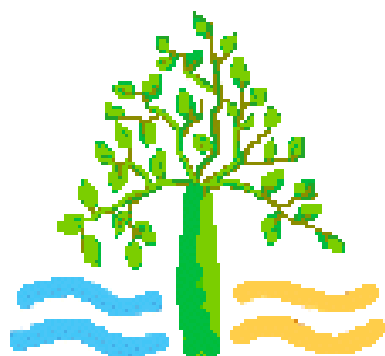


# INFORME TÉCNICO DE MONITOREO AMBIENTAL DE SUELO Y AGUAS LÍNEA BASE



**CEVALLOS CALISTO CÍA. LTDA.**

**MINA MOCORAL**  
**CÓDIGO # 182**



**CAMACHO &  
CIFUENTES**

**INGENIERIA TOTAL**

Ing. Margoth Cifuentes Campos

Montevideo Oe10-60 y Tegucigalpa, Quito, Ecuador  
Teléfonos: (099) 759-3724 / (099) 600- 8137 / (02) 256-7892 /  
E – Mail: [myicons@uio.telconet.net](mailto:myicons@uio.telconet.net)

**Imbabura, Octubre 2016**



---

**FIRMAS DE RESPONSABILIDAD DEL EQUIPO DE TRABAJO DE  
CAMACHO & CIFUENTES PARA MONITOREO AMBIENTAL**

---

Ing. Margoth Cifuentes Campos  
**ESPECIALISTA EN TECNOLOGÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL**  
**DIRECTORA DE LABORATORIO**

---

Ing. Pablo Camacho  
**ESPECIALISTA EN TECNOLOGÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL**  
**DIRECTOR TÉCNICO**

**TÉCNICOS DE CAMPO:**

---

Ing. Hugo Castillo  
**TÉCNICO LABORATORIO**

## **INFORME TÉCNICO DE MONITOREO AMBIENTAL AGUAS Y SUELOS**

INFORME : INF-AA-(LabCC01) 2016-040  
ACEPTACIÓN DE TRABAJO: Lab-CC-MCF-AT.16-078

### **RESPONSABLES:**

Ing. Margoth E. Cifuentes Campos  
Ing. Pablo A. Camacho Herold

### **ANTECEDENTES**

CEVALLOS CALISTO - CECAL Cía. Ltda. es una empresa dedicada a la explotación, procesamiento y comercialización de Carbonato de Calcio. Para este proceso, CECAL extrae la materia prima (Carbonato de Calcio), de su mina concesionada EL MOCORAL, ubicada en la provincia de Imbabura, cantón Otavalo, parroquia Selva Alegre.

Como parte del seguimiento del manejo ambiental, sobre la operación de la Mina MOCORAL, perteneciente a la Empresa CECAL, se ha efectuado el monitoreo ambiental de agua y suelo en el sitio donde se ha planificado la construcción de una nueva escombrera, a fin de determinar las características de la zona antes de ser intervenida para la construcción y posterior operación de la escombrera de la Mina "Mocoral", lo que se prevé va a generar un impacto ambiental en la zona por las actividades de construcción de la escombrera y luego por las actividades cotidianas que se realizarán en esta área incluyendo movimiento y transporte de material pétreo con retroexcavadoras y máquinas industriales.

El trabajo de monitoreo ambiental, ha sido desarrollado por el Laboratorio CAMACHO & CIFENTES de responsabilidad de la Ing. Margoth Cifuentes, Acreditado bajo la normativa ISO 17025:2005 para actividades técnicas de análisis ambiental.

El trabajo efectuado se enmarca en lineamientos y políticas establecidas por la empresa, procedimientos técnicos internos del Laboratorio CAMACHO & CIFENTES, metodologías validadas por organismos internacionales (EPA, APHA) y en sistemáticas especificadas en la legislación ambiental nacional (TULSMA).

Con los resultados obtenidos, se va a establecer el posible grado de afectación al componente suelo y agua debido a la operación de la Mina. También se realiza el análisis del cumplimiento de los parámetros analizados comparados con los valores de la normativa ambiental vigente (Acuerdo Ministerial 097-A).

## 1. INTRODUCCIÓN

El informe técnico que se presenta, corresponde a la evaluación ambiental que se realizó el día **11 de Octubre del 2016**, en la Mina MOCORAL de la empresa CECAL, incluyó:

1. Monitoreo y análisis físico químico de agua:
  - a. Riachuelo Nueva escombrera
  
2. Monitoreo y análisis de Suelos:
  - a. Sitio de la nueva escombrera (Profundidad: 0.40 m)

En el presente reporte se incluyen los datos de campo, los resultados, conclusiones y las recomendaciones pertinentes.

### 1.1 MARCO LEGAL

- [Acuerdo Ministerial No 097-A \(Noviembre 2015\) Sustituye el libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria](#) (Anexo 2, Del libro VI del texto unificado de legislación secundaria del Ministerio del ambiente: Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y Criterios de Remediación para suelos Contaminados).
- [Acuerdo Ministerial No 097-A \(Noviembre 2015\) Sustituye el libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria](#) (Anexo 1, Norma de Calidad Ambiental y de descarga de Efluentes: Recurso Aguas, Tabla # 2: Criterios de Calidad Admisibles para Preservación de la Flora y Fauna, en aguas dulces, frías o cálidas).

## 2. OBJETIVOS

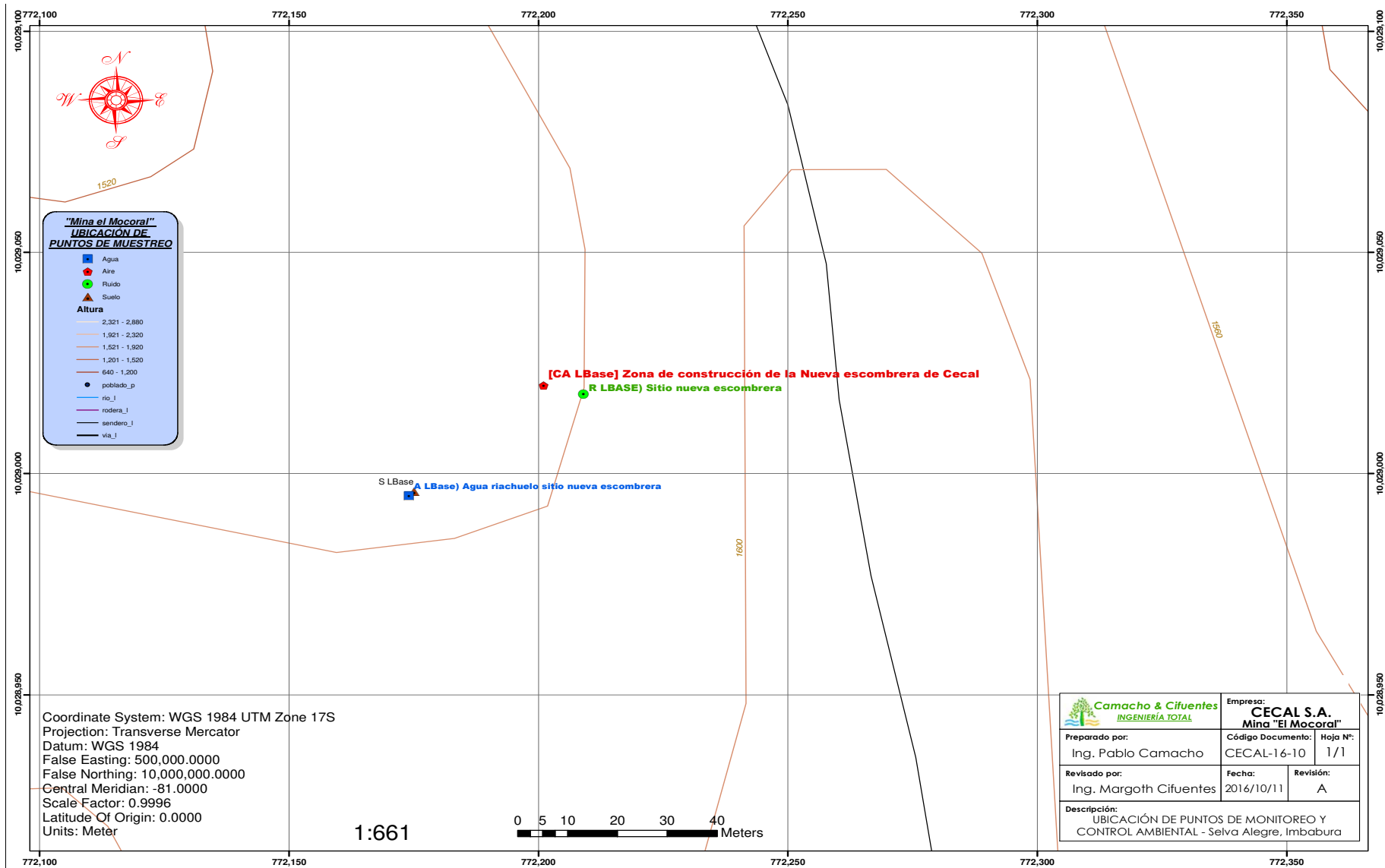
- Determinar las características de la zona en el suelo de la Mina EL MOCORAL de la empresa CECAL.
- Determinar la calidad del agua en el riachuelo donde va a estar ubicado la nueva escombrera.

## 3. DESCRIPCIÓN DEL MONITOREO AMBIENTAL

Las especificaciones del trabajo de Monitoreo Ambiental realizado en CECAL, se describen a continuación en la Tabla No. 3.1.

**TABLA No 3.1**  
**Especificaciones del Monitoreo Ambiental de la Mina EL MOCORAL de la empresa CECAL.**

TIPO DE MONITOREO	SITIO DE MONITOREO		PARÁMETROS A ANALIZARSE	CONDICIONES PARA MONITOREO
	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN		
MONITOREO Y ANÁLISIS DE AGUA	CI-129-16	RIACHUELO SITIO DE LA NUEVA ESCOMBRERA	<b>PARÁMETROS CAMPO</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• pH</li> <li>• CONDUCTIVIDAD</li> <li>• TEMPERATURA</li> </ul> <b>PARÁMETROS LABORATORIO</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ALCALINIDAD TOTAL</li> <li>• CALCIO</li> <li>• DUREZA TOTAL</li> <li>• CONDUCTIVIDAD</li> <li>• DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO</li> <li>• FOSFATOS INORGÁNICOS</li> <li>• HIERRO TOTAL</li> <li>• NITRATOS</li> <li>• NITRÓGENO AMONIACAL</li> <li>• pH</li> <li>• SÓLIDOS TOTALES</li> <li>• SULFATOS</li> <li>• TURBIDEZ</li> <li>• COLOR APARENTE</li> <li>• DBO</li> </ul>	Condiciones normales en el sitio donde se va a construir la nueva escombrera durante período diurno.
MONITOREO Y ANÁLISIS DE SUELOS	SU-131-16	SITIO DE LA NUEVA ESCOMBRERA	<b>PARÁMETROS LABORATORIO</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• COBRE</li> <li>• CALCIO</li> <li>• HIERRO</li> <li>• MAGNESIO</li> <li>• MATERIA ORGÁNICA</li> <li>• pH</li> <li>• POTASIO</li> <li>• HIDROCARBUROS TOTALES (TPH)</li> <li>• FOSFATOS INORGÁNICOS</li> </ul>	Condiciones normales en el sitio donde se va a construir la nueva escombrera durante período diurno.



**PUNTOS DE MONITOREO DE AGUA Y SUELO DEL SITIO DE LA NUEVA ESCOMBRERA "MOCORAL" DE CECAL (Detalle hidrología)**

#### 4. MONITOREO Y ANÁLISIS DE AGUAS EN LA MINA EL MOCORAL DE LA EMPRESA CECAL.

En la mina EL MOCORAL de la empresa CECAL en el cantón Otavalo, se efectuó el monitoreo de aguas en el riachuelo donde se va a construir la Nueva Escombrera, y la medición de parámetros de campo in situ, para el posterior análisis en laboratorio, de los parámetros de control establecidos por la Norma Ambiental Vigente, para determinar las concentraciones de los mismos y verificar su cumplimiento.

El muestreo de aguas se realizó en un riachuelo donde se va a construir la nueva escombrera para la mina EL MOCORAL. El muestreo se realizó con el fin de verificar la calidad del agua.

##### 4.1. Metodología y equipo utilizado

Se realizó un muestreo de agua en el riachuelo donde se va a construir la nueva escombrera. Para el monitoreo se efectuó una homogenización del medio y de los envases mediante un triple enjuague antes de la obtención de la muestra definitiva.

Se realizó la medición de los parámetros de campo: Temperatura y pH, en cada una de las muestras, con un pH metro portátil de marca HANNA calibrado, que cuenta con termocupla y electrodo de vidrio para valoración de temperatura y pH respectivamente; el equipo previo a la medición se rocía y lava con agua destilada para evitar contaminación, lo cual se repite para cada una de las tres mediciones que se realizan para verificación de la lectura.

En la Tabla No. 4.1 se indican las características del medidor químico de pH, utilizado para el monitoreo de efluentes de proceso y aguas.

**TABLA No. 4.1** Características de los equipos e instrumentos de medición

EQUIPO E INSTRUMENTOS	PARÁMETRO MEDIDO	RANGO	APRECIACIÓN	EXACTITUD
pH METRO HANNA INSTRUMENTS (HI 98127)	pH	0.0 a 14.0 pH	0.1 pH	± 0.1 pH
	Temperatura	-5 a 50 ° C	0.1 ° C	0.1 ° C

#### 4.2. RESULTADOS DEL MONITOREO Y ANÁLISIS DE AGUAS

Los análisis de parámetros físico-químicos han sido efectuados por el Laboratorio OSP, acreditado bajo la Norma ISO/IEC 17025:2005 por el OAE (Organismo Ecuatoriano de Acreditación). Los resultados obtenidos de los parámetros físico-químicos, se respaldan con los reportes del Laboratorio de Análisis OSP (Ver Anexo I).

En las Tablas de resultados 4.3 a la 4.5, se presentan los valores de los parámetros analizados en campo y los resultados obtenidos de los parámetros físico-químicos obtenidos en laboratorio; en las tablas se compara con el valor de norma establecido para el tipo de efluente<sup>1</sup> en las unidades de norma.

**TABLA No. 4.2** Ubicación de los sitios de toma de muestras en cuerpos de agua superficial

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	SITIO DE MUESTREO	COORDENADAS (UTM - WGS84)
CI-129-16	RIACHUELO DE LA NUEVA ESCOMBRERA	 <p><b>Figura No. 4.1.</b> MUESTREO RIACHUELO</p>	17N 0772174/028995

<sup>1</sup> ACUERDO MINISTERIAL 097-A, Libro VI, Anexo: Norma de Calidad Ambiental y de descarga de Efluentes: Tabla # 3: Criterios de Calidad Admisibles para Preservación de la Flora, en aguas dulces, frías o cálidas.



**TABLA No. 4.3 - Muestra Código: CI-129-16**  
**CAPTACIÓN EL MOCORAL VERTIENTE - CECAL**

ACUERDO MINISTERIAL 097-A (Nov 2015) SUSTITUYE TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE (TULSMA), Libro VI, Anexo I: Tabla # 1 "Criterios de calidad de fuentes de agua que para consumo humano y domestico requieren tratamiento convencional" Tabla # 2: Criterios de Calidad Admisibles para Preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y estuarios."

PARÁMETRO	UNIDAD	CAPTACIÓN	LÍMITE DE NORMA**	OBSERVACIÓN	MÉTODO DE ANÁLISIS
PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICOS					
pH (campo)		7.0	6 - 9	CUMPLE	SM 4500 H
Temperatura (campo)	° C	16.0	< 32	CUMPLE	TERMOCUPLA Tipo K
pH		8.2	6 - 9	CUMPLE	SM 4500 H
Conductividad	µSc/cm	311	N/A	-----	EPA 2510
Alcalinidad	mg CaCO <sub>3</sub> /L	66	N/A	-----	EPA 2320
Dureza Total	mg CaCO <sub>3</sub> /L	62	500	CUMPLE	EPA 2340
DQO	mgO <sub>2</sub> /L	12	40	CUMPLE	EPA 5220
DBO	mgO <sub>2</sub> /L	< 5	20	CUMPLE	EPA 5210
Sólidos Totales	mg/L	240	N/A	-----	EPA 2540
Color	HAZEN	< 8	N/A	-----	EPA 2120
Turbidez	UNT	< 4	N/A	-----	EPA 2130
ANIONES Y NO METÁLICOS					
Sulfatos	mg/L	< 7	N/A	-----	EPA 4500
Nitratos	mg/L	1.1	13	CUMPLE	EPA 4500
Fosfatos	mg/L	0.6	N/A	-----	
PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS					
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	49	49	LÍMITE (AC 97-A)*	SM 9223 A, B
Coliformes Totales	NMP/100 MI	540	N/A	-----	SM 9223 A, B
METALES					
Calcio	mg/L	58	N/A	-----	EPA 3500
Hierro	mg/L	0.33	0.3	AL LÍMITE	EPA 3500
Nitrógeno de amonio	mg/L	< 0.17	N/A	-----	EPA 4500

\* Acuerdo Ministerial No 97-A: En caso de aguas que exista presunción de contaminación se debe establecer el nivel de afectación y variación de concentración de Coliformes fecales en la zona de influencia.

#### 5.4. OBSERVACIONES

El muestreo se realizó siguiendo procedimientos establecidos en el laboratorio Camacho & Cifuentes, se midió parámetros en campo. Los resultados obtenidos son comparados con los límites máximos permisibles de las tablas del Acuerdo Ministerial 097-A sustituye Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), Libro VI, Anexo I: Tabla # 1 "Criterios de calidad de fuentes de agua que para consumo humano y doméstico y la Tabla # 2: "Criterios de Calidad Admisibles para Preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios."



## 5.5. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Todos los parámetros analizados en esta muestra **CUMPLEN** con los límites máximos permisibles de la normativa vigente (Acuerdo Ministerial 097-A), Tabla # 2: (Criterios de Calidad Admisibles para Preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios) a excepción del parámetro de Hierro el cual se encuentra **AL LÍMITE** de norma.

Técnicos Responsables:

 **Ing. Margoth Cifuentes**  
SERVICIOS TÉCNICOS AMBIENTALES  
LP: 05-17-1235

Ing. Margoth E. Cifuentes Campos

Ing. Pablo A. Camacho Herold

**ESPECIALISTAS EN GESTIÓN Y TECNOLOGÍA AMBIENTAL**

## **5. MONITOREO Y ANÁLISIS DE SUELOS**

Se efectuó el monitoreo de SUELO en el sitio donde se va a construir la Nueva Escombrera; en laboratorio se efectuó el análisis respectivo, de los parámetros de control establecidos por el Acuerdo Ministerial 097-A Anexo 2 para determinar las concentraciones de los mismos, comparar los valores con los límites y criterios para determinación de suelos contaminados, y verificar su cumplimiento. Los resultados del análisis permitirán dar una referencia de si existe o no afectación de los alrededores.

### **5.1. Metodología y equipo utilizado**

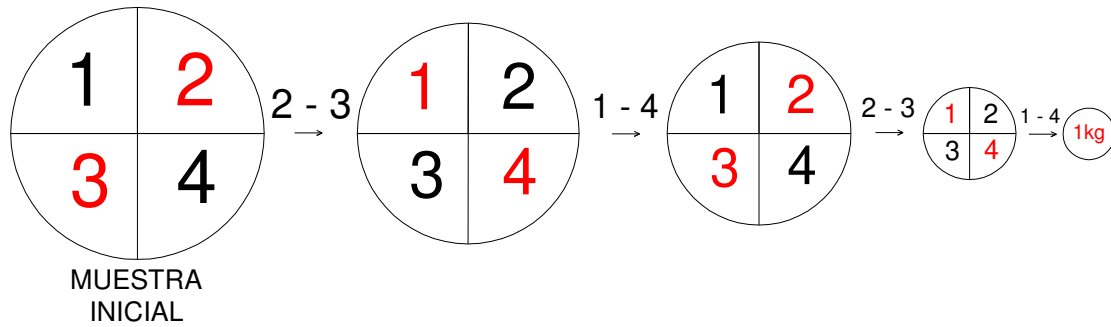
El monitoreo en el área determinada para el análisis; se efectuó la toma de muestra en envase – funda esterilizada y nueva, la cual se selló totalmente y se etiquetó luego de la muestra definitiva.

Para la toma de la muestra en el sitio seleccionado, se efectuó trazando una cuadrícula extendida sobre toda el área a analizarse; para este caso se tomaron muestras que son representativas y compuestas. Se ha efectuado una excavación de entre 30 a 50 cm, para realizar el seguimiento. Los niveles de profundidad de recolección de las muestras dependerán del diagnóstico de contaminación efectuado en el sitio y del criterio de la entidad ambiental de control y del técnico encargado de la toma de muestras.

Una vez realizadas varias submuestras, (4) en la cuadrícula, se toman 4 muestras que se mezclan hasta que presente un aspecto homogéneo, traspaleándolo de un lugar a otro aproximadamente cuatro veces, sobre una superficie horizontal, lisa y limpia como puede ser una lona. Si se utiliza una lona, el material se deposita sobre ella y se mezcla levantando simultáneamente dos vértices opuestos de la lona, haciendo rodar la muestra sin que resbale y evitando que el material se salga de ella. Se repite la misma operación con los otros dos vértices y así sucesivamente, hasta lograr la mezcla homogénea del material. De esta forma se obtiene la muestra compuesta definitiva.

Se toma en cuenta el criterio ( $\sqrt{n}$ ), ya sea para la cantidad de muestra recolectada así como para el número total de muestras a tomar con el fin de concebir un muestreo representativo.

Una vez obtenidas las diferentes muestras se las mezcló hasta obtener una muestra completamente homogénea, la cual se la cuarteo tal como se muestra en la Figura 5.1 hasta obtener un peso aproximado de 1 Kg de muestra final, la misma que se dispone para realizar el análisis físico - químico.



**FIGURA 5.1** Obtención de la muestra final por medio del cuarteo.

## 5.2. RESULTADOS DEL MONITOREO Y ANÁLISIS DE SUELOS

Los análisis de parámetros físico-químicos han sido efectuados por el Laboratorio OSP de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador, acreditado ISO 17025 para Laboratorios Ambientales.

En la Tabla de resultados 5.1 se presentan los valores de los parámetros físico-químicos analizados obtenidos en laboratorio; en las tablas se compara con el valor de norma establecido para suelos<sup>2</sup> en las unidades de norma.

A continuación se presenta la Codificación de las muestras analizadas y la ubicación de cada uno de los puntos de muestreo utilizados para obtener la muestra compuesta y representativa.

**TABLA No. 5.1**  
Ubicación y códigos de los puntos de muestreo

CÓDIGO	UBICACIÓN (Coord UTM-WGS 84)	ALTURA (m)	LUGAR DE RECOLECCIÓN
SU - 131 - 16	17 N 0772175 0028996	1577	Sitio de la construcción de la nueva escombrera (Profundidad: 40 cm)



<sup>2</sup> Acuerdo Ministerial 097-A, Libro VI, Anexo 2: Norma para calidad de suelo y Criterios de remediación.

**TABLA No. 5.2 – Nueva escombrera (Profundidad: 40 cm) – CECAL**  
**Muestra Código: SU – 131 - 16**

PARÁMETROS	UNIDAD	SU – 131 - 16	LÍMITE	OBSERVACIÓN	MÉTODO DE ANÁLISIS
COBRE	mg/kg	26	25	AL LÍMITE	EPA 3050 A
CALCIO	mg/kg	3536	N.D	----	EPA 3050 7140
HIERRO	mg/kg	10457	N.D	----	EPA 3050 7380
MAGNESIO	mg/kg	6175	N.D	----	EPA 3050 7190
MATERIA ORGÁNICA	% (p/p)	1.5	N.D	----	MÉTODO DE WALKLEY
pH		6.6	6 - 8	CUMPLE	EPA 9045 C
POTASIO	mg/kg	1428	N.D	----	EPA 3050 A 7610
HIDROCARBUROS TOTALES (TPH)	mg/kg	< 70	<150	CUMPLE	EPA 48.1
FOSFATOS INORGÁNICOS	mg/kg	6	N.D	----	COLORIMÉTRICO MOLIBDATO VANADATO

#### 5.4. OBSERVACIONES

Las muestras recolectadas son muestras compuestas que se tomaron en diferentes puntos del sitio donde se va a construir la nueva escombrera de la Mina MOCORAL de la empresa CECAL.

#### 5.5. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los SUELOS del sitio de construcción de la nueva escombrera de la Mina EL MOCORAL de la empresa CECAL **CUMPLEN** con los límites de la normativa ambiental vigente a excepción del elemento Cobre que se encuentra **AL LÍMITE** de norma..

Técnicos Responsables:



**Ing. Margoth Cifuentes**  
 SERVICIOS TÉCNICOS AMBIENTALES  
 LP: 05-17-1235

Ing. Margoth E. Cifuentes Campos



Ing. Pablo A. Camacho Herold

**ESPECIALISTAS EN GESTIÓN Y TECNOLOGÍA AMBIENTAL**