Waste Treatment System for the COPACABANA Coffee Plant

Sistema de Tratamiento de Residuos de la Planta de Beneficiado de COPACABANA

Author / Autor:
Raquel Yaksic y Rodolfo Ramírez

Submitted / Presentado

June 2005 Junio de 2005

MAPA

Market Access and Poverty Alleviation

Acceso a Mercados y Alivio a la Pobreza

USAID/Bolivia
Economic Opportunities Office / Oficina de Oportunidades Económicas
Jorge Calvo, CTO

Contract No. / No. de Contrato PCE-I-08-99-00003-00

Task Order No. / Orden de Tarea No. 806

Implemented by the Chemonics RAISE Consortium, Chemonics International Incorporated with CARE, Texas A&M, and PRIME International
Implementado por el Consorcio Chemonics RAISE, Chemonics International Incorporated junto con CARE, Texas A&M, y PRIME International

Table of Contents

I. PROJECT OBJECTIVE 5

II ANALYSIS OF THE CURRENT NORMS AND REGULATIONS 5

i. In the case of liquid waste. 5

ii. In the case of solid waste. 6

III. CURRENT COFFEE PLANT CONDITIONS 7

IV. WASTE TREATMENT SYSTEM 10

i. Liquid waste management system 10

a. Design parameters. 10

b. Definition of the treatment system 11

b.1. Initial treatment 11

b.2. Primary treatment. 13

Figure 12. Laguna Facultativa 21

d. Estimation of liquid waste treatment costs. 25

ii. Solid waste management system 25

a. Waste identification. 25

b. Solid waste management. 26

b.1. Composteo. 26

b.2. Energy generation. 27

c. Cost estimate of the solid waste treatment. 28

V. IMPLEMENTATION PROPOSAL 28

VI. BIBLIOGRAPHY 29

Tabla de Contenido

I. OBJETIVOS DEL PROYECTO 5

II. ANÁLISIS DE LOS REGLAMENTOS Y NORMAS VIGENTES 5

i. Para el caso de los residuos líquidos. 5

ii. Para el caso de los residuos sólidos. 6

III. CONDICIONES ACTUALES DEL BENEFICIO 7

IV. SISTEMA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS 10

i. Sistema de manejo de residuos líquidos. 10

a. Parámetros de diseño. 10

b. Definición del sistema de tratamiento. 11

b.1. Tratamiento preliminar. 11

b.2. Tratamiento primario. 13

b.3. Tratamiento secundario. 18

d. Estimación de costos de tratamiento de residuos líquidos. 25

Costos obtenidos de consultas con proveedores de servicios locales. 25

ii. Sistema de manejo de residuos sólidos 25

a. Identificación de residuos. 25

b. Manejo de residuos sólidos. 26

b.1 Composteo. 26

b.2. Generación de energía. 27

c. Estimación de costos de tratamiento de residuos sólidos. 28

V. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN 28

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 29

I. PROJECT OBJECTIVE

Determine the most ideal methodology for the waste treatment generated by the coffee milling plant, specifically during its disposal.

The option described in this document meets the technical requirements sufficiently to decrease the generated impacts by waste disposal, as in the case when they treat wastewaters with the purpose of producing a quality water exit for disposal as infiltration water, in the drain, already located in the milling installations, as long as the operation recommendations suggested are implemented in each of the stages that make up the waste treatment system. In the case of solid waste, these are handled under the recycling or transformation principle to be used either as a nutrient/nutrition or energy source.

For this management methodology proposal, disposal and treatment, the following points have been taken into account:

- The current waste management and liquid and solid waste norms and regulations.
- The wet milling operation conditions.

All of the information obtained through the study of previously mentioned issues, have been in order to obtain a result that satisfies the necessities stated previously.

II REVIEW THE CURRENT NORMS AND REGULATIONS

i. In the case of liquid waste.

Bolivian regulations for wastewater unloading into a un receptor (*cuerpo receptor)*, clearly establishes the ideal discharge value taking into consideration two important aspects:

- Quality of discharge

I. OBJETIVOS DEL PROYECTO

Determinar la metodología más optima para el tratamiento de los residuos generados por el proceso de beneficiado de café, específicamente durante su disposición.

La opción descrita en este documento cumple con los requisitos técnicos suficientes para disminuir los impactos generados por la disposición de los residuos como es el caso al tratar las aguas residuales con el fin de producir un efluente de calidad para su disposición como agua de infiltración en el resumidero ya ubicado en las instalaciones del beneficio, siempre y cuando se ejecuten las recomendaciones de operación sugeridas en cada una de las etapas que componen el tratamiento de residuos; para el caso de los residuos sólidos estos son manejados bajo el principio de su reciclaje o transformación para ser utilizados ya sea como fuente de nutrientes o energía.

Para la propuesta de esta metodología de manejo, disposición y tratamiento se han considerado los siguientes puntos:

- Los reglamentos y normas vigentes para el manejo y descarga de residuos líquidos y sólidos.
- Las condiciones de operación del beneficio húmedo.

Todos los datos obtenidos a través del estudio de los puntos anteriores han servido para obtener un resultado que satisfaga las necesidades planteadas.

II. ANÁLISIS DE LOS REGLAMENTOS Y NORMAS VIGENTES

i. Para el caso de los residuos líquidos.

La Norma Boliviana para descarga de aguas residuales a un cuerpo receptor establece claramente valores óptimos de descarga considerando dos puntos importantes:

- Calidad de la descarga.

- Quality of the discharge receptor

Finally evaluating the quality of the mix produced between the discharge of wastewaters and the receptor.

Considering the evaluations carried out to both the coffee plants as well as to the corresponding authorities and those in charge of applying the environmental regulations and laws, they are under the obligation of determining the influence of activity of the coffee plant when the plant starts operations, in the current water bodies in the surroundings.

In relation to the obligations that the coffee plant has according to the environmental norms and regulations, the plant must establish the risk generated by the treated wastewater unloading (once the treatment system proposed in the document is installed) and in order to determine the value of that risk based on the recommendations established, the treated wastewater discharges must be sampled directly in order to determine the compliance with the regulations (DQO (Oxygen Chemical Demand) of 250 mg/l).

Considering the points previously mentioned and lack of information in which any technical evaluation from the Bolivian environmental authorities count on, the equipment of consultants considers that a water exit treatment must be generated, with enough quality to be discharged to a receptor (*cuepor receptor)* or an irrigation system for the crops, that is if they want to take advantage of the load of nutrients of this water exit.

ii. In the case of solid waste.

In the case of solid waste, the solid waste management regulations leave the possibility of establishing different types of management:

- Disposal with its appropriate treatment.
- Taking advantage of waste.

- Calidad del cuerpo receptor de la descarga.

Evaluándose al final la calidad del mezclado producido entre la descarga de aguas residuales y el cuerpo receptor.

Considerando las evaluaciones anteriores tanto el beneficio como las autoridades correspondientes y encargadas de aplicar la normativa y ley ambiental están en la obligación de determinar la la influencia de la actividad del beneficio cuando éste incie operaciones, en los cuerpos de agua presentes en el entorno.

Con respecto a las obligaciones que tiene el beneficio según el reglamento y norma ambiental, este debe establecer el riesgo generado por la descarga de aguas residuales tratadas (una vez se instale el sistema de tratamiento propuesto en este documento) y determinar el valor de ese riesgo sobre la base de las recomendaciones establecidas se debe muestrear directamente las descargas de aguas tratadas para determinar el cumplimiento de la norma (DQO de 250 mg/l).

Considerando los puntos anteriormente expuestos y la falta de datos en los cuales debe apoyarse cualquier evaluación técnica de las autoridades ambientales de Bolivia, el equipo de consultores considera que se debe generar un efluente tratado con calidad para ser despuesta a un cuerpo receptor o en su defecto a un sistema de irrigación de cultivo si se quiere aprovechar la carga de nutrientes de este efluente.

ii. Para el caso de los residuos sólidos.

En el caso de los residuos sólidos, el reglamento de gestión de residuos sólidos deja abierta la posibilidad de establecer diferentes tipos de manejo:

- Disposición con su respectivo tratamiento.
- Aprovechamiento de los residuos.

- Physical-chemical transformation in order to reach stabilization.

For this specific case of consultants, they have decided to establish the management measures and methodologies focused on taking advantage of solid waste, as long as the conditions are established that makes these measurements feasible, specifically, that either the coffee plant or the coffee producers from the main coffee plants benefit from these measures.

III. CURRENT COFFEE PLANT CONDITIONS

According to the collected information during the visits to the coffee milling plant, and according to the conversations with the administrative authorities, we determined that there is not enough information to characterize the coffee plant, we only have theoretical hypothesis from the personnel in charge of operations.

The material balance according to the information obtained is the following:

Figure 1. Wet material balance

- Transformación fisicoquímica para alcanzar su estabilización.

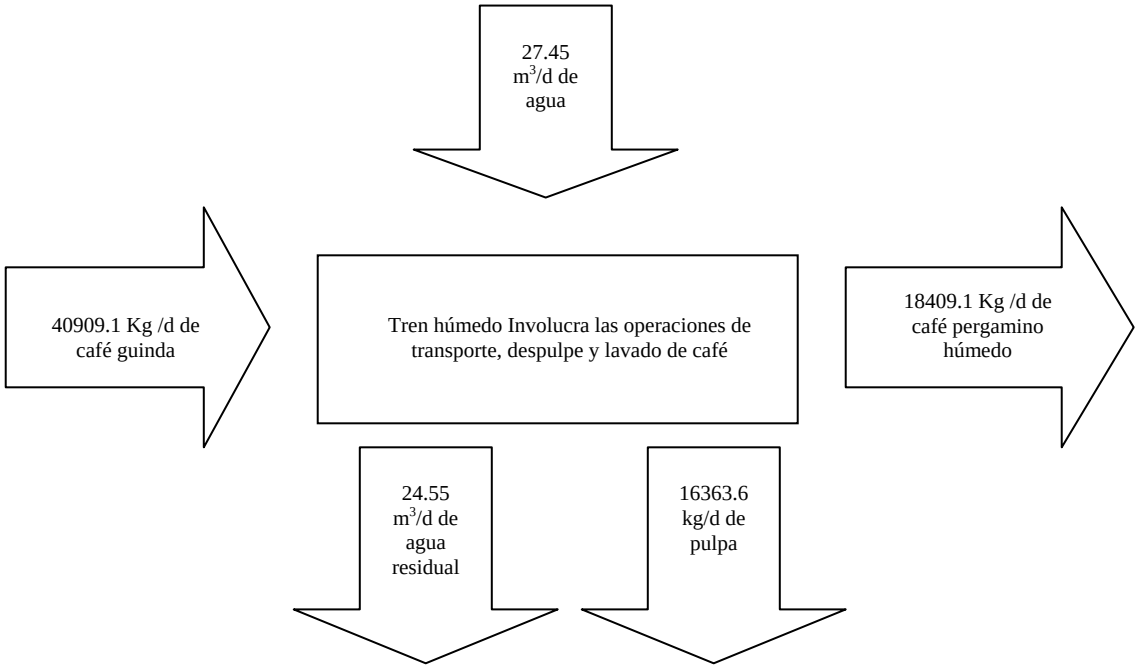
Para este caso especifico los consultores han decidido establecer medidas y metodologías de manejo orientadas al aprovechamiento de los residuos sólidos, siempre y cuando se establezcan las condiciones que le dan una razón de ser a estas medidas, específicamente, que sea el beneficio o los productores de café los principales beneficiados con estas medidas.

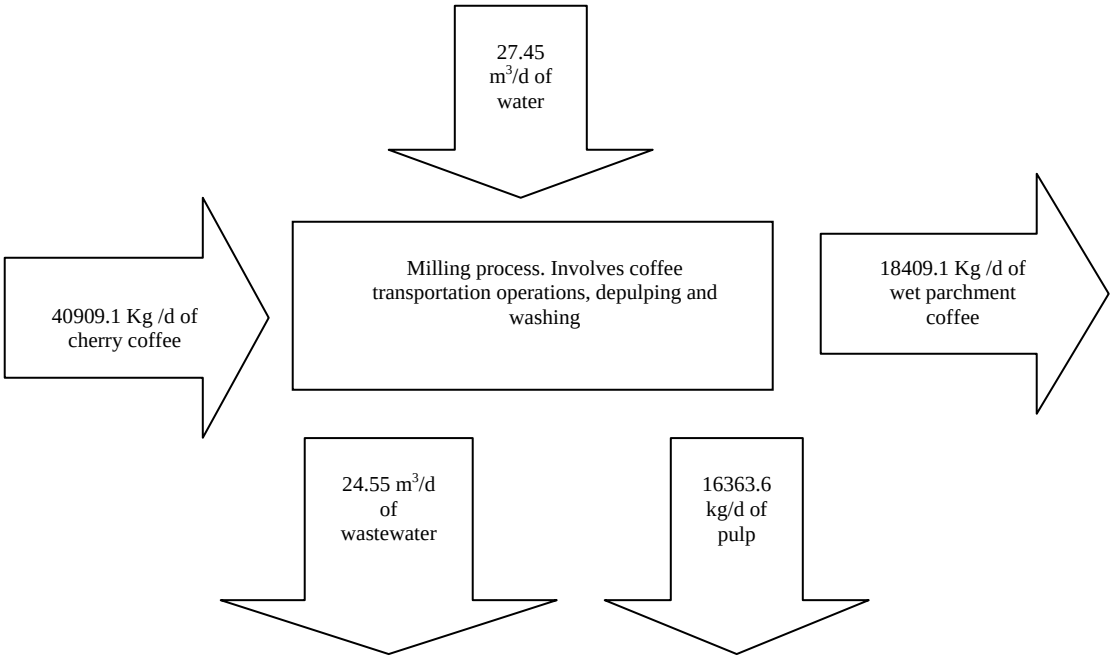
III. CONDICIONES ACTUALES DEL BENEFICIO

De acuerdo a los datos recogidos durante las visitas a las instalaciones del beneficio y las conversaciones con las autoridades administrativas del mismo, se determina que no existe información suficiente para caracterizar al beneficio, únicamente se cuenta con apreciaciones teóricas del personal encargado de operación.

El balance de materia de acuerdo a los datos obtenidos se muestra a continuación:

Figura 1. Balance de materia de tren húmedo.



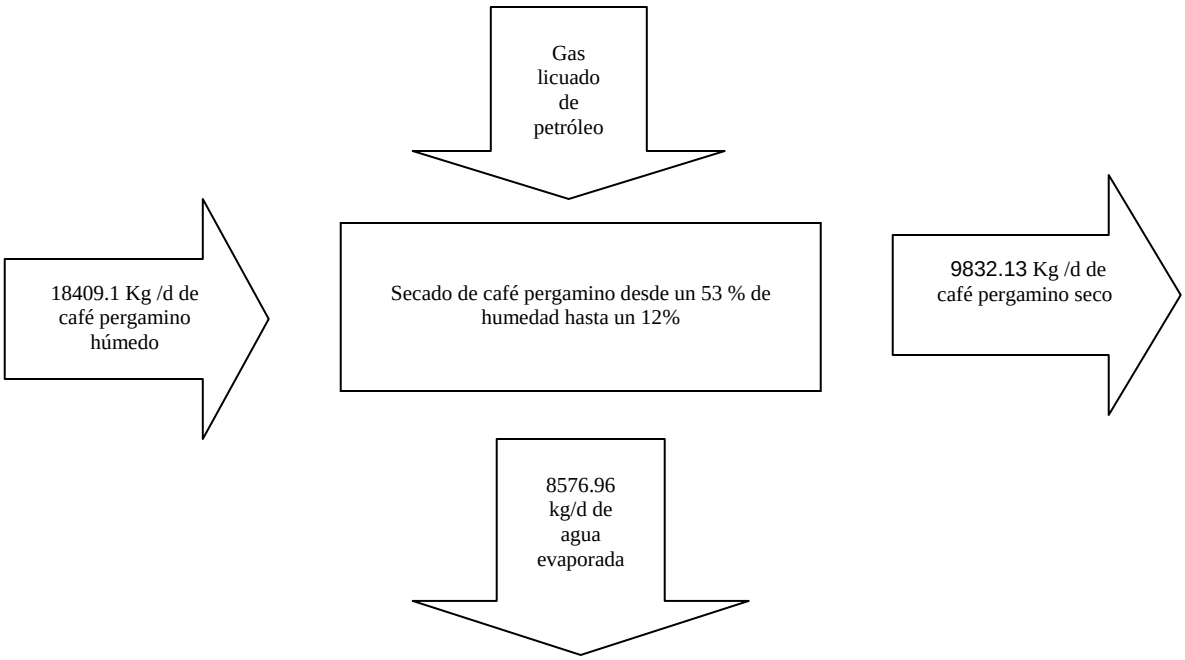


The flow of water consumption and the flow of wastewaters present a 12% difference, and as is already known, in all industrial process there is percentage of water loss due to the uncontrolled leakages and due to the water consumption on behalf of the organic material.

El flujo de agua de consumo y el flujo de aguas residuales presentan una diferencia del 12 %, ya que como es sabido, en todo proceso industrial se pierde este porcentaje de agua debido a derrames incontrolados y al consumo de agua por parte de la materia orgánica.

Figure 2. Dry material balance

Figura 2. Balance de materia para el secado.



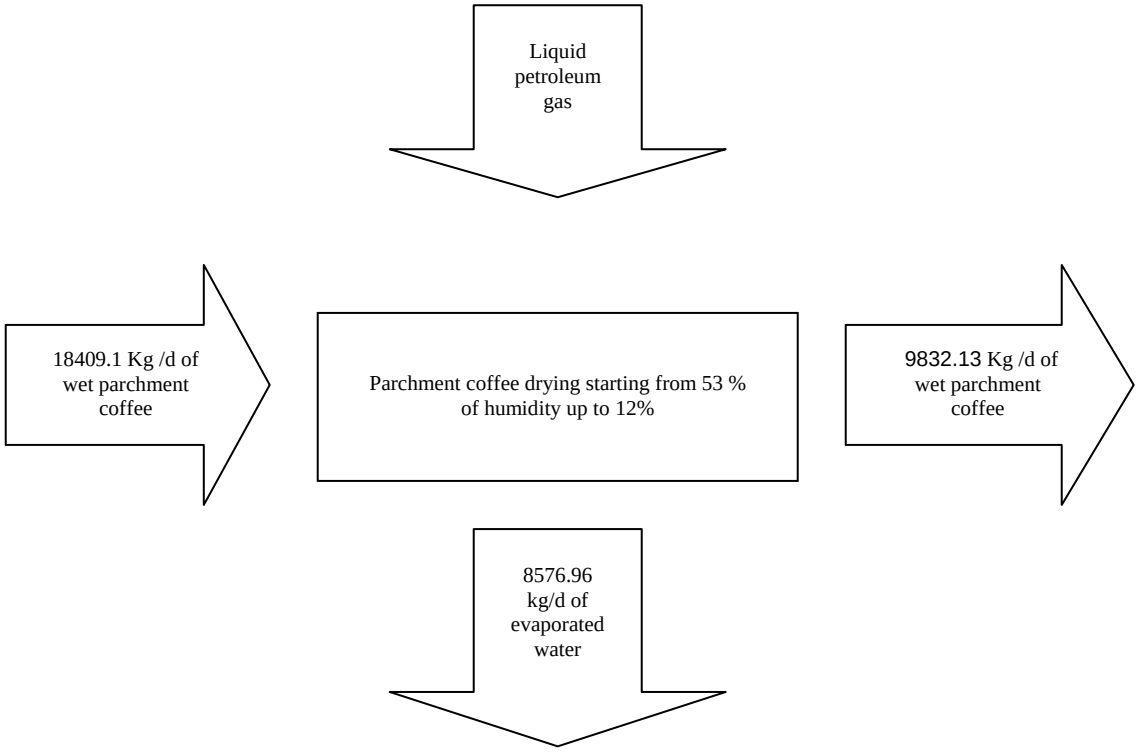
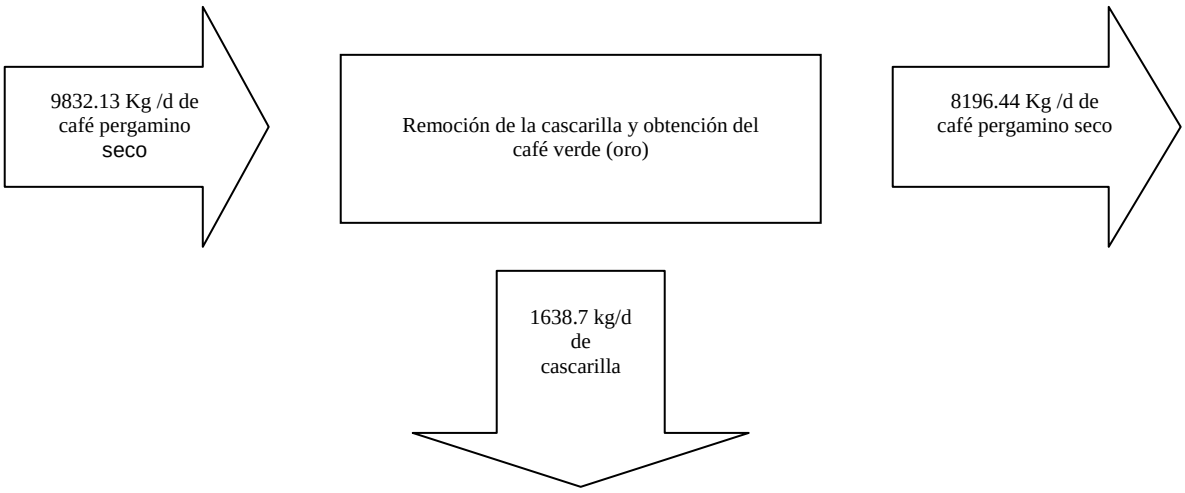
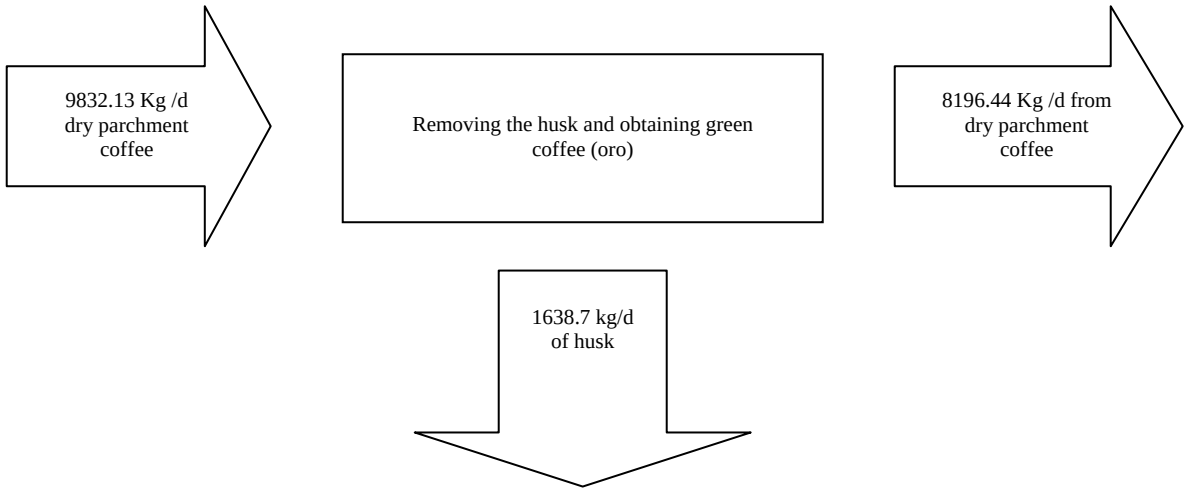


Figure 3. Material balance for peeling the parchment coffee.

Figura 3. Balance de materia para el pelado del café pergamino.





It is necessary to once again mention that all of the information from which the material balances have been carried out, which were presented in this document and come from the technical estimations based on the Central American coffee milling plant consultants' experience.

In the case of liquid waste, the established treatment model for the coffee plant has been designed with a alta tecnología (sobre diseño) 1.7, which gives a 75% trustworthiness, however, the proposed treatment system is complete, it is not necessary to add another treatment element.

In the case of solid waste, the established quantities must be proven since these have direct relation with the growth and development conditions of the crop in the coffee bush (from the maintenance that was carried out during the sown fields).

IV. WASTE TREATMENT SYSTEM

i. Liquid waste management system

a. Design parameters.

They are the first parameters or information from which every stage that make up the treatment system, have been designed.

Table 4. General information to determine the plant's dimensions.

Es necesario nuevamente mencionar que todos los datos sobre los cuales se han realizado los balances de materia presentados en este documento provienen de estimaciones teóricas en base a la experiencia de los consultores en beneficios de Centro América.

Para el caso de los residuos líquidos el modelo de tratamiento establecido para este beneficio ha sido diseñado con un factor de punta (sobre diseño) 1.7, el cual da una confiabilidad del 75%; no obstante el sistema de tratamiento propuesto esta completo, no es necesario agregar otro elemento de tratamiento.

Para el caso de los residuos sólidos, deben comprobarse las cantidades establecidas ya que estas tienen relación directa con las condiciones de crecimiento y desarrollo del fruto en el arbusto de café (del mantenimiento que se le ha suministrado al sembradío).

IV. SISTEMA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS

i. Sistema de manejo de residuos líquidos.

a. Parámetros de diseño.

Son los parámetros o datos sobre la base de los cuales ha sido diseñada cada etapa que compone el sistema de tratamiento.

Cuadro 1. Datos generales para el determinar las dimensiones de la planta.

DATOS	VALOR	UNIDAD
Entrada de material prima promedio.	40909.1	Kg. de café guinda/día
Entrada de material primar punta.	69545.45	Kg. de café guinda/día
Caudal promedio.	24.55	m^3/d
Caudal punta.	41.73	m^3/d
Factor de punta.	1.7	-
Tiempo horario de trabajo punta.	12	horas
Tiempo horario de trabajo promedio.	7	horas
Caudal medio horario.	3.5	m^3/h
Caudal máximo horario.	5.95	m^3/h
Volumen de agua residual diario promedio.	24.55	m^3
Volumen de agua residual diario punta.	41.73	m^3
DQO de entrada.	12457.91	mg/l
Sólidos suspendidos totales	11212.12	mg/l
Sólidos sedimentales.	400	mg/l.h

INFORMATION	VALUE	UNIT
Entrance of average raw material.	40909.1	Kg. of cherry coffee/day
Entrance of the maximum volume of raw material.	69545.45	Kg. of cherry coffee/day
Average water volume.	24.55	m^3/d
Maximum volume of water.	41.73	m^3/d
Factor de punta.	1.7	-
Work schedule for punta.	12	horas
Average work schedule.	7	horas
Average water volume per hour.	3.5	m^3/h
Maximum water volume per hour.	5.95	m^3/h
Volume of average daily wastewater.	24.55	m^3
Maximum daily wastewater volume.	41.73	m^3
Entrance of DQO (Oxygen Chemical Demand).	12457.91	mg/l
Total floating solids.	11212.12	mg/l
Precipitated solids.	400	mg/l.h

b. Definition of the treatment system

Description of each of the stages and elements that make-up the wastewater treatment systems that give the ideal characteristics so that they are available in a receotir or in an irrigation plant system.

b.1. Initial treatment

During this stage the floating solids are eliminated from the wastewater in order to avoid formations of an organic material layer during the sedimentation process. The following are the dimensions and the outline of the elimination system of floating solids that have been designed for the coffee milling plant.

Table 2 Sifters: Elimination of floating solids (pipe 1):

b. Definición del sistema de tratamiento.

Descripción de cada una de las etapas y elementos que componen el sistema de tratamiento de aguas residuales que le dan características aptas para ser dispuestas en un cuerpo receptor o en su defecto en un sistema de riego de plantas.

b.1. Tratamiento preliminar.

Esta etapa elimina los sólidos suspendidos del agua residual para evitar la formación de una capa de materia orgánica durante el proceso de sedimentación, a continuación presentamos las dimensiones y el esquema del sistema de eliminación de sólidos suspendidos que se ha diseñado para este beneficio:

Cuadro 2.Tamices: Eliminación de sólidos suspendidos (canaleta 1):

DATOS	VALOR	UNIDAD
Area	0.06	m^2
Ancho	0.2	m
Altura	0.3	m
Diámetro del orificio del primer tamiz.	1	mm
Diámetro del orificio del Segundo tamiz	0.75	mm
Diámetro del orificio del tercer tamiz.	0.5	mm
Diámetro del orificio del cuarto tamiz.	0.3	mm
Separación entre tamices.	0.3	m
Longitud de la canaleta.	1.5	m

INFORMATION	VALUE	UNIT
Area	0.06	m^2
Width	0.2	m
Height	0.3	m
Diameter of the sifter's first vent.	1	mm
Diameter of the sifter's second vent.	0.75	mm
Diameter of the sifter's thid vent.	0.5	mm
Diameter of the sifter's fourth vent.	0.3	mm
Separation between sifters.	0.3	m
Longitude of the pipe.	1.5	m

The following are diagrams that show the sifters system disposal described in the previous table:

- Sifters in pipe.

Table 4: Cross section cut of the pipe (Distribution of the sifters in the pipe).

A continuación se presentan los diagramas que muestran la disposición del sistema de tamices descrito en la tabla anterior:

- Tamices en canaleta.

Figura 4. Corte transversal de la canaleta. (Distribución de los tamices en la canaleta).

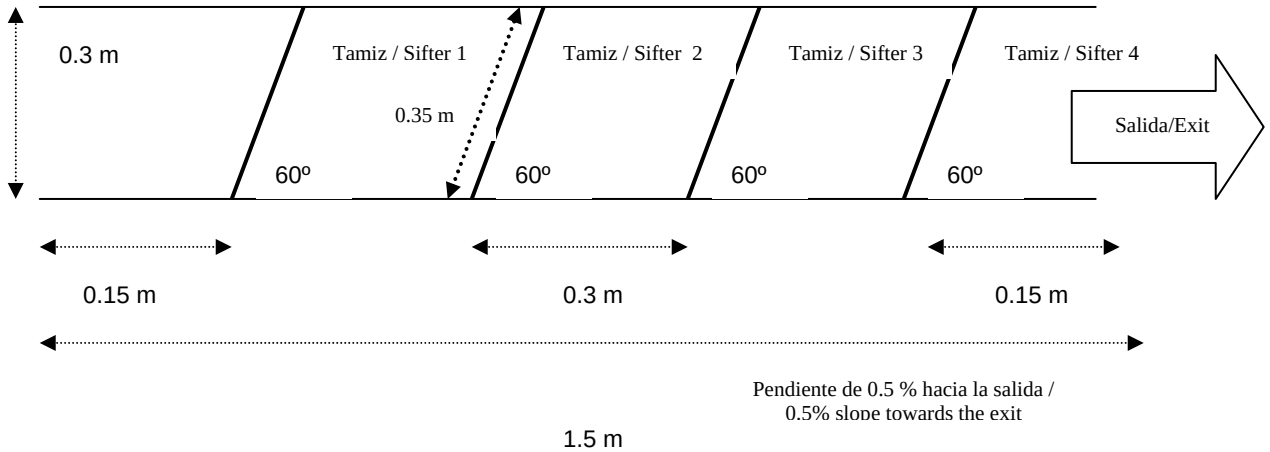
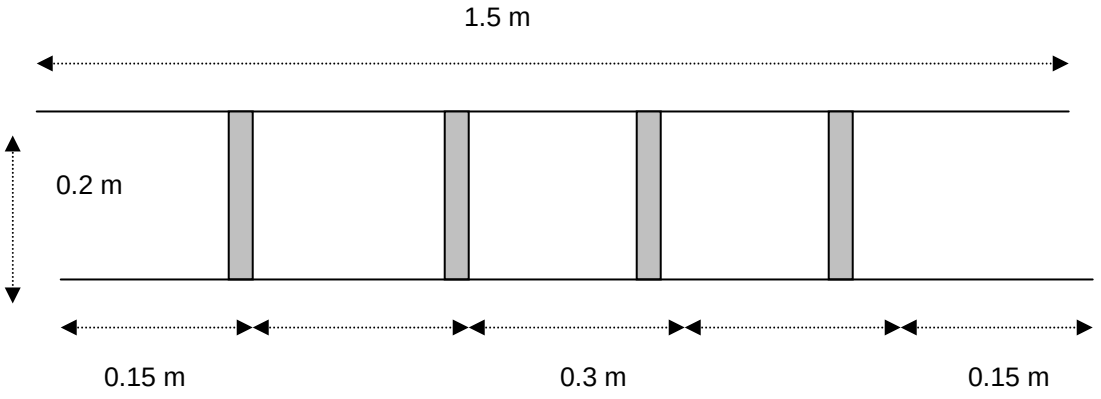


Figure 5. View of the sifters plant distributed in the pipe

Figura 5. Vista planta de los tamices distribuidos en la canaleta



The thickness of the walls are of 0.08m and the thickness of the perforated sheets (sifters) are of 0.005m and made of stainless steele.

El grosor de las paredes es de 0.08 m y el espesor de las laminas perforadas (tamices) es de 0.005 m y de acero inoxidable.

b.2. Primary treatment.

This stage has been designed with the objective of regulating the pH of the system, starting from the lime and wastewater mix, soluble solids are also eliminated through a sedimentation process. The following are the dimensions of the elements that make-up this stage:

- Mixing pipe (2nd pipe).

b.2. Tratamiento primario.

Esta etapa ha sido diseñada con el objetivo de regular el pH del sistema a partir de la mezcla de cal y agua residual, también se eliminan sólidos sedimentables a través de un proceso de sedimentación, a continuación se presentan las dimensiones de los elementos que componen esta etapa:

- Canaleta de mezclado (canaleta 2).

Table 3. Dimensions of the lime whitewash and wastewater mix system.

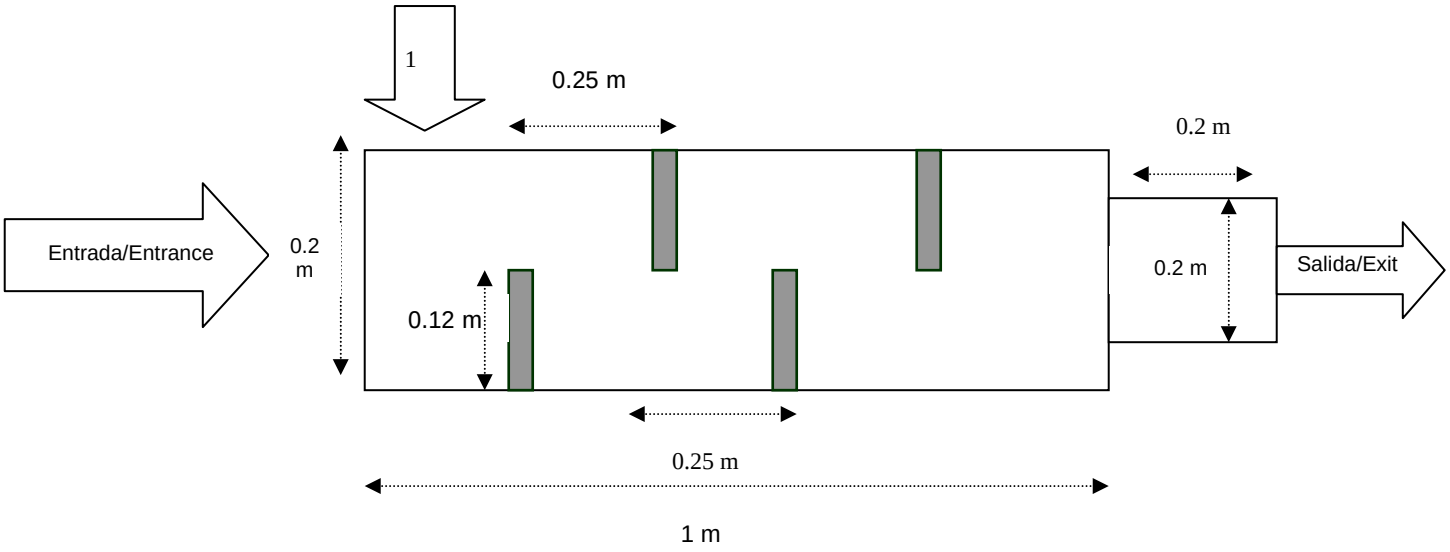
Cuadro 3. Dimensiones del sistema de mezclado de lechada de cal y aguas residuales.

DATOS	VALOR	UNIDAD
Ancho	0.2	m
Altura	0.3	m
Largo	1.5	m
Bafles de mezclado		
Ancho	0.1	m
Altura	0.2	m
Largo	0.12	m
Distancia entre bafles	0.25	m

INFORMATION	VALUE	UNIT
Width	0.2	m
Height	0.3	m
Length	1.5	m
Mixing baffles		
Width	0.1	m
Height	0.2	m
Largo	0.12	m
Distance between baffles	0.25	m

Figure 6. Diagram of the mixing pipe and the entrance box. View of the plant.

Figura 6. Diagrama de la canaleta de mezclado y caja de entrada. Vista de planta.



In the previous figure, arrow 1 shows the entrance of the lime whitewash (mixture of lime and water, with a 12Kg. of lime by 1m^3 of water proportion). The lime and water are mixed in the dosage tank with a black iron spiral transporter that are 0.25m in length. The entrance point of the whitewash in the mixing pipe is of 0.14 m^3/hour (38ml/sec.). The thickness of the baffles of the previous figure is of 0.1m.

- Whitewash lime dosage.

Table 4. Dimensions of the preparation system of the lime whitewash.

En la figura anterior, la flecha 1 indica la entrada de lechada de cal (mezcla de cal y agua en una proporción de12 Kg. de cal por 1 m^{3}de agua). La cal y el agua son mezcladas en el tanque de dosificación con un hélice de hierro negro que tiene un largo de 0.25 m. La entrada de lechada en la canaleta de mezclado es de 0.14 m^3 /hora (38ml / seg.). El espesor de los bafles de la figura anterior es de 0.1 m.

- Tanque de dosificación de lechada de cal.

Cuadro 4. Dimensiones del sistema de preparación de lechada de cal.

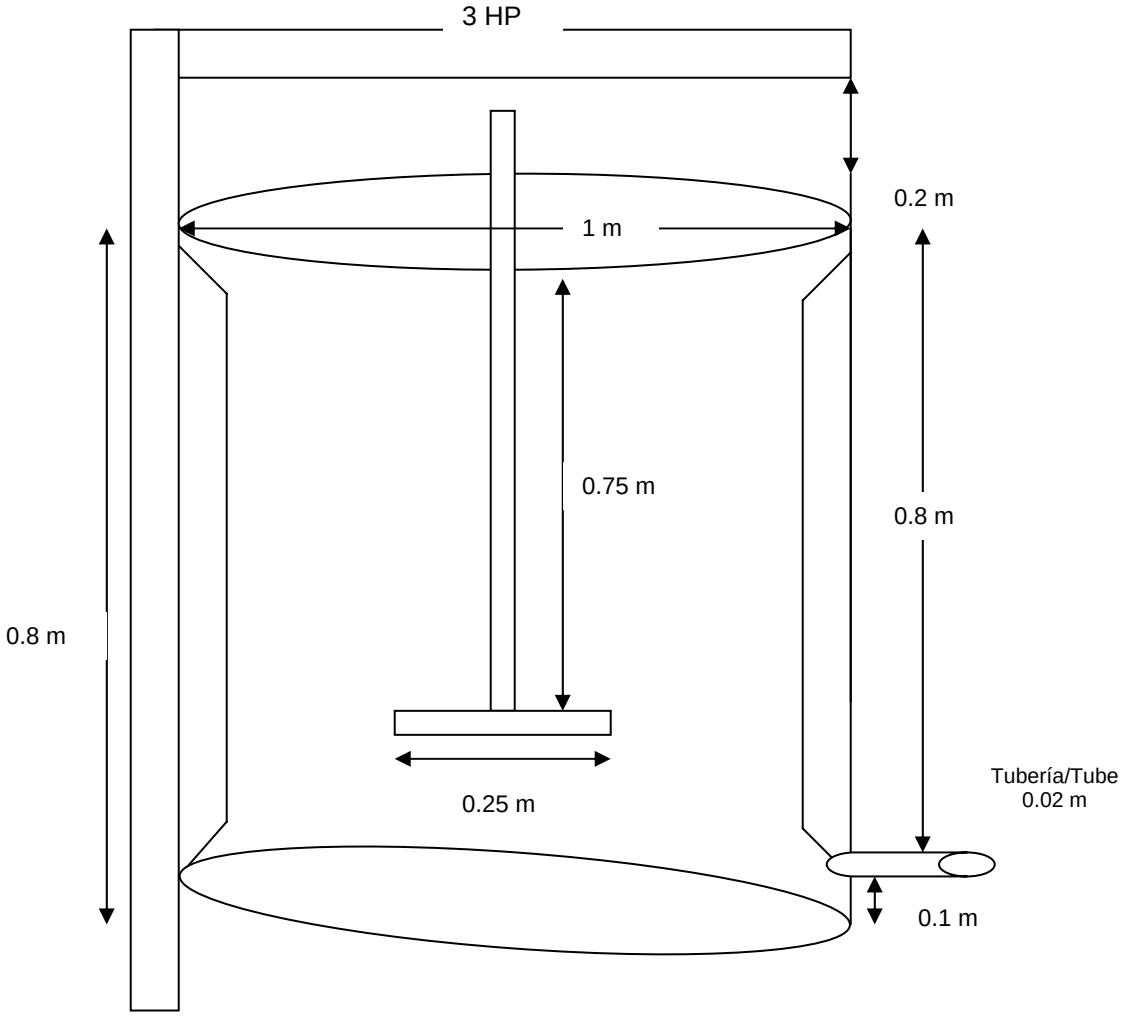
DATOS	VALOR	UNIDAD
Diámetro.	1	m
Altura.	0.8	m
Pendiente en el fondo del tanque hacia la salida de la descarga.	4	%
Diámetro de la tubería de la descarga.	0.058	m
Agitador de mezcla		
Capacidad del motor.	3	HP
Revoluciones del motor.	900-1200	rpm
Largo de la hélice de hierro negro.	0.25	m
Altura del eje de la hélice.	0.75	m
Diámetro del eje	0.02	m
Bafles deflectors		
Altura	0.7	m
Ancho	0.1	m
Dosificador del cal		
Diámetro de la tubería	0.02	m
Válvula de bola o paso	0.02	m

INFORMATION	VALUE	UNIT
Diámeter.	1	m
Height.	0.8	m
Slope at the bottom of the tank towards the exit of the discharge	4	%
Diameter of the discharge pipe.	0.058	m
Agitator		
Capacity of the motor.	3	HP
Motor revolutions.	900-1200	rpm
Length of the black iron spiral transporter.	0.25	m
Height of the spiral/propeller shaft.	0.75	m
Diameter of the shaft.	0.02	m
Deflector baffles		
Height	0.7	m
Width	0.1	m
Lime dosage		
Diameter of the tube	0.02	m
Válvula de bola o paso	0.02	m

Figure 7. Sketch of a lime dosage tank

Figura 7. Esquema de un tanque de

dosificación de cal



The width of each baffle is of 0.1m. The slope at the bottom of the tank towards the exit of the discharge to the mixing pipe which is of 4%.

- Precipitation tank

Table 5. Dimensions of the sedimentation tank.

El ancho de cada bafle es de 0.1m. La pendiente en el fondo del tanque hacia la salida de descarga a la canaleta de mezclado es 4%.

- Tanque de sedimentación

Cuadro 5. Dimensiones del tanque de sedimentación.

DATOS	VALOR	UNIDAD

Largo	4	m
Ancho	1.8	m
Altura	2	m
Diámetro de tuberías de entrada y salida de agua residual	0.08	m
Manejo del afluente y efluente (caja de entrada y salida)		
Largo	0.2	m
Ancho	0.2	m
Altura	0.3	m
Manejo de lodos		
Diámetro de tuberías de purga de lodos	0.1	m
Válvula de paso	0.1	m
Area para manejo de lodos	4	m^2
Largo	2	m
Ancho	2	m
Altura	0.15	m
Volumen de lodos húmedos	0.6	m^3/d

INFORMATION	VALUE	UNIT
Length	4	m
Width	1.8	m
Height	2	m
Diameter of the wastewater tubes' entrance and exit points	0.08	m
Water entrance and water exit management (entrance and exit box)		
Length	0.2	m
Width	0.2	m
Height	0.3	m
Mud handling		
Diameter of the sludge disposal tubes	0.1	m
Válvula de paso	0.1	m
Area for mud management	4	m^2
Length	2	m
Width	2	m
Height	0.15	m
Wet/humid mud volume	0.6	m^3/d

Figure 8. Sedimentation tank. Plant view.

Figura 8. Tanque de Sedimentación. Vista de planta.

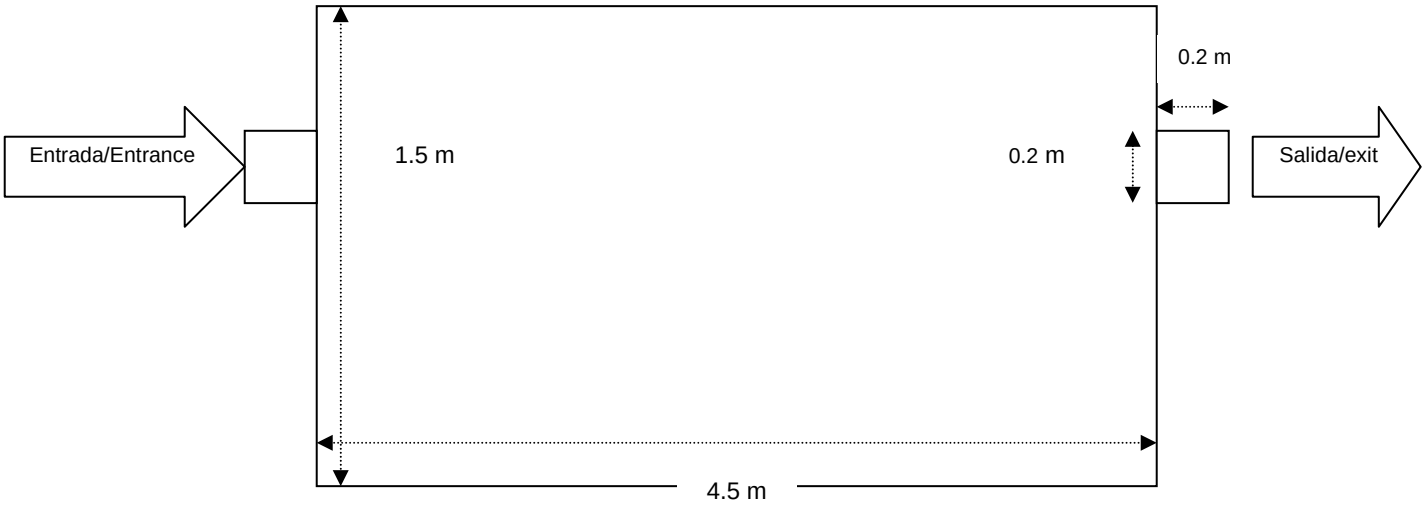


Figure 9. Cross section cut of the sedimentator.

Figura 9. Corte transversal del sedimentador.

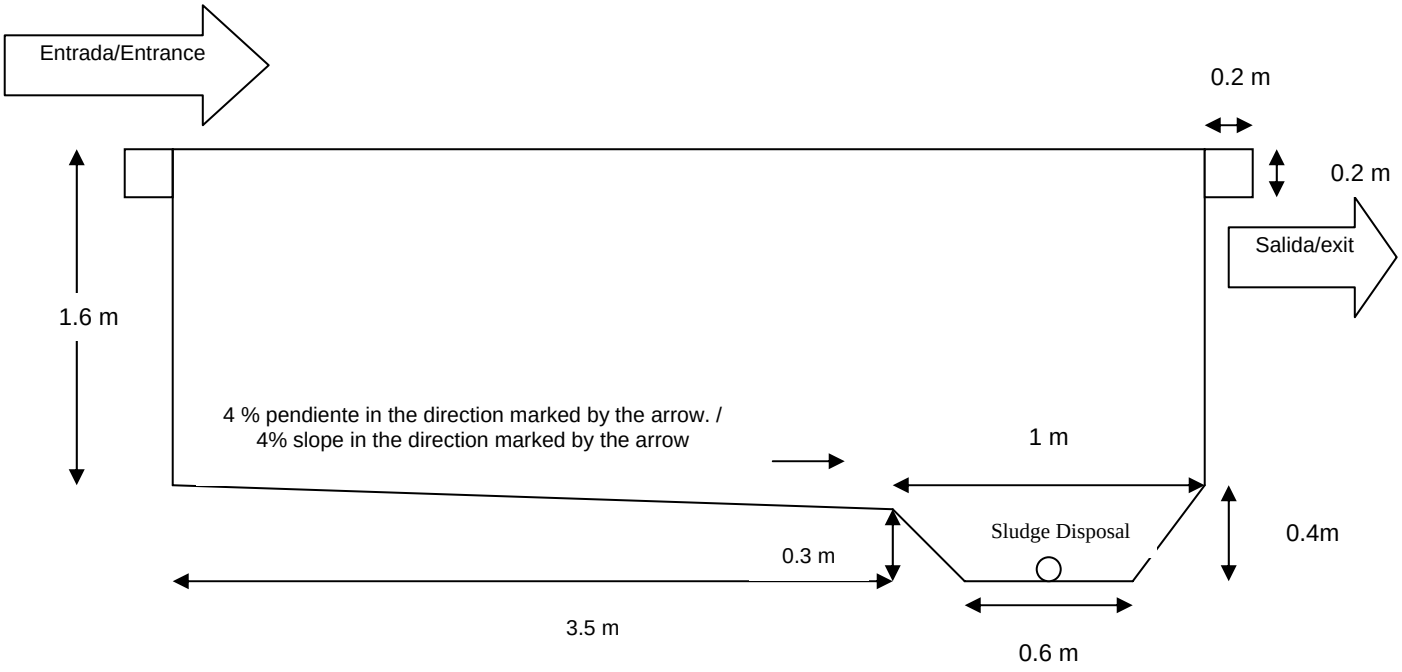
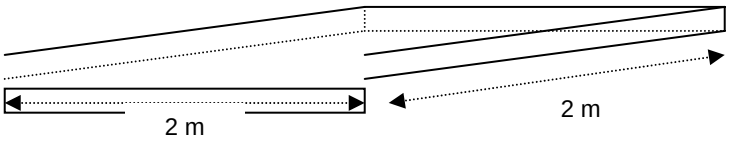


Figure 10. Mud management area.

Figura 10. Área de manejo de lodos.



The thickness of the mud management area is 0.15m.

El grosor del área de manejo de lodos es de 0.15 m.

b.3. Secondary treatment.

b.3. Tratamiento secundario.

This stage has been designed with the objective of reducing the organic material content and give the appropriate conditions to the water exit in order to be made available in a controlled environment, which will finish degrading the current organic material in the water exit.

Esta etapa ha sido diseñada con el objetivo de reducir el contenido de materia orgánica y darle condiciones adecuadas al efluente para ser dispuesto en un entorno controlado, el cual termina de degradar la materia orgánica presente en el efluente.

In the case of the COPACABANA coffee milling plant, the biological treatment will be carried out in an anaerobic filter of ascending flow (FAFA), which will be located after the sedimentator and before the stabilization lagoons.

En el caso del beneficio COPACABANA el tratamiento biológico lo realiza un filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA), el cual estará ubicado después del sedimentador y antes de la laguna de estabilización facultativa.

Table 6. Dimensions of the anaerobic filter.

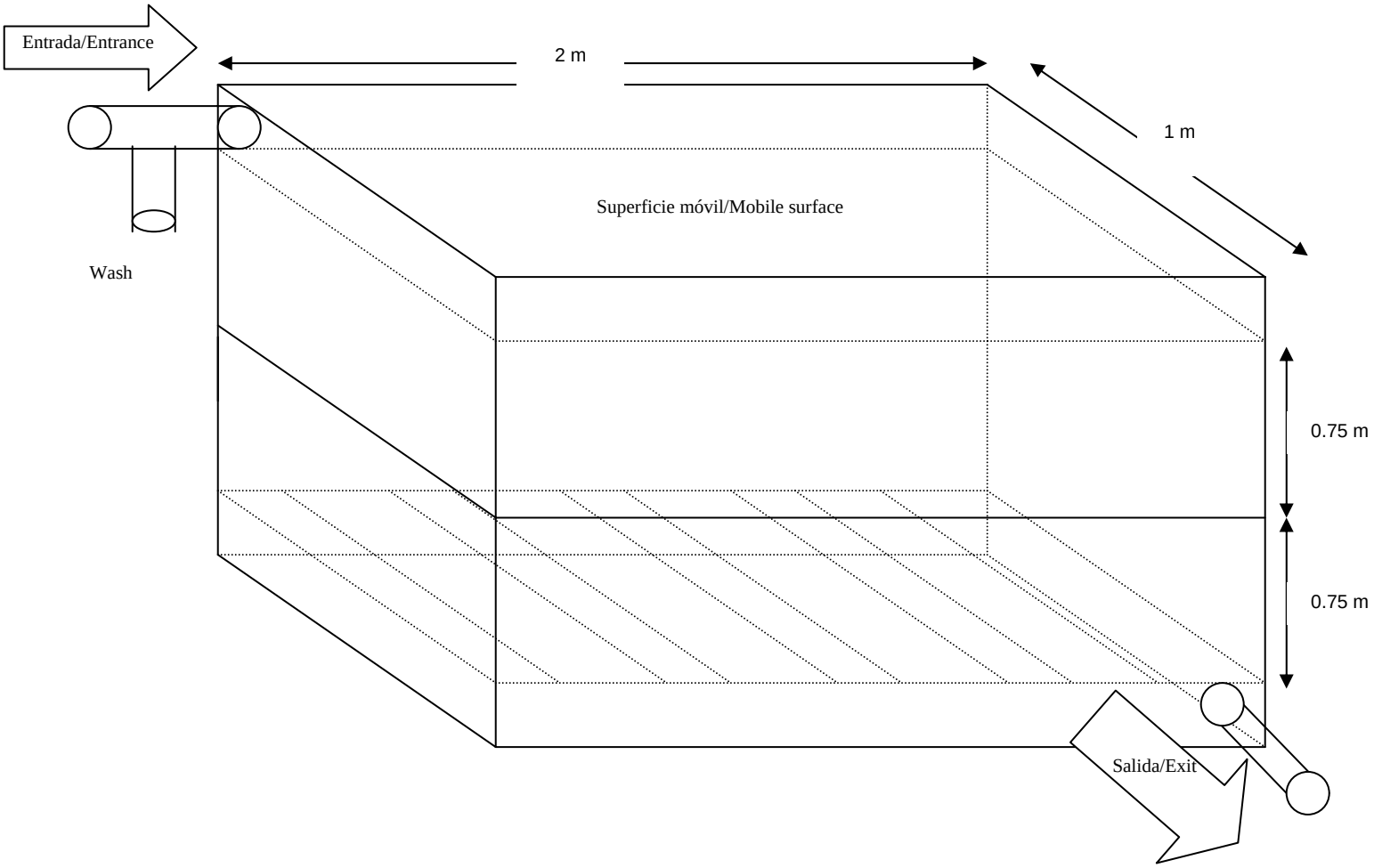
Cuadro 6.Dimensiones del filtro anaerobio.

DATOS	VALOR	UNIDAD
Largo	2	m
Ancho	1	m
Altura	1.9	m
Manejo de afluente		
Tubería de PVC, diámetro	0.05	m
Válvula de PVC de paso, diámetro	0.05	m
Manejo de efluente		
Tubería de PVC, diámetro	0.05	m
Medio filtrante I		
Roca volcánica (diámetro)	0.04 – 0.1	m
Volumen medio filtrante	1.5	m^3
Altura	0.75	m
Medio filtrante II		
Cascajo u hormigón (diámetro)	0.04 – 0.1	m
Volumen medio filtrante	1.5	m^3
Altura	0.75	m

DATOS	VALOR	UNIDAD
Length	2	m
Width	1	m
Height	1.9	m
Water entrance management		
PVC tube, diameter	0.05	m
Válvula de PVC de paso, diameter	0.05	m
Management of discharge		
PVC Tube, diameter	0.05	m
Filtrating Media I		
Volcanic rock (diameter)	0.04 – 0.1	m
Filtrating volume	1.5	m^3
Height	0.75	m
Incoming filters II		
Gravel or cement (diameter)	0.04 – 0.1	m
Filtrating volume	1.5	m^3
Height	0.75	m

Figure 11. Anaerobic filter of ascending flow (FAFA)

Figura 11. Filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA)



- Oxidation lagoon
- Laguna facultativa

Table 7. Oxidation Lagoon

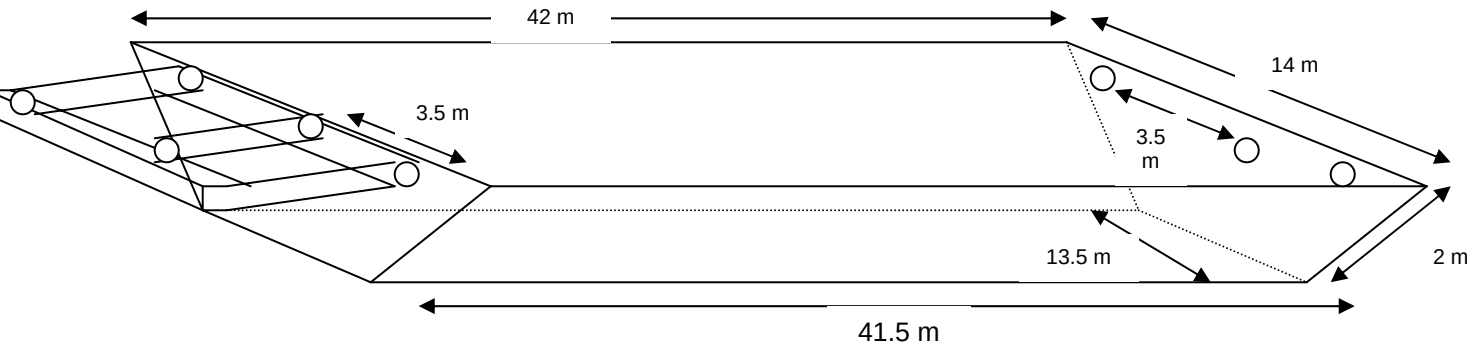
Cuadro 7. Laguna Facultativa

DATOS	VALOR	UNIDAD
Área superior		
Largo	42	m
Ancho	14	m
Area inferior		
Largo	41.5	m
Ancho	13.5	m
Altura de la laguna	2	m
Manejo de afluente		
Tubería PVC, diámetro	0.1	m
Número de tubos de entrada	3	-
Manejo de efluente		
Tubería PVC, diámetro	0.1	m
Tubo en T de PVC	0.1	m^3
Número de tubos y T	3	-

INFORMATION	VALUE	UNIT
Superior area		
Length	42	m
Width	14	m
Inferior area		
Length	41.5	m
Width	13.5	m
Height of the gap system	2	m
Water entrance management		
PVC Tube, diameter	0.1	m
Number of entrance tubes	3	-
Water entrance management		
PVC Tube, diameter	0.1	m
PVC T Tube	0.1	m^3
Number of T Tubes	3	-

Figure 12. Oxidation lagoon

Figura 12. Laguna facultativa

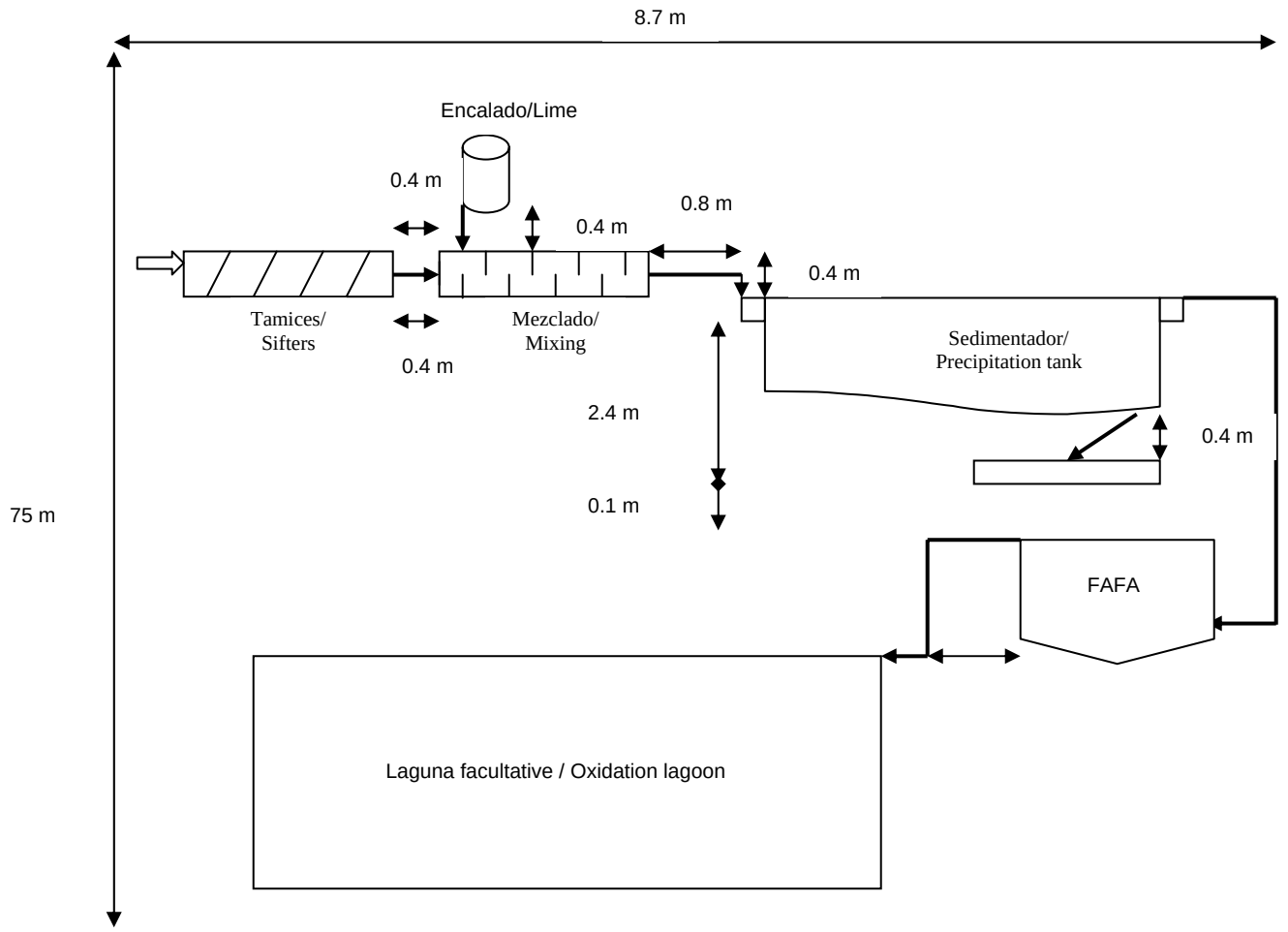


The block diagram shows in detail the relative location of each of the elements that make up the liquid waste treatment system. Likewise it details the monitoring points in Table 6.

Figure 13. The liquid waste flow treatment system Diagram (the minimum area that the treatment system occupies is of 653.25m^2.)

En el diagrama de bloque se detallan la ubicación relativa de cada uno de los elementos que componen el sistema de tratamiento de residuos líquidos; además se detallan los puntos de monitoreo en el cuadro 6.

Figura 13. Diagrama de flujo del sistema de tratamiento de residuos líquidos (el área mínima que el sistema de tratamiento ocupa es de 653.25 m^2)



In the previous figure, the minimum distances that must exist between each of the elements that make up the plant, were given in detail. The following are the minimum monitoring and maintenance conditions of these elements given in detail:

Table 8. Monitoring and maintenance of the liquid waste treatment system.

El la figura anterior se detallaron las distancias mínimas que deben de existir entre cada uno de los elementos que componen la planta; a continuación se detallan las condiciones de monitoreo y mantenimiento mínimas de estos elementos:

Cuadro 8. Monitoreo y mantenimiento del sistema de tratamiento de residuos líquidos.

A.1 Elemento	Puntos de Muestreo	Frecuencia	Parámetros	Valor óptimo	Mantenimiento
Tamices	Entrada y salida de la canaleta	Una vez por mes	Sólidos suspendidos	El valor de salida menor que el de entrada en un 75%	Limpieza de la canaleta y los tamices todos los días
Canaleta de encalado	Salida	Cada dos horas	pH	Entre 8 y 10	Limpieza de la canaleta todos los días
Tanque de encalado	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	Limpieza y revision del motor todos los días.
Sedimentador	Entrada y salida del tanque	Cada 4 horas	PH y sólidos sedimentales	PH: entre 8 y 10 Sólidos sedimentables: el valor de la entrada mayor en un 80%	Limpieza de hojas de la superficie y purga de todos cada tres horas de trabajo.
Secado de lodos	No Aplica	No Aplica	No Aplica	No Aplica	Remoción de lodos cada 3 o 4 días, y mezclarlos con la pulpa.
Filtro FAFA	Entrada y salida	Una vez por mes	DQO	Disminución del valor de salida respecto al de entrada entre un 65 a 75%	Retrolavado del medio filtrante para evitar acumulación de sólidos al final de temporada
Laguna facultativa	Entrada y salida	Una vez por mes	DQO	Disminución del valor de salida con respecto al de entrada entre un 95 a 99%	Remover maleza que crece en los taludes y en las tuberías de alimentación y salida

A.1 Element	Sample Points	Frequency	Parameters	Optimal Value	Maintenance
Sifters	Entrance and exit points of the pipe	Once a month	Suspended solids	The value of the exit point is less than entrance point by 75%. El valor de salida menor que el de entrada en un 75%	Clean the pipe and sieves every day. Cleaning the canaleta and the tamices every day.
Lime drainpipe	Exit	Every two hours	pH	Betwee 8 and 10	Clean the pipe every day.
Lime tank	N/A	NA	N/A	N/A	Clean and check the motor every day. Limpieza y revision del motor todos los días.
Sedimentator	Entrance and exit points in the tank	Every 4 hours	PH and soluble solids	PH: between 8 and 10 Soluble solids: The value of the entrance point is greater in 80% el valor de la entrada mayor en un 80%	Clean the surface leaves and sludge of everything, every three work hours. Limpieza de hojas de la superficie y purga de todos cada tres horas de trabajo.
Mud drying	N/A	N/A	N/A	N/A	Mud removal every 3 or 4 days, and mix with the pulp. Remoción de lodos cada 3 o 4 días, y mezclarlos con la pulpa.
FAFA Filter	Entrance and exit	Once a month	DQO	Decrease the value	Wash the incoming

	points			of the exit point in relation to the entrance point by 65 to 75% Disminución del valor de salida respecto al de entrada entre un 65 a 75%	filters to avoid accumulation of solids at the end of the season. Retrolavado del medio filtrante para evitar acumulación de sólidos al final de temporada
Oxidation lagoon	Entrance and exit points	Once a month	DQO	Decrease the value of the exit point in relation to the entrance point by 95 to 99%. Disminución del valor de salida con respecto al de entrada entre un 95 a 99%	Remove the weed that grows in the side slope and in the feeding tuberías and exit point. Remover maleza que crece en los taludes y en las tuberías de alimentación y salida

There are other monitoring and control parameters whose sample points are the entrance and exit points of the treatment system. One of them is the volume which is measured at the entrance of the plant, where the measurement can be carried out in two ways:

- In a direct way, through the *aforo* with a recipient of known volume, measuring the time in which the water entrance occupies the volume of the recipient and divides the volume between the filling time.
- In an indirect way, through a drain installed in the entrance boxes of the sedimentator, where the maximum height is measured so that the water is enough while passing through the drain, then the corresponding equation is used, which depends on the geometry of the drain (consult waste management manual from the coffee milling plant).

The second parameter is to evaluate the output of the plant based on the DQO (Oxygen Chemical Demand) readings and suspended solids at the entrance and exit of the plant. We consider that the level of removal of the treatment system proposed is within a 95 to 99% range in DQO (Oxygen Chemical Demand) and in 90 to 95% in suspended solids.

Existen otros parámetros de control y monitoreo cuyos puntos de muestreo son la entrada y salida del sistema de tratamiento; uno de ellos es el caudal el cual se mide a la entrada de la planta, la medición se puede realizar de dos formas:

- De forma directa, por medio del aforo, con un recipiente de volumen conocido, midiendo el tiempo en el cual el afluente ocupa el volumen del recipiente y luego dividir el volumen entre el tiempo de llenado.
- De forma indirecta, a través de vertederos instalados en las cajas de entrada del sedimentador, en las cuales se mide la altura máxima que alcanza el agua al pasar por el vertedero, luego se utiliza la ecuación correspondiente la cual depende de la forma geométrica del vertedero (consultar manual de manejo de residuos del beneficiado de café).

El segundo parámetro es evaluar el rendimiento de la planta en base a las lecturas de DQO y sólidos suspendidos de la entrada y la salida de la planta; se considera que el nivel de remoción del sistema de tratamiento propuesto esta dentro del rango de 95 a un 99 % en DQO y un 90 a 95 % en sólidos suspendidos.

d. Estimation of liquid waste treatment costs.

The following table shows the estimated costs by the consultant equipment, for the implementation of the liquid waste treatment system.

Table 9. ESTIMATED COSTS ($us)

	ITEM	COSTO
1	Principales esquipos de instalación	17,924.00
2	Equipos auxiliaries e instrumentación	7,000.00
3	Contratos	4,000.00
4	Montaje y puesta en marcha de la Planta	4,500.00
5	Ingeniería, patentes y seguros	3,342.40
6	Imprevistos	5,000.00
	Total	**41,765.00**

d. Estimación de costos de tratamiento de residuos líquidos.

En el siguiente cuadro se muestran los costos estimados por el equipo de consultores para la implementación del sistema de tratamiento de residuos líquidos.

Cuadro 9. COSTOS ESTIMADOS ($us)

	ITEM	COST
1	Main installation equipment	17,924.00
2	Emergency equipment and tools	7,000.00
3	Contracts	4,000.00
4	Assembling start-up of the Plant	4,500.00
5	Engineering, patents and insurance	3,342.40
6	Unforeseen expenses	5,000.00
	Total	**41,765.00**

The consultancy costs obtained from local service providers.

Costos obtenidos de consultas con proveedores de servicios locales.

ii. Solid waste management system

ii. Sistema de manejo de residuos sólidos

a. Waste identification.

The following table identifies the waste generated by the plant according to its origin and quantities:

Table 10. Identificatin of the solid waste generated by the plant.

a. Identificación de residuos.

En el siguiente cuadro se identifica los residuos generados por el beneficio de acuerdo a su origen y cantidades:

Cuadro 10. Identificación de los residuos sólidos generados por el beneficio.

Residuo	Origen	Cantidad de temporada
Pulpa	Despulpe de café	1,472,724 Kg.
Cascarilla	Pelado o trillado de café	147,483 Kg.
Lodos	Sistema de tratamiento de residuos líquidos	77.76 Kg.

Waste	Origin	Season quantity
Pulp	Coffee depulping	1,472,724 Kg.
Husk	Coffee peeling or dehulling	147,483 Kg.
Mud	Liquid waste treatment system	77.76 Kg.

As this information (quantities) was previously mentioned in several sections, these must be proven during the milling season.

b. Solid waste management.

- Pulp and mud management.

Because it is considered a dangerous waste (biologically active), the coffee pulp must be stabilized, either through its controlled decomposition (degradation) or through its dehydration and immediate oxidation (combustion). In the case of the mud coming from the treatment system, which is known as primary mud, also considered biologically active, this document establishes that they are to be mixed with the pulp for its treatment. The management systems proposed are described as follows:

b.1. Composting

This consists in taking the pulp that has just come from or has just been generated in the process and locate it in the boxes which have management capacity of 15cm^3, covered in black plastic in order to better capture the solar radiation and maintain the optimal temperature within the 32 to 37 ºC range, with the objective of accelerating the decomposition (Mesofilica). The information and dimensions of the composting box, are described as follows:

Figure 14. Composting box for pulp and muds.

Como se ha mencionado en apartados anteriores estos datos (cantidades), deben ser comprobados durante la temporada de beneficiado.

b. Manejo de residuos sólidos.

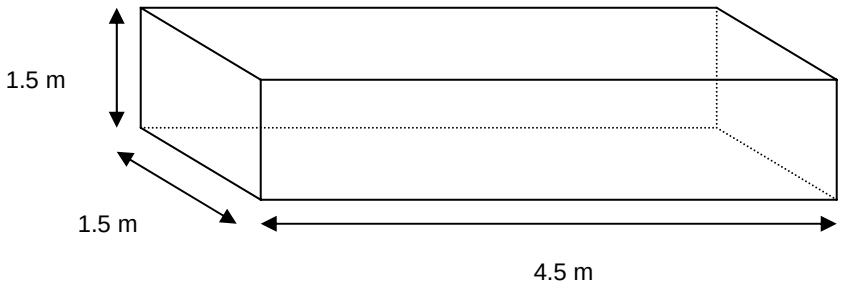
- Manejo de la pulpa y lodos.

Por ser considerado un residuo peligroso (biológicamente activa), la pulpa de café debe de ser estabilizada, ya sea a través de su descomposición (degradación) controlada o su deshidratación y oxidación inmediata (combustión); para el caso de los lodos procedentes del sistema de tratamiento los cuales se conocen con el nombre de lodos primarios, considerados también biológicamente activos, se establece en este documento que sean mezclados con la pulpa para su tratamiento; los sistemas de manejo propuestos se describen a continuación:

b.1 Composteo.

Consiste en tomar la pulpa recién salida o generada en el proceso y ubicarla en cajuelas con una capacidad de manejo de 15 m^3, cubiertas con plástico negro para captar mejor la radiación solar y mantener una temperatura optima dentro del rango de los 32 a 37 ºC, con el objetivo de acelerar la descomposición (Mesofilica) los datos y dimensionamiento de la caja de composteo se describen a continuación.

Figura 14. Caja de composteo de pulpa y lodos.



They say that the management capacity of this type of divices is of 15cm^3 per month, and can be built from wood and can be directly installed on land, as long as the box is water proof in order to avoid a leached material leak.

Se dice que la capacidad de manejo de este tipo de dispositivos es de 15 m^3 por mes, y puede construirse de madera e instalado directamente sobre el terreno siempre y cuando se impermeabilice el cajón para evitar la fuga de lixiviados.

The composting period is of 60 days of interaction between the pulp and the mud of the liquid treatment system, in general the coffee milling plant needs on a daily basis, approximately 2,772.02cm^2 in order to compost the pulp generated in a normal day of operations.

El periodo de composteo comprende 60 días de interacción entre la pulpa y los lodos del sistema de tratamiento de residuos líquidos, en general el beneficio necesita de aproximadamente 2.772.02m^2 diarios para compostear la pulpa generada en un día normal de operaciones.

Currently the coffe milling plant is not composting the pulp since in order to partially deliver it decomposed to the army station of the area so that the ejercito station finishes coverting it into a fertilizer, it converts it directly into a fertilizer.

Actualmente el beneficio no compostea la pulpa puesto para entregársela parcialmente descompuesta a la estación del ejercito de la localidad para que este último la termine de convertir en fertilizante.

Nonetheless, we estimate that while the coffee crop becomes stronger Yungas area, (as an alternative crop), the pulp and the treatment mud, will be predominant as organic fertilizer sources, which will help producers maintain organic production in the area.

No obstante se estima que ha medida que el cultivo del café tome más fuerza en la zona de Yungas, (como cultivo alternativo), la pulpa y los lodos de tratamiento, serán preponderantes como fuente de fertilizante orgánico, que ayudará a los productores a mantener la producción orgánica de la zona.

b.2. Energy generation.

b.2. Generación de energía.

For the generation of energy there are two important options:

Para la generación de energía se tienen dos opciones importantes:

- Biogas generation:

- Generación de biogás:

This process consists in the controlled anaerobic decomposition of the pulp and the muds of the treatment plant, during 30 days, obtaining a mud with high nutritional content for the plants, specifically for the vegetables and biogas, that are generated during the decomposition process, the necessary volume of a biodigestor (reactor where the anaerobic decomposition takes place) to treat 50% of the generated pulp by the milling plant is of 144,000m^3, which is not affordable.

Este proceso consiste en la descomposición anaerobia controlada de la pulpa y los lodos de la planta de tratamiento, durante 30 días, obteniéndose un lodo con alto contenido nutricional para las plantas, específicamente para hortalizas y biogás, que se genera durante el proceso de descomposición, el volumen necesario de un biodigestor (reactor donde se lleva a cabo la descomposición anaerobia) para tratar el 50% de la pulpa generada por el beneficio es de 144,000 m^3, lo cual lo hace incosteable.

- Generation of energy for drying coffee:

- Generación de energía para el secado de café:

For this case the husk and dry pulp with 32% humidity are used as fuel (biomass), with the objective of generating saturated water vapor that feeds a heat interchanger, which is feeded by air flow that enters the dryer. This is a good method for which leaves expectations of growth with the hope of having a more voluminous reception of coffee that justifies an investment in combustion equipment of biomass (boilers or ovens).

Para este caso se utilizan la cascarilla y la pulpa seca al 32% de humedad como combustible (biomasa), con el objetivo de generar vapor de agua saturado que alimenta a un intercambiador de calor, al cual lo alimenta una corriente de aire que ingresa a una secadora. Este es un buen método para beneficios con expectativas de crecimiento en harás de tener una recepción de café más voluminosa que justifique una inversión en equipos de combustión de biomasa (calderas u hornos).

Under the current conditions of the milling plant, the consultants recommend the use of pulp and mud as nutrients in composting, and in the case of the husk, this must be evacuated from the milling plant with the purpose of being marketed or sold as biomass.

Bajo las condiciones actuales del beneficio los consultores recomiendan el uso de la pulpa y los lodos como nutrientes en el composteo, y para el caso de la cascarilla esta debe ser evacuada del beneficio con el fin de ser comercializada como biomasa.

c. Cost estimate of the solid waste treatment.

c. Estimación de costos de tratamiento de residuos sólidos.

The following table shows the estimated costs prepared by the consultant team for the implementation of the solid waste treatment system.

En el siguiente cuadro se muestran los costos estimados por el equipo de consultores para la implementación del sistema de tratamiento de residuos sólidos.

Table 11. ESTIMATED COSTS ($us)

Cuadro 11. COSTOS ESTIMADOS ($us)

ITEM		COSTO
1	Principales equipos de instalación	1584.00
2	Equipos auxiliaries e instrumentación	1080.00
3	Contratos	0.00
4	Ingeniería, patentes y seguros	0.00
5	Imprevistos	400.00
	Total	**3,064.00**

ITEM		COST
1	Main installation equipment	1584.00
2	Auxiliary and instrumentación equipment	1080.00
3	Contracts	0.00
4	Engineering, patentes, and insurance	0.00
5	Imprevistos	400.00
	Total	**3,064.00**

V. IMPLEMENTATION PROPOSAL

V. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN

The management and solid waste methodologies

Ya definidas las metodologías de manejo y

already defined, must develop an implementation program of these methodologies in the milling plant, which must be established as a strategic agreement between the milling plant and the local and national environmental authorities, which consist on establishing an adaptation period in which the environmental adaptation measure proposals are developed by authorities, and the implementation of the waste treatment model. We propose that the period of implementation has a minimum duration of 3 years and a maximum duration of 5 years.

The following is a table of environmental investments, which must be covered during the waste implementation.

Table 11. Environmental investment table.

tratamiento de residuos, se debe de desarrollar un programa de implementación de estas metodologías en el beneficio, el cual debe de ser establecido como un acuerdo estratégico entre el beneficio y las autoridades ambientales locales y nacionales, el cual consiste en establecer un periodo de adecuación en el cual se desarrollen las medidas de adecuación ambiental propuestas por las autoridades y la implementación del modelo de tratamiento de residuos; se propone que el periodo de implementación tenga una duración mínima de 3 años y una máxima de 5.

A continuación se presenta un cuadro de inversiones ambientales que deben de ser cubiertas durante la implementación de los residuos:

Cuadro 11. Cuadro de inversiones ambientales.

A.1. Fase	Actividad	Periodo de Implementación	Inversión $
Proceso de beneficiado húmedo	Medición de caudal, determinación de carga orgánica de agues residuals y cuantificación de residuos	2005 - 2006	2,000.00
Manejo de residuos sólidos	Implementación de metodología de tratamiento	2005	3,064.00
Manejo de residuos líquidos	Implementación del tratamiento preliminary	2005	8,441.25
	Implementación del tratamiento primario	2006	14,617.75
	Implementación del tratamiento secundario	2007	18,706.00
TOTAL			**46,829.00**

A.1. Phase	Activity	Implementation Period	Investment $
Humid milling process	Water volume measurement, determination of the organic load of wastewaters and waste quantification	2005 - 2006	2,000.00
Solid waste management	Implementation of treatment methodology	2005	3,064.00
Liquid waste management	Implementation of preliminary treatment	2005	8,441.25
	Implementation of primary treatment	2006	14,617.75
	Implementation of secondary treatment	2007	18,706.00
TOTAL			**46,829.00**

The investments shown in the previous table may vary according to the negotiations the milling plant has with the service providers.

Las inversiones mostradas en el cuadro anterior pueden variar de acuerdo a las negociaciones del beneficio con los proveedores de servicios.

VI. BIBLIOGRAPHY

1. Metcalf E., INC. “Wastewater Engineering: treatment, waste and re-cycling Volume I”. McGraw Hill. USA. 1996.

3. Rolim M. S. “Stabilization gap systems”. McGraw Hill. USA. 2000.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

2. Metcalf E., INC. “Ingeniería de Aguas Residuales: tratamiento, vertido y recirculación Tomo I”. McGraw Hill. USA. 1996.

4. Rolim M. S. “Sistemas de lagunas de estabilización”. McGraw Hill. USA.

2000.

5. Proyecto MAPA. "Mitigation Measures and Environmental Monitoring and Implementation Plan (PASA) for the ecological processing coffee Plant ALEACAF". La Paz, Bolivia. 2004.

6. Proyecto MAPA. "Medidas de Mitigación y Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental (PASA) para la Planta de procesamiento ecológico de café ALEACAF". La Paz, Bolivia. 2004.

7. Palacios C. S. "Wastewater Treatment". Cochabamba, Bolivia. 1999.

8. Palacios C. S. "Tratamiento de Agua". Cochabamba, Bolivia. 1999.

9. Raciman J.S. & Gonzalez A. "Wastewater Purification". http://www.biologia.edu.ar/ . 7. Abril. 2005.

10. Raciman J.S. & Gonzalez A. "Depuración de Aguas Residuales". http://www.biologia.edu.ar/ . 7. Abril. 2005.

11. Vice-Minister of Natural Resources and the Environment "Regulation of Law 1333 of the Environment: Regulation on Hydric Contamination Materia". http://www.bolivia-industry.com/. 1. Abril. 2005.

12. Viceministerio de Recursos Naturales y Medio Ambiente. "Reglamentación de la Ley 1333 del Medio Ambiente: Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica". http://www.bolivia-industry.com/. 1. Abril. 2005.

13. Environmental Protection Agency. "Considerations for Preparation of Operation and Maintenance Manuals. USA. 1974.

14. Agencia de Protección Ambiental "Consideraciones para la Preparación del Manual deOperación y Mantenimiento". USA. 1974.

15. Biocycle. "EPA Purga de Lodos Regulations Proposed". Vol. 30. num. 44, March 1989.

16. Biocycle. "EPA Sludge Disposal Reglamentación Propuesta". Tomo 30. num. 44, marzo de 1989.

17. Panamerican Center of Environmental Health and Science Engineering (CEPIS/OPS). "Coffee Wastewater Plant". http://www.cepis.ops-oms.org/. 4. Abril. 2005.

18. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencia del Medio Ambiental (CEPIS/OPS). "Aguas Residuales del Beneficio de Café". http://www.cepis.ops-oms.org/. 4. Abril. 2005.

19. CAFECO S.A. de C.V. "Coffe Wastewater Treatment Plant (Biogas Generation)". http://www.erc.msh.org/. 8.Abril.2005.

20. CAFECO S.A. de C.V. "Tratamiento de Aguas de Beneficio de Café (Generación de Biogás)". http://www.erc.msh.org/. 8.Abril.2005.

21. Federal Registry. "Secondary Treatment Regulations". 40 CFR Part 133, July 1,1988.

22. Registro Federal. "Tratamiento Secundario de la Reglamentación". 40 CFR Parte 133, 1 de julio de 1988.