



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

**“OBTENCIÓN DEL CONSORCIO BACTERIANO NATIVO DEL SEDIMENTO DE
LA LAGUNA DE COLTA DEL CANTÓN COLTA”**

TESIS DE GRADO

Previa la obtención del título de:

INGENIERA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

PRESENTADO POR:

PAOLA CRISTINA SERRANO AVALOS

RIOBAMBA - ECUADOR

2014

DEDICATORIA

Dedico este trabajo en primer lugar a mi ser todo poderoso Dios, por haberme dado la vida y permitirme soñar cada instante.

A mi padre Cristóbal Serrano, a mi madre Amparito Avalos por ser el pilar fundamental, ejemplo de lucha y perseverancia para seguir adelante cumpliendo con todas las metas que me propongo.

A mi hermana Mercedes que es la mujer maravillosa que me escucha y me aconseja para tomar mejor mis decisiones.

A mi abuelita Lida, a mis abuelitos y tíos que están desde el cielo guiándome con sus oraciones.

Y a todos mis amigos que forman parte muy importante en cada paso que doy.

PAOLA SERRANO A.

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que hicieron posible este proyecto, a Dios, a mi familia, a mis amigos, que sin ustedes no hubiera sido posible finalizar una etapa de las muchas más que tengo que cumplirlas.

A quienes me apoyaron con el financiamiento y participación en la fase de investigación en el Centro de Servicios Técnicos y Transferencia Tecnológico Ambiental (LABCESTTA), principalmente al Dr. Roberto Erazo, Dra. Nancy Veloz, Dra. Marcela Erazo, Ing. Verónica Bravo, Ing. Cristian Chuquín y a la docente Ing. Paola Chiluiza.

PAOLA SERRANO A.

NOMBRE

FIRMA

FECHA

Dr. Silvio Álvarez Luna

.....

.....

DECANO FAC. CIENCIAS

Dra. Nancy Cecilia Veloz

.....

.....

**DIRECTORA ESC. CIENCIAS
QUÍMICAS**

Dra. Nancy Cecilia Veloz

.....

.....

TUTOR DE TESIS

Ing. Paola Chiluzia

.....

.....

ASESOR DE TESIS

Lic. Carlos Rodríguez

.....

.....

**DIRECTOR DPTO. DE
DOCUMENTACIÓN**

NOTA DE TESIS ESCRITA

.....

"Yo Paola Cristina Serrano Avalos, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis, y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO"

.....

Paola Cristina Serrano Avalos

RESUMEN

Se realizó la obtención del consorcio bacteriano nativo del sedimento de la laguna de Colta. Cantón Colta. Provincia Chimborazo, para que se realice el tratamiento del sedimento dragado en la laguna.

Se realizó muestreos del sedimento, inoculación de muestras, aislamientos de las cepas de cultivos mixtos, con éstas cepas se efectúa la caracterización macroscópica y microscópica, se procede hacer diferentes pruebas: poder degradativo, antagonismo e identificación, para finalmente realizar la masificación, éste proceso se ejecuta para la obtención del consorcio bacteriano nativo del sedimento de la laguna de Colta. Desarrollándose con los siguientes equipos: Plasma Acoplado Inductivamente (ICP), autoclave, cámara de flujo laminar horizontal, incubadora, mufla, entre los principales.

En el desarrollo de las pruebas de poder degradativo y antagonismo, se obtuvo 9 cepas bacterianas. Luego se realizó la identificación, con un porcentaje de eficacia: P₅: *Escherichia coli-inactive*, P₆: *Xenorhabdus nematophilys*, P₁₀: *Providencia stuartii*, P₁₁: *Shigella serogroups A, B y C*, P₁₂: *Xanthomona maltophilia*, P₁₃: *Morganella morganii biogp 1*, P₁₇: *Escherichia coli-inactive*, P₁₈: *Providencia stuartii*, P₂₄: *Escherichia coli-inactive*. Finalmente se efectuó la masificación, teniendo resultados óptimos de aerobios mesófilos: 276X10⁸ UFC/mL.

De las pruebas ejecutadas y resultados obtenidos, 9 cepas son las más óptimas para conformar el consorcio bacteriano nativo del sedimento de la laguna de Colta. Se recomienda hacer el tratamiento del sedimento de la laguna de Colta, por parte del GAD de Colta, por medio de la obtención del consorcio bacteriano, para reducir impactos ocasionados en ésta área por el sedimento dragado de la laguna.

SUMMARY

Obtaining of native bacterial consortium of sediment of Colta lagoon was carried out in order to perform treatment of sediment dredging in this lagoon, in the city of Colta, in the province of Chimborazo.

Sediment sampling, sample inoculation, and isolates of the strains of mixed cultures were performed. Macroscopic and microscopic characterizations were achieved by the means of these strains. A range of tests were applied such as: degradative power, antagonism and identification, finally overcrowding; this process is executed in order to obtain native bacterial consortium of sediment of Colta lagoon through the following main supplies: Inductively Coupled Plasma (ICP), autoclave, horizontal laminar flow chamber, incubator, and muffle. Nine bacterial strains were obtained in the development of the degradative power tests. After, identification was made with efficiency: P₅: *Escherichia coli-inactive*, P₆: *Xenorhabdus nematophilys*, P₁₀: *Providencia stuartii*, P₁₁: *Shigella serogroups A, B y C*, P₁₂: *Xanthomona maltophilia*, P₁₃: *Morganella morganii biogp 1*, P₁₇: *Escherichia coli-inactive*, P₁₈: *Providencia stuartii*; P₂₄: *Escherichia coli-inactive*. Finally massification was conducted getting optimum results of aerobic mesophilic: 276X10⁸ UFC/ml.

From the tests executed and results obtained, 9 strains are the most optimum to form native bacterial consortium of sediment of Colta lagoon.

It is recommended to perform treatment of sediment dredging in Colta lagoon by GAD of Colta through obtaining of bacterial consortium in order to reduce impacts produced by sediment dredging in this lagoon in this area.

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AND	Acido desoxirribonucleico
B	Boro
°C	Grados centígrados
Ca	Calcio
Cl	Cloro
Co	Cobalto
CO ₂	Dióxido de carbono
Cr	Cromo
Cu	Cobre
EPA	Enviromental Protect Agency - Agencia de Protección Ambiental
Fe	Hierro
g	Gramo
h	Hora
hab.	Habitante
Has	Hectáreas
H ₂ S	Ácido sulfhídrico

INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
ICP	Plasma Acoplado Inductivamente
K	Potasio
Kc	Constante de equilibrio
Km	Kilómetro
KCl	Cloruro de potasio
KHPO ₄	Fosfato ácido de potasio
lag	Fase de latencia
log	Fase exponencial
m	Metro
Mg	Magnesio
MgSO ₄	Sulfato de magnesio
mL	Mililitro
Mn	Manganeso
Mo	Molibdeno
m.s.n.m	Metros sobre el nivel de mar
Na	Sodio
NaCl	Cloruro de sodio

Na_2HPO_4	Fosfato ácido di sódico
NH_4Cl	Cloruro de amonio
NH_4NO_3	Nitrato de amonio
nm	Nanómetro
OCD	Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico
P	Fósforo
pH	Potencial de hidrógeno
ppm	Partes por millón
RNA	Ácido ribonucleico
Se	Selenio
Si	Silicio
UFC	Unidad formadora de colonias
V	Vanadio
Zn	Zinc

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE GRÁFICOS

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

ÍNDICE DE CUADROS

ÍNDICE DE ANEXOS

INTRODUCCIÓN	- 1 -
JUSTIFICACIÓN	- 3 -
OBJETIVO GENERAL	- 4 -
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	- 4 -
CAPÍTULO I	- 5 -
1. MARCO TEÓRICO.....	- 5 -
1.1 Biotecnología.....	- 5 -
1.1.1 Biotecnología ambiental	- 5 -
1.2 Sedimentos	- 6 -
1.2.1 Tipos de Sedimentos.....	- 7 -
1.2.2 Contaminación de Sedimentos.....	- 8 -
1.2.3 Efectos de la contaminación	- 9 -
1.3 Eutrofización.....	- 10 -
1.3.1 Consecuencias de la eutrofización.....	- 12 -
1.3.2 Prevención de la eutrofización	- 12 -
1.4 Medios de cultivo.....	- 12 -
1.4.1 Medios sintéticos o definidos.....	- 13 -
1.4.2 Medios complejos.....	- 14 -
1.4.3 Tipos de medios	- 15 -
1.5 Estructura física y química de las bacterias	- 16 -

1.5.1	Envoltura celular: Pared celular y membrana citoplasmática	- 16 -
1.5.2	Estabilidad mecánica	- 16 -
1.5.3	Naturaleza de la envoltura celular	- 17 -
1.5.4	Mesosomas	- 18 -
1.5.5	Capa de peptidoglicano.....	- 18 -
1.5.6	Pared celular de las bacterias Gram positivas	- 19 -
1.5.7	Pared celular de las Gram negativas	- 19 -
1.5.8	Regulación osmótica	- 20 -
1.5.9	Protoplastos bacterianos:.....	- 21 -
1.5.10	Estructuras internas	- 21 -
1.6	Crecimiento bacteriano	- 24 -
1.6.1	Curva de crecimiento	- 25 -
1.7	Requerimientos nutricionales del crecimiento	- 27 -
1.8	Condiciones ambientales para el crecimiento	- 27 -
1.8.1	Factores	- 27 -
1.9	Bacterias que se encuentran en el agua	- 30 -
1.10	Interacciones microorganismos - metales	- 33 -
1.10.1	Interacciones más comunes (Ehrlich 1997)	- 34 -
1.10.2	Interacciones metabólicas-no enzimáticas.....	- 35 -
1.11	Microorganismos y metales pesados	- 35 -
1.11.1	Biosorción	- 36 -
1.11.2	Bioacumulación.....	- 36 -
1.11.3	Biom mineralización	- 37 -
1.11.4	Biotransformación	- 37 -
1.11.5	Quimiosorción mediada por microorganismos	- 38 -
CAPITULO II		- 39 -
2.	MATERIALES Y MÉTODOS	- 39 -
2.1	Descripción del área de trabajo.....	- 39 -
2.1.1	Área de estudio:	- 39 -
2.2	Materiales experimentales	- 40 -
2.2.1	Materiales y equipos	- 40 -
2.3	Métodos	- 41 -
2.3.1	Muestreo	- 41 -

2.3.2	Métodos analíticos	- 41 -
2.3.3	Método microbiológico	- 42 -
2.3.4	Norma utilizada	- 42 -
2.4	Diseño experimental.....	- 44 -
2.4.1	Características del diseño experimental.....	- 44 -
2.4.1.1	Tipo de investigación:.....	- 44 -
2.4.2	Metodología.....	- 44 -
2.4.3	Variable de control	- 44 -
2.4.4	Plan de tabulación.....	- 44 -
2.4.5	Tratamientos - Concentraciones	- 45 -
CAPÍTULO III		- 46 -
3.	PARTE EXPERIMENTAL.....	- 46 -
3.1	Preparación de agar nutritivo	- 46 -
3.1.1	Materiales, Equipos y Reactivos	- 46 -
3.1.2	Procedimiento	- 46 -
3.2	Preparación para diluciones.....	- 47 -
3.2.1	Materiales, Equipos y Reactivos	- 47 -
3.2.2	Procedimiento	- 48 -
3.3	Diluciones y siembra	- 48 -
3.3.1	Materiales, Equipos y Reactivos	- 48 -
3.3.2	Procedimiento	- 49 -
3.4	Aislamiento de cepas	- 49 -
3.4.1	Materiales, Equipos y Reactivos	- 50 -
3.4.2	Procedimiento	- 50 -
3.5	Procedimiento de tinción gram.....	- 50 -
3.5.1	Materiales, Equipos y Reactivos	- 51 -
3.5.2	Procedimiento	- 51 -
3.6	Bancos primarios.....	- 52 -
3.6.1	Materiales, Equipos y Reactivos	- 52 -
3.7	Bancos secundarios	- 53 -
3.7.2	Procedimiento	- 54 -
3.8	Prueba de poder degradativo.....	- 54 -
3.8.1	Materiales, Equipos y Reactivos	- 54 -

3.8.2	Procedimiento	- 55 -
3.8.3	Cálculos	- 55 -
3.9	Prueba de antagonismo	- 56 -
3.9.1	Materiales, Equipos y Reactivos	- 56 -
3.9.2	Procedimiento	- 57 -
3.10	Prueba de identificación	- 57 -
3.10.1	Materiales, Equipos y Reactivos	- 57 -
3.10.2	Procedimiento	- 58 -
3.11	Masificación.....	- 58 -
3.11.1	Materiales, Equipos y Reactivos	- 58 -
3.11.2	Procedimiento	- 59 -
CAPÍTULO IV.....		- 60 -
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	- 60 -
4.1	Levantamiento de la línea base.....	- 60 -
4.1.1	Ubicación geográfica del cantón Colta	- 60 -
4.1.2	Suelos	- 61 -
4.1.3	Clima y meteorología	- 64 -
4.1.4	Agua.....	- 65 -
4.1.5	Sedimentación.....	- 70 -
4.1.6	Morfometría de la laguna de Colta	- 70 -
4.1.7	Medio biológico	- 71 -
4.1.8	Medio socioeconómico.....	- 78 -
4.1.9	Uso y tendencia de las tierras	- 80 -
4.1.10	Infraestructura vial.....	- 81 -
4.1.11	Medio de interés humano.....	- 82 -
4.2	Caracterización macroscópica y microscópica de cepas bacterianas	- 93 -
4.3	Pruebas de selección	- 96 -
4.3.1	Prueba de Poder Degradativo	- 97 -
4.3.2	Prueba de Antagonismo	- 104 -
4.3.3	Prueba de identificación	- 105 -
4.3.4	Masificación.....	- 107 -
4.4	Análisis de datos del diseño experimental	- 107 -
4.4.1	Concentraciones de los mix	- 108 -

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	- 113 -
5.1	Conclusiones.....	- 113 -
5.2	Recomendaciones.....	- 115 -
	BIBLIOGRAFÍA	- 116 -
6.	ANEXOS	- 121 -
	ANEXOS N° 1: Fotografías	- 121 -
	FOTOGRAFÍA A: Recolección de muestras	- 121 -
	FOTOGRAFÍA C: Homogenización de sedimento	- 121 -
	FOTOGRAFÍA D: Inoculación de diluciones	- 122 -
	FOTOGRAFÍA E: Refrigeración de bancos bacterianos	- 122 -
	FOTOGRAFÍA F: Filtración de muestras digestadas poder degradativo	- 123 -
	FOTOGRAFÍA G: Conteo de colonias bacterianas	- 123 -
	ANEXOS N° 2: Resultados de los Análisis del LABCESTTA.....	- 124 -

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1:	Sedimentos.....	6
TABLA N° 2:	Nutrientes esenciales de las plantas.....	11
TABLA N° 3:	Bacterias presentes en el agua.....	32
TABLA N° 4:	Criterios de calidad del suelo.....	43
TABLA N° 5:	Tipos de suelo.....	63
TABLA N° 6:	Análisis físico - químico del agua.....	66
TABLA N° 7:	Cuencas hidrográficas y superficie.....	67
TABLA N° 8:	Demanda de agua potable.....	67
TABLA N° 9:	Morfometría de la laguna de Colta.....	70
TABLA N° 10:	Matriz sistema socio - cultural por componentes.....	79
TABLA N° 11:	Uso actual del suelo.....	81

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1:	Área de influencia directa.....	39
FIGURA N° 2:	Área de influencia directa.....	39
FIGURA N° 3:	Área de influencia indirecta.....	40
FIGURA N° 4:	Área de influencia indirecta.....	40
FIGURA N° 5:	Cuenca de la laguna de Colta.....	61
FIGURA N° 6:	Parroquia Santiago de Quito.....	83
FIGURA N° 7:	Parroquia Cajabamba.....	83
FIGURA N° 8:	Parroquia Sicalpa.....	84
FIGURA N° 9:	Parroquia Cajabamba.....	84
FIGURA N° 10:	Parroquia Cajabamba puente colonial.....	85
FIGURA N° 11:	Parroquia Santiago de Quito hacienda.....	86
FIGURA N° 12:	Vestimenta de adultos y niños.....	87

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 1:	Concentración de boro.....	99
GRÁFICO N° 2:	Concentración de bario.....	100
GRÁFICO N° 3:	Concentración de cobre.....	101
GRÁFICO N° 4:	Concentración de vanadio.....	103

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA N° 1:	Preparación de agar nutritivo.....	47
FOTOGRAFÍA N° 2:	Preparación de agua de peptona.....	48
FOTOGRAFÍA N° 3:	Siembra de las cepas bacterianas.....	49
FOTOGRAFÍA N° 4:	Siembra de las cepas bacterianas.....	49
FOTOGRAFÍA N° 5:	Identificación de colonias.....	50
FOTOGRAFÍA N° 6:	Siembra de colonias aisladas.....	50
FOTOGRAFÍA N° 7:	Procedimiento de Tinción GRAM.....	52
FOTOGRAFÍA N° 8:	Placas porta objetos con cepas bacterianas.....	52
FOTOGRAFÍA N° 9:	Inoculación de las cepas bacterianas.....	53
FOTOGRAFÍA N° 10:	Obtención de los bancos secundarios.....	54
FOTOGRAFÍA N° 11:	Mix en las cepas bacterianas.....	56
FOTOGRAFÍA N° 12:	Equipo- ICP.....	56
FOTOGRAFÍA N° 13:	Cepas antagónicas.....	57
FOTOGRAFÍA N° 14:	Inoculación de cepas prueba bioquímica.....	58
FOTOGRAFÍA N° 15:	Comprobación de coloraciones.....	58
FOTOGRAFÍA N° 16:	Medio mínimo con las cepas activadas.....	59

FOTOGRAFÍA N° 17: Siembra de la muestra de masificación.....	59
FOTOGRAFÍA N° 18: Cepa antagónica P ₃₁	105

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N° 1:	Diseño experimental.....	45
CUADRO N° 2:	Afectaciones parroquia Santiago de Quito.....	69
CUADRO N° 3:	Caracterización de las cepas bacterianas.....	94
CUADRO N° 4:	Cepas seleccionadas.....	96
CUADRO N° 5:	Concentración metales prueba poder degradativo.....	97
CUADRO N° 6:	Resultados primera lectura poder degradativo.....	98
CUADRO N° 7:	Concentraciones cepas bacterianas para boro.....	99
CUADRO N° 8:	Concentraciones cepas bacterianas para bario.....	101
CUADRO N° 9:	Concentraciones cepas bacterianas para cobre.....	102
CUADRO N° 10:	Concentraciones cepas bacterianas para vanadio.....	103
CUADRO N° 11:	Resultados - Prueba antagonismo.....	104
CUADRO N° 12:	Identificación de cepas bacterianas.....	106
CUADRO N° 13:	Conteo de cepas bacterianas.....	107
CUADRO N° 14:	Concentraciones del Mix 1.....	108
CUADRO N° 15:	Concentraciones del Mix 2.....	108
CUADRO N° 16:	Concentraciones del Mix 3.....	109

CUADRO N° 17:	Primera lectura de bario.....	109
CUADRO N° 18:	Segunda lectura de bario.....	109
CUADRO N° 19:	Primera lectura de cobre.....	110
CUADRO N° 20:	Segunda lectura de cobre.....	110
CUADRO N° 21:	Primera lectura de vanadio.....	111
CUADRO N° 22:	Segunda lectura de vanadio.....	111

INTRODUCCIÓN

Como consecuencia del incontrolable crecimiento urbano, en las últimas décadas hemos venido atendiendo y soportando un grave problema como es la contaminación de lagos, lagunas, ríos y mares, con el incremento constante y masivo de las aguas servidas. Entre las fuentes naturales de contaminación se encuentran fundamentalmente: las precipitaciones que arrastran pesticidas y fertilizantes aplicados en el suelo por la actividad agrícola, la descomposición de materia orgánica ejecutada por las bacterias aerobias y anaerobias, la turbiedad de las aguas producida por los sedimentos, y en general, el exceso de nutrientes y sedimentos en los lagos.

La contaminación de suelos, sedimentos y aguas es uno de los problemas ambientales más graves de nuestra región lo que es una consecuencia directa de la intensa actividad industrial y el desarrollo agrario, originando la acumulación progresiva de estos en las aguas superficiales y subterráneas.

La biodegradación de las lagunas se realiza por los microorganismos que pueden ya existir en ese sitio o pueden provenir de otros ecosistemas, en cuyo caso deben ser inoculados en el sitio contaminado (proceso de inoculación).

Un consorcio bacteriano es una asociación natural de dos o más poblaciones bacterianas, de diferentes especies, que actúan conjuntamente como una comunidad en un sistema complejo, donde todos se benefician de las actividades de los demás. Funcionalmente, un consorcio microbiano supera la suma de sus partes; sus miembros mantienen la compatibilidad metabólica y ecológica siempre y cuando las transformaciones ambientales que se generan permitan que ellos coexistan cercanamente.

El funcionamiento de lagunas permite afirmar que este tipo de sistemas naturales desempeñan un papel fundamental en incontables procesos de carácter

hidrológico, geomorfológico, ecológico, al tiempo que son depositarios de significativos valores estéticos y de valiosas nociones al respecto de los usos tradicionales del suelo. (17)

En el Ecuador se ha realizado estudios para la descontaminación y la recuperación de lagunas como la del lago San Pablo y Yahuarcocha en la Provincia de Imbabura sin resultados, ya que el lago San Pablo ha acumulado en su interior más de 20 metros de sedimentación como producto de las actividades propias del hombre, lo preocupante es que este lago solo tiene 44 metros de profundidad y gran parte del sedimento contaminante proviene de las aguas servidas de las 38 comunidades de ésta provincia, las que desembocan sin ningún tratamiento en el lago. Publicado en el diario en línea: hoy.com.ec, el 28 de abril del 2009.

El Cantón Colta de la Provincia de Chimborazo posee una laguna en la cual presiones como la contaminación y proliferación de la totora influyen en la misma con una severidad alta, la eutrofización, la modificación de los niveles de agua y la sedimentación con una severidad media y el deterioro del hábitat con una severidad baja.

A inicios del año 2012 el Municipio de Colta se propuso recuperar el espejo de agua de la laguna para lo cual decidió dragarla, sin valerse para el efecto de criterios técnicos de análisis e implementación provocando con ello un impacto ambiental de importantes repercusiones en los ámbitos relacionados con la biodiversidad causando impactos ambientales como: el visual, social, etc.

JUSTIFICACIÓN

La eutrofización es el proceso mediante el cual los ecosistemas acuáticos, como los lagos o las lagunas, sufren un incremento anormal de sus nutrientes. Con el paso del tiempo, estos procesos de eutrofización pueden convertir una laguna en tierra firme, debido a que con el aumento de nutrientes también aumenta la cantidad de plantas y animales que viven en la superficie, los cuales cuando mueren se acumulan en el fondo y no son descompuestos en su totalidad, cuyo proceso está ocurriendo en la laguna de Colta, por lo cual, con ésta investigación se está tomando medidas para que en un futuro con estudios más profundos se logre remediar el sedimento de la laguna.(18)

En la Provincia de Chimborazo no se dispone de documentación e investigación que sustente estudios de recuperación de lagunas, ni de la obtención de un consorcio bacteriano nativo del sedimento de la laguna de Colta, por ello el estudio planteado es viable ya que el lugar de interés se encuentra en una zona rural con fácil acceso, apoyando estas técnicas, manifestando que la laguna se debe recuperar a través del dragado de los sedimentos, pero que estos deben ser tratados, por lo cual se va a obtener el consorcio bacteriano nativo del sedimento de la laguna, identificando las diferentes bacterias, realizando la caracterización y el escalamiento del consorcio bacteriano, para que en un futuro se pueda tratar este sedimento dragado, dándole así una disposición final.

El proyecto se va a efectuar por medio de la viabilidad del Municipio de Colta a través del departamento Ambiental, el mismo que permitirá el libre acceso a los sedimentos y del soporte y financiamiento del Centro de Servicios Técnicos y Transferencia Tecnológico Ambiental (LABCESTTA), ubicado en la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, en el cuál se van a realizar los diferentes análisis, permitiendo aportar con ésta investigación en el tema de Tesis: "FACTORES QUE INCIDEN EN LA BIORREMEDIACIÓN DE LOS SEDIMENTOS DE LA LAGUNA DE COLTA Y SUS APLICACIONES ULTERIORES".

Para el desarrollo de la tesis se presentaron los siguientes objetivos:

OBJETIVO GENERAL

- Obtener el consorcio bacteriano nativo del sedimento de la laguna de Colta del Cantón Colta de la Provincia de Chimborazo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar el levantamiento de la Línea Base de la laguna de Colta del Cantón Colta, en la Provincia de Chimborazo.
2. Caracterizar físico-químico y microbiológicamente el sedimento formado en la laguna de Colta.
3. Discriminar las cepas que van a formar el consorcio bacteriano del sedimento.
4. Identificar las diferentes bacterias nativas que se encuentran en el sedimento utilizando pruebas bioquímicas.
5. Realizar el escalamiento (pruebas de masificación) del consorcio bacteriano nativo del sedimento de la laguna de Colta.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Biotecnología

La biotecnología es el uso de organismos para obtener bienes y servicios. El vocablo "Biotecnología" se utilizó durante muchos años como sinónimo de ingeniería genética, o ingeniería de ADN, hoy en día esta faceta del manejo de ADN es sólo una parte de la Biotecnología Moderna. A nivel internacional, la biotecnología Moderna se delimita según la acepción dada por la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), la cual la definió en 2002 como: "La aplicación de la ciencia y la tecnología en organismos vivos, así como en partes de los mismos, sus productos o modelos, para alterar materiales vivos o muertos para la producción de conocimiento bienes y servicios." (10)

1.1.1 Biotecnología ambiental

La Biotecnología ambiental es la rama de la Biotecnología, aplicada a la resolución; o remedio; de los problemas ambientales naturales, agrícolas, antrópicos y a la conservación de la calidad ambiental.

De los cuatro tipos de perturbaciones que el ser humano realiza en los ecosistemas, a saber, destrucción de hábitats, sobreexplotación, introducción de especies y contaminación, la Biotecnología Ambiental cobra especial relevancia en los procesos de producción y en el tratamiento de la contaminación derivada de una gestión deficiente en el manejo de productos peligrosos o de las acciones intencionadas.

Las acciones intencionadas son los actos bélicos, sabotajes o fortuitos que son los accidentes relacionados con los mismos. Desde los años 60 ha habido unos ocho mil vertidos de crudo y derivados, causados por accidentes de extracción/transporte o acciones de guerra. Deben considerarse, además, otros tipos de catástrofes antrópicas relacionadas con la guerra, el desarrollo, la mala gestión, o simplemente la mala suerte.

Los agentes contaminantes (óxidos de carbono, nitrógeno, azufre, fosfatos, metales pesados, petróleo, plaguicidas y elementos radiactivos, ejercen efectos muy variados en los subsistemas terrestres tanto local como globalmente a corto y largo plazos. Muchos de ellos son compuestos xenobióticos, es decir, extraños desde el punto de vista metabólico, debido fundamentalmente a su corta historia de existencia. (5)

1.2 Sedimentos

Los sedimentos son materia sólida que después de haber estado flotando en un líquido se queda en el fondo del recipiente. (27)

Los sedimentos organogénicos lacustres básicos son el sapropel y la gyttja. Las principales diferencias entre ambos tipos de sedimentos se definen a continuación:

TABLA N° 1: SEDIMENTOS

SEDIMENTOS	MATERIAL ORIGINAL	TIPO DE DESCOMPOSICIÓN
SAPROPEL	Restos vegetales, principalmente macrofitas, autóctonos y alóctonos	Descomposición mediante reducción, principalmente de origen bacteriano.
GYTTJA	Fitoplancton y zooplancton, siempre alóctono	Descomposición durante oxidación, coprógeno.

Fuente: KUKAL. 1971

El material original puede ser afectado por diferentes tipos de descomposición. El sedimento resultante, a veces, está controlado por la composición original, pero otras veces está controlado por el tipo de alteraciones secundarias.

La materia orgánica en los sedimentos, tras ser enterrada y sufrir calentamiento geotérmico, puede transformarse en hidrocarburos de cadena larga (kerógenos). Otro tipo de transformaciones da lugar a carbones.

1.2.1 Tipos de Sedimentos

Los tipos de sedimentos que se desarrollan en lagos, se pueden dividir en cuatro grupos principales:

- a. Sedimentos mecánicos o clásicos.
- b. Sedimentos de origen químico (carbonatos, sales).
- c. Sedimentos bioquímicos, que comprenden los depósitos formados por la actividad fisiológica de organismos.
- d. Sedimentos orgánicos, incluyendo los sedimentos formados por partes minerales de organismos y los constituidos por partes inestables de organismos (materia orgánica).

Desde un punto de vista mineralógico, Jones & Bowser (1978) diferencian al sedimento, según su procedencia, una fracción alógena (procedente de áreas externas al lago), una fracción endógena (originada mediante procesos que tiene lugar en la columna de agua) y una fracción autógena (resultante de reacciones en el sedimento después de la deposición). Mientras las fracciones alógenas de los sedimentos lacustres reflejan en principio los factores físicos del sistema lacustre, las fracciones endógenas y autógenas son reflejos, principalmente, de los factores químicos y biológicos.

1.2.2 Contaminación de Sedimentos

A causa de la abundancia de plantas superiores (macrofitas) en las orillas y de fitoplancton en sus aguas superficiales, muchos sedimentos de lagos se han cargado de materia orgánica. En zonas costeras los sedimentos poseen materia orgánica en forma de hojas todavía reconocibles, ramas, esporas, etc., mientras que en las arcillas de las zonas profundas no se puede correlacionar visualmente la materia orgánica con su procedencia. La tendencia natural de muchos lagos es acompañar su existencia con el crecimiento de las planta, de modo que sus aguas progresivamente se cargan de materia orgánica, que demanda una gran cantidad de oxígeno para su oxidación, provocando la eutrofización del lago.

Barrabe & Feis (1965) proponen como mecanismo y factores de la transformación de la materia orgánica en carbones (desde turba a hulla) lo siguiente: tras una fase de oxidación, en general muy corta, que se efectúa en el aire o en agua aireada, la acción de las bacterias anaerobias conduce a la descomposición más o menos completa de los tejidos vegetales, con enriquecimiento relativo en carbono, pérdida de H₂ y sobre todo de O₂, al mismo tiempo se originan compuestos húmicos que asepticizan más o menos rápidamente el medio y pudiendo o no concentrarse.

Cuando mueren las bacterias, las transformaciones esenciales cesan y sólo las acciones de la presión y el calor pueden modificar la naturaleza del carbón por ejemplo por medio de deshidratación.

Desborough (1978) cree que la acumulación de algas y la degradación de sus materiales en un ambiente altamente productor, seguida de la expulsión de Mg, Ca, K, Na, P, Fe y Mn, da lugar a la formación de kerógenos antes de la prelitificación, y después, en etapas muy posteriores, migración de kerógeno y formación de láminas y masa de kerógenos sólidos. (1)

1.2.3 Efectos de la contaminación

Los efectos de la contaminación de las aguas son muy diversos y dependen del elemento contaminante:

- a. Efectos provocados por los sólidos en suspensión: Estos obstruyen los cauces, lagos y embalses, a parte de éste efecto absorben la radiación solar disminuyendo la actividad fotosintética de la vegetación acuática.
- b. Efectos provocados por los fenoles: Uno de los principales problemas que causa este efecto es la alteración de las características organolépticas.
- c. Efectos provocados por las grasas y aceites: Por ser menos densos que el agua se extienden sobre la superficie, creando películas que alteran los procesos biológicos de las aguas.
- d. Efectos provocados por la contaminación térmica: Es la disminución de la solubilidad de gases, otro efecto es el aumento de la velocidad de las reacciones biológicas y del metabolismo, acelerando los procesos de putrefacción.
- e. Efectos provocados por los detergentes: Los detergentes contienen agentes tenso-activos, que son formadores de espuma afectando la sedimentación de sólidos suspendidos en las plantas de tratamiento.
- f. Efectos provocados por los pesticidas: Las aguas contaminadas expanden el tóxico a la flora y fauna produciendo la muerte de especies, el aumento de la intoxicación humana, la pérdida de agua como recurso utilizable y la probable contaminación de las reservas hídricas (acuíferos).
- g. Efectos provocados por hidrocarburos: Algunos efectos son a corto plazo, como la reducción del oxígeno disuelto, daños a las aves acuáticas y otros a largo plazo, como la acumulación y biomagnificación a través de la cadena trófica.
- h. Efectos de la contaminación por metales pesados: Estos efectos han sido ampliamente estudiados en las últimas dos décadas, principalmente después

de lo ocurrido por las intoxicaciones causadas por la ingestión de animales marinos que contenían metil-mercurio en la Bahía de Minamata en el Japón en el año de 1977.

En los organismos vivos los metales pesados pueden producir una serie de desórdenes neurológicos, fisiológicos, efectos teratogénicos, mutagénicos, desarrollo de problemas de reproducción, etc. (McIntyre 1973). Estudios sobre la toxicidad y bioacumulación en plantas y animales acuáticos evidencian los efectos biológicos de la contaminación por metales pesados (EPA 1980, EPA 1984). (24)

1.3 Eutrofización

Se deriva de la palabra griega "bien nutrido", describe una condición de los lagos o depósitos que involucra el crecimiento en exceso de algas, aunque la cierta productividad de estas algas es necesaria para mantener la cadena alimenticia en un ecosistema acuático, mientras que el crecimiento en exceso bajo condiciones eutróficas pueden llevar a un deterioro del cuerpo de agua.

El primer paso para el proceso de la eutrofización de un sistema acuoso es una entrada de nutrientes para las especies vegetales, por escorrentía, de la cuenca o alcantarillado. El reservorio de agua rico en nutrientes produce una gran cantidad de biomasa de plantas por fotosíntesis, junto con una cantidad menor de biomasa animal. La biomasa muerta se acumula en el fondo del lago, donde se descompone parcialmente, reciclando nutrientes como dióxido de carbono, fósforo, nitrógeno y potasio. Si el lago no es muy profundo, en el fondo las plantas con raíces empiezan a crecer, acelerando la acumulación de material sólido en el embalse, en algunos casos se forma un pantano que finalmente produce una pradera o un bosque, perdiéndose el lago.

El proceso de la eutrofización es a menudo un fenómeno natural, es básicamente responsable por la formación de enormes depósitos de carbón y de turba. No

obstante, la actividad humana en algunos casos puede acelerar el proceso considerablemente. Se debe considerar que la mayoría de los nutrientes requeridos para el crecimiento de las plantas y algas están disponibles en cantidades adecuadas a partir de las fuentes naturales.

TABLA N° 2: NUTRIENTES ESENCIALES DE LAS PLANTAS

Nutriente	Fuente	Función
Macro-nutrientes		
Carbono (CO ₂)	Atmósfera, descomposición	Constituyente de la biomasa
Hidrógeno	Agua	Constituyente de la biomasa
Oxígeno	Agua	Constituyente de la biomasa
Nitrógeno (NO ₃ ⁻)	Descomposición, contaminantes, atmósfera (de organismos fijadores de nitrógeno)	Constituyente de las proteínas
Fósforo	Descomposición, contaminantes minerales (fosfato)	Constituyente del ADN/ARN
Potasio	Minerales, contaminantes	Función metabólica
Azufre (sulfato)	Minerales	Proteínas, enzimas
Magnesio	Minerales	Función metabólica
Calcio	Minerales	Función metabólica
Micronutrientes		
B, Cl, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Na, Si, V, Zn.	Minerales, contaminantes	Función metabólica y/o constituyente de enzimas

Fuente: STANLEY, E. and MANAHAN. 2007

En la mayoría de los casos de eutrofización en agua dulce, el único nutriente de las plantas que puede probablemente ser limitante es el fósforo, siendo el culpable de la eutrofización excesiva. Los detergentes domésticos fueron una fuente habitual de fosfatos en las aguas residuales y el control de la eutrofización se ha concentrado en la eliminación de los fosfatos de los detergentes las plantas de

tratamiento de aguas de alcantarillado, impidiendo al efluente cargado de fosfatos entrar en los sistemas de agua, donde posibilita el crecimiento excesivo de algas siendo el resultado de la eutrofización. (28)

1.3.1 Consecuencias de la eutrofización

De forma global se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Disminución de la diversidad de especies y sustitución de comunidades dominantes.
- Aumento de la biomasa del agua.
- Aumento de la turbidez del agua.
- Aumento del grado de sedimentación.
- Liberación de metales pesados de los sedimentos (Fe, Mn, etc.).
- Variación del pH del agua.

1.3.2 Prevención de la eutrofización

Se ha demostrado que las mejores medidas de control de la eutrofización son aquellas que pasan por la prevención, esto es, la limitación del acceso de macronutrientes a las masas de agua, destacándose tres acciones:

- a. Aplicación racional de abonos minerales y orgánicos a los cultivos.
- b. Aplicación efectiva de los programas de actuación desarrollados para las zonas vulnerables.
- c. Máxima prevención de la erosión del suelo. (9)

1.4 Medios de cultivo

Gran parte de los estudios en microbiología depende de la capacidad de cultivar y mantener microorganismo en un laboratorio, y esto solo posible si se dispone de

los medios de cultivo adecuados. Un medio de cultivo es una preparación líquida o sólida utilizada para el crecimiento, transporte, o mantenimiento de microorganismos si se desea utilizar para el crecimiento, deberá contener todos los nutrientes esenciales para ese microorganismo concreto. Los medios especiales son imprescindibles para aislar e identificar los microorganismos, evaluar la sensibilidad antibiótica, analizar el agua y alimentos, en microbiología industrial y otras actividades. Aunque todos los microorganismos necesitan fuentes de energía, carbono, nitrógeno, fósforo, azufre y varios minerales, la composición precisa de un medio adecuado que dependerá de la especie que se quiere cultivar, porque las necesidades nutricionales varían considerablemente. El conocimiento del hábitat normal de un microorganismo es a menudo útil para elegir un medio de cultivo apropiado porque sus necesidades de nutrientes reflejan su ambiente natural. Un medio se utiliza frecuentemente para seleccionar y cultivar microorganismos específicos o para facilitar la identificación de una especie en particular. En estos casos, la función de un medio estará determinada por su composición.

1.4.1 Medios sintéticos o definidos

Algunos microorganismos, particularmente los autótrofos fotolitotróficos, como las cianobacterias y algas eucariotas, pueden crecer en, medios relativamente sencillos, que contienen CO_2 , como fuente de nitrógeno, sulfato, fosfato, y diversos minerales. Esta clase de medios de la que se conocen todos los componentes se denomina medio definido o sintético. Muchos heterótrofos quimioorganotróficos pueden crecer también en medios definidos con glucosa como fuente de carbono y una sal de amonio como fuente de nitrógeno. No todos los medios definidos son tan sencillos, sino que pueden elaborarse de docenas de componentes. Los medios definidos se emplean frecuentemente en investigación, pues a menudo se quiere conocer que está metabolizando el microorganismo experimental.

1.4.2 Medios complejos

Los medios que contienen algunos ingredientes cuya composición química exacta se desconoce se denominan medios complejos. Estos medios son muy útiles, pues un único medio complejo puede ser suficientemente rico para satisfacer las necesidades nutricionales de diversos microorganismos. Además, los medios complejos se necesitan porque a menudo se desconocen las necesidades nutricionales de un microorganismo en particular, por lo que no se puede elaborar un medio definido. Éste es el caso de muchas bacterias exigentes, algunas de las cuales pueden incluso requerir un medio que contenga sangre o suero.

Los medios complejos contienen componentes como peptonas, extracto de carne y de levadura. Las peptonas son hidrolizadas de proteínas, obtenidas de la digestión proteolítica parcial de carne, caseína, harina de soja, gelatina u otras fuentes proteicas. Sirven como fuente de carbono, energía y nitrógeno. Los extractos de carne y levadura son medios líquidos de carne de vacuno y de levadura de cerveza, respectivamente. El extracto de carne contiene aminoácidos, péptidos, nucleótidos, ácidos orgánicos, vitaminas y minerales. El extracto de levadura es una fuente excelente de vitaminas del complejo B, y de compuestos de nitrógeno y carbono.

Tres medios complejos comúnmente utilizados son:

- a. Caldo nutritivo
- b. Caldo de triptona u soja
- c. Agar Mac-Conkey.

Si se necesita un medio sólido para cultivar microorganismos en superficie, se puede solidificar un medio líquido añadiendo agar, entre el 1.0 y 2.0% normalmente al 1.5, el agar es un polímero sulfatado normalmente extraído de algas rojas compuesto principalmente por D-galactosa, 3,6-anhidrido-L-galactosa y

ácido D-glucurónico. El agar es un buen agente solidificante porque una vez que se funde en agua hirviendo, puede enfriarse hasta una temperatura de 40 a 42°C, sin endurecerse, no fundirá de nuevo hasta que no se alcance una temperatura de 80 a 90°C y porque la mayoría de los microorganismos no pueden degradarlo.

1.4.3 Tipos de medios

Los medios como el caldo y el agar de triptona y soja se denominan medios para fines generales porque mantienen el crecimiento de muchos microorganismos. La sangre y otros nutrientes especiales se pueden incorporar a estos medios para favorecer el crecimiento de heterótrofos exigentes. Estos medios especiales (p. ej., el agar sangre) se denominan medios enriquecidos. Los medios selectivos favorecen el crecimiento de microorganismos particulares. Las sales biliares o colorantes como fucsina básica y cristal violeta favorecen el crecimiento de bacterias Gram negativas, al inhibir el crecimiento de las Gram positivas, sin afectar a las primeras. Los medios “agar endo”. “eosina-azul de metileno” y “MacConkey”, se emplean extensamente para detectar *E. coli* y bacterias relacionadas en suministros de agua y otros medios de cultivo, contienen colorantes que suprimen el crecimiento de las bacterias Gram positivas.

También se pueden aislar las bacterias incubándolas con nutrientes que se puedan utilizar de forma específica. Un medio que contenga celulosa como única fuente de carbono y energía es bastante eficaz para aislar bacterias que digieren celulosa. En definitiva, las posibilidades de diseño de un medio selectivo son innumerables, y existen en el mercado docenas de medios selectivos especiales. Los medios especiales son medios que diferencian entre grupos distintos de bacterias e incluso permiten una identificación tentativa de los microorganismos, según sus características biológicas. El agar-sangre es tanto un medio diferencial como un medio enriquecido. El agar MacConkey es tanto diferencial como selectivo. Como contiene lactosa y el colorante rojo neutro, las colonias

fermentadoras de la lactosa aparecen de color rosa a rojo y son fácilmente distinguibles de las colonias no fermentadoras.

1.5 Estructura física y química de las bacterias

1.5.1 *Envoltura celular: Pared celular y membrana citoplasmática*

La aparición de bacterias en formas que no son esféricas demuestra la rigidez de estructura suficiente para resistir las fuerzas de la tensión superficial y de la presión de la turgencia interior de la célula. La pared celular es la estructura principalmente responsable de esta rigidez. En la actualidad es indudable que la estructura exterior, o envoltura, de la célula bacteriana está constituida por la pared celular propiamente dicha y la membrana celular subyacente. La pared celular no puede apreciarse en los frotis teñidos en forma ordinaria, pero si el citoplasma se retrae de la pared celular al hervir las células en solución alcalina diluida, la pared puede observarse en frotis teñidos con cristal violeta.

1.5.2 *Estabilidad mecánica*

Debido a sus paredes celulares, en general las bacterias son resistentes a las roturas mecánicas, aunque en forma variable entre sus diversos tipos. Cuando se agitan vigorosamente suspensiones bacterianas mezcladas con esferas diminutas de vidrio en el desintegrador de Mickle, el tiempo necesario para disrupción del 95% o más de células varía entre cinco minutos para bacterias frágiles como el vibrión colérico hasta una hora para el *estafilococo*. Se obtienen resultados similares sometiendo la suspensión bacteriana a vibración ultrasónica de 20 a 40Kc. Algunas bacterias con muy resistentes a este tratamiento, especialmente los *estafilococos* y *estreptococos*; en general, las bacterias Gram positivas son más

difíciles de desintegrar por medios mecánicos que las Gram negativas. Esto probablemente es el reflejo de diferencias en la estructura del peptidoglicano de sus paredes celulares.

1.5.3 Naturaleza de la envoltura celular

Entre las bacterias, la naturaleza de la envoltura celular varía considerablemente en su complejidad arquitectónica y grado de diferenciación. Esta membrana, que por lo común tiene aproximadamente 7,5 nm de espesor, combina tanto la función de pared celular como de membrana citoplasmática, con la cual tiene semejanza. La estructura de la envoltura de las bacterias Gram negativas es un tanto compleja. Además de la membrana citoplasmática que envuelve al citoplasma, y que aparece como una membrana con aspecto de rieles en cortes delgados teñidos, la célula está rodeada por una pared celular amorfa. Vista de lado, la pared celular no muestra el aspecto en capas de la membrana citoplasmática y es considerablemente más gruesa, con espesor de 15 a 50 nm, aunque se han observado en algunas especies grandes espesores que alcanzan los 80nm.

La envoltura celular de las bacterias Gram negativas ha sido estudiada en forma amplia y se considera la de mayor complejidad. Típicamente, al observar cortes delgados, se advierte que la envoltura está formada por dos membranas paralelas, constituidas por múltiples capas. La membrana interna, o citoplasmática, es semejante a la que se observa en las células Gram positivas. La pared celular está constituida por una segunda membrana o externa, que a veces tiene un aspecto arrugado. Estrechamente unido a la superficie interna de esta membrana, se encuentra una capa delgada de peptidoglicano, que frecuentemente no se observa como una capa separada. La pared celular Gram negativa tiene de 10 a 15nm de espesor, por lo tanto, es más delgada que la de las bacterias Gram positivas.

1.5.4 Mesosomas

Son orgánulos internos formados por invaginaciones citoplasmáticas, estos pueden tener forma vesicular, laminar o tubular, y puede encontrarse más de un tipo en una célula simple. En su composición química básica, los mesosomas no difieren de la membrana citoplasmática. Predominantemente se encuentran, en su diversa morfología, en las bacterias Gram positivas; en las células Gram negativas son típicamente de tipo laminar. Aunque se ha sugerido muchas funciones relacionadas con los mesosomas, ninguna se ha establecido con firmeza, su importancia en la bioquímica y fisiología de la célula no es muy clara.

1.5.5 Capa de peptidoglicano

La forma y rigidez de las células bacterianas se debe casi por completo a la presencia de una gran estructura polimérica de soporte situada inmediatamente por fuera de la membrana citoplasmática, que ha sido denominada en formas diversas como peptidoglicano, mureína y mucopéptido, el uso actual tiende a favorecer el término peptidoglicano como el más descriptivo. Solo algunas formas bacterianas carecen de esta estructura. Los peptidoglicanos son susceptibles a las actividades hidrolíticas de diversas enzimas. La mejor conocida de estas es la lisozima. Esta enzima hidroliza los enlaces glucosídicos, como podría esperarse, estas enzimas pueden despolimerizar el peptidoglicano y, en bacterias Gram positivas particularmente, producir la destrucción de la pared celular y la lisis subsecuente de la célula.

1.5.6 Pared celular de las bacterias Gram positivas

Esta pared en las Gram positivas tiene un espesor de 15 a 40 nm ordinariamente, y constituye de 20 a 40% del peso seco de la célula. Está formada principalmente por peptidoglicano, y al medir su espesor se advierte una estructura de 15 a 50 capas de peptidoglicano, con espesor de 1nm por capa.

Los ácidos teicoicos que forman parte de la pared celular de las Gram positivas merecen especial atención, ya que estos son un grupo de constituyentes de la pared y membrana celulares con varias semejanzas químicas. Estos ácidos se encuentran asociados a la membrana o a la pared celular. Los ácidos teicoicos asociados a la membrana se consideran en forma covalente al peptidoglicano, no contribuyen a la rigidez de la pared celular y su función es un tanto desconocida. Se piensa que contribuyen a la fijación del magnesio, con lo cual mantienen las condiciones iónicas adecuadas para las enzimas dependiendo de cationes de la envoltura celular. Aunque de ordinario no son inmunogénicos cuando se encuentran aislados, lo son cuando se combinan con otros constituyentes celulares en la célula entera, y por tanto constituyen componentes antigénicos superficiales importantes de las bacterias Gram positivas.

1.5.7 Pared celular de las Gram negativas

Se ha comprobado que las paredes celulares de las Gram negativas son considerablemente más complejas que las de las bacterias Gram positivas, y su estudio ha sido más amplio. La pared celular de las bacterias Gram negativas es un poco más delgada que de las células Gram positivas. La capa de peptidoglicano tiene un espesor de 3 a 8 nm, en tanto que el espesor de la membrana exterior por lo general oscila entre 6 y 10 nm, y a menudo muestran un

aspecto ondulado. También en relación con las células Gram positivas, la pared de las células Gram negativas constituye sólo alrededor del 20% del peso seco de la célula y contiene cantidades significativas de lípidos, aproximadamente el 20% del peso seco de la célula.

1.5.8 Regulación osmótica

Aunque la pared celular y la membrana citoplasmática son dos estructuras diferentes y separables artificialmente, en la célula bacteriana constituyen una unidad integrada, y su función es en parte la de una barrera osmótica y de mecanismo regulador que separa el plasma celular del medio donde está suspendido, proporcionando a la bacteria el concepto de Claude Bernard del medio relativamente aislado necesario para los organismos que tienen vida libre. La contribución de la pared celular a esta función de unión, es principalmente la de una estructura de sostén, pero en bacterias Gram negativas también contribuye a la permeabilidad de la célula intacta en el sentido de actuar como barrera para sustancias del orden de 1000 daltones o más. Aunque esto no es esencial para la economía fisiológica de la célula, proporciona cierta protección contra sustancias de elevado peso molecular, como anticuerpos y enzimas líticas. La membrana citoplasmática funciona como una importante barrera osmótica de la célula y presenta las propiedades acostumbradas de las membranas semipermeables vivas, como la permeabilidad selectiva y el transporte de sustancias a través de la barrera contra gradientes de concentración.

1.5.9 Protoplastos bacterianos:

El protoplasto es una estructura frágil por su membrana citoplásmica que tiene poca resistencia mecánica, tiene propiedades de crecimiento y división. Cuando la pared celular se suprime por disolución enzimática en solución salina fisiológica los protoplastos empiezan a desintegrarse muy rápido como cuando son formados, dejando una membrana vacía llamada fantasma finalmente fragmentándose ésta membrana. El protoplasto difiere de la célula intacta en que puede formar esporas y sostiene la multiplicación del virus bacteriano, solo después de que estos procesos ya han sido iniciados en la célula intacta.

1.5.10 Estructuras internas:

Los flagelos se encuentran unidos a los protoplastos ya que los corpúsculos basales donde se originan a nivel de la superficie interna de la pared celular o cerca de la misma, en la que no parecen ser parte integral de la pared celular, ya que perduran después de que la pared se ha desintegrado enzimáticamente. En la estructura interna también se encuentra la espora bacteriana que representa una etapa en la vida de las bacterias.

- **La espora bacteriana:**

La espora es un cuerpo refringente oval que se encuentra formado dentro de la célula observándose intra y extracelular en el frotis común teñido, apareciendo como un cuerpo refringente no teñido dentro de la célula coloreada, en la cual se puede adherir superficialmente una pequeña cantidad de pigmento delineando su

periferia. Las esporas se forman con mayor facilidad en condiciones óptimas en el crecimiento celular, comenzando su aparición al final del periodo exponencial de crecimiento o posteriormente después de éste.

En el interior de la célula la espora tiene forma esferoide oblongada con una dimensión mayor paralela al eje mayor del bacilo, el ancho de ésta es casi la misma de la célula bacteriana. La espora se puede encontrar en el centro de la célula denominándose central, otras se pueden encontrar una parte en el centro y otra parte en el extremo llamándose subterminal, otras se encuentran en el extremo de la célula designándose terminal. Es rara la formación de esporas en las bacterias, limitándose a los bacilos. Los productores de esporas como los bacilos aerobios son del género *Bacillus*, se encuentran en el suelo, polvo y agua. Los bacilos anaerobios que forman esporas son del género *Clostridium* también éste género incluye formas saprófitas no patógenas. La espora del protoplasto tiene una membrana limitante, que está rodeada por la corteza, por medio de una capa de peptidoglicano con un espesor variable, ésta corteza se encuentra formada por capas de proteínas complejas, la espora madura se encuentra rodeada por una exospora delgada como bolsa.

- **Núcleo bacteriano:**

Las bacterias contienen tanto ácido desoxirribonucleico (ADN) como ácido ribonucleico (RNA). El ADN se encuentra principalmente en masas dentro de la célula, mientras que el ARN se halla en el citoplasma circundante.

La morfología del núcleo bacteriano se ha determinado primordialmente por estudios de recombinación de caracteres hereditarios durante la conjugación bacteriana, el cromosoma es aproximadamente unas mil veces más largo que el núcleo, por lo que se dice que se encuentra doblado para estar dentro del núcleo.

- **Citoplasma:**

El citoplasma de células bacterianas parece tener una estructura mucho menos compleja que la de las células eucariotas.

- **Inclusiones citoplásmicas.**-Las bacterias están compuestas por gránulos citoplásmicos compuestos si no es en su totalidad por polifosfatos, a menudo de alto peso molecular, los gránulos esféricos no se encuentran rodeados de por membranas y varían su tamaño, dependiendo del organismo que lo contenga.
- Los gránulos se presentan en su mayoría en la etapa de desarrollo rápido, pero tienden a disminuir en fases posteriores de crecimiento.
- **Partículas submicroscópicas.**-Son gránulos minúsculos o pequeñas partículas que se pueden separar de los constituyentes solubles de la célula por medio de centrifugación que sólo se pueden observar en micrografías electrónicas.
- **Ribosomas.**- Los ribosomas son las partículas de mayor interés de todas las partículas submicroscópicas, ya que tienen una gran relación con la síntesis de proteínas.

El ARN citoplásmico de las células bacterianas se puede separar según sus funciones en tres:

- a. RNA ribosómico (rRNA)
- b. RNA de transferencia (tRNA)
- c. RNA mensajero (mRNA)

De éstos el (rRNA) constituye aproximadamente el 80 por 100 del RNA celular total y dos tercios de la masa del ribosoma. En el núcleo también se encuentran varios DNA que son complementarios del orden en que se hallan en los nucleótidos de los tres tipos de RNA, y estos RNA se sintetizan en base a tales plantillas. (13)

1.6 Crecimiento bacteriano

Se puede definir como el incremento en los constituyentes celulares, ocasionando un aumento del número de células, en el caso de los microorganismos que se multiplican por procesos como gemación o fisión binaria.

Las colonias se desarrollan sobre superficies de agar, permitiendo identificar bacterias, porque las especies forman a menudo colonias con una forma y aspecto característico, cuando se siembran poblaciones heterogéneas de células microbianas, es posible a veces identificar la colonia deseada por su aspecto general y se puede utilizar para la obtención de un cultivo puro. La estructura microscópica de las colonias es a menudo tan variable como su aspecto visual. En la naturaleza, las bacterias y muchos otros microorganismos crecen con frecuencia formando biofilms, sin embargo, a veces forman discretas colonias. Esto es de gran interés para los ecólogos microbianos ya que se fundamenta en el crecimiento de colonias sobre medios con agar. El crecimiento celular en general se produce más rápido en el extremo de la colonia, en las partes centrales el crecimiento es más lento y en algunos casos se puede producir una autólisis celular en dicha zona, las diferencias que existen en el crecimiento se deben a gradientes de oxígeno, nutrientes y productos tóxicos dentro de la colonia, en el extremo de la colonia el oxígeno y los nutrientes son abundantes, mientras que en el centro es mucho más grueso, por esto es que el oxígeno y los nutrientes no se difunden fácilmente en el centro, los metabolitos tóxicos no pueden eliminarse rápidamente y el crecimiento en esta zona es más lento o se detiene.

La difusión de nutrientes y su disponibilidad, la quimiotaxia bacteriana y la presencia de líquido sobre la superficie del agar también juegan un papel importante en su morfología.

1.6.1 Curva de crecimiento

El crecimiento de una población microbiana se analiza por medio de la curva de crecimiento, ésta curva tiene cuatro fases diferentes.

- **Fase de latencia:**

La fase de latencia también denominada (*lag*), la división celular no se produce inmediatamente, por lo cual no hay un incremento neto de masa, siendo un proceso activo, la célula está sintetizando nuevos componentes. Durante la fase de latencia las células se equipan de nuevo, replican su DNA, comienzan a incrementar su masa y por último se dividen, la duración va a variar considerablemente dependiendo del estado de los microorganismos y la naturaleza del medio, pudiendo ser muy larga cuando el inoculo procede de un cultivo viejo o de un cultivo refrigerado, también la inoculación de un cultivo en otro químicamente diferente resulta también en una fase de latencia mayor.

- **Fase exponencial:**

La fase exponencial denominada también logarítmica (*log*), los microorganismos crecen y se dividen hasta el nivel máximo posible, dependiendo de sus condiciones optimas, la velocidad de crecimiento es constante ya que los microorganismos se duplican en número a intervalos regulares, cada célula se divide diferente que el resto, por esto la curva aumenta suavemente. En esta fase la población es más uniforme, química y fisiológicamente.

- **Fase estacionaria:**

En esta fase el crecimiento de la población bacteriana cesa y la curva de crecimiento se hace en forma horizontal.

Las bacterias llegan a esta fase cuando su concentración es aproximadamente 10^9 células por mL, el tamaño final de la población depende de la disponibilidad de nutrientes y otros factores como la del tipo de bacteria que se cultive, en ésta fase permanecen constantes, ya que puede ser el resultado del equilibrio entre la división y la muerte de las células o simplemente la población ya no se divide más. Las bacterias en un cultivo discontinuo pueden entrar en esta fase en respuesta al estrés nutricional, hambre, por niveles bajos de nutrientes, pero para algunas bacterias pueden producir cambios positivos morfológicamente como la formación de endosporas, las bacterias también pueden producir una serie de proteínas del hambre haciéndolas mucho más resistentes.

- **Fase de muerte:**

La disminución del número de células vivas es provocada por cambios ambientales nocivos y por acumulación de residuos tóxicos, provocando la fase de muerte. Una cantidad constante de células muere cada hora, éste modelo se mantiene incluso aunque se observe que el número total de células permanece invariable, ya que las células no se lisan inmediatamente después de morir. La muerte microbiana se define como la pérdida irreversible de la capacidad de multiplicarse, aunque la mayor parte de la población microbiana muere de forma logarítmica, la velocidad de mortalidad puede disminuir después de reducirse drásticamente la población, por esto la fase de muerte puede ser compleja. (25)

1.7 Requerimientos nutricionales del crecimiento

Todos los seres vivos necesitan una serie de requerimientos nutricionales para que se logre un buen funcionamiento de cada uno de éstos requieren de una fuente de energía, algunos de los organismos utilizan compuestos químicos para obtener fuente de energía, son llamados quimiotrofos, otros utilizan la luz y se les denomina fototrofos, la cual en las bacterias encontramos los dos tipos de organismos. Algunas bacterias utilizan como única fuente de carbono el CO₂ que son llamadas autótrofas y otras requieren de compuestos orgánicos llamadas heterótrofas ya que es primordial para la síntesis de los componentes celulares.

Existen otros elementos primordiales para la vida como son: el nitrógeno, oxígeno, azufre y fósforo, éstos son obtenidos dependiendo de cada bacteria por medio de diversas fuentes que van desde compuestos inorgánicos muy simples, hasta otros orgánicos más complejos, se requiere también de una serie de iones metálicos como el Fe⁺³, K⁺, Ca⁺² y Mg⁺², así como otros iones traza en concentraciones muy bajas por ejemplo el Zn⁺², Cu⁺², Ni⁺². El agua también es un elemento importante, ya que todos los compuestos deben encontrarse en solución acuosa para poder estar en las células, además provee el medio apropiado para que se lleven a cabo las reacciones del metabolismo celular.

1.8 Condiciones ambientales para el crecimiento

Las bacterias requieren de ciertas condiciones ambientales para el crecimiento óptimo, algunas de las actividades de las bacterias se ven afectadas por ausencia de gases como el oxígeno, y por el pH, todos estos factores son los más importantes para el desarrollo de la mayoría de bacterias.

1.8.1 Factores

- **Temperatura:**

Tiene mayor influencia en el crecimiento y supervivencia de las bacterias. Cada bacteria tiene una temperatura mínima para poder desarrollarse, una temperatura óptima en el crecimiento es más rápido y una temperatura máxima la cual se le va hacer imposible crecer.

Existen diferentes grupos de bacterias que se pueden dividir por la condición de temperatura:

- Sicrofílas
- Mesófilas
- Termófilas

Las bacterias sicrofílas presentan una temperatura óptima baja, su rango óptimo se encuentra alrededor de los 15 °C y su máximo hasta los 20 °C, existen bacterias capaces de crecer bajo los 0°C, pero su nivel óptimo es de 30°C que es en el rango de las bacterias mesófilas, pero a éstas se les denomina sicrotrópicas.

Las bacterias sicrofílas se encuentran especialmente en el mar en profundidades de temperatura de 1-2°C, como también en los polos terrestres y a grandes altitudes, mientras que las bacterias sicrotrópicas se encuentran en suelos, en ríos y lagos de clima templados.

Las bacterias mesófilas cuya temperatura óptima es moderada, crecen mejor ente los 25-40°C, se encuentran distribuidas en la naturaleza, no pueden crecer más allá de los 45°C.

Las bacterias termófilas se desarrollan en una temperatura óptima alta sobre los 45°C y algunas se pueden encontrar en los 80°C, la mayoría de éstas bacterias se encuentran en fuentes termales o ambientes de temperatura muy elevada.

- **Oxígeno:**

Algunas bacterias requieren de oxígeno para vivir, mientras que otras bacterias se pueden desarrollar sin oxígeno ya que les puede resultar tóxico, se pueden distinguir cuatro grupos de bacterias.

- Bacterias aerobias: Requieren de oxígeno para desarrollarse.
- Bacterias anaerobias: Se desarrollan en ausencia de oxígeno, no crecen si se encuentran expuestas al aire.
- Bacterias anaerobias facultativas: Se desarrollan en presencia o ausencia de oxígeno.
- Bacterias microaerofílicas: Se desarrollan sólo cuando la presión parcial de oxígeno es inferior a la del aire, requieren de niveles bajos de oxígeno para crecer.

- **pH**

Las bacterias se desarrollan generalmente en medios neutros o ligeramente alcalinos (pH 6,5-7,5) y la mayoría tolera variaciones de 5-9. Aunque las bacterias presentan un rango de tolerancia para las variaciones de pH, los productos de su metabolismo en un medio de cultivo pueden alterar el pH, inhibiendo su crecimiento, para esto algunas bacterias producen sustancias alcalinas y otras originan ácidos en cantidad suficiente para modificar el pH.

- **Concentración de solutos**

Esta concentración es importante principalmente de moléculas pequeñas para que se desarrollen las bacterias, aunque las bacterias toleran cierta variación en la presión osmótica del ambiente, el crecimiento de la mayoría de bacterias se inhibe si se colocan en un medio de presión osmótica elevada, ya que sufren el fenómeno conocido como plasmólisis, que consiste en una pérdida de agua de la

célula, que causa una disminución en el volumen del citoplasma y daña la membrana celular. (14)

1.9 Bacterias que se encuentran en el agua

La flora bacteriana que se encuentra en el agua la constituyen dos grupos típicos:

- a. Bacterias autóctonas, son aquellas que se desarrollan solo en su determinado hábitat.
- b. Bacterias procedentes de otros biótopos, son bacterias procedentes de la tierra.

También sobre las aguas superficiales cae constantemente una lluvia de bacterias procedentes del aire, que permanecen vivas un tiempo limitado en el agua, ya que si se dilatan se convierten en organismos facultativos de las aguas. El contenido bacteriano es muy variable dependiendo del tipo de agua, la concentración de sales inorgánicas, sustancias orgánicas, enturbiamiento, iluminación y temperatura. Las bacterias marinas son diferentes de las aguas dulces y a su vez las de los ríos suelen ser distintas a las habituales de los medios lacustres, primordialmente organismos heterótrofos, ya que emplean compuestos de carbono tanto como fuente de energía como fuente carbonada, la mayor parte presentan formas variadas, la mayoría con partes móviles y flageladas, deslizándose sobre sustratos sólidos.

Se han llegado a describir unos 16 grupos de bacterias tanto estrictas como facultativas de los medios hídricos.

También se han encontrado en diferentes aguas subterráneas representantes de los géneros *Microcycclus*, *Hyphomicrobium* y *Clostridium*. En los manantiales, además de las bacterias anteriores, viven mayor variedad de géneros *Leptothrixochracea* y *Crenothrixpolyspora* por la gran riqueza de nutrientes que posee.

En los arroyos pobres en sustancias nutritivas suelen predominar los bacilos tipo gram-negativos, no esporulados, hallándose bacterias pediculadas como las *Pseudomonas*. Cuando se incrementa el contenido nutricional se incrementa la proporción de *Pseudomonáceas*, disminuyendo la de *Flavobacterium* y *Achromobacter* y haciéndose en su mayoría enterobacterias de origen fecal.

TABLA N° 3: BACTERIAS PRESENTES EN EL AGUA.

BACTERIAS DE FORMA SIMPLE (eubacterias)		
Cocos Grampositivos	Aerobios Anaerobios	<i>Micrococcus</i> <i>Sarcina</i>
Grampositivos	Aerobios	<i>Paracoccus, Lampropedia</i>
Bacilos sin espora Gramnegativos Heterótrofos	Aerobios	<i>Pseudomonas, Zooglea, Azotobacter, Methylomonas, Alcaligenes, Photobacterium</i>
Quimioautótrofos	Anaerobios Aerobios	<i>Fusobacterium</i> <i>Nitrobacter, Thiobacillus</i>
Bacilos con espora Grampositivos	Aerobios Anaerobios	<i>Bacillus, Clostridium</i> <i>Desulfomaculatum</i>
Células curvas o espirales Gramnegativas	Aerobias Anaerobias	<i>Vibrio, Bdellovibrio</i> <i>Spirillum, Desulfovibrio</i>
BACTERIAS DE FORMA COMPLEJA		
Bacterias fototróficas Bacterias púrpura Chromatiáceas	Aerobias	<i>Choromatum, Thiocustis, Thispirillum, Thiocapsa, Thiodiocybm Thiopedia, Ectothiorhodospira</i>
Rhodospirilláceas Clorobacterias Chlorobiáceas	Microaerófilas Anaerobias	<i>Rhodospirillum, Rhodopseudomonas, Rhodomicrobium</i> <i>Chlorobium, Prosthecochloris, Pelodictyon, Clathrochloris</i>
Bacteriasvaginadas	Aerobias	<i>Sphaerotilus, Laptothrix, Crenothrix</i>
Bacteriaspediculadas	Aerobias	<i>Hyphomicrobium, Rhodomicrobium, Caulobacter, Gallionella, Nevskia</i>
Actinomicetos Bacteriascorinneformes	Aerobios	<i>Corynebacterium, ArthrobacterNocardia, Streptomyces, Actinoplanes</i>
Espiroquetas	Aerobias Anaerobias	<i>Spirochaeta, Cristispira, Treponema</i> <i>Leptospira</i>
Myoplasmas		<i>Thermoplasma?, Metallogenium?</i>
Bacteriasreptantes Beggiatoáceas Cytophagáceas Leucothricháceas	Aerobias, Anaerobias	<i>Beggiatoa, Thioploca</i> <i>Cytophaga, Sporocytophaga, Flexibacter, Flexithrix</i> <i>Leucothrix, Thiothrix</i>

Fuente: MARÍN, R. 2003

El número de bacterias de la tierra encontradas en ríos es alto, presentándose las del género *Azotobacter* y azotobacterias del tipo *Nitrosomonas* y *Nitrobacter*. En aguas fluviales más contaminadas también pueden aislarse a menudo vibriones, espirilos, tiobacilos, micrococos, sarcinas, nocardias, estreptomicetos, citófagos y espiroquetas, así también como las bacterias típicas de las aguas residuales como es: *escherichiacoli* y las llamadas coliformes, salmonellas y estreptococos fecales. En cauces de gran contaminación orgánica pero oxigenados, se pueden encontrar *Proteusvulgaris* y *clostridium* libres o sus esporas, mientras que en aguas mal oxigenadas y sobre sedimentos se encuentran usualmente *Desulfovibriodesulfuricans* y *Sphaerotilusnatans*, así como también colonias fibrosas de *Zoogloearamígera* en ríos con contaminaciones por aguas residuales de industrias papeleras.

En los lagos, el contenido y dinámica bacteriana se encuentra determinada por el emisario que alimente el lago cuya flora bacteriana se puede encontrar en aquél, los lagos superficiales tienen un contenido microbiano más variado y rico que los subterráneos, variando estacionalmente y en función de su ubicación geográfica. El contenido en bacterias fotoautótrofas será más alto a medida que el lago sea más oligotrófico (con menor carga de nutrientes). En aguas profundas de estos lagos, se encuentran bacterias cromatiáceas como *Thiopedia rosea*, así como clorobiáceas. En los lagos de aguas saladas existen organismos halófilos que viven con concentraciones de sal de hasta el 30% que pertenecen a los géneros *Halobacterium* y *Halococcus*, provocando una coloración rojiza por su extensión expansiva por ejemplo las *Chromobacterium marismortui*, típicas del mar muerto en Oriente Medio. (20)

1.10 Interacciones microorganismos - metales

Los microorganismos están expuestos a la presencia de varios tipos de metales y metaloides en el ambiente y por esto se puede dar una interacción entre ellos, a través de mecanismos de defensa, ya sea de beneficio y otros mecanismos que

les perjudican. Los metales en la naturaleza se encuentran principalmente como cationes, oxianiones o en las dos formas en solución y como sales u óxidos en forma cristalina o como precipitados amorfos en forma insoluble. Los microorganismos interactúan dependiendo si son procarióticos o eucarióticos con los metales, ya que tienen capacidad para unirse a iones metálicos que se encuentran presentes en el exterior de la superficie celular para sus diversas funciones. El V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Mo y el Se en bajas concentraciones pueden participar en funciones catalíticas. Algunos microorganismos procarióticos en su metabolismo pueden utilizar especies de metales de diferentes valencias como son: Cr, Mn, Fe, Co, Cu, As y Se, ya que funcionan como aceptores o donadores de electrones, por medio de esta serie de mecanismos a diferentes niveles puede existir la interacción microorganismo-metal.

1.10.1 Interacciones más comunes (Ehrlich 1997):

- Captación de metales traza para su incorporación a metalo - enzimas o su utilización en la activación de enzimas. Ocurre en todos los microorganismos, los metales deben estar en forma iónica.
- Utilización de metales o metaloides como donadores o aceptores de electrones en el metabolismo energético, ocurriendo en eubacterias y arqueobacterias, el uso en eucariotes no se conoce.
- Detoxificación enzimática de especies metálicas tóxicas, estas especies tóxicas son convertidas a formas con menor o nula toxicidad ya sea por oxidación o reducción enzimática.
- Biocorrosión enzimática anaerobia, en el cuál la superficie del metal es colonizada por bio-películas formadas por diferentes tipos de bacterias, algunos de estos productos pueden ser corrosivos.

1.10.2 Interacciones metabólicas-no enzimáticas

- Los microorganismos eucarióticos y procarióticos (vivos o muertos) tienen la capacidad de acumular metales a través de su unión como cationes a la superficie celular en un proceso pasivo.
- Algunos hongos y bacterias pueden promover la lixiviación selectiva y no selectiva conocida como la biolixiviación de uno o más constituyentes metálicos de minerales, junto con otros productos metabólicos.
- Ciertos microorganismos excretan productos metabólicos inorgánicos (sulfuros, carbonatos, fosfatos) en su metabolismo respiratorio, precipitando iones de metales tóxicos.
- Las aplicaciones biotecnológicas reales y potenciales más importantes y promisorias de las interacciones microorganismos-metales son la biolixiviación o beneficio de minerales y la biorremediación de sitios contaminados con metales (Ehrlich 1997).(31)

1.11 Microorganismos y metales pesados

Dentro de la amplia diversidad microbiana, existen microorganismos resistentes y microorganismos tolerantes a metales. Los resistentes se caracterizan por poseer mecanismos de detoxificación codificados genéticamente, inducidos por la presencia del metal. En cambio, los tolerantes son indiferentes a la presencia o ausencia de metal. Tanto los microorganismos resistentes como tolerantes son de particular interés como captadores de metales en sitios contaminados, debido a que ambos pueden extraer los contaminantes. La resistencia o tolerancia experimentada por microorganismos es posible gracias a la acción de diferentes mecanismos. Estos fenómenos son: biosorción, bioacumulación,

biomineralización, biotransformación y quimiosorción mediada por microorganismos.

1.11.1 Biosorción

La biosorción es un fenómeno ampliamente estudiado en la biorremediación de diversos metales pesados como el cadmio, cromo, plomo, níquel, zinc y cobre. Los microorganismos utilizados como biosorbentes, aislados a partir de ecosistemas contaminados, retienen los metales pesados a intervalos de tiempo relativamente cortos al entrar en contacto con soluciones de dichos metales. Esto minimiza los costos en un proceso de remediación, ya que no requiere el agregado de nutrientes al sistema, al no requerir un metabolismo microbiano activo. La biomasa capaz de participar en estos procesos es fácilmente extraíble de sistemas acuosos como cursos de aguas o efluentes de diversos orígenes, por lo que el proceso global de biorremediación sería rentable. Es por ello que la búsqueda de este tipo de microorganismos se encuentra en crecimiento constante, junto con el estudio de sistemas biosorbentes como por ejemplo la utilización de consorcios microbianos, o sistemas mixtos formados por microorganismos y macromoléculas (polímeros) sorbentes, que incrementarían los rendimientos en la captación de mezclas de metales pesados.

Los fenómenos de biosorción se caracterizan por la retención del metal mediante una interacción físicoquímica del metal con ligandos pertenecientes a la superficie celular. Esta interacción se produce con grupos funcionales expuestos hacia el exterior celular pertenecientes a partes de moléculas componentes de las paredes celulares, como por ejemplo carboxilo, amino, hidroxilo, fosfato y sulfhidrilo.

1.11.2 Bioacumulación

Este mecanismo celular involucra un sistema de transporte de membrana que internaliza al metal pesado presente en el entorno celular con gasto de energía.

Este consumo energético se genera a través del sistema H^+ -ATPasa. Una vez incorporado el metal pesado al citoplasma, éste es secuestrado por la presencia de proteínas ricas en grupos sulfhidrilos llamadas metalotioneínas o también puede ser compartimentalizado dentro de una vacuola, como ocurre en hongos. Algunos ejemplos de este proceso son muy interesantes, como el caso de acumulación de uranio por la bacteria *Pseudomonas aeruginosa*, el cual fue detectado íntegramente en el citoplasma, al igual que en la levadura *Saccharomyces cerevisiae*.

1.11.3 Biomineralización

Los microorganismos son capaces de precipitar metales y radionuclidos como carbonatos e hidróxidos, mediante un mecanismo de resistencia codificado en plásmidos. Este mecanismo aparece por el funcionamiento de una bomba que expulsa el metal tóxico presente en el citoplasma hacia el exterior celular en contracorriente a un flujo de H^+ hacia el interior celular. Esto produce una alcalinización localizada sobre la superficie celular externa y por lo tanto la precipitación del metal pesado. Otra forma de precipitar los metales es a través de la formación de sulfuros o fosfatos, como resultado de alguna actividad enzimática celular. Un ejemplo de ello es la precipitación de sulfuros metálicos en reactores con cultivos mixtos de bacterias reductoras de sulfato.

1.11.4 Biotransformación

Este es un proceso que involucra un cambio químico sobre el metal pesado, como por ejemplo en el estado de oxidación o metilación. Esta transformación biológica de los metales pesados que resultan tóxicos mediada por enzimas microbianas puede dar como resultado compuestos poco solubles en agua o bien compuestos volátiles.

Las reducciones de V (V) a V (III), Au (III) a Au (0) y Cr (VI) a Cr (III), conducen a la precipitación del metal bajo condiciones fisiológicas. Entre estos últimos el Cr es

el metal más ampliamente utilizado en la industria de aceros, automóviles, equipamiento de hospitales y curtiembres, entre otras. El Cr (VI) es un contaminante de prioridad 1 catalogado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA: www.epa.gov), ya que es estable en solución acuosa y por lo tanto de alta movilidad en diferentes ambientes, con un alto potencial mutagénico y carcinogénico. El pasaje a Cr (III) produce la inmovilización por precipitación de hidróxidos y la disminución en la mutagenicidad. La utilización de microorganismos resistentes a Cr con capacidad de bioconversión Cr (VI) en Cr (III) es de fundamental importancia en el tratamiento biológico de efluentes industriales.

1.11.5 Quimiosorción mediada por microorganismos

Dentro de este término se pueden describir aquella clase de reacciones en donde los microorganismos biomineralizan un metal, formando un depósito primario. Este depósito primario funciona como núcleo de cristalización, con la subsecuente deposición del metal de interés, promoviendo y acelerando así el mecanismo de mineralización. (22)

CAPITULO II

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Descripción del área de trabajo

2.1.1 Área de estudio:

- ✓ Macrolocalización: Cantón Colta
 - ✓ Microlocalización: Laguna Colta
- **Área de influencia directa: LAGUNA COLTA**

Coordenadas Geográficas:

Latitud: 1°43'447"S

Longitud: 78°45'746"W



FIGURA N° 1 y 2: Área de influencia directa

Ubicada en la parte noroccidental de la Provincia de Chimborazo, en el Cantón Colta, a solo 17 Km de la ciudad de Riobamba. Tiene una dimensión de 2,5 Km de largo por 1 Km de ancho. En su interior hay diversas especies de aves nativas y un sin número de peces de colores.

- **Área de influencia indirecta: CANTÓN COLTA**

Coordenadas Geográficas:

- ✓ Latitud: 1°42'593"S
- ✓ Longitud: 78°46'109"W

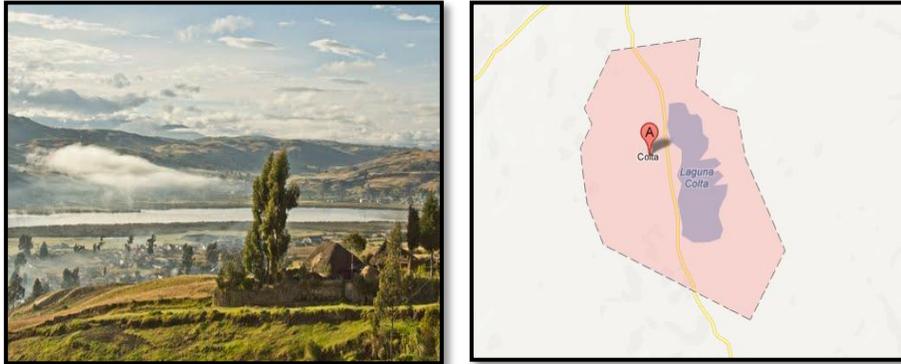


FIGURA N° 3 y 4: Área de influencia indirecta

Se sitúa en una altitud promedio de 3.212 msnm y es considerada una de las ciudades más altas del País. La temperatura media es de 12 °C. Su proximidad a la ciudad de Riobamba, está a solo 18 km.

2.2 Materiales experimentales

2.2.1 Materiales y equipos

Los materiales y equipos utilizados para éste estudio es del Centro de Servicios Técnicos y Transferencia Tecnológico Ambiental (LABCESTTA), ubicado en la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, situada en la ciudad de Riobamba.

- ✓ Cámara de flujo laminar horizontal
- ✓ Autoclave

- ✓ Incubadora
- ✓ Centrifuga
- ✓ Digestor
- ✓ ICP
- ✓ Shaker
- ✓ Frascos microbiológicos estériles
- ✓ Puntas
- ✓ Micropipetas

2.3 Métodos

2.3.1 Muestreo

Del sedimento del contorno de la laguna se tomaron seis muestras compuestas por 10 submuestras, colocadas en fundas ziploc y puestas en el cooler para ser transportadas hasta el laboratorio. Del sedimento del interior de la laguna se tomó 2 muestras compuestas por tres submuestras, colocadas en fundas ziploc y puestas en el cooler para ser transportadas hasta el laboratorio.

2.3.2 Métodos analíticos

Para la obtención del consorcio bacteriano nativo del sedimento de la laguna de Colta se realizaron diferentes pruebas, en los que se aplicaron métodos analíticos:

- **Determinación de la concentración de metales en las cepas bacterianas**

Equipo usado

ICP

Referencia

(PROTOCOLO INTERNO DEL LABCESTTA)

- **Determinación de la concentración de metales para la prueba de Poder degradativo.**

Equipo usado

Digestor - ICP

Referencia

(PROTOCOLO INTERNO DEL LABCESTTA)

2.3.3 Método microbiológico

- **Aerobio**

Disolución del sedimento en agua de peptona, siembra en medio de cultivo e incubación a 35.0 °C.

2.3.4 Norma utilizada

La norma técnica ambiental utilizada en este estudio es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, siendo de aplicación obligatoria y rigiendo en todo el territorio nacional. Esta norma proporciona los límites analíticos permisibles de detección para un contaminante en el suelo.

TABLA N°4: Criterios de calidad del suelo

PARÁMETROS	UNIDADES	CONCENTRACIÓN
PARÁMETROS GENERALES		
Conductividad	mmhos/cm	2
PH		6 a 8
Relación de adsorción de sodio (índice SAR)		4´
PARÁMETROS INORGÁNICOS		
Arsénico (inorgánico)	mg/Kg	5
Azufre (elemental)	mg/Kg	250
Bario	mg/Kg	200
Boro (soluble en agua caliente)	mg/Kg	1
Cadmio	mg/Kg	0.5
Cobalto	mg/Kg	10
Cobre	mg/Kg	30
Cromo total	mg/Kg	20
Cromo VI	mg/Kg	2.5
Cianuro (libre)	mg/Kg	0.25
Estaño	mg/Kg	5
Flúor (total)	mg/Kg	200
Mercurio	mg/Kg	0.1
Molibdeno	mg/Kg	2
Níquel	mg/Kg	20
Plomo	mg/Kg	25
Selenio	mg/Kg	1
Vanadio	mg/Kg	25
Zinc	mg/Kg	60
PARÁMETROS ORGÁNICOS		
Benceno	mg/Kg	0.05
Clorobenceno	mg/Kg	0.1
Etilbenceno	mg/Kg	0.1
Estireno	mg/Kg	0.1
Tolueno	mg/Kg	0.1
Xileno	mg/Kg	0.1
PCBs	mg/Kg	0.1
Clorinados Alifáticos(cada tipo)	mg/Kg	0.1
Clorobenzenos (cada tipo)	mg/Kg	0.05
Hexaclorobenceno		0.1
Hexaclorociclohexano	mg/Kg	0.01
Fenólicos no clorinados (cada tipo)		0.1
Clorofenoles (cada tipo)	mg/Kg	0.05
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs) cada tipo	mg/Kg	0.1

Fuente: TULSMA, LIBRO VI ANEXO II.(12)

2.4 Diseño experimental

2.4.1 Características del diseño experimental

- **Tipo de investigación:**

Por el nivel de profundidad: Descriptivo

Por la secuencia de estudio: Transversal

Por el tipo de datos a analizar: Cualitativo-cuantitativo

Por las condiciones de estudio: Laboratorio

Por la aplicación del conocimiento: Aplicativo

Por la rigurosidad del método implementado: Experimental

2.4.2 Metodología

- ✓ Reactivamos las 9 cepas bacterianas para cada repetición, cada una en caldo nutritivo.
- ✓ Preparamos el medio mínimo y el mix de metales.
- ✓ Aforamos el mix de metales con el medio mínimo.
- ✓ Realizamos 3 repeticiones de cada concentración.
- ✓ Mantener en constante agitación los 9 frascos durante toda la prueba.
- ✓ Realizamos una filtración y digestión de las muestras.
- ✓ Realizamos la primera lectura a los 7 días.
- ✓ Realizamos la segunda lectura a los 14 días, en el equipo ICP.

2.4.3 Variable de control

- ✓ Temperatura

2.4.4 Plan de tabulación

Parámetros de estudio:

- ✓ Metales pesados

2.4.5 Tratamientos - Concentraciones

CUADRO N°1: Diseño experimental

CEPAS	CONCENTRACIONES	REPETICIONES
Consortio Bacteriano (9 cepas)	C1(Ba=40,Cu=5,V=6)	1,2,3
Consortio Bacteriano (9 cepas)	C2(Ba=20,Cu=2,V=3)	1,2,3
Consortio Bacteriano (9 cepas)	C3(Ba=60,Cu=7,V=9)	1,2,3

Fuente: SERRANO, P. 2014

CAPÍTULO III

3. PARTE EXPERIMENTAL

3.1 Preparación de agar nutritivo

Las bacterias necesitan un medio sólido que contengan nutrientes específicos como son peptona; extracto de carne o de levadura, agar, cloruro de sodio, agua destilada, pH casi neutro (6-8), para el óptimo crecimiento y poder distinguir las por lo que se necesita aislar las cepas.

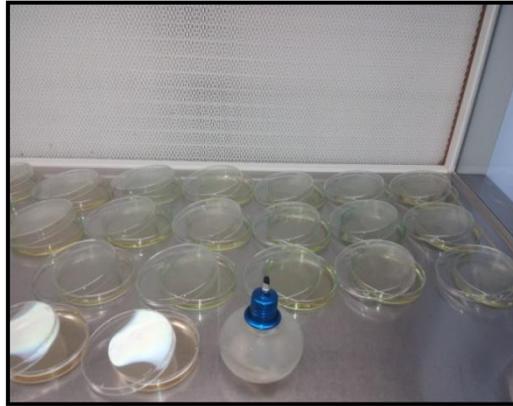
3.1.1 *Materiales, Equipos y Reactivos*

- ✓ Agar Nutritivo
- ✓ Cajas Petri
- ✓ Erlenmeyer
- ✓ Mechero de alcohol
- ✓ Espátula
- ✓ Papel aluminio
- ✓ Parafilm
- ✓ Balanza digital
- ✓ Autoclave
- ✓ Cámara de flujo laminar horizontal

3.1.2 *Procedimiento*

- a. Colocar agar nutritivo en agua bidestilada.
- b. Esterilizar en el autoclave por 20 min. a 121° C
- c. Dejar enfriar a temperatura ambiente

- d. Distribuir el agar en las cajas petri.
- e. Dejar que se solidifique el agar, cerrar y sellar posteriormente.



FOTOGRAFÍA N° 1: Preparación de agar nutritivo

3.2 Preparación para diluciones

Por medio de las diluciones se determinan disoluciones en una menor concentración de la inicial.

3.2.1 Materiales, Equipos y Reactivos

- ✓ Agua de peptona
- ✓ Tubos de ensayo con tapa rosca
- ✓ Erlenmeyer
- ✓ Frascos microbiológicos estériles
- ✓ Papel aluminio
- ✓ Espátula
- ✓ Pipeta volumétrica
- ✓ Probeta
- ✓ Balanza digital
- ✓ Autoclave

3.2.2 Procedimiento

- a. Pesar peptona en la balanza analítica.
- b. Colocar en el erlenmeyer con agua bidestilada.
- c. Colocar agua de peptona en tubos de ensayo.
- d. Colocar agua de peptona en frascos microbiológicos estériles.
- e. Esterilizar el material preparado por 20 min a 121°C en el autoclave.
- f. Dejar enfriar a temperatura ambiente el material.



FOTOGRAFÍA N° 2: Preparación de agua de peptona

3.3 Diluciones y siembra

3.3.1 Materiales, Equipos y Reactivos

- ✓ Cajas petri
- ✓ Tubos de ensayo
- ✓ Puntas estériles
- ✓ Parafilm
- ✓ Micro pipeta
- ✓ Mechero de alcohol

- ✓ Shaker
- ✓ Cámara de flujo laminar horizontal
- ✓ Incubadora

3.3.2 Procedimiento

- a. Homogenizar todas las muestras de sedimento.
- b. Pesar en la balanza el sedimento homogenizado.
- c. Colocar el sedimento en cada uno de los frascos microbiológicos estériles.
- d. Homogenizar los frascos.
- e. Colocar muestras de sedimento en los frascos microbiológicos estériles, colocando en los tubos de ensayo por medio de diluciones.
- f. Sembrar en las cajas petri.
- g. Se colocan las cajas petri sembradas en la incubadora.



FOTOGRAFÍAS N° 3 y 4: Siembra de las cepas bacterianas

3.4 Aislamiento de cepas

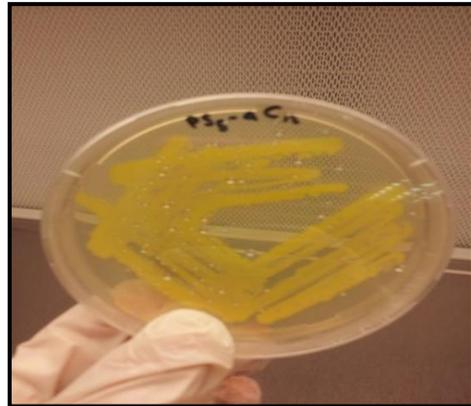
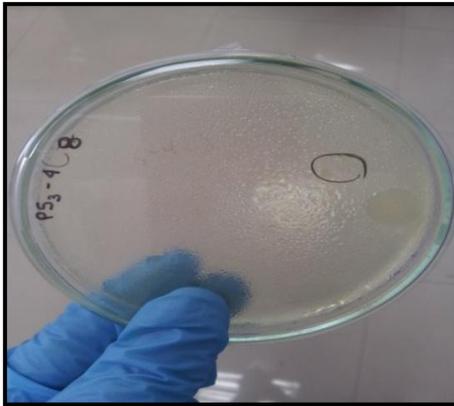
Al sembrar las muestras en las cajas petri con agar se van a encontrar con varios tipos de bacterias en una sola caja petri, por lo que se necesita aislar cada cepa bacteriana.

3.4.1 *Materiales, Equipos y Reactivos*

- ✓ Cajas petri
- ✓ Mechero de alcohol
- ✓ Parafilm
- ✓ Asa
- ✓ Cámara de flujo laminar horizontal
- ✓ Incubadora

3.4.2 *Procedimiento*

- a. Observar las colonias
- b. Separar colonias que se repitan.
- c. Inocular la colonia aislada.
- d. Repetir este procedimiento con todas las colonias que se formaron.



FOTOGRAFÍA N° 5: Identificación de colonias

FOTOGRAFÍA N° 6: Siembra de colonias aisladas

3.5 **Procedimiento de tinción Gram**

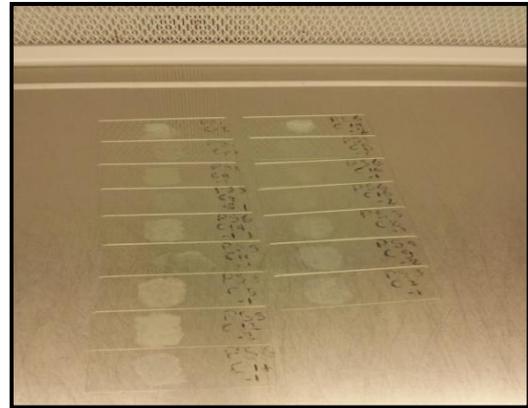
Por medio de este proceso conocemos las características microscópicas de las diferentes colonias obtenidas.

3.5.1 Materiales, Equipos y Reactivos

- ✓ Placas porta objetos
- ✓ Asa
- ✓ Frascos microbiológicos estériles
- ✓ Mechero de alcohol
- ✓ Piceta
- ✓ Aceite de inmersión
- ✓ Solución salina
- ✓ Microscopio

3.5.2 Procedimiento

- a. Realizamos solución salina y esterilizamos.
- b. Con el asa estéril, colocamos gotas de solución salina en la placa porta objeto.
- c. Con el asa cogemos una pequeña muestra de colonias puras colocándolas en la placa porta objetos.
- d. Realizamos la tinción GRAM.
- e. Dejamos secar las placas porta objetos, colocamos unas gotas de aceite de inmersión para finalmente observar en el microscopio las características de cada colonia.



FOTOGRAFÍA N° 7: Procedimiento de tinción GRAM

FOTOGRAFÍA N° 8: Placas porta objetos con las cepas bacterianas

3.6 Bancos primarios

Éste procedimiento se realiza para obtener las diferentes colonias en un medio líquido.

3.6.1 *Materiales, Equipos y Reactivos*

- ✓ Puntas
- ✓ Micro pipeta
- ✓ Tubos de ensayo
- ✓ Tubos eppendorf
- ✓ Caldo nutritivo
- ✓ Incubadora

3.6.2 *Procedimiento*

- a. Preparamos caldo nutritivo
- b. Colocamos caldo nutritivo en tubos de ensayo.
- c. En otros tubos de ensayo se coloca caldo nutritivo con glicerol.
- d. Esterilizamos todo el material en el auto clave por 20 min a 121°C.

- e. Inoculamos las cepas puras con el asa en los tubos de ensayo que se encuentra solo caldo nutritivo.
- f. Mezclamos los tubos de ensayo inoculados con los tubos de caldo nutritivo con glicerol.
- g. Cogemos cada cepa de los tubos de ensayo en tubos eppendorf.



FOTOGRAFÍA N° 9: Inoculación de las cepas bacterianas

3.7 Bancos secundarios

Los bancos secundarios se toman de los bancos primarios para poder realizar las pruebas de masificación.

3.7.1 Materiales, Equipos y Reactivos

- ✓ Puntas
- ✓ Mechero de alcohol
- ✓ Micro pipeta
- ✓ Tubos de ensayo
- ✓ Tubos eppendorf
- ✓ Caldo nutritivo
- ✓ Incubadora

3.7.2 Procedimiento

- a. De cada tubo eppendorf de las diferentes cepas obtenidas de los bancos primarios colocamos en tubos de ensayo con caldo nutritivo.
- b. Incubamos las cepas en los tubos de ensayo.
- c. Mezclamos los tubos de ensayo inoculados con caldo nutritivo y glicerol.
- d. De cada cepa se realizan más tubos eppendorf.



FOTOGRAFÍA N° 10: Obtención de los bancos secundarios

3.8 Prueba de poder degradativo

Esta prueba se realiza con el objetivo de determinar que cepas son las más óptimas en la degradación o encapsulamiento de metales pesados que están fuera del límite permisible de la NORMA (TULSMA, LIBRO VI ANEXO II, TABLA II).

3.8.1 Materiales, Equipos y Reactivos

- ✓ Caldo nutritivo
- ✓ Mix de metales
- ✓ Frascos microbiológicos
- ✓ Papel filtro

- ✓ Balón de aforo
- ✓ Incubadora
- ✓ Equipo de filtración
- ✓ Digestor
- ✓ ICP
- ✓ NaCl
- ✓ KCl
- ✓ KHPO₄
- ✓ MgSO₄
- ✓ Na₂HPO₄
- ✓ NH₄NO₃

3.8.2 Procedimiento

- a. Reactivamos cada cepa en caldo nutritivo, luego incubamos.
- b. Realizamos el mix de metales de Cu, Ba, V y B.
- c. Aforamos el mix de metales con el medio mínimo, colocamos en frascos microbiológicos estériles y esterilizamos.
- d. Colocamos el mix en cada cepa reactivada.
- e. Incubamos los tubos en constante agitación.
- f. Filtramos las cepas con mayor turbiedad.
- g. Digestamos las cepas.
- h. Filtramos en frascos microbiológicos estériles.
- i. Colocamos el filtrado en celdas para la lectura en el ICP.

3.8.3 Cálculos

Para realizar el mix de metales y conocer la concentración de éstos se procede a efectuar con la siguiente ecuación:

$$C1V1 = C2V2$$

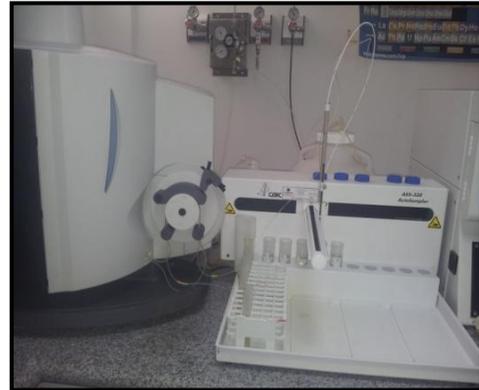
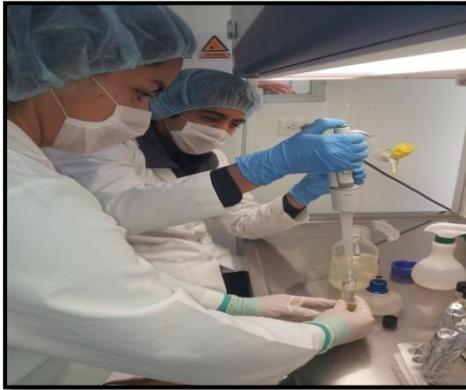
Donde:

C_1 = Concentración estándar.

V_1 = Volumen de cada metal.

C_2 = Concentración inicial para realizar el mix en ppm de cada metal.

V_2 = Volumen al que se quiere llegar.



FOTOGRAFÍA N° 11: Mix con el medio mínimo en las cepas activadas

FOTOGRAFÍA N° 12: Equipo- ICP

3.9 Prueba de antagonismo

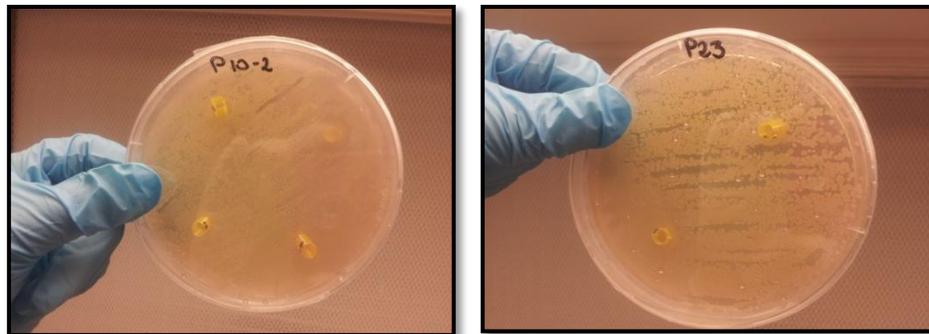
Permite conocer las cepas que no están en condiciones de trabajar correctamente y son incompatibles con la cepa de fondo de cada caja petri inoculada.

3.9.1 *Materiales, Equipos y Reactivos*

- ✓ Agar nutritivo
- ✓ Agar Agar
- ✓ Parafilm
- ✓ Cajas petri
- ✓ Sorbetes
- ✓ Agua destilada

3.9.2 Procedimiento

- a. Realizamos el medio con agar nutritivo y con agar-agar
- b. Esterilizamos el medio.
- c. Colocamos el agar en las cajas petri y se deja solidificar.
- d. Con cada cepa de los tubos eppendorf sembramos la cepa de fondo.
- e. Introducimos los sorbetes en el agar nutritivo.
- f. Inoculamos las cepas en el interior de cada sorbete.
- g. Incubamos para determinar cuáles son las cepas antagónicas.



FOTOGRAFÍA N° 13: Cepas antagónicas

3.10 Prueba de identificación

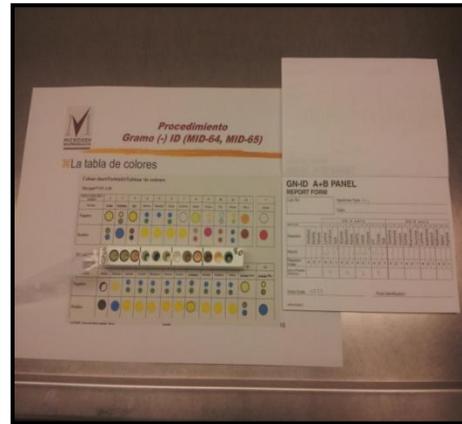
Esta prueba nos permite conocer la probabilidad de cuáles son las colonias con las que se trabaja.

3.10.1 Materiales, Equipos y Reactivos

- ✓ Puntas
- ✓ Tubos de ensayo con tapa rosca
- ✓ Mechero de alcohol
- ✓ Frascos microbiológicos estériles
- ✓ Micropipeta
- ✓ Pruebas Bioquímicas

3.10.2 Procedimiento

- a. Colocamos las cepas de los tubos eppendorf en los tubos de ensayo con solución salina.
- b. Efectuamos la prueba bioquímica para cada cepa.
- c. Obtenemos un código por medio de su coloración.
- d. La lectura final se realiza con el código de cada cepa y se coloca en el Microgen Software.



FOTOGRAFÍA N° 14: Inoculación de cepas para la prueba bioquímica

FOTOGRAFÍA N° 15: Comprobación de coloraciones

3.11 Masificación

La masificación se va a realizar a prueba piloto, para obtener la concentración de bacterias que se encuentran en el inóculo de todas las cepas.

3.11.1 Materiales, Equipos y Reactivos

- ✓ Matraz
- ✓ Tubos de ensayo
- ✓ Frascos microbiológicos estériles
- ✓ Mechero de alcohol

- ✓ NaCl
- ✓ MgSO₄
- ✓ KH₂PO₄
- ✓ NH₄Cl
- ✓ Glucosa
- ✓ Peptona, Extracto de levadura
- ✓ Mix de metales

3.11.2 Procedimiento

- a. Realizamos medio mínimo y esterilizamos.
- b. Colocamos las cepas activadas en el medio mínimo.
- c. Colocamos el medio en el equipo de masificación.
- d. Tomamos en un frasco microbiológico estéril una pequeña cantidad de muestra del matraz.
- e. Realizamos diluciones con agua de peptona y sembramos realizando diluciones en tubos de ensayo.
- f. Sembramos en los petrifilm las diluciones.
- g. Dejamos el matraz con el medio para que se masifique.
- h. Realizamos el conteo final.



FOTOGRAFÍA N° 16: Medio mínimo con las cepas activadas



FOTOGRAFÍA N° 17: Siembra en el petrifilm de la muestra de masificación

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Levantamiento de la línea base

4.1.1 Ubicación geográfica del cantón Colta

La cuenca de la laguna de Colta, está ubicada dentro de la llanura interandina a una altitud de 3.324 m.s.n.m., se localiza en las coordenadas 78° 42´ a 78° 49´ longitud Oeste y 01° 42´ a 01° 44´ latitud Sur.

La superficie total de la cuenca es de 1945 has, más 204 hectáreas que corresponden a la laguna. De acuerdo a la división político administrativa, la cuenca abarca los territorios de 2 parroquias, Santiago de Quito con una superficie de 753 has. (35%) y Sicalpa con 1396 has. (65%), pertenecientes ambas al cantón Colta.

Los límites cantonales son los siguientes:

NORTE: Cantón Riobamba y sus parroquias San Juan y Licán.

SUR: Cantón Pallatanga y Guamote.

ESTE: Cantón Riobamba con las parroquias: Cacha, Punín, Flores y la parroquia Cebadas del Cantón Guamote.

OESTE: Provincia de Bolívar. (19)

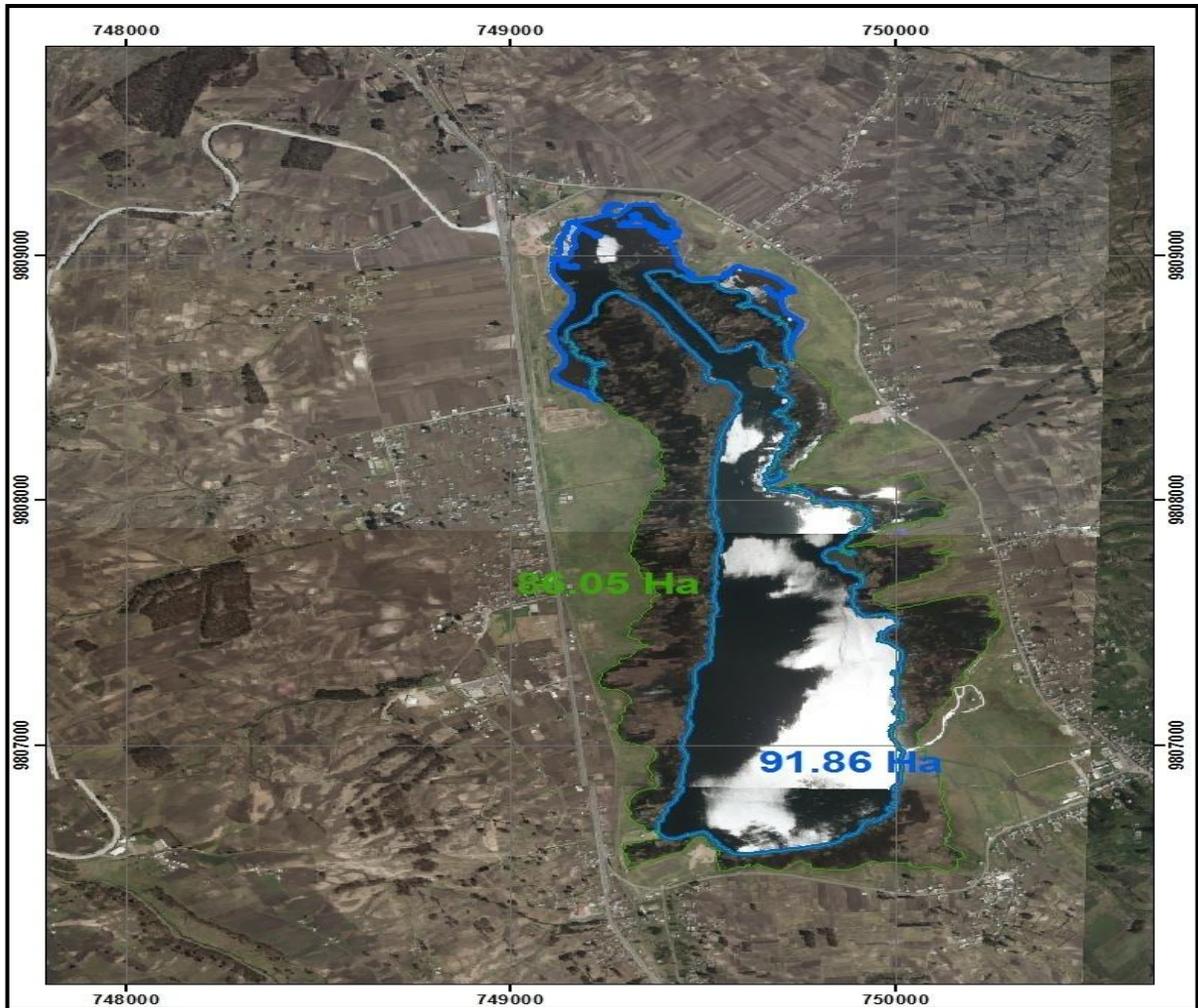


FIGURA N° 5: Cuenca de la laguna de Colta

4.1.2 Suelos

El suelo es considerado como uno de los recursos naturales más importantes, de ahí la necesidad de mantener su productividad, para que a través de él y las prácticas agrícolas adecuadas se establezca un equilibrio entre la producción de alimentos y el incremento de la población.

El suelo es esencial para la vida, como lo es el aire y el agua, cuando es utilizado de manera prudente puede ser considerado como un recurso renovable. Es un

elemento de enlace entre los factores bióticos y abióticos, considerado como un hábitat para el desarrollo de las plantas. (29)

- **Composición Físico – Química**

De acuerdo a la caracterización Físico- Química del suelo del Cantón Colta se obtienen valores medios. (Ver ANEXOS N° 2)

- **Geología**

En la cuenca existen suelos que corresponden según la clasificación de la Soil Taxonomy de la USDA (United States Department of Agriculture) a 4 órdenes los cuales son:

- ✓ Inceptisoles
- ✓ Molisoles
- ✓ Entisoles
- ✓ Histosoles.

El 64% del Cantón presenta suelos de tipo Inceptisol los mismos que se caracterizan por un débil desarrollo de horizontes, origen volcánico reciente y ocurrencia típica en zonas recientemente deglaciadas.

Los Entisoles son suelos con grandes acumulaciones de materia orgánica sin evolucionar. Sus propiedades están ampliamente determinadas por el material original. Este tipo de suelo se halla en un porcentaje de 2% en el Cantón.

Los Histosoles se forman por acumulación de materia orgánica en cuencas saturadas de agua o bajo climas fríos y húmedos que inhiben la descomposición de restos vegetales y animales el 1% de los suelos del Cantón corresponde a este tipo de suelo.

El tipo Molisol se considera como con un estrato superficial negro, denso y de espesor considerable, rico en minerales y materia orgánica, casi saturado en bases. El Molisol es propio de las regiones subhúmedas a semiáridas de las llanuras con climas templados y zonas de praderas. Es el segundo tipo de suelo más abundante del Cantón con un porcentaje del 33 %.

TABLA N° 5: Tipos de suelo

DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	PORCENTAJE
Cuerpo de agua natural	192,23	0,2%
Entisol	1663,27	2%
Histosol	477,83	1%
Inceptisol	52908,29	64%
Molisol	27822,48	33%

Fuente: BELTRAN, K. 2010

- **Geomorfología**

Si consideramos que el 44% de los suelos presentan pendientes abruptas mayores al 70%, el 27% presenta pendientes muy fuertes que van del 50% al 70%, se concluye que la mayoría de los suelos de la zona se encuentra limitados para el desarrollo de actividades productivas intensivas (por ejemplo: agricultura, ganadería, entre otras), siendo apenas el 11% de pendiente suave, que se encuentra en la zona de los Gatazos, donde se dedican a la agricultura especialmente al cultivo de brócoli. (15)

- **Uso del Suelo**

Gracias al soporte que constituye el suelo, es posible la producción de los recursos naturales, por lo cual es necesario comprender las formas de utilización del mismo, las zonas se han identificado como: páramo, cultivos, pastos y suelos erosionados, etc.

En el Cantón Colta el uso del suelo esta predominado por los cultivos (cebada, maíz, brócoli, papas, etc.) con un 26%, la utilización para pastos representa el 8% del territorio del Cantón, la cobertura de páramos es del 37%, 1% de suelos erosionados ubicado en la parte alta, y en abandono 2% que se encuentra en proceso de erosión.

4.1.3 Clima y meteorología

- **Precipitación**

La precipitación media anual a 3160 m.s.n.m considerando la estación de Cajabamba sería 717 mm mientras que la evaporación media anual alcanzaría 856 mm según registros de Guaslán estas cifras nos señalan la presencia de déficit hídrico.

- **Temperatura**

La temperatura media anual es aproximadamente 11,5 °C.

- **Vientos**

Los meses con mayor incidencia de vientos 2,6 m/s se encontrarían entre julio y septiembre.

- **Nubosidad**

La nubosidad equivaldría a 5/8 de cielo cubierto; es decir, el 60 % del cielo con cobertura de nubes.

- **Heliofanía**

Los datos de heliofanía señalan 925 horas de luz solar al año, concentrados preferentemente entre julio a febrero.

- **Humedad relativa**

La humedad relativa de la zona es del 73%. (8)

4.1.4 Agua

- **Análisis Físicoquímico**

Para tener una referencia de la calidad de agua se tomó una muestra de agua de la Laguna y se procedió al análisis físicoquímico de la misma en el laboratorio. En el siguiente cuadro se puede apreciar los resultados obtenidos:

TABLA N° 6: Análisis fisicoquímico del agua

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS
*Oxígeno disuelto	mg/L	1,92
pH	Unidades de pH	8,81
Conductividad Eléctrica	μSiems/cm	1214
Temperatura	°C	13,9
DBO ₅	mg/L	18
DQO	mg/L	41
*Alcalinidad	mg/L	820
Turbidez	NTU	0,58
*Acidez	mg/L	252
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	596
Bario	mg/L	<1
*Arsénico	mg/L	<0,005
*Cadmio	mg/L	<0,04
Cobre	mg/L	<0,02
Fósforo	mg/L	<1,7
Hierro	mg/L	<0,2
*Manganeso	mg/L	<0,05
Niquel	mg/L	<0,2
Plomo	mg/L	<0,3
Vanadio	mg/L	<0,5
Zinc	mg/L	<0,005

Fuente: LABCESTTA, 2014

- **Hidrogeología**

En el Cantón Colta existen dos cuencas importantes que nacen desde sus páramos, la cuenca Pastaza y la cuenca del Guayas.

TABLA N° 7: Cuencas hidrográficas y superficie

SISTEMA	ÁREA (HA)	PORCENTAJE
Guayas	37791,61	45%
Pastaza	45267,73	55%

Fuente: I.G.M. Instituto Geográfico Militar. 2005

- **Demanda de agua potable**

En cuanto a las demandas futuras para abastecimiento de agua potable, se tomaron como base los datos del censo de población, dadas por el INEC [2010]. Se ha asumido una dotación de 260 L/hab./día.

TABLA N° 8: Demanda de agua potable

PARROQUIA	POBLACIÓN AÑO 2010 (HABITANTE)	DEMANDA AÑO 2010 (m ³ /s)
Santiago de Quito	5668	0,017

Fuente: INEC 2010. (16)

- **Ubicación geográfica de la afectación sobre el agua**

En las parroquias del Cantón Colta existe acciones que tiene un radio de acción extenso, provocando así el posible efecto de afectación de las propiedades: químicas, físicas como también afectando en aguas superficiales y subterráneas, así también provocando la disponibilidad en cantidad del recurso.

Se realizó una determinación cualitativa de las acciones que contaminan sobre el recurso agua de la parroquia de Santiago de Quito ya que en esta área se encuentra la laguna de Colta.

Estas acciones son preocupantes ya que son perjudiciales tanto para el recurso suelo agua y aire, ya que tiene muchos contenidos tóxicos.

CUADRO N° 2: Afectaciones parroquia Santiago de Quito

X	Y	ALTITUD m.s.n.m	ACCIONES AGUA	LUGAR DE AFECTACIÓN	EVIDENCIA
750425	9807178	3275	Se realiza pastoreo en lugares cercanos a fuentes de agua.	Filo de Laguna	
749676	9809057	3292	Existen tuberías de descarga de aguas residuales de la industria de lácteos, acopios e industrias madereras.	Derivados agrícolas	
749676	9809057	3292	Descarga de aguas servidas y uso doméstico, se arroja basura orgánica e inorgánica en ríos, quebradas, y fuentes de agua.	Cabecera Parroquial	
			Se emplean fertilizantes e insumos químicos en la producción Agrícola	Más de la mitad de territorio	

Fuente: Investigación de campo

4.1.5 Sedimentación

Las características de elevadas pendientes, la deforestación y el limitado empleo de técnicas de conservación, son causas evidentes de los fuertes procesos erosivos a que está sometida la cuenca desde hace tiempo, sin embargo, no se han determinado, mediante un trabajo profundo, los valores de la erosión potencial y real de la cuenca, ni de los sedimentos acumulados en la Laguna, ante lo cual se estima que el área del fondo es aproximadamente igual a la del espejo de agua y totora con una superficie de 194 ha y que la sedimentación ha sido uniforme sobre todo el área de la Laguna, entonces el volumen de sedimentos acumulados en estos 20 años es de 2,19 millones de toneladas métricas considerando una altura de lodo de 0,60 m de sedimentos en el fondo.

4.1.6 Morfometría de la laguna de Colta

Se han establecido los siguientes parámetros con su respectiva medición:

TABLA N° 9: Morfometría de la laguna de Colta

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR
Altitud nivel de agua	m.s.n.m	3303
Largo máximo	Km	2,80
Ancho máximo	Km	0,90
Espejo de agua	Has	87
Profundidad media	M	2,80
Profundidad máxima	M	4,1

Fuente: Plan de Manejo de la Cuenca del Kulta, 2005.

El espejo de agua comprende 87 hectáreas de las 172 que tiene la laguna. La zona silvestre se divide a su vez en 2 zonas:

- a. Pelágica o interna más profunda, la que representa las mayores profundidades, donde los productores primarios dominantes son las algas.
- b. Zona pelágica o interna menos profunda, donde los productores primarios dominantes son las macrofitas enraizadas, que principalmente se encuentran sumergidas. (2)

4.1.7 Medio biológico

- **Flora representativa**

Mediante las salidas de campo se pudo establecer las especies presentes en el sitio.

NOMBRE COMÚN:	Chuquirahua	
1) FAMILIA:	<i>Asteraceae</i>	
2) NOMBRE CIENTÍFICO:	<i>Chuquiraga jussieui</i>	
3) Descripción	Es un arbusto bajo, alcanza 15 cm de altura, de corteza dura.	

(7)

NOMBRE COMÚN:	Retama	
1) FAMILIA:	<i>Fabaceae</i>	
2) NOMBRE CIENTÍFICO:	<i>Spartium junceum</i>	
3) Descripción	Típicamente crece de 2 a 4 m de altura, raramente 5 m, con tallos centrales, numerosos, de más de 5 cm de espesor, raramente 1 dm.	

(26)

NOMBRE COMÚN:	Musgo	
1) FAMILIA:	<i>Polytrichaceae</i>	
2) NOMBRE CIENTÍFICO:	<i>Polytrichum commune</i>	
3) Descripción	Los musgos son briófitas, y son plantas no vasculares. Carece de la estructura de un tallo verdadero, o de "hojas".	

(23)

NOMBRE COMÚN:	Sigse	
1) FAMILIA:	Cauco	
2) NOMBRE CIENTÍFICO:	<i>Cortaderia rudiunculastap</i>	
3) Descripción	Es una planta perenne que forma densas matas; cañas floríferas ("sigses") de. 1—2 m de alto.	

NOMBRE COMÚN:	Taraxaco	
1) FAMILIA:	<i>Asteraceae</i>	
2) NOMBRE CIENTÍFICO:	<i>Taraxacum officinale</i>	
3) Descripción	Esta planta vivaz, anual y perenne con raíz primaria larga y roseta basal, no suele alcanzar más de 40-50 cm.	

(30)

NOMBRE COMÚN:	Chilca	
1) FAMILIA:	<i>Asteraceae</i>	
2) NOMBRE CIENTÍFICO:	<i>Baccharis dracunculifolia</i>	
3) Descripción	Sus flores tubulares son apreciadas por una resina que contienen. La gente le da el nombre de "chilca" cuando las hojas son anchas y uniformes, y de "chilquilla" cuando son lineales.	

(6)

NOMBRE COMÚN:	Tilo	
1) FAMILIA:	<i>Tilifaceas</i>	
2) NOMBRE CIENTÍFICO:	<i>Tilia platyphyllos</i>	
3) Descripción	Planta herbácea, arbusto o arbolillo, ascendente, muy ramosa. Hojas lanceoladas de 3 a 10cm, acuminadas.	

NOMBRE COMÚN:	Berro	
1) FAMILIA:	Compositae	
2) NOMBRE CIENTÍFICO:	<i>Werneriasp</i>	
3) Descripción	Es una planta que mide de 10 a 50 cm de altura, con tallo suave y muy ramificado. Sus hojas son alargadas de forma oval y con nervaduras muy marcadas.	

NOMBRE COMÚN:	Borraja	
1) FAMILIA:	<i>Boraginaceae</i>	
2) NOMBRE CIENTÍFICO	<i>Borrago officinalis</i>	
3) Descripción	La Borraja es una planta anual, resistente, cubierta de pelos coriáceos blanquecinos y raíz axonomorfa, ramificada, carnosa y de gran longitud.	

(3)

NOMBRE COMÚN:	Cabuya	
1) FAMILIA:	<i>Agaveceae</i>	
2) NOMBRE CIENTÍFICO	<i>Agave americana</i>	
3) Descripción	Es un arbusto de unos 2 m de alto por ancho. Sus hojas son largas, glaucas (color como gris-azulado).	

NOMBRE COMÚN:	Capulí	
1) FAMILIA:	Rosaceae	
2) NOMBRE CIENTIFICO	<i>Prunus serótina</i>	
3) Descripción	Árbol de 12m de altura, de corteza rojiza o café. Sus hojas son anchas en la punta, de color verde. Tiene las flores agrupadas en racimos alargados. Los frutos son redondeados de color rojo o negro.	

(4)

NOMBRE COMÚN:	Lengua de vaca	
1) FAMILIA:	<i>Polygonaceae</i>	
2) NOMBRE CIENTIFICO	<i>Rumex crispus</i>	
3) Descripción	Planta erecta, muy ramificada, perenne, de hasta 1,5 m. Hojas estrechas y lanceoladas, normalmente de margen ondulado.	

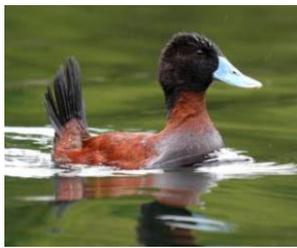
NOMBRE COMÚN:	Totora	
1) FAMILIA:	Cyperaceae	
2) NOMBRE CIENTIFICO	<i>Scirpus californicus</i>	
3) Descripción	La totora es una hierba perenne, de escaso porte y fasciculada, que puede llegar a medir hasta 4 m de altura, de los cuales al menos la mitad está sumergida bajo el agua y la otra parte se halla por encima de la superficie, con raíces fibrosas.	

NOMBRE COMÚN:	Zapatitos	
1) FAMILIA:	<i>Scrophulariaceae</i>	
2) NOMBRE CIENTÍFICO	<i>Calceolaria sp.</i>	
3) Descripción	Subarbusto ascendente de 1,5 m de altura; tallos arqueados, hojas simples, pecioladas opuesto-decusadas, con el envés de color beige. Las flores muy vistosas de color amarillo brillante.	

- **Fauna representativa**

En la zona de estudio las aves son las que predominan en su mayoría sobre otras especies a continuación se enlista las especies existentes en la Laguna:

NOMBRE COMÚN:	Chingolo	
1) FAMILIA:	Emberizidae	
2) NOMBRE CIENTÍFICO:	<i>Zonotrichia capensis</i>	
3) Descripción	De 14 a 15 cm de largo, cabeza gris con una banda negra. La garganta es blanca con un collar de color canela, vientre pardo, su dorso es también pardo manchado de negro, pico (15 mm).	

NOMBRE COMÚN:	Pato zambullidor	
1) FAMILIA:	Anatidae	
2) NOMBRE CIENTÍFICO	<i>Oxyura ferruginea</i>	
3) Descripción	Castaño con capuchón negro y pico celeste. La hembra es pardo oscuro, con la cabeza negruzca, y de coloración uniforme.	

NOMBRE COMÚN:	Cerceta canela	
1) FAMILIA:	Anatidae	
2) NOMBRE CIENTÍFICO:	<i>Anas cyanoptera</i>	
3) Descripción	El pato colorado o cerceta colorada de largo mide entre 45 - 46 cm. Macho: Corona negra. Resto de la cabeza, cuello, pecho y abdomen oscuro.	

NOMBRE COMÚN:	Zambullidor piquipinto	
1) FAMILIA:	Podicipedidae	
2) NOMBRE CIENTÍFICO:	<i>Podilymbus podiceps</i>	
3) Descripción	Mide 31 cm. de largo, en general de color gris oscuro. Su frente y mentón negro y los costados más blanquecinos. y sus patas de un gris oscuro.	

NOMBRE COMÚN:	Zambullidor menor	
1) FAMILIA:	Podicipedidae	
2) NOMBRE CIENTÍFICO:	<i>Tachybaptus dominicus</i>	
3) Descripción	Mide entre 21 y 27 cm de largo y pesa entre 112 y 180 gramos, no pueden caminar bien, aunque es un excelente nadador, tiene un pico corto y redondeado, ojos amarillentos brillantes y su plumaje es de color oscuro.	

NOMBRE COMÚN:	Playero de bairdii	
1) FAMILIA:	"Scolopacidae	
2)NOMBRE CIENTÍFICO:	<i>Calidris bairdii</i>	
3) Descripción	Tiene una longitud de 18 cm. Pico y patas negros. Corona y partes dorsales pardo oscuro con las plumas color pardo claro. Cara y pecho pardo canela.	

NOMBRE COMÚN:	Playero patiamarillo menor	
1) FAMILIA:	Scolopacidae	
2)NOMBRE CIENTÍFICO:	<i>Tringa flavipes</i>	
3) Descripción	Tiene de 23 - 25 cm. de largo el plumaje es por encima pardo grisáceo y alas parduzcas con finas barras blancas. Pecho blanquecino con finas rayas parduzcas. Abdomen blanco. Cola negruzca con barras transversales blanquecinas. Pico negro. Patas amarillas.	

(2)

4.1.8 Medio socioeconómico

- **Población**

La población en la zona urbana se establece que son 2.313 hab., esto representa el 5 % de la población total; en la zona rural son 42.658 hab., lo que representa el 95% de la población total Cantonal.

La concentración urbana en Cajabamba con 740 habitantes y Sicalpa con 1.573 habitantes, considerando que en la zona rural de Cajabamba tenemos a 5.199 habitantes y en Sicalpa 11.049 habitantes, sumándose a esto, la población de las parroquias: de Cañi con 962 , Columbe con 15862 , Juan de Velasco con 3.918 y Santiago de Quito con 5.668 habitantes que se encuentran integrando la zona rural.

- **Economía**

El sistema de producción es semi-tecnificado, los agricultores acceden de manera parcial a mecanización, limitándose de manera exclusiva a la preparación del suelo y el uso de insumos agrícolas generalmente no atiende a criterios técnicos, sino más bien se limitan a la compra de recetas que se repiten cada año, un menor porcentaje de agricultores acceden a semillas certificadas.

El área de mayor superficie ocupada según el uso del suelo es: pasto natural, pasto cultivado y zona cultivable con un total de 9406.29 Ha, siendo los principales cultivos papa, haba, fréjol con una superficie de 883.1 hectáreas, cuyo promedio de siembra por familia es de una hectárea aproximadamente.

TABLA N° 10: Matriz sistema socio - cultural por componentes

TIPO DE CULTIVO	SUPERFICIE (ha)
Papas	545,0
Habas	191,0
Trigo	384
Cebada	1048
Haba	449
Quinua	350

Fuente: Taller comunal, mesa de mapeo comunitario. GAD Colta.(2011)

La principal actividad pecuaria es la crianza de animales de especies mayores y menores. El tipo de producción para ganadería bovina es semi-intensivo, con un sistema de alimentación que es básicamente pasto natural, pasto cultivado y paja de paramo, el producto derivado de la ganadería mayor es la leche con sus respectivos subderibados.

Existen infraestructuras de apoyo en la producción agropecuaria como sistemas de riego en 15 comunidades, con un total de 459 usuarios, de estos el 100% riegan a gravedad, a pesar de que la zona tiene una topografía muy irregular, esto permite lixiviar los nutrientes de los suelos y contribuir a la erosión de los mismos.

4.1.9 Uso y tendencia de las tierras

- **Parroquia Santiago de Quito**

La parroquia Santiago de Quito, tiene una superficie total de 5102,80 hectáreas, de los cuales el uso de suelo en su totalidad se desglosa de la siguiente manera:

TABLA N° 11: Uso actual del suelo

USO ACTUAL DEL SUELO	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE (%)
Páramo	33,52	0,66
Pasto natural	188,49	3,69
Cultivo ciclo corto	3.497,29	68,64
Bosque plantado	198,36	3,89
Área erosionada	100,01	1,96
Vegetación arbustiva	896,99	17,58
Cultivo ciclo corto – riego	91,15	1,79
Bosque natural	0,68	0,01
Explotación de materiales pétreos	1,43	0,03
Laguna de Colta (espejo de agua)	9488	1,86
TOTAL	5.102,80	100

Fuente: Taller comunal. Mesa de mapeo comunitario/amenazas naturales.

4.1.10 Infraestructura vial

- **Santiago de Quito**

La caracterización de la red vial, para la parroquia, identificadas a través de recorrido de campo vemos que existen 23,95km en tierra, 7,66km empedrado, 3,75km adoquinado, 26,28km lastre, 14,49km asfalto, Vía en área Urbana 0,20km.

El estado de vías a nivel general es regular en caso de vías de tierra. El principal eje vial reconocido para la parroquia son los comprendidos por la panamericana sur que interconectan a las diferentes comunidades del sector sur, la vía cabecera parroquial a salaron estas vías interconectan a diferentes comunidades facilitando el transporte de personas y mercancías desde las comunidades hacia los

mercados locales lo cual ha permitido a las comunidades generar el desarrollo y el *sumak kawsay*.

4.1.11 Medio de interés humano

- **Recreación**

La iglesia de Balbanera, fundada en 1534, fue la primera Iglesia Católica construida en suelo ecuatoriano. Otras iglesias importantes en el área son la Archibasílica de Nuestra Señora de las Nieves en la cual se encuentran *catatumbas*, la de Santo Cristo y la Iglesia de San Lorenzo de Cicalpa.

Existen ruinas arqueológicas, museos, y edificaciones antiguas que atestiguan y guardan la identidad de la Nación Puruhá.

Un atractivo particular es la "Feria Indígena" que se realiza los días domingo, donde se dan los intercambios de los productos agropecuarios de la zona, su producción artesanal, y sobre todo un punto de encuentro intercultural.

La Laguna de Colta llamada también *Kultakucha* en lengua quichua, donde se puede observar flora y fauna típica de la zona. En la actualidad se está ejecutando el Proyecto de Recuperación y en los próximos meses estará en funcionamiento con infraestructura completa para servicio de los turistas, tanto nacionales como extranjeros. (21)

- **Estética e interés humano**

- **Arquitectura vernácula**

Es la tipología más representativa en el cantón, materiales como la piedra canchagua, tapial, adobe, bahareque, madera, paja, teja se pueden distinguir en diferentes construcciones, las fachadas sencillas de estas armonizan con el paisaje conformando perfiles urbanos muy interesantes, las cubiertas inclinadas de teja y carpinterías de madera son una constante.



FIGURA N° 6: Parroquia Santiago de Quito

- **Arquitectura moderna**

Son edificaciones que responden a corrientes y estilos arquitectónicos con tipologías, morfologías y técnicas constructivas definidas, que se desarrollaron desde mediados desde mediados del siglo XIX hasta la actualidad.



FIGURA N° 7: Parroquia Cajabamba (comunidad Gatazo Zambrano)

- **Arquitectura funeraria**

Se incluyen en esta categoría aquellas construcciones que manifiestan el culto a la muerte y a la memoria de los seres que se fueron, con un valor arquitectónico, constructivo y simbólico sobresaliente y significativo en la comunidad.



FIGURA N° 8: Parroquia Sicalpa

- **Plazas y parques**

Son aquellos espacios abiertos con valor simbólico, histórico y urbano arquitectónico, que sirve como lugar de encuentro y esparcimiento de la población.



FIGURA N° 9: Parroquia Cajabamba

- **Puentes**

Son construcciones de ingeniería civil, que sirven para facilitar el acceso y salvar accidentes geográficos, manteniendo características arquitectónicas e históricas y vinculadas con la memoria colectiva de la comunidad.



FIGURA N° 10: Parroquia Cajabamba puente colonial (barrio Santo Domingo)

- **Casas de hacienda**

Se trata de aquellas unidades de producción, fundamentalmente agrícolas y pecuarias, de la época colonial o de la republicana temprana que contienen una o varias edificaciones con características formales, constructivas y funcionales características de su uso.

La vocación agrícola de estas tierras ha provocado que la tipología de haciendas sea preponderante en el Cantón, siendo lo más comunes las de plantas sencillas en forma de L y C y de una sola planta.



FIGURA N° 11: Parroquia Santiago de Quito hacienda – capilla (comunidad Colta san José)

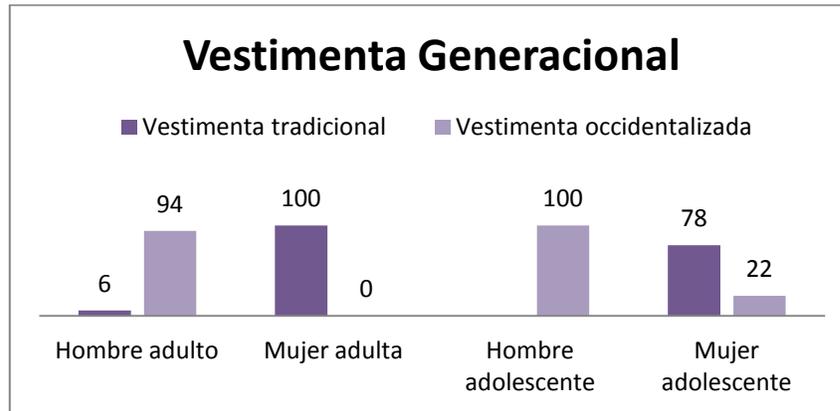
- **Posición cultural**

La posición cultural del cantón Colta es el conjunto de conocimientos, técnicas, competencias, prácticas y representaciones desarrolladas y perpetuadas por las comunidades en la interacción con su entorno natural y que se transmiten de generación en generación. Entre ellos están los conocimientos sobre alimentos y cocina, medicina tradicional, geografía sagrada o sitios sagrados, toponimia, agro diversidad y astronomía.

La vestimenta tradicional de los hombres es: sombrero, poncho y en algunas comunidades zamarros las mujeres: sombreros, anacos, bayetas fajas collares, cintas. Sin embargo por la influencia de la migración se ha visto que se está perdiendo esta vestimenta especialmente en los jóvenes y en los hombres adultos, sin embargo las mujeres sobre todo adultas son las que mantienen su vestimenta tradicional.

En la Comunidad Aichabug todavía encontramos formas geométricas, que se hacen de la imaginación y la relación con la naturaleza. Estas formas, que se hallan en los tejidos de sus fajas, de sus ponchos, de las shigras, de la huashca de corales.

FIGURA N° 12: Vestimenta de adultos y niños



Fuente: Talleres Mesa Socio - Cultural, 2011. Técnicos Municipio y Juntas Parroquiales.

- **Actividades creadas por el hombre**

Varias son las actividades creadas por el hombre, en este cantón las actividades ms comunes que se han dado a lo largo de este tiempo son:

- **Prácticas ancestrales**

Las prácticas ancestrales o tradicionales han sido procedimientos empleados a través de la historia por las comunidades locales a fin de comprender su entorno, están basadas en el conocimiento y prácticas desarrolladas de acuerdo a las condiciones locales, formado a través de múltiples generaciones y que es transmitido a través de la observación directa y tradición oral.

Estas prácticas sin embargo han evolucionado y se han adaptado a las cambiantes condiciones locales. Se especifican como prácticas ancestrales: la minga, prestamanos, jocha y tumina las cuales se mantienen, aunque en el caso específico del prestamanos se está perdiendo.

Para la elaboración de este plan es importante entender estas dinámicas y saber que prácticas aún se mantienen y como combinadas con la tecnología pueden ayudar al progreso de las comunidades pertenecientes al cantón Colta.

El cantón Colta caracterizado por su diversidad de cultivos sin embargo los productos representativos como cultivo tradicional por parroquias son en Cicalpa y Columbe la cebada, en Cajabamba y Juan de Velasco las papas, en Santiago de Quito las habas y en Cañi el maíz que es el alimento más representativo no solo en este cantón sino en toda la provincia.

- **La Minga**

Se conoce a la minga como una antigua tradición de trabajo comunitario o colectivo con fines de utilidad social. Es un sistema que se usa no solo en Colta sino es propio del mundo indígena desde la época precolombina.

Puede tener diferentes finalidades de utilidad comunitaria como la construcción de viviendas, casas comunales u otra obra de interés común o puede ir en beneficio de una persona o familia, como al hacerse una cosecha de papas u otro producto agrícola, entre otras, siempre con una retribución para quienes han ayudado. Este fenómeno se observa principalmente en la construcción de viviendas u otras obras de interés común y en arreglos del sistema de agua, limpieza de vías y canales se ve con mayor fuerza la presencia de los comuneros.

- **Prestamanos**

A la minga acuden en su mayoría familiares y vecinos, amigos en menor cantidad a través del prestamanos o el randirandi, que consiste en ayudarse mutuamente para las labores agrícolas especialmente en la deshierba y cosecha, construcción

de casas en levantar paredes y plantar cimientos y cualquier otra actividad como por ejemplo las fiestas.

- **Jocha**

La jocha es una especie de intercambio o trueque, es el pedido que se hace a una persona o institución de un donativo o de convertirse en prioste (organizador) de una fiesta. Esta palabra indígena viene de la voz quichua y se refiere a la contribución que voluntariamente se da a quien organiza una fiesta. Esta práctica se mantiene en el cantón Colta y en la mayoría de la región andina.

En la actualidad la mayoría entrega su cuota en dinero y se está perdiendo la costumbre de entregar animales y/o granos de la chacra de los colaboradores. Sólo para los funerales la jocha se entrega en granos.

- **Gastronomía**

Entendiendo que la gastronomía es el estudio de la relación del hombre, entre su alimentación y su medio ambiente, en el cantón Colta existe una amplia variedad de platos típicos que se han mantenido o modificado a través de los años. La gastronomía no sólo tiene relación con la comida, sino también con las distintas culturas que existen en la tierra.

Es todo un ritual de agradecimiento a la tierra, cosechar la cebada, trillarla, tostarla en un tiesto de barro los granos grandes de cebada, luego molerlos en una piedra, recibir en una batea, cernir en un cedazo y servirse mezclando con panela raspada y para no atorarse una chicha de maíz o cebada guardada en un pondo de barro que la mantiene fresca.

- **Técnicas artesanales tradicionales**

Conjunto de actividades productoras, de carácter esencialmente manual, realizadas por un solo individuo o una unidad familiar, transmitidas por tradición de padres a hijos y cuyos productos, generalmente de carácter anónimo, están destinadas a la cobertura de necesidades concretas. Es el caso de la producción de artesanías.

- **Recursos arqueológicos**

- **Ruinas de la antigua Riobamba**

Son un conjunto de ruinas históricas que formaron parte de la antigua ciudad de Riobamba, de esta se conservan restos de arquitectura civil y religiosa. Al parecer la distribución urbana de esta antigua ciudad era de 5 barrios y cada uno poseía iglesia y convento. En 1797 un sismo de gran intensidad destruyó casi por completo a la ciudad obligando a sus moradores a cambiar de lugar al sitio que actualmente ocupa en la llanura de Tapi. Luego de ello la zona destruida fue reconstruída adquiriendo los nombres de Cajabamba y Sicalpa. El sitio se encuentra localizado en el cantón Colta al occidente de la provincia de Chimborazo.

Las Ruinas de la Antigua Riobamba fueron descubiertas en los años 80, cuando El Banco Central del Ecuador, realizó excavaciones en Sicalpa.

- **Recursos etnológicos**

El patrimonio cultural intangible de la parroquia definido por sus prácticas productivas ancestrales, determina que en la mayoría de las comunidades se

realizan minga, se practica la jocha y la tumina, obviamente enmarcados en la solidaridad y el respeto mutuo.

- **Recursos arquitectónicos**

- **Iglesia de Balbanera**

Es el principal atractivo de Colta, primera iglesia construida en suelo ecuatoriano, por lo que su belleza es histórica. Con un poco más de diez metros de ancho, la iglesia mantiene su construcción original: el altar, el atrio y la pila bautismal, los cuales se hicieron con bloques de piedra. La fachada de piedra destaca un doble arco a la entrada y una simpática torrecilla con campanario.

El interior que ha sido restaurado conserva esa misma sencillez y recogimiento de los templos construidos en esa época, con un ambiente propicio para el recogimiento y la reflexión de los viajeros que con sabiduría y fe cristiana deciden cuándo deben detenerse en el camino.

- **Parque Juan de Velasco**

Este parque recrea la concepción cosmológica indígena vigente durante el largo período de evolución autártica de las naciones nativas que sustenta el zodíaco indígena, además, de jardines etno-botánicos con las especies más características del cantón.

- **Iglesia del Señor del Buen Viaje**

Los viajeros que se encomiendan al Cristo de esta iglesia aseguran que siempre vuelven sanos y salvos de sus largas jornadas. Desde la plazoleta adjunta, se observa el muro de la iglesia con piedras talladas que parecerían ser aborígenes.

- **Archibasílica de Nuestra Señora de las Nieves**

Este templo ha sido reconstruido sobre la base original, aunque reducido en sus lados. La fachada es de piedra tallada y en su interior hay pilares de piedra labrada con figuras adheridas a la pared.

Al pie de la sacristía está la entrada a las Catacumbas, donde aún permanecen varios nichos con pocos huesos humanos. En el centro existe el 'sapo' una fosa profunda, se dice que aquí arrojaban los restos fósiles. (11)

Por medio del levantamiento de la línea base se pudo conocer el estado en el que se encuentra la laguna de Colta, siendo los datos más relevantes los siguientes: La cuenca de la Laguna de Colta está ubicada dentro de la llanura interandina a una altitud de 3.324 m.s.n.m. y la superficie total es de 1945 hectáreas, de éstas más de 204 hectáreas corresponden a la laguna.

En lo concerniente a los suelos se considera que en el Cantón Colta predominan cultivos como es la cebada, maíz, brócoli, papas, etc., con un 26%, la utilización para pastos representa el 8% del territorio del Cantón, la cobertura de páramos es del 37%, 1% de suelos erosionados ubicado en la parte alta, y en abandono 2% que se encuentra en proceso de erosión.

De acuerdo al censo poblacional dadas por el INEC en el año 2010 se asume una dotación de 260 L/hab./día para el levantamiento de la línea base. Se realizó una determinación cualitativa de las acciones que contaminan sobre el recurso agua

de la parroquia de Santiago de Quito ya que en esta área se encuentra la laguna de Colta, las acciones que tienen un radio de afectación muy extenso son: el pastoreo, empleo de fertilizantes e insumos químicos, contaminación en ríos, quebradas, y fuentes de agua por la basura y descargas de aguas residuales. Según estudios del GAD de Colta se estima que el área del fondo es aproximadamente igual a la del espejo de agua y totora con una superficie de 194 ha y que la sedimentación ha sido uniforme sobre todo el área de la laguna.

Mediante las salidas de campo se pudo establecer la flora y fauna representativa.

- **Flora representativa:**

Chuquirahua - Retama - Musgo - Sigse - Taraxaco - Chilca - Tilo - Berro - Borraja - Cabuya - Capulí - Lengua de vaca - Totora - Zapatitos.

- **Fauna representativa:**

Chingolo - Pato zambullidor - Cerceta canela - Playero de bairdii - Playero patiamarillo menor - Zambullidor piquipinto - Zambullidor menor

Según los Talleres Mesa Socio - Cultural en el año 2011 por Técnicos del Municipio y de las Juntas Parroquiales se diagnosticó que existe un gran porcentaje de personas indígenas que usan su vestimenta tradicional. Ver (FIGURA N° 12: VESTIMENTA DE ADULTOS Y NIÑOS)

Existen varios atractivos turísticos en ésta zona como son: La iglesia de Balbanera, ruinas arqueológicas, museos, edificaciones antiguas que guardan la identidad de la Nación Puruhá, La Laguna de Colta, entre otros.

4.2 Caracterización macroscópica y microscópica de las cepas bacterianas

CUADRO N° 3: Caracterización macroscópica y microscópica de las cepas bacterianas

N°	N° Muest.	N° Col.	Forma	Color	Tamaño	Bordes	Superf.	Gram	N° Vial.	F. Cel.	Esp.
1	PS ₅₋₄ C ₁₂₋ 1112a	C ₁₂	Regular	Crema	Grande	Regulares	Plana	+	18	Bacilos	No
2	PS ₆₋₆ C ₁₇₋ 232B212	C ₁₇	Irregular	Crema	Mediana	Irregulares	Convexa	-	18	Cocos	No
3	PS ₂₋₄ C ₄₋ 1112	C ₄	Irregular	Rojizo	Mediana	Irregulares	Convexa	-	17	Cocos	No
4	PS ₈₋₅ C ₂₁₋ 1	C ₂₁	Irregular	Tomate	Mediana	Irregulares	Convexa	+	17	Cocos	No
5	PS ₆₋₆ C ₁₇₋ 2212	C ₁₇	Irregular	Crema	Mediana	Irregulares	Convexa	-	16	Bacilos	No
6	PS ₈₋₂ C ₁₈₋ 22	C ₁₈	Irregular	Crema	Grande	Regulares	Plana	-	17	Bacilos	No
7	PS ₆₋₆ C ₁₇₋ 2312a2	C ₁₇	Regular	Crema	Grande	Regulares	Plana	+	17	Bacilos	No
8	PS ₆₋₆ C ₁₇₋ 232b22	C ₁₇	Irregular	Crema	Mediana	Irregulares	Convexa	+	18	Streptococos	No
9	PS ₆₋₅ C ₁₆₋ 22	C ₁₆	Regular	Crema	Grande	Regulares	Plana	+	18	Bacilos	No
10	PS ₁₋₆ C ₂₋ 221	C ₂	Regular	Crema	Grande	Regulares	Plana	-	16	Bacilos	No
11	PS ₆₋₂ C ₁₄₋ 21	C ₁₄	Irregular	Crema	Grande	Irregulares	Convexa	-	17	Bacilos	No
12	PS ₆₋₂ C ₁₄₋ 11	C ₁₄	Irregular	Crema	Grande	Irregulares	Convexa	-	16	Bacilos	No
13	PS ₁₋₂ C ₁₋₁	C ₁	Irregular	Crema	Grande	Irregulares	Convexa	-	17	Bacilos	No
14	PS ₁₁₋ 4C ₃₅₋₂₁	C ₃₅	Regular	Crema	Grande	Regulares	Plana	+	18	Bacilos	No

15	PS ₃₋₄ C ₈₋₁	C ₈	Regular	Crema	Grande	Regulares	Plana	+	17	Bacilos	No
17	PS ₆₋₆ C ₁₇₋₂₂₁₁	C ₁₇	Irregular	Crema	Mediana	Irregulares	Convexa	-	17	Bacilos	No
18	PS ₃₋₃ C ₇₋₂₂₂	C ₇	Irregular	Crema	Mediana	Irregulares	Convexa	-	16	Bacilos	No
19	PS ₃₋₂ C ₅₋₁	C ₅	Irregular	Crema	Mediana	Irregulares	Plana	-	19	Bacilos	No
20	PS ₂₋₂ C ₃₋₁₁₁₂	C ₃	Irregular	Crema	Mediana	Irregulares	Convexa	+	19	Bacilos	No
21	PS ₃₋₂ C ₆₋₁₂₂	C ₆	Irregular	Crema	Mediana	Irregulares	Convexa	+	19	Bacilos	No
22	PS ₆₋₆ C ₁₇₋₂₃₁₂	C ₁₇	Regular	Crema	Grande	Regulares	Plana	+	19	Bacilos	No
23	PS ₁₂₋₄ C ₄₀₋₂	C ₄₀	Regular	Crema	Grande	Regulares	Plana	+	19	Bacilos	No
24	PS ₃₋₃ C _{7-2211c1}	C ₇	Irregular	Crema	Grande	Irregulares	Convexa	-	17	Bacilos	No
25	PS ₁₂₋₄ C ₄₀₋₃	C ₄₀	Regular	Crema	Grande	Regulares	Plana	+	19	Bacilos	No
26	PS ₁₋₆ C ₂₋₂₁₂₁	C ₂	Regular	Crema	Grande	Regulares	Plana	+	18	Bacilos	No
27	PS ₁₂₋₆ C ₄₂	C ₄₂	Regular	Crema	Grande	Regulares	Plana	+	19	Bacilos	No
28	PS ₃₋₂ C _{6-1121a}	C ₆	Regular	Crema	Grande	Regulares	Plana	+	18	Cocos	No
29	PS ₄₋₅ C ₉₋₂	C ₉	Irregular	Crema	Mediana	Irregulares	Convexa	-	17	Bacilos	No
30	PS ₅₋₄ C ₁₂₋₂	C ₁₂	Irregular	Amarillo	Mediano	Irregulares	Convexa	+	18	Cocos	No
31	PS ₃₋₂ C _{6-1222b2}	C ₆	Regular	Blanca	Grande	Regulares	Plana	+	18	Bacilos	No

Fuente: SERRANO, P. 2014

En el CUADRO N° 3 se puede observar la determinación de las características macroscópicas como es la forma, color, tamaño, bordes, superficie y por medio del procedimiento de Tinción GRAM se pudo conocer las características microscópicas como son: la forma celular, la esporulación y si es GRAM + o -, esto se plantea con la finalidad de la comparación en la última etapa, para saber si no existe ninguna mutación de las especies bacterianas, teniendo como resultado del proceso ninguna mutación de las 9 cepas que conforman el consorcio bacteriano, ya que todas las cepas mantienen sus características iniciales.

Se encontraron 30 cepas bacterianas puras a las cuales se etiquetaron con códigos para su identificación por medio de la dilución a la que se le inoculó y dependiendo del número de colonia al que pertenecían, siendo la mayoría de colonias color crema, forma celular bacilos sin esporulación, después de su caracterización permanecieron en fundas ziploc y en refrigeración para que mantengan todas sus características y realizar las pruebas de selección.

4.3 Pruebas de selección

CUADRO N° 4: Cepas seleccionadas

CEPAS SELECCIONADAS
P ₅ (PS ₆₋₆ C ₁₇₋₂₂₁₂)
P ₁₀ (PS ₁₋₆ C ₂₋₂₂₁)
P ₁₂ (PS ₆₋₂ C ₁₄₋₁₁)
P ₁₃ (PS ₁₋₂ C ₁₋₁)
P ₁₈ (PS ₃₋₃ C ₇₋₂₂₂)

Fuente: SERRANO, P. 2014

Las pruebas de selección se plantearon para conocer las cepas más óptimas que permitan la degradación o retención de metales que se encuentran fuera de la normativa (ver ANEXOS N°2).

Las 30 cepas fueron reactivadas con caldo nutritivo, para ser después seleccionadas por su turbiedad para las siguientes pruebas, teniendo como resultado la mayor turbiedad en las cepas P₅, P₁₀, P₁₂, P₁₃ y P₁₈. (Ver CUADRO N° 4), ya que por medio de la turbiedad que tiene cada cepa se observa la gran concentración de biomasa que puede retener los metales a ser analizados.

4.3.1 Prueba de Poder Degradativo

CUADRO N° 5: Concentración de metales para la prueba de poder degradativo

METALES	CONCENTRACION (ppm)
B	2
Ba	40
Cu	5
V	6

Fuente: SERRANO, P. 2014

En el CUADRON° 5 se puede observar los metales que superan los límites permisibles de la normativa (ver ANEXOS N°2), y sus concentraciones a las cuales van a ser sometidas las 5 cepas bacterianas en la prueba de poder degradativo.

CUADRO N° 6: Resultados de la primera lectura- prueba de poder degradativo

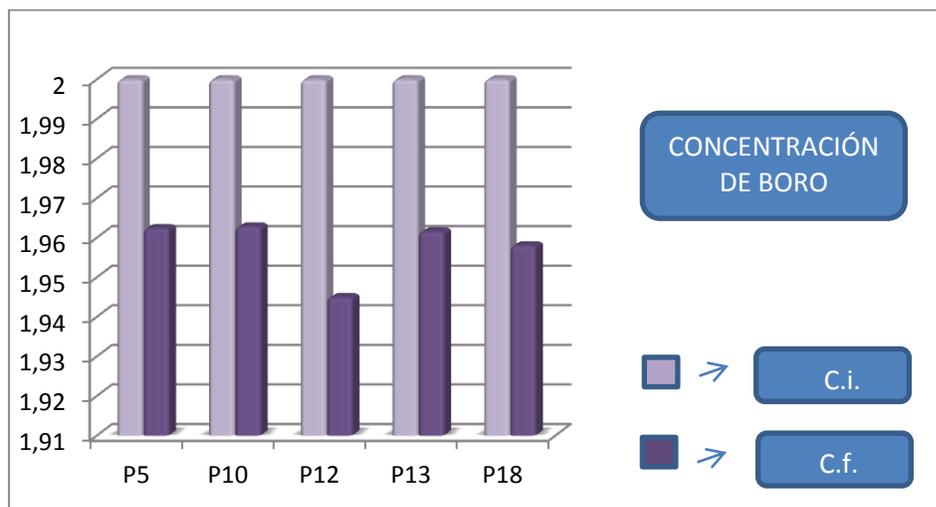
METALES CEPAS	B (ppm) - %	Ba (ppm) - %	Cu (ppm) - %	V (ppm) - %
P₅ (PS ₆₋₆ C ₁₇₋₂₂₁₂)	0,03761 – 1,88%	9,894 – 24,735%	0,5225 – 10,45%	0,2343 – 3,905%
P₁₀ (PS ₁₋₆ C ₂₋₂₂₁)	0,03717 – 1,858%	12,14 - 30,35%	0,5755 - 11,51%	0,2839 - 4,73%
P₁₂ (PS ₆₋₂ C ₁₄₋₁₁)	0,05504 - 2,752%	16,78 - 41,95%	1,217 - 24,34%	0,4288 - 7,146%
P₁₃ (PS ₁₋₂ C ₁₋₁)	0,03845 - 1,922%	20,49 - 51,225%	0,7121 - 14,242%	0,4404 - 7,34%
P₁₈ (PS ₃₋₃ C ₇₋₂₂₂)	0,04194 - 2,097%	10,64 - 26,6%	0,556 - 11,12%	0,3151 - 5,251%

Fuente: LABCESTTA. 2014

En el CUADRO N° 6, se puede observar la lectura que se efectuó, teniendo resultados favorables, que nos permite conocer el porcentaje de retención de la biomasa de cada cepa. Siendo el Ba el que baja en un mayor porcentaje en las 5 cepas de selección, llegando hasta 51,225% de retención, en una concentración de 20,49 ppm en la cepa P₁₃, el menor porcentaje de retención es en el B llegando hasta 1,8585%, en una concentración de 0,03717 ppm en la cepa P₁₀, y en los dos metales como el Cu llega hasta un porcentaje del 24,34%, en una concentración de 1,217 ppm en la cepa P₁₂ y en el V llega hasta un porcentaje del 7,34 %, con una concentración de 0,4404 ppm en la cepa P₁₃.

Los datos obtenidos en la lectura nos demuestran que las cepas P₅, P₁₀, P₁₂, P₁₃ y P₁₈ permiten la retención de los 4 metales a los que fueron expuestos, pero con mayor facilidad el Ba, ya que el B, Cu y el V son metales pesados de difícil degradación.

GRÁFICO N° 1: Concentración de boro



Fuente: SERRANO, P. 2014

En el GRÁFICO N° 1, podemos observar las concentraciones iniciales y finales de boro por cada cepa, en la cual la cepa con mayor retención es la cepa con el código P₁₂, ya que su concentración final es menor que las otras concentraciones de las cepas P₅, P₁₀, P₁₂, P₁₃ y P₁₈, mientras que la cepa con una menor retención es la cepa con el código P₁₀ ya que su concentración final es mayor que las demás cepas.

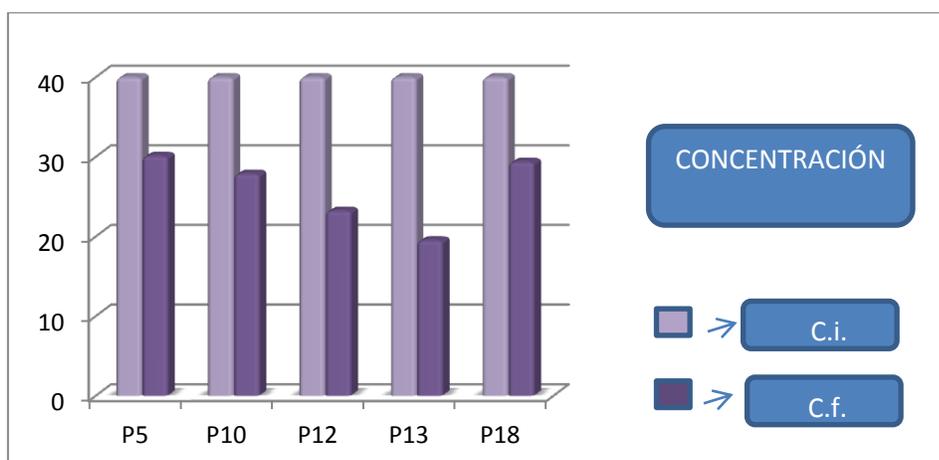
CUADRO N° 7: Concentraciones de las cepas bacterianas para boro

CONC. inicial (ppm)	CONC. biomasa (ppm)	CONC. final (ppm)	CEPA
2	0,03761	1,96239	P ₅
2	0,03717	1,96283	P ₁₀
2	0,05504	1,94496	P ₁₂
2	0,03845	1,96155	P ₁₃
2	0,04194	1,95806	P ₁₈

Fuente: LABCESTTA. 2014

En el CUADRO N° 7, se observa los valores de la concentración inicial, la concentración de la biomasa obtenida por la lectura en el equipo ICP, mientras que la concentración final es el resultado de la concentración inicial menos la concentración de la biomasa, con su respectiva cepa, en la cual la mayor retención por la biomasa es de la cepa P₁₂ con un valor de 0,05504 ppm y la cepa con menor retención por la biomasa es la cepa P₁₀ con un valor de 0,03717 ppm.

GRÁFICO N° 2: Concentración de bario



Fuente: SERRANO, P. 2014

En el GRÁFICO N° 2, podemos observar las concentraciones iniciales y finales de bario por cada cepa, en la cual la cepa con mayor retención es la cepa con el código P₁₃, ya que su concentración final es menor que las otras concentraciones de las cepas P₅, P₁₀, P₁₂ y P₁₈, mientras que la cepa con una menor retención es la cepa con el código P₁₈ ya que su concentración final es mayor que las demás cepas.

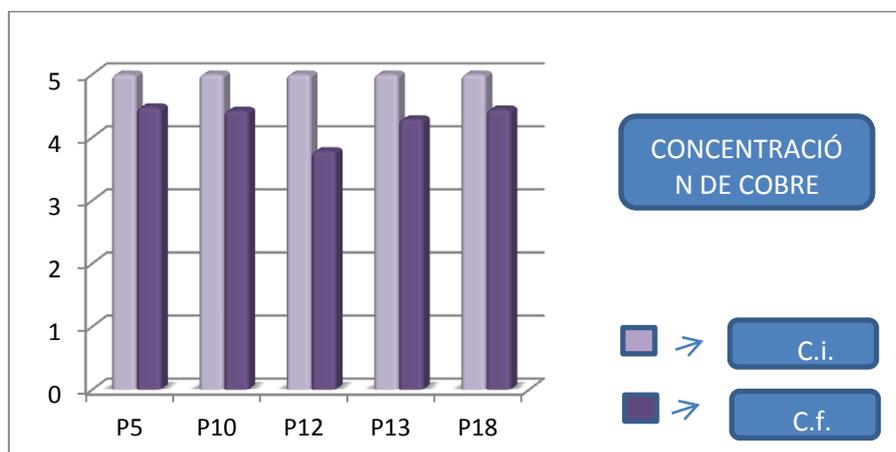
CUADRO N° 8: Concentraciones de las cepas bacterianas para bario

CONC. inicial (ppm)	CONC.biomasa (ppm)	CONC. final (ppm)	CEPA
40	9,894	30,106	P ₅
40	12,14	27,86	P ₁₀
40	16,78	23,22	P ₁₂
40	20,49	19,51	P ₁₃
40	10,64	29,36	P ₁₈

Fuente: LABCESTTA. 2014

En el CUADRO N° 8, se observa los valores de la concentración inicial, la concentración de la biomasa obtenida por la lectura en el equipo ICP, mientras que la concentración final es el resultado de la concentración inicial menos la concentración de la biomasa, con su respectiva cepa, en la cual la mayor retención por la biomasa es de la cepa P₁₃ con un valor de 20,49 ppm y la cepa con menor retención por la biomasa es de la cepa P₅ con un valor de 9,894 ppm.

GRÁFICO N° 3: Concentración de cobre



Fuente: SERRANO, P. 2014

En el GRÁFICO N° 3, podemos observar las concentraciones iniciales y finales de cobre por cada cepa, en la cual la cepa con mayor retención es la cepa con el código P₁₂, ya que su concentración final es menor que las otras concentraciones de las cepas P₅, P₁₀, P₁₃ y P₁₈, mientras que la cepa con una menor retención es la cepa con el código P₅ ya que su concentración final es mayor que las demás cepas.

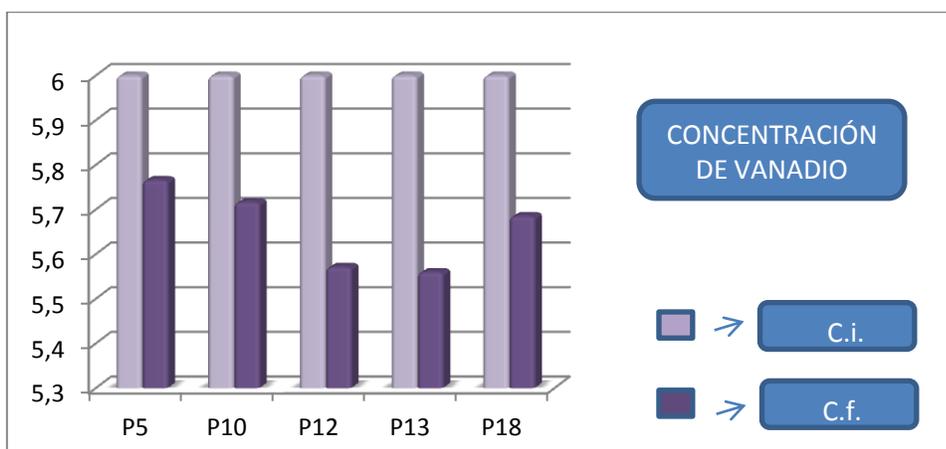
CUADRO N° 9: Concentraciones de las cepas bacterianas para cobre

CONC. inicial (ppm)	CONC. biomasa (ppm)	CONC. final (ppm)	CEPA
5	0,5225	4,4775	P ₅
5	0,5755	4,4245	P ₁₀
5	1,217	3,783	P ₁₂
5	0,7121	4,2879	P ₁₃
5	0,556	4,444	P ₁₈

Fuente: LABCESTTA. 2014

En el CUADRO N° 9, se observa los valores de la concentración inicial, la concentración de la biomasa obtenida por la lectura en el equipo ICP, mientras que la concentración final es el resultado de la concentración inicial menos la concentración de la biomasa, con su respectiva cepa, en la cual la mayor retención por la biomasa es de la cepa P₁₂ con un valor de 1,217 ppm y la cepa con menor retención por la biomasa es de la cepa P₅ con un valor de 0,5225 ppm.

GRÁFICO N° 4: Concentración de vanadio



Fuente: SERRANO, P. 2014

En el GRÁFICO N° 4, podemos observar las concentraciones iniciales y finales de cobre por cada cepa, en la cual la cepa con mayor retención es la cepa con el código P₁₃, ya que su concentración final es menor que las otras concentraciones de las cepas P₅, P₁₀, P₁₂ y P₁₈, mientras que la cepa con una menor retención es la cepa con el código P₅ ya que su concentración final es mayor que las demás cepas.

CUADRO N° 10: Concentraciones de las cepas bacterianas para vanadio

CONC. inicial (ppm)	CONC. biomasa (ppm)	CONC. final (ppm)	CEPA
6	0,2343	5,7657	P ₅
6	0,2839	5,7161	P ₁₀
6	0,4288	5,5712	P ₁₂
6	0,4404	5,5596	P ₁₃
6	0,3151	5,6849	P ₁₈

Fuente: LABCESTTA. 2014

En el CUADRO N° 10, se observa los valores de la concentración inicial, la concentración de la biomasa obtenida por la lectura en el equipo ICP, mientras que la concentración final es el resultado de la concentración inicial menos la

concentración de la biomasa, con su respectiva cepa, en la cual la mayor retención por la biomasa es de la cepa P₁₃ con un valor de 0,4404 ppm y la cepa con menor retención por la biomasa es de la cepa P₅ con un valor de 0,2342 ppm.

4.3.2 Prueba de Antagonismo

Para realizar la prueba de antagonismo se escogen 11 cepas, de las cuales 5 cepas tuvieron un resultado óptimo en la prueba de poder degradativo y las otras 6 cepas se tomaron porque presentaban una mayor turbiedad que las 19 cepas restantes.

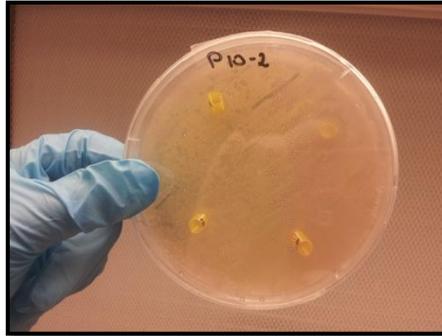
CUADRO N° 11: Resultados - prueba de antagonismo

CEPAS	ANTAGÓNICAS
P ₅ (PS ₆₋₆ C ₁₇₋₂₂₁₂)	NO
P ₆ (PS ₈₋₂ C ₁₈₋₂₂)	NO
P ₁₀ (PS ₁₋₆ C ₂₋₂₂₁)	NO
P ₁₁ (PS ₆₋₂ C ₁₄₋₂₁)	NO
P ₁₂ (PS ₆₋₂ C ₁₄₋₁₁)	NO
P ₁₃ (PS ₁₋₂ C ₁₋₁)	NO
P ₁₇ (PS ₆₋₆ C ₁₇₋₂₂₁₁)	NO
P ₁₈ (PS ₃₋₃ C ₇₋₂₂₂)	NO
P ₂₃ (PS ₁₂₋₄ C ₄₀₋₂)	SI
P ₂₄ (PS ₃₋₃ C _{7-2211c1})	NO
P ₃₁ (PS ₃₋₂ C _{6-1222b2})	SI

Fuente: SERRANO, P. 2014

En el CUADRO N°11 se puede observar las cepas antagónicas, y en la FOTOGRAFÍA N°18, se encuentra la cepa P₃₁ que es antagónica con respecto a la cepa de fondo P₁₀, las cepas antagónicas al realizar la prueba presentan un halo con respecto a la cepa de fondo, siendo estas las cepas P₂₃ y P₃₁, mientras

que las cepas P5, P6, P10, P11, P12, P13, P17, P18 y P24 no presentaron ningún halo con respecto a la cepa de fondo, las cuales son óptimas para continuar con la prueba de identificación.



FOTOGRAFÍA N° 18: Cepa antagonica P₃₁

4.3.3 Prueba de identificación

La prueba de identificación se realizó por medio de las pruebas bioquímicas, en la cual se conocieron cada uno de los nombres de las cepas.

CUADRO N° 12: Identificación de cepas bacterianas

CEPA	CÓDIGO (SOFTWARE)	EFICIENCIA (%)	NOMBRE (ESPECIE BACTERIANA)
P ₅ (PS ₆₋₆ C ₁₇₋₂₂₁₂)	40200024	71,14	<i>Escherichia coli-inactive</i>
P ₆ (PS ₈₋₂ C ₁₈₋₂₂)	40204020	95,74	<i>Xenorhabdus nematophilys</i>
P ₁₀ (PS ₁₋₆ C ₂₋₂₂₁)	00650004	86,87	<i>Providencia stuartii</i>
P ₁₁ (PS ₆₋₂ C ₁₄₋₂₁)	00040024	85,75	<i>Shigella</i> Serogroups A,B y C
P ₁₂ (PS ₆₋₂ C ₁₄₋₁₁)	40454020	98,7	<i>Xanthomonas maltophilia</i>
P ₁₃ (PS ₁₋₂ C ₁₋₁)	40354020	72,36	<i>Morganella morganii biogp 1</i>
P ₁₇ (PS ₆₋₆ C ₁₇₋₂₂₁₁)	40200024	71,14	<i>Escherichia coli-inactive</i>
P ₁₈ (PS ₃₋₃ C ₇₋₂₂₂)	00650004	86,87	<i>Providencia stuartii</i>
P ₂₄ (PS ₃₋₃ C _{7-2211c1})	40200024	71,14	<i>Escherichia coli-inactive</i>

Fuente: SERRANO, P. 2014

Al obtener los resultados de la identificación en el CUADRO N°12, se encuentran algunos nombres iguales de las especies bacterianas, ya que al realizar este procedimiento no se establece en un 100% la eficiencia de la determinación, teniendo como resultado una mayor eficacia en la cepa P₁₂ con 98,7%, determinándose como *Xanthomonas maltophilia* y una menor eficacia en las cepas P₅, P₁₇ y P₂₄ con 71,14.1%, determinándose a éstas cepas como *Escherichia coli-inactive*.

4.3.4 Masificación

CUADRO N° 13: Conteo de cepas bacterianas

DILUCIONES	CONTEO DE CEPAS (UFC)/g
-6	INCONTABLE
-7	INCONTABLE
-8	276×10^8

Fuente: SERRANO, P. 2014

Al realizar la masificación se toma una muestra de cada cepa de las 9 especies bacterianas, para hacer las diluciones y sembrar en los petrifilm, teniendo resultados favorables (Ver CUADRO N° 13), ya que existe una gran población bacteriana en la dilución a la -8 que es 276×10^8 UFC/mL de sedimento y no se puede realizar un conteo en las diluciones a la -6 y a la -7 ya que existe una gran cantidad de colonias.

Este resultado es favorable para la obtención del consorcio bacteriano ya que nos permite confirmar la gran cantidad de colonias resultantes, que pueden trabajar en estudios más profundos de degradación de metales en el futuro.

4.4 Análisis de datos del diseño experimental

Para el diseño experimental se somete al consorcio bacteriano a diferentes concentraciones del mix de metales que contienen Ba, Cu y V, no se colocó el B, ya que al realizar las diferentes pruebas no existe una retención significativa por parte de la biomasa hacia éste metal. Se realizan dos lecturas, la primera a los 7 días y la segunda a los 15 días, a constante agitación y manteniéndolos en la incubadora a una temperatura de 34.5°C.

4.4.1 Concentraciones de los mix

CUADRO N° 14: Concentraciones del Mix1

MIX 1(ppm)	
Ba	40
Cu	5
V	6

Fuente: SERRANO, P. 2014

En el CUADRO N° 14, se encuentran las concentraciones de cada metal para el Mix 1, los cuales son colocados con el consorcio bacteriano en frascos microbiológicos estériles.

CUADRO N° 15: Concentraciones del Mix 2

MIX 2 (ppm)	
Ba	20
Cu	2
V	3

Fuente: SERRANO, P. 2014

En el CUADRO N° 15, se encuentran las concentraciones de cada metal para el Mix 2, los cuales son colocados con el consorcio bacteriano en frascos microbiológicos estériles.

CUADRO N° 16: Concentraciones del Mix 3

MIX 3 (ppm)	
Ba	60
Cu	7
V	9

Fuente: SERRANO, P. 2014

En el CUADRO N° 16, se encuentran las concentraciones de cada metal para el Mix 3, los cuales son colocados con el consorcio bacteriano en frascos microbiológicos estériles.

- **Lecturas de los mix**

CUADRO N° 17: Primera lectura de bario

MIX 1 (ppm)	MIX 2 (ppm)	MIX 3 (ppm)
37,725	1,261	27,075
23,135	1,268	27,145
26,205	1,368	28,075
PROMEDIO MIX 1: 29,02	PROMEDIO MIX 2: 1,29	PROMEDIO MIX 3: 27,43

Fuente: LABCESTTA. 2014

CUADRO N° 18: Segunda lectura de bario

MIX 1 (ppm)	MIX 2 (ppm)	MIX 3 (ppm)
13,605	1,19	14,225
14,965	1,388	16,125
13,255	1,331	15,545
PROMEDIO MIX 1: 13,94	PROMEDIO MIX 2: 1,30	PROMEDIO MIX 3: 15,29

Fuente: LABCESTTA. 2014

En los CUADROS N° 17 y 18, se encuentran la primera y segunda lectura respectivamente de bario. En el Mix 1, se puede observar una mayor retención en la primera lectura que se realiza a los 7 días con una concentración de 29,02 ppm, mientras que la menor concentración de retención se encuentra en la segunda lectura, que se realiza a los 14 días con un valor de 13,94 ppm. En el Mix 2, se puede observar aproximadamente una igual concentración en la primera y segunda lectura, siendo ésta de 1,30 ppm. En el Mix 3, se puede observar una mayor retención en la primera lectura con una concentración de 27,43 ppm, mientras que la menor retención se encuentra en la segunda lectura con una concentración de 15, 29 ppm.

CUADRO N° 19: Primera lectura de cobre

MIX 1 (ppm)	MIX 2 (ppm)	MIX 3 (ppm)
0,181	0,0754	0,1954
0,1651	0,07263	0,1896
0,172	0,07145	0,1789
PROMEDIO MIX 1: 0,17	PROMEDIO MIX 2: 0,07	PROMEDIO MIX 3: 0,19

Fuente: LABCESTTA. 2014

CUADRO N° 20: Segunda lectura de cobre

MIX 1 (ppm)	MIX 2 (ppm)	MIX 3 (ppm)
0,1545	0,6196	0,1569
0,1783	0,8648	0,1568
0,1286	0,8155	0,1503
PROMEDIO MIX 1: 0,15	PROMEDIO MIX 2: 0,76	PROMEDIO MIX 3: 0,15

Fuente: LABCESTTA. 2014

En los CUADROS N° 19 y 20, se encuentran la primera y segunda lectura respectivamente de cobre. En el Mix 1, se puede observar una mayor retención en la primera lectura que se realiza a los 7 días con una concentración de 0,17 ppm, mientras que la menor concentración de retención se encuentra en la segunda lectura, que se realiza a los 14 días con un valor de 0,15 ppm. En el Mix 2, se puede observar una mayor retención en la segunda lectura que se realiza a los 14 días, con una concentración de 0,76 ppm, mientras que en la primera lectura se encuentra la menor retención con una concentración de 0,07 ppm. En el Mix 3, se puede observar una mayor retención en la primera lectura con una concentración de 0,19 ppm, mientras que la menor retención se encuentra en la segunda lectura con una concentración de 0,15 ppm.

CUADRO N° 21:Primera lectura de vanadio

MIX 1 (ppm)	MIX 2 (ppm)	MIX 3 (ppm)
0,3123	0,05401	0,1526
0,2427	0,05234	0,1512
0,2385	0,05036	0,1514
PROMEDIO MIX 1: 0,26	PROMEDIO MIX 2: 0,05	PROMEDIO MIX 3: 0,15

Fuente: LABCESTTA. 2014

CUADRO N° 22: Segunda lectura de vanadio

MIX 1 (ppm)	MIX 2 (ppm)	MIX 3 (ppm)
0,1445	0,0843	0,1039
0,1621	0,1235	0,1042
0,1431	0,1164	0,1021
PROMEDIO MIX 1: 0,15	PROMEDIO MIX 2: 0,10	PROMEDIO MIX 3: 0,10

Fuente: LABCESTTA. 2014

En los CUADROS N° 21 y 22, se encuentran la primera y segunda lectura respectivamente de vanadio. En el Mix 1, se puede observar una mayor retención en la primera lectura que se realiza a los 7 días con una concentración de 0,26 ppm, mientras que la menor concentración de retención se encuentra en la segunda lectura, que se realiza a los 14 días con un valor de 0,15 ppm. En el Mix 2, se puede observar una mayor retención en la segunda lectura que se realiza a los 14 días, con una concentración de 0,10 ppm, mientras que en la primera lectura se encuentra la menor retención con una concentración de 0,05 ppm. En el Mix 3, se puede observar una mayor retención en la primera lectura con una concentración de 0,15 ppm, mientras que la menor retención se encuentra en la segunda lectura con una concentración de 0,10 ppm.

En todos los CUADROS de las lecturas de los Mix con el consorcio bacteriano se puede observar que en las primeras lecturas de los MIX 1 y 3, es mayor la concentración de retención en relación a las segundas lecturas, mientras que en la mayoría de todas las lecturas del MIX 2, en las primeras lecturas se tienen valores de concentraciones menores a las de las segundas lecturas, es decir que el MIX 2, el de menor concentración de metales actúa mucho mejor al pasar los días con una mayor retención.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

1. El levantamiento de la Línea Base nos permite conocer los aspectos ambientales de la zona de estudio determinando como impacto visual la no disposición final del sedimento de la laguna.
2. De la caracterización físico-químico del sedimento se determino que cuatro metales están por fuera del límite permisibles, (TULSMA, LIBRO VI ANEXO II, TABLA II), como son: Cu= 41,4 ppm; Ba= 243,8 ppm, V= 44,7 ppm y B= 8,4 ppm.
3. Después del período de aislamiento de las cepas, se realizó la caracterización microbiológica obteniendo 30 cepas bacterianas de cultivo puro.
4. Para la discriminación de las cepas se realizaron diferentes pruebas como la prueba de poder degradativo y la prueba de antagonismo, de las cuales se obtuvieron 9 cepas más óptimas para que conformen el consorcio bacteriano nativo del sedimento de la laguna de Colta.
5. Se obtuvo el consorcio bacteriano nativo de los sedimentos de la laguna de Colta, identificándose 9 cepas bacterianas por medio de pruebas bioquímicas siendo éstas: P₅: *Escherichia coli-inactive*, P₆: *Xenorhabdus nematophilys*, P₁₀: *Providencia stuartii*, P₁₁: *Shigellas erogroups A, B y C*, P₁₂: *Xanthomonas maltophilia*, P₁₃: *Morganella morganii biogp 1*, P₁₇: *Escherichia coli-inactive*, P₁₈: *Providencia stuartii*, P₂₄: *Escherichia coli-inactive*

6. La masificación se efectuó con las nueve cepas bacterianas identificadas, teniendo resultados favorables de: 276×10^8 UFC/mL.

5.2. Recomendaciones

1. Se recomienda ampliar la investigación realizando estudios orientados a la biorremediación de sedimentos con la aplicación de consorcios bacterianos nativos de lagunas.
2. Realizar profundos estudios para el aislamiento de cepas y obtención de consorcios bacterianos, para demostrar otros posibles campos de degradación en los cuales se los puede aplicar.
3. En la identificación de las cepas bacterianas se recomienda utilizar otro tipo de técnica como son las pruebas API o identificación molecular, para obtener un porcentaje de eficiencia óptimo.

BIBLIOGRAFÍA

- **ANADON, Pedro. y otros.** Sedimentación Lacustre. Madrid-España. Igme. 1984. Pp. 112-119.
<http://books.google.es/books?id=1iiVdJzEHmkC&p>
13-05-2013
- **ANDRADE, Adriana.** Diseño de un plan de manejo turístico sostenible para la laguna de Colta, Cantón Colta, Provincia de Chimborazo. (Tesis) (Ing. Ecoturismo). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad Recursos Naturales. Escuela Ecoturismo. Ecuador. 2011. Pp. 189-190.
<dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1371/1/23T0302%20ANDRADE%ADRIANA.pdf>
28-06-2013
- **BORRAJA**
<http://www.espiritugaia.com/Borraja.htm>
11-06-2013.
- **CAPULÍ**
<http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=Prunus%20serotina&id=7046>
11-06-2013.
- **CASTILLO, Francisco. y otros.** Biotecnología Ambiental. Madrid-España. Tebar. 2005. Pp. 18-32, 366-367.
<http://books.google.es/books?id=19ffPAm3E3kC&p>
11-05-2013

- **CHILCA**
<http://www.gabito grupos.com/ayudaamistad/template.php?nm=1308618589>
11-06-2013.
- **CHUQUIRAHUA**
http://es.wikipedia.org/wiki/Chuquiraga_jussieui
11-06-2013.
- **CLIMA Y METEOROLOGÍA**
<http://www.tupatrocinio.com/patrocinio.cfm/proyecto/67479090090255666552655265654567.html>
12-05-2013.
- **DE SANTA OLALLA, Martín. y otros.** Agua y agronomía. Madrid-España. Aedos. 2005. Pp. 313-314.
<http://books.google.es/books?id=tWkJAQAAQBAJ>
14-05-2013
- **DUQUE, Juan.** Biotecnología. Madrid-España. Gesbiblo. 2010. Pp. 24-25.
<http://books.google.es/books?id=77eWLHLYMNcC>
14-05-2013
- **ECUADOR. INSTITUTO NACIONAL DE PATRIMONIO CULTURAL.** Guía de bienes culturales del Ecuador Chimborazo. Quito-Ecuador. INPC. 2010. Pp. 31-71.
<http://downloads.arqueoecuatoriana.ec/ayhpwxgv/noticias/publicaciones/INPC-X-GuiaChimborazo.pdf>
10-06-2013

- **ECUADOR. MINISTERIO DEL AMBIENTE DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR.** Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados. Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria. Quito-Ecuador. 2007. Pp. 362-363.
http://www.efficacitas.com/efficacitas_es/assets/Anexo%202.pdf
 10-06-2013
- **FREEMAN, Bob. y otros.** Tratado de Microbiología. 21a. ed. Madrid-España. Interamericana. 1983. Pp. 32 - 41.
 12-05-2013
- **GARCÍA, Vera.** Introducción a la Microbiología. 2a. ed. Madrid-España. EUNED. 2005. Pp. 56-59.
http://books.google.es/books?id=K_ETVnqnMZIC&
 11-05-2013
- **GEOMORFOLOGÍA**
http://www.chimborazo.gob.ec/chimborazo/images/stories/doc_2012/1.%20%20PDOT%20Chimborazo.pdf
 12-05-2013.
- **INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSO “INEC”**
<http://www.inec.gob.ec/estadisticas/>
 21-05-2013.
- **LA BIORREMEDIACIÓN**
<http://www.argenbio.org/index.php?action=novedades¬e=202>
 12-06-2013.

- **LA EUTROFIZACIÓN**
http://voluntad.com.co/zonactiva/images/pdfampliacion/cienciasnaturales/sexta/laeutrofizacion_c620.pdf
 12-06-2013.
- **LIMITES CANTONALES**
http://es.wikipedia.org/wiki/Cant%C3%B3n_Colta
 14-06-2013.
- **MARÍN, Rafael.** Físicoquímica y microbiología de los medios acuáticos. Tratamiento y control de calidad de aguas. Madrid-España. Díaz de Santos. 2003. Pp. 75-78.
<http://books.google.es/books?id=k8blixwJzYUC&pr>
 12-05-2013
- **MEDIO SOCIOECONÓMICO**
http://es.wikipedia.org/wiki/Cant%C3%B3n_Colta
 28-06-2013.
- **MICROORGANISMOS Y METALES PESADOS**
<http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar/v2n3/vullo.pdf>
 16-06-2013.
- **MUSGO**
http://es.wikipedia.org/wiki/Bryophyta_sensu_stricto
 11-06-2013.
- **PEÑA, Enrique. y otros.** Algas como indicadoras de contaminación. Bogotá-Colombia. Universidad del Valle. 2005. Pp. 69-71.
<http://books.google.es/books?id=l4QBTq77BsIC&pr>
 12-05-2013

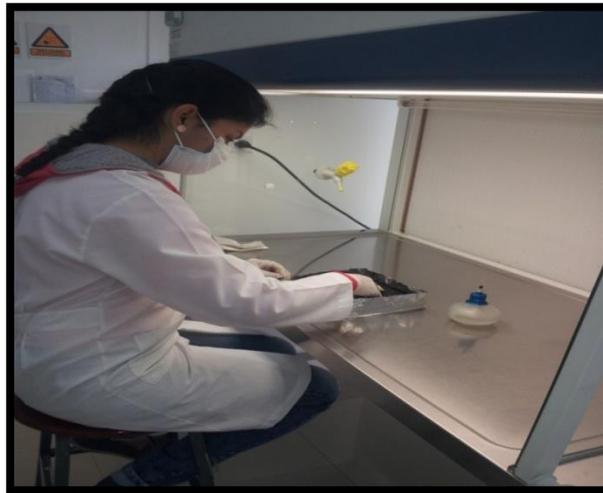
- **PRESCOTT, Harley.** Microbiología. 5ta. ed. Madrid-España. Mc Graw Hill. 2004. Pp. 109-115.
12-05-2013
- **RETAMA**
<http://es.wikipedia.org/wiki/Spartium>
11-06-2013.
- **SEDIMENTO**
<http://es.thefreedictionary.com/sedimento>
14-06-2013.
- **STANLEY, E. Manahan, y otros.** Introducción a la química ambiental. México. D.F-México. Reverté. 2007. Pp. 159-160.
<http://books.google.es/books?id=5NR8DIk1n68C&p>
11-05-2013
- **SUELOS**
<http://www.monografias.com/trabajos21/recursos-naturales/recursos-naturales.shtml>
11-05-2013.
- **TARAXACO**
http://es.wikipedia.org/wiki/Taraxacum_officinale
11-06-2013.
- **VOLKE, Tania. y otros.** Suelos contaminados por metales y metaloides: muestreo y alternativas para su remediación. México. D.F-México. Instituto Nacional de Ecología. 2005. Pp. 91-93.
<http://books.google.es/books?id=A50ITx37ScsC&pr>
11-05-20

ANEXOS

ANEXOS N° 1: Fotografías



FOTOGRAFÍA A: Recolección de muestras



FOTOGRAFÍA C: Homogenización de sedimento



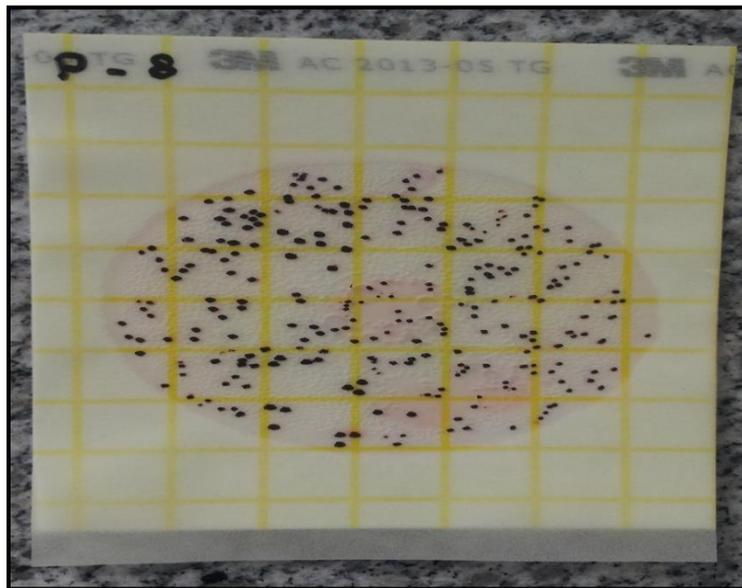
FOTOGRAFÍA D: Inoculación de diluciones



FOTOGRAFÍA E: Refrigeración de bancos bacterianos



FOTOGRAFÍA F: Filtración de muestras digeridas para la prueba de poder degradativo



FOTOGRAFÍA G: Conteo de colonias bacterianas

ANEXOS N° 2: Resultados de los Análisis del LABCESTTA

 LABCESTTA Tecnología & Soluciones SGC	LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN Panamericana Sur Km. 1 ½ Telefax: (03) 2998232 ESPOCH FACULTAD DE CIENCIAS RIOBAMBA - ECUADOR	LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL OAE ACREDITACIÓN N° OAE LE 2C 06-008			
INFORME DE ENSAYO No: 1650 ST: 13- 116 ANÁLISIS DE SUELOS					
Nombre Peticionario: GAD MUNICIPAL DEL CANTON COLTA Atn. Ing. Cesar Yonqui Dirección: Goribar y 2 de Agosto					
FECHA: 05 de Septiembre del 2013 NUMERO DE MUESTRAS: 1 FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2013/08/27 15:30 FECHA DE MUESTREO: 2013/08/27 09:47-10:25 FECHA DE ANÁLISIS: 2013/08/27 - 2013/09/05 TIPO DE MUESTRA: Sedimento CÓDIGO LABCESTTA: LAB-S 354 -13 CÓDIGO DE LA EMPRESA: S1 - S10 PUNTO DE MUESTREO: Celda N° 1 17M 0749047 / 9808863 ANÁLISIS SOLICITADO: Físico - Químico, microbiológico. PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Rubén Choto CONDICIONES AMBIENTALES: T máx.:25.0 °C. T mín.: 15.0 °C					
RESULTADOS ANALÍTICOS:					
PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (k=2)
Potencial de Hidrógeno	PEE/LABCESTTA/24 EPA 9045 D	Unidades de pH	7,66	-	±0,15
Conductividad Eléctrica	PEE/LABCESTTA/85 EPA 9045 D	µS/ cm	366,0	-	±5%
*RAS	Calculo	-	2,62	-	-
*Arsénico	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	<0,5	-	-
* Bario	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	208,00	-	-
* Boro	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	5,15	-	-
Cadmio	PEE/LABCESTTA/76 EPA SW-846, N° 3050 B	mg/Kg	<0,8	-	±38%
* Cobalto	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	7,08	-	-
* Cromo	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	11,13	-	-
*Cromo Hexavalente			0,20	-	-
* Cianuro Total	Espectrofotométrico	mg/Kg	0,04	-	-
* Estaño	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	1,15	-	-
* Fluor	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a	mg/Kg	21,55	-	-
Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados			Página 1 de 3 Edición 1		
MC01-14					

	ICP				
* Mercurio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	< 0,008	-	-
* Molibdeno	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	<0,5	-	-
Niquel	PEE/LABCESTTA/77 EPA SW-846, N° 3050 B, 7520	mg/Kg	<30	-	±12%
* Plata	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	<0,5	-	-
Plomo	PEE/LABCESTTA/78 EPA SW-846, N° 3050 B, 7420	mg/Kg	<20	-	±38%
* Selenio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	<1	-	-
* Vanadio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	40,75	-	-
*Nitritos	PEE/LABCESTTA/84 Espectrofotométrico	mg/Kg	2,59	-	-
*Nitratos	PEE/LABCESTTA/84 Espectrofotométrico	mg/Kg	58,61	-	-
*Fosfatos	PEE/LABCESTTA/86 ICP	mg/Kg	1601,78	-	-
* Tensoactivos	Espectrofotometria	mg/Kg	6,58	-	-
*Fósforo	PEE/LABCESTTA/86	mg/Kg	522,4	-	-
* Potasio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	1604,68	-	-
* Calcio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	13152,37	-	-
* Magnesio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	9283,14	-	-
*Nitrógeno Total	PEE/LABCESTTA/88 Kjedahl	%	0,31	-	-
* Nitrógeno Amoniacal	PEE/LABCESTTA/83 Espectrofotométrico	mg/Kg	15,16	-	-
* Amonio	PEE/LABCESTTA/83 Espectrofotométrico	mg/Kg	19,55	-	-
* Azufre	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	<8	-	-
* Cobre	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	29,95	-	-
* Hierro	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	19676,06	-	-

* Manganeseo	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	269,25	-	-
* Zinc	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	23,19	-	-
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	PEE/LABCESTTA/23 EPA SW-846 N°8310 EPA SW-846 N° 3540	mg/Kg	< 0,3	-	±30%
Hidrocarburos Totales	PEE/LABCESTTA/26 TNRCC 1005	mg/Kg	154,5	-	±26%
*Carbono Orgánico Total	PEE/LABCESTTA/160 Oxidación Húmeda/Walkey & Black	%	5,55	-	-
*Materia Orgánica	PEE/LABCESTTA/195 NEN 5754.2005	%	9,55	-	-
*Aceites y grasas	Gravimétrico	%	0,10	-	-
*Organoclorados	PEE/LABCESTTA/133 EPA 8081 A Modificado/GC con µECD	µg/kg	0,0062	-	-
*Organofosforados	PEE/LABCESTTA/134 EPA 8041 A Modificado/GC con FPD	µg/kg	< 0,002	-	-
*Coliformes Fecales	PEE/LABCESTTA/144 Petrifilm	UFC/g	<1 UFC/g	-	-
*Coliformes Totales	PEE/LABCESTTA/143 Petrifilm	UFC/g	2*10 ² UFC/g	-	-
*Salmonella	REVEAL AUAC 960801	Presencia /Ausencia	Ausencia	-	-
*Mohos y levaduras	Petrifilm	UFC/g	<1	-	-

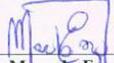
GRANULOMETRIA-S-354	
ASTM	% RETENIDO
7 (2,8 mm)	0,00
8 (2,36 mm)	0,00
40 (425 µm)	20,66
325 (45 µm)	53,36
< 45 µm	25,82

OBSERVACIONES:

- Muestra Transportada en refrigeración.
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del OAE.
- Muestra compuesta por 10 submuestras.

RESPONSABLES DEL INFORME:


Dr. Mauricio Alvarez
RESPONSABLE TÉCNICO


Ing. Marcela Erazo V.
JEFE DE LABORATORIO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados
MC01-14

Página 3 de 3
Edición 1



SGC

LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN

Panamericana Sur Km. 1 ½
Telefax: (03) 2998232
ESPOCH
FACULTAD DE CIENCIAS
RIOBAMBA - ECUADOR

LABORATORIO DE
ENSAYO ACREDITADO
POR EL OAE

ACREDITACIÓN
Nº OAE LE 2C 06-008

INFORME DE ENSAYO No: 1651
ST: 13-117 ANÁLISIS DE SUELOS

Nombre Peticionario: GAD MUNICIPAL DEL CANTON COLTA
Atn. Ing. Cesar Yonqui
Dirección: Goribar y 2 de Agosto

FECHA: 05 de Septiembre del 2013
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2013/08/27 15:30
FECHA DE MUESTREO: 2013/08/27 10:32-11:07
FECHA DE ANÁLISIS: 2013/08/27 - 2013/09/05
TIPO DE MUESTRA: Sedimento
CÓDIGO LABCESTTA: LAB-S 355-13
CÓDIGO DE LA EMPRESA: S11 - S20
PUNTO DE MUESTREO: Celda Nº 3 17M 0749080 / 9808766
ANÁLISIS SOLICITADO: Físico - Químico, microbiológico.
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Rubén Choto
CONDICIONES AMBIENTALES: T máx.: 25.0 °C. T mín.: 15.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (k=2)
Potencial de Hidrógeno	PEE/LABCESTTA/24 EPA 9045 D	Unidades de pH	7,82	-	±0,15
Conductividad Eléctrica	PEE/LABCESTTA/85 EPA 9045 D	µS/ cm	399,0	-	±5%
*RAS	Calculo	-	3,01	-	-
*Arsénico	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	<0,5	-	-
* Bario	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	259,74	-	-
* Boro	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	9,82	-	-
Cadmio	PEE/LABCESTTA/76 EPA SW-846, N° 3050 B	mg/Kg	<0,8	-	±38%
* Cobalto	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	7,03	-	-
* Cromo	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	11,52	-	-
*Cromo Hexavalente			0,40	-	-
* Cianuro Total	Espectrofotométrico	mg/Kg	0,04	-	-
* Estaño	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	<1	-	-
* Fluor	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a	mg/Kg	13,17	-	-

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados

MC01-14

Página 1 de 3
Edición 1

	ICP				
* Mercurio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	< 0,008	-	-
* Molibdeno	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	0,95	-	-
Niquel	PEE/LABCESTTA/77 EPA SW-846, N° 3050 B, 7520	mg/Kg	<30	-	±12%
* Plata	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	<0,5	-	-
Plomo	PEE/LABCESTTA/78 EPA SW-846, N° 3050 B, 7420	mg/Kg	<20	-	±38%
* Selenio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	<1	-	-
* Vanadio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	46,64	-	-
*Nitritos	PEE/LABCESTTA/84 Espectrofotométrico	mg/Kg	4,69	-	-
*Nitratos	PEE/LABCESTTA/84 Espectrofotométrico	mg/Kg	88,26	-	-
*Fosfatos	PEE/LABCESTTA/86 ICP	mg/Kg	2232,37	-	-
* Tensoactivos	Espectrofotometria	mg/Kg	23,34	-	-
*Fósforo	PEE/LABCESTTA/86	mg/Kg	728,06	-	-
* Potasio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	1821,41	-	-
* Calcio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	11932,84	-	-
* Magnesio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	9649,21	-	-
*Nitrógeno Total	PEE/LABCESTTA/88 Kjedahl	%	0,28	-	-
* Nitrógeno Amoniacal	PEE/LABCESTTA/83 Espectrofotométrico	mg/Kg	28,53	-	-
* Amonio	PEE/LABCESTTA/83 Espectrofotométrico	mg/Kg	36,70	-	-
* Azufre	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	<8	-	-
* Cobre	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	43,59	-	-
* Hierro	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	22246,65	-	-

* Manganeseo	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	372,38	-	-
* Zinc	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	27,66	-	-
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	PEE/LABCESTTA/23 EPA SW-846 N°8310 EPA SW-846 N° 3540	mg/Kg	< 0,3	-	±30%
Hidrocarburos Totales	PEE/LABCESTTA/26 TNRCC 1005	mg/Kg	120,4	-	±26%
*Carbono Orgánico Total	PEE/LABCESTTA/160 Oxidación Húmeda/Walkey & Black	%	4,84	-	-
*Materia Orgánica	PEE/LABCESTTA/195 NEN 5754.2005	%	8,33	-	-
*Aceites y grasas	Gravimétrico	%	0,05	-	-
*Organoclorados	PEE/LABCESTTA/133 EPA 8081 A Modificado/GC con µECD	µg/kg	0,0050	-	-
*Organofosforados	PEE/LABCESTTA/134 EPA 8041 A Modificado/GC con FPD	µg/kg	< 0,002	-	-
*Coliformes Fecales	PEE/LABCESTTA/144 Petrifilm	UFC/g	<1 UFC/g	-	-
*Coliformes Totales	PEE/LABCESTTA/143 Petrifilm	UFC/g	5*10 ² UFC/g	-	-
*Salmonella	REVEAL AUAC 960801	Presencia /Ausencia	ausencia	-	-
*Mohos y levaduras	Petrifilm	UFC/g	1*10 ³ UFC/g	-	-

GRANULOMETRIA-S-355	
ASTM	% RETENIDO
7 (2,8 mm)	0,00
8 (2,36 mm)	0,00
40 (425 µm)	16,44
325 (45 µm)	40,75
< 45 µm	42,81

OBSERVACIONES:

- Muestra Transportada en refrigeración.
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del OAE.
- Muestra compuesta por 10 submuestras.

RESPONSABLES DEL INFORME:


Dr. Mauricio Alvarez
RESPONSABLE TÉCNICO


Ing. Marcela Elazo V.
JEFE DE LABORATORIO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados
MC01-14

Página 3 de 3
Edición 1

INFORME DE ENSAYO No: 1652
ST: 13- 118 ANÁLISIS DE SUELOS

Nombre Peticionario: GAD MUNICIPAL DEL CANTON COLTA
Atn. Ing. Cesar Yonqui
Dirección: Goribar y 2 de Agosto

FECHA: 05 de Septiembre del 2013
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2013/08/27 15:30
FECHA DE MUESTREO: 2013/08/27 11:10-11:47
FECHA DE ANÁLISIS: 2013/08/27 - 2013/09/05
TIPO DE MUESTRA: Sedimento
CÓDIGO LABCESTTA: LAB-S 356 -13
CÓDIGO DE LA EMPRESA: S21 - S30
PUNTO DE MUESTREO: Almacenamiento 1 17M 0749085 / 9808559
ANÁLISIS SOLICITADO: Físico - Químico, microbiológico.
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Rubén Choto
CONDICIONES AMBIENTALES: T máx.:25,0 °C. T min.: 15,0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (k=2)
Potencial de Hidrógeno	PEE/LABCESTTA/24 EPA 9045 D	Unidades de pH	7,90	-	±0,15
Conductividad Eléctrica	PEE/LABCESTTA/85 EPA 9045 D	µS/ cm	348,0	-	±5%
*RAS	Calculo	-	4,28	-	-
*Arsénico	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	<0,5	-	-
* Bario	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	182,93	-	-
* Boro	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	<5	-	-
Cadmio	PEE/LABCESTTA/76 EPA SW-846, N° 3050 B	mg/Kg	<0,8	-	±38%
* Cobalto	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	8,34	-	-
* Cromo	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	13,82	-	-
*Cromo Hexavalente			0,40	-	-
* Cianuro Total	Espectrofotométrico	mg/Kg	0,12	-	-
* Estaño	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	<1	-	-
* Fluor	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a	mg/Kg	17,97	-	-

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.

Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados

MC01-14

Página 1 de 3

Edición 1

	ICP				
* Mercurio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	< 0,008	-	-
* Molibdeno	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	<0,5	-	-
Niquel	PEE/LABCESTTA/77 EPA SW-846, N° 3050 B, 7520	mg/Kg	<30	-	±12%
* Plata	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	<0,5	-	-
Plomo	PEE/LABCESTTA/78 EPA SW-846, N° 3050 B, 7420	mg/Kg	<20	-	±38%
* Selenio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	<1	-	-
* Vanadio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	46,13	-	-
*Nitritos	PEE/LABCESTTA/84 Espectrofotométrico	mg/Kg	5,52	-	-
*Nitratos	PEE/LABCESTTA/84 Espectrofotométrico	mg/Kg	83,07	-	-
*Fosfatos	PEE/LABCESTTA/86 ICP	mg/Kg	7067,81	-	-
* Tensoactivos	Espectrofotometria	mg/Kg	21,66	-	-
*Fósforo	PEE/LABCESTTA/86	mg/Kg	576,27	-	-
* Potasio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	1923,73	-	-
* Calcio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	6036,98	-	-
* Magnesio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	5627,75	-	-
*Nitrógeno Total	PEE/LABCESTTA/88 Kjedahl	%	0,17	-	-
* Nitrógeno Amoniacal	PEE/LABCESTTA/83 Espectrofotométrico	mg/Kg	17,97	-	-
* Amonio	PEE/LABCESTTA/83 Espectrofotométrico	mg/Kg	23,16	-	-
* Azufre	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	<8	-	-
* Cobre	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	37,03	-	-
* Hierro	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	19062,37	-	-



SGC

**LABORATORIO DE
ANÁLISIS AMBIENTAL E
INSPECCIÓN**

Panamericana Sur Km. 1 ½
Telefax: (03) 2998232
ESPOCH
FACULTAD DE CIENCIAS
RIOBAMBA - ECUADOR

**LABORATORIO DE
ENSAYO ACREDITADO
POR EL OAE**

**ACREDITACIÓN
Nº OAE LE 2C 06-008**

* Manganeseo	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	309,98	-	-
* Zinc	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	24,13	-	-
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	PEE/LABCESTTA/23 EPA SW-846 N°8310 EPA SW-846 N° 3540	mg/Kg	< 0,3	-	±30%
Hidrocarburos Totales	PEE/LABCESTTA/26 TNRCC 1005	mg/Kg	74,5	-	±26%
*Carbono Orgánico Total	PEE/LABCESTTA/160 Oxidación Húmeda/Walkey & Black	%	3,96	-	-
*Materia Orgánica	PEE/LABCESTTA/195 NEN 5754.2005	%	6,80	-	-
*Aceites y grasas	Gravimétrico	%	0,08	-	-
*Organoclorados	PEE/LABCESTTA/133 EPA 8081 A Modificado/GC con µECD	mg/kg	0,0005	-	-
*Organofosforados	PEE/LABCESTTA/134 EPA 8041 A Modificado/GC con FPD	mg/kg	< 0,002	-	-
*Coliformes Fecales	PEE/LABCESTTA/144 Petrifilm	UFC/g	<1	-	-
*Coliformes Totales	PEE/LABCESTTA/143 Petrifilm	UFC/g	6*10 ²	-	-
*Salmonella	REVEAL AUAC 960801	Presencia /Ausencia	Ausencia	-	-
*Mohos y levaduras	Petrifilm	UFC/g	2*10 ²	-	-

GRANULOMETRIA-S-356	
ASTM	% RETENIDO
7 (2,8 mm)	0,00
8 (2,36 mm)	0,00
40 (425 um)	13,85
325 (45 um)	62,09
< 45 um	24,06

OBSERVACIONES:

- Muestra Transportada en refrigeración.
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del OAE.
- Muestra compuesta por 10 submuestras.

RESPONSABLES DEL INFORME:

Dr. Mauricio Alvarez
RESPONSABLE TÉCNICO

Ing. Marcela Epazo V.
JEFE DE LABORATORIO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados

MC01-14

Página 3 de 3
Edición 1

INFORME DE ENSAYO No: 1653
ST: 13- 119 ANÁLISIS DE SUELOS

Nombre Peticionario: GAD MUNICIPAL DEL CANTON COLTA
Atn. Ing. Cesar Yonqui
Dirección: Goribar y 2 de Agosto

FECHA: 05 de Septiembre del 2013
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2013/08/27 15:30
FECHA DE MUESTREO: 2013/08/27 11:49-12:48
FECHA DE ANÁLISIS: 2013/08/27 - 2013/09/05
TIPO DE MUESTRA: Sedimento
CÓDIGO LABCESTTA: LAB-S 357 -13
CÓDIGO DE LA EMPRESA: S31 - S40
PUNTO DE MUESTREO: Almacenamiento 1 17M 0749092 / 9808469
ANÁLISIS SOLICITADO: Físico - Químico, microbiológico.
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Rubén Choto
CONDICIONES AMBIENTALES: T máx.:25.0 °C. T min.: 15.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (k=2)
Potencial de Hidrógeno	PEE/LABCESTTA/24 EPA 9045 D	Unidades de pH	8,20	-	±0,15
Conductividad Eléctrica	PEE/LABCESTTA/85 EPA 9045 D	µS/ cm	327,0	-	±5%
*RAS	Calculo	-	2,62	-	-
*Arsénico	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	<0,5	-	-
* Bario	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	209,90	-	-
* Boro	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	5,49	-	-
Cadmio	PEE/LABCESTTA/76 EPA SW-846, N° 3050 B	mg/Kg	<0,8	-	±38%
* Cobalto	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	7,09	-	-
* Cromo	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	11,07	-	-
*Cromo Hexavalente			0,79	-	-
* Cianuro Total	Espectrofotométrico	mg/Kg	0,04	-	-
* Estaño	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	<1	-	-
* Fluor	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a	mg/Kg	2,77	-	-

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.

Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados

MC01-14

Página 1 de 3

Edición 1

	ICP				
* Mercurio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	< 0,008	-	-
* Molibdeno	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	<0,5	-	-
Niquel	PEE/LABCESTTA/77 EPA SW-846, N° 3050 B, 7520	mg/Kg	<30	-	±12%
* Plata	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	0,56	-	-
Plomo	PEE/LABCESTTA/78 EPA SW-846, N° 3050 B, 7420	mg/Kg	<20	-	±38%
* Selenio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	<1	-	-
* Vanadio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	40,22	-	-
*Nitritos	PEE/LABCESTTA/84 Espectrofotométrico	mg/Kg	14,36	-	-
*Nitratos	PEE/LABCESTTA/84 Espectrofotométrico	mg/Kg	73,57	-	-
*Fosfatos	PEE/LABCESTTA/86 ICP	mg/Kg	1739,20	-	-
* Tensoactivos	Espectrofotometria	mg/Kg	18,58	-	-
*Fósforo	PEE/LABCESTTA/86	mg/Kg	567,22	-	-
* Potasio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	1557,22	-	-
* Calcio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	12138,93	-	-
* Magnesio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	8941,42	-	-
*Nitrógeno Total	PEE/LABCESTTA/88 Kjedahl	%	0,16	-	-
* Nitrógeno Amoniacal	PEE/LABCESTTA/83 Espectrofotométrico	mg/Kg	16,01	-	-
* Amonio	PEE/LABCESTTA/83 Espectrofotométrico	mg/Kg	20,56	-	-
* Azufre	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	<8	-	-
* Cobre	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	26,69	-	-
* Hierro	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	18380,81	-	-



SGC

**LABORATORIO DE
ANÁLISIS AMBIENTAL E
INSPECCIÓN**

Panamericana Sur Km. 1 ½
Telefax: (03) 2998232
ESPOCH
FACULTAD DE CIENCIAS
RIOBAMBA - ECUADOR

**LABORATORIO DE
ENSAYO ACREDITADO
POR EL OAE**

**ACREDITACIÓN
Nº OAE LE 2C 06-008**

* Manganeseo	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	215,89	-	-
* Zinc	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	22,58	-	-
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	PEE/LABCESTTA/23 EPA SW-846 N°8310 EPA SW-846 N° 3540	mg/Kg	< 0,3	-	±30%
Hidrocarburos Totales	PEE/LABCESTTA/26 TNRCC 1005	mg/Kg	73,9	-	±26%
*Carbono Orgánico Total	PEE/LABCESTTA/160 Oxidación Húmeda/Walkey & Black	%	3,15	-	-
*Materia Orgánica	PEE/LABCESTTA/195 NEN 5754.2005	%	5,43	-	-
*Aceites y grasas	Gravimétrico	%	0,04	-	-
*Organoclorados	PEE/LABCESTTA/133 EPA 8081 A Modificado/GC con µECD	µg/kg	0,0005	-	-
*Organofosforados	PEE/LABCESTTA/134 EPA 8041 A Modificado/GC con FPD	µg/kg	< 0,002	-	-
*Coliformes Fecales	PEE/LABCESTTA/144 Petrifilm	UFC/g	<1	-	-
*Coliformes Totales	PEE/LABCESTTA/143 Petrifilm	UFC/g	2*10 ³	-	-
*Salmonella	REVEAL AUAC 960801	Presencia /Ausencia	Ausencia	-	-
*Mohos y levaduras	Petrifilm	UFC/g	1*10 ²	-	-

GRANULOMETRIA-S-357	
ASTM	% RETENIDO
7 (2,8 mm)	0,00
8 (2,36 mm)	0,00
40 (425 µm)	14,61
325 (45 µm)	59,15
< 45 µm	26,24

OBSERVACIONES:

- Muestra Transportada en refrigeración.
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del OAE.
- Muestra compuesta por 10 submuestras.

RESPONSABLES DEL INFORME:

Dr. Mauricio Alvarez
RESPONSABLE TÉCNICO

Ing. Marcela Erazo V.
JEFE DE LABORATORIO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados
MC01-14

Página 3 de 3
Edición 1

INFORME DE ENSAYO No: 1654
ST: 13- 120 ANÁLISIS DE SUELOS

Nombre Peticionario: GAD MUNICIPAL DEL CANTON COLTA
Atn. Ing. Cesar Yonqui
Dirección: Goribar y 2 de Agosto

FECHA: 05 de Septiembre del 2013
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2013/08/27 15:30
FECHA DE MUESTREO: 2013/08/27 12:50-13:00
FECHA DE ANÁLISIS: 2013/08/27 - 2013/09/05
TIPO DE MUESTRA: Sedimento
CÓDIGO LABCESTTA: LAB-S 359 -13
CÓDIGO DE LA EMPRESA: M1 - M15
PUNTO DE MUESTREO: Área de dragado sedimento y totera 17M 0749114 / 9808518
ANÁLISIS SOLICITADO: Físico - Químico, microbiológico.
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Rubén Choto
CONDICIONES AMBIENTALES: T máx.:25.0 °C. T mín.: 15.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (k=2)
Potencial de Hidrógeno	PEE/LABCESTTA/24 EPA 9045 D	Unidades de pH	7,75	-	±0,15
Conductividad Eléctrica	PEE/LABCESTTA/85 EPA 9045 D	µS/ cm	387,0	-	±5%
*RAS	Calculo	-	4,77	-	-
*Arsénico	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	<0,5	-	-
* Bario	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	209,78	-	-
* Boro	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	<5	-	-
Cadmio	PEE/LABCESTTA/76 EPA SW-846, N° 3050 B	mg/Kg	<0,8	-	±38%
* Cobalto	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	8,36	-	-
* Cromo	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	13,97	-	-
*Cromo Hexavalente			0,80	-	-
* Cianuro Total	Espectrofotométrico	mg/Kg	0,08	-	-
* Estaño	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	3,87	-	-
* Fluor	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a	mg/Kg	19,18	-	-

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados

MC01-14

Página 1 de 3
Edición 1

	ICP				
* Mercurio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	< 0,008	-	-
* Molibdeno	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	0,66	-	-
Niquel	PEE/LABCESTTA/77 EPA SW-846, N° 3050 B, 7520	mg/Kg	<30	-	±12%
* Plata	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	<0,5	-	-
Plomo	PEE/LABCESTTA/78 EPA SW-846, N° 3050 B, 7420	mg/Kg	<20	-	±38%
* Selenio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	<1	-	-
* Vanadio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	47,60	-	-
*Nitritos	PEE/LABCESTTA/84 Espectrofotométrico	mg/Kg	5,76	-	-
*Nitratos	PEE/LABCESTTA/84 Espectrofotométrico	mg/Kg	55,56	-	-
*Fosfatos	PEE/LABCESTTA/86 ICP	mg/Kg	2095,52	-	-
* Tensoactivos	Espectrofotometria	mg/Kg	11,99	-	-
*Fósforo	PEE/LABCESTTA/86	mg/Kg	683,43	-	-
* Potasio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	2315,27	-	-
* Calcio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	6944,31	-	-
* Magnesio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	6604,34	-	-
*Nitrógeno Total	PEE/LABCESTTA/88 Kjedahl	%	0,24	-	-
* Nitrógeno Amoniacal	PEE/LABCESTTA/83 Espectrofotométrico	mg/Kg	7,59	-	-
* Amonio	PEE/LABCESTTA/83 Espectrofotométrico	mg/Kg	9,79	-	-
* Azufre	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	<8	-	-
* Cobre	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	37,80	-	-
* Hierro	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	22682,73	-	-

* Manganeseo	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	484,60	-	-
* Zinc	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	24,48	-	-
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	PEE/LABCESTTA/23 EPA SW-846 N°8310 EPA SW-846 N° 3540	mg/Kg	< 0,3	-	±30%
Hidrocarburos Totales	PEE/LABCESTTA/26 TNRCC 1005	mg/Kg	304,7	-	±26%
*Carbono Orgánico Total	PEE/LABCESTTA/160 Oxidación Húmeda/Walkey & Black	%	1,78	-	-
*Materia Orgánica	PEE/LABCESTTA/195 NEN 5754.2005	%	3,07	-	-
*Aceites y grasas	Gravimétrico	%	0,03	-	-
*Organoclorados	PEE/LABCESTTA/133 EPA 8081 A Modificado/GC con µECD	µg/kg	0,0007	-	-
*Organofosforados	PEE/LABCESTTA/134 EPA 8041 A Modificado/GC con FPD	µg/kg	< 0,002	-	-
*Coliformes Fecales	PEE/LABCESTTA/144 Petriefilm	UFC/g	<1	-	-
*Coliformes Totales	PEE/LABCESTTA/143 Petriefilm	UFC/g	13*10 ³	-	-
*Salmonella	REVEAL AUAC 960801	Presencia /Ausencia	ausencia	-	-
*Mohos y levaduras	Petriefilm	UFC/g	1*10 ²	-	-

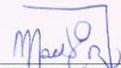
GRANULOMETRIA-S-358	
ASTM	% RETENIDO
7 (2,8 mm)	0,00
8 (2,36 mm)	0,00
40 (425 µm)	11,89
325 (45 µm)	65,00
< 45 µm	23,11

OBSERVACIONES:

- Muestra Transportada en refrigeración.
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del OAE.
- Muestra compuesta por 10 submuestras.

RESPONSABLES DEL INFORME:


Dr. Mauricio Alvarez
RESPONSABLE TÉCNICO


Ing. Marcela Erazo V.
JEFE DE LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO No: 1655
ST: 13- 121 ANÁLISIS DE SUELOS

Nombre Peticionario: GAD MUNICIPAL DEL CANTON COLTA
Atn. Ing. Cesar Yonqui
Dirección: Goribar y 2 de Agosto

FECHA: 05 de Septiembre del 2013
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2013/08/27 15:30
FECHA DE MUESTREO: 2013/08/27 13:02-13:33
FECHA DE ANÁLISIS: 2013/08/27 - 2013/09/05
TIPO DE MUESTRA: Sedimento
CÓDIGO LABCESTTA: LAB-S 359 -13
CÓDIGO DE LA EMPRESA: S41 – S50
PUNTO DE MUESTREO: Almacenamiento 2 17M 0749491 / 9809117
ANÁLISIS SOLICITADO: Físico – Químico, microbiológico.
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Rubén Choto
CONDICIONES AMBIENTALES: T máx.:25.0 °C. T min.: 15.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (k=2)
Potencial de Hidrógeno	PEE/LABCESTTA/24 EPA 9045 D	Unidades de pH	9,28	-	±0,15
Conductividad Eléctrica	PEE/LABCESTTA/85 EPA 9045 D	µS/ cm	404,0	-	±5%
*RAS	Calculo	-	2,26	-	-
*Arsénico	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	<0,5	-	-
* Bario	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	153,27	-	-
* Boro	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	<5	-	-
Cadmio	PEE/LABCESTTA/76 EPA SW-846, N° 3050 B	mg/Kg	<0,8	-	±38%
* Cobalto	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	5,87	-	-
* Cromo	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	8,14	-	-
*Cromo Hexavalente			0,48	-	-
* Cianuro Total	Espectrofotométrico	mg/Kg	0,05	-	-
* Estaño	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	<1	-	-
* Fluor	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a	mg/Kg	27,87	-	-

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados

MC01-14

Página 1 de 3
Edición 1



SGC

**LABORATORIO DE
ANÁLISIS AMBIENTAL E
INSPECCIÓN**

Panamericana Sur Km. 1 ½
Telefax: (03) 2998232
ESPOCH
FACULTAD DE CIENCIAS
RIOBAMBA - ECUADOR

**LABORATORIO DE
ENSAYO ACREDITADO
POR EL OAE**

**ACREDITACIÓN
Nº OAE LE 2C 06-008**

	ICP				
* Mercurio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	< 0,008	-	-
* Molibdeno	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	0,52	-	-
Niquel	PEE/LABCESTTA/77 EPA SW-846, N° 3050 B, 7520	mg/Kg	<30	-	±12%
* Plata	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	<0,5	-	-
Plomo	PEE/LABCESTTA/78 EPA SW-846, N° 3050 B, 7420	mg/Kg	<20	-	±38%
* Selenio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	<1	-	-
* Vanadio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	40,68	-	-
*Nitritos	PEE/LABCESTTA/84 Espectrofotométrico	mg/Kg	4,80	-	-
*Nitratos	PEE/LABCESTTA/84 Espectrofotométrico	mg/Kg	229,27	-	-
*Fosfatos	PEE/LABCESTTA/86 ICP	mg/Kg	2277,72	-	-
* Tensoactivos	Espectrofotometria	mg/Kg	3,36	-	-
*Fósforo	PEE/LABCESTTA/86	mg/Kg	742,85	-	-
* Potasio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	1447,71	-	-
* Calcio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	17306,54	-	-
* Magnesio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	8373,33	-	-
*Nitrógeno Total	PEE/LABCESTTA/88 Kjedahl	%	0,08	-	-
* Nitrógeno Amoniacal	PEE/LABCESTTA/83 Espectrofotométrico	mg/Kg	21,86	-	-
* Amonio	PEE/LABCESTTA/83 Espectrofotométrico	mg/Kg	28,11	-	-
* Azufre	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	160,15	-	-
* Cobre	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	30,19	-	-
* Hierro	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	14102,18	-	-

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados

MC01-14

Página 2 de 3
Edición 1

* Manganeseo	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	267,34	-	-
* Zinc	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	19,61	-	-
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	PEE/LABCESTTA/23 EPA SW-846 N°8310 EPA SW-846 N° 3540	mg/Kg	< 0,3	-	±30%
Hidrocarburos Totales	PEE/LABCESTTA/26 TNRCC 1005	mg/Kg	< 70	-	±26%
*Carbono Orgánico Total	PEE/LABCESTTA/160 Oxidación Húmeda/Walkey & Black	%	8,94	-	-
*Materia Orgánica	PEE/LABCESTTA/195 NEN 5754.2005	%	15,38	-	-
*Aceites y grasas	Gravimétrico	%	0,04	-	-
*Organoclorados	PEE/LABCESTTA/133 EPA 8081 A Modificado/GC con µECD	µg/kg	0,0012	-	-
*Organofosforados	PEE/LABCESTTA/134 EPA 8041 A Modificado/GC con FPD	µg/kg	< 0,002	-	-
*Coliformes Fecales	PEE/LABCESTTA/144 PetriFilm	UFC/g	<1	-	-
*Coliformes Totales	PEE/LABCESTTA/143 PetriFilm	UFC/g	2*10 ²	-	-
*Salmonella	REVEAL AUAC 960801	Presencia /Ausencia	ausencia	-	-
*Mohos y levaduras	PetriFilm	UFC/g	1*10 ²	-	-

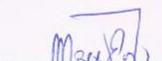
GRANULOMETRIA-S-359	
ASTM	% RETENIDO
7 (2,8 mm)	0,00
8 (2,36 mm)	0,00
40 (425 um)	13,45
325 (45 um)	67,04
< 45 um	19,51

OBSERVACIONES:

- Muestra Transportada en refrigeración.
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del OAE.
- Muestra compuesta por 10 submuestras.

RESPONSABLES DEL INFORME:


Dr. Mauricio Alvarez
RESPONSABLE TÉCNICO


Ing. Marcela Erazo V.
JEFE DE LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO No: 1857
ST: 13- 133 ANÁLISIS DE SUELOS

Nombre Peticionario: GAD MUNICIPAL DEL CANTON COLTA
Atn. Ing. Cesar Yonqui
Dirección: Goribar y 2 de Agosto

FECHA: 03 de Octubre del 2013
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2013/09/24 16:00
FECHA DE MUESTREO: 2013/09/24 10:10-10:55
FECHA DE ANÁLISIS: 2013/09/24 - 2013/10/03
TIPO DE MUESTRA: Sedimento
CÓDIGO LABCESTTA: LAB-S 415 -13
CÓDIGO DE LA EMPRESA: M1 – M3
PUNTO DE MUESTREO: Interior Laguna de Colta 17M 0749478 / 9808717
ANÁLISIS SOLICITADO: Físico – Químico, microbiológico.
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Rubén Choto
CONDICIONES AMBIENTALES: T máx.:25.0 °C. T mín.: 15.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (k=2)
Potencial de Hidrógeno	PEE/LABCESTTA/24 EPA 9045 D	Unidades de pH	7,69	-	±0,15
Conductividad Eléctrica	PEE/LABCESTTA/85 EPA 9045 D	µS/ cm	294,8	-	±5%
*RAS	Calculo	-	8,11	-	-
*Arsénico	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	<0,5	-	-
* Bario	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	361,74	-	-
* Boro	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	11,49	-	-
Cadmio	PEE/LABCESTTA/76 EPA SW-846, N° 3050 B	mg/Kg	<0,8	-	±38%
* Cobalto	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	5,9	-	-
* Cromo	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	10,4	-	-
*Cromo Hexavalente	Espectrofotométrico	mg/Kg	0,39	-	-
* Cianuro Total	Espectrofotométrico	mg/Kg	1,41	-	-
* Estaño	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	<1	-	-
* Fluoruros	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a	mg/Kg	29,42	-	-

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados

MC01-14

Página 1 de 3
Edición 1

	ICP				
* Mercurio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	< 0,01	-	-
* Molibdeno	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	<0,5	-	-
Niquel	PEE/LABCESTTA/77 EPA SW-846, N° 3050 B, 7520	mg/Kg	<30	-	±12%
* Plata	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	<0,5	-	-
Plomo	PEE/LABCESTTA/78 EPA SW-846, N° 3050 B, 7420	mg/Kg	<20	-	±38%
* Selenio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	<1	-	-
* Vanadio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	51,08	-	-
*Nitritos	PEE/LABCESTTA/84 Espectrofotométrico	mg/Kg	13,89	-	-
*Nitratos	PEE/LABCESTTA/84 Espectrofotométrico	mg/Kg	375,92	-	-
*Fosfatos	PEE/LABCESTTA/86 ICP	mg/Kg	2557,97	-	-
* Tensoactivos	Espectrofotometria	mg/Kg	0,10	-	-
*Fósforo	PEE/LABCESTTA/86	mg/Kg	834,25	-	-
* Potasio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	2225,83	-	-
* Calcio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	2637,08	-	-
* Magnesio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	8332,50	-	-
*Nitrógeno Total	PEE/LABCESTTA/88 Kjedahl	%	0,75	-	-
* Nitrógeno Amoniacal	PEE/LABCESTTA/83 Espectrofotométrico	mg/Kg	72,58	-	-
* Amonio	PEE/LABCESTTA/83 Espectrofotométrico	mg/Kg	94,16	-	-
* Azufre	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	32,69	-	-
* Cobre	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	59,73	-	-
* Hierro	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	19054,28	-	-



SGC

**LABORATORIO DE
ANÁLISIS AMBIENTAL E
INSPECCIÓN**

Panamericana Sur Km. 1 ½
Telefax: (03) 2998232
ESPOCH
FACULTAD DE CIENCIAS
RIOBAMBA - ECUADOR

**LABORATORIO DE
ENSAYO ACREDITADO
POR EL OAE**

**ACREDITACIÓN
Nº OAE LE 2C 06-008**

* Manganeso	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	492,05	-	-
* Zinc	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	28,75	-	-
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	PEE/LABCESTTA/23 EPA SW-846 N°8310 EPA SW-846 N° 3540	mg/Kg	< 0,3	-	±30%
Hidrocarburos Totales	PEE/LABCESTTA/26 TNRCC 1005	mg/Kg	1392,59	-	±26%
*Carbono Orgánico Total	PEE/LABCESTTA/160 Oxidación Húmeda/Walkey & Black	%	12,44	-	-
*Materia Orgánica	PEE/LABCESTTA/195 NEN 5754.2005	%	21,39	-	-
*Aceites y grasas	Gravimétrico	%	0,2	-	-
*Organoclorados	PEE/LABCESTTA/133 EPA 8081 A Modificado/GC con µECD	µg/kg	58,40	-	-
*Organofosforados	PEE/LABCESTTA/134 EPA 8041 A Modificado/GC con FPD	µg/kg	< 0,002	-	-
*Coliformes Fecales	PEE/LABCESTTA/144 Petrifilm	UFC/g	9*10 ²	-	-
*Coliformes Totales	PEE/LABCESTTA/143 Petrifilm	UFC/g	27*10 ²	-	-
*Salmonella	REVEAL AUAC 960801	Presencia /Ausencia	Presencia	-	-
*Mohos y levaduras	Petrifilm	UFC/g	2*10 ²	-	-

GRANULOMETRIA S-415	
ASTM	% RETENIDO
7 (2,8 mm)	0,00
8 (2,36 mm)	0,01
40 (425 µm)	32,25
325 (45 µm)	50,93
< 45 µm	16,81

OBSERVACIONES:

- Muestra Transportada en refrigeración.
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del OAE.
- Muestra compuesta por 3 submuestras. Área de anidamiento profundidad media .

RESPONSABLES DEL INFORME:

Dr. Mauricio Alvarez
RESPONSABLE TÉCNICO

Ing. Marcela Erazo V.
JEFE DE LABORATORIO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados
MC01-14

Página 3 de 3
Edición 1



SGC

**LABORATORIO DE
ANÁLISIS AMBIENTAL E
INSPECCIÓN**

Panamericana Sur Km. 1 ½
Telefax: (03) 2998232
ESPOCH
FACULTAD DE CIENCIAS
RIOBAMBA - ECUADOR

**LABORATORIO DE
ENSAYO ACREDITADO
POR EL OAE**

**ACREDITACIÓN
Nº OAE LE 2C 06-008**

INFORME DE ENSAYO No: 1858
ST: 13- 134 ANÁLISIS DE SUELOS

Nombre Peticionario: GAD MUNICIPAL DEL CANTON COLTA
Atn. Ing. Cesar Yonqui
Dirección: Goribar y 2 de Agosto

FECHA: 03 de Octubre del 2013
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2013/09/24 16:00
FECHA DE MUESTREO: 2013/09/24 11:04-11:45
FECHA DE ANÁLISIS: 2013/09/24 - 2013/10/03
TIPO DE MUESTRA: Sedimento
CÓDIGO LABCESTTA: LAB-S 416 -13
CÓDIGO DE LA EMPRESA: M4 – M6
PUNTO DE MUESTREO: Interior Laguna de Colta 17M 0749661 / 9808304
ANÁLISIS SOLICITADO: Físico – Químico, microbiológico.
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Rubén Choto
CONDICIONES AMBIENTALES: T máx.:25.0 °C. T min.: 15.0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (k=2)
Potencial de Hidrógeno	PEE/LABCESTTA/24 EPA 9045 D	Unidades de pH	7,71	-	±0,15
Conductividad Eléctrica	PEE/LABCESTTA/85 EPA 9045 D	µS/ cm	295,5	-	±5%
*RAS	Calculo	-	5,57	-	-
*Arsénico	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	<0,5	-	-
* Bario	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	365,62	-	-
* Boro	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	10,02	-	-
Cadmio	PEE/LABCESTTA/76 EPA SW-846, N° 3050 B	mg/Kg	<0,8	-	±38%
* Cobalto	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	6,92	-	-
* Cromo	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	11,92	-	-
*Cromo Hexavalente	Espectrofotométrico	mg/Kg	0,19	-	-
* Cianuro Total	Espectrofotométrico	mg/Kg	2,93	-	-
* Estaño	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	<1	-	-
* Fluoruros	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a	mg/Kg	9,71	-	-

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados

Página 1 de 3
Edición 1

MC01-14

	ICP				
* Mercurio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	< 0,01	-	-
* Molibdeno	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	<0,5	-	-
Niquel	PEE/LABCESTTA/77 EPA SW-846, N° 3050 B, 7520	mg/Kg	<30	-	±12%
* Plata	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	<0,5	-	-
Plomo	PEE/LABCESTTA/78 EPA SW-846, N° 3050 B, 7420	mg/Kg	<20	-	±38%
* Selenio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	<1	-	-
* Vanadio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	44,49	-	-
*Nitritos	PEE/LABCESTTA/84 Espectrofotométrico	mg/Kg	7,94	-	-
*Nitratos	PEE/LABCESTTA/84 Espectrofotométrico	mg/Kg	102,47	-	-
*Fosfatos	PEE/LABCESTTA/86 ICP	mg/Kg	2045,67	-	-
* Tensoactivos	Espectrofotometria	mg/Kg	0,06	-	-
*Fósforo	PEE/LABCESTTA/86	mg/Kg	667,17	-	-
* Potasio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	2794,10	-	-
* Calcio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	15427,28	-	-
* Magnesio	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	8455,77	-	-
*Nitrógeno Total	PEE/LABCESTTA/88 Kjedahl	%	0,44	-	-
* Nitrógeno Amoniacal	PEE/LABCESTTA/83 Espectrofotométrico	mg/Kg	90,31	-	-
* Amonio	PEE/LABCESTTA/83 Espectrofotométrico	mg/Kg	116,53	-	-
* Azufre	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	129,48	-	-
* Cobre	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	66,42	-	-
* Hierro	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	22578,71	-	-

* Manganeso	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	429,28	-	-
* Zinc	PEE/LABCESTTA/197 EPA 200,7/EPA 3051a ICP	mg/Kg	31,5	-	-
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	PEE/LABCESTTA/23 EPA SW-846 N°8310 EPA SW-846 N° 3540	mg/Kg	< 0,3	-	±30%
Hidrocarburos Totales	PEE/LABCESTTA/26 TNRCC 1005	mg/Kg	868,67	-	±26%
*Carbono Orgánico Total	PEE/LABCESTTA/160 Oxidación Húmeda/Walkey & Black	%	7,87	-	-
*Materia Orgánica	PEE/LABCESTTA/195 NEN 5754.2005	%	13,54	-	-
*Aceites y grasas	Gravimétrico	%	0,1	-	-
*Organoclorados	PEE/LABCESTTA/133 EPA 8081 A Modificado/GC con µECD	µg/kg	19,63	-	-
*Organofosforados	PEE/LABCESTTA/134 EPA 8041 A Modificado/GC con FPD	µg/kg	< 0,002	-	-
*Coliformes Fecales	PEE/LABCESTTA/144 Petrifilm	UFC/g	<1	-	-
*Coliformes Totales	PEE/LABCESTTA/143 Petrifilm	UFC/g	38*10 ²	-	-
*Salmonella	REVEAL AUAC 960801	Presencia /Ausencia	Presencia	-	-
*Mohos y levaduras	Petrifilm	UFC/g	<1	-	-

GRANULOMETRIA S-416	
ASTM	% RETENIDO
7 (2,8 mm)	0,00
8 (2,36 mm)	0,00
40 (425 um)	31,63
325 (45 um)	43,80
< 45 um	24,58

OBSERVACIONES:

- Muestra Transportada en refrigeración.
- Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del OAE.
- Muestra compuesta por 3 submuestras. Parte más profunda . .

RESPONSABLES DEL INFORME:


Dr. Mauricio Alvarez
RESPONSABLE TÉCNICO


Ing. Marcela Erazo V.
JEFE DE LABORATORIO