



República Argentina - Poder Ejecutivo Nacional
2018 - Año del Centenario de la Reforma Universitaria

Informe

Número:

Referencia: NORMA TÉCNICA PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE BARROS Y BIOSÓLIDOS GENERADOS EN PLANTAS DEPURADORAS DE EFLUENTES LÍQUIDOS CLOACALES Y MIXTOS CLOACALES-INDUSTRIALES

ANEXO

NORMA TÉCNICA PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE BARROS Y BIOSÓLIDOS GENERADOS EN PLANTAS DEPURADORAS DE EFLUENTES LÍQUIDOS CLOACALES Y MIXTOS CLOACALES-INDUSTRIALES

TÍTULO I - DEFINICIONES

ARTÍCULO 1°.- Para los fines de la presente NORMA TÉCNICA se aplican las siguientes definiciones:

ATRACCIÓN DE VECTORES: Potencial de los barros cloacales y biosólidos de atraer roedores, insectos voladores y rastrosos, y otros organismos capaces de transportar y transmitir agentes infecciosos.

BARROS CLOACALES: Mezcla de sólidos con distinto porcentaje de humedad originados como consecuencia de las operaciones de depuración de los efluentes líquidos cloacales y mixtos cloacales industriales.

Nota: Los barros cloacales también son definidos como LODOS CLOACALES.

BIOSÓLIDOS: Barros cloacales sometidos a tratamientos de estabilización y/o higienización mediante procesos físicos, químicos o biológicos.

CARGA MÁXIMA ADMITIDA: Dosis máxima de aplicación de biosólidos en cuerpo receptor, según la concentración de Elementos Potencialmente Tóxicos.

CUERPO RECEPTOR: Toda superficie apta para la aplicación o disposición contemplada en la presente norma. Quedan excluidos los cuerpos de agua superficial y subterránea.

DISPOSICIÓN: Incorporación o tratamiento de barros cloacales o biosólidos a un cuerpo receptor sin propósito de uso, ya sea en contacto directo con este último o en dispositivos especialmente diseñados para su aislamiento del medio.

ELIMINACIÓN: Transformación de barros cloacales o biosólidos mediante tratamientos térmicos.

DOSIS ANUAL DE BIOSÓLIDOS: Cantidad máxima de biosólidos (en peso seco) que puede ser aplicada a una unidad de superficie de suelo durante un período de UN (1) año.

ELEMENTOS POTENCIALMENTE TÓXICOS (EPTs): Son elementos tóxicos en bajas concentraciones, comúnmente denominados “metales pesados” a pesar que algunos de ellos no son metales. Varios son micronutrientes esenciales para las plantas y los animales.

ENMIENDA: Sustancia o mezcla de sustancias de carácter inorgánico, orgánico, o biológico que incorporada al suelo modifique favorablemente sus caracteres físicos, fisicoquímicos, químicos o biológicos sin tener en cuenta su valor como fertilizante.

ENMIENDA ORGÁNICA: Sustancia orgánica que actúa como enmienda.

ESTABILIZACIÓN: Proceso que involucra el o los tratamientos destinados a reducir la atracción de vectores y los procesos de biodegradación.

FORMAS DE USO: Empleo de biosólidos según los usos establecidos de acuerdo a los valores de referencia definidos en la presente norma.

HIGIENIZACIÓN: Proceso que involucra el o los tratamientos tendientes a la disminución del contenido de agentes patógenos.

SITIOS DEGRADADOS: Lugares en los que, debido a actividad antrópica o a fenómenos naturales, ha ocurrido un deterioro del suelo por la alteración de sus propiedades o su desaparición y que afecta la capacidad de soporte de la vegetación preexistente. El término se hace extensivo a los lugares en donde ha ocurrido un deterioro o desaparición de la vegetación natural o implantada y en los que se incrementa la susceptibilidad del suelo o procesos de degradación.

TECNOSOLES: material tipo suelo, suelo removido por excavación, suelos artificiales, suelos tratados o material de relleno.

VALOR DE REFERENCIA: Cifra establecida que expresa los valores admisibles de:

- a) la concentración de un determinado elemento o compuesto químico en un cuerpo receptor;
- b) la concentración de un determinado elemento o compuesto químico en barros o biosólidos;

TÍTULO II – OBJETIVO Y ALCANCE

ARTÍCULO 2º.- La presente NORMA TÉCNICA tiene por objeto establecer los criterios para el manejo, tratamiento, utilización, disposición o eliminación de los barros y biosólidos resultantes de las diferentes operaciones unitarias que realicen las plantas depuradoras de efluentes líquidos cloacales y mixtos (cloacales-industriales), a efectos de asegurar una gestión sustentable de estos materiales.

ARTÍCULO 3º.- La presente NORMA TÉCNICA tiene el propósito de proteger y preservar la salud y el ambiente, conformando una guía metodológica de referencia para las diferentes jurisdicciones donde entes públicos o privados presten el servicio sanitario de depuración de efluentes líquidos cloacales y mixtos (cloacales-industriales).

ARTÍCULO 4º.- Los biosólidos que se encuentren por encima de los valores de referencia de la Tabla N° 2 del ANEXO II o que posean alguna de las características que los definen como peligrosos en los términos del marco regulatorio vigente, no serán considerados aptos para su utilización, según las FORMAS DE USO definidas en el Artículo 10 del TÍTULO IV- FORMAS DE USO Y DISPOSICIÓN.

TÍTULO III - TIPOLOGÍA Y CLASIFICACIÓN DE BIOSÓLIDOS

ARTÍCULO 5°.- Los biosólidos deberán ser clasificados conforme al presente Título y atendiendo el diagrama de flujo del ANEXO I.

ARTÍCULO 6°.- Clasificación de los biosólidos:

BIOSÓLIDOS CLASE A: Barros cloacales sometidos a alguno de los tratamientos descritos en el Punto 1 del ANEXO III (PRFP), procesos destinados a reducir fuertemente su nivel de patogenicidad y su capacidad de atracción de vectores, y que cumplan con alguno de los indicadores de estabilización de la Tabla N° 1 del ANEXO II y con el nivel de patógenos establecido para CLASE A de la Tabla N° 3 del ANEXO II.

BIOSÓLIDOS CLASE B: Barros cloacales sometidos a alguno de los tratamientos descritos en el Punto 2 del ANEXO III (PRSP), procesos destinados a reducir significativamente su nivel de patogenicidad y su capacidad de atracción de vectores, y que cumplan con alguno de los indicadores de estabilización de la Tabla N° 1 del ANEXO II, y con el nivel de patógenos establecido para CLASE B de la Tabla N° 3 del ANEXO II.

ARTÍCULO 7°.- Los biosólidos generados a través de alguno de los tratamientos definidos en el ANEXO III, que no logren alcanzar los niveles de estabilización definidos en la Tabla N°1 del ANEXO II o los niveles de patógenos de la Tabla N°3 del ANEXO II para biosólidos CLASE B, podrán ser tratados nuevamente hasta alcanzar los parámetros requeridos para su uso, o bien disponerse o eliminarse conforme la presente norma.

ARTÍCULO 8°.- Los barros cloacales que no posean tratamiento o que no puedan certificar alguno de los tratamientos definidos en el ANEXO III deberán ser dispuestos o eliminados según las alternativas definidas en el Artículo 10.

ARTÍCULO 9°.- La frecuencia de muestreo necesaria para las clases A y B de biosólidos son las indicadas en la Tabla N° 4 del ANEXO II, cuya periodicidad está dada en función de la cantidad de biosólidos generados. Los procedimientos de muestreo se encuentran sugeridos en el ANEXO VI.

TÍTULO IV - FORMAS DE USO Y DISPOSICIÓN

ARTÍCULO 10.- Se establecen las siguientes FORMAS DE USO, DISPOSICIÓN Y ELIMINACIÓN.

1 - FORMAS DE USO

1.1 FORESTACIÓN Y FLORICULTURA

Como enmienda en plantaciones forestales, ornamentales y viveros. Aplicaciones a parcelas forestadas juveniles o maduras. Reforestación en áreas disturbadas o reservas naturales y para promover el establecimiento de la vegetación.

1.2 RECUPERACIÓN DE SITIOS DEGRADADOS

En regiones sujetas a estados o grados incipientes de desertificación o pérdida de cobertura vegetal o suelo, derivados de causas naturales o antrópicas. Rehabilitación o mejoramiento de sitios degradados. Rehabilitación de pasivos ambientales.

1.3 RESTAURACIÓN DEL PAISAJE

En áreas que fueron sometidas a extracción minera, cobertura superficial o relleno de escombreras, canteras, tosqueras agotadas o diques de cola. Elaboración de tecnosoles para relleno o cobertura final en áreas de excavación o en aquellas sujetas a pérdida de suelos superficiales debido a obras de infraestructura. Mejora del paisaje.

1.4 ELABORACIÓN DE ABONOS O ENMIENDAS

Como insumo en procesos de elaboración de abonos o enmiendas orgánicas a través de tratamientos físicos, químicos y biológicos que modifiquen su calidad original.

1.5 CIERRE DE RELLENOS SANITARIOS

Como cobertura final o bio-coberturas en las acciones de clausura de rellenos sanitarios de residuos sólidos urbanos y en actividades de revegetación de los mismos.

1.6 PAISAJISMO

En la contención de taludes de caminos, rutas nacionales y provinciales. Parquización, jardines públicos y campos deportivos. Creación de hábitats con motivos estéticos.

1.7 OTROS USOS

Como insumo en la elaboración de elementos para la construcción, valorización energética y biorremediación de hidrocarburos, y otros que puedan incorporarse según el Artículo 8°, inciso a) de la presente resolución.

2. DISPOSICIÓN

2.1 COBERTURA DE RELLENOS SANITARIOS

Disposición como cobertura de las capas diarias de las celdas en rellenos sanitarios.

2.2 RELLENO SANITARIO EN CELDAS SEPARADAS

Comprende la disposición de barros cloacales o biosólidos en celdas especialmente asignadas dentro de un relleno sanitario o en instalaciones diseñadas a este sólo efecto.

2.3. INCORPORACIÓN A RELLENO SANITARIO

Comprende la disposición de barros cloacales o biosólidos como parte de un relleno sanitario para residuos sólidos urbanos con restricciones de cantidad máxima a disponer en relación con el total de residuos depositados.

2.4 TRATAMIENTO BIOLÓGICO EN SUELO ("LANDFARMING")

Comprende la aplicación controlada de barros o biosólidos en el horizonte superficial del suelo o sobre este último, acompañado por un monitoreo continuo y un manejo adecuado para dar lugar a procesos biológicos que permitan degradar y transformar los constituyentes orgánicos e inmovilizar los compuestos o elementos inorgánicos presentes en dichos barros en predios que hayan sido habilitados por la autoridad local.

3. ELIMINACIÓN

3.1 INCINERACIÓN

Comprende la combustión de barros cloacales o biosólidos a altas temperaturas en cámaras de combustión

destinadas exclusivamente a esta finalidad y que hayan sido habilitadas por la autoridad local.

TÍTULO V - REQUERIMIENTOS, RESTRICCIONES Y APTITUDES DIFERENCIALES PARA EL USO Y APLICACIÓN DE BIOSÓLIDOS

ARTÍCULO 11.- Los biosólidos CLASE A podrán ser utilizados sin restricciones sanitarias para todas las FORMAS DE USO definidas en el Artículo 10.

ARTÍCULO 12.- Los biosólidos CLASE B poseen las siguientes restricciones sanitarias:

- a. Para las FORMAS DE USO 1.1, 1.2 y 1.3, el acceso al público y animales se debe restringir durante UN (1) año a partir de su aplicación;
- b. No podrán ser utilizados para la FORMA DE USO 1.6;
- c. No podrán ser utilizados en sitios con alta exposición, de contacto directo o de alto tránsito, como tampoco en establecimientos tales como hospitales, escuelas o conjuntos de viviendas.
- d. No podrán ser utilizados en sitios ubicados a menos de 100 metros de distancia de viviendas o establecimientos como los mencionados en el punto c.

ARTÍCULO 13.- No podrán aplicarse biosólidos cuando la concentración de Elementos Potencialmente Tóxicos que se encuentra en el cuerpo receptor, supere los valores de referencia definidos en la Tabla N° 5 del ANEXO II.

ARTÍCULO 14.- La cantidad de biosólidos que se puede aplicar por año en un cuerpo receptor viene determinada por la DOSIS ANUAL DE BIOSOLIDOS (DAB). La misma se debe calcular para las FORMAS DE USO 1.1, 1.2, 1.3 y 1.6., según se detalla en el Anexo IV, punto A.

ARTÍCULO 15.- La cantidad máxima de biosólidos que se puede aplicar en un cuerpo receptor viene determinada por la DOSIS MÁXIMA DE APLICACION (DMA). La misma se debe calcular para las FORMAS DE USO 1.1, 1.2, 1.3 y 1.6., según se detalla en el Anexo IV, punto B.

ARTÍCULO 16.- La DAB y la DMA se deben calcular para cada uno de los ETPs definidos en las tablas del ANEXO II y definir la dosis de aplicación según el valor más restrictivo. No podrán utilizarse los biosólidos cuando por la aplicación de los mismos se superen los valores de referencia definidos en la Tabla N° 7 del ANEXO II.

ARTÍCULO 17.- Se podrá considerar para las FORMAS DE USO 1.1, 1.2, 1.3 y 1.6, previo a establecer la DAB y la DMA, el cálculo de la DOSIS DE APLICACIÓN POR NUTRIENTES, según los lineamientos del ANEXO V.

ARTÍCULO 18.- Para el sitio o cuerpo receptor donde se decida realizar la aplicación de biosólidos, se deben considerar los siguientes criterios o consideraciones:

- a. Estar ubicado a más de 300 metros de una captación de agua subterránea o pozos de toma de agua potable público o privado. Estar ubicado como mínimo a 300 metros del curso o cuerpo de agua más cercano (ambientes lénticos, lóticos, cuerpos permanentes o transitorios). Estar ubicado a 300 metros de áreas anegadas o donde se verifiquen procesos de afloramiento del nivel freático recurrentes, tanto de origen natural o derivados de actividades antrópicas;
- b. Estar ubicado fuera de una franja contigua al punto de captación de aguas superficiales para agua potable de una longitud de 1.000 metros aguas arriba del punto de captación y 200 metros aguas abajo, y un ancho de 500 metros;

- c. Estar ubicado en áreas donde el suelo posea una permeabilidad menor a 10^{-4} cm/seg;
- d. Estar ubicado en áreas donde el suelo posea un pH superior a 5;
- e. Estar ubicado en suelos arcillosos, arcillo-limosos, franco arcillosos o franco arcillo limosos;
- f. Estar ubicado en áreas donde el nivel freático se encuentre a más de 2 metros de profundidad;
- g. Estar ubicado en áreas donde el contenido de EPT en el suelo no supere alguno de los valores de referencia que figuran en la Tabla N° 6 del ANEXO II;
- h. Estar ubicado en áreas con pendientes inferiores al DIEZ POR CIENTO (10%). En los casos de suelos con pendientes superiores al 10%, y para los sitios sujetos a restauración del paisaje, se podrá realizar aplicación localizada.
- i. Estar ubicado en zonas donde no exista un balance hídrico desfavorable o negativo para su aplicación.

ARTÍCULO 19.- Para casos específicos de aplicaciones de biosólidos en los que se verifiquen excedencias en alguno de los parámetros de uso, se podrá evaluar la aplicación de los mismos en sitios con características particulares, debiendo considerar su dosificación dentro de los márgenes de riesgo aceptables para su uso de acuerdo a la situación y ubicación geográfica particular.

ARTÍCULO 20.- A los fines de garantizar que durante el almacenamiento de barros cloacales o biosólidos no existan riesgos para la salud, el bienestar para la población y el ambiente, se recomienda que el recinto destinado a tal fin se encuentre aislado, con rejilla perimetral para recolección de lixiviados, con techo cobertor y acceso restringido. Asimismo, se requiere que los barros sean acopiados en condiciones donde se pueda asegurar que los mismos se encuentren estabilizados o no generen olores.

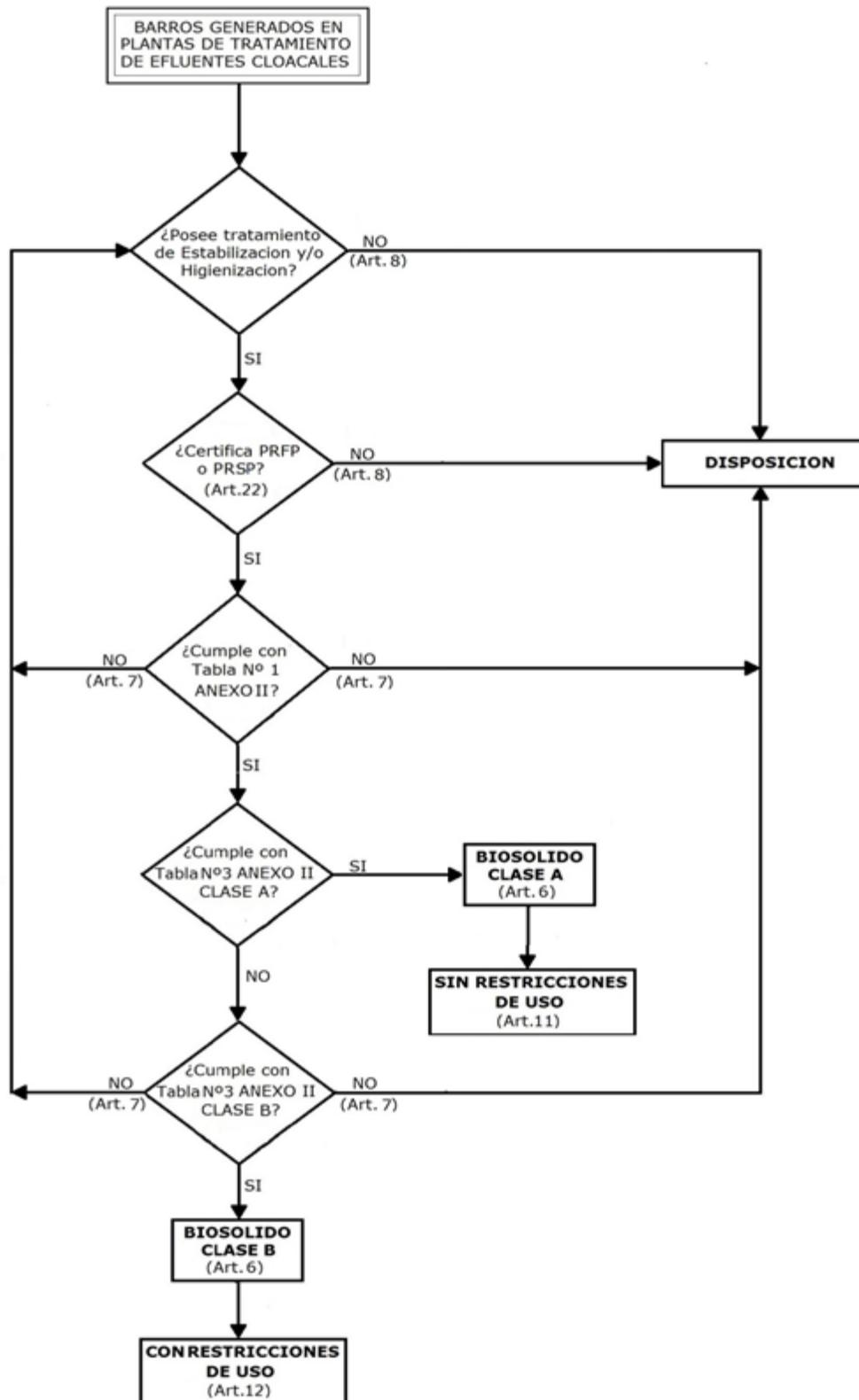
TITULO VI - PROCEDIMIENTOS PARA EL CONTROL DE GESTIÓN

ARTÍCULO 21.- El control de la gestión integral de barros cloacales generados y biosólidos producidos, requiere que las plantas depuradoras lleven un registro de la cantidad, caracterización y destino de los mismos.

ARTÍCULO 22.- Los procesos de estabilización y/o higienización establecidos en el ANEXO III deberán estar certificados por un profesional técnico calificado.

ANEXO I

DIAGRAMA DE FLUJO



Las FORMAS DE USO y DISPOSICIÓN y los REQUERIMIENTOS Y RESTRICCIONES para cada clase de biosólidos, están detallados en el Título IV y Título V respectivamente.

ANEXO II

VALORES DE REFERENCIA

Tabla N° 1

ESTABILIZACIÓN. REDUCCIÓN DE ATRACCIÓN DE VECTORES

INDICADOR *	MÉTODO ANALÍTICO	VALOR DE REFERENCIA
Reducción de Sólidos volátiles (SV)**	Método SM 2540 G	SV > 38%
ó		
Deflexión de Oxígeno (DO) ***	Método SM 2710 B	DO < 1.5 mg O ₂ /hr/g ST

(*) Por otros indicadores para determinar la reducción de atracción de vectores consultar *EPA 503 CFR 40 Control of Pathogens and Vector Attraction in Sewage Sludge*. Capítulo 8 y Apéndices C y D.

(**) Para calcular la diferencia en la Reducción de Sólidos Volátiles, se deben considerar como puntos de medición el momento previo y posterior al tratamiento elegido (ANEXO III).

(***) La Deflexión de Oxígeno se debe medir posterior al tratamiento elegido (ANEXO III)

Tabla N° 2

CONCENTRACIÓN DE ELEMENTOS POTENCIALMENTE TÓXICOS EN BIOSÓLIDOS

PARÁMETRO	MÉTODOS ANALÍTICOS	MÉTODOS DE DIGESTIÓN	VALOR DE REFERENCIA (mg/kg materia seca)
Arsénico			75
Cadmio			40
zinc			4000
Cobre			1750
Cromo Total			1500
Mercurio			25
Níquel			400
		Método EPA 3050 A; 3050 B; 3051 A	

Plomo	Método SM 3112 B, 3113 B; 3114 B; 3120 B; 3125 B		1200
	Método EPA 200.7; 200.8; 200.9		

Tabla N° 3

NIVEL DE PATÓGENOS EN BIOSÓLIDOS. CLASIFICACIÓN

PARÁMETRO	MÉTODO DE DETERMINACIÓN	BIOSÓLIDOS	BIOSÓLIDOS
		CLASE A	CLASE B
Coliformes fecales	Método SM 9221 E; 9222 D	< 1000 NMP/g MS	< 2.000.000 NMP/g MS
Salmonella	Método SM 9260 D	< 3 NMP/4 g MS	

Tabla N°4

FRECUENCIA DE MUESTREO DE BIOSÓLIDOS

Cantidad de barros generados (Tn/Año base seca)	Periodicidad	Parámetros a determinar
Menor que 300	Anual	Tablas N° 1, 2 y 3 ANEXO II
Igual o mayor que 300 y menor que 1.500	Trimestral	
Igual o mayor que 1.500 y menor que 15.000	Bimestral	
Igual o mayor que 15.000	Mensual	

Nota: para los tratamientos de estabilización realizados a través del compostaje, los parámetros definidos en el ANEXO II deberán medirse una vez finalizado el proceso y previo a ser utilizado o enviado a disposición.

Tabla N°5**CONCENTRACIÓN DE ELEMENTOS POTENCIALMENTE TÓXICOS EN SUELOS**

PARÁMETRO	VALOR DE REFERENCIA (mg/kg materia seca)
Arsénico	20
Cadmio	3
Cinc	600
Cobre	150
Cromo Total	750
Mercurio	0,8
Níquel	150
Plomo	375

Tabla N° 6**CARGA ANUAL DE APLICACION**

PARÁMETRO	VALOR DE REFERENCIA (kg/ha.año)
Arsénico	0,5
Cadmio	0,15
Zinc	30
Cobre	12
Cromo Total	3
Mercurio	0,1
Níquel	3
Plomo	15

Tabla N° 7**CARGA MAXIMA DE APLICACION**

PARÁMETRO	VALOR DE REFERENCIA (kg/ha)
Arsénico	1,8
Cadmio	0,5
Zinc	100
Cobre	40
Cromo Total	10
Mercurio	0,3
Níquel	10
Plomo	50

ANEXO III

TRATAMIENTOS DE ESTABILIZACIÓN Y/O HIGIENIZACIÓN

1. PROCESOS QUE REDUCEN FUERTEMENTE LOS PATÓGENOS (PRFP)

1.1. COMPOSTAJE

Pilas estáticas: La temperatura de la pila o hilera es mantenida a 55°C o más durante tres días.

Pilas con volteo: La temperatura de la pila o hilera es mantenida en 55°C o más durante 15 días. Durante dicho período, la hilera es volteada como mínimo cinco veces.

1.2. DIGESTIÓN ANAERÓBICA TERMOFÍLICA

Los barros son tratados en ausencia de aire, durante un período medio de 10 días a una temperatura media de 55°C.

1.3. DIGESTIÓN AERÓBICA TERMOFÍLICA

Los barros en estado líquido son agitados con aire u oxígeno a fin de mantener las condiciones de aerobiosis durante un período medio de residencia de 10 días a una temperatura entre 55 y 60°C.

1.4. SECADO POR CALOR

Los barros se someten al contacto directo o indirecto con una corriente de gases calientes a fin de reducir el contenido de humedad hasta un 10% o menos. La temperatura de las partículas de barros deben exceder los 80°C o la temperatura de los gases en contacto con los barros al momento de su salida del secador excede los 80°C.

1.5. TRATAMIENTO TÉRMICO

Los barros se calientan a 180°C o más durante 30 minutos.

1.6. PASTEURIZACIÓN

Los barros son mantenidos a una temperatura de 70°C o mayor por espacio de 30 minutos o más.

1.7. IRRADIACIÓN CON RAYOS BETA

Los barros son irradiados con rayos beta a partir de un acelerador a una dosis de al menos 1,0 megarad a temperatura ambiente (20°C).

1.8. IRRADIACIÓN CON RAYOS GAMA

Los barros son irradiados con rayos Gama a partir de ciertos isótopos, tales como Cobalto 60 y Cesio 137, a temperatura ambiente (20°C). Este proceso no se aplica a barros primarios.

2. PROCESOS QUE REDUCEN SIGNIFICATIVAMENTE LOS PATÓGENOS (PRSP)

2.1. COMPOSTAJE

Las hileras permanecen a una temperatura de 40°C o mayor durante cinco días. Dentro de este período, los barros se mantienen durante cuatro horas, en el total de los cinco días, a una temperatura mayor a los 55°C.

2.2. DIGESTIÓN ANAERÓBICA MESOFÍLICA

Los barros son tratados en ausencia de aire, durante un período medio de 15 días a una temperatura media de 35°C, o un periodo medio de 60 días a 20°C.

2.3. DIGESTIÓN AERÓBICA

Los barros se agitan con aire u oxígeno manteniendo una condición aeróbica por un tiempo determinado y a una temperatura específica. El tiempo de residencia será de 40 días a 20°C o de 60 días a 15 °C.

2.4. PLAYA DE SECADO

Los barros son secados sobre camas de arena o sobre celdas con la superficie pavimentada o no pavimentada. El período de secado no puede ser inferior a los tres meses, y durante dos de ellos la temperatura media ambiente no puede ser inferior a 0°C.

2.5. ENCALADO

Los barros son mezclados con cal, agregando la cantidad suficiente tal que el pH de la mezcla es llevado a 12 y se mantiene en dicho valor durante un período mínimo de dos horas de contacto.

2.6. ATENUACIÓN NATURAL

Los barros son estibados en hileras, con un volteo anual, durante un lapso mínimo de dos años.

ANEXO IV

A). Calculo de la DOSIS ANUAL DE BIOSOLIDOS (DAB)

La DSA que se podrá aplicar como máximo en un año a un cuerpo receptor se calcula en función de la concentración de EPT presente en los biosólidos y de los valores de referencia definidos en la Tabla N°6 del ANEXO II, según el siguiente procedimiento:

- i. Se analiza el contenido de EPT en los biosólidos a aplicar;
- ii. Se calcula la DOSIS ANUAL DE BIOSOLIDOS a aplicar para cada uno de los EPT según la siguiente fórmula:

$$DAB = (CAA \times 1.000) / C$$

Dónde:

DAB: Dosis Anual de Biosólidos sobre la base de peso seco (Tn/ha.año)

CAA: CARGA ANUAL DE APLICACION de EPT para cada compuesto (kg/ha.año), definidos en la Tabla N°6, ANEXO II

C: Concentración del EPT analizado en el biosólido (mg/kg, en materia seca)

1.000: Factor de conversión

- iii) Sobre la base en materia seca calculada en el paso anterior, se ajusta el valor obtenido considerando el porcentaje de solidos que poseen los biosólidos a emplear, obteniendo así la DOSIS REAL DE BIOSOLIDOS (DRB) según la siguiente fórmula:

$$DRB = (DAB \times 100) / MS$$

Dónde:

DRB: Dosis Real de Barros (Tn/ha.año)

DAB: Dosis Anual de Barros (Tn)

MS: Porcentaje de materia seca en el biosólido (% de solidos)

B) Calculo de la DOSIS MAXIMA DE APLICACION

La DMA define el periodo en años que se puede aplicar por hectárea en el cuerpo receptor manteniendo la DOSIS ANUAL DE BIOSOLIDOS (en materia seca DRB) calculada en el punto anterior con la misma concentración de ETPs, según la siguiente fórmula:

$$DMA = CMA / DRB$$

Tanto la DAB como la DMA deberán calcularse para cada uno de los ETP que sean considerados.

Dónde:

DMA: Dosis Máxima de aplicación (años)

CMA: CARGA MAXIMA DE APLICACION de ETPs, definidos en la Tabla N° 7 del ANEXO II (Tn/ha)

DRB: Dosis Real de Barros (Tn/ha.año)

ANEXO V

El objetivo del presente ANEXO es brindar un ejemplo metodológico para calcular la dosis de aplicación limitada por nutrientes, Nitrógeno y Fosforo. Está definido para la aplicación o uso de los biosólidos dentro de las FORMAS DE USO 1.1, 1.2, 1.3, y 1.6 establecidas en el Artículo 10.

La dosis de aplicación limitada por nitrógeno o fosforo responde al déficit estimado de nutrientes de la plantación forestal o de la flora elegida para la revegetación en las acciones de recuperación de sitios degradados y restauración del paisaje, como también en la parquización y paisajismo, donde se utilicen biosólidos.

A) CÁLCULO DE LA DOSIS DE APLICACIÓN EN BASE A NITRÓGENO

Consideraciones previas:

- Si el suelo contiene una concentración menor a 50 mg/kg de fósforo (P-Olsen), la dosis de aplicación se calcula en base al Nitrógeno.
- Si el suelo contiene una concentración entre 50 y 100 mg/kg de fosforo (P-Olsen), deberá primero calcularse la limitación de aplicación en función de la concentración de fósforo presente en los biosólidos.
- Si el suelo contiene una concentración mayor a 100 mg/kg (P-Olsen) no se deberá aplicar biosólidos.

Procedimiento:

1) Calcular cuánto Nitrógeno aportan los biosólidos:

$$N \text{ BIOSOLIDOS} = (NO_3^- - N) + K_v * (NH_4^+ - N) + F_m * (N \text{ orgánico})$$

Dónde:

N BIOSOLIDOS: Nitrógeno inorgánico disponible para las plantas durante el 1er año de aplicación (kg/Tn)

(NO₃⁻-N): Concentración de nitratos en los biosólidos (kg/Tn)

K_v: constante de volatilización de amonio en base a sistema de aplicación (0.5 aplicado en superficie, 1.0 inyectado)

(NH₄⁺-N): concentración de amonio en los biosólidos (kg/Tn)

F_m: % de mineralización del N orgánico durante el primer año.

(N Orgánico): presente en los biosólidos (kg/Tn)

Si no existen datos de amonio y nitratos se asume que para biosólidos provenientes de barros poco estabilizados el amonio puede llegar a representar hasta 50% del N total, mientras que los nitratos son menos de 0,05% del N total (pueden despreciarse para el cálculo). En el caso de biosólidos resultado del proceso de compostaje, amonio + nitratos pueden representar entre 3-8% del N total, mayoritariamente como nitratos.

Tabla 1. Porcentaje de mineralización de N según tratamiento de los barros (usar en forma decimal: % dividido por 100)

Año	Tratamiento aeróbico	Estabilización con Cal	Tratamiento anaeróbico	Compostaje
0-1	30	30	20	10
1-2	15	15	10	5
2-3	8	8	5	3
3-4	4	4	3	3
4-5	3	3	3	3

2) Calcular la DOSIS DE APLICACIÓN:

$$\text{DOSIS DE APLICACIÓN} = \text{Déficit de N} / \text{N BIOSOLIDOS}$$

Dónde:

DOSIS DE APLICACIÓN: cantidad de toneladas por hectárea a aplicar de biosólidos (Tn/ha en peso seco)

Déficit de N: Déficit de nitrógeno o requerimiento de la cantidad de N deseado a aplicar en el sitio para la plantación forestal o vegetación elegida dentro de los otros usos habilitados (kg/ ha)

N BIOSOLIDOS: Nitrógeno aportado por los biosólidos (kg/Tn)

Si se desea realizar una segunda aplicación de biosólidos al año siguiente, se deberá sumar el Nitrógeno orgánico remanente que no fue mineralizado de la primera aplicación al nitrógeno orgánico aportado por los biosólidos que serán aplicados en una segunda instancia, de manera que

$$\text{DOSIS DE APLICACIÓN (2)} = \text{Déficit de N} / (\text{N BIOSOLIDOS} + \text{N org remanente})$$

Dónde:

DOSIS DE APLICACIÓN (2): Dosis de aplicación de biosólidos durante el segundo año considerando el nitrógeno orgánico remanente proveniente de la primera aplicación

De esta manera, cada vez que se desee aplicar biosólidos en el sitio nuevamente, se deberá recalcular la dosis de aplicación considerando la acumulación de nitrógeno remanente.

B) CÁLCULO DE LA DOSIS DE APLICACIÓN EN BASE A FOSFORO

$$\text{DOSIS DE APLICACIÓN} = \text{Déficit de P} / \text{P BIOSOLIDOS}$$

Dónde:

Déficit de P: Déficit de fosforo o requerimiento de la cantidad de fosforo deseado a aplicar en el sitio para la plantación forestal o vegetación elegida dentro de los otros usos habilitados (kg/ ha)

P BIOSOLIDOS: Fosforo aportado por los biosólidos (kg/Tn)

C) CALCULO DE LA DOSIS DE APLICACIÓN EN PESO HUMEDO

Calculo en peso húmedo para Nitrógeno y Fosforo:

$$DOSIS DE APLICACIÓN (Tn/ha) = DOSIS DE APLICACIÓN / Contenido sólidos (*)$$

(*) La cantidad de solidos se encuentra expresada en decimales, no en porcentaje de sólidos.

ANEXO VI

PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

1 - Consideraciones y precauciones previas:

- Es importante que las personas involucradas en la obtención y el procesamiento de muestras cuenten con la prevención sanitaria adecuada (vacunas tétanos, hepatitis A) y protección mínima para prevenir riesgos; como anteojos de seguridad, guantes, botas, mono de polietileno y otros que se consideren necesarios.
- A su vez, el personal que realice el muestreo deberá estar instruido en procedimiento del mismo, de los riesgos y de las precauciones y medidas de seguridad necesarias al momento de la toma de muestra.
- Se recomienda realizar un registro de la toma de muestra, considerando la fecha, responsable, cantidad y lugar dónde se tomó la muestra.
- Para reducir el error y que las muestras sean representativas para analizar en laboratorio, se recomienda tomar entre 5 y 10 kg.

2 - Procedimiento de muestreo:

Barros o biosólidos líquidos a semisólidos:

A) Al ser el material una matriz heterogénea con bajo porcentaje de sólidos (entre 5 y 25% dependiendo del tipo de tratamiento y deshidratación) es aconsejable realizar muestras compensadas considerando muestrear en función del caudal o flujo de generación de barros o en función del tiempo;

B) Cuando se desea muestrear barros cloacales que se obtienen de procedimientos de deshidratación continuos, como por ejemplo filtros de banda o centrifuga, deben tomarse muestras en diferentes puntos o profundidades del tanque o volquete de acopio de barros o a diferentes tiempos del equipo de deshidratación utilizado;

C) El volumen o tamaño de cada muestra debe ser equivalente en todos los puntos de muestreo;

D) Las muestras deben mantenerse refrigeradas a 4°C hasta arribo al laboratorio.

Barros o biosólidos semisólidos a sólidos:

Método del Cuarteo:

Al ser el material una matriz heterogénea con un mayor porcentaje de sólidos (entre 25 a 90%, dependiendo del tipo de tratamiento y deshidratación), es aconsejable realizar un cuarteo, que permite la homogeneización de la muestra y que la misma sea lo más representativa posible. En los casos donde los barros o biosólidos alcancen porcentajes de deshidratación altos (mayores al 50% aproximadamente, como en el caso de playas de secado) puede que los mismos adquieran una gran dureza, necesitando ser triturados previo al cuarteo.

Procedimiento de Cuarteo:

1. Se toman como mínimo 10 kg de barros o biosólidos resultantes de los distintos procesos de tratamiento o deshidratación;
2. Con el total del material muestreado se forma una pila cónica sobre un área plana horizontal y limpia, para asegurar que no haya pérdida de material o contaminación con material extraño;
3. La pila se traspalea, mezclando y depositando cada paleada sobre la anterior hasta homogeneizarla. Luego, se aplanada sobre el vértice hasta obtener un diámetro y espesor uniformes;
4. Se divide la pila aplanada en cuatro partes iguales A, B, C, D y se eliminan las partes opuestas A y C o B y D;
5. Las partes que no fueron eliminadas se vuelven mezclar y se vuelve a cuartear hasta obtener la cantidad de muestra deseada.

ANEXO VII

REFERENCIAS Y NORMATIVAS NACIONALES E INTERNACIONALES COMPLEMENTARIAS

Instituto Argentino de Normalización y Certificación - IRAM 29559 Calidad ambiental. Calidad del suelo. *Guía metodológica para la utilización de barros o lodos tratados provenientes de plantas de tratamiento de efluentes cloacales.*

Instituto Argentino de Normalización y Certificación - IRAM 29557 Calidad ambiental. Calidad del suelo. *Caracterización de suelo excavado y otros materiales tipo suelo destinados a reúso.*

Instituto Argentino de Normalización y Certificación - IRAM 29012-13 Calidad ambiental. Calidad del agua. Muestreo. Parte 13 . *Directivas para el muestreo de barros.*

Instituto Argentino de Normalización y Certificación - IRAM 29012-15 Calidad ambiental. Calidad del agua. Muestreo. Parte 15 – *Guía para la manipulación y preservación de muestras de barros y sedimentos.*

Environmental Protection Agency - A Plain English Guide to the EPA Part 503 Biosolids Rule.

Environmental Protection Agency - EPA 40 CFR Part 503 -Control of Pathogens and Vector Attraction in Sewage Sludge.

Utah State University (USA, 2000) - National Manual of Good Practice for Biosolids (USA, 2005) y Land

Application of Biosolid

Risks Associated with Application of Municipal Biosolids to Agricultural Lands in a Canadian Context - *Canadian Municipal Water Consortium - Dr. Lynda H. McCarthy*