

**CONVENIO ENTRE
LA UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA - FACULTAD DE AGRONOMÍA
Y LA
ADMINISTRACION DE LAS OBRAS SANITARIAS DEL ESTADO**

En la ciudad de Montevideo, el día 29 de agosto dos mil dieciséis.-----

---**POR UNA PARTE:** La Universidad de la República, Facultad de Agronomía, en adelante FAgro-UdelaR, representada en este acto por el Señor Rector Doctor Roberto Markarian, y por el Señor Decano Dr. Jorge Urioste, con domicilio en la calle Garzón N° 780 de esta ciudad, y--

---**POR OTRA PARTE:** La Administración de las Obras Sanitarias del Estado, en adelante O.S.E., representada por el Ing. Milton Machado Lens y Dr. Gerardo Siri, en sus respectivas calidades de Presidente y Secretario General, constituyendo domicilio en la calle Carlos Roxlo N° 1275, deciden celebrar el siguiente Acuerdo: -----

---**PRIMERO. ANTECEDENTES:** I) Con fecha 25 de abril de 1994, O.S.E. y la Universidad de la República celebraron un Convenio Marco con el fin de ejecutar de común acuerdo proyectos y programas de complementación técnica y científica. II) El 11 de diciembre del 2013, O.S.E. y la Facultad de Agronomía (UdelaR) realizaron la firma del convenio para la realización del proyecto "Evaluación de uso de lodos de plantas de tratamiento como mejorador de suelo" aprobado por RD 1083/13 y el cual comenzó en setiembre del 2014 por un plazo de 24 meses. Este convenio se encuentra en su última etapa de ejecución habiendo alcanzado los objetivos propuestos. III) En el numeral cuarto del mencionado convenio se preveía de común acuerdo la extensión del mismo por 24 meses IV) En el marco de la normativa sobre la gestión de residuos sólidos aprobada en junio del 2013 (Decreto 182/13) OSE entregó a DINAMA un Plan de Gestión de Residuos donde se presentan medidas de adecuación para la gestión de los lodos de plantas de tratamiento. A su vez, con el fin de cumplir el principio de jerarquización,

020400.0000000000

[Handwritten signatures]

OSE debe priorizar las alternativas de minimización, reuso, reciclaje y valorización ante cualquier alternativa de disposición final. V) En setiembre de 2015 comenzó a desarrollarse una consultoría para elaborar un Plan Estratégico de Gestión de Lodos de OSE que, si bien no ha finalizado, ha identificado como práctica recomendada el uso de lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales (PTARs) como mejoradores de suelo. VI) En el marco de este proceso es que el Departamento de Suelos y Aguas de la Facultad de Agronomía de la Universidad de la República y O.S.E., han resuelto colaborar con el fin de cumplir la normativa vigente de gestión de residuos sólidos y adecuar las prácticas actuales hacia un proceso de mejora ambiental continua mediante el proyecto **“Proceso de implementación a escala real de la aplicación agronómica de lodos de PTAR como mejoradores de suelo”**.....

---**SEGUNDO. OBJETO:** La FAgro-UdelaR y O.S.E., acuerdan:

- A) Generar Planes de Aplicación de lodos de PTAR como mejorador de suelo para los casos que OSE seleccione, con un máximo de cuatro.....
- B) Generar un Plan de Control para cada caso de aplicación de lodos al suelo que permita evaluar los efectos ambientales de la misma sobre el sistema agrícola.....
- C) Desarrollar experimentos y/o análisis complementarios que fueran necesarios para ajustar dichos planes generando una mejora continua de los mismos.....

---**TERCERO. INICIO:** La fecha de inicio del Proyecto será fijada por las partes de común acuerdo.....

---**CUARTO. PLAZO:** El plazo es de 24 meses contados a partir de la firma del presente Convenio para la realización de las actividades establecidas en el proyecto que se llevarán a cabo de acuerdo al cronograma que consta en el mismo. Se prevé de común acuerdo una

extensión de 24 meses más luego de finalizado el presente proyecto para apoyar a OSE en el control y la extensión de esta práctica. -----

---**QUINTO. PRECIO:** El precio del presente asciende a la suma de dólares Estadounidenses cuarenta y cuatro mil (US\$ 44.000) O.S.E. abonará en un total de cuatro pagos a Facultad de Agronomía. Se realizará un pago inicial del cuarenta por ciento del monto total (US\$ 17.600), dos pagos intermedios del veinte por ciento (US\$ 8.800) correspondientes a la entrega de informes de avances, y un pago final del veinte por ciento (US\$ 8.800) a la entrega del informe final.-----

---**SEXTO. OBLIGACIONES:** I) Obligaciones de O.S.E.:

- a) Definir los casos para los cuales se elaborarán los Planes de Aplicación y Control.
- b) Proveer la caracterización de enmiendas, suelos y tejido vegetal en su contenido de patógenos y metales pesados según corresponda; dichos análisis se llevarán a cabo en las diferentes etapas del proyecto. Dentro de los análisis a realizarse por gestión de OSE se incluyen: Pb, Cr, Cr+6, Cd, As, Cu, Zn, Ni y Hg (metales exigidos por la propuesta de normativa), a los que se agregará de forma complementaria: Mn, Fe y Sólidos Totales. Se realizará a su vez análisis de coliformes fecales, Salmonella sp. y huevos de helmintos en cuanto a presencia de patógenos.
- c) Realizar el transporte de lodos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales hacia los predios donde se realizará la aplicación.
- d) Presentar a DINAMA para su aprobación los Planes de Aplicación y Control desarrollados.
- e) Viabilizar la implementación de los Planes de Aplicación y Control.

II) Obligaciones de la Facultad de Agronomía:

- a) Evaluación de materiales: Caracterización de lodos (enmienda) y suelos en cuanto a sus propiedades físico-químicas y contenido de nutrientes así como otras propiedades de interés agronómico.
- b) Plan de Aplicación: Definir la dosis y frecuencia de aplicación de lodos según las características de los mismos, del suelo y las necesidades de los cultivos a ser analizados. Recomendación del método de aplicación (esparcimiento, incorporación, etc).
- c) Plan de Control: Elaboración del plan de monitoreo de la aplicación de lodos al suelo considerando: métodos y frecuencias de muestreo, matrices a ser monitoreadas y parámetros a ser analizados en cada caso.
- d) Estudios complementarios para el ajuste de metodologías: evaluación de traslocación vertical de metales en suelo mediante análisis de perfiles, evaluación del percolado de materiales en suelos, desarrollo de clasificación de suelos por criterios de aptitud y desarrollo de nuevas metodologías analíticas.
- f) Entregar informes de periódicos acerca de los progresos técnicos del proyecto y un informe final con la evaluación de la experiencia así como recomendaciones de mejora.

Parámetros a evaluar en cada etapa: C orgánico y C orgánico soluble, N total, N-NH_4^+ , NO_3 , P total, K, Ca, Mg, Na, pH y conductividad eléctrica.

Los especialistas designados por la Facultad de Agronomía participarán en instancias de difusión de las experiencias organizados por OSE así como en el contacto con los diferentes productores.

---SÉPTIMO. PROPIEDAD INTELECTUAL: a) Para la ejecución de las acciones previstas, los profesionales y técnicos intervinientes de ambas partes deberán cumplir las pautas y normas de las instituciones y unidades ejecutoras donde desempeñan actividades;

b) el manejo de la información y los resultados que surjan de las acciones previstas será competencia y responsabilidad de las entidades, profesionales y personal que tenga conocimiento de los mismos por su

actividad. Esta información y resultados obtenidos deberán ser registrados de acuerdo a la legislación vigente, observando estricto respeto a la confidencialidad de los mismos;

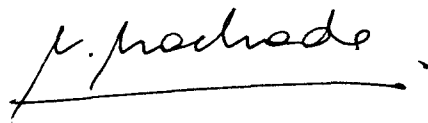
c) la propiedad intelectual que pudiese surgir de los trabajos desarrollados, será compartida entre los firmantes del presente Convenio, conforme a las leyes y reglamentos nacionales y a la Ordenanza de Propiedad Intelectual de la UdelaR.

---**OCTAVO**. La presente contratación fue autorizada por Resolución de Directorio de O.S.E. número 654/16 de fecha 1º. de junio de 2016 tramitada en el expediente número 922/2013.-----

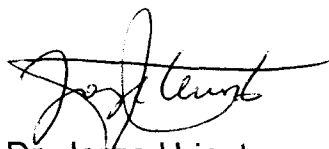
---**NOVENO**. Previa lectura, en prueba de conformidad y para constancia se suscriben tres ejemplares del mismo tenor en el lugar y fecha indicados.



Dr. Roberto Markarian
Rector UdelaR



Ing. Milton Machado
Presidente O.S.E.



Dr. Jorge Urioste
Decano Facultad de Agronomía



Dr. Gerardo Siri
Secretario General O.S.E.

PROYECTO:

**IMPLEMENTACIÓN A ESCALA REAL DE LA APLICACIÓN AGRONÓMICA DE
LADOS DE PTAR COMO MEJORADORES DE SUELO**

1. ANTECEDENTES Y OBJETIVO DEL PROYECTO

En el marco de la normativa que regula la gestión de los residuos sólidos industriales y asimilados (Decreto 182/13), OSE ha comenzado un proceso de implementación de medidas adecuación para la gestión de los lodos generados en sus procesos productivos. Dicha normativa clasifica los residuos y brinda lineamientos generales sobre su gestión incluyendo el principio de jerarquización como principio rector. El mismos indica que se deberán priorizar las alternativas de minimización, reuso, reciclaje y valorización, en este orden, ante cualquier alternativa de disposición final. En este sentido, hasta la fecha OSE ha realizado diferentes proyectos pilotos para la revalorización de los lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales (PTARs) como mejorador de suelo, siendo el más relevante el proyecto realizado en convenio con la Facultad de Agronomía (UdelaR) de fecha 11 de noviembre de 2013.

El objetivo del mencionado proyecto era: A) analizar la aplicabilidad de lodos con diferente grado de higienización y estabilización a suelos de uso agropecuario, B) analizar el efecto de la aplicación de lodos sobre suelos con características diferentes (ej. suelos con mayor y menor pH a nivel de invernáculo), C) identificar las especies vegetales, para uso como pasturas y cultivos, más propicias para la utilización de lodos como enmienda a nivel de invernáculo, y D) determinar tasas de aplicación de lodos a los diferentes tipos de suelo en función de los metales pesados y probar su potencial uso como mejorador de suelo de acuerdo a lo establecido en el Proyecto, el cual se adjunta y forma parte del presente.

El objetivo del proyecto es la implementación a escala real de la aplicación agronómica de lodos de PTAR como mejoradores de suelo. De esta manera el equipo de investigadores de la Facultad de Agronomía, que viene trabajado en la temática, asesorará a OSE en la elaboración y ejecución de Planes de Aplicación y Control para el uso de lodos de PTAR como mejorador de suelo. Dichos Planes se realizarán basados en las experiencias internacionales, los resultados que se han obtenido hasta la fecha del Plan Estratégico de Gestión de Lodos y los resultados experimentales obtenidos en el convenio previo OSE - Fac. de Agronomía (UdelaR), a la vez que se basará en los requerimientos de la propuesta de normativa generada por DINAMA.

2. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

Para cumplir con el fin antes descrito se realizará la evaluación de suelos receptores, tipos de cultivos, definición de las dosis a ser utilizadas, entre otros. Mayor detalle de estas actividades se describe a continuación:

2.1. IDENTIFICACIÓN DE CASOS

Con el fin de identificar los casos para los cuales se desarrollarán los Planes de Aplicación y Control se evaluarán los siguientes aspectos:

- Tipo de tratamiento y gestión actual de los lodos de la PTAR
- Cantidades y periodicidad de generación de lodos
- Requerimiento de superficie de aplicación por año
- Tipos de cultivos y actividades predominantes de usos de suelos
- Distancia de la PTAR a los posibles predios y posibilidad adecuada de acceso a la zona de aplicación
- Existencia de equipamiento que posibilite la correcta aplicación de los lodos
- Demanda de uso de lodos como mejorador de suelos

La cantidad de casos que se seleccionarán estará basado en la capacidad de OSE para implementarlos y controlarlos, con un máximo de cuatro. Además el comienzo de la implementación de los mismos estará escalonado en el tiempo de duración del proyecto.

2.2. PLAN DE APLICACIÓN

Se desarrollará un plan de aplicación para cada caso seleccionado tomando en cuenta los siguientes aspectos:

2.2.1. Caracterización de los lodos a aplicar

Los diferentes sistemas de tratamiento de aguas residuales pueden generar diferentes productos en cuanto al contenido de materia orgánica, humedad, nutrientes, metales pesados y carga de patógenos entre otros. Dichas características determinarán las prácticas de aplicación y/o acondicionamiento previo de los residuos necesarios para su uso como mejorador de suelo. En este sentido se definirá un plan de caracterización considerando los parámetros a determinar y la frecuencia de muestreo para los sistemas seleccionados cuyo lodo será utilizado agronómicamente.

2.2.2. Caracterización del medio receptor

Las características del medio receptor condicionan la aplicación de residuos pudiendo limitarla o requiriendo prácticas específicas. En este sentido se realizará:

- Mapeo de suelos. Identificando los tipos de suelos, así como sus principales propiedades inferidas. Si bien el ideal es contar con un mapa detallado del predio, en la primera etapa se podrá utilizar el nivel de información aceptada por el MGAP para los Planes de Uso y Manejo de Suelos Agrícolas, basado en la cartografía CONEAT.
- Análisis de textura de horizontes A y B del suelo.
- Estimación de agua disponible que el suelo es capaz de retener. A nivel de Grupos CONEAT puede consultarse en: Estimación del Agua disponible en los Grupos CONEAT de Ing Agr J. H. Molfino.
- Velocidad de infiltración en el sitio elegido
- Topografía. Porcentaje y largo de pendiente para evaluar riesgos de erosión y escurrimiento.
- Drenaje. Identificar áreas con problemas de drenaje natural o artificial así como zonas inundables.
- Presencia de napa de agua permanente
- Línea de Base de propiedades químicas del horizonte A (0-20 cm): pH, contenido de MO, cationes intercambiables (Ca, Mg, K, Na) y P disponible (Bray 1). A su vez se determinará el nivel de elementos persistentes con el fin de obtener una línea de base para el suelo a ser intervenido. Para este análisis deberá hacerse un muestreo representativo del área receptora.
- Zonas de exclusión y Zonas aptas. Se definirán dichas zonas en función del tipo de suelo, en especial la capacidad de almacenamiento de agua y la proximidad a cursos de agua, y demás zonas que restrinjan el uso (La Manna y Malcuori, 2008).

2.2.3. Planificación de la aplicación de lodos

Se desarrollarán pautas para el manejo y aplicación de lodos para lo cual se considerarán aspectos como:

- Establecer pautas de seguridad que eviten riesgos durante el transporte, así como para los operarios involucrados en la aplicación de residuos.
- Identificar prácticas correctas de aplicación respecto a la distribución e incorporación de residuos al suelo.
- Proponer la tasa y frecuencia de aplicación del lodo. La definición de la dosis de lodo a ser aplicada es de suma importancia para esta práctica ya que debe contemplar las necesidades de los cultivos, las características del suelo y el lodo así como el contenido de elementos que en elevadas concentraciones pueden causar efectos ambientales negativos. Respecto a los macronutrientes primarios (NPK), los que agregados en exceso representan mayores riesgos ambientales son N y P, por lo tanto la decisión de la dosis a aplicar deberá estar basada en estos nutrientes. Se deberá proponer la rotación del área receptora

cuando debido a repetidas aplicaciones de lodos sean superados los niveles admitidos de nutrientes en suelo, especialmente P. A su vez se establecerán límites de contenido de elementos persistentes en suelo, los que también podrán indicar la rotación del área receptora. Dichos valores de referencia se obtendrán de la bibliografía y podrán ajustarse a medida que se obtengan los resultados del plan de monitoreo.

En este sentido los investigadores de la Facultad de Agronomía propondrán las dosis de aplicación de lodo al suelo para cada caso seleccionado por OSE, tomando en cuenta las características del medio receptor, localización y sistema productivo.

2.3. PLAN DE CONTROL

El Plan de Control será planificado en conjunto entre OSE y la Facultad de Agronomía con el fin de incorporar diversos aspectos, tanto agronómicos como ambientales. A su vez, el mismo podrá ajustarse en función de las necesidades que se vayan identificando a medida que se obtengan los primeros resultados. Se consideran los siguientes aspectos:

- Registro de todas las actividades relacionadas al manejo de residuos, aplicaciones, cultivos, etc.
- Mantener áreas de amortiguación en la zona de almacenamiento y/o aplicación a terreno.
- Identificación de las áreas de intervención mediante ubicación georreferenciada. A partir de la información georreferenciada se podrá evaluar el efecto de esta práctica.
- Definir frecuencia de monitoreo para los diferentes parámetros a ser controlados.
- Monitoreo de propiedades químicas del horizonte A del suelo. Dos veces por año, preferentemente en el otoño y primavera se realizará el análisis de P disponible. En las chacras que hayan recibido varias dosis de lodos se realizará el análisis agronómico completo. En base a dichos resultados se podrá ajustar el plan de aplicación. A su vez, se realizarán análisis de las tendencias en el suelo respecto a parámetros de interés ambiental. Dicho análisis permitirá evaluar el plan de aplicación utilizado y permitirá la mejora continua del mismo. El monitoreo de los mismos será de frecuencia anual.
- En las chacras que hayan recibido más de dos aplicaciones de lodo se realizará un muestreo de suelo en grilla (total 25 puntos de muestreo, tomando una muestra compuesta en cada punto) a fin de evaluar la heterogeneidad creada en las propiedades del suelo por el sistema de distribución de lodos.

2.4. EVALUACIÓN DE LOS PLANES DE APLICACIÓN Y CONTROL IMPLEMENTADOS

Cada Plan de Aplicación y de Control elaborado en el marco del presente proyecto será presentado por OSE a DINAMA para su aprobación y posibilitar su implementación (en cumplimiento del decreto 182/13). En aquellos casos en que se implemente un Plan de Aplicación y Control durante el período de vigencia del presente proyecto, la Fac. de Agronomía asesorará a OSE al respecto.

En estos casos, se realizará una evaluación de las experiencias y se harán las recomendaciones que correspondan.

2.5. ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS

Se plantea la realización de algunos análisis complementarios con el fin de evaluar aspectos específicos que no fueron abordados en el convenio anterior.

- Análisis de perfiles de suelo. Este estudio tiene como objetivo analizar la traslocación vertical de elementos persistentes en el suelo. Esto se realizará mediante la toma de muestras de una serie de perfiles de suelo donde se han aplicado lodos de PTAR a largo plazo. Dichos perfiles se analizan en porciones para determinar la profundidad del suelo a la cual se encuentra un posible efecto de la aplicación de lodo. Estos resultados deben contrastarse con una zona control libre de aplicación.
- Análisis de percolación. Este análisis tiene como objetivo identificar posibles efectos de la aplicación del lodo de PTAR sobre las aguas subterráneas mediante infiltración de diferentes elementos y compuestos.
- Desarrollo de criterios de clasificación de los suelos según la aptitud para recibir los lodos como mejoradores de suelo. La idea es definir criterios que permitan a OSE seleccionar entre un conjunto de predios aptos, aquel que presente mejores condiciones.
- Desarrollo de nuevas metodologías analíticas para parámetros que hoy Fac. de Agronomía no realiza.

3. PLAZO Y CRONOGRAMA

El plazo para el desarrollo de las actividades será de dos años. El mismo podrá extenderse de común acuerdo. A continuación se presenta un cronograma tentativo.

Actividad	Año 1				Año 2			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
1. Identificación de casos								
2. Plan de Aplicación								
2.1 Caracterización de lodos								
2.2 Caracterización de medio receptor								
2.3 Planificación de aplicación de lodos								
3. Plan de Control								
4. Evaluación de los Planes								
5. Estudios complementarios								
5.1 Perfiles de suelo								
5.2 Análisis de percolación								
5.3 Criterios de clasificación de suelos								
5.4 Nuevas metodologías analíticas								
5.5 Curva de patógenos								

	Tiempo completo
	Tiempo parcial

4. COSTOS

El costo total del proyecto será de U\$S 182.000 de acuerdo al siguiente detalle:

4.1 Convenio con Facultad de Agronomía: U\$S 44.000

RESUMEN	\$	U\$S
1. Sueldos	757.909	
2. Total análisis	231.844	
2.1 Análisis de lodo	5.792	
2.2 Análisis de suelo	183.620	
2.3 Análisis de planta	42.432	
3. Gastos de traslado	112.000	
4. Equipos laboratorio	80.000	
5. Mant. equipos/imprevistos	30.000	
6. Overhead (15%)	181.763	
Total	1.393.516	44.000

1. Sueldos	Por mes (\$)	1 ^{er} año	2 ^o años	Total (\$)
Ayudante 20 hs semanales	11.925	155.026	170.529	
Contrato G 4 10 hs	10.782	140.169	154.185	
Compensación (3 meses G4)	46.000	138.000		
Total		433.195	324.714	757.909

2.1 Análisis lodos	
Parámetros	Costo unitario (\$)
C	108
pH	40
CE	40
N	108
P	124
K	65
Ca	87
Mg	87
Na	65
Precio unitario (\$)	724
4 sitios x 2 muestreos	8
Total (\$)	5.792

2.2 Análisis suelo chacras	
Parámetros	Costo unitario (\$)
MO	108
pH	40
CE	40
K intercambiable	65
Ca intercambiable	87
Mg intercambiable	87
Na intercambiable	65
P disponible	87
N-NO3	87
N-NH4	87
Cu disponible	87
Zn disponible	87
Cd disponible	87
Cr disponible	87
Ni disponible	87
Pb disponible	87
Precio unitario (\$)	1.275
4 sitios x 3 zonas x 3 muestreos	36
Total (\$)	45.900

2.2 Análisis perfiles del suelo	
Parámetros	Costo unitario (\$)
MO	108
pH	40
Ca intercambiable	87
Mg intercambiable	87
K intercambiable	65
Na intercambiable	65
Al intercambiable	87
P disponible	87
Precio unitario (\$)	626
4 sitios x 2 zonas x 3 puntos x 5 capas	120
Total (\$)	75.120

2.2 Análisis variabilidad propiedades del suelo	
Parámetros	Costo unitario (\$)
MO	108
pH	40
Ca intercambiable	87
Mg intercambiable	87
K intercambiable	65
Na intercambiable	65
Al intercambiable	87
P disponible	87
Precio unitario (\$)	626
4 sitios x 25 puntos	100
Total (\$)	62.600

2.3 Análisis plantas cultivos piloto	
Parámetros	Costo unitario (\$)
N	108
P	124
K	65
Ca	87
Mg	87
Na	65
Cu	87
Fe	87
Mn	87
Zn	87
Cd	87
Cr	87
Ni	87
Pb	87
Precio unitario (\$)	884
4 sitios x 3 zonas x 4 muestreos	48
Total (\$)	42.432

3. Gastos de traslado	
Nº de viajes (5 veces/sitio)	20
Km por viaje (promedio)	400
Rendimiento (km/L)	10
Gasoil/L	40
Costo combustible (\$/L)	32.000
Costo alimentación (\$)	40.000
Costo alojamiento (\$)	40.000
Total (\$)	112.000

4.2 Análisis de Laboratorio contratados por OSE: U\$S 138.000

RESUMEN	\$	U\$S
1. Físico Químicos	3.831.477	
1.1 Fracción total en sólidos	2.722.226	
1.2 Test de lixiviación	189.645	
1.3 Fracción total en tejido vegetal	356.287	
1.4 Fracción total en agua	563.319	
2. Microbiológicos	133.699	
3. Huevos de Helmintos	28.816	
4. Overhead (9,4%)	376.606	
Total	4.370.598	138.000

1.1 Fracción total en sólidos (lodos frescos y suelos) - Parámetros fijos	
Parámetros	Costo unitario c/impuestos (\$)
Pb	789
Cr total	789
Cr ⁺⁶	789
Cd	789
As	1.498
Cu	789
Zn	789
Ni	789
Hg	1.190
Mn	789
Fe	789
Sólidos Totales	227
Sólidos Volátiles	294
Precio unitario (\$)	10.311
lodos: 4 sitios x 2 muestreos	8
suelos: 4 sitios x 3 zonas x 3 muestreos	36
perfiles suelos: 4 sitios x 2 zonas x 3 puntos x 5 capas	120
variabilidad prop. suelos: 4 sitios x 25 puntos	100
Total de muestras	264
Total (\$)	2.722.226

1.1 Fracción total en sólidos (lodos frescos y suelos) - Parámetros fijos	
Parámetros	Costo unitario c/impuestos (\$)
Pb	789
Cr total	789
Cr ⁺⁶	789
Cd	789
As	1.498
Cu	789
Zn	789
Ni	789
Hg	1.190
Mn	789
Fe	789
Se	1.498
Sólidos Totales	227
Sólidos Volátiles	294
Precio unitario (\$)	13.307
lodos:4 sitios x 2 muestreos	8
suelos: 4 sitios x 3 zonas * 3 muestreos	36
perfiles suelos: 4 sitios x 2 zonas x 3 puntos x 5 capas	120
variabilidad prop. suelos: 4 sitios x 25 puntos	100
Total de muestras	264
Total (\$)	3.513.119

1.2 Test de lixiviación de lodos	
Parámetros	Costo unitario c/impuestos (\$)
As	1.498
Cd	789
Cu	789
Cr total	789
Cr ⁺⁶	789
Hg	1.311
Ni	789
Pb	789
Ba	1.498
Mo	1.498
Sb	1.498
Se	1.498
Ag	789
Zn	789
Mn	789
Al	990
Fe	789
Na	789
NO3-	655
NO2-	655
NH4+	655
PO4	655
P Total	655
N Total Kjeldahl	776
S-2	655

Demanda Química de O	528
Precio unitario (\$)	23.706
lodos: 4 sitios x 2 muestreos	8
Total (\$)	189.645

1.3 Fracción total de metales en tejido vegetal	
Parámetros	Costo unitario c/impuestos (\$)
Pb	789
Cr total	789
Cd	789
As	1.498
Hg	1.190
Ni	789
Cu	789
Zn	789
Precio unitario (\$)	7.423
4 sitios x 3 zonas x 4 muestreos	48
Total (\$)	356.287

1.4 Fracción total en agua	
Parámetros	Costo unitario c/impuestos (\$)
As	1.498
Cd	642
Cu	642
Cr total	642
Cr ⁺⁶	642
Hg	1.190
Ni	642
Pb	642
Zn	642
Mn	642
Precio unitario (\$)	7.824
4 sitios x 3 zonas x 3 muestreos	72
Total (\$)	563.319

2. Contenido de Coliformes Fecales y presencia de Salmonella sp.	
Parámetros	Costo unitario c/impuestos (\$)
Coliformes fecales	759
<i>Salmonella</i> sp	2.849
Humedad	570
Precio unitario (\$)	4.178
lodos: 4 sitios x 2 muestreos	8
suelos: 4 sitios x 3 zonas * 2 muestreos	24
Total de muestras	32
Total (\$)	133.699

3. Presencia de estructuras resistentes de enteroparásitos	
Parámetros	Costo unitario c/impuestos (\$)
Huevos de Helmintos	900,51
lodos: 4 sitios x 2 muestreos	8
suelos: 4 sitios x 3 zonas * 2 muestreos	24
Total de muestras	32
Total (\$)	28.816