07 a 7,05	7,06 a 9,44	9,45 a 11,34	> 11,34
Ferralítico. Ferralítico Rojo Lixiviado típico, Ferralítico Amarillento Lixiviado típico, Ferralítico Amarillento Lixiviado petroférico y Ferralítico Amarillento Lixiviado gléyico. (Región Central y Camaguey)	< 8,25	8,25 a 9,32	9,33 a 10,91	10,92 a 12,13	12,14 a 13,13	> 13,13

Tabla 2 — continuación

Símbolos Evaluación	Afectación por la concentración de iones libres inactivos en %					
	NS No salino	DS Débilmente salino	MS Medianamente salino	S Salino	FS Fuertemente salino	MFS Muy Fuertemente salino
Suelos y regiones						
Hidromórfico. Gley Nodular ferruginoso (Región Central y Camaguey)	< 8,89	8,89 a 9,54	9,55 a 10,77	10,78 a 11,92	11,93 a 12,98	> 12,98
Hidromórfico. Gley Humico y Gley Vértico (Región Central y Camaguey)	< 10,20	10,20 a 12,21	12,22 a 14,63	14,64 a 16,25	16,26 a 17,51	> 17,51
Halomórfico. Halomórficos salinos (Región Central y Camaguey)	< 15,25	15,25 a 15,85	15,86 a 16,94	16,95 a 17,91	17,92 a 18,80	> 18,80
Halomórfico. Halomórficos sódicos (Camaguey)	< 4,11	4,11 a 6,99	7,00 a 9,84	9,85 a 11,71	11,72 a 13,18	> 13,18
Pardo Sialítico. Pardo y Pardo Grisáceo (Camaguey y Ciego de Ávila)	< 7,23	7,23 a 12,40	12,41 a 17,56	17,57 a 20,58	20,59 a 22,72	> 22,72
Húmicos Sialítico. Húmico Calcimórfico y Rendzina (Región Central y Camaguey)	< 4,73	4,73 a 9,71	9,72 a 14,18	14,19 a 17,12	17,13 a 19,44	> 19,44
Fersialítico. Fersialítico Rojo y Fersialítico Pardo Rojizo (Región Central y Camaguey)	< 7,47	7,47 a 8,75	8,76 a 10,57	10,58 a 11,92	11,93 a 13,02	> 13,02
Fluvisol. Fluvisol con CIC < 40 cmol(+)Kg <sup>-1</sup> (Región Central y Camaguey)	< 7,98	7,98 a 9,29	9,30 a 11,05	11,06 a 12,25	12,26 a 13,16	> 13,16
Fluvisol. Fluvisol con CIC ≥ 40 cmol(+)Kg <sup>-1</sup> (Región Central y Camaguey)	< 9,90	9,90 a 12,17	12,18 a 14,96	14,97 a 16,88	16,89 a 18,39	> 18,39

Tabla 2 — continuación

Símbolos Evaluación	Afectación por la concentración de iones libres inactivos en %					
	NS No salino	DS Débilmente salino	MS Medianamente salino	S Salino	FS Fuertemente salino	MFS Muy Fuertemente salino
Suelos y regiones						
Histosol. Histosol Fíbrico, Histosol Mésico e Histosol Sáprico (Región Central y Camaguey)	< 6,16	6,16 a 9,60	9,61 a 13,33	13,34 a 15,61	15,62 a 17,27	> 17,27
Alítico. Baja Actividad Arcillosa Amarillento (Mcpio Florida, Sur de Camaguey)	< 7,12	7,12 a 9,16	9,17 a 12,05	12,06 a 14,25	14,26 a 16,07	> 16,07
Fluvisol. Fluvisol (Granma)	< 7,58	7,58 a 8,66	8,67 a 10,81	10,82 a 12,96	12,97 a 15,11	> 15,11
Vertisol. Vertisol Pélico y Vertisol Crómico (Valle del Cauto)	< 10,58	10,58 a 12,50	12,51 a 14,76	14,77 a 6,27	16,28 a 17,44	> 17,44
Halomórfico. Halomórfico salinos (Guantánamo)	< 8,95	8,95 a 11,78	11,79 a 6,37	16,38 a 19,43	19,44 a 20,89	> 20,89

#### 4.5 Gradaciones de los Indicadores de sodicidad y riesgo de sodicidad

Valorar la sodicidad global de los suelos, mediante las gradaciones en % del sodio intercambiable que aparece en la Tabla 3.

Tabla 3 — Evaluación de la sodicidad

Símbolos	% Na <sup>+</sup>	Afectación
Na <sub>0</sub>	< 5	Normal
Na <sub>1</sub>	5 a 10	Ligeramente alto
Na <sub>2</sub>	10,1 a 15	Medianamente Alto
Na <sub>3</sub>	15,1 a 30	Alto
Na <sub>4</sub>	> 30	Extremadamente alto

Considerar el riesgo de sodificación o peligro de sodicidad de los suelos, por razón de las gradaciones del RAS total activo (RAS ta), expresados en la Tabla 4.

**NC 776: 2010**

**Tabla 4 — Apreciación del riesgo de sodicidad específica por los suelos de las regiones**

Símbolos Evaluación Suelos y regiones	Niveles (me·L) <sup>1/2</sup>			Af Sodificación
	DR Débil riesgo	MR Mediano riesgo	FR Fuerte riesgo	
Hidromórfico. Gley Nodular Ferruginosos (Sur de P del Río y Sur de la Habana) < 30 % arcilla	< 2,78	2,78 a 3,81	3,82 a 4,58	> 4,58
Hidromórfico. Gley Nodular Ferruginosos (Sur de P del Río y Sur de la Habana) ≥ 30 % arcilla	< 2,50	2,50 a 4,21	4,22 a 5,71	> 5,71
Vertisol. Vertisol Pélico y Vertisol Crómico. (Municipios Corralillo y Quemados, Región Central)	< 6,46	6,46 a 10,14	10,15 a 13,48	> 13,48
Vertisol. Vertisol Pélico y Vertisol Crómico (Sur de Sancti Spiritus)	< 4,56	4,56 a 7,92	7,93 a 11,29	> 11,29
Vertisol. Vertisol Pélico y Vertisol Crómico (Provincia Ciego de Avila)	< 3,29	3,29 a 4,64	4,65 a 6,91	> 6,91
Vertisol. Vertisol Pélico y Vertisol Crómico (Norte de Camaguey)	< 7,64	7,64 a 10,20	10,21 a 12,07	> 12,07
Vertisol. Vertisol Pélico y Vertisol Crómico. (Sur de Camaguey)	< 4,96	4,96 a 9,02	9,03 a 13,32	> 13,32
Ferralítico. Ferralítico Rojo, Ferralítico Rojo Lixiviado y Ferralítico Amarillento Lixiviado (Región Central y Camaguey)	< 7,90	7,90 a 13,29	13,30 a 18,68	> 18,68
Hidromórficos. Gley Nodular Ferruginosos (Región Central y Camaguey)	< 5,02	5,02 a 7,96	7,97 a 12,22	> 12,22
Halomórfico. Halomórfico salino y Halomórfico sódico (Ciego de Ávila y Norte de Camaguey)	< 11,88	11,88 a 15,44	15,45 a 18,99	> 18,99
Halomórfico. Halomórfico salino y Halomórfico sódico (Sur de Sancti Spiritus y Sur de Camaguey)	< 8,74	8,74 a 12,93	12,94 a 17,11	> 17,11
Pardo Sialítico. Pardos y Pardos Grisáceos (Camaguey y Ciego de Ávila)	< 7,47	7,47 a 18,93	18,94 a 32,59	> 32,59

Tabla 4 — continuación

Símbolos Evaluación Suelos y regiones	Niveles (me·L) <sup>1/2</sup>			Af Sodificación
	DR Débil riesgo	MR Mediano riesgo	FR Fuerte riesgo	
Húmico Sialítico. Húmico Calcimorfico y Rendzina (Región Central y Camaguey)	< 10,57	10,57 a 22,99	23,00 a 38,32	> 38,32
Fersialítico. Fersialítico Rojo y Fersialítico Pardo Rojizo (Camaguey y la Región Central excepto la zona de Morón )	< 5,04	5,04 a 8,40	8,41 a 11,32	> 11,32
Fluvisol. Fluvisol con CIC < 40 cmol(+)Kg <sup>-1</sup> (Región Central y Camaguey)	< 6,29	6,29 a 10,35	10,36 a 13,84	> 13,84
Fluvisol. Fluvisol con CIC ≥ 40 cmol(+)Kg <sup>-1</sup> (Región Central y Camaguey)	< 6,97	6,97 a 15,51	15,52 a 24,05	> 24,05
Histosol. Histosol Fíbrico, Histosol Mésico e Histosol Sáprico (Región Central y Camaguey)	< 8,33	8,33 a 13,42	13,43 a 18,52	> 18,52
Alítico. Baja Actividad Arcillosa amarillentos ( Municipio Florida, Sur de Camaguey)	< 1,91	1,91 a 3,74	3,75 a 6,74	> 6,74
Vertisol. Vertisol Pélico y Vertisol Crómico (Valle del Cauto)	< 4,38	4,38 a 8,08	8,09 a 11,80	> 11,80
Fluvisol. Fluvisol (Granma y Guantánamo)	< 1,97	1,97 a 8,07	8,08 a 12,53	> 12,53
Halomórficos. Halomórficos salinos (Guantánamo)	< 0,67	0,67 a 2,35	2,36 a 4,45	> 4,45

#### 4.6 Evaluación de la salinidad por indicadores específicos no cuantificados en suelos de las regiones edafoclimáticas

Valorar los suelos no reportados en las regiones consideradas (Tablas 3 y 4), respecto a un testigo de comparación o de referencia. Dicho testigo será un punto de muestreo en un área aledaña bajo condición de no alteración, en que la CE en el extracto de sus horizontes sea  $\leq 1 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  y el PSI o  $\% \text{ Na}^+ \leq 5 \%$ .

Evaluar a las muestras objeto de análisis como: *sin salinización dada la concentración inactiva de los iones libres (PS<sub>0</sub>)*, si los % de iones libres inactivos, son menores al valor del testigo de comparación o de referencia de su profundidad.

## NC 776: 2010

Evaluar a las muestras objeto de análisis como: *con salinización dada la concentración inactiva de los iones libres (PS)*, si los % de iones libres inactivos, son mayores al valor del testigo de comparación o de referencia de su profundidad.

Evaluar a las muestras objeto de análisis como: *con débil riesgo de sodificación debido a la interrelación de la concentración total activa de los iones. (RNA<sub>0</sub>)*, si los valores del RAS ta (me l)<sup>1/2</sup>, son menores al valor del testigo de comparación o de referencia de su profundidad.

Evaluar a las muestras objeto de análisis como: *con riesgo de sodificación debido a la interrelación de la concentración total activa de los iones (RNA)*, si los valores del RAS ta (me l)<sup>1/2</sup>, son mayores al valor del testigo de comparación o de referencia de su profundidad.

### 5 Reporte del procesamiento de los resultados analíticos

Entregar a los usuarios, la salida resumida de la caracterización analítica de las muestras y el resultado de los indicadores de evaluación como aparece en la Tabla 5.

**Tabla 5— Reporte de los resultados analíticos de caracterización y de los indicadores de evaluación de la salinidad**

No del punto	Nº Ident.	prof cm	(dS·m <sup>-1</sup> CE ext	% Na <sup>+</sup> (PSI)	mmol L <sup>-1</sup> (1: 5)								pH (H <sub>2</sub> O) 1:2,5	% lones libres Inactiv.	(me l) <sup>1/2</sup> RAS ta	% lones pares	
					Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>					
	1	0 a 20															
	2	20 a 40															
	3	40 a 60															
I	4	60 a 80															
	5	80a 100															
	6	0 a 20															
	7	20 a 40															
	8	40 a 60															
II	9	60 a 80															
	10	80a 100															
	11	0 a 20															
	12	20 a 40															
	13	40 a 60															
III	14	60 a 80															
	15	80a 100															

**Nota 1:** I, II, III.. significan la identificación de los puntos de muestreos  
**Nota 2:** 1,2,3....significan los números de las muestras individuales

## 6 Valoración de las evaluaciones de la salinidad de los suelos

### 6.1 Evaluación de la salinidad global y específica

#### 6.1.1 Salinidad global

Obtener la salinidad global de los contornos o los puntos, mediante la valoración agregada de la afectación por la salinización y la sodicidad reportada por los indicadores globales (Tabla 1 y Tabla 3).

### 6.1.2 Salinidad específica

Valorar la afectación iónica de los contornos o los puntos, mediante el complemento de la concentración relativa de los iones libres inactivos y el riesgo de sodicidad reportada por los indicadores específicos (Tabla 2 y Tabla 4).

### 6.2 Particularidades del proceso

Representar por sus símbolos a los indicadores que corresponde a la evaluación de cada punto de muestreo tal como aparece en la Tabla 6. Comparar el resultado de las evaluaciones obtenidas por los indicadores globales y los específicos.

**Tabla 6 — Resumen de la evaluación de la salinidad de los suelos**

Identificación		Salinidad Global			Salinidad Específica			
No del punto	Prof cm	Salinización	Sodicidad	Evaluación	Salinización Iónica	Riesgo de sodicidad	Evaluación	Particularidades del proceso
I	0 a 40	$S_{xn}$	$Na_{xn}$	$S_{xn} + Na_{xn}$	NS, DS, MS, S,FS o MFS	DR, MR, FR, o AF	(NS, DS, MS, S,FS o MFS)+ (DR, MR, FR, o AF)	Apareamiento iónico, Riesgo de sodificación, Sodicidad, Acumulación de iones divalentes, Acumulación de iones monovalentes, etc
	40 a 100							
	0 a 100							
	0 a 40							
	40 a 100							
II	0 a 40							
	40 a 100							
	0 a 100							

**Nota:** Los símbolos de las Afectaciones y las Evaluaciones aparecen en las Tablas 1,2,3 y 4.

## 7 Presentación de los resultados de la evaluación de la salinidad

Plasmar los resultados de la evaluación de la salinidad global y específica del entorno estudiado en mapas o planos cartográficos, provenientes de la superposición de los mapas individuales de los indicadores. Confeccionar los mismos por cada capa y perfil de los suelos en general y para cada época de muestreo.

## 8 Otros aspectos para la caracterización y el diagnóstico

Consultar las salidas del programa de cómputo CILIP para tener toda la información y las especificaciones relacionadas al estado de los iones en la disolución 1:5 suelo: agua.

Inspeccionar las mayores concentraciones en % o en  $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  de cada ión par, para definir la posible afectación de los iones individuales contenidos en el agua de riego, fertilizantes, mejoradores u otras sustancias a aplicar en los suelos.

Considerar las concentraciones activas individuales y las relaciones de actividad de los iones, para evaluar el efecto toxico de los iones solubles sobre el cultivo.

## NC 776: 2010

Utilizar las concentraciones activas de los iones solubles en las observaciones del efecto de los iones en solución sobre la sodificación de los suelos.

Examinar las concentraciones de los iones libres activos para determinar la influencia de los iones solubles sobre el contenido orgánico y las condiciones físicas de los suelos.

Realizar un cartograma o mapa de la valoración de la variable pH (H<sub>2</sub>O), de la profundidad de mayor acumulación de electrolitos de cada capa. La evaluación del pH aparece en la Tabla 7.

**Tabla 7 — Evaluación de la valoración del pH (H<sub>2</sub>O) de los suelos**

Símbolos	pH	Valoración
pH <sub>1</sub>	< 5,00	Muy ácido
pH <sub>2</sub>	5,00 a 5,50	Ácido
pH <sub>3</sub>	5,51 a 6,00	Medianamente ácido
pH <sub>4</sub>	6,01 a 6,50	Ligeramente ácido
pH <sub>5</sub>	6,51 a 7,50	Neutrales
pH <sub>6</sub>	7,51 a 8,00	Ligeramente alcalino
pH <sub>7</sub>	8,01 a 8,50	Medianamente alcalino
pH <sub>8</sub>	> 8,50	Alcalinos

Evaluar los cambios producidos en los suelos por diferentes prácticas de manejo, mediante la dinámica de los indicadores Conductividad Eléctrica, PSI, % de iones libres inactivos y RAS ta. Se recomienda considerar además, los factores de actividad de los iones divalentes y monovalentes, así como las concentraciones activas de cada uno en particular.

### **9 Informe de caracterización, diagnóstico y evaluación de la salinidad de la unidad de análisis**

El informe técnico de caracterización y diagnóstico, contendrá:

- La interpretación y evaluación de los resultados analíticos de los suelos, con el análisis integral de los factores naturales y antrópicos que influyen en las definiciones arribadas.
- Los cartogramas o mapas de los indicadores globales que sitúan espacialmente los niveles de la salinidad.
- Los cartogramas o mapas de los indicadores específicos, que diferencian territorialmente los niveles de la salinidad de los suelos del entorno estudiado.
- Los cartogramas o mapas resultantes de la evaluación espacial de la tendencia de la salinidad.
- Los cartogramas o mapas del pH (H<sub>2</sub>O).
- Conclusiones y recomendaciones del estudio.
- Referencia a esta Norma Cubana.

### Bibliografía

- [1] Richards, L. A.: Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils. United States Salinity Laboratory Staff, Department for Agriculture. Washington, USA, 159 pp.1969.
- [2] Flores, D. A., Gálvez, V. V., Hernández, L. O., López, A. J. G., Obregón, S. A., Orellana, G. R., Otero, G. L. y Valdéz, P. M.: Salinidad un nuevo concepto. Editorial Colima, México; 137 pp. 1996.
- [3] Hernández, J. A., Pérez, J. J. M., Bosch, I. D., Rivero, R. L., Camacho, D. E. y otros: Nueva Versión de Clasificación Genética de los suelos de Cuba. Editorial Agrinfor. Ciudad de la Habana, 64 pp.1999.
- [4] Ministerio de la Agricultura. Dirección General de Suelos y Fertilizantes: Manual de interpretación de los índices Físico – Químicos y morfológicos de los suelos cubanos. Editorial Científico – Técnica. Ciudad de la Habana, 136 pp.1984.
- [5] Navarro, N., Pérez, J., Gálvez, V., Rivero, L. y Otero, L.: Diagnóstico de la salinidad de los suelos. XIII Forum de Ciencia y Técnica del Municipio Boyeros.1999.
- [6] Otero, L.: Particularidades del intercambio catiónico de los suelos Oscuros Plásticos de la Provincia Granma relacionados con su manejo. Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto de Suelos, La Habana, 1993.
- [7] Otero, L., Valdéz, M., Curbelo, R., Gálvez, V., Navarro, N., Francisco, A. y Laguardia, T.: Manual para evaluar los resultados de la concentración de iones en el extracto 1:5 de suelos afectados por sales con vistas a su caracterización y mejoramiento. Certificación de Depósito Legal Facultativo de obras protegidas. Registro CENDA 1256 – 2003, Cuba. 2003.
- [8] Otero, L., Curbelo, R., Francisco, A., Navarro, N., Gálvez, V., Morales, R., Rivero, L., Sánchez, I., Labaut, M. y Vento, M.: "CILIP" (software). Certificación de Depósito Legal Facultativo de obras protegidas .Registro 990- 2006, Cuba. 2006.
- [9] Otero, L., Francisco, A., Gálvez, V., Morales, R., Sánchez, I., Labaut, M., Vento, M., Cintra, M. y Rivero, L.: Caracterización y evaluación de la salinidad. Registro CENDA 1689-2007, Cuba. 2007.
- [10] Otero, L., Labaut, M., Francisco, A., Gálvez, V., Sánchez, I., Vento, M., Morales, R., Curbelo, R., Cintra, M. y Montejo, J. L.: Implementar nueva metodología para la evaluación de la salinidad en Cuba. Informe final de Proyecto PR 1136. 2005.
- [11] Obregón, A. y otros: Instrucciones metodológicas para la cartografía a escala detallada de los suelos salinizados de Cuba. Instituto de Suelos, La Habana.1988.
- [12] Pena, V. J. y Castellanos, N: Metodología para los estudios de salinidad a escalas detalladas en las Empresas de producción agropecuaria. Ministerio de la Agricultura Centro de Suelos y Fertilizantes. 1986. (Mimeografiado).