

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK
Facultad de Ciencias Ambientales

Tesis de Grado previa a la obtención del Título de
Ingeniera Ambiental

CARACTERIZACIÓN Y DISEÑO DE UN
SISTEMA DE TRATAMIENTO PARA
AGUAS RESIDUALES DE UNA
“EMPRESA FLORÍCOLA”

Autor:
Stephanie Ehmig Santillán

Director de Tesis:
Ing. Katty Coral Carrillo

Quito – Ecuador
2005

1. INTRODUCCIÓN

Debido a la falta de control ambiental en el sector floricultor, los propietarios de las florícolas, en su gran mayoría, no se responsabilizan por el contenido de carga contaminante en sus descargas líquidas residuales, las cuales son vertidas directamente al ambiente. Es por ello que se ha visto la necesidad de caracterizar y tratar el agua residual que se descarga desde una floricultora a los cuerpos receptores. Para lo cual, se ha propuesto implementar un sistema de tratamiento que mitigue el impacto negativo del agua residual que origina ésta actividad en los ecosistemas.

“La Empresa Florícola” se encuentra a 2750msnm, está ubicado en la zona de Tabacundo, cantón Pedro Moncayo, sector Puruhanta, reconocido por sus excelentes características para el cultivo de rosas. Existen alrededor de 120 florícolas en la zona, de las cuales únicamente 94 están inscritas en el Concejo Municipal del cantón Pedro Moncayo.

Los agentes contaminantes que contienen varios productos agroquímicos (plaguicidas, fumigantes) como resultado de la aplicación en las actividades florícolas, presentan un grado que va de ligera a extremadamente tóxico y peligroso¹ para el ambiente biótico (especies vegetales, animales) y abiótico (aire, agua, suelo) que conforman el ecosistema. Debido a su composición, los contaminantes pueden alterar el equilibrio del ecosistema en general y dependiendo de la concentración, podrían llegar a ser letales para ciertas especies bióticas. En el caso de los metales que están contenidos en ciertos plaguicidas, que son utilizados para el control de plagas y enfermedades, se bioacumulan y biomagnifican en los organismos vivos. Además que los solventes y diluyentes que están contenidos también en los plaguicidas, pueden tener efectos nocivos en cuerpos de agua receptores. El agua residual de la florícola es contaminante si excediese los límites máximos permisibles de descarga.

La idea principal es que en un futuro cercano se construya e implemente un sistema de tratamiento de aguas que disminuya los niveles contaminantes a valores admisibles, según establece la Ordenanza del Ilustre Concejo Municipal de Pedro Moncayo. De esta forma se

¹ De la Torre, A., 2002. Base para la implementación de un sistema de gestión ambiental ISO:14001, enfocado a las áreas de poscosecha, bodegas y cocina.

aminorará el impacto que sustancias y agentes contaminantes puedan causar al ecosistema, tomando medidas correctivas y preventivas a corto y largo plazo.

El objetivo principal de éste estudio es realizar el diseño de un sistema de tratamiento para aguas residuales provenientes de “La Empresa Florícola” para su futura implementación.

Para cumplir con ésta finalidad se realizó una caracterización del agua de la propiedad. Se tomaron y analizaron muestras provenientes de los procesos de cosecha, poscosecha y fitosanidad, así como del agua de pozo y reservorio.

Se debe analizar e identificar las principales sustancias con características contaminantes y/o tóxicas para comparar y establecer las que exceden los límites permisibles establecidos en el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundario.

Es pertinente realizar un análisis de plaguicidas en el agua residual proveniente del proceso de poscosecha y fitosanidad, los cuales se llevaron a cabo con la cooperación del laboratorio de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica.

Es importante hacer una investigación exhaustiva, para definir y plantear un tratamiento correctivo y preventivo aplicable al tipo de agua residual que genera la finca, que cumpla con la función de disminuir los niveles de toxicidad de los agentes contaminantes.

2. ASPECTOS GENERALES DE “LA EMPRESA FLORÍCOLA”

“La Florícola” fue creada en 1997 por inversionistas colombianos. Tiene como objetivo principal desarrollar un cultivo de rosas de alta calidad para el mercado internacional.

Una de las principales características para cumplir con el objetivo es que el tipo de suelo de la zona es limo – arenoso.²

El área del terreno es de 20ha, actualmente existen 11ha de rosas bajo invernadero y cuentan con aproximadamente 56 variedades.³

En total la finca cuenta con 180 personas, entre las cuales se encuentran: los trabajadores u obreros, los técnicos y el personal administrativo.⁴

En cuanto a infraestructura física, se construyó un área de oficinas temporal, conjuntamente con un área de bodega y un comedor, se desarrollaron dos baterías de baños y dos vestidores, un área de riego y fertilización, una sala de poscosecha con cuartos de prefrío y frío. Posteriormente se construyó un área de mantenimiento y bodega, lo que liberó espacio para oficinas y consultorio médico. Adicionalmente se dispone de un vestidor y batería de baño independiente para el equipo de fumigación con área de lavado y almacenaje de trajes y equipos.

La planta tiene instalado un generador de 153KVA para garantizar el fluido eléctrico en casos de emergencia.⁵

La finca cuenta con un sistema de tratamiento biológico a través de plantas, es una fitoremediación con carrizos para tratar el agua residual procedente del lavado de trajes de la caseta de fumigación. Este sistema está provisto por un filtro de carbón activado, previo la fitoremediación.

Por la situación geográfica y el piso altitudinal, el nivel de precipitación es de 700mm/año. Para cubrir las necesidades totales de agua, la florícola recibe el líquido del canal de riego

² Colaboración Ing. Harold Zúñiga. Gerente Técnico de “La Empresa Florícola”.2004.

³ Registros ISO 9001:2000 de “La Florícola”, 2004.

⁴ IDEM

⁵ Colaboración Ing. Harold Zúñiga. Gerente Técnico de “La Empresa Florícola”.2004.

proveniente de la comuna. Además se beneficia de un reservorio que cuenta con un sistema de bombeo para el riego de toda la finca, el reservorio tiene una capacidad de 24.000m³ de agua. Para asegurar el suministro de agua, se perforó un pozo a 230m de profundidad para contar con 8L/s de agua adicionales.⁶

Un análisis del agua de pozo y reservorio de la finca realizado en Agosto de 1.999, nos indica los siguientes resultados:

⁶ Colaboración Ing. Harold Zúñiga. Gerente Técnico de “La Empresa Florícola”.2004.

Agua de Pozo⁷

Cuadro 2.-1. Análisis del Agua de Pozo."Empresa Florícola".1999.		
PARÁMETROS	VALOR	UNIDADES
pH	8,4	
CE	0,31	mS/cm
CATIONES	CONCENTRACION ppm	CONCENTRACION meq/L
Sodio	27	1,17
Calcio	21	1,06
Magnesio	18	1,52
Potasio	4	0,1
Amonio	0	0,00
CATIONES TOTALES		3,85
ANIONES	CONCENTRACION ppm	CONCENTRACION meq/L
Cloro	3	0,08
Sulfato	3	0,07
Bicarbonato	235	3,85
Carbonato	0	0,00
Nitrato	4	0,06
Fosfato	0	0,00
ANIONES TOTALES		4,06
ELEMENTOS	CONCENTRACION ppm	
Cobre	< 0,02	
Zinc	0,02	
Manganeso	< 0,02	
Hierro	< 0,02	
Boro	0,08	
Fluoruro	0,23	
Aluminio	< 0,05	
Molibdeno	< 0,02	

Fuente: Soil and Plant Laboratorio. "La Empresa Florícola". 2004.

Ver reporte original de los resultados en anexo 15.

⁷ Reporte de resultados del laboratorio Soil and Plant. 1999.

Agua de Reservorio⁸

Cuadro 2.-2. Análisis del Agua de Reservorio."Empresa Florícola".2004.		
PARÁMETROS	VALOR	UNIDADES
pH	8,4	
CE	0,31	mS/cm
CATIONES	CONCENTRACION ppm	CONCENTRACION meq/L
Sodio	24	1,04
Calcio	18	0,92
Magnesio	16	1,29
Potasio	4	0,1
Amonio	0	0,00
CATIONES TOTALES		3,35
ANIONES	CONCENTRACION ppm	CONCENTRACION meq/L
Cloro	2	0,06
Sulfato	3	0,07
Bicarbonato	212	3,48
Carbonato	0	0,00
Nitrato	4	0,06
Fosfato	0	0,00
ANIONES TOTALES		3,67
ELEMENTOS	CONCENTRACION ppm	
Cobre	< 0,02	
Zinc	< 0,02	
Manganeso	< 0,02	
Hierro	0,77	
Boro	0,08	
Fluoruro	0,24	
Aluminio	1,11	
Molibdeno	< 0,02	

Fuente: Soil and Plant Laboratorio. "La Empresa Florícola". 2004.

Ver reporte original de resultados en anexo 16.

⁸ Reporte de resultados del laboratorio Soil and Plant. 1999.

Actualmente existen 14 invernaderos completos que abarcan 11ha, cada invernadero consta de 30 naves, cada nave tiene 8 camas, en cada cama hay 330 plantas. La finca cuenta con 1'008.000 plantas de 56 variedades de rosas estándar y sprays (anexo 1). El producto de La Florícola son rosas de exportación.⁹

Los segmentos de mercado son nichos gourmet para rosa de alta calidad, consistencia y precio. Los principales mercados son: USA 45%, RUSIA 25%, EUROPA 25%, OTROS 5%.¹⁰

2.1. Procesos de La Florícola (anexo 2)

- Procesos de revisión, consulta y planificación
- Procesos de mercadeo y ventas
- Procesos de compras, recepción y almacenamiento
- Procesos de cultivo (pre-siembra, siembra e injertación, formación de plantas, labores culturales, cosecha)
- Procesos de poscosecha (transporte, pre-frío, clasificación, boncheo, soporte al cliente, almacenamiento y empaque)
- Procesos de gestión de calidad
- Procesos de sistema
- Procesos de mantenimiento
- Procesos de auditorías internas
- Procesos de metrología
- Procesos de recursos humanos
- Procesos financiero
- Procesos de mejoramiento
- Procesos de atención al cliente

Con el fin de planificar y llevar a cabo la producción bajo condiciones controladas, se ha establecido para los procesos la siguiente información:

⁹ Registros ISO 9001:2000 de “La Empresa Florícola”. 2004.

¹⁰ IDEM

2.2. Manual de Cultivo

- Procedimiento de sanidad vegetal
- Procedimiento de adecuación del terreno
- Procedimiento para la elaboración de fichas técnicas
- Procedimiento de pre-siembra
- Procedimiento de riego y fertilización
- Procedimiento de siembra e injertación
- Procedimiento de manejo y formación de plantas
- Procedimiento de labores culturales
- Procedimiento de cosecha

2.3. Fumigación

- Plan de fumigación

2.4. Manual de Poscosecha

- Procedimiento de transporte interno de flor cortada
- Procedimiento de almacenamiento en pre-frío
- Procedimiento de clasificación
- Procedimiento para el control de flor inaceptable
- Procedimiento de clasificación de flor tipo “B”
- Procedimiento de boncheo
- Procedimiento de identificación y trazabilidad
- Procedimiento de almacenamiento y empaque

2.5. Preservación del Producto

- Procedimiento para preservación de productos de materia prima en bodega
- Procedimiento para preservación de las rosas de exportación

2.6. Área de Cultivo¹¹ (plano de invernaderos anexo 6)

Está dividido en 4 líneas, 1 línea ocupa aproximadamente 3,5ha y abarca 3 invernaderos, a excepción de la línea 4 que tiene 5 invernaderos, 1 invernadero comprende 2 bloques, existiendo 22 bloques en total.

A la entrada de cada bloque existe un letrero en el cual se identifica la variedad de rosa, el tipo de patrón, la fecha de injerto y el número de plantas que se tiene por variedad.

Cada hilera representa una cama, en cada cama existen 330 plantas. La distancia entre una planta y otra es de 10cm. Las dimensiones de la cama son 31m de largo x 60cm de ancho. El espacio entre una cama y otra es de 60cm.

La temperatura del invernadero oscila entre (8 – 10)°C en la mañana alcanzando 30°C al medio día, y por la noche nuevamente desciende a 8°C. Para mantener la temperatura constante en los invernaderos, estos cuentan con cortinas que ayudan a regular la temperatura, es decir, se cierran las cortinas cuando hay un descenso de temperatura, por el contrario, si la temperatura aumenta la cortina se levanta. Tanto las cortinas como los ventiladores ayudan a evitar problemas fitosanitarios y a mantener aireado el ambiente en el invernadero.

En el contorno de cada invernadero coexisten barreras biológicas como las plantas de tabaco, que son muy útiles para el control de plagas.

2.6.1. Procedimiento de Adecuación del Terreno¹²

Prevía a la siembra, se debe preparar el suelo con la aplicación de correctivos (cascarilla de café, gallinaza, etc) mezcladas con fertilizantes (anexo 7) y zeolita, después se realiza el arado para que la incorporación en el suelo sea uniforme. A continuación se disminuye el pH y conductividad (CE) con riegos continuos de agua del reservorio, cuando la CE < 2mS/cm, el suelo está apto para la siembra.

¹¹ Colaboración Helber Cedeño, Auxiliar de Cultivo línea 4 de “La Empresa Florícola”. 2005.

¹² IDEM

2.6.2. Procedimiento de Pre-Siembra¹³

Se siembra un patrón a 45° de inclinación con el fin de que todos los injertos reciban luz solar, para que en el momento del agobio del patrón la planta no se rompa.

Cuando brota la yema y el primer botón se los debe cortar, con el fin de que el tallo alcance 50 cm de altura. Este procedimiento constituye un paso muy importante para dar a la planta la estructura ideal.

Al tener la planta suficiente follaje, ésta se encuentra en óptimas condiciones para la producción. Se debe pinchar el tallo a 20cm y de éste corte se obtiene un tallo portador para una nueva producción, de ésta forma se mantiene una producción abierta. Cuando la planta tiene al menos tres tallos y dos brotes empieza a avasallar, en ese momento se elimina el patrón ya que la planta está lista para defenderse por sí sola.

2.6.3. Procedimiento de Manejo y Formación de Plantas¹⁴

Para que la planta comience a producir, previamente debe pasar por un ciclo de formación durante un período de 6 meses, es decir hasta que la planta se cubra de suficiente follaje. Si se omite el ciclo de formación, no se obtiene la productividad esperada.

Alrededor de 3 meses crece una flor, es decir que un tallo provee de cuatro flores al año, entre más follaje posea la planta mayor fotosíntesis tendrá, por consiguiente se obtienen tallos más largos y botones más grandes.

La altura de las rosas varía según el tipo, es decir que cada variedad tiene una altura característica, por ejemplo la variedad “Forever” alcanza 2m de altura, mientras que la “Blue Curiosa” llega a medir tan solo 70cm.

¹³ Colaboración Helber Cedeño, Auxiliar de Cultivo línea 4 de “La Empresa Florícola”. 2005.

¹⁴ IDEM

2.6.4. Procedimiento de Siembra e Injertación¹⁵

En este procedimiento no se siembra la planta sino el patrón que ha sido previamente preparado. Después de sembrar el patrón se realiza el injerto, que consiste en adherir un tallo al patrón. Al cabo de 10 semanas el injerto está listo. De 6 a 8 semanas el tallo que ha sido injertado forma un botón, el cual deberá ser cortado. El fin de retirar el botón es que la planta no consuma energía en un botón inicial, de esta manera se obliga a la planta a desarrollar una nueva yema. Se continúa desyemando hasta que el tallo alcance una altura de 50cm, permitiendo que continúe aumentando el follaje, para que obtenga más portadores.

El corte de los botones se realiza únicamente en la etapa de formación, pero si en la etapa de producción nacen tallos con el pedúnculo torcido deben ser cortados para mantener la producción abierta y permanente.

2.6.5. Procedimiento de Cosecha¹⁶

Este procedimiento constituye la base fundamental para obtener una flor de excelente calidad. Al hacer un corte de flor en el punto óptimo no solamente se obtiene buena consistencia, sino también provee de buena estructura a la planta. No sólo se trata de cortar la flor que está de punto, sino que se debe buscar una yema de hojas completas, en algunas variedades se encuentran a partir de la tercera ó cuarta hoja.

Al hacer el corte de la flor (anexo 17) cuando está en el punto, se toma en cuenta la dirección de las yemas es decir se buscan las yemas que están hacia adentro con el fin de no perder tallos debido al maltrato durante la fumigación, o por la persona que efectúa el corte, o por el paso del coche.

Existen variedades muy sensibles a la manipulación, para protegerlas se les coloca un capuchón plástico, adicionalmente ganan tamaño de botón y apertura.

¹⁵ Colaboración Helber Cedeño, Auxiliar de Cultivo línea 4 de “La Empresa Florícola”. 2005.

¹⁶ IDEM

2.6.6. Procedimiento para la Formación de Fichas Técnicas¹⁷

Al elaborar la malla cónica se realiza una ficha que indica el bloque, el área y la fecha de elaboración, de esta forma se puede identificar la procedencia de la flor. En caso de que existiera algún problema de plagas y/o enfermedades, es más fácil reconocer la ubicación de la que proviene.

2.6.7. Procedimiento de Riego y Fertilización¹⁸

El sistema de riego se realiza por goteo, mediante el cual se distribuyen los fertilizantes a las plantas, el mismo que es regulado con válvulas, cada válvula cubre 60 camas. El tiempo de vida útil de las líneas de goteo (tubería) es de 2 años. El sistema de riego funciona diariamente desde las 7h00 hasta las 16h00. También se dispone de riego con ducha cuando hace falta hidratar el entorno de los invernaderos, sobretodo cuando el suelo presenta indicios de aridez.

Los equipos necesarios para riego y fertilización son:

Cuadro 2.6.7.-1. Equipos de Riego y Fertilización."Empresa Florícola". 2004.	
Cantidad	Equipo
2	Espolvoreadoras
2	Guadañas
1	Motocultor
1	Cortadora de césped
1	Camioneta agrícola
2	Bombas de riego
1	Bomba cisterna
1	Equipo de fertilización y riego
1	Inyector de cloro

Fuente: Stephanie Ehmig. "La Empresa Florícola". 2004.

¹⁷ Colaboración Helber Cedeño, Auxiliar de Cultivo línea 4 de "La Empresa Florícola". 2005.

¹⁸ IDEM

2.6.8. Procedimiento de Labores Culturales¹⁹

El material que se desecha del área de cosecha es recogido por una camioneta agrícola que lo transporta al área de compostaje, para ser degradados en las pilas de compost mediante un proceso biológico, el cual será posteriormente reincorporado en el suelo.

El proceso de cosecha culmina cuando el operario lleva las mallas al centro de acopio, hay un encargado de retirar las mallas de este centro y las lleva a la poscosecha.

2.7. Fumigación²⁰

La fumigación se aplica en los cultivos cuando la planta se encuentra en su ciclo de formación.

2.7.1. Plan de Fumigación²¹

Primeramente se deben identificar las zonas que presentan problemas de enfermedades, para poder estructurar un programa de fumigación semanal. Se programa de acuerdo al resultado de las inspecciones y monitoreos que ejecuta el encargado y de acuerdo a las prioridades que representen.

Por lo general se fumiga por variedades, ya que unas son más susceptibles de contagio por determinadas plagas o a contraer ciertas enfermedades que otras. No siempre se fumiga todo el invernadero, sino únicamente ciertas zonas, según sea la necesidad se pueden llegar a fumigar bloques enteros, esto tiene una duración aproximada de 30 a 60 minutos. Se fumiga de lunes a sábado, la fumigación de toda la plantación tiene una duración de 7h/día; inicia a las 8h00 y termina alrededor de las 15h00.

¹⁹ Colaboración Helber Cedeño, Auxiliar de Cultivo línea 4 de “La Empresa Florícola”. 2005.

²⁰ Colaboración de Luis Proaño. Encargado de Fumigación. “La Empresa Florícola”. 2005.

²¹ IDEM

2.7.2. Preparación de Solución Fumigante²²

Para la fumigación se prepara una solución en base a la sustancia fumigante más agua, siguiendo las instrucciones y dosificaciones particulares del frasco de cada producto agroquímico (anexo 8). Se selecciona el fumigante de acuerdo a su mecanismo y modo de acción, a la variedad de rosa que se desea fumigar, y a la plaga o enfermedad que se requiere atacar para controlar la proliferación de la misma. Esta solución se aplica a través de bombas de aspersión.

2.7.3. Equipo Fumigante y de Seguridad Industrial²³

2.7.3.1. Los equipos empleados para la fumigación son

- 3 Bombas de fumigación
- Bomba de mochila
- Equipo de seguridad industrial para protección personal

2.7.3.2. El equipo completo de protección personal incluye

- Pijama pantalón
- Zamarro (protege al traje)
- Traje impermeable con capucha
- Mascarilla de filtros con protector facial; consta de un filtro para gases inorgánicos (vida útil 21 días) y un prefiltro para polvo o sólidos (vida útil 7 días)
- Visor
- Guantes de nitrilo (resistente a químicos)
- Botas de caucho

Una vez terminada la fumigación, se lavan los trajes impregnados de fumigante, en la caseta de fitosanidad.

²² Colaboración de Luis Proaño encargado de Fumigación, “La Florícola”, 2005

²³ IDEM

2.8. Area de Poscosecha²⁴

Esta área se encarga del transporte, pre-fríos, bodega y de la clasificación y boncheo de rosas.

Para llevar a cabo el proceso se requieren los siguientes equipos:

Cuadro 2.6.-4. Equipo para Poscosecha. "Empresa Florícola".2004.	
Cantidad	Equipo
1	Banda transportadora
1	Cortadora de tallos
8	Cuartos fríos
1	Grapadora industrial
2	Tanques de inmersión
1	Calefactor
1	Compresor de aire

Fuente: Stephanie Ehmgig. "La Empresa Florícola". 2004.

2.8.1. Procedimiento de Transporte Interno de Flor Cortada²⁵

El transporte de la cosecha a la poscosecha se realiza mediante el cable vía, que consiste en un coche sujetado a un cable en el cual se colocan 8 tinas con solución hidratante, dentro de cada tina se transporta la flor a través de mallas cónicas o cajas, el número máximo de mallas en cada tina no debe sobrepasar 6 para no causar presión entre los botones y evitar maltrato. El número de tallos que se envuelven en las mallas varía según el tamaño de botón en cada variedad, generalmente va de 20 – 25 botones, cuando la variedad tiene demasiados espinos o el botón es susceptible de maltrato se empaquetan los botones en cajas.

La solución hidratante que contiene cada tina, ayuda a mantener la flor hidratada, es preparada todos los días en los invernaderos (área de cultivo). Alrededor de las 14h00 se cambia el agua de la solución hidratante, vertiendo la utilizada por los canales de desagüe y preparando una nueva para el día siguiente. El cambio y preparación de solución hidratante se realiza siete días a la semana.

²⁴ Colaboración Angel Maldonado, Asistente de Auxiliar de Poscosecha de “La Empresa Florícola”. 2005.

²⁵ IDEM

Otro mecanismo para mantener a la flor hidratada y que llegue en óptimas condiciones al área de poscosecha es el tiempo de transporte, el cual no debe exceder los 20 minutos.

2.8.2. Procedimiento de Almacenamiento en Pre-frío²⁶

Una vez que arriban las rosas cortadas al área de poscosecha, se descargan las mallas cónicas y/o cajas a unos módulos, en los cuales permanecen un tiempo máximo de 15 minutos para que se aclimaten las rosas, para así evitar cambios bruscos de temperatura en las mismas. El rango de temperatura óptimo para la flor es de 2 – 6°C. Si la temperatura es inferior a 2°C se corre el riesgo de que la flor se cristalice y no asimile los nutrientes, por el contrario si excede los 6°C la flor empieza a abrirse iniciando el proceso de marchitamiento.

Cuentan con 2 cuartos de prefrío que tienen un rango de temperatura de 2 – 6°C.

El primero tiene una capacidad para 1000 mallas, en el cual se colocan todas las variedades que están en malla. Se deponen un máximo de 6 mallas por tina que contienen solución hidratante, el período de hidratación mínimo es de 6 horas y máximo de 24 horas. El segundo tiene una capacidad para 650 cajas, posee las mismas condiciones que el anterior.

La solución hidratante es recargada diariamente y se cambia cada dos días, esto significa dos veces por semana (martes y viernes) de 7h00 a 15h00, al realizar el cambio se vierte la solución hidratante utilizada, en los sifones que se encuentran en la parte lateral de los cuartos fríos, estos desembocan en los canales de desagüe de la propiedad. El cambio del agua de las tinajas se efectúa en estos dos cuartos fríos, a cada uno se les divide en 4 secciones, cada sección abarca 50 tinajas, sumando un total de 400 tinajas. El cambio de agua de las tinajas por sección dura cerca de una hora, esto significa que se vierten 3.000L/h.

²⁶ Colaboración Angel Maldonado, Asistente de Auxiliar de Poscosecha de “La Empresa Florícola”. 2005.

2.8.3. Procedimiento de Clasificación²⁷

De los cuartos de prefrío pasa la flor a la sala de clasificación o sala de procesos, en donde la persona encargada o patinador de sala, traslada la flor a las mesas de clasificación por variedades.

Las clasificadoras se encargan de identificar las enfermedades, puntos de corte, tamaño del botón y calibre del tallo, el estado de la flor que puede ser: buena, enferma, marchita, maltratada o atacada por plagas, y de separar todo lo que no es recomendable para comercializar. También se encargan de pelar la flor de acuerdo al tamaño del botón, calibre del tallo (grosor) y largo del tallo tomando como referencia una tabla estandarizada. El calibre del tallo mínimo comercializable es 40, porque un calibre de tallo inferior a 40 no mantiene el eje, es decir no se mantiene firme. El mercado Ruso, que es el más exigente demanda un calibre de tallo 80 o 90 que es el máximo calibre que un tallo puede obtener.

La flor dependiendo del tamaño de botón, puede ser mediana o grande, y según el largo y espesor del tallo pueden tener pisos altos o bajos. En las mesas de clasificación se identifican y clasifican por pisos bajos (50,60,70,80)cm y pisos altos (55,65,75,85)cm. En las variedades cortas de botón mediano se pueden combinar pisos bajos con pisos altos, mientras que las variedades altas de botón grande van solamente pisos altos, en este caso son clasificados por la longitud del tallo.

En los bastidores se clasifican los puntos de corte de la flor. Hay variedades en las que el botón no se abre pero se suelta y hay botones que no se sueltan pero se abren.

El punto de corte de la flor depende de la variedad, es decir que cada variedad tiene un punto de corte establecido que varía de 0 – 5.

Todo el follaje que se pela de la flor constituye material para compostaje, el cual es recogido por la camioneta agrícola y trasladado al área de compostaje.

²⁷ Colaboración Angel Maldonado, Asistente de Auxiliar de Poscosecha de “La Empresa Florícola”. 2005.

2.8.4. Procedimiento para el Control de Flor Inaceptable²⁸

Se clasifica la flor en aceptable (comerciable) e inaceptable (no comerciable). La flor aceptable es subclasificada en categorías A y B. La flor inaceptable se origina por maltrato o plagas y enfermedades como ácaro, pulgón, trips, botritis y oidio, o constituye una flor delgada y torcida. La flor inaceptable es incinerada.

Se realiza un inventario de tallos enfermos, delgados, torcidos y maltratados, que son registrados en la ficha técnica de flor inaceptable, de ésta forma se puede controlar, corregir y mejorar la calidad de la flor.

Hay enfermedades controlables como son ácaro, pulgón, trips, y botritis, ésta última es la enfermedad que más afecta los cultivos en ésta finca. No obstante existen enfermedades como el verlloso que no es controlable porque la flor no logra recuperarse, se desprenden las hojas destruyendo el follaje. El verlloso es una enfermedad costosa y fulminante.

Para controlar enfermedades como la botritis y trips, se somete a un baño de inmersión únicamente al botón de la flor en solución caliente (35 – 40°C). Esta solución está compuesta por: agua, funguicida (SPORTAK, STROBY), y ácido cítrico. El follaje es lavado por aspersión con una solución llamada MAGIC WASH que contiene: 2gr de detergente en crema más agua, ésta solución limpia el follaje proporcionándole brillo natural. Cuando llueve aumenta la humedad relativa, si supera el 70% existen condiciones favorables para que haya la presencia y desarrollo de botritis.

Para el control de mosquitos se utilizan bandas adhesivas en el contorno de toda “La Florícola” formando un marco, en donde quedan adheridos y días después fenecen.

2.8.5. Procedimiento de Clasificación Tipo B²⁹

En algunos casos se puede recuperar la flor pasando de la categoría A a la B. También se puede maquillar la flor, esto consiste en quitar los pétalos afectados por leves ataques de

²⁸ Colaboración Angel Maldonado, Asistente de Auxiliar de Poscosecha de “La Empresa Florícola”. 2005.

²⁹ IDEM

plagas. El costo de exportación de las rosas de categoría B es igual al de la A. Las rosas de categoría B se almacena en un cuarto frío (3°C) diferente de las de categoría A para distinguir la una de la otra.

2.8.6. Procedimiento de Boncheo³⁰

Una vez que la flor está clasificada se arman los bonches, para armar ramos con pisos altos y bajos debe haber una distancia de 2cm entre ambos pisos para evitar el maltrato, para evitar que se peguen entre sí se utiliza papel, y para el recubrimiento total se utiliza cartón. Al armar los bonches se hace uso de un espejo para ver que los botones tengan consistencia en la apertura como en el tamaño de botón, y luego se cierra el bonche y se lo grapa.

El cartón que se utiliza tiene diferentes dimensiones (40, 45, 50 y 55)cm para los diferentes tamaños de botón de la flor, de ésta manera no queden los botones flojos ni ajustados.

2.8.7. Procedimiento de Identificación y Trazabilidad³¹

Este procedimiento consiste en adjuntar un sticker adhesivo que indica la mesa en la cual se embonchó, y el día en que la flor fue cortada de la planta.

Las embonchadoras miden el largo de cada ramo para el corte posterior del grado, es decir que se iguala el largo de los tallos que conforman el ramo. También se coloca el nombre de la variedad y se hace un control de calidad en el que se verifica que los ramos estén bien formados.

2.8.8. Procedimiento de Almacenamiento y Empaque³²

Una vez realizados los bonches, se efectúa una última revisión por parte de los inspectores de calidad, para verificar que todo el ramo este bien elaborado, y sea consistente con la

³⁰ Colaboración Angel Maldonado, Asistente de Auxiliar de Poscosecha de “La Empresa Florícola”. 2005.

³¹ IDEM

³² IDEM

calidad, punto de corte y tamaño del botón de la flor, calibre y grado del tallo, etc. Después se colocan los ramos nuevamente en solución hidratante.

El Cuarto de empaque prefrió se encuentra en un rango de temperatura de $(1 - 3)^{\circ}\text{C}$. Es allí donde se clasifican por días, medidas y pedidos. El tiempo de permanencia de la flor allí es de cuatro días, si sobrepasa el tiempo de permanencia se da de baja a la flor y se envía a compostaje. Pasado éste período de tiempo la flor puede ser muy vieja para su comercialización pudiendo presentar problemas de cabeceo o enfermedades que son inevitables.

2.9. Preservación del Producto³³

La preservación de las rosas es trascendental para su comercialización, ya que dependiendo del estado en que se encuentre el producto será vendible o desechado.

2.9.1. Procedimiento para la Preservación de Rosas³⁴

Se arman los tabacos o cajas que contienen de 5 – 10 bonches, 2 tabacos componen un full y se almacenan en un cuarto frío, en donde la flor está lista para su exportación.

Diariamente se elabora un inventario de las rosas que exporta “La Empresa Florícola”. Inmediatamente se despacha a Quito a las diferencias agencias de carga que se encargan del destino final de la flor. Casi toda la producción de rosas es exportada.

En los ramos superiores a 1,60m que constituyen los más largos se adjuntan distintivos ecuatorianos como figuras de Otavaleños, para que se reconozca en el exterior que son flores ecuatorianas.

³³ Colaboración Angel Maldonado, Asistente de Auxiliar de Poscosecha de “La Empresa Florícola”. 2005.

³⁴ IDEM

2.9.2. Pruebas de Laboratorio³⁵

Con fines de hidratación y preservación de las rosas, el área de poscosecha dispone de un laboratorio en el cual se hacen pruebas de hidratación y de agentes biológicos causantes de enfermedades.

El laboratorio posee un sistema de calefacción para mantener una temperatura de 21°C y una humedad relativa del 69%.

Allí se hacen simulaciones de viaje, que consiste en la vida y apertura del botón en un florero. Después de que la flor ha permanecido 5 días en el cuarto prefrío de empaque, se da de baja y a continuación se la somete a simulaciones de viaje. Estas pruebas se realizan semanalmente con agua potable sin ningún tipo de aditivo. En estas condiciones se analiza el comportamiento de la flor, como por ejemplo: si la flor cabecea por deshidratación, o adquiere botritis y prolifera, causas de su origen, bajo qué condiciones se originó, cómo se puede controlar, etc.

La presencia de botritis se detecta con el apareamiento de puntos rojizos en los pétalos del botón de la flor, los cuales se tornaran de color café intenso, simultáneamente empieza el proceso de descomposición de la flor.

El muestreo de botritis se practica mediante cámaras húmedas, consiste en llenar una tina con 10L de agua que se evapora con el calor creando un ambiente húmedo, inmediatamente se tapan las tinas con plásticos para evitar que se escape la humedad. Se introducen las flores con sus respectivos floreros en las tinas, dejándolas un período de 4 días. Al cabo de este tiempo se observará si suscitó la aparición de botritis.

Los botones con pétalos blancos y rosados, particularmente de la variedad “Rafaela” son más susceptibles de contraer botritis.

Una flor en buen estado dura aproximadamente 20 días en florero con agua potable.

³⁵ Colaboración Angel Maldonado, asistente encargado de poscosecha “La Florícola”, 2005.

3. PLAGUICIDAS

Generalidades³⁶

Los plaguicidas son sustancias utilizadas para controlar a los organismos que tienen la facultad de transmitir enfermedades al hombre y a los animales, afectan adversamente a la salud pública y a los organismos (insectos, nematodos, hongos) que atacan a los cultivos.

Los plaguicidas que han sido utilizados con fines agrícolas, están presentes en el ambiente expuestos a procesos de degradación química, descomposición por radiación solar, volatilización, absorción por sustancias coloidales, e incluso pueden pasar a través del suelo por procesos de lixiviación llegando hasta aguas subterráneas y depositándose allí.

Los factores que deben ser tomados en cuenta son: absorción, movilidad y persistencia de los plaguicidas en los suelos, el tipo de plaguicida que se aplicó, frecuencia y dosis de aplicación, características del suelo y geología del zona.

Uno de los efectos nocivos de los plaguicidas en el agua, está dado por los solventes y diluyentes que contienen.

En el proceso de producción florícola, el manejo de agua es elemental, se utiliza en el riego de los cultivos y en la mezcla de productos químicos con los que se fumiga el follaje. También se la utiliza en las tareas de la poscosecha.

Existe una gran cantidad de agua procedente de la poscosecha, al término de procesos de hidratación, baños de inmersión y aspersión, se vierte el agua residual que contiene residuos de plaguicidas en los desagües de las plantaciones. En la desembocadura de estas aguas, pocas veces se cuenta con una red de alcantarillado a la cual se las pueda destinar. Esta agua debería ser periódicamente evaluada y si es necesario tratada, antes de ser vertida por los canales de desagüe. El agua residual con plaguicidas, producto de la fumigación al interior de los cultivos, también merece especial atención ya que pueden llegar a filtrarse por el suelo y contaminar acuíferos y aguas subterráneas.

³⁶ Harari, R., Chavez, A., Lopez, D., Ortiz, J., Yáñez, M., Suquilanda, M., Albuja G., Harari, H. 2002. Mejoramiento ambiental y sanitario en la floricultura. Ecuador.

Aunque los plaguicidas órganofosforados tienden a degradarse más rápidamente, algunos plaguicidas y fertilizantes pueden llegar a las capas freáticas.

En caso de que el agua residual con plaguicidas, producto de la fumigación no se infiltre, se debe cuidar que no desvíe su dirección a cauces de agua potable o de riego colindantes. Las aguas superficiales, como es el caso de los reservorios, también pueden llegar a contaminarse con plaguicidas por acción del viento después de una fumigación,.

3.1. Clasificación Toxicológica³⁷

Los plaguicidas de acuerdo a su toxicología se clasifican en:

- Plagas que controlan
- Compuesto químico
- Modo de acción
- Toxicidad

3.1.1. Plagas que Controlan³⁸

De acuerdo a las plagas que controlan, los plaguicidas se dividen en:

Cuadro 3.1.1.-1. Clasificación por Plagas que Controlan. UISEK. 2004.	
Agente	Plagas que Controlan
Insecticidas	Insectos
Fungicidas	Hongos
Acaricidas	Acaros - Arañas
Nematicidas	Nemátodos
Molusquicidas	Caracoles - Babosas
Herbicidas	Hierbas - Maleza
Rodenticidas	Roedores
Bactericidas	Bacterias

Fuente: Stephanie Ehmgig. UISEK. 2004.

³⁷ Duffus, J. 1983. Toxicología Ambiental. Primera edición. Ediciones Omega. España.

³⁸ IDEM

3.1.1.1. Insecticidas (anexo 3)

a) Organofosforados: Se degradan con celeridad en el ambiente. Son rápidamente metabolizados por las enzimas de los mamíferos. Pueden llegar a ser letales para muchos organismos, incluso para los seres humanos. La acción principal de estos compuestos es inhibir la acetilcolina esterasa (sinapsis nerviosa) de los insectos. Como consecuencia de ésta inhibición se producen convulsiones que les ocasiona la muerte.

b) Carbamatos: Actúan como molusquicidas, fungicidas y herbicidas. Son menos dañinos y persistentes que los organofosforados, no obstante pueden causar problemas en el ambiente. Esta sustancia también inhibe la acetilcolina esterasa.

c) Piretroides: Son inestables en la naturaleza. Después de su aplicación, se degradan rápidamente frente a la luz solar, al aire y a la humedad. Presentan baja toxicidad en mamíferos, no obstante grandes cantidades pueden ocasionarles perturbaciones en el sistema nervioso central.

3.1.1.2. Fungicidas (anexo 4)

Se clasifican en tiocarbamatos, organomercuriales y sales de cobre. Algunos fungicidas son considerablemente tóxicos para los animales y seres humanos, y en las plantas pueden causar efectos graves retardados. Son químicamente estables, por consiguiente son compuestos persistentes. Los fungicidas constituyen un riesgo potencial a largo plazo.

3.1.1.3. Nematicidas

Son compuestos fitotóxicos, es por ello que se recomienda su aplicación en ausencia de cosecha. Pueden afectar a grandes extensiones de tierra. Son muy tóxicos para los mamíferos, pueden ocasionarles la muerte si la concentración a la que han sido expuestos es elevada.

3.1.1.4. Herbicidas (ver anexo 4)

Son sustancias que se utilizan para la eliminación de plantas no admisibles en la agricultura. Son elementos ambientalmente estables y acumulables, tienen el potencial de causar la destrucción de bosques tropicales. Presentan baja toxicidad en animales, sin embargo la exposición a grandes concentraciones provoca su muerte. Los herbicidas son compuestos teratogénicos para los seres humanos.

Se dividen en cinco grupos:

- Inhibidores de la fotosíntesis
- Desviadores de la energía fotosintética
- Inhibidores del desarrollo de los cloroplastos
- Desacopladores de la respiración
- Reguladores del crecimiento

3.1.1.5. Rodenticidas (anexo 5)

Son sustancias anticoagulantes. Pueden llegar a ser letales, si su ingesta es continua, debido a las hemorragias internas que se forman.

3.1.2. Compuesto Químico³⁹

Según el compuesto químico se dividen en:

Cuadro 3.1.2.-1. Clasificación por Compuesto Químico. UISEK. 2004.		
ORGÁNICOS	ORGÁNICOS	INORGÁNICOS
Fosfatados	Fenoxiacéticos	Mercuriales
Carbamatos	Triazinas y derivados	Azufre
Clorados	Tiocarbamatos	Derivados del cobre
Piretrinas - Piretroides	Anticoagulantes	Sales de Magnesio
Dinitrofenoles	Fluoracetato de sodio	Sales de Arsénico
Bipiridilos		Cianuros

Fuente: Stephanie Ehmg. UISEK. 2004.

³⁹ Duffus, J. 1983. Toxicología Ambiental. Primera edición. Ediciones Omega. España.

3.1.2.1. Hidrocarburos Clorados

Son plaguicidas comúnmente utilizados a nivel agrícola, a pesar de su persistencia prolongada en el ambiente. Son químicamente estables. Además son tóxicos, teratogénicos y carcinógenos. Algunos de estos compuestos han sido restringidos por su grado de toxicidad, debido a que tienen el potencial de exterminar no solamente los organismos que se pretende eliminar, sino también de aquellos de los que no se desea prescindir, incluso inducen a que algunas especies blanco se vuelvan resistentes. Presentan baja toxicidad en seres humanos. Los sustitutos a hidrocarburos clorados son más caros, menos persistentes, y poseen alta toxicidad para los humanos. Algunos de estos compuestos se bioacumulan en animales y plantas (reducen la fotosíntesis en el plancton marino), como es el caso del DDT y su derivado DDE pudiendo continuar a lo largo de las cadenas tróficas hasta llegar a los depredadores de nivel superior, actuando acumulativa y sinérgicamente. Los pesticidas órgano clorados que están presentes en aguas, se debe a que han sido afectadas por descargas agrícolas.

3.1.3. Modo de Acción⁴⁰

Por el modo de acción, los plaguicidas pueden ingresar en los organismos vivos mediante:

- Contacto
- Ingestión
- Sistémica
- Fumigante
- Repelente
- Mixta

⁴⁰ Duffus, J. 1983. Toxicología Ambiental. Primera edición. Ediciones Omega. España.

3.1.4. Toxicidad⁴¹

La toxicidad de los plaguicidas se ha categorizado de acuerdo al “Reglamento de Uso y Aplicación de Plaguicidas en las Plantaciones dedicadas al cultivo de Flores”, de la siguiente manera:

Cuadro 3.1.4.-1. Grado de Toxicidad de los Plaguicidas. UISEK. 2004.		
Categoría	Riesgo	Color
I (1a)	Extremadamente peligroso	Rojo
I (1b)	Altamente peligroso	Amarillo
II	Moderadamente peligroso	Azul
III	Ligeramente peligroso	Verde

Fuente: Stephanie Ehmig. UISEK. 2004.

3.2. Efectos Adversos de Plaguicidas para el Ambiente⁴²

- A corto plazo en el ambiente cercano
- A largo plazo en el ambiente cercano
- A largo plazo en el ambiente lejano
- Sobre el ambiente abiótico
- Sobre el ambiente biótico
- Desarrollo de resistencia
- En las cadenas tróficas

3.2.1. Efectos adversos a corto plazo en el ambiente cercano

- Contaminación inmediata del ambiente abiótico
- Muerte de enemigos naturales de las plagas
- Muerte de organismos susceptibles (afectan el equilibrio fisiológico)

⁴¹ De la Torre Betancourt, A., 2002. Base para la implementación de un sistema de gestión ambiental ISO:14001, enfocado a las áreas de poscosecha, bodegas y cocina.

⁴² Duffus, J. 1983. Toxicología Ambiental. Primera edición. Ediciones Omega. España.

3.2.2. Efectos adversos a largo plazo en el ambiente cercano

- Plaguicidas persistentes requieren de muchos años para degradarse
- Contaminación indirecta de la población
- Resistencia de los organismos plaga y aparición de nuevas plagas
- Reducción de la diversidad biológica
- Bioacumulación y biomagnificación de residuos de plaguicidas

3.2.3. Efectos adversos a largo plazo en el ambiente lejano

- Resistencia de los plaguicidas
- Llegan a sitios distantes por migración de plaguicidas por acción del viento, agua o suelo
- Biomagnificación a través de redes tróficas y alto riesgo para los organismos que se encuentran al final de la cadena.

3.2.4. Efectos sobre el ambiente abiótico

- Contaminación del aire y migración de plaguicidas por acción del viento
- Contaminación del agua superficial, infiltración del agua contaminada a niveles freáticos, migración de contaminantes a aguas subterráneas
- Contaminación del suelo y subsuelo por la persistencia de ciertos plaguicidas, migración de contaminantes del agua al suelo

3.2.5. Efectos sobre el ambiente biótico

- Llegan a los microorganismos presentes en aire, suelo y agua
- Las plantas absorben contaminantes del suelo y agua y los retienen en sus tejidos
- Los peces y otros organismos acuáticos asimilan contaminantes presentes en el agua
- Las aves se alimentan de plantas y animales pequeños que han asimilado y acumulado residuos de plaguicidas
- Los mamíferos pueden ingerir contaminantes que se han bioacumulado y biomagnificado en especies de niveles inferiores de la cadena trófica

3.2.6. Desarrollo de resistencia

- Resistencia genética: plagas son genéticamente inmunes a plaguicidas, de una población de plagas expuesta a plaguicidas, 1000 son vulnerables y 8 son resistentes.
- Resistencia cruzada: es la resistencia que presentan algunas plagas a la combinación de dos o más medicamentos.

3.2.7. Efectos en cadenas tróficas

- Plaguicidas persistentes entran en cadena alimenticia
- Bioacumulan en cada nivel trófico
- Biomagnifican hasta concentración letal o hasta llegar a niveles superiores de la red

3.3. Modo de Penetración en el Organismo⁴³

- Ingestión (sistema digestivo)
- Inhalación (sistema respiratorio)
- Penetración a través de la piel (dérmica) y mucosas
- Otras vías (hipodérmica, intravenosa)

3.4. Riesgos de los Plaguicidas para la Salud Humana⁴⁴

- Intoxicaciones agudas
- Efectos crónicos
- Efectos cancerígenos

3.4.1. Intoxicaciones Agudas

- Cortos períodos de exposición
- Alta concentración de productos tóxicos
- Enfermedades inmediatas (irritación de vías respiratorias)
- Irritación

⁴³ Duffus, J. 1983. Toxicología Ambiental. Primera edición. Ediciones Omega. España.

⁴⁴ IDEM

- Asfixia
- Efectos anestésicos
- Quemaduras de la piel

3.4.2. Efectos crónicos

- Largos períodos de exposición
- Bajas concentraciones
- Enfermedades de desarrollo paulatino
- Efectos acumulatorios sobre el cuerpo
- Envenenamiento sistémico
- Enfermedades pulmonares (destrucción del alveolo y lesiones permanentes, silicosis, asbestosis)

3.4.3. Efectos cancerígenos

- Se producen después de exposiciones reincidentes y prolongadas.

3.5. Alteraciones en los Sistemas de los Organismos⁴⁵

3.5.1. Neurológicas

- Polineuropatía retardada
- Pérdida de la memoria
- Irritabilidad
- Fatiga
- Vibración en el movimiento
- Enfermedad de parkinson

⁴⁵ Duffus, J. 1983. Toxicología Ambiental. Primera edición. Ediciones Omega. España.

3.5.2. Reproductivas

- Esterilidad
- Paladar hendido
- Defecto en el nacimiento
- Mortinatos – abortos
- Defecto de cierre del tubo neural

3.5.3. Inmunológicas

- Anemia plástica
- Disminución respuesta inmune

3.5.4. Dermatológicas

- Irritación cutáneo-sensibilizadores
- Dermatitis pigmentada

4. FITOREMEDIACIÓN

4.1. Generalidades⁴⁶

La fitoremediación se fundamenta en la utilización de plantas para la extracción de agentes contaminantes presentes en un medio abiótico (agua, suelo). Algunas plantas (*Carrizo*, *Thlaspi Caurulencens*) tienen la capacidad de capturar y concentrar compuestos orgánicos, inorgánicos (metales pesados: cadmio y zinc) en sus tejidos y además en algunos casos son capaces de degradar plaguicidas e hidrocarburos presentes en el suelo y en aguas subterráneas, por sí mismas o por la acción de bacterias que viven en sus raíces.

Asimismo, las plantas contribuyen a mitigar la acción del viento y la lluvia sobre las zonas contaminadas, evitando que la contaminación migre o se extienda a otras zonas.

La fitoremediación es eficaz en aquellos lugares en los que la concentración de contaminantes es reducida y cuando éstos se encuentren en la rizósfera (profundidad a la que pueden llegar los sistemas radiculares de las plantas). Gracias al sistema de captación de nutrientes de las plantas, éstas pueden extraer del suelo y subsuelo los contaminantes, los cuales son introducidos en sus tejidos junto con el agua y las sales necesarias para su desarrollo.

Una vez extraídos los contaminantes del suelo e introducidos en la planta, los productos químicos pueden seguir diferentes rutas fisiológicas, frecuentemente se acumulan en ciertos tejidos (raíces, tallos, hojas), o se transforman por la acción del metabolismo vegetal en otras sustancias químicas, de toxicidad inferior u oxidadas en su totalidad, y liberadas a la atmósfera en forma de gases de la respiración. En algunos casos, los compuestos a tratar pueden quedar adsorbidos en las raíces de las plantas, sin llegar a entrar en ellas o ser degradadas por las bacterias del suelo que se encuentran en relación simbiótica o sinérgica con las raíces.

El tratamiento debe prever la recolección de las plantas y la extracción de los compuestos químicos acumulados en sus tejidos, cuando éste sea el caso, se podrá dejar crecer los

⁴⁶ www.gestion-ambiental.com. Propiedades de plantas que realizan fitoremediación.
www.ingenieroambiental.com. Principios de la fitoremediación.

árboles utilizados, realizando controles periódicos de la presencia de los contaminantes acumulativos en su interior.

Las ventajas que tiene la fitoremediación son:

- Tratamiento económico
- Beneficios decorativos y estéticos
- Minimización de lixiviados contaminantes
- Estabilización del suelo

Las limitaciones de este tratamiento biológico son:

- Los agentes contaminantes que han sido absorbidos por las raíces de la planta fitoremediadora, no puede ser liberados o extraídos nuevamente; es decir que se mantienen retenidos por la planta.
- Ciertas plantas no pueden crecer en suelos que presentan altas concentraciones de sustancias contaminantes ya que les resulta tóxicas.
- No se conoce con certeza el tiempo que demora el proceso en reducir las concentraciones a niveles máximos permisibles, especialmente cuando éstos son elevados.

Se recomienda aplicar este tipo de tratamiento en lugares que poseen contaminantes moderadamente hidrofóbicos, como son el benceno, tolueno, xileno, etilbenceno, solventes clorados e hidrocarburos aromáticos polinucleares.

4.2. Carrizo⁴⁷

El nombre científico es *Caña Común Arundo Donax*, también conocido como: carrizo, guajana, lata. Su hábitat común es en las orillas de los ríos y acequias de la Europa mediterránea. Actualmente se encuentra extendida por todo el continente americano.

⁴⁷ www.hipernatural.com. Características de plantas fitoremediadoras.
www.fao.org. Particularidades del carrizo.

Es una planta de la familia de las Gramíneas, que alcanza hasta 5m de altura. Se distingue del bambú porque de cada nudo sale una única hoja. Las partes utilizadas son el rizoma (tallo subterráneo) y la raíz. El rizoma (tallo subterráneo) y la raíz de la caña común, contiene un azúcar (sacarosa) y abundantes compuestos de sílice.

Entre los principales bambúes andinos se encuentra el suro o carrizo (*Chasquea Scandens*), existente en el provincia de Bolívar (carrizo) y en Loja (shibur). Vive de preferencia en los pisos altitudinales entre 2.600 y 3.200msnm.

Las cañas de suro son largas y arqueadas, las dimensiones son: 7m de largo x (1,5 – 3)cm de diámetro, los internados varían de 12 – 30cm de longitud.

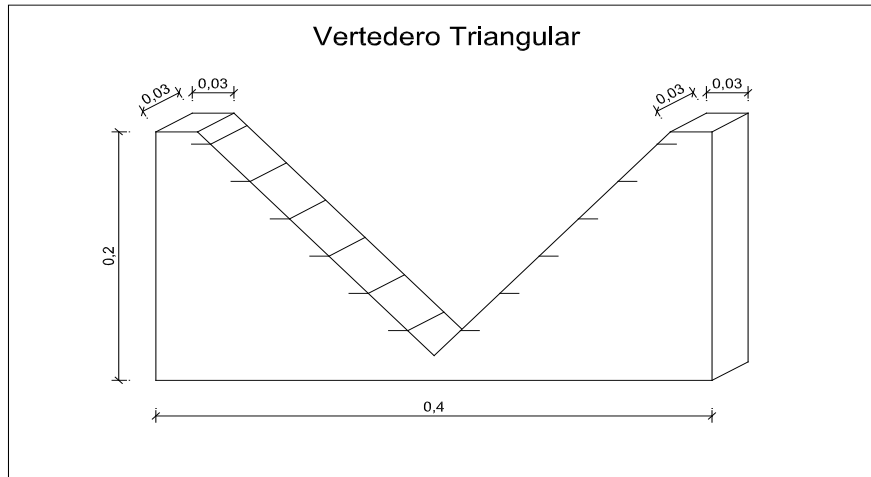
5. MEDICIÓN DE CAUDALES

La medición de caudales es muy importante para la caracterización del agua, ya que de ésta manera se puede calcular el índice de contaminación del agua residual que se origina de los procesos que se llevan a cabo en planta. Para éste propósito, en el presente estudio se diseñó un vertedero triangular acorde con las características del canal de desagüe del establecimiento.

5.1. Vertederos Triangulares

Esta es una técnica que se aplica para canales abiertos no entubados. Primeramente se diseñó un vertedero triangular en base a diseños preexistentes. A continuación se hizo construir el vertedero previamente diseñado en cemento en el interior del primer canal de desagüe, en un tramo relativamente regular, por el que se vierte el agua residual de la poscosecha. Los canales de desagüe de la finca son de tierra. Las dimensiones del vertedero son: largo 40cm x alto 20cm x espesor 3cm, el vértice de la escotadura está al nivel del suelo del canal, tiene una escotadura de 90°, la cual está graduada en centímetros de tal forma que el cero está en el vértice de la escotadura. La dinámica de este dispositivo para medir caudales, consiste en que todo el volumen de agua que recorre el canal, pase por la escotadura teniendo cuidado de que no se desvíe por afuera del vertedero, porque se produciría una curva de remanso que afecta el dato de la medición. Es por ello que se construyó un vertedero de cemento en un tramo libre de obstáculos, asegurando que el agua pase en su totalidad por la escotadura, para así evitar la curva de remanso.

Dimensiones del vertedero triangular diseñado:



Para calibrar la fórmula que se empleó se tomó el tiempo que tarda en llenarse un volumen conocido de agua, es decir se midió el tiempo en segundos que tarda en llenarse una botella con capacidad de un litro. Con estos datos, se calcula el caudal dividiendo el volumen para el tiempo, con la siguiente fórmula: $Q = V/t$. Se realizó un gráfico con los datos de caudal (eje Y) versus altura (eje X), para determinar la línea de tendencia y la ecuación que se ajusta al tipo de vertedero diseñado. Las unidades de caudal que se calculan mediante la fórmula que se detalla en el inciso siguiente, expresa en unidades [L/s]. Para tener noción de los valores de caudal registrados, se transformaron en [L/h].

Se toma la altura del volumen de agua que atraviesa la escotadura del vertedero en centímetros. Con los datos de altura tomados, se calcula el caudal mediante la siguiente fórmula calibrada:

$$Q = 0,009h + 0,0015$$

La calibración de la fórmula se obtuvo de la siguiente forma:

Cuadro 5.1.-1. Datos para la Calibración de la Fórmula para Caudales. UISEK. 2004.			
Volumen (L)	Tiempo (s)	Altura (cm)	Caudal (L/s)
0	0	0	0
1	90	1	0,01
1	20	5	0,05
1	18	7	0,06
1	45	2	0,02
1	10	10	0,10
1	19	6	0,05
1	33	3	0,03
1	12	9	0,08
1	26	4	0,04
1	15	8	0,07

Fuente: Stephanie Ehmig. UISEK. 2004.

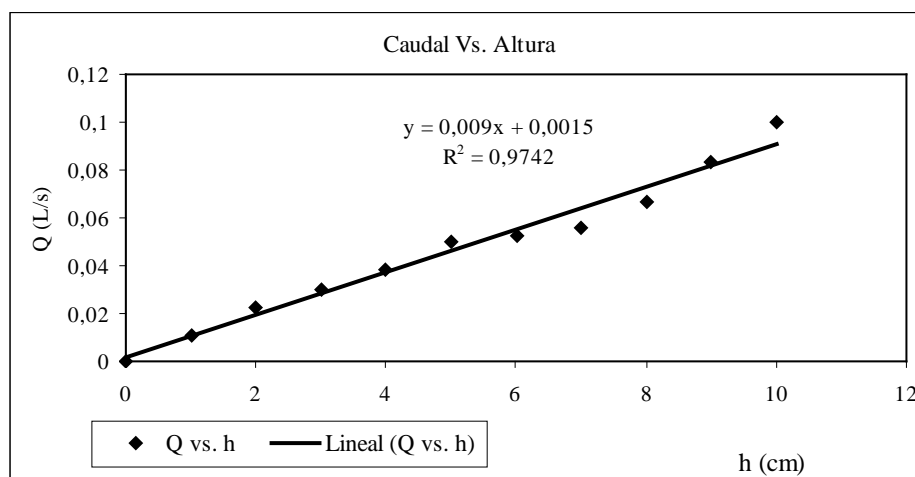


Gráfico 1: Calibración de la Ecuación para el Cálculo del Caudal

La ecuación que se calculó representa una línea de tendencia lineal, la cual se ajusta muy bien a los puntos de caudal con respecto a la altura.

Se midió la altura del caudal de agua que atraviesa la escotadura del vertedero, antes de la toma de muestras. Con los cinco datos de altura que se tomó por muestra simple, se determinó una media aritmética de los mismos, y el resultado constituye la media aritmética del caudal de la muestra compuesta. De igual forma, se procedió con las cuatro

muestras compuestas restantes. Una vez que se obtuvieron las cinco medias aritméticas de los caudales, se le dio un tratamiento estadístico a través del Método Hanssen.

6. MUESTREO Y CONSERVACIÓN DE MUESTRAS⁴⁸

Tiene como objetivo la obtención de una pequeña porción que sea representativa del material del cual procede, cuyo volumen pueda ser fácilmente transportable y manipulable en el laboratorio. Se debe tener en cuenta que no se produzcan alteraciones significativas en la muestra antes de ser analizadas.

6.1. Precauciones Generales de las Muestras Tomadas⁴⁹

- a) No deben deteriorarse o contaminarse.
- b) Antes de llenar la muestra en el envase, al envase se lo debe lavar 2 o 3 veces con el agua que se va a recoger.
- c) En la mayoría de los casos, proporciona mayor información analizar varias muestras que solamente una.
- d) Los principales factores que influyen sobre los resultados son:
 - Presencia de materia suspendida o turbidez
 - El método elegido para el muestreo
 - Cambios físicos o químicos producidos por la conservación o aireación de la muestra.
- e) Se deben registrar todas las muestras recogidas e identificar cada envase con una etiqueta
- f) La etiqueta debe señalar:
 - El nombre de la persona que realizó la toma de la muestra
 - Fecha
 - Hora
 - Localización exacta

⁴⁸ APHA – AWWA – WPCF. 1989. Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Editorial Diaz de Santos. España.

⁴⁹ IDEM

- Temperatura del agua
 - Cualquier otro dato que pueda servir para establecer una correlación como: condiciones meteorológicas, nivel del agua, velocidad de la corriente, etc.
- g)** Fijar los puntos de recogida de muestras mediante:
- Una descripción detallada del punto de muestreo (coordenadas)
 - Utilización de mapas o distintivos (boyas o mojones) que permitan la identificación del lugar en que se obtuvo la muestra.
- h)** Antes de recoger la muestra de un sistema de abastecimiento, se deben tener en cuenta el diámetro y longitud de la conducción y la velocidad del flujo.
- i)** En la toma de muestras se debe evitar la espuma superficial.

6.1.1. Consideraciones sobre Seguridad

Si los componentes de la muestra son tóxicos se debe tomar ciertas precauciones como protección, por ejemplo la utilización de guantes.

6.1.2. Tipos de Muestras

- a)** Muestras de sondeo: es una muestra recogida en un lugar y un momento determinados. Representa la composición de la fuente en ese momento y lugar.
- b)** Muestras compuestas: se refiere a una mezcla de muestras sencillas recogidas en el mismo lugar en distintos momentos. Determinan las concentraciones medias de la carga o la eficiencia de una planta de tratamiento de aguas residuales. Se considera por lo general una muestra compuesta que represente un período de tiempo de 24 horas.
- c)** Muestras integradas: son mezclas de muestras individuales recogidas en distintos puntos al mismo tiempo. Son útiles para valorar la composición media o la carga total de los ríos que varía según la anchura y profundidad.

6.2. Muestreo⁵⁰

Es esencial asegurar la integridad de la muestra desde la toma hasta la emisión del informe a través de una cadena de vigilancia que se propone en el anexo 18. Los principales aspectos de una cadena de vigilancia son:

a) Etiquetado de la muestra: debe contener la siguiente información:

- Número de la muestra
- Nombre de la persona que muestreo
- Fecha y hora de la toma
- Lugar de la toma

b) Sellado de la muestra: el sello adhesivo puede ser de papel o plástico y se colocará de forma tal que sea necesario romperlo para abrir el envase que contiene la muestra. En este sello debe constar la siguiente información:

- Número de la muestra (igual que la etiqueta)
- Nombre de la persona que realizó la toma
- Fecha y hora de la toma

c) Libro de registro de campo: se debe registrar toda la información pertinente a un estudio de campo o toma de muestra, tal como:

- Objeto de la toma
- Localización del punto de muestreo y su descripción
- Tipo de muestra
- Hay que identificar el proceso del cual proviene (caso de aguas residuales)
- El número y volumen de las muestras tomadas
- El método de la toma de muestras
- Fecha y hora de la toma
- Referencias del lugar con mapas, fotografías, observaciones y mediciones de campo.

⁵⁰ APHA – AWWA – WPCF. 1989. Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Editorial Diaz de Santos. España.

d) Registro de la cadena de vigilancia: debe contar con la siguiente información:

- Número de la muestra
- Firma de la persona que ejecutó la toma de la misma
- Fecha y hora de la toma

e) Hoja de petición de análisis de la muestra:

La muestra irá al laboratorio acompañada por una hoja de petición de análisis que incluye gran parte de la información pertinente anotada en el libro de registro. El laboratorio deberá registrar:

- El nombre de la persona que recibe la muestra
- Número de la muestra en el laboratorio
- Fecha de recepción
- Análisis a realizar

f) Envío de la muestra al laboratorio: la muestra irá al laboratorio lo antes posible acompañada de:

- Registro de la cadena de vigilancia
- Hoja de petición de análisis

6.2.1. Métodos para la Toma de Muestras

- a) Método manual (no se utiliza equipo alguno)
- b) Método automático (utiliza aparatos automáticos)

6.2.2. Envase de las Muestras

- a) Vidrio
- b) Plástico

6.2.3. Número de Muestras

Va acorde con el número aproximado de muestras necesarias para calcular una concentración media.

6.2.4. Volumen de Muestra

Para la mayoría de los análisis físicos y químicos se necesitan muestras de un litro. La cantidad dependerá de los análisis que se requieren.

6.3. Conservación de Muestras⁵¹

Las técnicas de conservación solo retrasan los cambios químicos y biológicos inevitables que se producen después de haber tomado la muestra.

6.3.1. Conservación de la Muestra antes del Análisis

a) Naturaleza de los cambios de la muestra

- Algunos cationes se pierden porque se adsorben en las paredes de los envases de vidrio o por intercambio iónico. Este es el caso de metales como: Al, Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Mn, Ag y Zn. Se debe utilizar un envase diferente y acidularlo con ácido nítrico hasta alcanzar un pH<2.
- El pH y la temperatura pueden cambiar significativamente en minutos, por lo que se debe determinar in situ, en el momento de hacer la toma.

b) Intervalo de tiempo entre la toma y el análisis

- En lo posible se debe tratar de que el intervalo de tiempo sea el menor posible para que los resultados obtenidos sean fiables. Hay que registrar este intervalo de tiempo.
- En el caso de muestras compuestas se debe registrar el momento de inicio de toma de la muestra y el momento en que se acaba.
- Se debe mantener la muestra a baja temperatura y en la oscuridad.

⁵¹ APHA – AWWA – WPCF. 1989. Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Editorial Diaz de Santos. España.

6.3.2. Técnicas de Conservación

Los métodos de conservación están diseñados para retardar la acción de los microorganismos, la hidrólisis de los compuestos químicos y reducir la volatilidad de los componentes.

- Se debe mantener la muestra a la menor temperatura posible, sin que ésta se congele.
- Se debe mantener la muestra en un sistema de refrigeración a 4°C o con hielo.
- Se debe empaquetar la muestra antes de someter a un recipiente con hielo (molido o en cubos).
- No debe utilizarse nunca hielo seco porque congelaría la muestra y provocaría la ruptura del envase de vidrio. Además puede afectar el pH de la muestra.
- Únicamente se utilizarán conservantes químicos cuando se haya demostrado que no intervienen en el resultado de los análisis y cuando el intervalo de tiempo entre la toma de la muestra y el análisis en laboratorio es demasiado largo (varios días, semanas).

7. PLAN DE MUESTREO Y ANÁLISIS

7.1. Identificación de los Puntos de Muestreo

Para la realización del muestreo, se determinaron los siguientes puntos:

- a) A la salida del agua de Pozo.
- b) En el centro del Reservorio.
- c) A la salida de la Poscosecha.
- d) A la salida de la caseta de Fitosanidad.
- e) A la salida de la Fitoremediación.
- f) Al final del tercer canal principal, donde convergen las aguas residuales vertidas de 9 invernaderos.

7.2. Frecuencia, Tipo, Volumen y Cantidad de Muestras

El muestreo que se llevó a cabo comprende los siguientes aspectos:

Cuadro 7.2.-1. Especificaciones de los muestreos. "Empresa Florícola". 2005.					
Puntos de Muestreo	Tipo de Agua	Frecuencia	Tipo	#	Volumen
Pozo (salida)	Agua pura de buena calidad	-	Sondeo	1	1 L
Reservorio (centro)	Agua sin proceso contaminante	-	Sondeo	1	1 L
Poscosecha (salida)	Agua residual	7 - 15 Días	Compuesta	5	2 L
	Agua residual	1 Hora	Simple	5	400 ml
Fitosanidad (salida)	Agua altamente contaminada	-	Sondeo	1	1 L
Fitoremediación (salida)	Agua tratada	-	Sondeo	1	1 L
Invernaderos (salida)	Agua residual	-	Sondeo	1	1 L

Fuente: Stephanie Ehmig. "Empresa Florícola". 2005.

7.3. Materiales Necesarios para Muestrear

- Guantes
- Potenciómetro mide parámetros in situ (pH, temperatura, conductividad eléctrica)
- Vertedero triangular determina la altura para calcular el caudal

- Piseta de agua destilada
- Vaso de precipitación de vidrio para recoger la muestra
- Botella de vidrio para transportar la muestra
- Container y hielo sintético para la preservación de la muestra
- Registro de campo para anotar los parámetros in situ
- Etiquetas de papel adhesivo para identificar la muestra
- Marcador de tinta indeleble

7.4. Medición de Caudal

El vertedero triangular que se construyó a base de cemento está ubicado en el segundo canal de desagüe de la plantación, por el cual circula el agua residual de la poscosecha.

La medición del caudal se efectuó mediante la altura que registró el volumen de agua que atravesaba la escotadura del vertedero en la toma de cada muestra.

7.5. Metodología de Recolección y Preservación de Muestras

El método de recolección de muestras que se utilizó es manual, recogiendo las muestras en recipientes de vidrio únicamente, para así poder obtener resultados fiables. Una vez tomada la muestra se procedió a determinar los parámetros in situ, enseguida se preservó la muestra a 4°C con la ayuda de hielo sintético, protegiéndola en la oscuridad.

7.6. Análisis de Laboratorio

Los análisis se realizarán en el laboratorio de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK (UISEK) y en la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica (CEEa).

7.6.1. Parámetros Físico-Químicos analizados en la UISEK

Cuadro 7.6.1.-1. Parámetros Analizados en el Laboratorio UISEK. UISEK. 2005.		
PARÁMETROS	PARÁMETROS	PARÁMETROS
Sólidos Suspendidos	Fosfatos	Zinc
Sólidos Totales	Nitritos	Cadmio
Turbidez	Nitratos	Cromo Total
Sulfatos	Nitrógeno Amoniacal	Demanda Química de Oxígeno
	Cobre	

Fuente: Stephanie Ehmig. UISEK. 2005.

7.6.2. Parámetros Analizados en la CEEA

Cuadro 7.6.2.-1. Parámetros Analizados en CEEA. UISEK. 2005.
PARÁMETROS
Análisis completo Organo clorados + Organofosforados
Carbamatos
Cloro Activo

Fuente: Stephanie Ehmig. UISEK. 2005.

7.6.3. Equipos Utilizados

- Espectrofotómetro de radiación visible
- Cromatógrafo

7.6.4. Métodos Empleados

- Volumétrico (titulaciones).
- Espectrofotométrico (Hach) manual del espectrofotómetro Hach, bajo la supervisión de la Ing. Ana Lucía Silva.
- Extracción (líquido – líquido) por cromatografía de gases.

8. PARÁMETROS PARA LA CALIDAD DEL AGUA

8.1. Parámetros Físicos

8.1.1. Temperatura⁵²

Es uno de los parámetros más importantes en los sistemas de aguas superficiales naturales, ya que tiene efecto sobre la mayor parte de reacciones químicas que ocurren allí, y en la solubilidad de gases y sales. Las temperaturas elevadas por descargas de agua calentada, representan un impacto ecológico significativo.

8.1.2. Sólidos Suspendidos⁵³

Pueden ser partículas (orgánicas o inorgánicas) o líquidos inmiscibles que pueden contener agentes biológicos patógenos. Se separan por decantación y filtración.

8.1.3. Sólidos Totales⁵⁴

Es la materia resultante del residuo de evaporación a 103 – 105 grados centígrados. Principalmente está compuesta por materia flotante, en suspensión, material coloidal y minerales disueltos. La naturaleza de éstos sólidos puede ser orgánica o inorgánica.

8.1.4. Turbidez⁵⁵

Es la dificultad del agua para transmitir la luz, debido a los materiales en suspensión (coloides o muy finos) difíciles de decantar y filtrar. A simple vista se puede determinar que el agua está turbia cuando no presenta transparencia ni claridad.

⁵² Coral, K. 2004. Folleto del Control de la Contaminación de Aguas. UISEK.

⁵³ IDEM

⁵⁴ IDEM

⁵⁵ IDEM

8.2. Parámetros Químicos

8.2.1. Potencial Hidrógeno⁵⁶

De forma general expresa la magnitud de acidez o alcalinidad de un cuerpo. Determina la concentración de iones hidrógeno y su actividad. La neutralidad absoluta está representada por un valor de pH 7 a una temperatura de 25°C.

8.2.2. Conductividad⁵⁷

La conductividad es una expresión numérica de la capacidad que tiene una solución para transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones, concentración total, movilidad, valencia y temperatura de la medición. La conductividad electrolítica aumenta con la temperatura, por lo tanto un trabajo meticuloso requiere determinarla a 25°C. Las soluciones de la mayoría de los ácidos, bases y sales presentan una conductividad adecuada, a diferencia de los compuestos orgánicos que no se disocian en soluciones acuosas, es por ello que tienen conductividad nula. La conductividad se utiliza para establecer el grado de mineralización (concentración de minerales disueltos en aguas naturales y residuales) que determina el efecto de la concentración total de iones sobre el equilibrio químico, efectos fisiológicos en plantas y animales, y tasas de corrosión.

8.2.3. Metales⁵⁸

Los efectos que la presencia de metales en aguas potables o residuales producen, son: beneficiosos, tóxicos o simplemente molestos. El potencial benéfico o riesgo dependerá de la concentración de los mismos. Los metales pesados son micronutrientes necesarios para el ecosistema en pequeñas cantidades, pero al superar un determinado valor (acumulación), o una determinada concentración (toxicidad) los efectos resultan perjudiciales. El arsénico, bario, cadmio, cromo, plomo, mercurio y plata pueden encontrarse disueltos en el agua y se concentran en la cadena trófica, representando mayor riesgo para organismos cercanos al

⁵⁶ APHA – AWWA – WPCF. 1989. Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Editorial Diaz de Santos. España.

⁵⁷ IDEM

⁵⁸ IDEM

final de la cadena. Los metales pesados (tóxicos) son dañinos aún en pequeñas cantidades para humanos y otros organismos vivos. Los elementos metálicos son utilizados por la industria en múltiples aplicaciones (detergentes, pesticidas, pinturas, catalizadores, aditivos, materiales de construcción).

8.2.3.1. Cadmio⁵⁹

Se encuentra normalmente en el suelo y agua en concentraciones bajas. Es un metal sumamente tóxico y peligrosos porque muchos animales y plantas tienen la facilidad de absorberlo y de concentrarlo en sus tejidos. El cadmio puede llegar al agua a través de vertidos industriales. Tiene una amplia gama de aplicaciones en la industria: galvanoplastia, aditivo de plásticos, etc. Una concentración de 200ug/L de este metal, es tóxica para ciertos peces. Se le asocia con numerosos casos de cánceres humanos y de animales de laboratorio.

8.2.3.2. Cromo⁶⁰

Para la mayoría de los microorganismos es esencial como micronutriente en cantidades traza para el metabolismo de las grasas e hidratos de carbono. Es un elemento que se acumula en los organismos vivos. El cromo puede encontrarse en el agua en forma trivalente o hexavalente, esta última sobretodo es más perjudicial que la primera. La fuente de contaminación por cromo surge de desechos industriales, para el control de la corrosión de tuberías, etc. En el pasado, varios compuestos de zinc, cobre, arsénico, mercurio, cromo y otros metales fueron usados como principios activos de los plaguicidas, en general el uso de plaguicidas inorgánicos no es tan amplio como antes.

⁵⁹ Duffus, J. 1983. Toxicología Ambiental. Primera edición. Ediciones Omega. España.

⁶⁰ IDEM

8.2.3.3. Zinc⁶¹

Es un micronutriente esencial y beneficioso para el ser humano. Por lo general se considera como uno de los elementos menos peligrosos sobretodo por tener la particularidad de no acumularse en los organismos vivos, sin embargo su toxicidad puede aumentar con la presencia de arsénico, plomo, cadmio y antimonio. El zinc en el agua puede tener su origen en la contaminación por residuos industriales. La forma más común de su introducción en el suministro de agua es por deterioro del hierro galvanizado y deshinchado del latón. Se debe hacer hincapié en el efecto sinérgico que produce la presencia de cobre y zinc; incluso en cantidades pequeñas pueden ser tóxicos para numerosas especies biológicas.

8.2.3.4. Cobre⁶²

Es uno de los metales traza más abundantes. Para la mayoría de los organismos es un micronutriente esencial. Puede encontrarse en concentraciones muy altas en el agua debido a la aplicación de funguicidas de cobre. No obstante, no existen pruebas de amplificación de las cadenas tróficas. La mayoría de los efectos tóxicos se deben a la exposición inmediata de este elemento. Concentraciones tan bajas como 0,5ppm tienen un fuerte impacto contraproducente en algas y peces.

8.2.4. Fósforo⁶³

Se encuentra en las aguas naturales y residuales en forma de fosfatos (ortofosfatos, fosfatos condensados piro, meta y otros polifosfatos y los ligados orgánicamente). Estas formas de fosfatos surgen de una diversidad de fuentes, se pueden citar los siguientes: fertilizantes, componentes principales de productos para limpieza (detergentes).

El fósforo es un elemento esencial para el crecimiento de organismos (macro y microorganismos) que habitan en un cuerpo de agua, constituye el nutriente limitante de crecimiento y productividad en los mismos. También puede aparecer en los sedimentos de

⁶¹ Duffus, J. 1983. Toxicología Ambiental. Primera edición. Ediciones Omega. España.

⁶² IDEM

⁶³ APHA – AWWA – WPCF. 1989. Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Editorial Diaz de Santos. España.

fondos de cuerpos de agua, tanto en formas inorgánicas precipitadas como incorporados a compuestos orgánicos.

8.2.5. Sulfatos⁶⁴

Se distribuye ampliamente en la naturaleza y puede presentarse en aguas naturales. Un gran aporte de este compuesto constituyen los residuos del drenado de minas por la oxidación de la pirita. El sulfato determina la cantidad de azufre presente en el agua debido al uso de detergentes a base de Sulfonato Alquilo Lineal (LAS), ó en forma gaseosa como H₂S por descomposición de materia orgánica procedente del agua residual. La combinación de sulfuro con hierro produce FeS, dando como resultado el ennegrecimiento del agua residual.

8.2.6. Demanda Química de Oxígeno (DQO)⁶⁵

Se utiliza como una medida del equivalente de oxígeno contenido en la materia orgánica e inorgánica de una muestra susceptible a oxidación por un oxidante químico fuerte. La demanda bioquímica de oxígeno, el carbono orgánico o la materia orgánica pueden relacionarse empíricamente con la demanda química de oxígeno.

⁶⁴ APHA – AWWA – WPCF. 1989. Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Editorial Diaz de Santos. España.

⁶⁵ IDEM

9. MARCO LEGAL

El Municipio de Pedro Moncayo cuenta con la siguiente: “Ordenanza para la protección de la calidad ambiental en lo relativo a la contaminación por desechos no domésticos generados por fuentes fijas del cantón Pedro Moncayo.”⁶⁶ Se puede revisar en detalle la Ordenanza en el anexo 19.

La presente Norma Técnica establece:

- El objeto y ámbito de aplicación.
- Las disposiciones e instructivos de aplicación para las descargas líquidas en cuerpos de agua o sistemas de alcantarillado, y emisiones a la atmósfera.
- Los mecanismos de control y prevención de desechos líquidos orgánicos y peligrosos, y emisiones a la atmósfera, niveles máximos permisibles (anexo 10).
- Las infracciones y sanciones por trasgresión de las disposiciones de esta ordenanza.
- Los procedimientos de acción popular y participación comunitaria.
- Los incentivos del Fondo Ambiental que fomentan las medidas orientadas al manejo sustentable de los recursos naturales y la protección del entorno.

El Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS), de acuerdo con el Libro VI de La Calidad Ambiental, Anexo 1, Tabla 3. Criterios de Calidad Admisibles para la Preservación de la Flora y Fauna en Aguas Dulces, Frías o Cálidas, y en Aguas Marinas y de Estuario, constituye la norma ambiental vigente y aplicable para controlar y regular los vertidos líquidos residuales que descargan las floricultoras en el cantón Pedro Moncayo. Ver tabla con límites máximos permisibles en anexo 20.

⁶⁶ Ordenanza para la protección de la calidad ambiental por contaminación de desechos no domésticos del cantón Pedro Moncayo – 2003.

10. DATOS EXPERIMENTALES

10.1. Tablas de Resultados

Se debe recalcar que algunas muestras fueron analizadas tanto en el laboratorio de la CEEA como en el de la UISEK, con objeto de comprobar que los resultados presenten valores similares. Los reportes originales del Laboratorio de la Comisión de Energía Atómica se adjuntan al final como anexos (21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36).

10.1.1. Punto de Muestreo (a) Agua de Pozo

Fecha de Muestreo	01-Jul-05
Fecha de Reporte	14-Jul-05
Código de la muestra	MP
Laboratorio	CEEA

Cuadro 10.1.1.-1. Análisis Plaguicidas Agua de Pozo. CEEA. 2005		
Parámetros	Concentración Agente Activo	Unidad
Compuestos órganofosfatado	no se encontraron residuos de plaguicidas analizados	ug/L
Compuestos carbamatos	no se encontraron residuos de carbamatos analizados	ug/L

Fuente: Stephanie Ehmig. CEEA. 2005.

Cuadro 10.1.1.-2. Análisis Físico-Químico Agua de Pozo. CEEA. 2005.			
PARAMETRO	EXPRESADO EN	UNIDAD	VALOR
Potencial Hidrógeno	pH		6,95
Temperatura		°C	16,6
Conductividad	CE	uS/cm	378,1
Sólidos Suspendidos	SS	mg/L (ppm)	1
Sólidos Totales	ST	mg/L (ppm)	254
Turbidez		FTU	0,15
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	mg/L (ppm)	4,69
Nitratos	NO ₃ ⁻	mg/L (ppm)	12,5
Nitritos	NO ₂ ⁻	mg/L (ppm)	0,01
Fosfatos	PO ₄ ³⁻	mg/L (ppm)	0,18
Cromo Total	Cr	ug/L	< 0,3
Cobre	Cu	ug/L	< 0,04
Zinc	Zn	ug/L	< 0,1
Cadmio	Cd	ug/L	< 0,04
Nitrógeno Amoniacal	TKN	mg/L (ppm)	0,2
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L (ppm)	50
Cloro Activo	Cl	mg/L (ppm)	0,05

Fuente: Stephanie Ehmig. CEEA. 2005.

Fecha de Muestreo	03-Jun-05
Fecha de Reporte	07-Jun-05
Código de la muestra	MP
Laboratorio	UISEK
Condiciones Meteorológicas	frío, nublado, ventoso

Cuadro 10.1.1.-3. Análisis Físico-Químico Agua de Pozo. UISEK. 2005.

PARAMETRO	EXPRESADO EN	UNIDADES	VALOR
Potencial Hidrógeno	pH		7,58
Temperatura		°C	17,3
Conductividad eléctrica	CE	uS/cm	340
Sólidos Suspendidos	SS	mg/L (ppm)	14
Sólidos Totales	ST	mg/L (ppm)	40
Turbidez		FTU	0
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	mg/L (ppm)	6
Nitratos	NO ₃ ⁻	mg/L (ppm)	2,7
Nitritos	NO ₂ ⁻	mg/L (ppm)	0,007
Fosfatos	PO ₄ ³⁻	mg/L (ppm)	12,4
Cromo Total	Cr	mg/L (ppm)	ND
Cobre	Cu	mg/L (ppm)	ND
Zinc	Zn	mg/L (ppm)	3,4
Cadmio	Cd	mg/L (ppm)	0,26
Nitrógeno Amoniacal	TKN	mg/L (ppm)	6
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L (ppm)	100

Fuente: Stephanie Ehmgig. UISEK. 2005.

10.1.2. Punto de Muestreo (b) Agua de Reservorio

Fecha de Muestreo	01-Jul-05
Fecha de Reporte	14-Jul-05
Código de la muestra	MR
Laboratorio	CEEA

Cuadro 10.1.2.-1. Análisis Plaguicidas Agua de Reservorio. CEEA		
Parámetros	Concentración Agente Activo	Unidad
Compuestos órganofosfatado	no se encontraron residuos de plaguicidas analizados	ug/L
Compuestos carbamatos	no se encontraron residuos de carbamatos analizados	ug/L

Fuente: Stephanie Ehmig. CEEA. 2005.

Cuadro 10.1.2.-2. Análisis Físico-Químico Agua de Reservorio. CEEA. 2005.			
PARAMETRO	EXPRESADO EN	UNIDAD	VALOR
Potencial Hidrógeno	pH		8,33
Temperatura		°C	17,4
Conductividad	CE	uS/cm	348,6
Sólidos Suspendidos	SS	mg/L (ppm)	55,9
Sólidos Totales	ST	mg/L (ppm)	300
Turbidez		FTU	2,74
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	mg/L (ppm)	15,78
Nitratos	NO ₃ ⁻	mg/L (ppm)	51,9
Nitritos	NO ₂ ⁻	mg/L (ppm)	0,14
Fosfatos	PO ₄ ³⁻	mg/L (ppm)	0,05
Cromo Total	Cr	ug/L	< 0,3
Cobre	Cu	ug/L	< 0,04
Zinc	Zn	ug/L	< 0,1
Cadmio	Cd	ug/L	< 0,04
Nitrógeno Amoniacal	TKN	mg/L (ppm)	0,2
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L (ppm)	50
Cloro Activo	Cl	mg/L (ppm)	0,05

Fuente: Stephanie Ehmig. CEEA. 2005.

10.1.3. Punto de Muestreo (c) Agua de Poscosecha

Fecha de Muestreo	08-Abr-05	29-Abr-05	06-May-05	13-May-05	20-May-05
Fecha de Reporte	19-Abr-05	06-May-05	23-May-05	24-May-05	25-May-05
Código de la muestra	MC ₁	MC ₂	MC ₃	MC ₄	MC ₅
Laboratorio	CEEA	CEEA	CEEA	CEEA	CEEA

Cuadro 10.1.3.-1. Análisis de Plaguicidas Agua de Poscosecha. CEEA. 2005.

Parámetros	Concentración Agente Activo	Unidad	MC ₁	MC ₂	MC ₃	MC ₄	MC ₅
Pesticidas (Fungicidas)	Clorotalonil	ug/L	1,27			13,56	5,8
	Terbufos	ug/L	< 2,03				
	Imazalil	ug/L	< 1,16		< 1,16	< 1,16	< 1,16
	Propiconazole	ug/L	27,84				
	Captan	ug/L					12,82
	Oxamyl	ug/L		123,6	264,1	273,9	5,7
Compuestos Organofosforados	Dimetoato	ug/L	< 1,37				
	Ethion	ug/L	< 0,24				
	Diazinon	ug/L			< 0,96		
	Alfa endosulfán	ug/L		0,81			
	Methomyl	ug/L	12,4			23,2	6,2
Carbamatos	Carbofuran	ug/L		3,7	1,75		

Fuente: Stephanie Ehmgig. CEEA. 2005.

Fecha de Muestreo	08-Abr-05
Fecha de Reporte	15-Abr-05
Código de la muestra	MC ₁
Laboratorio	UISEK
Condiciones Meteorológicas	semi-nublado, templado

Cuadro 10.1.3.-2. Análisis Físico-Químico Agua Poscosecha. UISEK. 2005.			
PARAMETRO	EXPRESADO EN	UNIDADES	VALOR
Caudal	Q	L / h	232,2
Potencial Hidrógeno	pH		5,51
Temperatura		°C	15
Conductividad eléctrica	CE	uS/cm	642,6
Sólidos Suspendidos	SS	mg/L (ppm)	434
Sólidos Totales	ST	mg/L (ppm)	900
Turbidez		FTU	121
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	mg/L (ppm)	34,1
Nitratos	NO ₃ ⁻	mg/L (ppm)	1,5
Nitritos	NO ₂ ⁻	mg/L (ppm)	1,51
Fosfatos	PO ₄ ³⁻	mg/L (ppm)	5,35
Cromo Total	Cr	mg/L (ppm)	1,25
Cobre	Cu	mg/L (ppm)	0,2
Zinc	Zn	mg/L (ppm)	2,35
Cadmio	Cd	mg/L (ppm)	0,41
Nitrógeno Amoniacal	TKN	mg/L (ppm)	427,5
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L (ppm)	630

Fuente: Stephanie Ehmig. UISEK. 2005.

Fecha de Muestreo	29-Abr-05
Fecha de Reporte	02-May-05
Código de la muestra	MC ₂
Laboratorio	UISEK
Condiciones Meteorológicas	cálido, ventoso, soleado

Cuadro 10.1.3.-3. Análisis Físico-Químico Agua Poscosecha. UISEK. 2005.			
PARAMETRO	EXPRESADO EN	UNIDADES	VALOR
Caudal	Q	L / h	232,2
Potencial Hidrógeno	pH		7,91
Temperatura		°C	17,04
Conductividad eléctrica	CE	uS/cm	408,4
Sólidos Suspendidos	SS	mg/L (ppm)	632
Sólidos Totales	ST	mg/L (ppm)	860
Turbidez		FTU	50
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	mg/L (ppm)	22,2
Nitratos	NO ₃ ⁻	mg/L (ppm)	1,2
Nitritos	NO ₂ ⁻	mg/L (ppm)	0,29
Fosfatos	PO ₄ ³⁻	mg/L (ppm)	57,5
Cromo Total	Cr	mg/L (ppm)	0,5
Cobre	Cu	mg/L (ppm)	0,1
Zinc	Zn	mg/L (ppm)	0,5
Cadmio	Cd	mg/L (ppm)	0,53
Nitrógeno Amoniacal	TKN	mg/L (ppm)	240
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L (ppm)	100

Fuente: Stephanie Ehmig. UISEK. 2005.

Fecha de Muestreo	06-May-05
Fecha de Reporte	11-May-05
Código de la muestra	MC ₃
Laboratorio	UISEK
Condiciones Meteorológicas	semi-nublado, templado

Cuadro 10.1.3.-4. Análisis Físico-Químico Agua Poscosecha. UISEK. 2005.			
PARAMETRO	EXPRESADO EN	UNIDADES	VALOR
Caudal	Q	L / h	277,5
Potencial Hidrógeno	pH		6,61
Temperatura		°C	14,82
Conductividad eléctrica	CE	uS/cm	330
Sólidos Suspendidos	SS	mg/L (ppm)	316
Sólidos Totales	ST	mg/L (ppm)	480
Turbidez		FTU	205
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	mg/L (ppm)	26
Nitratos	NO ₃ ⁻	mg/L (ppm)	2,9
Nitritos	NO ₂ ⁻	mg/L (ppm)	0,6
Fosfatos	PO ₄ ³⁻	mg/L (ppm)	14,55
Cromo Total	Cr	mg/L (ppm)	1,45
Cobre	Cu	mg/L (ppm)	0,1
Zinc	Zn	mg/L (ppm)	0,85
Cadmio	Cd	mg/L (ppm)	0,4
Nitrógeno Amoniacal	TKN	mg/L (ppm)	365
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L (ppm)	280

Fuente: Stephanie Ehmig. UISEK. 2005.

Fecha de Muestreo	13-May-05
Fecha de Reporte	17-May-05
Código de la muestra	MC ₄
Laboratorio	UISEK
Condiciones Meteorológicas	frío, ventoso, nublado

Cuadro 10.1.3.-5. Análisis Físico-Químico Agua Poscosecha. UISEK. 2005.			
PARAMETRO	EXPRESADO EN	UNIDADES	VALOR
Caudal	Q	L / h	186,8
Potencial Hidrógeno	pH		7,56
Temperatura		°C	15,94
Conductividad eléctrica	CE	uS/cm	708,8
Sólidos Suspendidos	SS	mg/L (ppm)	354
Sólidos Totales	ST	mg/L (ppm)	500
Turbidez		FTU	89
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	mg/L (ppm)	75
Nitratos	NO ₃ ⁻	mg/L (ppm)	3,9
Nitritos	NO ₂ ⁻	mg/L (ppm)	0,7
Fosfatos	PO ₄ ³⁻	mg/L (ppm)	7
Cromo Total	Cr	mg/L (ppm)	0,5
Cobre	Cu	mg/L (ppm)	0,2
Zinc	Zn	mg/L (ppm)	0,5
Cadmio	Cd	mg/L (ppm)	0,23
Nitrógeno Amoniacal	TKN	mg/L (ppm)	875
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L (ppm)	60

Fuente: Stephanie Ehmgig. UISEK. 2005.

Fecha de Muestreo	20-May-05
Fecha de Reporte	25-May-05
Código de la muestra	MC ₅
Laboratorio	UISEK
Condiciones Meteorológicas	soleado, cálido, ventoso

Cuadro 10.1.3.-6. Análisis Físico-Químico Agua Poscosecha. UISEK. 2005.			
PARAMETRO	EXPRESADO EN	UNIDADES	VALOR
Caudal	Q	L / h	277,5
Potencial Hidrógeno	pH		8,16
Temperatura		°C	18,16
Conductividad eléctrica	CE	uS/cm	472,6
Sólidos Suspendidos	SS	mg/L (ppm)	178
Sólidos Totales	ST	mg/L (ppm)	330
Turbidez		FTU	77
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	mg/L (ppm)	37
Nitratos	NO ₃ ⁻	mg/L (ppm)	3,8
Nitritos	NO ₂ ⁻	mg/L (ppm)	0,8
Fosfatos	PO ₄ ³⁻	mg/L (ppm)	16,5
Cromo Total	Cr	mg/L (ppm)	0,5
Cobre	Cu	mg/L (ppm)	0,1
Zinc	Zn	mg/L (ppm)	2
Cadmio	Cd	mg/L (ppm)	0,32
Nitrógeno Amoniacal	TKN	mg/L (ppm)	225
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L (ppm)	80

Fuente: Stephanie Ehmig. UISEK. 2005.

10.1.4. Punto de Muestreo (d) Agua Fitosanidad (e) Agua Fitoremediación

Fecha de Muestreo	01-Jul-05	29-Abr-05
Fecha de Reporte	14-Jul-05	06-May-05
Código de la muestra	MF	MFito
Laboratorio	CEEA	CEEA

Cuadro 10.1.4.-1. Análisis Plaguicidas Agua Fitosanidad y Fitoremediación. CEEA. 2005.

Parámetros	Concentración Agente Activo	Unidad	MF 01-Jul	MFito 29-Abr
Pesticidas	Terbufos	ug/L	no se encontraron residuos de plaguicidas analizados	< 2,03
	Oxamyl	ug/L		190,4
Carbamatos	Carbofuran	ug/L		< 0,8
Compuesto Organofosforado	Metomyl	ug/L	5,63	

Fuente: Stephanie Ehmgig. CEEA. 2005.

10.1.5. Punto de Muestreo (f) Agua de Invernaderos

Fecha de Muestreo	01-Jul-05
Fecha de Reporte	14-Jul-05
Código de la muestra	MD
Laboratorio	CEEA

Cuadro 10.1.5.-1. Análisis Plaguicidas Agua Invernaderos. CEEA. 2005.

Parámetros	Concentración Agente Activo	Unidad	Valor
Compuestos órganofosforados	Diazinon	ug/L	< 0,96
	Metomyl	ug/L	1,51

Fuente: Stephanie Ehmgig. CEEA. 2005.

Cuadro 10.1.5.-2. Análisis Físico-Químico Agua Invernaderos. CEEA. 2005.			
PARAMETRO	EXPRESADO EN	UNIDAD	VALOR
Potencial Hidrógeno	pH		6,83
Temperatura		°C	16,6
Conductividad	CE	uS/cm	284,9
Sólidos Suspendidos	SS	mg/L (ppm)	14,5
Sólidos Totales	ST	mg/L (ppm)	214
Turbidez		FTU	6,4
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	mg/L (ppm)	9,96
Nitratos	NO ₃ ⁻	mg/L (ppm)	22,1
Nitritos	NO ₂ ⁻	mg/L (ppm)	0,09
Fosfatos	PO ₄ ³⁻	mg/L (ppm)	0,67
Cromo Total	Cr	ug/L	< 0,3
Cobre	Cu	ug/L	< 0,04
Zinc	Zn	ug/L	< 0,1
Cadmio	Cd	ug/L	< 0,04
Nitrógeno Amoniacal	TKN	mg/L (ppm)	0,74
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L (ppm)	50
Cloro Activo	Cl	mg/L (ppm)	0,05

Fuente: Stephanie Ehmgig. CEEA. 2005.

10.2. Gráficos

Los gráficos que se presentan a continuación, establecen la relación de concentración de cada uno de los parámetros analizados con respecto al tiempo.

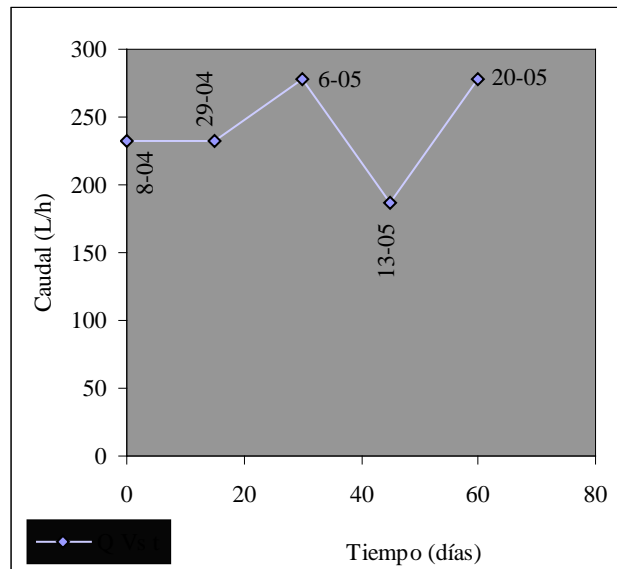


Gráfico 2: Caudal Vs. Tiempo. UISEK. 2005.

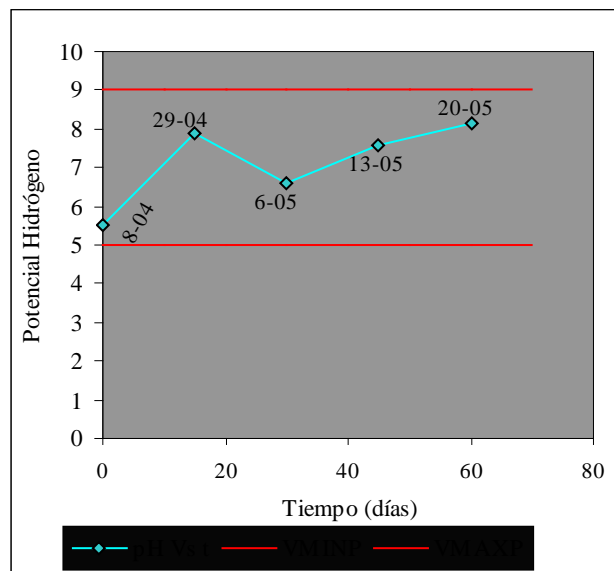


Gráfico 3: Potencial Hidrógeno Vs. Tiempo. UISEK. 2005.

(VMINP) Valor Mínimo Permissible

(VMAXP) Valor Máximo Permissible

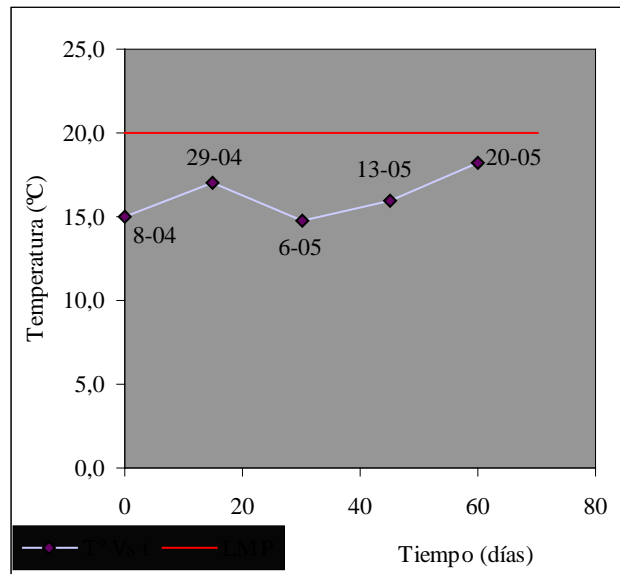


Gráfico 4: Temperatura Vs. Tiempo. UISEK. 2005.
(LMP) Límite Máximo Permisible

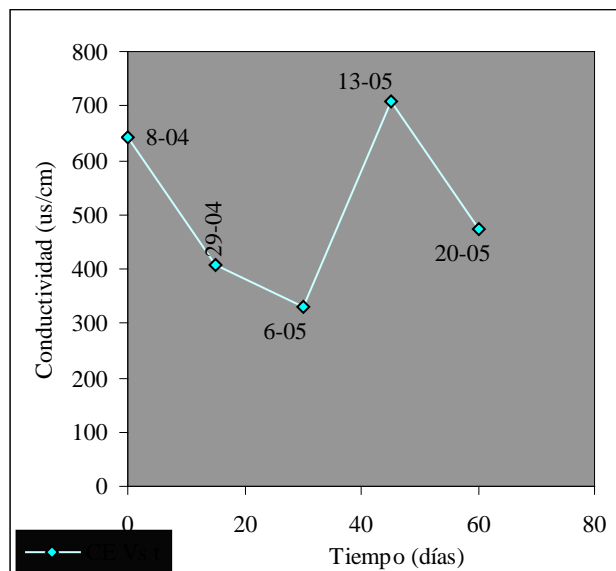


Gráfico 5: Conductividad Eléctrica Vs. Tiempo. UISEK. 2005.

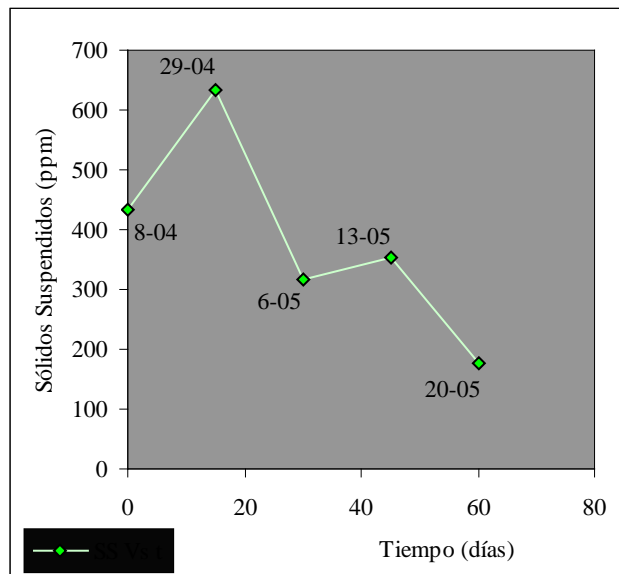


Gráfico 6: Sólidos Suspendidos Vs. Tiempo. UISEK. 2005.

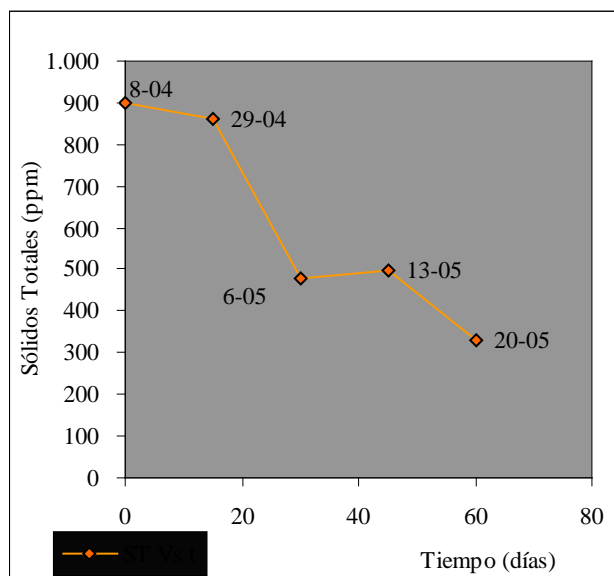


Gráfico 7: Sólidos Totales Vs. Tiempo. UISEK. 2005.

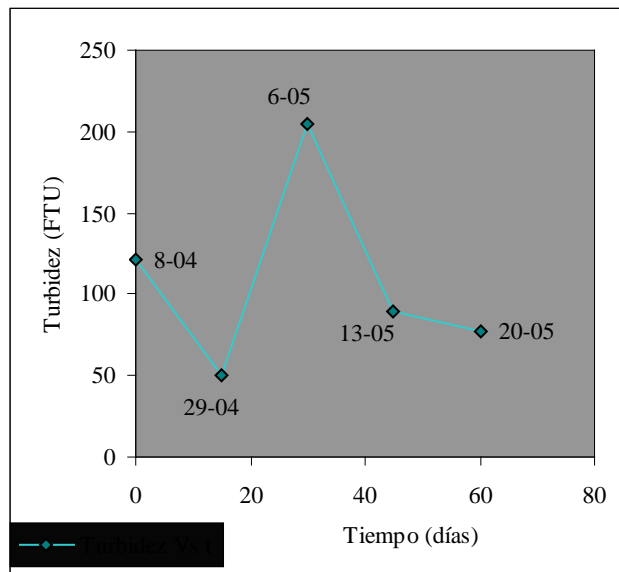


Gráfico 8: Turbidez Vs. Tiempo. UISEK. 2005.

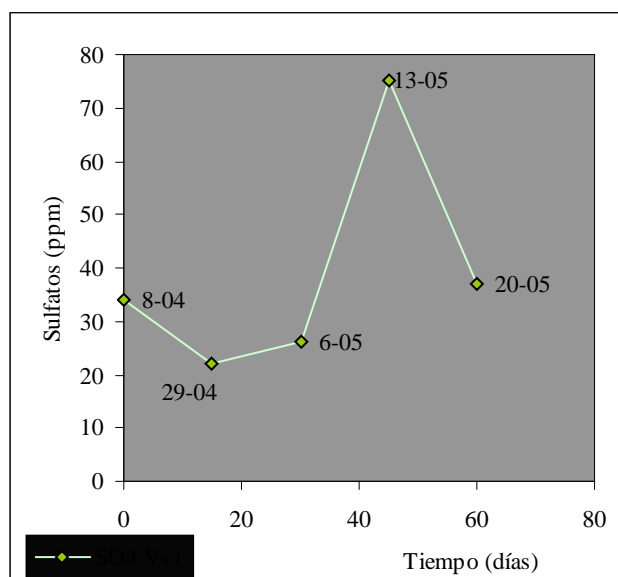


Gráfico 9: Sulfatos Vs. Tiempo. UISEK. 2005.

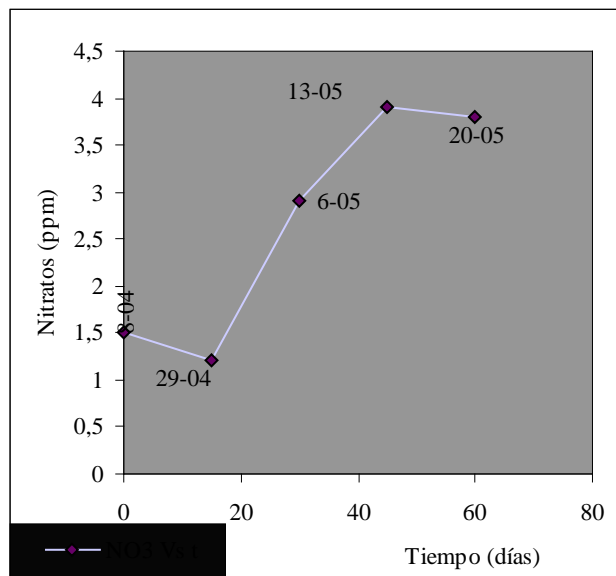


Gráfico 10: Nitratos Vs. Tiempo. UISEK. 2005.

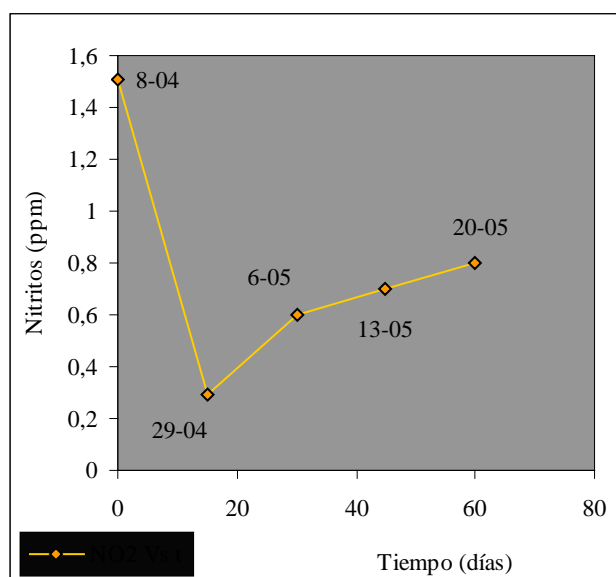


Gráfico 11: Nitritos Vs. Tiempo. UISEK. 2005.

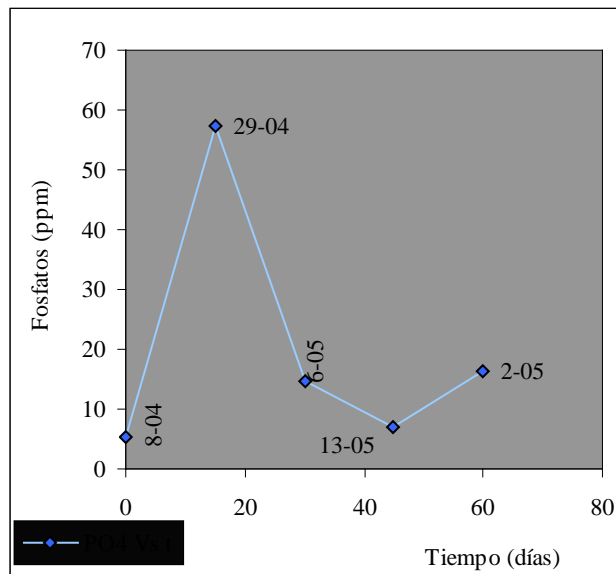


Gráfico 12: Fosfatos Vs. Tiempo. UISEK. 2005.

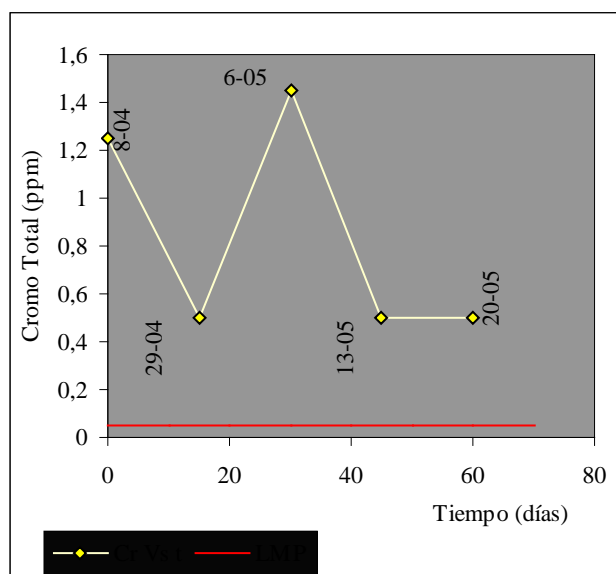


Gráfico 13: Cromo Total Vs. Tiempo. UISEK. 2005.

(LMP) Límite Máximo Permissible

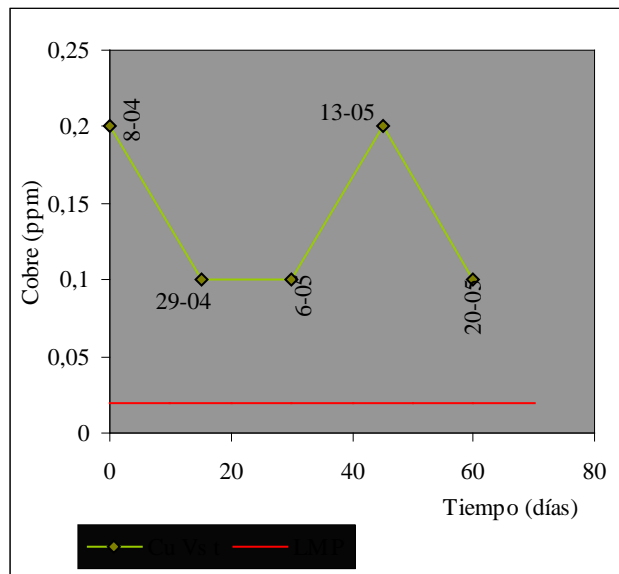


Gráfico 14: Cobre Vs. Tiempo. UISEK. 2005.
(LMP) Límite Máximo Permissible

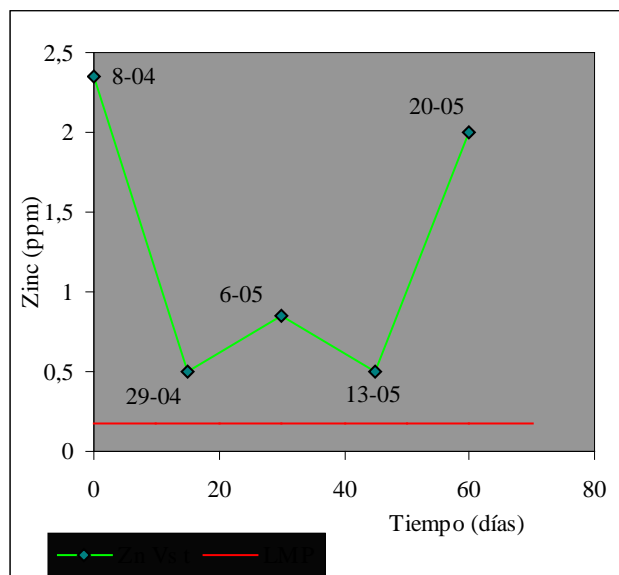


Gráfico 15: Zinc Vs. Tiempo. UISEK. 2005.
(LMP) Límite Máximo Permissible

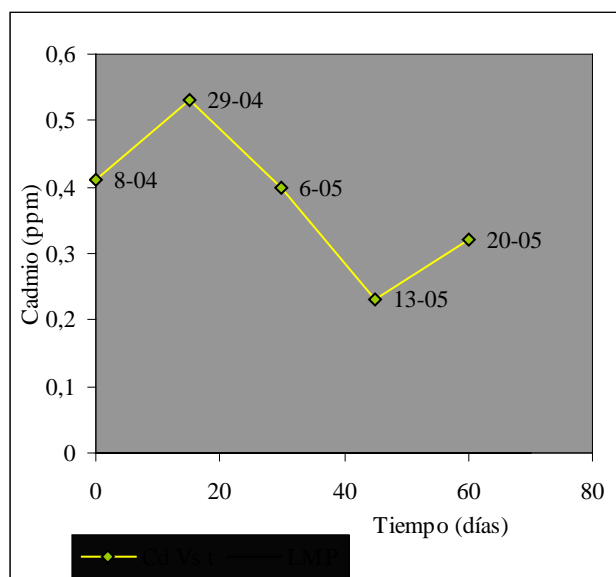


Gráfico 16: Cadmio Vs. Tiempo. UISEK. 2005.
(LMP) Límite Máximo Permisible

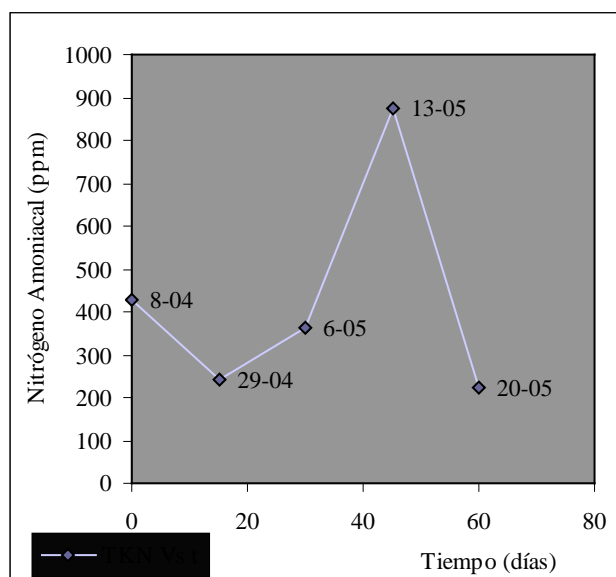


Gráfico 17: Nitrógeno Amoniacal Vs. Tiempo. UISEK. 2005.

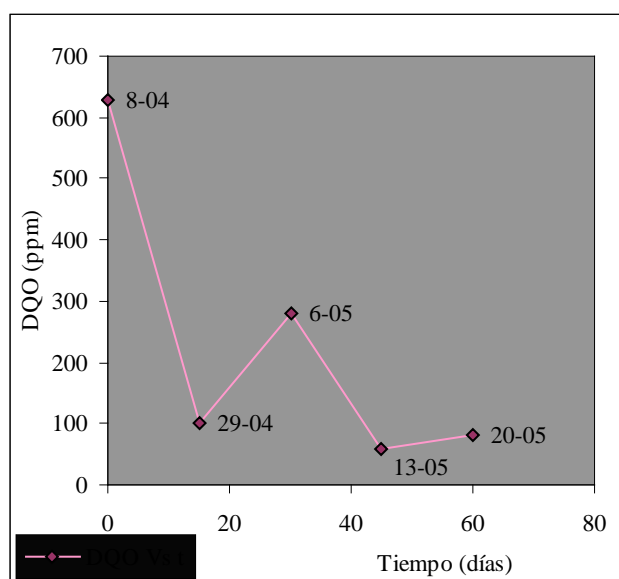


Gráfico 18: Demanda Química de Oxígeno Vs. Tiempo. UISEK. 2005.

11. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

11.1. Algoritmo del Método Hanssen⁶⁷

El método estadístico mediante el cual se efectuó la caracterización de los resultados obtenidos en los análisis respectivos, es el de Hanssen. Este método permite predecir la concentración de los parámetros a cualquier probabilidad de ocurrencia.

El algoritmo del método comprende de los siguientes pasos:

11.1.1. Ordenamiento y Tabulación de Datos

Tabular los datos experimentales. Ordenar de mayor a menor los datos experimentales, es decir, en sentido descendente, de tal modo que el valor mayor tenga la menor probabilidad de ocurrencia.

n	[C]
n_1	$[C_1]$
n_2	$[C_2]$
n_3	$[C_3]$
-	-
-	-
N	$[C_N]$

Orden Descendente

$n_1 > n_2 > n_3 \dots > N$

$[C_1] > [C_2] > [C_3] \dots > [C_N]$

n_1 = número de dato experimental

N = número total de datos experimentales

[C] = valor del dato experimental

⁶⁷ Ribadeneira León, M., 1999. Caracterización y evaluación físico-química del agua del sector de Limoncocha.

Terán Arregui, M., 2002. Medida de inmisión de gases de combustión en la reserva biológica de Limoncocha.

11.1.2. Cálculo de la Frecuencia

Calcular el valor de la frecuencia (F), con la siguiente ecuación:

$$F = \frac{n}{N + 1}$$

n = número de dato experimental

N = número total de datos experimentales

11.1.3. Cálculo de la Probabilidad de Ocurrencia

Calcular la probabilidad de ocurrencia (P), con la siguiente ecuación:

$$P = F * 100$$

11.1.4. Tabulación de Datos

Tabular los datos de la siguiente manera:

[C]	P
[C ₁]	P ₁
[C ₂]	P ₂
[C ₃]	P ₃
-	-
-	-
[C _{n+1}]	P _{n+1}

11.1.5. Regresión Lineal

Se efectúa una regresión lineal con los valores experimentales ordenados en forma descendente (variable dependiente Y), y la probabilidad de ocurrencia (variable independiente X), ajustándolos a una línea recta para la que se calcula los valores constantes de la pendiente de la recta (m), y la intersección lineal con el eje (b); utilizando la ecuación general de la recta:

$$C_i = m * P_i + b$$

C = valores experimentales ordenados en forma descendente

m = pendiente de la recta

P = probabilidad de ocurrencia

b = intersección lineal

i = cualquier parámetro experimental

11.1.6. Determinación del Coeficiente de Correlación Lineal

Se determina el coeficiente de correlación lineal (r), que indica la dependencia lineal entre las dos variables C y P, y el grado de dispersión de los datos. Los valores del coeficiente oscilan entre 1 y -1. el valor de (r) debe aproximarse a 1 con un rango mínimo de 0,8 que indica que el ajuste de la recta es confiable, caso contrario el método no es aplicable al parámetro que se desea analizar. Mediante la siguiente ecuación se establece (r):

$$r = m * \frac{S_x}{S_y}$$

S_x = desviación estándar de P

S_y = desviación estándar de C

11.1.7. Cálculo del % de Error, Valores Notables y Persistentes

Finalmente se obtiene los valores teóricos (calculados) de percentil (10, 25, 50, 90) mediante la ecuación de la recta ajustada. Los percentiles se refieren a los valores que dividen a los datos en 100 partes iguales. También se obtiene el porcentaje de error y valores notables. El porcentaje de error se calcula con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ error} = \frac{\text{Valor calculado} - \text{Valor experimental}}{\text{Valor calculado}} * 100$$

11.2. Ilustración del Algoritmo de Hanssen

11.2.1.

# de Orden	pH Experimental
1	8,16
2	7,91
3	7,56
4	6,61
5	5,51

11.2.2.

# de Orden	Frecuencia $F = n / (N+1)$
1	0,167
2	0,333
3	0,500
4	0,667
5	0,833

11.2.3.

# de Orden	Frecuencia $F = n / (N+1)$	% Probabilidad de Ocurrencia
1	0,167	17
2	0,333	33
3	0,500	50
4	0,667	67
5	0,833	83

11.2.4.

pH Experimental	% Probabilidad de Ocurrencia
8,16	17
7,91	33
7,56	50
6,61	67
5,51	83

11.2.5.

b	9,130
m	-0,040

$Y = mx + b$
$C = mp + b$

$$pH = 9,13 - 0,040 * P$$

11.2.6.

r	0,918
---	-------

11.2.7.

% Probabilidad	pH calculado
10	8,73
25	8,14
50	7,15
90	5,57

$$\% e = 0,1\%$$

VALORES NOTABLES

MAX	MIN	PROM
8,16	5,51	7,15

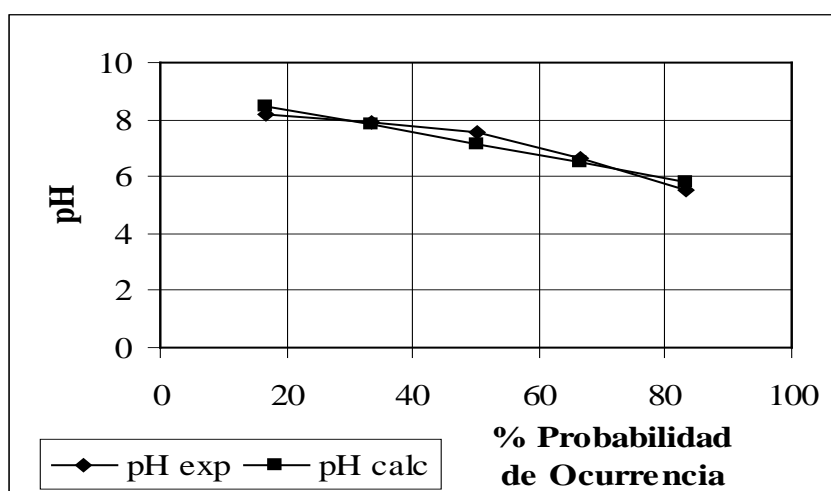


Gráfico 19: Ajuste Lineal para pH. UISEK. 2005.

11.3. Resultados de la Aplicación del Método Hanssen

Cuadro 11.3.-1. Aplicación del Método de Hanssen en 17 Parámetros. UISEK. 2005.									
Nº	Parámetros	Valores Persistentes				Valores Notables			Ecuación $Y = mx + b$
		10	25	50	90	Max	Min	Prom	
1	Caudal	295,7	275,2	241,2	186,8	277,5	186,8	241,2	$Q = 309 - 1,36*P$
2	Potencial Hidrógeno	8,7	8,1	7,1	5,5	8,1	5,5	7,1	$pH = 9,1 - 0,04*P$
3	Temperatura	18,2	17,5	16,1	14,1	18,1	14,8	16,1	$T = 18,8 - 0,05*P$
4	Conductividad Eléctrica	750,5	661,2	512,4	274,4	708,8	330	512,4	$CE = 810 - 5,9*P$
5	Sólidos Suspendidos	629	536,7	382,8	136,6	632	178	382,8	$SS = 690 - 6,1*P$
6	Sólidos Totales	978,8	842	614	249,2	900	330	614	$ST = 1.070 - 9,1*P$
7	Turbidez	193,3	161,5	108,4	23,4	205	50	108,4	$Tu = 214 - 2,1*P$
8	Sulfatos	66,8	56,3	38,8	10,8	75	22,2	38,8	$SO_4 = 73,8 - 0,7*P$
9	Nitratos	4,5	3,8	2,6	0,8	3,9	1,2	2,6	$NO_3 = 4,9 - 0,04*P$
10	Nitritos	1,4	1,1	0,7	0,1	1,5	0,2	0,7	$NO_2 = 1,5 - 0,01*P$
11	Fosfatos	47,4	37,2	20,1	0	57,5	5,3	20,1	$PO_4 = 54,3 - 0,6*P$
12	Cromo Total	1,4	1,2	0,8	0,2	1,4	0,5	0,8	$Cr = 1,63 - 0,01*P$
13	Cobre	0,21	0,19	0,14	0,07	0,2	0,1	0,14	$Cu = 0,23 - 0,002*P$
14	Zinc	3,8	3,1	1,9	0	3,8	0,5	1,9	$Zn = 4,33 - 0,04*P$
15	Cadmio	0,52	0,46	0,35	0,18	0,53	0,23	0,35	$Cd = 0,56 - 0,004*P$
16	Nitrógeno Amoniacal	783,5	649,6	426,5	69,5	875	225	426,5	$TKN = 872 - 8,9*P$
17	Demanda Química de Oxígeno	551,6	431	230	0	630	60	230	$DQO = 632 - 8*P$

Fuente: Stephanie Ehmgig. UISEK. 2005.

11.4. Análisis Estadístico del Método Hanssen

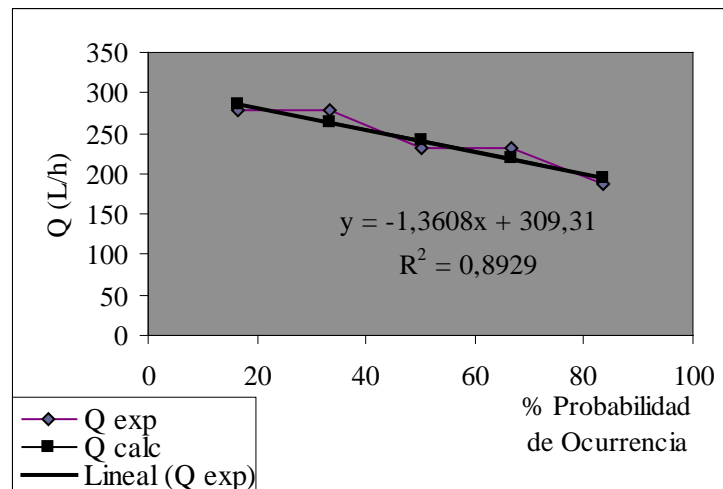


Gráfico 20: Ajuste Lineal para Caudal. UISEK. 2005.

Existe un 10% de probabilidad de que el caudal sea mayor o igual a 295,7L/h mientras existe una probabilidad del 90% de que sea menor o igual a 186,8L/h.

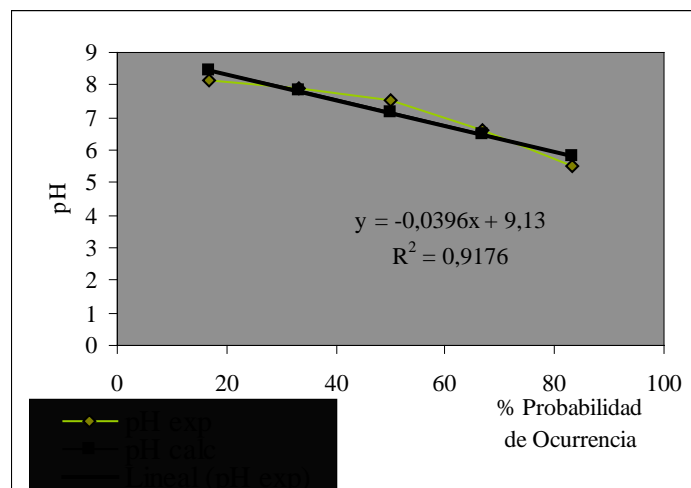


Gráfico 21: Ajuste de Lineal para Potencial Hidrógeno. UISEK. 2005.

El pH presenta una probabilidad del 10% mayor o igual a 8,7 y una probabilidad del 90% de que sea menor o igual a 5,5.

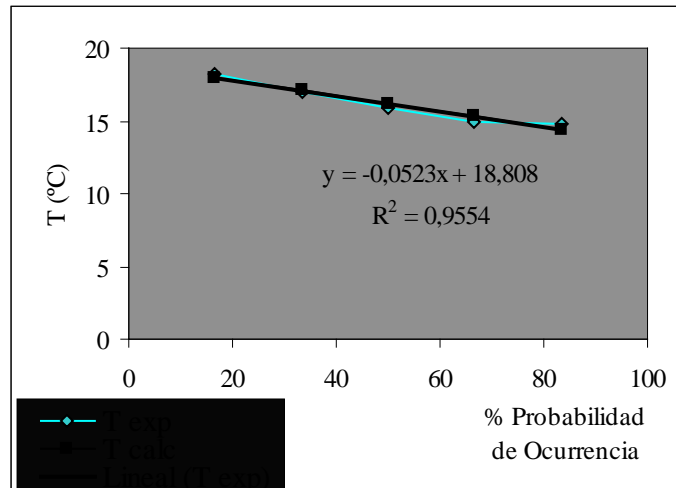


Gráfico 22: Ajuste Lineal para Temperatura. UISEK. 2005.

La Temperatura presenta el 10% de probabilidad de ser mayor o igual a 18,2°C y el 90% de probabilidad de ser menor o igual a 14,1°C.

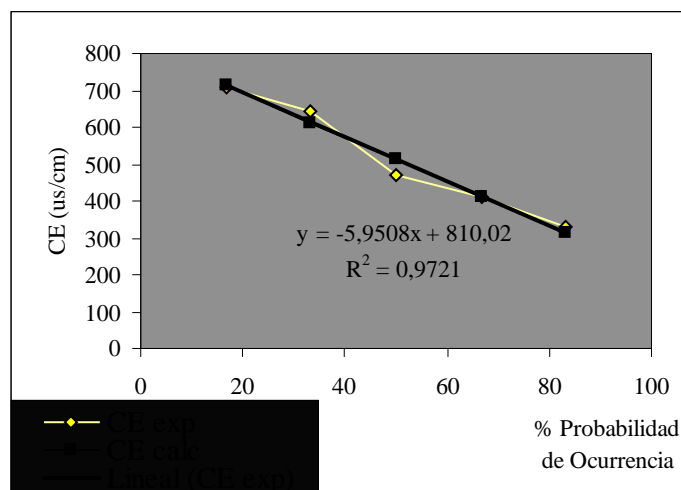


Gráfico 23: Ajuste Lineal para Conductividad Eléctrica. UISEK. 2005.

La Conductividad presenta el 10% de probabilidad de ser mayor o igual a 750,5uS/cm, y el 90% de probabilidad de ser menor o igual a 274,4uS/cm.

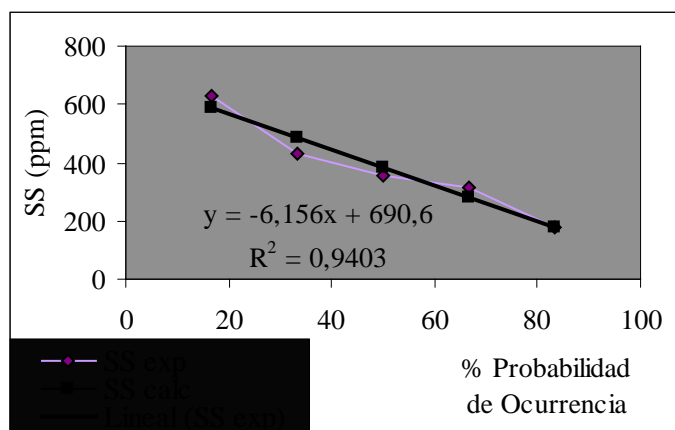


Gráfico 24: Ajuste de Lineal para Sólidos Suspendedos. UISEK. 2005.

Los Sólidos Suspendedos presentan el 10% de probabilidad de ser mayor o igual a 629ppm, y el 90% de probabilidad de ser menor o igual a 136,6ppm.

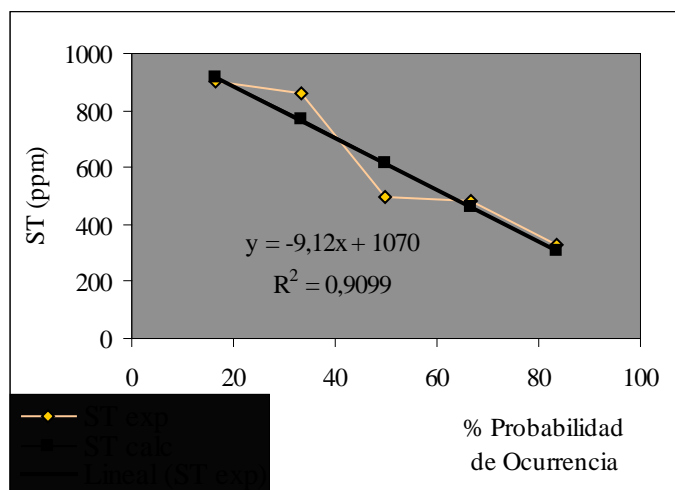


Gráfico 25: Ajuste Lineal para Sólidos Totales. UISEK. 2005.

Los Sólidos Totales presentan el 10% de probabilidad de ser mayor o igual a 978,8ppm, y el 90% de probabilidad de ser menor o igual a 249,2ppm.

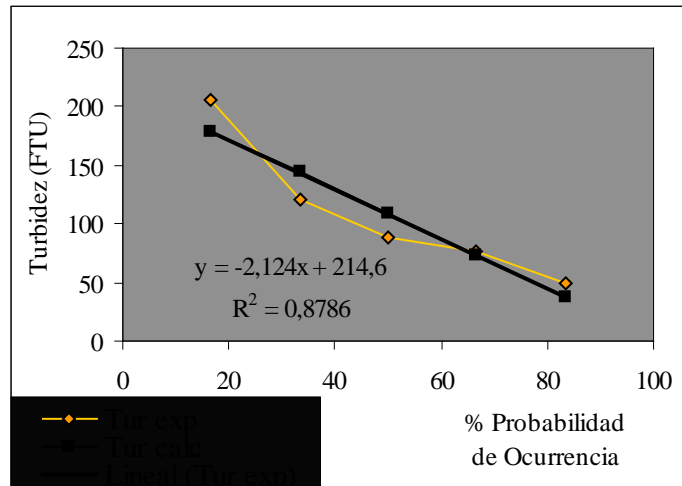


Gráfico 26: Ajuste Lineal para Turbidez. UISEK. 2005.

La Turbidez presenta el 10% de probabilidad de ser mayor o igual a 193,3FTU, y el 90% de probabilidad de ser menor o igual a 23,4FTU.

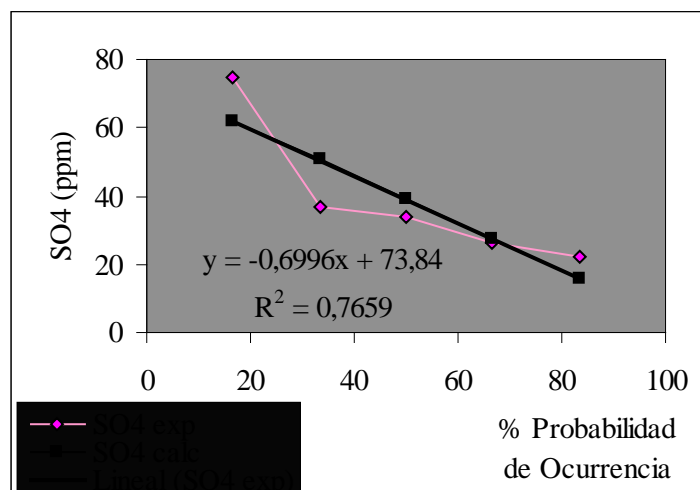


Gráfico 27: Ajuste Lineal para Sulfatos. UISEK. 2005.

Los Sulfatos presentan el 10% de probabilidad de ser mayor o igual a 66,8ppm, y el 90% de probabilidad de ser menor o igual a 10,8ppm.

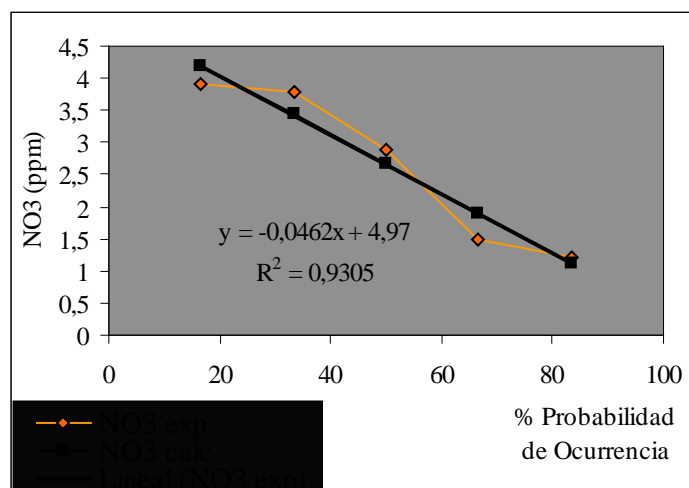


Gráfico 28: Ajuste Lineal para Nitratos. UISEK. 2005.

Los Nitratos presentan el 10% de probabilidad de ser mayor o igual a 4,5ppm, y el 90% de probabilidad de ser menor o igual a 0,8ppm.

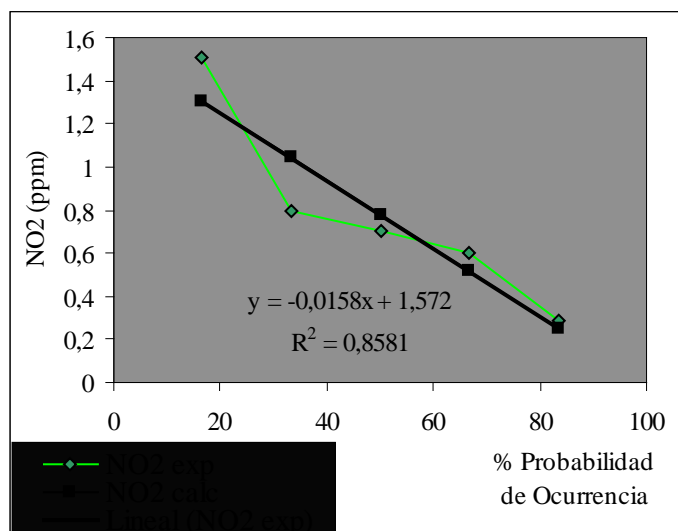


Gráfico 29: Ajuste Lineal para Nitritos. UISEK. 2005.

Los Nitritos presentan el 10% de probabilidad de ser mayor o igual a 1,4ppm, y el 90% de probabilidad de ser menor o igual a 0,1ppm.

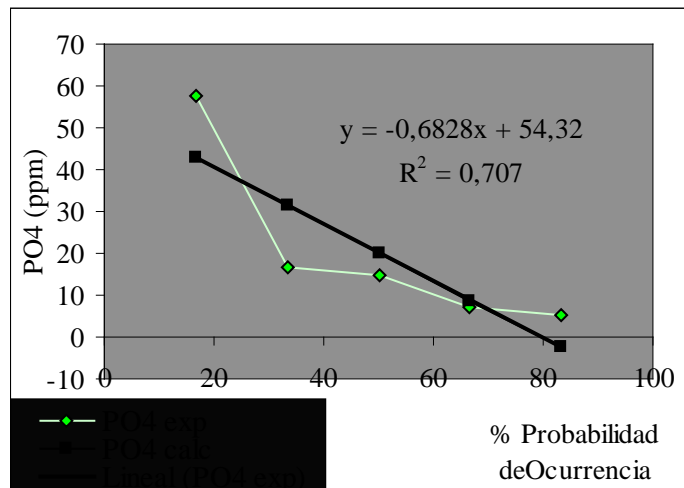


Gráfico 30: Ajuste Lineal para Fosfatos. UISEK. 2005.

Los Fosfatos presentan el 10% de probabilidad de ser mayor o igual a 47,4ppm, y el 90% de probabilidad de ser igual a 0ppm.

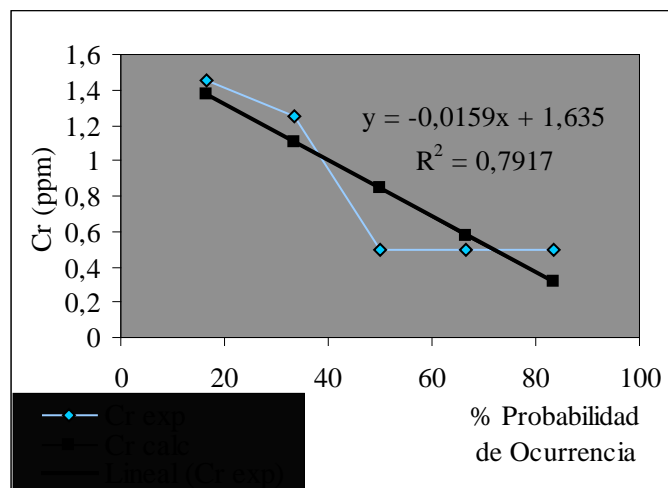


Gráfico 31: Ajuste Lineal para Cromo Total. UISEK. 2005.

El Cromo Total presenta el 10% de probabilidad de ser mayor o igual a 1,4ppm, y el 90% de probabilidad de ser menor o igual a 0,2ppm.

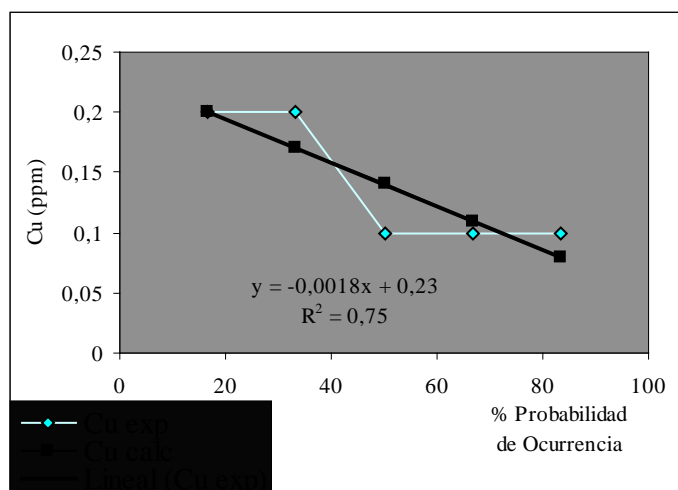


Gráfico 32: Ajuste Lineal para Cobre. UISEK. 2005.

El Cobre presenta el 10% de probabilidad de ser mayor o igual a 0,21ppm, y el 90% de probabilidad de ser menor o igual a 0,07ppm.

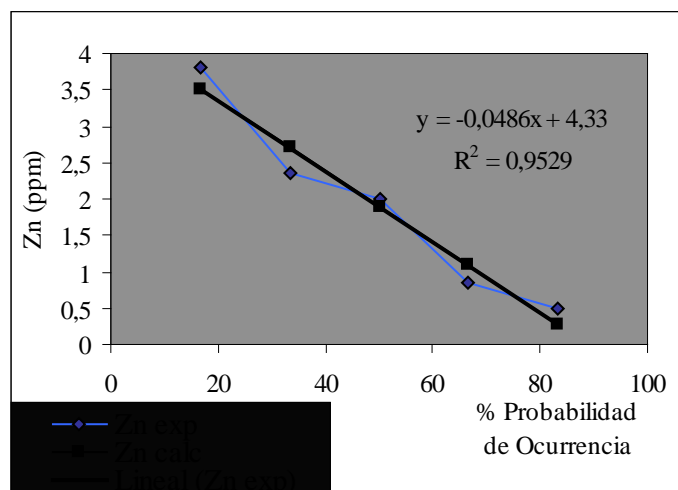


Gráfico 33: Ajuste Lineal para Zinc. UISEK. 2005.

El Zinc presenta el 10% de probabilidad de ser mayor o igual a 3,8ppm, y el 90% de probabilidad de ser o igual a 0ppm.

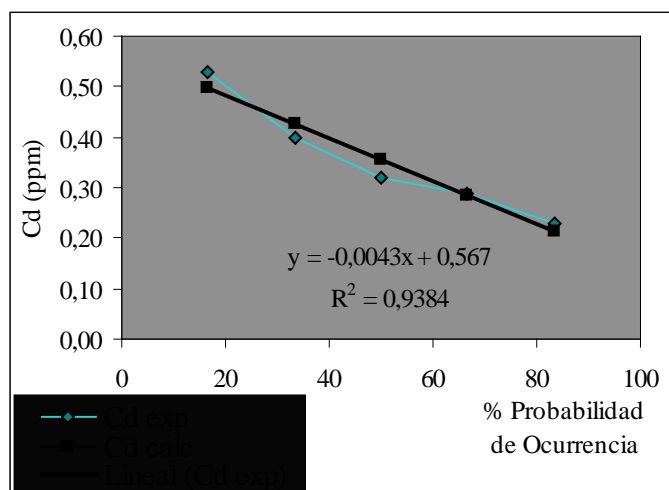


Gráfico 34: Ajuste Lineal para Cadmio. UISEK. 2005.

El Cadmio presenta el 10% de probabilidad de ser mayor o igual a 0,52ppm, y el 90% de probabilidad de ser menor o igual a 0,18ppm.

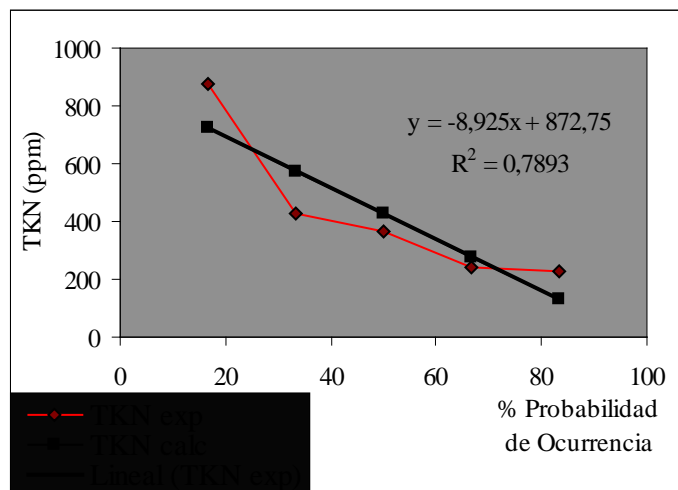


Gráfico 35: Ajuste Lineal para Nitrógeno Amoniacal. UISEK. 2005.

El Nitrógeno Amoniacal presenta el 10% de probabilidad de ser mayor o igual a 783,5ppm, y el 90% de probabilidad de ser menor o igual a 69,5ppm.

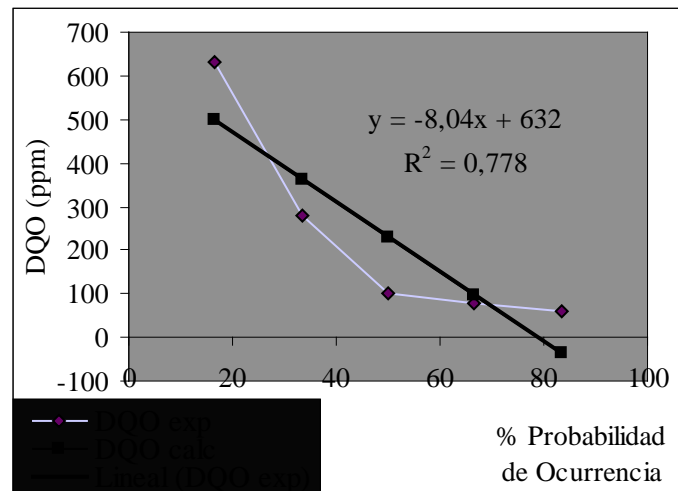


Gráfico 36: Ajuste Lineal para DQO. UISEK. 2005.

La Demanda Química de Oxígeno presenta el 10% de probabilidad de ser mayor o igual a 551,6ppm, y el 90% de probabilidad de ser igual a 0ppm.

11.5. Comparación de Resultados con la Normativa Ambiental Vigente

Cuadro 11.5.-1. Comparación de Resultados Hanssen al 50% de Ocurrencia con TULAS. UISEK.2005

Parámetros	Expresado como	Unidad	Prom	Límite Máximo Permisible	Cumplimiento
Cromo total	Cr	mg/L	0,8	0,05	no cumple
Cobre	Cu	mg/L	0,14	0,02	no cumple
Zinc	Zn	mg/L	1,9	0,18	no cumple
Cadmio	Cd	mg/L	0,35	0,001	no cumple
Potencial hidrógeno	pH		7,1	5-9	si cumple
Temperatura		°C	16,1	20	si cumple

Fuente: Stephanie Ehmig. UISEK. 2005.

11.6. Índice de la Calidad y Contaminación del Agua

Una vez que se han obtenido los resultados de los parámetros de interés, de los análisis efectuados en el laboratorio de la Facultad de Ciencia Ambientales de la UISEK y en el de la CEEA, se procedió a la evaluación de los resultados obtenidos, los cuales dictaminan la calidad y el índice de contaminación del agua a la salida de “La Empresa Florícola”.

Como se ha expuesto en los capítulos anteriores los resultados obtenidos mediante cuadros y gráficos, con las cuales se va a establecer el índice de calidad y de contaminación del agua, mediante las siguientes etapas:

11.6.1. “Selección de las características necesarias.

11.6.2. Establecimiento de las escalas de valores correspondientes.

11.6.3. Definición de la importancia relativa de cada una de las características elegidas.

11.6.4. Los parámetros que no pueden ser tomados en cuenta, son aquellos en los cuales su concentración máxima admitida es un rango ej: (5 – 9) ó carece de cuantificación (), ó cuando existe un valor máximo permisible, pero dicho parámetro está ausente, es cero (0) en un análisis determinado”.⁶⁸

⁶⁸ Coral, K. 2005. Manual de Auditoría Ambiental. UISEK.

El cálculo se realiza a través de las siguientes fórmulas:

$$\text{IC} = \frac{\text{Ca/Cma} + \text{Cb/Cmb} + \dots + \text{Cx/Cmx}}{\text{N}}$$

IC = Índice de calidad del agua

Ca = Concentración existente del contaminante a

Cma = Concentración máxima admitida del contaminante a

Cb = Concentración existente del contaminante b

Cmb = Concentración máxima admitida del contaminante b

N = Es el número de contaminantes considerados

$$\text{IQ} = \text{IC} \times \text{Q}$$

IQ = Índice de contaminación del agua

IC = Índice de calidad del agua

Q = Caudal de agua saliente en cualquiera de las unidades establecidas.”⁶⁹

11.6.1. Selección de las Características Necesarias

De los parámetros analizados en el laboratorio, que pueden ser tomados en cuenta para tener una referencia de comparación con las concentraciones máximas admitidas en el TULAS, se citan a continuación:

- Cadmio
- Zinc
- Cromo total
- Cobre
- Temperatura
- Compuestos órganoclorados
- Compuestos órganofosforados

⁶⁹ Coral, K. 2005. Manual de Auditoría Ambiental. UISEK.

11.6.2. Establecimiento de las Escalas

Las escalas de los valores corresponden a un índice de referencia para una evaluación objetiva, sí:

IC < 1 = No hay contaminación

IC = 1 = El agua se encuentra en estado aceptable

IC > 1 = Existe contaminación

Cuadro 11.6.2.-1. Cálculo del Índice de Calidad y Contaminación del Agua Residual. UISEK. 20

Parámetros	Expresado como	Unidad	Valor	Límite Máximo Permisible	Ca/Cma
Cromo total	Cr	mg/L	0,8	0,05	16,0
Cobre	Cu	mg/L	0,14	0,02	7,0
Zinc	Zn	mg/L	1,9	0,18	10,6
Cadmio	Cd	mg/L	0,35	0,001	350,0
Temperatura		°C	16,1	20	0,8
	OC	ug/L	0	10	0,0
Methomyl	OF	ug/L	13,9	10	1,4
Fuente: Stephanie Ehmig. UISEK. 2005.				IC	55,1
				IQ	13.295,7

Q = 241,2 L/h

OC = órganoclorado

OF = órganofosforado

11.6.3. Importancia de las Características Elegidas

Como se indicó en el punto (11.6.1.), los valores elegidos son los que tienen un índice de referencia para comparar con la normativa ambiental vigente aplicable.

11.6.4. Parámetros que no Cumplen con la Condición

El parámetro que no se puede tomar en cuenta es el pH porque la concentración máxima admitida es un rango.

12. DISEÑO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

12.1. Balance Hídrico de la Plantación

Las fuentes hídricas que alimentan al reservorio son: el agua del canal de riego proveniente de la comuna de Tabacundo, una parte del agua de pozo profundo, y el agua del canal de escorrentía (lluvia), estas tres fuentes se mezclan en el reservorio.

Mientras que una parte del agua de pozo se mezcla en el reservorio, otra parte pasa directamente a la cisterna, allí es potabilizada con 1ppm de cloro, la cual se utiliza para la preparación de la solución hidratante en el área de cosecha y poscosecha, y para el uso doméstico de la finca.

La florícola recepta agua del canal de riego de la comuna de Tabacundo dos días a la semana; especialmente los días miércoles durante 24 horas.

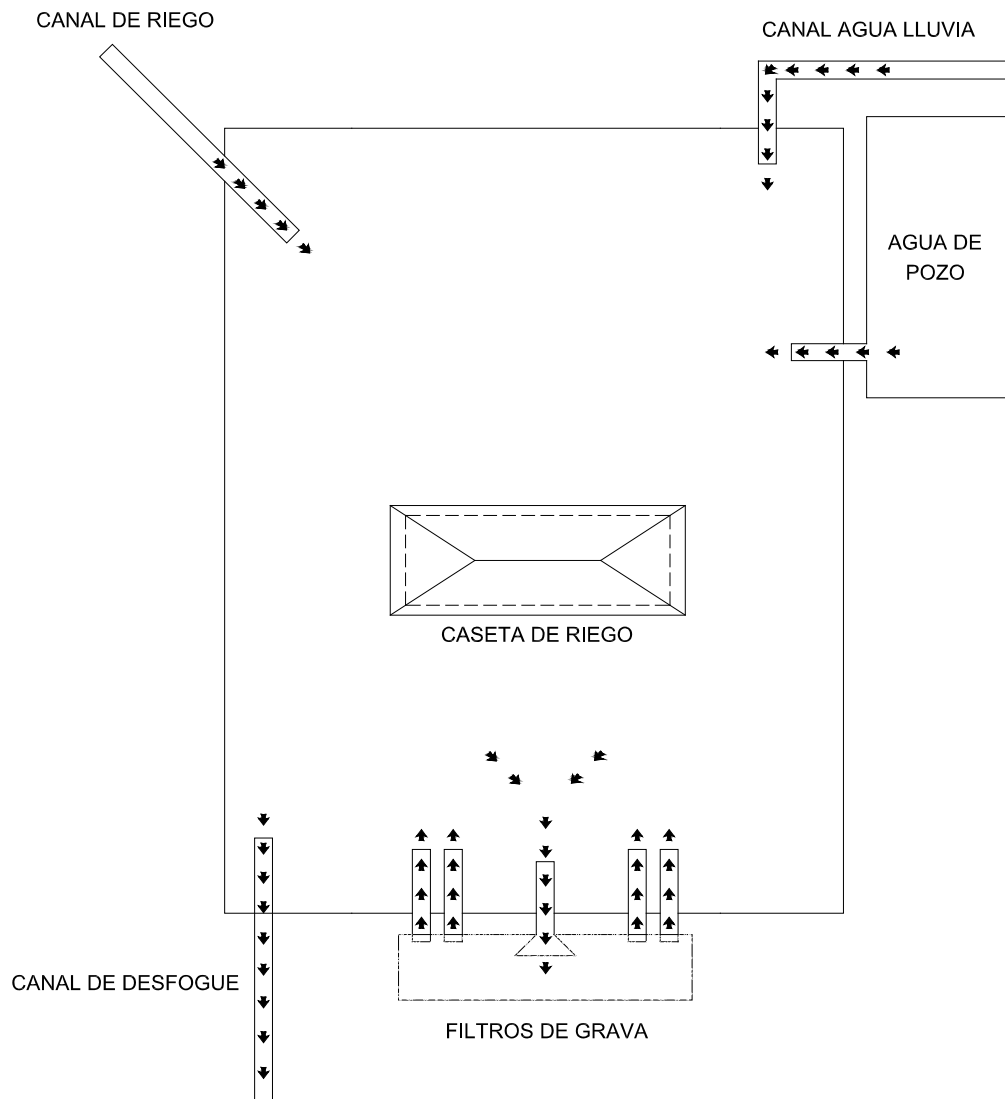
El canal de agua de escorrentía (lluvia) posee una compuerta que se cierra el momento que ingresa una elevada cantidad de aguas lluvia al reservorio, por consiguiente el agua se desvía y sigue su trayectoria por zanjas externas a la propiedad.

El agua del reservorio pasa a un sistema de filtración con grava mediante tubería. En los filtros de grava se retienen las impurezas del agua de reservorio, los cuales se limpian automáticamente mediante un sistema de retro lavado. Las impurezas retenidas en los filtros de grava, retornan al reservorio. El agua de reservorio que ha sido filtrada, pasa a la caseta de riego, donde se distribuye por las líneas de goteo a los invernaderos. Cuando hay sobrepresión en la tubería, el agua que se encuentra en la caseta de riego, retorna al reservorio por un conducto.

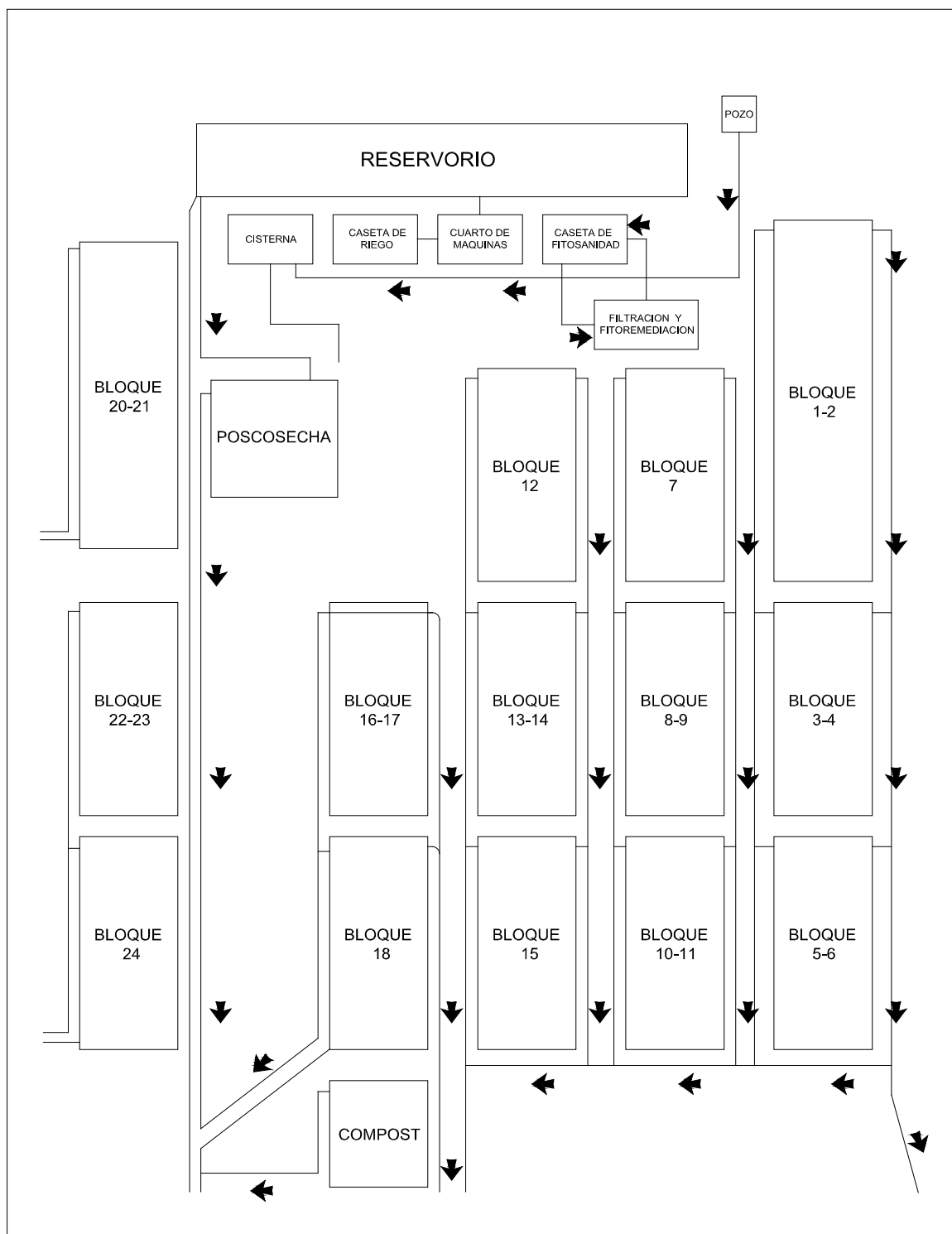
En el reservorio hay un canal para el desfogue de agua cuando ésta sobrepasa el nivel de la capacidad de almacenamiento del reservorio. Este canal para desfogue de agua converge en el canal de salida del agua de poscosecha.

12.1.1. Flujo de Agua del Reservorio

RESERVORIO



12.1.2. Esquema del Flujo de Agua “La Empresa Florícola”



El agua residual proveniente del proceso de fitosanidad pasa subterráneamente por un conducto a un sistema de filtración (1,20m de profundidad) con carbón activado, de ahí pasa a un pozo purificador mixto, en el cual se aplica fitoremediación con carrizos los cuales extraen y asimilan agentes tóxicos presentes en el agua residual del área de fitosanidad.

El agua que ha sido fitoremediada sale a través del cuarto canal principal de desagüe, en donde se mezcla con el agua residual procedente de los invernaderos. Este sistema de filtración está funcionando desde hace un año.

A lo largo de la finca existen diez canales principales de desagüe para aguas residuales:

1. El primer canal descarga agua residual de los invernaderos (bloques 20-21), desemboca hacia la parte exterior norte de la propiedad. Este canal no tiene continuidad en el interior de la finca sino por afuera, ya que el agua de los invernaderos (bloque 22-23, 24) también desemboca afuera por la parte norte de la finca.
2. El segundo canal descarga agua residual del proceso de poscosecha y eventualmente agua del reservorio (si sobrepasa el nivel de almacenamiento), además agua residual de los invernaderos (bloques 20-21, 22-23, 24). A éste canal converge un tercer canal de agua residual proveniente de los invernaderos (bloques 16-17, 18, área de compostaje).
3. El cuarto canal descarga agua residual de los invernaderos (bloques 16-17, 18, área de compostaje).
4. El quinto canal descarga agua residual de los invernadero (bloques 12, 13-14, 15).
5. El sexto canal descarga agua residual de los invernaderos (bloques 12, 13-14, 15).
6. El séptimo canal descarga aguas residuales de los invernaderos (bloques 7, 8-9, 10-11) y adicionalmente el agua que ha sido fitoremediada por carrizos.
7. El octavo canal descarga aguas residuales de los invernaderos (bloques 7, 8-9, 10-11).
8. El noveno canal descarga aguas residuales de los invernaderos (bloques 1-2, 3-4, 5-6).
9. El séptimo canal descarga agua residual de los invernaderos (bloques 1-2, 3-4, 5-6).
10. El décimo canal descarga agua residual de los invernaderos (bloques 1-2, 3-4, 5-6).

Existe un canal secundario transversal a la finca, en el cual convergen las aguas residuales de los literales 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10.

Nueve de los diez canales desembocan sus aguas residuales en un reservorio posterior a la finca, el cual está actualmente abandonado, pese a que antiguamente servía como fuente de abastecimiento para el riego en una florícola postrera a ésta. Alrededor de éste reservorio abandonado el agua residual corre a través de zanjias y aguas abajo desembocan en el río Pisque.

El agua del sistema de riego que se suministra al cultivo de la plantación, no se incorpora al canal de desagüe, debido a que la aplicación se realiza por goteo, por consiguiente el agua se infiltra en el suelo.

El caudal de las aguas residuales de “La Florícola” es variable y sumamente irregular, debido a que:

- El caudal procedente del área de fitosanidad es relativamente bajo pero constante, aproximadamente de 20L/h, consiste únicamente en el agua que se utiliza para el lavado de los trajes impregnados con fumigantes, que pasa por el sistema de filtros y fitoremediación con carrizos. El lavado de los trajes se realiza todos los días alrededor de las 15h00 y dura entre 45 y 60 minutos.
- El caudal del proceso de poscosecha es irregular, se origina por el cambio y vertido del agua residual (solución hidratante y fumigante) de alrededor de 400 tinajas, los días martes y viernes, desde las 7h00 a 15h00, cambian aproximadamente 50tinajas/hora, equivalente a 3.000L/h.
- El caudal de los invernaderos que resulta del vertido del agua residual (solución hidratante) de aproximadamente 164 tinajas, vierten los 7días/semana, alrededor de las 14h00. Les toma 10 minutos vaciar 9.840L, por lo que el caudal estimado es de 984L/min.
- El caudal de escorrentía se origina al producirse precipitación, el cual es relativamente escaso, ya que la pluviosidad de la zona es de 700mm/año. En los invernaderos entre una nave y otra, existen canaletas por las cuales se recoge el agua de escorrentía y se

depositan sobre los canales de tierra de cada invernadero, existen 31canaletas/invernadero.

12.2. Aspectos a Tomar en Cuenta

El agua residual que produce “La Florícola” es procedente del área de cosecha, poscosecha y fitosanidad. Como se ha explicado anteriormente, el agua que proviene de la caseta de fitosanidad recibe un proceso de filtración con carbón activado y un tratamiento biológico basado en la fitoremediación.

12.2.1. Sistema de Oxigenación

El agua de las tinas de los invernaderos que vierten en los canales de desagüe de la finca, contiene hipoclorito de calcio y ácido cítrico, que en sí no representa un peligro eminente, sin embargo, se puede emplear un sistema de tratamiento que permita que el agua se oxigene, logrando así oxidar los vestigios de cloro activo presentes en la misma.

Los canales de desagüe de la finca son de tierra, por los cuales se vierte la solución hidratante que procede de los invernaderos. El agua residual de éste proceso circula por 5 canales principales que están a lo largo de la finca y un secundario transversal a la misma, en cuya desembocadura convergen 3 de los 5 canales principales.

Actualmente se vierte el agua residual de 6 tinas en los bloques (7 y 12), 10 tinas en los bloques (1 – 2, 20 – 21, 18, 24), 14 tinas de los bloques (3 – 4, 5 – 6, 8 – 9, 10 – 11, 13 – 14, 15, 16 – 17, 22 – 23); son 164 tinas, cada tina tiene 60L, por lo que se descargan diariamente 9.840L en los canales de desagüe, esto representa 68.880L/semanales por invernadero.

Debido a que el caudal que circula por los canales de desagüe es bajo y variable, se sugiere implantar placas de metal a lo largo de los cinco canales de desagüe, de tal manera que tengan una distancia de (2 – 2,5)m entre una placa y otra. Lo que se logra con este

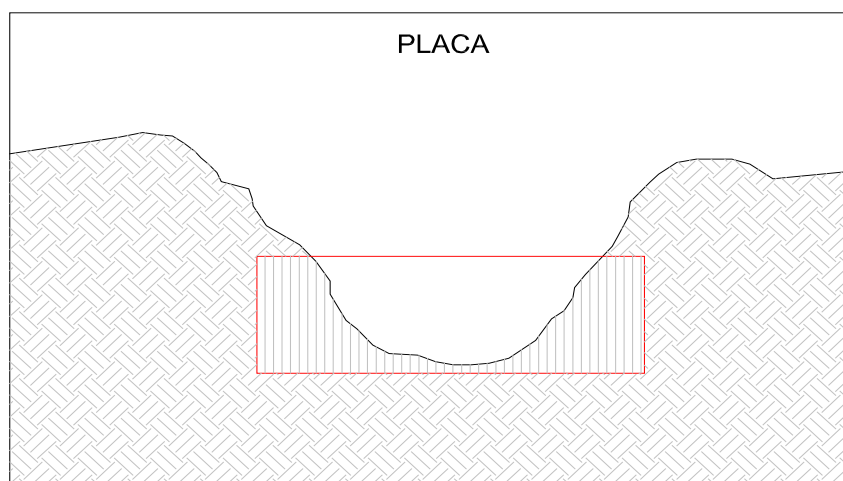
procedimiento es proporcionar suficiente aireación (oxigenar) al agua residual para ayudar a oxidar los vestigios de cloro presente en la misma.

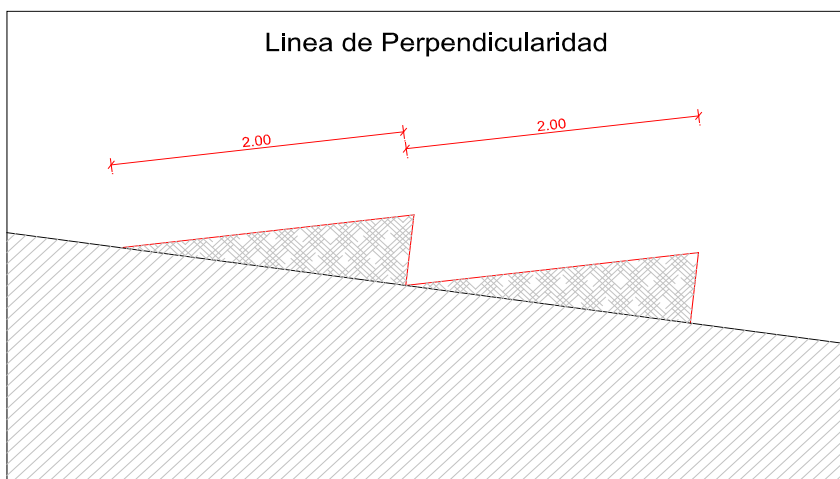
Las placas de metal tendrán un espesor de 4mm y las dimensiones irán de acuerdo a la anchura de cada sección del canal en donde se colocarán las respectivas placas, de tal modo, que el ancho de la placa sea mayor a la anchura del canal, con el fin de que se mantenga firme y tenga suficiente soporte para resistir el caudal de agua. La placa debe quedar a 10cm sobre el nivel del suelo. Claramente se pueden apreciar estas especificaciones en el gráfico (vista frontal del canal).

Evidentemente la tierra que es arrastrada por el canal, va a ser retenida en la placa, formando así una especie de rampa o grada como se ilustra en el gráfico.

El mecanismo de funcionalidad de este sistema consiste, en que una vez que las placas estén clavadas en el canal, de acuerdo a las especificaciones descritas en el inciso anterior, el agua al circular choque contra la placa logrando así una mejor oxigenación, cayendo al otro lado de la placa con mayor cantidad de aire que antes. Este fenómeno produce una disminución de la velocidad del agua, con la cual fluye normalmente por los canales, contribuyendo a alcanzar el mismo propósito.

Vista Frontal del Canal de Desagüe





Vista Lateral del Canal de Tierra

12.3. Sistema de Tratamiento Físico – Químico

Después de haber realizado los análisis pertinentes para la caracterización del agua residual de la florícola, se sugiere la implementación de un sistema de tratamiento aplicable. El sistema de tratamiento que se propone consiste en la construcción de una planta de tratamiento físico-químico.

Los sistemas de tratamiento físico – químico se aplican cuando los agentes contaminantes presentes en aguas residuales son considerables y no pueden recibir tratamiento biológico o físico solamente, por lo tanto, precisa de un tratamiento físico y químico para ser tratado adecuadamente. La finalidad principal que se desea obtener con éste propósito, es proveer de un tratamiento y procesamiento al agua residual para disponer de agua no degradada y que sea posible reciclarla.

En la poscosecha cambian el agua de las tinas 2 veces a la semana. Cuentan con 400 tinas de 60L cada una, por consiguiente, el volumen de agua es de 24.000L/día, el caudal es aproximadamente de 3.000L/h, es decir, les toma 8 horas vaciar el agua residual de las 400 tinas. Esto representa 48.000L/semana.

El diseño de la planta de tratamiento posee las siguientes especificaciones:

- a) Consiste en 4 tanques rectangulares de 20cm de espesor en cada pared, con una capacidad de 27m^3 cada uno, las dimensiones de los tanques son: 5m de largo x 3,6m de ancho x 1,5m de altura.
- b) El material de los tanques es de hormigón con dosificación 1:2:4 (cemento, arena, ripio) más impermeabilizante, los tanques se conectan por un sistema de tubería de HG (hierro galvanizado) y a esto se conectan 3 bombas (1HP). El volumen que descarga el área de poscosecha es 24.000L/día, para descargar en una hora este volumen, la bomba succiona y expulsa el agua con un caudal de 400L/min. equivalente a 7L/s. Es importante instalar un sistema de temporizado para regular los tiempos, de activación de la bomba, mediante una instalación eléctrica a un cajetín temporizado.

El sistema de tratamiento que se propone, está constituido por los siguientes tanques de tratamiento: homogenizador – ecualizador, floculador, sedimentador y filtro. Se puede apreciar el diseño de la planta de tratamiento en el anexo 11.

12.3.1. Tanque Homogenizador – Ecualizador

Tiene la finalidad de recaudar el volumen de las 400 tinas que se descarga durante las 8 horas tanto de los días martes como de los viernes. También cumple con la función de regular el caudal del agua con el que va a trabajar la planta de tratamiento.

12.3.2. Tanque Floculador

Es un tanque en el cual se aplicará un floculador (cal) esto ayuda a la adhesión química de las partículas, aglomerando y formando partículas de mayor densidad (flocs o flóculos) para su posterior decantación, también disocia contaminantes del agua consiguiendo que metales como el cadmio, cobre, cromo, y zinc precipiten.

12.3.2.1. Cadmio⁷⁰

Precipita mejor con cal que con soda cáustica, el pH de precipitación es (9 – 12), requiere de sedimentación y filtración posterior para una buena remoción.

12.3.2.2. Cobre⁷¹

Precipita con cal y soda cáustica, no obstante se prefiere la cal, el pH de precipitación es (9 – 10,3); requiere de sedimentación y filtración posterior para su completa remoción.

12.3.2.3. Cromo total⁷²

El cromo total está compuesto por cromo trivalente y hexavalente. Para una buena remoción se requiere de 3 etapas: reducción de cromo hexavalente a trivalente con ayuda de sulfato ferroso o metabisulfito de sodio, ambos se aplican en seco o en solución. Otra alternativa para la reducción es mediante la aplicación de dióxido de azufre en forma gaseosa. La segunda etapa es la precipitación con pH (8 – 9,5) con la utilización preferencial de cal que de soda cáustica, porque la sedimentación es más eficaz. La última etapa es la remoción mediante filtración.

12.3.2.4. Zinc⁷³

Precipita mejor con cal que con soda cáustica a pH (9 – 11), requiere sedimentación y filtración para una buena remoción.

⁷⁰ Romero, J. 2000. Tratamiento de Aguas Residuales. Teoría y principios de diseño. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Colombia.

⁷¹ IDEM

⁷² IDEM

⁷³ IDEM

12.3.3. Tanque Sedimentador

El sedimentador es un tanque en el cual ingresa el agua con un caudal sumamente bajo, para así proporcionar un tiempo de residencia (2h) suficiente para que flóculos químicos, partículas sedimentables y suspendidas más pesadas que el agua se depositen en el fondo mediante la acción de la gravedad, el lodo acumulado que se ha depuesto en la base del tanque debe ser purgado periódicamente para mayor eficacia en el proceso.

12.3.4. Filtro

Finalmente el filtro compuesto de arena, carbón activado granular y zeolita (en este orden), retienen trazas de materia orgánica, inorgánica, color y olor. De esta manera se obtiene agua clarificada lista para ser descargada.

12.3.4.1. Carbón activado⁷⁴

El carbón activado es un material natural que con millones de agujeros microscópicos atrae, captura y rompe moléculas de contaminantes presentes en un medio. Es utilizado para la remoción de cloro, sabores, olores y químicos orgánicos. El Carbón activado se encuentra en diferentes formas, esta caracterización se debe a la estructura especial de los poros de absorción con la que esta formada. El carbón es sumamente poroso en su superficie, usualmente $400 - 1600\text{m}^2/\text{g}$. El carbón se puede comparar con pequeñas esponjas donde las impurezas son retenidas por los hoyos o perforaciones.

12.3.4.2. Zeolita⁷⁵

Las zeolitas son una familia de minerales aluminosilicatos hidratados, son altamente cristalinos, que al deshidratarse desarrollan en el cristal ideal una estructura porosa con diámetros de poro mínimos de (3 – 10) angstroms. También se dice, que una zeolita es un

⁷⁴ www.monografias.com. Propiedades del carbón activado.

⁷⁵ www.monografias.com. Propiedades de las zeolitas

mineral aluminosilicato cuya estructura forma cavidades ocupadas por iones grandes y moléculas de agua con gran libertad de movimiento que permiten el cambio iónico y la deshidratación reversible. Los adsorbentes microporosos del tipo de las zeolitas LTA son medios altamente eficientes para el desecado, purificación y separación de corrientes de fluidos. Este tipo de materiales también pueden servir como medio para la recuperación y el almacenamiento de un número bastante grande de elementos, por ejemplo, metales pesados e isótopos radiactivos, así como un gran número de compuestos con diversas propiedades químicas y complejidad, es decir, gases de combustión y productos de procesos bioquímico.

12.4. Mecanismo

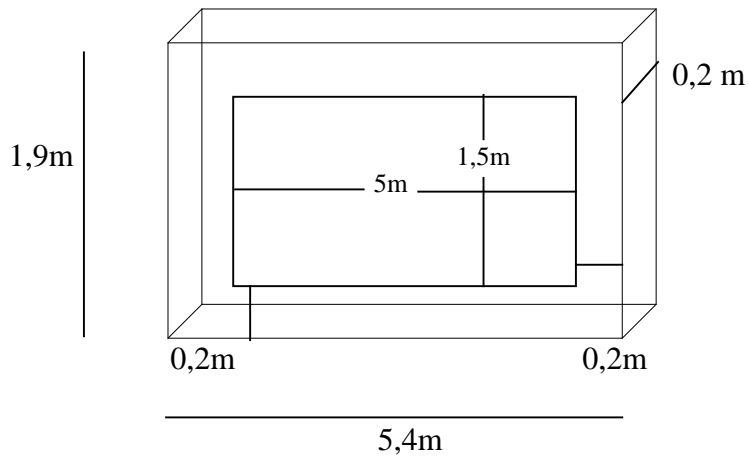
Consiste en pasar el agua residual por un tanque homogenizador – ecualizador en el cual se recolecta el volumen de agua durante las 8 horas que descargan las 400 tinas, el caudal con el que descargan las bombas es 7L/s, pero en este tanque se puede ajustar el caudal con el que se requiere que trabaje la planta, mediante el sistema temporizado que se sugiere instalar. De ahí el agua ingresa al tanque floculador, en el cual, primero se agrega sulfato ferroso para la reducción de cromo hexavalente a trivalente, segundo se agrega cal para aglomerar las partículas en suspensión (coloidales o materiales disueltos) y darles mayor densidad que el agua para que se separen de ella y precipiten. Acto seguido ingresa al tanque sedimentador en el cual permanece el agua con el floculante (cal) durante 2 horas, al término de este tiempo se obtendrá agua clarificada en la parte superior, y lodos sedimentados y depositados en la parte inferior, los cuales deberán ser purgados oportunamente. El agua clarificada pasa finalmente por un tanque con filtro de arena, carbón activado y zeolita, en el cual se retendrán trazas de materia orgánica e inorgánica.

12.4.1. Especificaciones de la Planta

Los materiales que se requieren para llevar a cabo la construcción son:

12.4.1.1. Cálculo del volumen de las paredes del tanque

Pared frontal



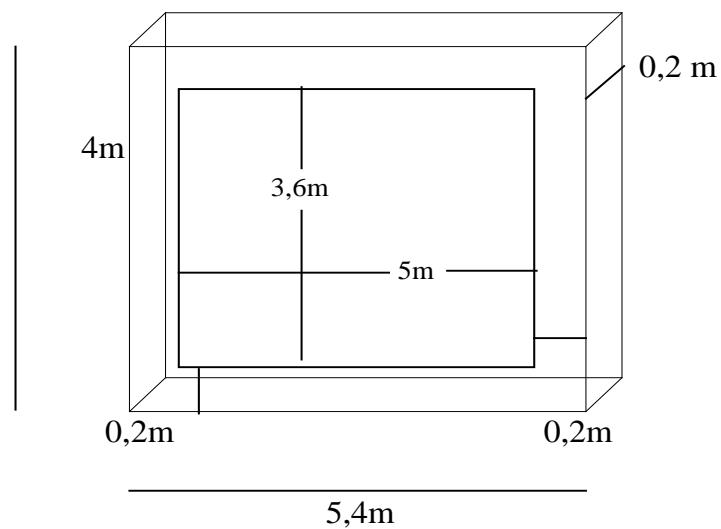
$$\text{Volumen externo} = (5,4\text{m} \times 1,9\text{m} \times 0,2\text{m}) = 2,0\text{m}^3$$

$$\text{Volumen interno} = (5\text{m} \times 1,5\text{m} \times 0,2\text{m}) = 1,5\text{m}^3$$

$$\text{Volumen real tanque} = (2,0 - 1,5)\text{m}^3 = 0,5\text{m}^3$$

$$\text{Volumen de 2 paredes} = (0,5\text{m}^3 \times 2) = 1,1\text{m}^3$$

Pared base



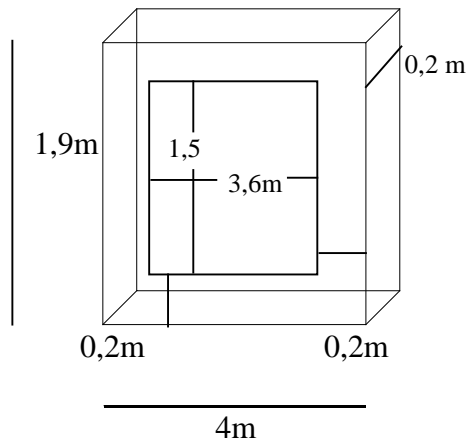
$$\text{Volumen externo} = (5,4\text{m} \times 4\text{m} \times 0,2\text{m}) = 4,3\text{m}^3$$

$$\text{Volumen interno} = (5\text{m} \times 3,6\text{m} \times 0,2\text{m}) = 3,6\text{m}^3$$

$$\text{Volumen real tanque} = (4,3 - 3,6)\text{m}^3 = 0,7\text{m}^3$$

$$\text{Volumen de 2 paredes} = (0,7\text{m}^3 \times 2) = 1,4\text{m}^3$$

Pared lateral



$$\text{Volumen externo} = (4\text{m} \times 1,9\text{m} \times 0,2\text{m}) = 1,5\text{m}^3$$

$$\text{Volumen interno} = (3,6\text{m} \times 1,5\text{m} \times 0,2\text{m}) = 1,0\text{m}^3$$

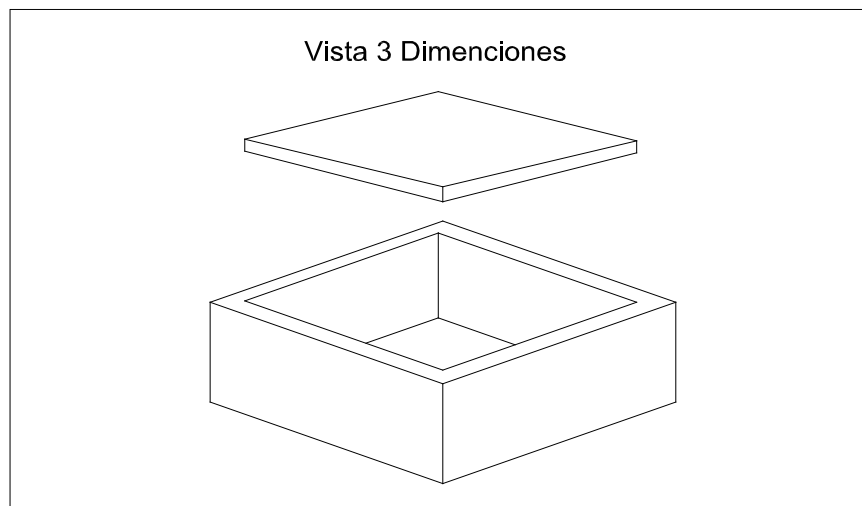
$$\text{Volumen real tanque} = (1,5 - 1,0)\text{m}^3 = 0,4\text{m}^3$$

$$\text{Volumen de 2 paredes} = (0,4\text{m}^3 \times 2) = 0,8\text{m}^3$$

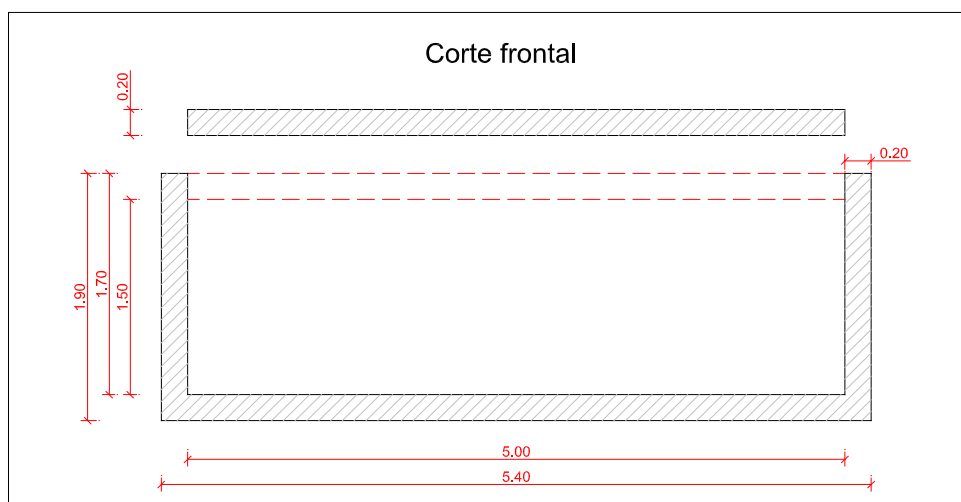
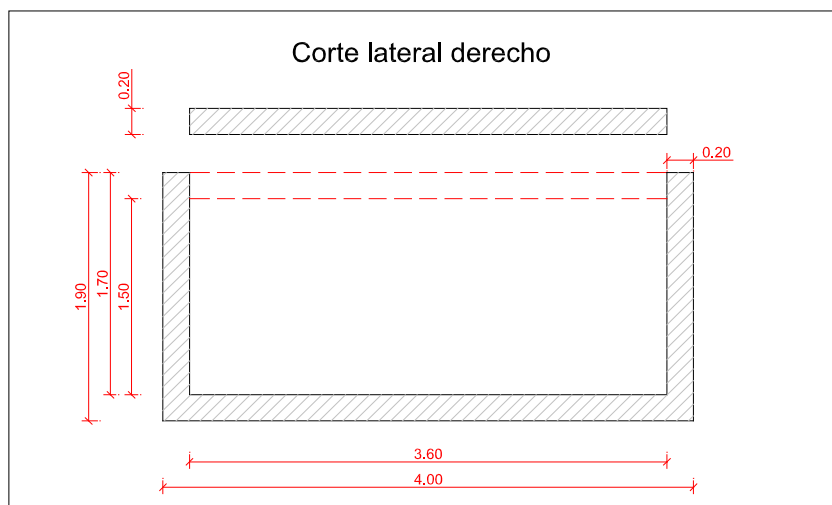
$$\text{Volumen total para 1 tanque} = (1,1 + 1,4 + 0,8)\text{m}^3 = 3,4\text{m}^3$$

$$\text{Volumen total para 4 tanques} = (3,4\text{m}^3 \times 4) = 13,6\text{m}^3 \text{ aproximado a } 14\text{m}^3$$

$$\text{Área de la malla necesaria} = (14\text{m}^3 / 0,2\text{m}) = 70\text{m}^2$$



Vista en 3 Dimensiones de 1 Tanque



12.4.1.2. Materiales para la construcción de los tanques⁷⁶

Cuadro 12.4.1.2.-1. Materiales Construcción de Tanques. UISEK. 2005.		
Materiales	Especificaciones	
Malla R 106	espesor 6 mm, tamaño de poro 15 x 15 cm	
Hormigón	Cemento	la dosificación del volumen tiene la relación 1:2:4 con 35L de agua más impermeabilizante
	Arena	
	Ripio	
	Agua potable	

Fuente: Stephanie Ehmig. UISEK. 2005.

12.4.1.3. Materiales para la conducción del agua⁷⁷

Cuadro 12.4.1.3.-1. Materiales para Conducción Agua. UISEK. 2005.			
Cantidad	Materiales	Diámetro inches	Longitud m
4	Tubos	3	0,80
3	Tubos	3	1,40
3	Tubos	3	0,25
1	Tubo	3	0,50
6	Codos 90°	3	
3	Neplos corrido		0,10

Fuente: Stephanie Ehmig. UISEK. 2005.

Cuadro 12.4.1.3.-2. Equipos para Conducción de Agua. UISEK. 2005.		
Cantidad	Materiales	Especificaciones
3	Bombas	Potencia 1 HP, Qd 400 L/min

Fuente: Stephanie Ehmig. UISEK. 2005.

Qd = caudal de descarga

12.4.1.4. Costos⁷⁸

La inversión que se requiere para llevar a cabo la construcción de esta planta de tratamiento físico – químico, se detalla a continuación:

⁷⁶ Datos a Julio 2005. Colaboración Jorge Paredes. Ingeniero Civil.

⁷⁷ IDEM

⁷⁸ IDEM

Cuadro 12.4.1.4.-1. Precio Materiales, Datos a Julio 2005. UISEK. 2005.				
Cantidad	Unidades	Materiales	Precio Unitario \$	Precio Total \$
84	sacos	Cemento	5,60	470,4
14	m ³	Arena	6,00	84
14	m ³	Ripio	6,00	84
70	m ²	Malla R106	1,60	112
2,94	m ³	Agua potable	5,00	14,7
198,5	m ³	Excavación manual	3,00	595,5
21	Kg	Impermeabilizante	2,50	52,5
			Subtotal	1413,1

Fuente: Stephanie Ehmig. UISEK. 2005.

Cuadro 12.4.1.4.-2. Precio Materiales, Datos a Julio 2005. UISEK. 2005.				
Cantidad	Materiales	Longitud m	Precio Unitario \$	Precio Total \$
2	Tubos	6	78,4	156,8
3	Neplo corrido	0,10	6,6	19,8
6	Codos 90°	-	4,0	24
3	Bomba para agua	-	300	900
			Subtotal	1100,6

Fuente: Stephanie Ehmig. UISEK. 2005.

Cuadro 12.4.1.4.-3. Costo Construcción. UISEK. 2005.	
Subtotal USD	\$ 2.513,70
Mano de obra USD	\$ 6.600,00
Total USD	\$ 9.113,70

Fuente: Stephanie Ehmig. UISEK. 2005.

13. DISCUSIÓN

13.1. Criterio para la Determinación de los Puntos de Muestreo

Es importante conocer la calidad de agua que ingresa al establecimiento, en particular saber qué agentes contaminantes y no contaminantes pueden estar presentes en el agua que se utiliza en la plantación para llevar a cabo los diversos procesos, y de esta forma determinar cuales son originarios del sector y cuales se incorporan en el proceso como consecuencia de la actividad floricultora.

Como se detalla en el capítulo 12, subcapítulo 12.1. del balance hídrico de “La Empresa Florícola”. Las fuentes de agua que alimentan al reservorio para el sistema de riego en la finca son: agua del canal de riego de la comuna, agua de pozo, y agua del canal de escorrentía.

Por el contrario existen cinco canales principales de desagüe, por los que sale de la finca el agua residual de los procesos de cultivo y poscosecha, y el agua tratada (fitoremediación). También existe un canal del cual sale directamente afuera de la finca por el lado sur, el agua que circula por allí recorre una trayectoria por una zanja externa a la plantación. Esta zanja se encuentra a ambos bordes de la calle empedrada.

Los puntos de muestreo están situados en 6 lugares estratégicos:

- a) A la salida del agua de Pozo.
- b) En el centro del Reservorio.
- c) A la salida de la Poscosecha.
- d) A la salida de la caseta de Fitosanidad, o entrada de la Fitoremediación.
- e) A la salida de la Fitoremediación.
- f) Al final del quinto canal principal, donde convergen las aguas residuales vertidas de 9 invernaderos.

Estos puntos son los más representativos para evaluar y caracterizar el comportamiento del agua en esta propiedad.

- a) Para evaluar las características propias del agua de pozo que no solo alimenta el reservorio, sino que también se desplaza directamente a la cisterna, la cual abastece de agua a los procesos de poscosecha, es allí donde radica la importancia de determinar lo que está ingresando a la poscosecha, es por ésta razón que se resolvió tomar una muestra de sondeo del agua de pozo. Además porque “La Empresa Florícola” carece de un análisis actual del agua de pozo. Los resultados obtenidos en el análisis de laboratorio nos sirve como un parámetro de referencia y comparación de los contaminantes propios del agua de pozo y los que se incorporan en el proceso de la poscosecha.
- b) El agua de reservorio constituye una muestra representativa de la mezcla de agua del canal de riego de la comuna, agua de escorrentía y de pozo, la cual se utiliza para el riego de la cosecha en la plantación. Para conocer sus características se precisó tomar una muestra de sondeo del agua en el centro del reservorio, siendo concretamente allí donde se homogeniza la muestra.
- c) El procedimiento de la poscosecha es una actividad que genera contaminación, por el uso de sustancias contaminantes en el agua. Esta agua no recibe tratamiento alguno, es por ello, que es indispensable que se realice un monitoreo mediante la toma de muestras compuestas del agua residual resultante, para determinar su composición y la concentración de los contaminantes. Se debe tomar las muestras a la salida de la poscosecha y no al final del canal por el cual circula, debido a que allí se mezcla con el agua residual de tres invernaderos, razón por la que los contaminantes se diluirían registrando una concentración no real. Se resolvió tomar cinco muestras por razones de costo en los análisis. Las muestras deben ser compuestas debido a que el caudal de la poscosecha es bastante irregular, es por esta razón que se puede presentar una variación de los contaminantes en espacio y tiempo. En el proceso de poscosecha además del uso de cloro y ácido cítrico para la preparación de la solución hidratante, utilizan para el control de plagas: fumigantes para dar baños de inmersión a los botones y detergentes para rociar el follaje. Como se ha indicado anteriormente, la solución hidratante está compuesta por $1\text{cm}^3/\text{L}$ de hipoclorito de calcio y $4\text{cm}^3/\text{L}$ de ácido cítrico, esto quiere decir que 1 tina con 60L de agua contiene 60cm^3 de cloro, cada dos días preparan esta solución para 400 tinas, las cuales se vierten dos veces por semana, por lo tanto en cada descarga hay 24L de cloro, esto representa 48L de cloro

semanales. El agua que se vierte por los sifones a la salida de la poscosecha tiene un ligero olor perceptible, es líquida, ligeramente blanca a veces y otras con tonalidades cafés, con sólidos en suspensión, esto se debe a que el agua a su paso, arrastra suelo y sedimentos del canal de tierra, es más notorio cuando hay un caudal abundante. Con la toma de la muestra de sondeo del agua que ingresa a la poscosecha (pozo), se pueden comparar los contaminantes propios del agua y los que se incorporan por los procesos que realizan en la poscosecha.

- d) La fumigación constituye un procedimiento altamente contaminante, el momento de su aplicación los fumigantes se fijan sobre el material de los trajes de protección personal, quedando completamente impregnados de contaminante. Los trajes son lavados en la caseta de fitosanidad. El agua que se utilizó para este propósito tiene una apariencia sumamente turbia, ligeramente espesa, mal oliente y blanquecina. Se estableció tomar una muestra de sondeo en este punto, porque esta agua recibe tratamiento biológico.
- e) Como se ha descrito ya, del proceso del tratamiento biológico con plantas, que recibe el agua contaminada del proceso de fitosanidad, se obtiene agua clarificada, líquida, inodora, y presenta una tonalidad ligeramente amarilla. Para determinar la eficacia del sistema de filtración y fitoremediación se concluyó que se debe tomar una muestra de sondeo a la salida del proceso de filtración (carbón activado) y fitoremediación (carrizos).
- f) Finalmente se resolvió tomar una muestra de sondeo al final del quinto canal principal de desagüe, porque justamente ahí converge el agua residual de 9 invernaderos, que fue utilizada en la preparación de la solución hidratante para la flor cortada. Como se describió en el literal (d), la solución hidratante está compuesta por $1\text{cm}^3/\text{L}$ de hipoclorito de calcio y $4\text{cm}^3/\text{L}$ de ácido cítrico, esto quiere decir que una tina contiene 60cm^3 de cloro, diariamente en cada invernadero se prepara esta solución para 164 tinas, es decir, la concentración asciende a 9.840cm^3 de cloro. Al final del quinto canal de desagüe converge el agua residual de 9 invernaderos, lo que significa que se preparan 106 tinas de las cuales se vierten 6,36L de cloro diarios, en una semana se descarga 44,5L de cloro. Por lo tanto, se pretende determinar si la concentración de cloro activo que presenta la muestra es tóxica o no.

13.2. Criterio para la Selección de los Parámetros a Analizar

Para cumplir con el objetivo de caracterizar el agua de la plantación, se seleccionaron los siguientes parámetros que determinan tanto la calidad del agua como el índice de contaminación:

Cuadro 13.2.-1. Parámetros Seleccionados. UISEK. 2005.	
PARÁMETROS	PARÁMETROS
Sólidos Suspendidos	Cloro Activo
Sólidos Totales	Cobre
Turbidez	Zinc
Sulfatos	Cadmio
Fosfatos	Cromo Total
Nitritos	Demanda Química de Oxígeno
Nitratos	Plaguicidas (Organo clorados, Organofosforados, Carbamatos)
Nitrógeno Amoniacal	

Fuente: Stephanie Ehmig. UISEK. 2005.

- Los sólidos suspendidos y totales que se propusieron en el análisis, se debe a que el agua residual circula por canales de tierra, que carecen de un tratamiento impermeabilizante alguno, además que el tipo de suelo del sector de la plantación es limo – arenoso. La turbidez está directamente relacionada con la concentración de sólidos suspendidos presentes en el agua. Adicionalmente el resultado de la concentración de sólidos suspendidos y totales, y la turbidez denotan la calidad del agua y si se requiere la implementación de un floculador y sedimentador en la planta de tratamiento que se propone.
- Los sulfatos es importante analizarlos en el agua residual de la propiedad para determinar los niveles de azufre que presenta el agua. Los cuerpos de agua requieren azufre en cantidades moderadas, ya que su exacerbación ocasionarían estados de eutrofización elevados en cuerpos de agua.
- Se precisó analizar fosfatos para determinar indirectamente la existencia y concentración de detergentes y fertilizantes. También porque el fósforo contribuye a la eutrofización en cuerpos de agua.

- El nitrógeno se encuentra en las aguas residuales de forma orgánica e inorgánica. De forma inorgánica se presenta como ión amonio, nitritos y nitratos. Las sales de amonio constituyen la forma principal del nitrógeno inorgánico, y son los responsables de la demanda de oxígeno del agua. Es por ello que la determinación de la demanda química de oxígeno está en directa relación con la concentración de nitrógeno amoniacal. Además que el DQO, determina la demanda de oxígeno necesario para la materia orgánica e inorgánica susceptible a oxidación. El nitrato especialmente al estar en contacto con animales y seres humanos, se reduce a nitritos por el intestino, el cual es asimilado por la sangre, los nitritos tienen mayor afinidad con la hemoglobina de la sangre que el mismo oxígeno, razón por la cual lo reemplaza, esto produce asfixia presentando una tonalidad azul. A esto se debe la importancia de determinar las concentraciones de nitratos.
- El cloro activo en altas concentraciones es carcinógeno para los seres humanos, además es el causante de enfermedades al corazón y de efectos de envejecimiento prematuro. Esta constituye una razón suficiente para determinar si la finca aporta con niveles elevados de cloro en sus descargas líquidas.
- Muchos plaguicidas están hechos a base de cobre y zinc. Estos dos metales no tóxicos por separado no presentan problemas, de hecho, el ecosistema requiere pequeñas cantidades de éstos metales como micronutrientes, pero al estar juntos presentan un efecto sinérgico tóxico para muchas especies biológicas.
- Tanto el cromo como el cadmio son metales tóxicos, mejor conocidos como metales pesados que inclusive a bajas concentraciones son perjudiciales para los organismos vivos, debido a que se bioacumulan y biomagnifican con gran eficiencia en los tejidos de organismos vivos. Este fenómeno se extiende a lo largo de la cadena trófica teniendo la mayor acumulación las especies que se encuentran al final de la cadena. En el pasado, varios compuestos de zinc, cobre, arsénico, mercurio, cromo y otros metales fueron usados como principios activos de los plaguicidas, en general el uso de plaguicidas inorgánicos no es tan amplio como antes. El cadmio se utiliza como aditivo de plásticos, considerando que las tinas en las que se prepara la solución hidratante tanto en la cosecha como en la poscosecha son plásticas, constituye una

razón fundamental para haber sido analizado. Lo que se desea determinar es si alrededor de 564 tinas liberan cadmio en el agua residual.

- Plaguicidas como los órgano clorados son persistentes durante largos períodos en el ambiente. Tienen efecto acumulativo y sinérgico, por lo que son bioacumulativos, teratogénicos y oncogénicos. Algunos de estos compuestos han sido restringidos debido a la toxicidad con que afecta a los organismos que no se quiere eliminar, y a que algunas especies blanco se vuelven resistentes. Por lo tanto es importante saber si se utilizan o no plaguicidas altamente tóxicos y cuál es su comportamiento y persistencia.

13.3. Criterio para la Selección del Material del Envase Recolector

El material del envase seleccionado para la recolección de muestras es el vidrio, no se recomienda utilizar plástico porque en él se polimerizan ciertas sustancias, es decir, que pueden ser retenidas sustancias como metales y fosfatos con el potencial de contaminar muestras futuras que sean recogidas en los mismos recipientes plásticos, y alterar la concentración de otros componentes de la muestra, que registrarán valores adulterados. En el anexo 13, está claramente identificado el material del envase recomendable para recolectar la muestra de acuerdo al parámetro de interés que se desee determinar.

13.4. Criterio para la selección de la Normativa Ambiental

La selección de la normativa ambiental aplicable se hace de acuerdo con las regulaciones legales existentes que se ejecutan en una determinada localidad con jurisdicción sobre la misma. En este caso debería regir la Ordenanza del Ilustre Municipio de Pedro Moncayo, mismo que se encarga de regular las descargas líquidas con carga combinada, producidas por la actividad floricultora del cantón.

Al realizar un análisis comparativo de la presente Ordenanza Municipal del cantón Pedro Moncayo con el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS), se pudo determinar que la norma técnica aplicable para establecer los parámetros que exceden los

límites permisibles de descarga en cuerpos de agua receptores, en relación con el agua residual que descarga “La Empresa Florícola”, es el TULAS. Al parecer la Ordenanza no está actualizada por presentar valores en los límites máximos permisibles superiores, o menos estrictos a los que establece el TULAS, razón por la cual la presente tesis se rige por el TULAS.

13.5. Línea Base

Este subcapítulo evalúa el comportamiento propio que tiene el agua que ingresa a la propiedad y el agua resultante de los procesos que se llevan a cabo en planta, para identificar y determinar los contaminantes originarios y los que se incorporan o incrementan a causa de la actividad florícola. Este paso constituye un pilar fundamental para la caracterización del agua del establecimiento. Aquí se presentan las características originales del agua que ingresa a la florícola, los cuales sirven como punto de partida para la determinación de los agentes contaminantes que son propios y los que son incorporados y/o incrementados en el proceso.

Como se puede apreciar en el capítulo 10. De acuerdo al resultado de los análisis realizados últimamente, se obtuvo lo siguiente:

13.5.1. Agua de Pozo Vs. Agua Residual de Poscosecha

El agua de pozo que es la que se utiliza para realizar los procedimientos en la poscosecha, es agua clara, presenta un pH casi neutro, baja conductividad, ausencia de sólidos suspendidos a pesar de que existen sólidos totales. Presenta también una baja concentración de sulfatos, fosfatos, nitrógeno amoniacal, DQO y nitritos, no obstante la concentración de nitratos es mayor en ésta agua que en la residual. Hay ausencia de compuestos órganofosforados y carbamatos, y concentraciones no detectables por los equipos de medición de metales como cobre y cromo total, mientras que el zinc y el cadmio son metales propios de ésta agua.

Por el contrario el agua residual del proceso de poscosecha, es agua ligeramente blanquecina unas veces y otras presenta tonalidades cafés (suelo del canal arrastrado por el agua). Presenta un pH a veces ligeramente ácido y otras un poco básico, sin embargo se encuentra dentro del rango permisible de la norma. La conductividad es el doble y hasta casi el triple que en el agua de pozo, la concentración de sólidos suspendidos y totales aumenta considerablemente, en consecuencia la turbidez también. Los sulfatos y fosfatos también incrementan notablemente su concentración. Los nitratos disminuyen mientras que los nitritos aumentan conjuntamente con el nitrógeno amoniacal y el DQO. Las concentraciones de metales como el zinc y cobre permanecen casi inmutables, por el contrario el cadmio duplica su concentración y el cromo también aumentó su concentración. Los compuestos órganofosforados casi son despreciables a diferencia de los carbamatos como el Methomyl que presenta concentraciones que exceden ligeramente la norma. Esto quiere decir que el proceso de poscosecha si genera contaminación en el agua.

13.5.2. Agua de Pozo Vs. Agua de Reservorio

Al hacer un análisis comparativo con los resultados obtenidos de los análisis del agua de pozo con el agua de reservorio, presentan condiciones muy similares, a diferencia de ciertos parámetros las concentraciones son muy análogas. Los parámetros que difieren levemente son los fosfatos, sulfatos, nitritos, nitratos, sólidos suspendidos y turbidez. Hay que tomar en cuenta que el pH del agua de pozo tiende a ser ligeramente ácida, por el contrario el pH del agua de reservorio tiende a la alcalinidad.

En definitiva el agua de pozo tiene características más puras que el agua de reservorio, con esto se pretende esclarecer que el agua que proviene del canal de la comuna de Tabacundo, no tiene tan buenas características como la de pozo, es por ello que al mezclarse ambas en el reservorio, el agua de reservorio mejora sus propiedades.

13.5.3. Agua de Pozo Vs. Agua Residual de Invernaderos

El agua de pozo también es utilizada para la preparación de la solución hidratante de la flor en los invernaderos. Como se ha explicado antes, la solución hidratante está compuesta

principalmente por cloro, al comparar ésta agua con la de pozo, se determina que la concentración de cloro permanece asidua. Por lo demás, se aprecia una disminución en la conductividad y sólidos totales en el agua de pozo. En cambio en el agua de los invernaderos se observa un incremento en sulfatos, nitratos, ligeramente en nitritos, fosfatos, nitrógeno amoniacal y los sólidos suspendidos por consiguiente en la turbidez. En cuanto a compuestos órganofosforados el agua de los invernaderos presenta trazas, y una baja concentración de compuestos carbamatos.

13.5.4. Agua Residual de Fitosanidad Vs. Agua Fitoremediada

Se debe hacer un hincapié con respecto al análisis de agua residual procedente del lavado de los trajes en la caseta de fitosanidad con respecto a ésta misma, después de haber pasado subterráneamente por un sistema de filtración y bioremediación con plantas (carrizos), ya que, en el agua de fitosanidad se encontraron bajas concentraciones de compuestos órganofosforados que no excede la norma. Por el contrario, el agua fitoremediada presenta una concentración considerable de fungicidas y trazas de compuestos carbamatos. Es decir, que no hay un parámetro de referencia con el cual se pueda realizar una comparación y evaluación de la eficacia del tratamiento biológico. Estos resultados pueden deberse a que los carrizos son más afines a unas sustancias que a otras. También a la utilización, dosificación y frecuencia de unos fumigantes y de otros no, que va acorde con el plan de fumigación. Otra causa puede ser la fecha de la toma de muestras, el período de tiempo entre la una y la otra es de 64 días, pudiendo tener relación directa con la utilización de cierto tipo de fumigantes el 29/Abril/05 con los que se aplicaron el 01/Julio/05.

14. CONCLUSIONES

- Los datos tomados in situ y aquellos medidos en el laboratorio, pueden presentar ciertas variaciones debido a: condiciones meteorológicas, corto período de muestreo, fallos en los procedimientos de análisis o manipulación de las muestras.
- Los parámetros que superan la normativa ambiental para descargas residuales (TULAS) son: Cromo total, Cobre, Zinc, Cadmio, Methomyl (compuesto activo órganofosforado).
- En cuanto a los parámetros restantes no se puede determinar si exceden o no la normativa, debido a que no están contemplados en ésta, por lo tanto no existe un parámetro de referencia para efectuar una comparación.
- De acuerdo con los análisis realizados en la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica, se ratifica que “La Empresa Florícola” no hace uso de plaguicidas órganoclorados. Únicamente se pudo encontrar trazas en algunos casos de plaguicidas órganofosforados, fungicidas y carbamatos, muchos de los cuales presentan concentraciones bajas, casi despreciables y otros ni siquiera alcanzan el límite de cuantificación por poseer concentraciones minúsculas.
- Como se indica en el anexo 12, se puede apreciar la lista de productos agroquímicos que se utilizan en planta conjuntamente con su ingrediente activo. Al chequear detenidamente la lista de agroquímicos, se notará que muchos de los ingredientes activos de cada producto no aparecen en los análisis de la CEEA, sin embargo, aparecen los nombres de otros que ni si quiera utilizan en ésta plantación. Esto puede deberse a que los contaminantes migran del suelo por acción del viento y/o del agua, de otras florícolas cercanas a esta.
- Haciendo referencia al inciso anterior, esto implica proporcionar tratamiento a los compuestos orgánicos e inorgánicos.

- Tomando en cuenta los resultados obtenidos, se debe eliminar sólidos suspendidos mediante floculación y sólidos totales a través de un proceso de sedimentación.
- De acuerdo al análisis del índice de la calidad de agua, se calculó un valor 55,1 que indica que hay contaminación en el agua residual del área de poscosecha, y de acuerdo al valor estimado del índice de la contaminación del agua con respecto al caudal, quiere decir que la carga contaminante es de 13.295,7L/h.
- La poscosecha es una actividad que incorpora e incrementa sustancias contaminantes al agua.
- Las concentraciones de algunos compuestos del agua de pozo, que se han visto notablemente afectadas por los procedimientos de poscosecha son:
 - 1) La Conductividad Eléctrica pasa de 340 a 708,8uS/cm
 - 2) Los Sólidos Suspendidos pasan de 14 a 632ppm
 - 3) Los Sólidos Totales pasan de 40 a 900ppm
 - 4) La Turbidez pasa de 0 a 205FTU
 - 5) Los Sulfatos pasan de 6 a 75ppm
 - 6) Los Nitritos pasan de 0,007 a 1,51ppm
 - 7) Los Fosfatos pasan de 12,4 a 57,7ppm
 - 8) El Cromo Total pasa de ND a 1,45ppm
 - 9) El Nitrógeno Amoniacal pasa de 6 a 875ppm
 - 10) El DQO pasa de 100 a 630ppm
- En conclusión, los parámetros que se incrementan debido al proceso de la poscosecha son: Conductividad Eléctrica, Sólidos Suspendidos, Sólidos Totales, Turbidez, Sulfatos, Nitritos, Fosfatos, Cromo Total, Nitrógeno Amoniacal y Demanda Química de Oxígeno.
- Por lo tanto los parámetros propios del agua de pozo son: Nitratos, Cobre, Cadmio y Zinc. Parámetros como éstos y otros, reportan pequeñas fluctuaciones:

- 1) El pH pasa de 7,5 a 8,1
- 2) La Temperatura pasa de 17,3 a 18,1°C
- 3) Los Nitratos pasan de 2,7 a 3,9ppm
- 4) El Cobre pasa de ND a 0,2ppm
- 5) El Zinc pasa de 3,4 a 3,8ppm

- Lo que quiere decir que el resto de parámetros se incorporan en el proceso de la poscosecha.
- Se desea dar un énfasis especial al cadmio, porque al ser un metal pesado y tóxico propio del agua de pozo, su concentración se duplica en el agua residual de la poscosecha; pasando de 0,26ppm en el agua de pozo a 0,53ppm en el agua de poscosecha. Este aumento de concentración puede deberse a que el contenido de cadmio como constituyente de las tinas plásticas a causa del tiempo de uso, se ha desprendido e incorporado en el agua residual.
- El tiempo de muestreo aproximado de un mes y medio (8/Abr/05 a 20/May/05), puede ser muy relativo para la continuidad que requiere una caracterización de ésta índole.
- Como se indica a continuación, se puede observar las fluctuaciones que presentan ciertos parámetros que han sido tomados durante el período de muestreo con respecto al tiempo:
 - a) El caudal presenta inicialmente un comportamiento estable pero después presenta variaciones bruscas; esto se debe a los horarios irregulares del cambio y vaciado de las tinas.
 - b) El pH y la Temperatura presentan una ligera variación, no significativa en realidad.
 - c) La Conductividad presenta un comportamiento variable, inicialmente es alto, luego desciende considerablemente para nuevamente ascender, y finaliza descendiendo. Este comportamiento tiene relación directa con la temperatura, cuando ésta aumenta hay mayor solubilidad de sales, en consecuencia un aumento de la conductividad.

- d)** Los Sólidos Suspendidos al igual que los Totales presentan una disminución gradual desde el punto de partida (moderado – alto), este comportamiento tiene relación directa con el caudal, es decir que a mayor caudal, mayor cantidad de sólidos son arrastrados del canal de tierra, y viceversa.
- e)** La Turbidez presenta una fuerte variación, inicialmente es moderada, se intensifica debido a la presencia de partículas en suspensión, pero termina decreciendo.
- f)** Los Sulfatos inician con una concentración baja, presentan una pequeña disminución, luego un gran aumento que termina reduciéndose casi hasta el nivel inicial. El comportamiento que se describe, puede deberse a la presencia de materia orgánica del suelo, ó de detergente que es utilizado en la poscosecha.
- g)** Los Nitratos presentan un aumento progresivo desde el punto de partida (bajo) debido a la incorporación de fertilizantes en el suelo, los cuales al estar en contacto con el agua, son arrastrados por ésta.
- h)** Los Nitritos presentan una concentración baja, la cual disminuye notoriamente, y luego se eleva ligeramente. Este comportamiento puede deberse a que el nitrógeno proveniente de los fertilizantes, se encontraba mayoritariamente en forma de nitratos.
- i)** Los Fosfatos presentan una concentración baja, la cual se eleva significativamente, después disminuye hasta el nivel inicial y vuelve a elevarse ligeramente. Esta variación puede deberse a la presencia de detergentes, que se utiliza en la poscosecha para el lavado del follaje.
- j)** El Cromo tiene una concentración inicial baja, presenta una ligera fluctuación y finalmente se mantiene asidua. Este cambio puede deberse al uso de algún producto agroquímico hecho a base de compuestos inorgánicos, ó a la migración del mismo desde una fuente cercana, como producto del uso en florícolas aledañas a la finca, ó puede estar presente en el suelo del establecimiento.
- k)** El Cobre tiene una variación diminuta en un rango muy pequeño, verdaderamente insignificante. La variación puede deberse al uso de plaguicidas inorgánicos, ó a la

migración de este elemento desde otras fincas, ó puede estar presente en el suelo del establecimiento.

- l)** El Zinc presenta una concentración baja, que disminuye y prácticamente se mantiene, y finalmente se incrementa hasta el nivel inicial. Esto puede deberse a la utilización de algún producto agroquímico inorgánico, ó a la migración de este elemento desde otras fincas, ó puede estar presente en el suelo del establecimiento.
- m)** El Cadmio tiene una concentración inicial moderada, la cual incrementa levemente su concentración, luego disminuye gradualmente y finaliza con un ligero aumento. Esta fluctuación puede deberse a un desprendimiento de este elemento contenido en las tinas plásticas.
- n)** El Nitrógeno amoniacal tiene una baja concentración, presenta una leve fluctuación dentro de un rango promedio, sin embargo se dispara en uno de los días de toma de muestra y termina descendiendo hasta mantenerse dentro del rango. Este comportamiento puede deberse a las diferentes formas en las que se manifiesta el nitrógeno procedente de la aplicación de fertilizantes en el suelo.
- o)** El DQO tiene una concentración inicial elevada que va decreciendo progresivamente. Este efecto puede deberse a la concentración de nitrógeno amoniacal presente en el agua residual, siendo el responsable directo de una alta o baja demanda química de oxígeno, y a la presencia de materia orgánica e inorgánica susceptible a oxidación que se encuentra en el agua residual.
- En definitiva, hay ciertos parámetros en los que su concentración inicial es baja – moderada, en algún momento incrementa notablemente su concentración, y finalmente termina descendiendo hasta llegar al nivel inicial; esto puede deberse a que por lo general la concentración de estos parámetros se diluye al combinarse con agua lluvia o porque se ha mezclado con agua del invernadero (bloques 20-21), o simplemente que debido al bajo nivel de caudal con el que circula, termina infiltrándose en el suelo.

- Los productos agroquímicos que son utilizados en planta, poseen categoría toxicológica III (ligeramente peligrosos) o IV (franja verde)⁷⁹, a excepción de unos cuantos que tienen categoría toxicológica II (moderadamente peligrosos) como son: Confidor, Mesurol, Metasistox, Regent, Nakar, Prosper y Vertimec.⁸⁰
- “La Empresa Florícola” se preocupa por la Seguridad Industrial de sus empleados, ya que facilitan y promueven el uso de aditamentos de protección personal, como es el caso de la aplicación de productos fitosanitarios (agroquímicos).
- “La Empresa Florícola” posee una amplia conciencia ambiental, ya que da apertura a mejoras e innovaciones en el manejo sustentable y adecuado de los recursos naturales.
- La planta de tratamiento que se propone es mediana, no genera impactos negativos de consideración, debido a que su construcción es sencilla, por lo que no requiere de personal técnico o especializado para su operación.
- Los impactos que genera este proyecto, son netamente positivos, ya que el implementar una planta de tratamiento, representa una oportunidad de mejora para la calidad del agua y constituye un excelente modelo a seguir para las demás plantaciones.
- La presente tesis constituye una base guía para estudios posteriores, tanto para la profundización del mismo, como para la implementación del sistema de tratamiento que se plantea, el cual es un modelo básico aplicable para cualquier tipo de empresa que se dedica al cultivo de rosas.
- “La Empresa Florícola” da apertura y posee una amplia conciencia ambiental, es por ello que pretende mitigar los efectos que producen los agentes contaminantes en el medio, procurando implementar a futuro un manejo adecuado de sus descargas líquidas.

⁷⁹ Vademécum Agrícola. 2004. Octava edición. Edifarm. Ecuador.

⁸⁰ Thomson, W. 2001. Agricultural Chemicals, Book I – Insecticides. Thomson Publications. USA, Thomson, W. 2000. Agricultural Chemicals, Book IV – Fungicides. Thomson Publications. USA.

15. RECOMENDACIONES

- De acuerdo con los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio, es preciso que se construya un sistema de tratamiento como el que se propone en el capítulo 12, para tratar el tipo de agua residual que produce “La Empresa Florícola”, previo a su descarga.
- No se recomienda que el agua residual de la poscosecha sea tratada únicamente con un sistema biológico como son la bioremediación (microorganismos) o la fitoremediación (plantas), porque los constituyentes que presenta el agua no serían completamente saneados, es por ello que se recomienda la aplicación de un tratamiento físico – químico.
- A pesar de las especificaciones que se describen para la construcción de la planta de tratamiento, se debe consultar con un especialista que será el encargado de realizar estudios topográficos de la zona para su emplazamiento y diseño final.
- Es aconsejable dar tratamiento al agua residual de la poscosecha, antes de que ésta se mezcle con el agua de los invernaderos. Se recomienda que la planta de tratamiento se construya detrás del área de poscosecha, ya que cuenta con suficiente espacio para la construcción de la misma.
- Para regular el caudal en la planta de tratamiento, se debe instalar un sistema de temporizado que regula el tiempo con el que se desea que la bomba descargue el volumen de agua de un tanque a otro. Sobre todo para el ingreso y salida de agua del tanque de sedimentación se debe ajustar el tiempo, de tal forma que el tiempo de residencia sea de 2 horas, tiempo suficiente para que precipiten los flóculos formados en el tanque de floculación.
- Los lodos residuales que se acumulan y depositan en la cámara de sedimentación deben ser extraídos periódicamente, cuando alcancen una altura de 35cm en cada tanque, esto representa $6,3\text{m}^3$ de lodos. Se los puede extraer contratando un servicio de tanques extractores, de esta manera se encargarán de la disposición final de los mismos.

- Se recomienda que los lodos en medida de lo posible, reciban tratamiento con algún sistema de digestión ó inertización antes de ser depuestos en un relleno sanitario, punto que deberá ser explicado como sugerencia a los responsables del servicio de extracción (tanqueros).
- Para optimizar el tratamiento del agua residual, se debe dar mantenimiento continuo a la planta de tratamiento, esto es, purgar los lodos acumulados de la cámara de sedimentación y verificar que se ejecute el retro lavado de los filtros de carbón activado, arena y zeolita. En el caso de que ocurriera un incidente, suspender el sistema de tratamiento y proporcionar revisión técnica inmediatamente a la planta.
- Para verificar y monitorear la eficiencia de la planta de tratamiento, se precisa la realización de análisis periódicos del agua residual que ha sido tratada por un laboratorio certificado. Para llevar a cabo ésta recomendación se puede utilizar el formato de la Cadena de Vigilancia que se propone en el anexo 18.
- No es necesario que los diez canales de descarga que transportan agua residual, sean tratados en la planta de tratamiento, por el simple contenido de cloro y ácido cítrico, es por ello que se propone dar un sistema de oxigenación descrito en el capítulo 12, para oxidar el cloro activo presente en el agua de los invernaderos.
- Para implementar el sistema de oxigenación en los canales de desagüe, es importante seguir paso a paso las especificaciones que se detallan en el capítulo 12. Es un procedimiento altamente efectivo recomendado para disminuir las concentraciones de cloro activo. Se debe verificar que las distancias entre una grada y otra no sean muy cercanas ni muy lejanas, sino que la cúspide de la grada tenga perpendicularidad con la base de la grada anterior.
- Los canales de desagüe de agua residual, deben ser periódicamente limpiados, es decir, que éstos se mantengan libres de hierbas, ramas, obstáculos grandes en general, que impiden y retienen la fluidez del agua. Se debe evitar a toda costa que el agua se retenga, ya que este fenómeno más el bajo caudal con el que circula el agua, hace que

se produzca infiltración en el suelo, esto se debe al tiempo de residencia del agua sobre el suelo y, a la capacidad de infiltración propia del mismo.

- Se ha observado secciones en los canales de desagüe en donde se empoza el agua, esto se debe a que el canal no tiene el suficiente ángulo de inclinación para que el agua corra. Es por esto, que se sugiere que se realice una nivelación manual con el fin de que el agua no se estanque ni se infiltre en el suelo.
- En caso de que no se lleve a cabo el sistema de oxigenación que se planteó sobre los canales de desagüe, se debe optar por impermeabilizar completamente éstos canales de tierra con un material impermeabilizante como es el cemento, para que los contaminantes no migren hacia el suelo, y del suelo al subsuelo hasta llegar a niveles freáticos de aguas subterráneas, logrando expandir y esparcir la contaminación hacia otros lugares lejanos.
- A falta de mayores regulaciones ambientales en el ámbito de la floricultura, es prudente y oportuna la elaboración e implementación de una legislación específica para la actividad florícola, que abarque otros parámetros que no han sido tomados en cuenta en el TULAS ni en la Ordenanza Municipal, y que ésta última sea actualizada.

BIBLIOGRAFÍA

- APHA – AWWA – WPCF. 1989. Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Editorial Diaz de Santos. España.
- Colaboración Angel Maldonado. Asistente de Auxiliar de Poscosecha. “La Empresa Florícola”. 2005.
- Colaboración Harold, Zúñiga. Gerente técnico de “La Empresa Florícola”. 2004.
- Colaboración Helber Cedeño. Auxiliar de Cultivo línea 4. “La Empresa Florícola”. 2005.
- Colaboración Jorge Paredes. Ingeniero Civil.
- Colaboración Luis Proaño. Encargado de Fumigación. “La Empresa Florícola”. 2005.
- Coral, K. 2004. Folleto del Control de la Contaminación de Aguas. UISEK.
- Coral, K. 2005. Folleto de Auditoría Ambiental. UISEK.
- De la Torre Betancourt, A., 2002. Base para la implementación de un sistema de gestión ambiental ISO:14001, enfocado a las áreas de poscosecha, bodegas y cocina. Tesis de Grado inédita. Universidad Internacional SEK. Quito.
- Duffus, J. 1983. Toxicología Ambiental. Primera edición. Ediciones Omega. España.
- Harari, R., Chavez, A., Lopez, D., Ortiz, J., Yáñez, M., Suquilanda, M., Albuja G., Harari, H. 2002. Mejoramiento ambiental y sanitario en la floricultura. Ecuador.
- Harari, R. 2005. Seguridad, salud y ambiente en la floricultura. Editorial IFA-Promsa. Ecuador.

- Ordenanza para la protección de la calidad ambiental por contaminación de desechos no domésticos del cantón Pedro Moncayo – 2003.
- Procesos de “La Empresa Florícola”. 2005.
- Registros ISO 9001:2000 de “La Empresa Florícola”. 2004.
- Ribadeneira León, M., 1999. Caracterización y evaluación físico-química del agua del sector de Limoncocha. Tesis de Grado inédita. Universidad Internacional SEK. Quito.
- Rodas Talbot, M., 2004. Tesis de Grado inédita. Universidad Internacional SEK. Quito.
- Romero, J. 2000. Tratamiento de Aguas Residuales. Teoría y principios de diseño. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Colombia.
- Rosario, F. 1981. Intoxicaciones con pesticidas. Sintomatología y Terapia. República Dominicana.
- Terán Arregui, M., 2002. Medida de inmisión de gases de combustión en la reserva biológica de Limoncocha. Tesis de Grado inédita. Universidad Internacional SEK. Quito.
- Thomson, W. 2000. Agricultural Chemicals, Book IV – Fungicides. Thomson Publications. USA.
- Thomson, W. 2001. Agricultural Chemicals, Book I – Insecticides. Thomson Publications. USA.
- Vademécum Agrícola. 2004. Octava edición. Edifarm. Ecuador.
- www.fao.org. Particularidades del carrizo.
- www.gestion-ambiental.com. Propiedades de plantas que realizan fitoremediación.

- www.hipernatural.com. Características de plantas fitoremediadoras.
- www.ingenieroambiental.com. Principios de la fitoremediación.
- www.monografías.com. Propiedades del carbón activado.
- www.monografías.com. Propiedades de las zeolitas

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Gourmet.-** epicúreo, sensual, voluptuoso.
- **Cama.-** parte inferior de un invernadero, suelo en el cual se plantan las rosas para su crecimiento y desarrollo.
- **Rosas estándar y sprays.-** son nombres que se utilizan para distinguir las variedades de rosa común, de aquellas que han sido injertadas o han sometidas a algún tipo de hibridación.
- **Línea.-** está conformada por una fila de invernaderos, consecutivos entre sí.
- **Bloque.-** es la mitad de un invernadero, por lo tanto dos bloques componen un invernadero.
- **Injertos.-** primer tallo de la planta.
- **Agobio.-** colocar todo el patrón debajo del alambre que está paralelo al suelo para que la dominancia apical se mantenga en el sitio en el cual está injertada.
- **Dominancia apical.-** es el primer tallo que constituye el extremo superior o la punta de la planta.
- **Pinchar.-** cortar los tallos sin llevar a producción.
- **Avasallar.-** aparecimiento de nuevos miembros que brotan de la planta.
- **Forever, Rafaela y Blue Curiosa.-** son los nombres de dos tipos de rosas.
- **Patrón.-** variedad rústica muy resistente a todo tipo de suelo.
- **Portadores.-** tallos de los cuales brotan los botones.

- **Pedúnculo.-** es la parte que envuelve a la flor. Cuando el pedúnculo crece torcido se conoce como cuello de cisne.
- **Yema.-** brotes axilares que sale al lado de los tallos.
- **Hojas completas.-** son aquellas que tienen 5 folíolos.
- **Folíolo.-** cada una de las hojuelas de una hoja compuesta.
- **Destoconar.-** quitar las espinas.
- **Boncheo.-** es la formación de ramos de rosas.
- **Botritys.-** plaga muy común en “La Empresa Florícola” ataca a los cultivos. Se presenta con la aparición de puntos blancos.
- **Trips.-** plaga que ataca los cultivos de rosas.
- **Sinapsis nerviosa.-** es el enlace entre las neuronas con otras neuronas o con células glandulares o con células musculares.

ANEXOS

ÍNDICE

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN.....	1
----------------------	---

CAPÍTULO II

2. ASPECTOS GENERALES DE “LA EMPRESA FLORÍCOLA”.....	3
2.2. Manual de Cultivo	8
2.3. Fumigación	8
2.4. Manual de Poscosecha.....	8
2.5. Preservación del Producto	8
2.6. Área de Cultivo (plano de invernaderos anexo 6)	9
2.6.2. Procedimiento de Pre-Siembra	10
2.6.3. Procedimiento de Manejo y Formación de Plantas	10
2.6.4. Procedimiento de Siembra e Injertación.....	11
2.6.5. Procedimiento de Cosecha	11
2.6.6. Procedimiento para la Formación de Fichas Técnicas	12
2.6.7. Procedimiento de Riego y Fertilización	12
2.6.8. Procedimiento de Labores Culturales.....	13
2.7. Fumigación	13
2.7.1. Plan de Fumigación	13
2.7.2. Preparación de Solución Fumigante	14
2.7.3. Equipo Fumigante y de Seguridad Industrial	14
2.8. Área de Poscosecha	15
2.8.1. Procedimiento de Transporte Interno de Flor Cortada	15
2.8.2. Procedimiento de Almacenamiento en Pre-frío.....	16
2.8.3. Procedimiento de Clasificación	17
2.8.4. Procedimiento para el Control de Flor Inaceptable	18
2.8.5. Procedimiento de Clasificación Tipo B.....	18
2.8.6. Procedimiento de Boncheo.....	19
2.8.7. Procedimiento de Identificación y Trazabilidad.....	19
2.8.8. Procedimiento de Almacenamiento y Empaque.....	19
2.9. Preservación del Producto	20
2.9.1. Procedimiento para la Preservación de Rosas	20

2.9.2. Pruebas de Laboratorio	21
-------------------------------------	----

CAPÍTULO III

3. PLAGUICIDAS	22
3.1. Clasificación Toxicológica	23
3.1.1. Plagas que Controlan	23
3.1.2. Compuesto Químico	25
3.1.3. Modo de Acción	26
3.1.4. Toxicidad	27
3.2. Efectos Adversos de Plaguicidas para el Ambiente	27
3.2.1. Efectos adversos a corto plazo en el ambiente cercano	27
3.2.2. Efectos adversos a largo plazo en el ambiente cercano	28
3.2.3. Efectos adversos a largo plazo en el ambiente lejano	28
3.2.4. Efectos sobre el ambiente abiótico	28
3.2.5. Efectos sobre el ambiente biótico	28
3.2.6. Desarrollo de resistencia	29
3.2.7. Efectos en cadenas tróficas	29
3.3. Modo de Penetración en el Organismo	29
3.4. Riesgos de los Plaguicidas para la Salud Humana	29
3.4.1. Intoxicaciones Agudas	29
3.4.2. Efectos crónicos	30
3.4.3. Efectos cancerígenos	30
3.5. Alteraciones en los Sistemas de los Organismos	30
3.5.1. Neurológicas	30
3.5.2. Reproductivas	31
3.5.3. Inmunológicas	31
3.5.4. Dermatológicas	31

CAPÍTULO IV

4. FITOREMEDIACIÓN	32
4.1. Generalidades	32
4.2. Carrizo	33

CAPÍTULO V

5. MEDICIÓN DE CAUDALES.....	35
5.1. Vertederos Triangulares	35

CAPÍTULO VI

6. MUETREO Y CONSERVACIÓN DE MUESTRAS	39
6.1. Precauciones Generales de las Muestras Tomadas.....	39
6.1.1. Consideraciones sobre Seguridad.....	40
6.1.2. Tipos de Muestras.....	40
6.2. Muestreo	41
6.2.1. Métodos para la Toma de Muestras.....	42
6.2.2. Envase de las Muestras.....	42
6.2.3. Número de Muestras.....	42
6.2.4. Volumen de Muestra	43
6.3. Conservación de Muestras.....	43
6.3.1. Conservación de la Muestra antes del Análisis	43
6.3.2. Técnicas de Conservación	44

CAPÍTULO VII

7. PLAN DE MUESTREO Y ANÁLISIS.....	45
7.1. Identificación de los Puntos de Muestreo.....	45
7.2. Frecuencia, Tipo, Volumen y Cantidad de Muestras	45
7.3. Materiales Necesarios para Muestrear.....	45
7.4. Medición de Caudal.....	46
7.5. Metodología de Recolección y Preservación de Muestras	46
7.6. Análisis de Laboratorio	46
7.6.1. Parámetros Físico-Químicos analizados en la UISEK	47
7.6.2. Parámetros Analizados en la CEEA	47
7.6.3. Equipos Utilizados.....	47
7.6.4. Métodos Empleados	47

CAPÍTULO VIII

8. PARÁMETROS PARA LA CALIDAD DEL AGUA.....	48
8.1. Parámetros Físicos.....	48
8.1.1. Temperatura.....	48
8.1.2. Sólidos Suspendidos.....	48
8.1.3. Sólidos Totales	48
8.1.4. Turbidez.....	48
8.2. Parámetros Químicos.....	49
8.2.1. Potencial Hidrógeno	49
8.2.2. Conductividad.....	49
8.2.3. Metales	49
8.2.4. Fósforo.....	51
8.2.5. Sulfatos	52
8.2.6. Demanda Química de Oxígeno (DQO)	52

CAPÍTULO IX

9. MARCO LEGAL	53
----------------------	----

CAPÍTULO X

10. DATOS EXPERIMENTALES.....	54
10.1. Tablas de Resultados	54
10.1.1. Punto de Muestreo (a) Agua de Pozo	54
10.1.2. Punto de Muestreo (b) Agua de Reservorio	57
10.1.3. Punto de Muestreo (c) Agua de Poscosecha.....	58
10.1.4. Punto de Muestreo (d) Agua Fitosanidad (e) Agua Fitoremediación.....	64
10.1.5. Punto de Muestreo (f) Agua de Invernaderos.....	64
10.2. Gráficos	65
10.2. Gráficos	66

CAPÍTULO XI

11. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	75
11.1. Algoritmo del Método Hanssen.....	75
11.1.1. Ordenamiento y Tabulación de Datos	75
11.1.2. Cálculo de la Frecuencia.....	76
11.1.3. Cálculo de la Probabilidad de Ocurrencia	76
11.1.4. Tabulación de Datos	76
11.1.5. Regresión Lineal.....	77
11.1.6. Determinación del Coeficiente de Correlación Lineal	77
11.1.7. Cálculo del % de Error, Valores Notables y Persistentes.....	78
11.2. Ilustración del Algoritmo de Hanssen	78
11.3. Resultados de la Aplicación del Método Hanssen.....	80
11.4. Análisis Estadístico del Método Hanssen.....	81
11.5. Comparación de Resultados con la Normativa Ambiental Vigente	90
11.6. Índice de la Calidad y Contaminación del Agua	90
11.6.1. Selección de las Características Necesarias.....	91
11.6.2. Establecimiento de las Escalas	92
11.6.3. Importancia de las Características Elegidas	92
11.6.4. Parámetros que no Cumplen con la Condición	92

CAPÍTULO XII

12. DISEÑO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO	93
12.1. Balance Hídrico de la Plantación.....	93
12.1.1. Flujo de Agua del Reservorio.....	94
12.1.2. Esquema del Flujo de Agua “La Empresa Florícola”.....	94
12.1.2. Esquema del Flujo de Agua “La Empresa Florícola”.....	95
12.2. Aspectos a Tomar en Cuenta	98
12.2.1. Sistema de Oxigenación	98
12.3. Sistema de Tratamiento Físico – Químico	100
12.3.1. Tanque Homogenizador – Ecualizador	101
12.3.2. Tanque Floculador.....	101
12.3.3. Tanque Sedimentador	103
12.3.4. Filtro	103
12.4. Mecanismo	104

