

Departamento de Transportación y Obras Públicas
Autoridad de Carreteras y Transportación
Directoría de Infraestructura

DIRECTRIZ DE DISEÑO 800
Requerimientos de Encalado
Revisión: Octubre 2010

Dado que la cobertura vegetal aumenta la estabilidad de los terrenos y reduce la erosión del suelo mediante la interceptación de las gotas de lluvia y la retención de sedimentos, es necesario acondicionar el suelo para estimular el desarrollo radicular, suministrando los nutrientes necesarios para el establecimiento de una cobertura vegetal saludable en los terrenos recientemente expuestos debido a los proyectos de construcción.

Por lo tanto, es política pública de la Autoridad que en todos los diseños de carreteras se minimice la erosión de los suelos y se mejore la estabilidad mecánica de los cortes a través del establecimiento de una cobertura vegetal rápida en los suelos expuestos. Debido a que el establecimiento de una cobertura vegetal requiere la eliminación de los factores limitantes del suelo, siendo el pH el principal de ellos, esta directriz presenta una metodología que los diseñadores deberán aplicar para determinar los requerimientos de enmienda de calcio para corregir el pH de los suelos y subsuelos ácidos expuestos durante la construcción de los proyectos de carreteras. Dicha metodología se explica a continuación:

1. Identificación de las Órdenes del Suelo presentes en el proyecto

Siendo un área relativamente pequeña, Puerto Rico contiene nueve de las once órdenes de suelos reconocidas por el Servicio de Conservación de Recursos Naturales (NRCS), antiguo Servicio de Conservación de Suelos (SCS, por sus siglas en inglés) del Departamento de Agricultura Federal (SCS, 1992). De las nueve órdenes, tres contienen suelos y subsuelos ácidos; estas órdenes son: Ultisoles, Oxisoles e Inceptisoles. Existen otras tres órdenes de suelo, que también contienen suelos ácidos (Histosoles, Spodosoles y Entisoles), pero éstos ocurren en áreas relativamente pequeñas que están generalmente en áreas protegidas por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) o el Servicio de Pesca y Vida Silvestre (USFWS, por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos. Estas áreas incluyen dunas de arena a lo largo de la zona costanera norte, el Caño Tiburones y los humedales tipo manglar a lo largo de la costa.

La Tabla 1 muestra las series de suelos bajo cada una de las tres órdenes de interés que contienen suelos y subsuelos ácidos y que, por lo tanto, requieren de

DIRECTRIZ DE DISEÑO 800
Requerimientos de Encalado
Revisión: Octubre 2010

la aplicación de cal para corregir el pH y promover condiciones favorables para el desarrollo de cobertura vegetal.

Tabla 1. Series de Suelos de Puerto Rico con Subsuelos Ácidos (No incluye las series en las órdenes de Histosols, Spodosols and Entisols)

<u>Orden</u>	<u>Suborden</u>	<u>Gran Grupo</u>	<u>Serie de Suelo</u>
Inceptisoles	Tropepts	Humitropepts	Adjuntas Cuchillas Utado
		Dystropepts	Añones Mariana Mayo Parcelas Pellejas Sabana Santa María Yunes
Oxisoles	Aquox	Haplaquox	Moteado
	Udox	Acrudox Hapludox	Nipe Bayamón Catalina Coto Limonos Los Guineos Rosario
		Kandiudox	Duguey Zarzal

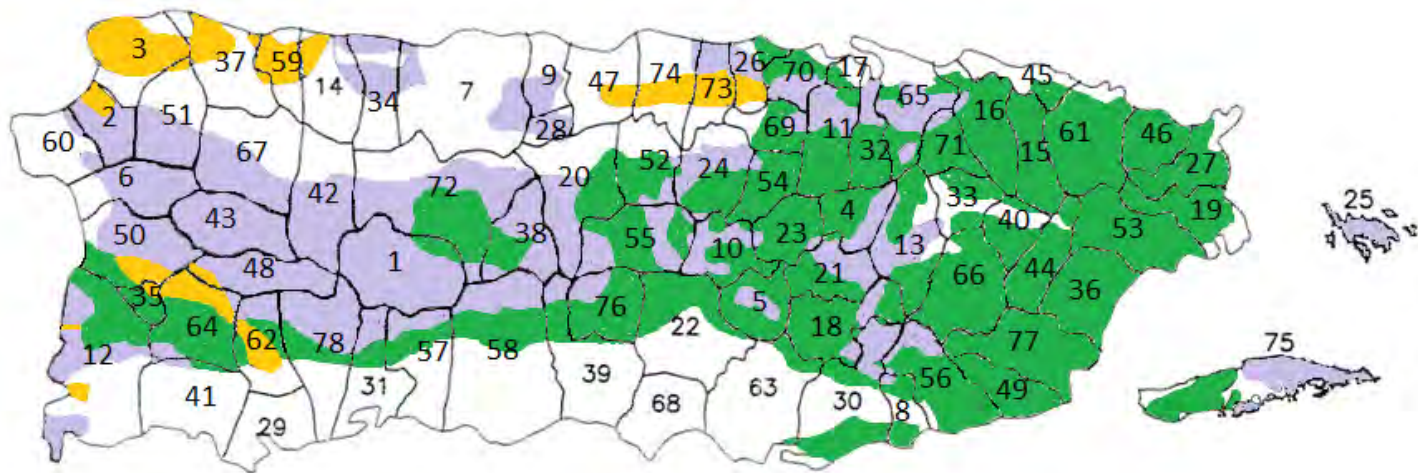
DIRECTRIZ DE DISEÑO 800
 Requerimientos de Encalado
 Revisión: Octubre 2010

Tabla 1 (Continuación)

<u>Orden</u>	<u>Suborden</u>	<u>Gran Grupo</u>	<u>Serie de Suelo</u>
Ultisoles	Aquults	Epiaquults Plinthaquults	Ciales Sabana Seca
	Udults	Hapludults	Consejo Ingenio Jagueyes Lirios Maricao Patillas Río Piedras
		Paleudults	Almirante Bejucos Cidral Espinoso Guanajibo Jobs Maleza Moca Vega Alta
		Rhodudults	Voladora
		Haplohumults	Aibonito Alonso Consumo Corozal Cristal Daguao Humatas Naranjito Picacho
		Palehumults	Aceitunas Torres Yunque
	Ustults	Haplustults	Palmarejo

DIRECTRIZ DE DISEÑO 800
Requerimientos de Encalado
Revisión: Octubre 2010

El mapa adjunto muestra la localización gráfica de estas Órdenes de Suelo y utiliza como marco de referencia los límites municipales de Puerto Rico; este mapa es una guía para determinar la localización aproximada de los suelos ácidos. Con base de este mapa el diseñador localizará el área de proyecto para determinar si su proyecto está en un área con suelos ácidos. De estarlo, la identificación de la serie de suelo deberá hacerse utilizando los **Catastros de Suelo** de cada región, preparados por el Servicio de Conservación de Recursos Naturales, anteriormente Servicio de Conservación de Suelos.



Leyenda



Municipality	Municipality	Municipality	Municipality	Municipality	Municipality
1 Adjuntas	14 Camuy	27 Fajardo	40 Juncos	53 Naguabo	66 San Lorenzo
2 Aguada	15 Canóvanas	28 Florida	41 Lajas	54 Naranjito	67 San Sebastián
3 Aguadilla	16 Carolina	29 Guánica	42 Lares	55 Orocovis	68 Santa Isabel
4 Aguas Buenas	17 Cataño	30 Guayama	43 Las Marías	56 Patillas	69 Toa Alta
5 Aibonito	18 Cayey	31 Guayanilla	44 Las Piedras	57 Peñuelas	70 Toa Baja
6 Añasco	19 Ceiba	32 Guaynabo	45 Loíza	58 Ponce	71 Trujillo Alto
7 Arecibo	20 Ciales	33 Gurabo	46 Luquillo	59 Quebradillas	72 Utuado
8 Arroyo	21 Cidra	34 Hatillo	47 Manatí	60 Rincón	73 Vega Alta
9 Barceloneta	22 Coamo	35 Hormigueros	48 Maricao	61 Río Grande	74 Vega Baja
10 Barranquitas	23 Comerío	36 Humacao	49 Maunabo	62 Sabana Grande	75 Vieques
11 Bayamón	24 Corozal	37 Isabela	50 Mayagüez	63 Salinas	76 Villalba
12 Cabo Rojo	25 Culebra	38 Jayuya	51 Moca	64 San Germán	77 Yabucoa
13 Caguas	26 Dorado	39 Juana Díaz	52 Morovis	65 San Juan	78 Yauco

2. Determinación del pH del suelo presente en el proyecto

Una vez que el diseñador haya localizado el proyecto en el mapa adjunto y determinado la(a) serie(s) de suelo que existen a lo largo del proyecto, leerá de la Tabla 2 el (los) valor(es) promedio(s) de pH del (de los) suelo(s) presente(s) en el proyecto.

Tabla 2. Valores Promedio de pH para cada una de las Órdenes/Series de Suelo

INCEPTISOLES Orden/Series	pH (H₂O)
Adjuntas	4.7
Anones	4.5, 4.6
Mariana	4.1, 4.3
Mayo	4.5, 4.8
Utuado	5.2
Santa Marta	4.7, 5.1
Parcelas	5.5

ULTISOLES Orden/Series	pH (H₂O)
Aibonito	4.3
Almirante	3.6, 3.8, 4.0, 4.9
Alonso	3.6, 3.8, 4.1, 4.4
Bejucos	4.3, 4.5, 4.9, 5.4
Consejo	4.6, 4.8
Naranjito	4.0, 4.1, 4.2, 4.5
Palmarejo	3.9, 4.0, 4.1
Picacho	4.9, 5.0, 5.1
Vega Alta	4.7, 4.9, 5.2
Espinoza	4.3, 5.4
Humatas	4.6, 4.9
Ingenio	4.6, 4.7
Maleza	4.3, 4.7
Moca	4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.9

DIRECTRIZ DE DISEÑO 800
Requerimientos de Encalado
Revisión: Octubre 2010

OXISOLES Orden/Series	pH (H₂O)
Bayamón	3.6, 4.3
Catalina	4.8, 4.9, 5.0
Comerío	4.7, 4.9
Coto	4.8, 4.9, 5.0, 5.3
Daguey	4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7
Delicias	5.0, 5.1, 5.2, 5.6
Limones	4.8, 5.1, 5.2
Los Guineos	4.3, 4.4, 4.5, 4.7
Moteado	4.6, 4.7, 4.8
Nipe	5.6, 5.8, 6.0
Zarzal	4.9, 5.0, 5.1, 5.2

3. Cálculo del Encalado

El encalado de un suelo se define como la cantidad de carbonato de calcio (CaCO₃) o su equivalente, que es necesario aplicar al suelo para elevar su pH a un nivel predeterminado para la producción de un cultivo.

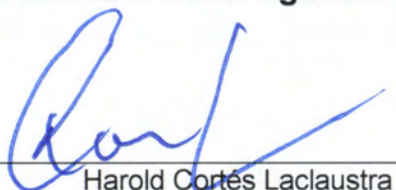
Para propósitos de esta directriz, el requerimiento de encalado es la cantidad de cal hidratada (Ca(OH)₂) necesaria para elevar el pH de un suelo o subsuelo a un valor final de 5.5. El límite de pH 5.5 fue seleccionado debido a que la mayoría de los cultivos se desarrollan bien a este pH; niveles más altos pueden ocasionar la precipitación de otros nutrientes importantes y de desarrollo de condiciones indeseables para el crecimiento de las plantas.

La Tabla 3 contiene los requerimientos de cal para cada una de las tres órdenes de suelo de interés (Ultisoles, Inceptisoles y Oxisoles) en libras por acre (Lb/Ac). Una vez el diseñador haya identificado la presencia de suelos ácidos en su proyecto y determinado su pH, utilizará estas tablas para computar la cantidad de cal necesaria para neutralizar dichos suelos ácidos.

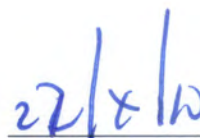
Tabla 3. Requerimientos de Cal para cada una de las Órdenes de Suelo

pH Suelo	Inceptisoles	Ultisoles	Oxisoles
	Ca(OH) ₂ (Lb/Ac)	Ca(OH) ₂ (Lb/Ac)	Ca(OH) ₂ (Lb/Ac)
3.00	6,805	7.649	3,164
3.10	6,805	7.649	3,164
3.20	6,805	7.649	3,164
3.30	6,805	7.649	3,164
3.40	6,805	7.649	3,164
3.50	6,805	7.649	3,164
3.60	6,805	7.649	3,164
3.70	6,805	7.649	3,164
3.80	6,805	7.649	3,164
3.90	6,805	7.649	3,164
4.00	5,943	6,722	2,609
4.10	5,943	6,722	2,609
4.20	5,943	6,722	2,609
4.30	5,943	6,722	2,609
4.40	5,943	5,795	2,609
4.50	5,943	4,497	2,609
4.60	5,943	3,477	2,609
4.70	4,221	2,828	2,054
4.80	3,101	2,272	2,054
4.90	2,326	1,808	1,499
5.00	1,723	1,437	1,221
5.10	1,421	1,159	833
5.20	1,034	788	555
5.30	689	510	389
5.40	345	232	167
5.50	129	---	---

Esta directriz tiene vigencia inmediatamente.



Harold Cortés Laclaustra
 Director Ejecutivo Auxiliar
 para Infraestructura



Fecha