

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA
EL INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES
SEDE BOGOTA**

**LETICIA MONTOYA GIRALDO
GERARDO ALAPE OSORIO
CARLOS ANDRES GUTIÉRREZ**

**Director
ING. RICARDO SIXTO BALDA AYALA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERIA AMBIENTAL
BOGOTA, D.C.
2.006**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA
EL INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES
SEDE BOGOTA**

**LETICIA MONTOYA GIRALDO
GERARDO ALAPE OSORIO
CARLOS ANDRES GUTIÉRREZ**

**Monografía para optar al título de
Especialista en Ingeniería Ambiental**

**Director
ING. RICARDO SIXTO BALDA AYALA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA AMBIENTAL
BOGOTA, D.C.
2.006**

Ni la Universidad Industrial de Santander, ni los jurados se hacen responsables de los conceptos expuestos en el presente documento.

Doy gracias a Dios por haber hecho posible el alcanzar una meta más en mi vida.

A mis padres por su apoyo incondicional,

A Manuel, Julián David y Daniel.

A Yolanda, Luisa Fernanda y Julián Andrés por rescatarme de mi mismo y hacer que viva cada día de mi vida como si fuera el último.

LETICIA, GERARDO Y CARLOS ANDRES.

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

La empresa Proyectos Gestión e Ingeniería Ltda. – PROGEIN LTDA por su apoyo en la ejecución de este proyecto en cuanto a información y recursos.

Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, por su colaboración e información para el desarrollo de este proyecto.

Ing. Ricardo Sixto Balda Ayala, Director de este proyecto por su colaboración y guía para la elaboración de este trabajo

Ing. Richard Días guerrero por la continua orientación del desarrollo de esta monografía.

Todos mis compañeros de trabajo que hicieron posible esta odisea.

CONTENIDO

	Pág.
1.	MEMORIA DESCRIPTIVA 1
1.1	INFORMACIÓN SOBRE EL INSTITUTO 1
1.1.1	Generalidades..... 1
1.1.2	Datos adicionales del INSTITUTO..... 1
1.1.3	Situación jurídica del INSTITUTO..... 1
1.2	INFORMACION SOBRE LOS SERVICIOS DEL INSTITUTO..... 2
1.2.1	Sala de necropsias o morgue 2
1.2.2	Laboratorios..... 2
1.3	INFORMACION SOBRE EL AGUA UTILIZADA 2
1.4	INFORMACION SOBRE DESECHOS DOMESTICOS 2
1.4.1	Aguas negras 2
1.4.2	Basuras 3
1.5	INFORMACION SOBRE DESECHOS LIQUIDOS INDUSTRIALES 3
1.6	CARACTERIZACION DE DESECHOS LIQUIDOS 4
1.6.1	Objetivos 4
1.6.2.	Introducción..... 5
1.6.3.	Metodología 5
1.6.3.1	Entrevistas en los laboratorios y la morgue con el fin de obtener información acerca de los vertimientos generados..... 5
1.6.3.2	Inspección de las cajas del sistema de drenaje de aguas residuales industriales..... 5
1.6.3.3	Ensayos con trazadores para verificar la ruta de los vertimientos de los laboratorios..... 5
1.6.3.4	Toma de muestras y medición de caudales de los efluentes industriales 6
1.6.3.5	Análisis de Laboratorio 6
1.6.4	Resultados..... 6
1.6.4.1	Entrevistas realizadas en los laboratorios, la morgue y la central de evidencias..... 6
1.6.4.2	Inspección de las cajas del sistema de drenaje de aguas residuales industriales..... 10
1.6.4.3	Ensayos con trazadores..... 11
1.6.4.4	Muestreo fisicoquímico y microbiológico 11
1.6.5	Discusión De Resultados 26
1.6.6	Conclusiones 29
1.6.7	Análisis de caudales 30
1.6.8	Cálculo de Cargas Contaminantes..... 30
2.	SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL.... 31
2.1	GENERALIDADES..... 31
2.2	OPERACIONES UNITARIAS DE LOS TRATAMIENTOS..... 32

2.2.1	Tratamiento primario o preliminar.....	32
2.2.2	Tratamiento secundario.....	33
2.3	EFICIENCIAS ESPERADAS Y FACTOR DE SEGURIDAD	33
3.	MEMORIA DE CÁLCULOS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO Y RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS.....	35
3.1	CANASTILLA RECOLECTORA DE SÓLIDOS	35
3.1.1.	Generalidades.....	35
3.2	TRAMPA DE GRASAS.....	35
3.2.1	Generalidades.....	35
3.2.2	Criterios de diseño.....	35
3.2.3	Dimensionamiento	35
3.2.3.1	Volumen efectivo	35
3.2.3.2	Área efectiva.....	35
3.2.3.3	Dimensiones efectivas	36
3.2.3.4	Chequeo para carga superficial (S).....	36
3.2.4	Aditamentos y aspectos constructivos de la trampa grasas.....	36
3.2.4.1	Entrada y salida.....	36
3.2.4.2	Caja de recolección de grasas.....	37
3.2.4.3	Entrega trampa grasas a tanque homogenizador	37
3.3	TANQUE HOMOGENIZADOR	38
3.3.1	Cálculo del pozo húmedo	38
3.3.2	Capacidad de bombeo	38
3.3.3	Aspectos constructivos.....	39
3.4	TRATAMIENTO SECUNDARIO - PROCESO LODOS ACTIVADOS	40
3.4.1	Generalidades.....	40
3.4.2	Criterios de diseño	40
3.4.3	Dimensionamiento	41
3.4.3.1	Volumen del reactor.....	41
3.4.3.2	Área efectiva.....	41
3.4.3.3	Dimensiones efectivas	42
3.4.3.4	Producción de lodos.....	42
3.4.3.5	Peso seco de lodos en el sistema	42
3.4.3.6	Producción de lodos en exceso	42
3.4.3.7	Edad del lodo	43
3.4.3.8	Concentración de sólidos de recirculación Csr	43
3.4.3.9	Consumo de oxígeno	43
3.4.3.10	Sistema de aireación seleccionado	44
3.4.4	Aditamentos y aspectos constructivos del tanque de lodos activados ...	44
3.4.4.1	Entrada y salida de agua.....	44
3.4.4.2	Vaciado del tanque	44
3.4.4.3	Retomo de lodos	44
3.5	TRATAMIENTO SECUNDARIO-SEDIMENTACIÓN SECUNDARIA	44
3.5.1	Generalidades.....	44
3.5.2	Criterios de diseño.....	44
3.5.3	Dimensionamiento	45
3.5.3.1	Índice volumétrico de lodos = SVL	45
3.5.3.2	Área efectiva.....	45
3.5.3.3	Volumen del tanque	45
3.5.3.4	Dimensiones efectivas	46
3.5.3.5	Velocidad horizontal de flujo.....	46

3.5.3.6	Carga superficial hidráulica.....	46
3.5.3.7	Sistema de recolección de lodos	46
3.5.3.8	Cálculo tubería de retorno	47
3.5.3.9	Bomba para recirculación de lodos	47
3.5.4	Aditamentos y aspectos constructivos del tanque de sedimentación.....	48
3.5.4.1	Entrada y salida de agua.....	48
3.6	TRATAMIENTO SECUNDARIO - PRECIPITACION QUÍMICA	49
3.6.1	Generalidades.....	49
3.6.2	Dosificación de productos químicos	49
3.6.3	Coagulación-mezcla rápida.....	49
3.6.4	Floculación - Sedimentación.....	49
3.6.5	Filtración.....	53
3.6.6	Desinfección	54
4.	REGISTRO DE VISITA A LOS LABORATORIOS DEL INSTITUTO NACIONAL	55
5.	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES.....	79
5.1	TANQUE DE HOMOGENIZACION	79
5.1.1	Predimensionamiento	79
5.1.1.1	Losa de Fondo Tanque Homogenización.....	79
5.1.1.2	Muro largo tanque de homogenización.....	80
5.1.1.2.1	Por Flexión.....	80
5.1.1.2.2	Por cortante	81
5.1.2	Diseño placa de fondo tanque homogenización.....	82
5.1.3	Placa de Soporte Tanques y Equipos	83
5.1.4	Tapa del Tanque de Homogenización	84
5.1.5	Plantilla de diseño para tanques	85
5.2	TRAMPA DE GRASAS	86
5.2.1	Predimensionamiento	86
5.2.1.1	Losa de Fondo Trampa de Grasas	86
5.2.1.2	Muro largo trampa de grasas	86
5.2.1.2.1	Por flexión.....	86
5.2.1.2.2	Por Cortante.....	87
5.2.2	Diseño placa de fondo trampa de grasas	88
5.2.3	Diseño Muros Trampa De Grasas	89
5.3	TANQUE DE LODOS Y TANQUE CANASTILLA DE RECOLECCIÓN SÓLIDOS.....	90
5.4	PERMISOS DE CONSTRUCCION	90
6.	COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	91
7.	CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO	93
	CONCLUSIONES	97
	BIBLIOGRAFÍA	98

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Parámetros Físicoquímicos analizados en las muestras compuestas ...	7
Tabla 2. Parámetros microbiológicos analizados en las muestras puntuales y compuestas	8
Tabla 3. Distribución de los laboratorios del Instituto Nacional de Medicina Legal	10
Tabla 4. Determinaciones “in situ” Morgue Instituto Nacional de Medicina Legal – Bogotá D.C.....	11
Tabla 5. Determinaciones “in situ” Laboratorios instituto nacional de medicina legal – Bogotá D.C.	12
Tabla 6. Resultados de laboratorio - vertimiento final Instituto Nacional de Medicina Legal – Bogotá d.c.	14
Tabla 7. Mediciones de caudal en la caja del laboratorio	21
Tabla 8. Mediciones de caudal en la caja de la morgue.	25
Tabla 9. Comparación de resultados con los valores regulatorios de las resoluciones 1074/97 y 1596/01 - DAMA	29
Tabla 10. Por encima del decreto 1594 de 1984 expedido por el Ministerio de salud.	34
Tabla 11. Información de Laboratorio DNA	55
Tabla 12. Información de Laboratorio DNA	57
Tabla 13. Información de Laboratorio - Biología	59
Tabla 14. Información de Laboratorio - Dactiloscopia.....	61
Tabla 15. Información de Laboratorio - Estupefacientes	63
Tabla 16. Información de Laboratorio - Fotografía	65
Tabla 17. Información de Laboratorio – Histotecnología I.....	67
Tabla 18. Información de Laboratorio – Histotecnología II.....	69
Tabla 19. Información de Laboratorio – Morgue	71
Tabla 20. Información de Laboratorio – Química aplicada y Geología Forense ..	73
Tabla 21. Información de Laboratorio – Radiología	75
Tabla 22. Información de Laboratorio - Toxicología	77
Tabla 23. Plantilla de diseño para tanques	82
Tabla 24. Plantilla de diseño para tanques	85
Tabla 25. Plantilla de Diseño para Tanques	88
Tabla 26. Plantilla de Diseño para Tanques	89
Tabla 27. Total costos de operación y mantenimiento.	92
Tabla 28. Presupuesto	93

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Dirección del flujo de las aguas residuales	4
Figura 2. DBO - DQO	15
Figura 3. Sólidos suspendidos totales	15
Figura 4. Sólidos Sedimentables	16
Figura 5. Grasas y Detergentes	16
Figura 6. Fenoles	17
Figura 7. Cobre y Zinc	17
Figura 8. Comportamiento de la alcalinidad en el vertimiento del laboratorio.	18
Figura 9. Comportamiento de la temperatura en el vertimiento del laboratorio....	18
Figura 10. Comportamiento del caudal en el vertimiento del laboratorio.....	19
Figura 11. Comportamiento de la alcalinidad en el vertimiento de la morgue.	19
Figura 12. Comportamiento de la temperatura en el vertimiento de la morgue.....	20
Figura 13. Comportamiento del caudal en el vertimiento de la morgue.....	20
Figura 14. Proceso de tratamiento de vertimientos	31
Figura 15. Tratamiento de los lodos.	32
Figura 16. Entrada y salida de agua de la trampa de grasas.	37
Figura 17. Entrega trampa de grasas a tanque de homogenización.....	37
Figura 18. Dirección del flujo en el tanque homogenizador.	39
Figura 19. Tanque sedimentador.....	47
Figura 20. Floclador cónico.	50
Figura 21. Corte del moto reductor.....	50
Figura 22. Corte del sedimentador.....	51
Figura 23. Sedimentador.....	52

GLOSARIO

Absorción: Concentración selectiva de sólidos disueltos en el interior de un material sólido, por difusión.

Afluente: Agua residual u otro líquido que ingrese a un reservorio, o algún proceso de tratamiento.

Aguas residuales: Agua que contiene material disuelto y en suspensión, luego de ser usada por una comunidad o industria.

Ambiente anóxico: Ambiente bioquímica en el cual no existe oxígeno molecular pero existe oxígeno en forma combinada como nitratos y nitritos.

Biodegradación: Degradación de la materia orgánica por acción de microorganismos sobre el suelo, aire, cuerpos de agua receptores o procesos de tratamiento de aguas residuales.

Carga orgánica: Producto de la concentración media de DBO por el caudal medio determinado en el mismo sitio; se expresa en kilogramos por día (kg/d).

Carga superficial: Caudal o masa de un parámetro por unidad de área y por unidad de tiempo que se emplea para dimensionar un proceso de tratamiento (m^3 / (m^2 día), kg DBO/(ha día).

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) o demanda de oxígeno: Cantidad de oxígeno usado en la estabilización de la materia orgánica carbonácea y nitrogenada por acción de los microorganismos en condiciones de tiempo y temperatura especificados (generalmente cinco días y 20 °C). Mide indirectamente el contenido de materia orgánica biodegradable.

Demanda Química de Oxígeno (DQO): Medida de la cantidad de oxígeno requerido para oxidación química de la materia orgánica del residual, usando como oxidantes sales inorgánicas de permanganato o dicromato en un ambiente ácido y a altas temperaturas.

Desechos peligrosos: Desechos potencialmente dañinos para el ambiente, debido a su toxicidad, alta capacidad de combustión, corrosividad, reactividad química u otra propiedad nociva.

Deshidratación de lodos: proceso de remoción del agua de lodos hasta formar una pasta.

Edad de lodo: Tiempo medio de resistencia celular en el tanque de aireación.

Eficiencia de tratamiento: Relación entre la masa o concentración removida y la masa o concentración en el afluente, para un proceso o planta de tratamiento y un parámetro específico; normalmente se expresa en porcentaje.

Ensayos de filtración: Pruebas realizadas en el suelo, con el fin de determinar el área absorción necesaria para el dimensionamiento de campos de infiltración.

Índice volumétrico de lodo: Indica las características de sedimentabilidad de lodo.

Laguna aireada: Estanque natural o artificial de tratamiento de aguas residuales en el cual se supe el abastecimiento de oxígeno por aireación mecánica o difusión de aire comprimido. Es una simplificación del proceso de lodos activados y según sus características se distinguen cuatro tipos de laguna aireadas: 1. laguna aireada de mezcla completa, 2. laguna aireada facultativa, 3. laguna facultativa con agitación mecánica y 4. Laguna de oxidación aireada.

Laguna de estabilización: Estanques construidos en tierra de poca profundidad (1-4 m) y periodos de retención considerable (1-40 días). En ellas se realizan de forma espontánea procesos físicos, químicos, bioquímicos y biológicos, conocidos con el nombre de autodepuración o estabilización natural. La finalidad de este proceso es entregar un efluente de características múltiple establecidas (DBO; DQO; OD; SS, algas, nutrientes, parásitos, enterobacterias, coliformes, etc.)

Paso directo (By Pass): Conjunto de tuberías, canales, válvulas y compuertas que permiten el desvío del agua residual de un proceso o planta de tratamiento en condiciones de emergencia o mantenimiento correctivo.

PH: logaritmo, con signo negativo, de la concentración de iones de hidrógeno, en moles por litro.

Población equivalente: Población estimada al relacionar la carga total o volumen total de un parámetro en un efluente (DBO, sólidos en suspensión, caudal) con el correspondiente aporte per capita (kg DBO/hab./día), L/hab./día.

RESUMEN

TITULO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA EL INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES SEDE BOGOTA D.C.

AUTOR: MONTOYA GIRALDO, Leticia
ALAPE OSORIO, Gerardo
GUTIERREZ, Carlos Andrés †

PALABRAS CLAVES: Controlar, inactivar, concentraciones, contaminantes, fisicoquímicos, Microbiológicos.

DESCRIPCIÓN

Como parte de la primera etapa para el desarrollo del diseño, se realizaron varias actividades Una caracterización de desechos líquidos fisicoquímicos y microbiológicos de los residuos Líquidos industriales generados por el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses- Sede Bogotá, nos permitirá comparar los resultados obtenidos en dicha Caracterización con la normatividad vigente en la resolución 1074 de 1997 del DAMA y el Decreto 1594 de 1984.

Tendientes a establecer calidad y cantidad de los efluentes a ser tratados. Estas consistieron en: Entrevista en laboratorios y morgue, para conocer principales Productos químicos que se utilizan en los ensayos y sus vertimientos, Ensayos con Trazadores para identificar carga final de descarga de los laboratorios y morgue, muestreo edición de caudales provenientes de morgue y laboratorios, y caracterización Fisicoquímica y microbiológica de los efluentes.

El resultado final de aguas residuales es de carga orgánica media, se presenta alta dilución De los residuos, únicamente los fenoles se encontraron por encima de los permisibles de la Normatividad vigente. El caudal específico es de 0.3 litros/seg. Para un trabajo de 10 horas.

* Trabajo de grado

? Escuela de Ingeniería Química. Especialización en Ingeniería ambiental. Dir. Ing. Ricardo Sixto Balda Ayala

SUMMARY

TITLE: DESIGN OF A RESIDUAL WATER TREATMENT SYSTEM FOR THE NATIONAL INSTITUTE OF LEGAL MEDICINE AND FORENSICS OF BOGOTA D.C²

AUTHORS: MONTOYA GIRALDO, Leticia
ALAPE OSORIO, Gerardo
GUTIERREZ, Carlos Andrés **

KEY WORDS:

High hazardous material load, pathogens, treatments, environmental laws, parameters, sampling, treatment plant design.

DESCRIPTION

The National Institute Of Legal Medicine And Forensics Of Bogota D.C. in order to comply the current environmental laws, which defines the maximum allowed levels of hazardous material and pathogens that are delivered to the sewage system, determining pertinent studies performance to verify the quality of the residual water and take adequate measures.

The used methodology consisted in lab interviews and morgue in order to know the main chemical products that are used in essays and their verting, marker essays to identify the final load volume of labs and morgue, samples, measuring of morgue flows and labs and physicalchemical and microbiologic characterization of effluents.

The results show a medium organic load in high disolution. From the residues, only the phelons were found over the permitted levels in the current normativity. The presence of microorganisms implies the disinfection of the residue before the final verting. The specific flow is 0.3 Ltr/seg. For a 10 hours journey. Starting from obtained results, a treatment sytem was designed which consists in two parts, the primary one, where the remotion of solid material is made by physical media and homogenization. In the second part are implemented the processes of active mudding with prolonged oxygenization, sedimentation and chemical precipitation and the final residue cloration before being deliverd in the sewage system.

* Monography

? Physics and Chemistry Faculty. Chemical Engineering School. Director Eng. Ricardo Sixto Balda Ayala.

1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 INFORMACIÓN SOBRE EL INSTITUTO

1.1.1 Generalidades. El estudio de aguas residuales se realizó para **EL INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES**, localizado en la calle 7ª A N° 12 – 61, Parque del Tercer Milenio en la ciudad de Bogotá, D.C., Cundinamarca.

El objetivo principal del **INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES** es el de la prestación de servicios forenses a toda la ciudadanía en general. **EL INSTITUTO** es un establecimiento público adscrito a la Fiscalía General de la Nación.

1.1.2 Datos adicionales del INSTITUTO

a. Empleados. **EL INSTITUTO** cuenta en la actualidad con cerca de 496 empleados entre Profesionales, Técnicos y Auxiliares, los cuales prestan sus servicios en la sede de Bogotá, D.C.

b. Horario de trabajo. El horario de trabajo se divide en dos:

Para los laboratorios de 7:00 A.M. a 7:00 P.M.

Y para la Sala de Necropsias de 7:00 A.M. a 10:00 P.M.

c. Visitantes. Aunque es muy difícil establecer el número de visitantes que llegan todos los días a las instalaciones del **INSTITUTO**, teniendo en cuenta que solamente se lleva por parte de la recepción el ingreso de personas a la zona de oficinas o a laboratorios. A estas se les da una ficha de control. En promedio entran a estas dependencias con el control 75 personas al día. No se cuenta tampoco el ingreso de personas por la cra. 13 en donde no se lleva ningún control de acceso.

1.1.3 Situación jurídica del INSTITUTO. Por disposición del DAMA se solicitó al **INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES** el diseño y construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales industriales mediante un sistema semi – automático de tratamiento, que permita controlar e inactivar las concentraciones de contaminantes fisicoquímicos y microbiológicos presentes en las aguas industriales generadas durante los procedimientos de los laboratorios forenses y la sala de necropsias del

INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES, antes de ser vertidas a la red de alcantarillado de la ciudad de Bogotá, D.C..

El DAMA de acuerdo a las resoluciones 1074 de 1997 y 1596 de Diciembre de 2001 solicita a todas las industrias en que todo vertimiento de residuos líquidos a la red de alcantarillado público y/o a un cuerpo de agua, deberá cumplir con los estándares establecidos en la siguiente tabla:

1.2 INFORMACION SOBRE LOS SERVICIOS DEL INSTITUTO

1.2.1 Sala de necropsias o morgue. Se efectúa la necropsia y estudio de personas fallecidas accidentalmente o de manera natural dando los dictámenes forenses a que haya lugar. Aproximadamente se atiende un promedio de 15 a 20 cadáveres al día en un día entre semana y entre Puentes y festivos 25 a 30 cadáveres al día.

1.2.2 Laboratorios

En la actualidad **EL INSTITUTO** cuenta con los siguientes laboratorios quienes en la actualidad efectúan diferentes tipos de ensayos y pruebas para dictaminar

- ✗ Laboratorio de Histotecnología
- ✗ Rayos X o radiología
- ✗ Laboratorio de Química
- ✗ Estupefacientes
- ✗ Toxicología
- ✗ Biología
- ✗ ADN
- ✗ Fotografía
- ✗ Dactiloscopia
- ✗ Balística

1.3 INFORMACION SOBRE EL AGUA UTILIZADA

EL INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES se abastece de agua del acueducto de Bogotá, D.C., y la utiliza como agua de lavado de los diferentes Laboratorios y Morgue al igual que como para consumo humano (baños y cocina).

1.4 INFORMACION SOBRE DESECHOS DOMESTICOS

1.4.1 Aguas negras

Edificación Nueva y Antigua. En la actualidad las aguas negras domésticas son descargadas a dos cajas: la primera por la calle 7ª A sobre el andén, frente a la

entrada principal a la cual llegan las aguas residuales domésticas de los baños de las oficinas de la edificación nueva y de los baños acondicionados para el público en el edificio antiguo. La segunda caja ubicada dentro del parqueadero que dá sobre la carrera 13 y donde se descargan las aguas de la cafetería de empleados proveniente únicamente de una poceta donde lavan platos y pocillos, igualmente llegan las aguas de dos baños contiguos a la entrada del parqueadero, acondicionados para el personal que labora en esa zona. A esa caja también llega el agua del laboratorio de Histotecnología ubicado en el segundo piso de la edificación nueva. Posteriormente, el agua es descargada a un trampa de grasas contiguo a una caja de aforo existente sobre el andén de la carrera 13 la cual descarga el agua directamente al alcantarillado municipal existente.

Edificación Sobre Carrera 13 con Calle 6. Existe igualmente una cafetería sobre la edificación en donde se encuentra la oficina de ARQUITECTURA y parqueaderos sobre la carrera 13 con calle 6. Allí se tiene por contrato de arrendamiento la prestación del servicio de almuerzos y venta de refrescos. Se maneja únicamente a descarga de aguas provenientes del lavado de los utensilios de la cocina las cuales van a llegar mediante un sistema de desagües a un trampa de grasas ubicado en el antejardín de la edificación y al cual se le efectúa limpieza periódica, garantizando de esta forma su efectividad. La trampa de grasas está construida en mampostería y a la cual llega y sale en tubería de 6" sanitaria PVC. Para esta zona no es indispensable un tratamiento adicional teniendo en cuenta que únicamente se maneja el agua procedente de la cafetería y no de ningún otro tipo de proceso industrial. La demás a aguas negras domésticas van a parar a una caja de paso que envía el agua al alcantarillado existente.

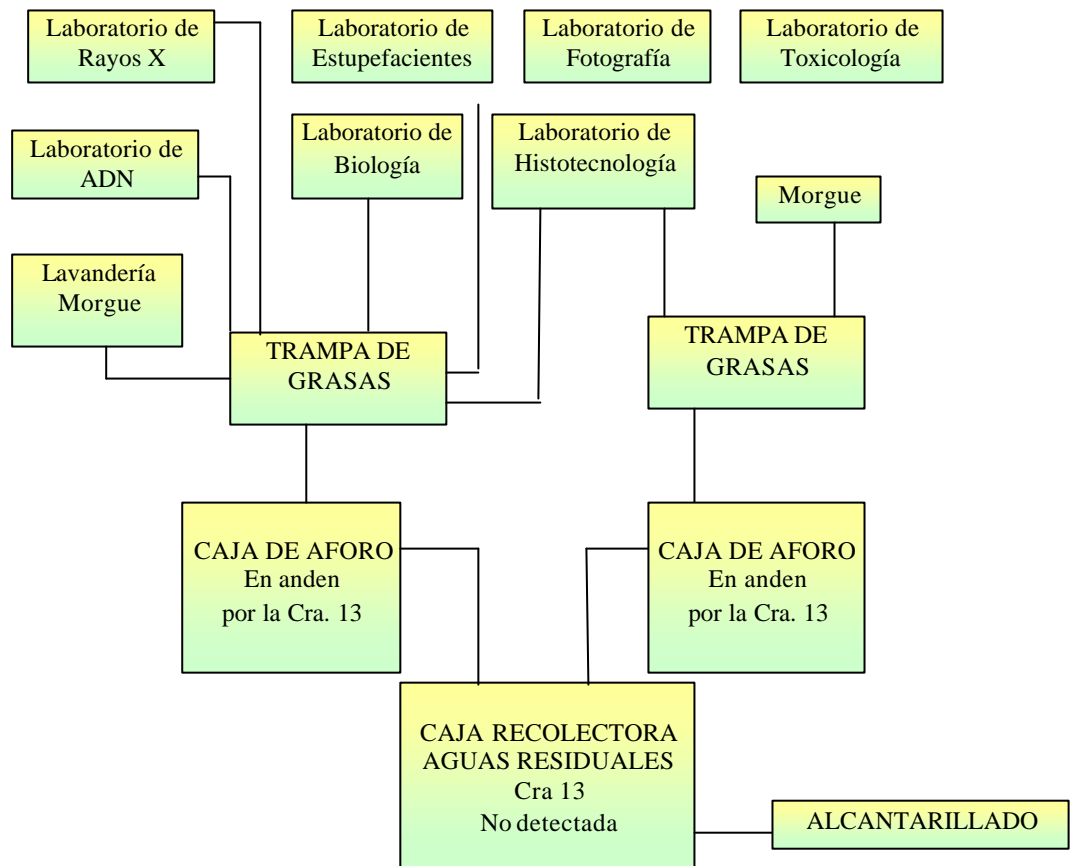
1.4.2 Basuras. Las basuras y residuos peligrosos son recogidos por una entidad contratada especialmente para este fin.

1.5 INFORMACION SOBRE DESECHOS LIQUIDOS INDUSTRIALES

La fuente principal de agua residual en del **INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES** proviene del proceso de lavado de los equipos, recipientes de vidrio, pisos y camillas, al igual que del lavado proveniente de la sala de necropsias y cuarto de basuras.

Según se aprecia en el esquema adjunto, las aguas residuales son recogidas en una caja de inspección, de donde se conducen a un trampa grasas y de allí a la caja final general.

Figura 1. Dirección del flujo de las aguas residuales



Fuente: Autor del Proyecto

1.6 CARACTERIZACION DE DESECHOS LIQUIDOS

CARACTERIZACIÓN FISCOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LOS RESIDUOS LÍQUIDOS INDUSTRIALES GENERADOS EN EL INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES – SEDE BOGOTÁ D.C.

1.6.1 Objetivos

- Efectuar la caracterización fisicoquímica y microbiológica de los residuos líquidos industriales generados en las instalaciones del Instituto de Medicina Legal – sede Bogotá D.C., como base para el diseño del sistema de tratamiento respectivo.
- Comparar los resultados obtenidos en dicha caracterización con la normatividad vigente (Resolución 1074 de 1997 del DAMA y Decreto 1594 de 1984).

1.6.2. Introducción. Con el fin de dar cumplimiento a las disposiciones establecidas en Resolución 1074 de 1997 del DAMA, el Instituto Nacional de Medicina Legal ha puesto en marcha un plan que contempla el diseño, construcción y puesta en funcionamiento de un sistema de tratamiento para los vertimientos líquidos industriales generados en la sede principal de Bogotá D.C. Como parte de la primera etapa de dicho plan, que consiste en el diseño del sistema de tratamiento, se realizaron varias actividades tendientes a establecer la calidad y cantidad de los efluentes a ser tratados.

Dichas actividades consistieron básicamente en: 1) Realización de entrevistas en los laboratorios y morgue para conocer los principales productos químicos que utilizan en los ensayos e identificar los posibles tipos de vertimientos generados. 2) Ensayos con trazadores para verificar la caja final de descarga de algunos de los vertimientos de los laboratorios. 3) El muestreo y medición de caudales de los efluentes finales provenientes de la morgue y los laboratorios y 4) La caracterización fisicoquímica y microbiológica de muestras compuestas de dichos efluentes.

1.6.3. Metodología

1.6.3.1 Entrevistas en los laboratorios y la morgue con el fin de obtener información acerca de los vertimientos generados. Se realizaron visitas a las dependencias donde se presenta generación de vertimientos líquidos industriales; éstas son: los diferentes laboratorios que funcionan en las instalaciones del Instituto, la morgue y la central de evidencias. En cada uno de los laboratorios se efectuó una entrevista al personal que allí labora, con el fin de obtener información acerca de las actividades desarrolladas, el horario de trabajo, tipo y cantidad de sustancias que eventualmente son vertidas, horario de lavado y número de puntos de drenaje, entre otros aspectos. La información fue consignada en formularios individuales para cada laboratorio visitado, los cuales se adjuntan en el Anexo 1.

1.6.3.2 Inspección de las cajas del sistema de drenaje de aguas residuales industriales. Se realizó una inspección visual a las cajas del sistema de drenaje de aguas residuales industriales con el fin de verificar su estado y funcionamiento. En dicha inspección se revisaron las cajas del sistema de drenaje de la morgue localizadas en la sala de necropsias, en el pasillo aledaño al depósito de cadáveres y en el patio de la antigua morgue; de igual manera se revisaron tanto las cajas del sistema de drenaje de los laboratorios y las trampas de grasas, situadas en el patio de la antigua morgue, como las cajas de aforo localizadas sobre la Carrera 13, frente a la puerta de acceso a dicho patio.

1.6.3.3 Ensayos con trazadores para verificar la ruta de los vertimientos de los laboratorios. En algunos laboratorios de cada piso del edificio, seleccionados al azar, se adicionaron colorantes en los puntos de drenaje y se permitió correr un

flujo de agua durante varios minutos; simultáneamente se hizo el seguimiento del trazador en las cajas de inspección situadas en el patio de la antigua morgue y en las cajas de muestreo situadas sobre la Carrera 13, para verificar la salida del colorante y de este modo corroborar la ruta de los residuos líquidos a través de la red de vertimientos industriales señalada en los planos existentes.

1.6.3.4 Toma de muestras y medición de caudales de los efluentes industriales. Se realizaron tres jornadas diurnas de muestreo de aguas residuales industriales, de 12 horas cada una, los días 31 de Enero, 2 y 3 de Febrero de 2005. En cada jornada se tomaron alícuotas horarias de los efluentes tanto de la caja a donde llegan las aguas residuales de la morgue como de la caja de aguas residuales de los laboratorios; sobre cada muestra puntual se midió pH, temperatura y caudal.

Al final de cada jornada, las muestras horarias se compusieron proporcionalmente de acuerdo al caudal medido para obtener una muestra única diaria representativa de los vertimientos líquidos industriales del Instituto, sobre las cuales se realizaron los análisis fisicoquímicos y microbiológicos relacionados en el numeral 3.5. Adicionalmente, en las jornadas del 31 de Enero y del 3 de Febrero fueron tomadas muestras puntuales adicionales para análisis microbiológico. Las labores de muestreo fueron efectuadas por personal de Daphnia Ltda.

1.6.3.5 Análisis de Laboratorio. Las muestras compuestas obtenidas en las tres jornadas de muestreo fueron remitidas a los laboratorios Daphnia Ltda., LAQMA Ltda. y SOMIQ, para la realización de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos que se enumeran en las tablas 1 y 2. De igual manera, las muestras puntuales tomadas el 31 de Enero y el 3 de Febrero fueron remitidas a Daphnia Ltda. y SOMIQ para los análisis microbiológicos mencionados en la Tabla 2.

1.6.4 Resultados

1.6.4.1 Entrevistas realizadas en los laboratorios, la morgue y la central de evidencias. Las áreas visitadas se encuentran distribuidas en las edificaciones que constituyen el Instituto, tal como se indica en la Tabla 3.

Tabla 1. Parámetros Físicoquímicos analizados en las muestras compuestas

PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO DE ENSAYO
Demanda Bioquímica de Oxígeno, DBO ₅	mg O ₂ /L	Incubación 5 días/ Electrométrico
Demanda Química de Oxígeno	mg O ₂ /L	Reflujo cerrado /Titulometría Extracción líquido-líquido/ Espectrofotometría IR
Aceites y Grasas	mg /L	
Detergentes (SAAM)	mg /L	Azul de metileno/ Colorimetría
Fenoles totales	mg /L	4-aminoantipirina /Colorimetría
Cianuros	mgCN" /L	Pirdina-ácido barbitúrico/Colorimetría
Cadmio	mg Cd /L	Absorción Atómica
Cobre	mg Cu/L	Absorción Atómica
Cromo hexavalente	mg Cr /L	Colorimetría
Plata	mg Ag/L	Absorción Atómica
Plomo	mg Pb L mg Zn	Absorción Atómica
Zinc	/L mg /L	Absorción Atómica
Sólidos Suspendidos Totales		Gravimetría
Sólidos Sedimentables	mL / L-h	Cono Imhoff/ Volumetría
Sulfuro de Carbono	mg /L	Cromatografía de gases
Tricloroetileno	mg /L	Cromatografía de gases/masas

Nota: Los análisis de Sulfuro de Carbono y Tricloroetileno fueron realizados por LAQM Ltda; los demás parámetros físicoquímicos fueron analizados por Daphnia Ltda.

Fuente: Autor del Proyecto

Tabla 2. Parámetros microbiológicos analizados en las muestras puntuales y compuestas

ENSAYO	UNIDAD DE MEDIDA	METODO DE ENSAYO
Hongo Moliniform proliferating	UFC / mL	Identificación en placa
Bacillus subtilis	N.A. *	Ausencia/Presencia
Bacillus stearothermophilus	N.A. *	Ausencia/Presencia
Enterococcus faecalis	N.A. *	Ausencia/Presencia
Salmonella sp.	N.A. *	Ausencia/Presencia
Vibrio cholerae	N.A. *	Ausencia/Presencia
Pseudomonas aeruginosa	N.A. *	Ausencia/Presencia
Staphylococcus aureus	N.A. *	Ausencia/Presencia
Clostridium Sulfitorreductor	UFC / 100 mL	Filtración por membrana / Recuento
Coliformes totales	NMP / 100 mL	Tubos múltiples
Coliformes fecales	NMP / 100 mL	Tubos múltiples
E. Coli	UFC / 100 mL	Filtración por membrana / Recuento

* N.A. = No Aplica

Nota: Los análisis de coliformes totales, coliformes fecales y E. coli fueron realizados por Daphnia Ltda; los demás análisis microbiológicos fueron realizados por SOMIQ.

Fuente: Autor del Proyecto

En general, los laboratorios en los que se trabaja con sustancias químicas realizan la recolección, segregación y almacenamientos temporal de los residuos químicos generados durante los ensayos, los cuales son posteriormente entregados a entidades encargadas de la disposición final o en algunos casos a universidades para fines docentes. Los residuos ácidos o alcalinos son en la mayoría de los casos neutralizados en los laboratorios antes de su vertimiento al sistema de alcantarillado. Sin embargo, el mayor volumen de vertimientos líquidos del Instituto provienen del lavado de vidriería de laboratorio y otros implementos, impregnados con trazas de reactivos y fluidos corporales.

Los laboratorios de Radiología y Fotografía vierten periódicamente y directamente al sistema de alcantarillado las soluciones de revelado de las máquinas.

El vertimiento de los laboratorios no es continuo; normalmente se realizan dos jornadas de lavado en el día, una en la mañana y otra en la tarde. Los vertimientos también están supeditados a la cantidad y tipo de ensayos que deba realizar cada laboratorio.

El vertimiento de la morgue, por el contrario, es mucho más frecuente dado que realiza una actividad continua durante toda la jornada de trabajo y se realizan lavados periódicos empleando cantidades grandes de agua.

En la Tabla 3 puede observarse que algunos de los laboratorios no generan ningún residuo líquido o no realizan el vertimiento en dicha área; la Central de Evidencias, mas que un laboratorio, es un depósito de muestras biológicas, químicas y físicas y solo realiza una limpieza húmeda esporádica por ejemplo en el caso de derrame de alguna muestra.

El laboratorio de Planimetría y Dibujo no posee ningún desagüe en su área; los ensayos de esta dependencia que generan algún residuo líquido se realizan en el laboratorio de Química Aplicada.

El laboratorio de Residuos de Disparo genera desechos ácidos con presencia de algunos metales, pero no realiza vertimientos ni actividades de lavado dentro de su área; todos los residuos líquidos y material para lavado son llevados al laboratorio de Química aplicada.

La información recopilada en las entrevistas realizadas a los laboratorios puede consultarse en los formularios del Anexo 1.

Tabla 3 Distribución de los laboratorios del Instituto Nacional de Medicina Legal

LOCALIZACIÓN	LABORATORIO	GENERA VERTIMIENTO
Piso 5 -Torre B	Grafología	No
	Planimetría y Dibujo	No
Piso 4 -Torre B	Estupefacientes	Si
	Toxicología	Si
Piso 4 -Torre C	Química Aplicada y Geología	Si
	Equipos comunes (Instrumental)	No
	Residuos de disparo	No
Piso 3-Torre B	Biología	Si
	ADN- Preparación de muestras	Si
	ADN- Instrumental	Si
Piso 2- Torre B	Fotografía	Si
	Dactiloscopia	Si
Piso 1 -Torre B	Balística	Si
	Física	No
	Histotecnología II	Si
Piso 1 -Torre A	Antropología	No
	Sala de necropsias y morgue	Si
	Histotecnología I	Si
	Central de evidencias	No
	Radiología	Si

Fuente: Autor del Proyecto

1.6.4.2 Inspección de las cajas del sistema de drenaje de aguas residuales industriales. En algunas de las cajas del sistema de drenaje de aguas industriales de la sala de necropsias se encontró agua apozada y residuos sólidos flotantes, esto debido a que la ubicación de la tubería de salida no está en el fondo de la caja sino un poco más arriba lo que provoca la acumulación de los residuos; sin embargo el flujo de agua no estaba interrumpido. También se observó deterioro de las paredes de las cajas. En las cajas del pasillo aledaño al depósito de cadáveres y patio de la antigua morgue no se presenta apozamiento de agua. Dichas cajas se encontraron en buen estado. Las trampas de grasas, situadas en el patio de la antigua morgue, así como las cajas de aforo de aguas de laboratorio y aguas de morgue localizadas sobre la Carrera 13, frente a la puerta de acceso a dicho patio, se encontraron en buen estado de funcionamiento. Se recomienda, sin embargo, que la futura caja de aforo cuente con medidas apropiadas para la toma de muestras.

1.6.4.3 Ensayos con trazadores. Las pruebas de trazadores se realizaron en los laboratorios de Estupefacientes, Biología, Histotecnología I y II, Fotografía y Radiología. Se determinó que los vertimientos de Estupefacientes, Biología, Histotecnología II y Radiología llegan finalmente a la caja de aguas residuales de laboratorio. Los vertimientos de Histotecnología I descargan a la caja de morgue. El ensayo de trazadores determinó que el vertimiento del laboratorio de Fotografía no llega ni a la caja de aguas de laboratorio ni a la caja de aguas de morgue. Sin embargo, según personal que labora en estas dependencias ya se está implantando el sistema de fotografía digital lo cual además de agilizar los trabajos, eliminan por completo el uso de reactivos y por consiguiente la descarga de estos al alcantarillado.

1.6.4.4 Muestreo fisicoquímico y microbiológico. Los resultados de las determinaciones "in situ" realizadas durante las tres jornadas de muestreo se relacionan en las Tablas 4 y 5. Los valores de pH y la temperatura de los vertimientos, es muy homogénea y no presentó en ningún caso variaciones apreciables. Los resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos se consignan en la Tabla 6. En el Anexo 2 se incluyen los reportes en original de los resultados emitidos por los laboratorios. En el Anexo 3 se presenta el registro fotográfico del muestreo.

Tabla 4. Determinaciones "in situ" Morgue Instituto NAacional de Medicina Legal – Bogotá D.C.

DETERMINACIONES "in situ" - MORGUE
INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL - BOGOTÁ. D.C.

CAJA FINAL DE VERTIMIENTOS DE MORGUE				
DIA 1 - FECHA DE MUESTREO: 31 DE ENERO DE 2005				
MUESTRA No	HORA DE TOMA	pH	TEMPERATURA MUESTRA	CAUDAL [medición volumétrica]
		Unidades	°C	(L/s)
1	08:40	7,04	21,3	0,185
2	09:40	7,0	18,3	0,561
3	10:40	7,35	17,8	0,503
4	11:40	7,49	18,2	0,205
5	12:20	7,52	18,7	0,413
6	13:30	7,51	18,7	0,009
7	14:30	7,26	18,4	0,025
8	15:40	7,4	18,1	0,156
9	16:40	6,92	17,4	0,278
10	17:40	7,17	16,6	0,192
11	18:15	6,94	16,6	0,177
12	19:20	7,0	16,3	0,258
PROMEDIO		7,22	18,0	0,247
CAJA FINAL DE VERTIMIENTOS DE MORGUE				
DIA 2 - FECHA DE MUESTREO: 02 DE FEBRERO DE 2005				
MUESTRA No	HORA DE TOMA	pH	TEMPERATURA MUESTRA	CAUDAL [medición volumétrica]
		Unidades	°C	(L/s)
1	08:00	6,44	16,4	0,137
2	09:00	6,55	17,6	0,07

CAJA FINAL DE VERTIMIENTOS DE MORGUE				
DIA 2 - FECHA DE MUESTREO: 02 DE FEBRERO DE 2005				
MUESTRA No	HORA DE TOMA	pH	TEMPERATURA MUESTRA	CAUDAL [medición volumétrica]
3	10:00	6,4	17,4	0,347
4	11:00	5,13	17,0	0,499
5	12:00	7,22	-	0,361
6	13:00	7,26	-	0,025
7	14:00	7,04	-	0,044
8	15:00	7,18	-	0,099
9	16:00	6,82	-	0,104
10	17:00	6,68	-	0,117
11	18:00	6,81	-	0,192
12	19:00	6,43	-	0,078
PROMEDIO		6,66	17,0	0,173

CAJA FINAL DE VERTIMIENTOS DE MORGUE				
DIA 3 - FECHA DE MUESTREO: 03 DE FEBRERO DE 2005				
MUESTRA No	HORA DE TOMA	pH	TEMPERATURA MUESTRA	CAUDAL [medición volumétrica]
		Unidades	°C	(L/s)
1	08:15	7,05	17,7	0,136
2	09:15	7,76	17,2	0,39
3	10:00	6,88	17,7	0,697
4	11:00	7,17	18,1	0,375
5	12:20	6,93	18,5	0,776
6	13:30	6,98	19,3	0,036
7	14:00	7	13,3	0,046
8	15:00	7,01	13,5	0,052
9	16:00	7,43	17,9	0,096
10	16:30	6,87	17,9	0,18
11	17:00	6,65	18,1	0,213
12	17:30	6,7	17,9	0,189
13	18:00	6,3	17,2	0,376
14	18:30	6,77	16,9	0,168
15	19:00	6,69	16,4	0,053
PROMEDIO		6,98	17,8	0,248

Fuente: Autor del Proyecto

Tabla 5. Determinaciones "in situ" Laboratorios instituto nacional de medicina legal – Bogotá D.C.

DETERMINACIONES "in situ" LABORATORIOS
INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL - BOGOTÁ. D.C.

CAJA FINAL DE VERTIMIENTOS DE LABORATORIOS				
DIA 1 - FECHA DE MUESTREO : 31 DE ENERO DE 2005				
MUESTRA No	HORA DE TOMA	pH	TEMPERATURA MUESTRA	CAUDAL [medición volumétrica]
		Unidades	°C	(L/s)
1	08:40	7,64	19,4	0,02
2	10:40	8,61	17,2	0,195
4	14:40	8,2	19,4	0,247
PROMEDIO		8,22	18,7	0,154

CAJA FINAL DE VERTIMIENTOS DE LABORATORIOS				
DÍA 2 - FECHA DE MUESTREO: 02 DE FEBRERO DE 2005				
MUESTRA No	HORA DE TOMA	pH	TEMPERATURA MUESTRA	CAUDAL [medición volumétrica]
		Unidades	°C	(L/s)
1	08:50	7,33	16,9	0,058
2	09:50	7,03	17,7	0,067
3	11:45	7,49	-	0,17
4	12:10	7,3	-	0,131
5	13:00	7,03	-	0,15
6	14:00	7,53	-	0,083
7	15:00	7,94	-	0,061
8	16:00	7,27	-	0,064
9	18:00	6,69	-	0,062
PROMEDIO		7,29	17,3	0,094

CAJA FINAL DE VERTIMIENTOS DE LABORATORIOS				
DÍA 3 - FECHA DE MUESTREO: 03 DE FEBRERO DE 2005				
MUESTRA No	HORA DE TOMA	pH	TEMPERATURA MUESTRA	CAUDAL [medición volumétrica]
		Unidades	°C	(L/s)
1	08:15	8,97	20,4	0,059
2	09:15	9,56	21,5	0,223
3	10:00	7,92	20,6	0,033
4	11:00	6,83	21,6	0,031
PROMEDIO		8,32	21,0	0,087

Fuente: Autor del Proyecto

Tabla 6. Resultados de laboratorio - vertimiento final Instituto Nacional de Medicina Legal – Bogotá d.c.

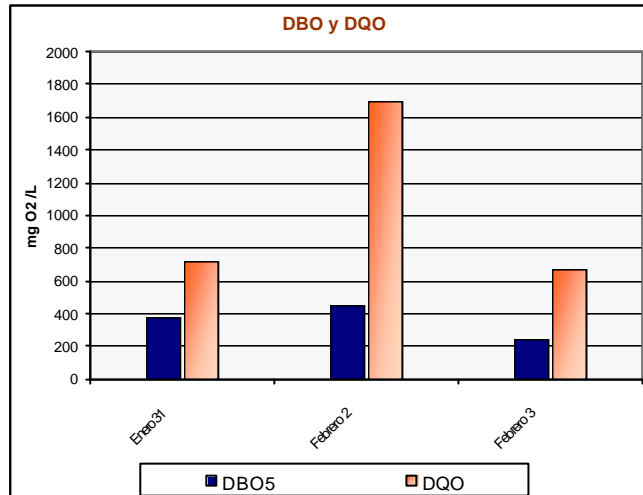
Hongo Moniformproliferating PARÁMETROS	UFC/mL UNIDADES	Identificación en placa MÉTODO	FECHA DE MUESTREO				
			< 1	ENERO 31/2005	FEBRERO 02/2005	FEBRERO 03/2005	< 1
			COMPUESTA	16:40	COMPUESTA	COMPUE.	09:15
RESULTADOS FISICOQUÍMICOS							
ACEITES Y GRASAS	mg/L	S.M. 5520-C	10,8	-	3,6	1,8	-
CADMIO	mgCd/L	S.M. 3500Cd-B	<0,01	-	<0,01	<0,01	-
CIANUROS	mgCN/L	S.M. 4500CN-E	0,028	-	< 0,010	<0,010	-
COBRE	maCu/L	S.M. 3500Cu-B	0,05	-	0,12	0,04	-
CROMO HEXAVALENTE	mu Cr 6 ⁺ /L	S.M. 3500Cr-D	<0,05	-	<0,05	<0,05	-
DBO5	mgO ₂ /L	S.M. 5210-B	374	-	451	246	-
DQO	mgO ₂ /L	S.M. 5220-B	720	-	1700	670	-
FENOLES TOTALES	mg/L	S.M. 5530-C	1,78	-	6,74	0,091	-
PLATA	mg Ag/L	S.M. 3500Ag-B	<0,01	-	<0,01	<0,01	-
PLOMO	mg Pb/L	S.M. 3500Pb-B	<0,05	-	<0,05	<0,05	-
SOLIDOS SEDIMENTABLES	mL/L-h	S.M. 2540-F	0,9	-	4,0	1,5	-
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/L	S.M. 2540-D	240	-	100	103	-
TENSOACTIVOS (SAAM)	mg/L	S.M. 5540-C	1,03	-	1,32	1,79	-
ZINC	mg Zn/L	S.M. 3500Zn-B	0,24	-	0,18	0,16	-
SULFURO DE CARBONO	mg/L		<0,01	-	<0,01	<0,01	-
TRICLOROETILENO	mg/L	EPA 624	<0,0012	-	<0,0012	<0,0012	-
RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS							
COLIFORMES TOTALES	NMP/100mL	S.M. 9221-C	> 1600000	>1600000	> 1600000	> 1600000	2400
COLIFORMES FECALES	NMP/100mL	S.M. 9221-B	>1600000	>1600000	> 1600000	>1600000	500
E. Coli	UFC/100mL	S.M. 9222-B	> 10000	>10000	>10000	>10000	1000
Enterococcus faecalis	N.A.	Presencia/Ausencia	Presente	Presente	Presente	Presente	Ausente
Vibrio cholerae	N.A.	Presencia/Ausencia	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente
Bacillus stearothermophilus	N.A.	Presencia/Ausencia	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Bacillus subtilis	N.A.	Presencia/Ausencia	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Pseudomonas aeruginosa	N.A.	Presencia/Ausencia	Ausente	Ausente	Ausente	Presente	Ausente
Salmonella sp.	N.A.	Presencia/Ausencia	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Staphylococcus aureus	N.A.	Presencia/Ausencia	Presente	Presente	Presente	Presente	Presente
Clostridium Sulfitoreductor	UFC/100mL	Filtración por membrana	100	100	5000	< 1	1000

Fuente: Autores del Proyecto

Figura 2. DBO - DQO

DBO y DQO

	DBO5	DQO
Enero 31	374	720
Febrero 2	451	1700
Febrero 3	246	670

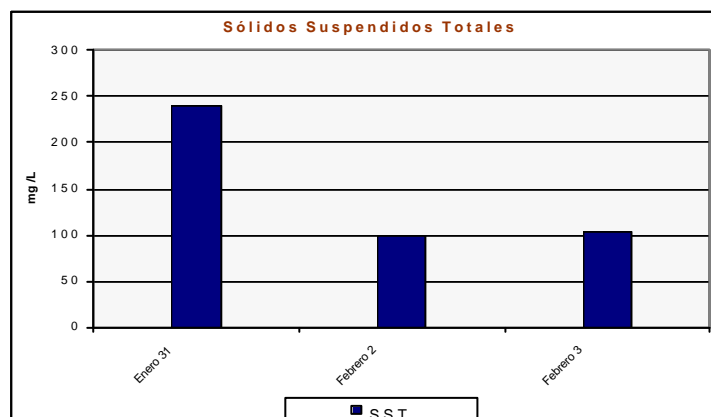


Fuente: Autores del Proyecto

Figura 3. Sólidos suspendidos totales

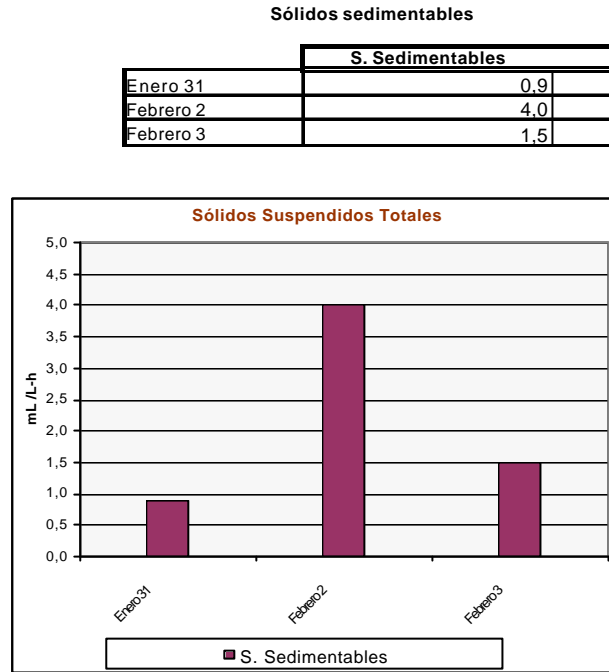
S S T

	S S T
Enero 31	240
Febrero 2	100
Febrero 3	103



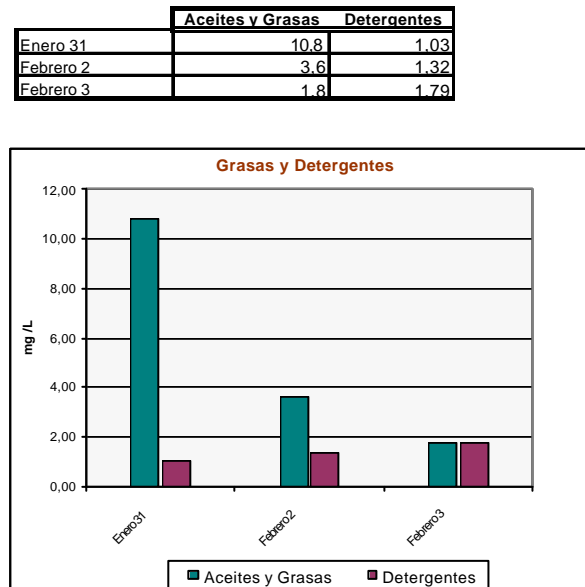
Fuente: Autores del Proyecto

Figura 4. Sólidos Sedimentables



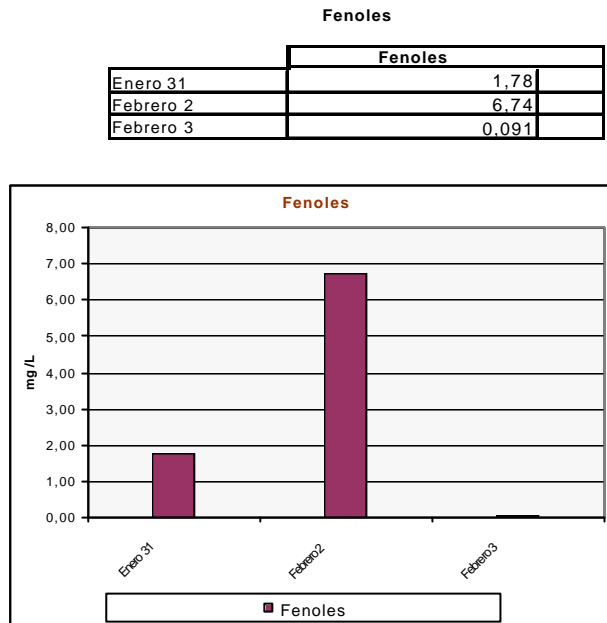
Fuente: Autores del Proyecto

Figura 5. Grasas y Detergentes



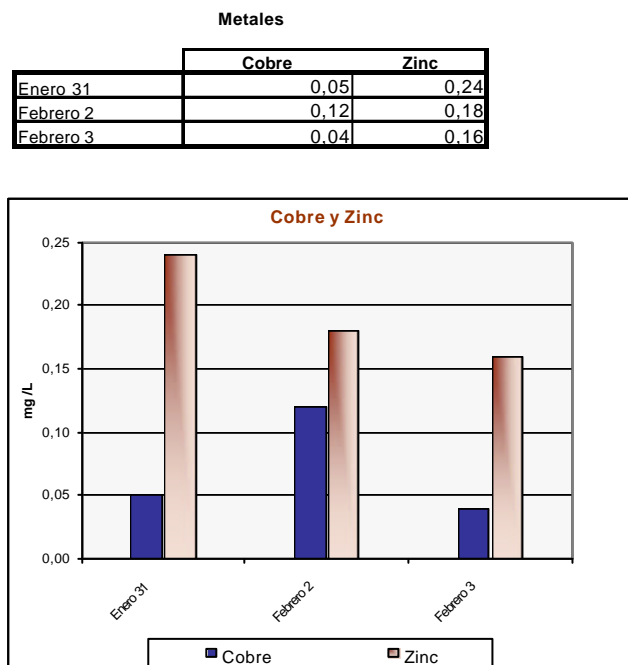
Fuente: Autores del Proyecto

Figura 6. Fenoles



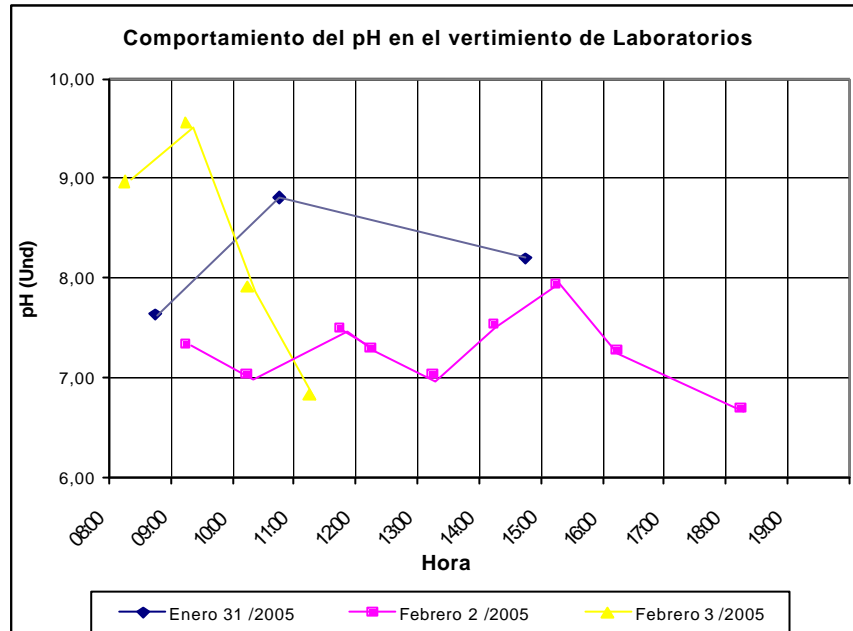
Fuente: Autores del Proyecto

Figura 7. Cobre y Zinc



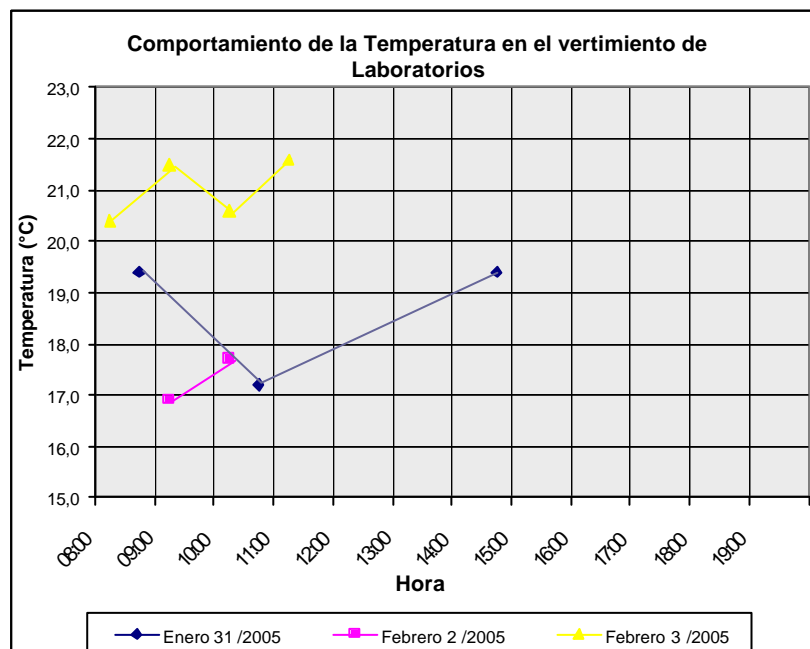
Fuente: Autores del Proyecto

Figura 8. Comportamiento de la alcalinidad en el vertimiento del laboratorio.



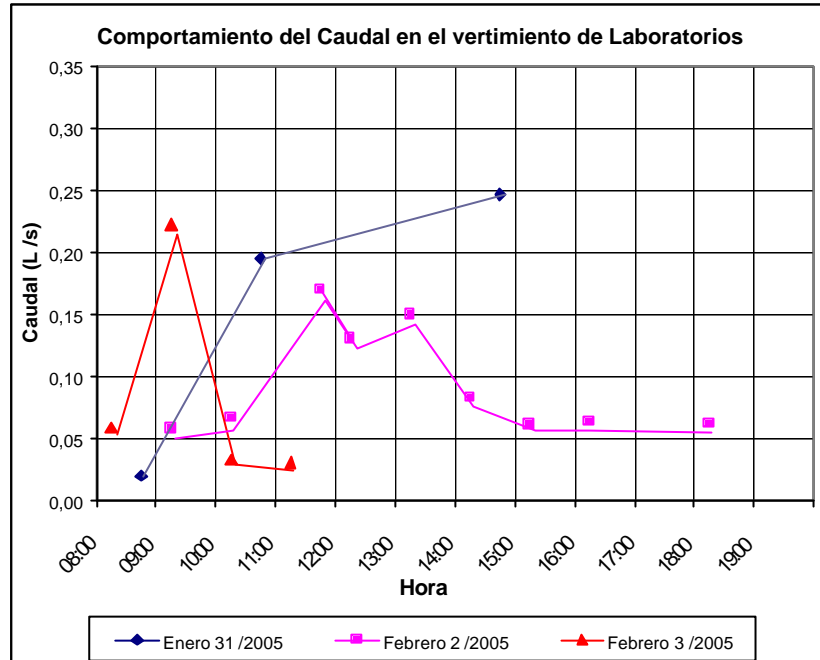
Fuente: Autores del Proyecto

Figura 9. Comportamiento de la temperatura en el vertimiento del laboratorio.



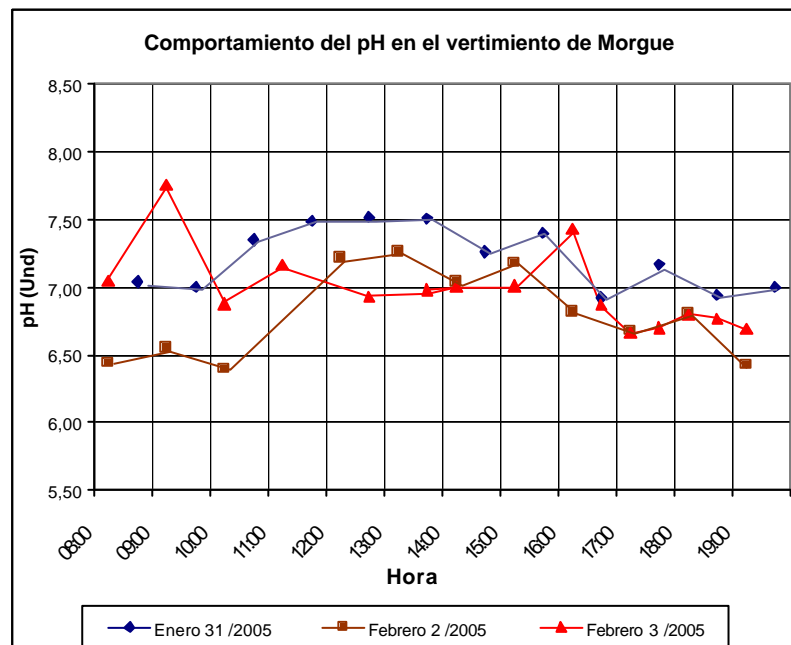
Fuente: Autores del Proyecto

Figura 10. Comportamiento del caudal en el vertimiento del laboratorio.



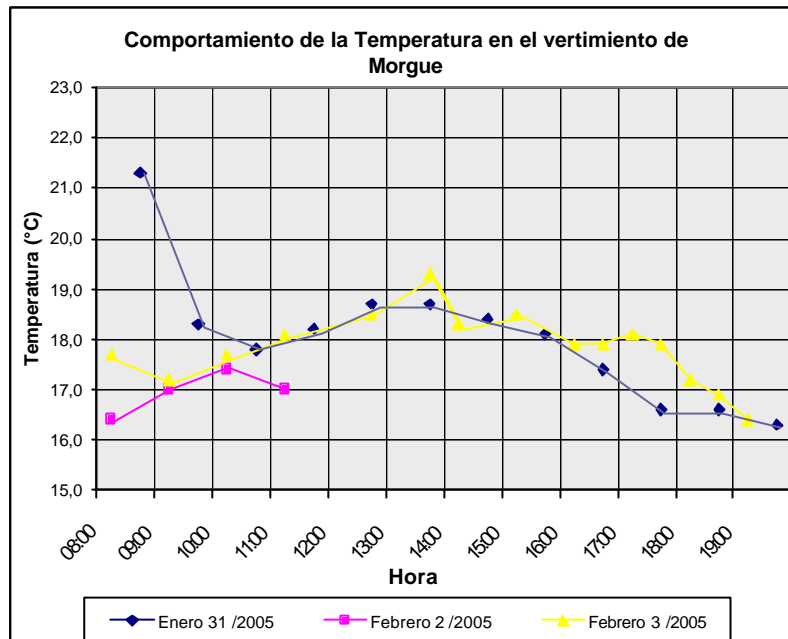
Fuente: Autores del Proyecto

Figura 11. Comportamiento de la alcalinidad en el vertimiento de la morgue.



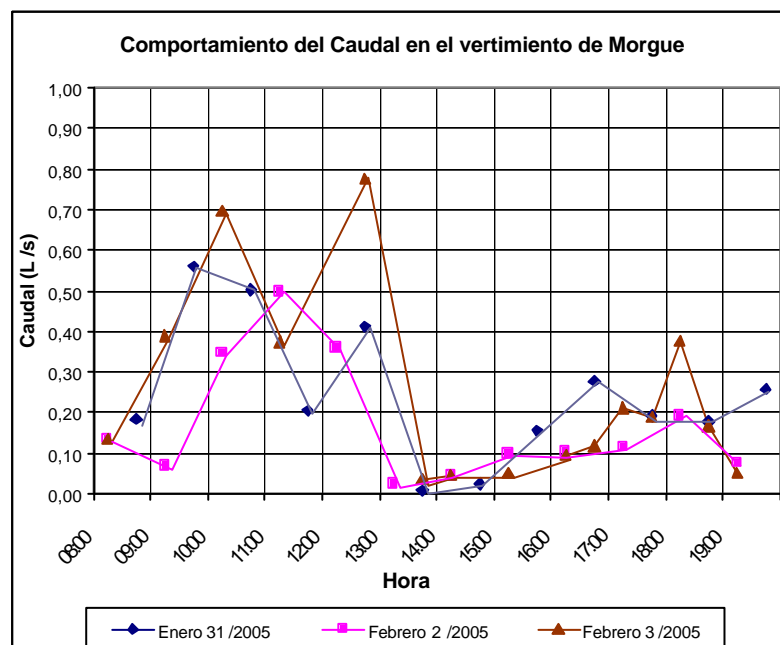
Fuente: Autores del Proyecto

Figura 12. Comportamiento de la temperatura en el vertimiento de la morgue.



Fuente: Autores del Proyecto

Figura 13. Comportamiento del caudal en el vertimiento de la morgue.



Fuente: Autores del Proyecto

Tabla 7. Mediciones de caudal en la caja del laboratorio

VERTIMIENTO AGUAS RESIDUALES CAJA LABORATORIO

ENERO 31 DE 2005

MEDICIÓN CAUDAL VOLUMÉTRICO.

Nº Muestra	Hora Medición	Volúmenes Medidos (L)	Tiempo Medido [s]	Caudal (L/S)	Caudal Promedio [L/s]	Volumen Submuestra (mL)
1	08:40	0,15	8,09	0,019	0,02	
		0,22	9,02	0,024		
		0,2	10,89	0,018		
2	09:40				0,02	
3	10:40	0,5	2,7	0,185	0,195	
		0,4	1,96	0,204		
		0,38	1,94	0,196		
4	14:40	0,4	1,3	0,308	0,247	
		0,4	1,24	0,323		
		0,2	1,8	0,111		
5	15:40				0,247	
SUMATORIA CAUDAL					0,73	
CAUDAL PROMEDIO L/s					0,15	

VERTIMIENTO AGUAS RESIDUALES CAJA LABORATORIO

FEBRERO 02 DE 2005

MEDICIÓN CAUDAL VOLUMÉTRICO.

Nº Muestra	Hora Medición	Volúmenes Medidos (L)	Tiempo Medido (s)	Caudal (L/s)	Caudal Promedio (L/s)	Volumen Submuestra (mL)
1	08:50	0,3	4,34	0,069	0,058	
		0,14	3,16	0,044		
		0,18	2,99	0,06		
2	09:50	0,28	3,69	0,076	0,067	
		0,3	4,39	0,068		
		0,2	3,55	0,056		
3	11:45	0,3	1,72	0,174	0,17	
		0,5	2,5	0,2		
		0,4	2,94	0,136		
4	12:10	0,3	1,65	0,182	0,131	
		0,5	4,6	0,109		
		0,5	4,93	0,101		
5	13:00	0,48	3,51	0,137	0,15	
		0,4	2,98	0,134		
		0,5	2,79	0,179		

Nº Muestra	Hora Medición	Volúmenes Medidos (L)	Tiempo Medido (s)	Caudal (L/s)	Caudal Promedio (L/s)	Volumen Submuestra (mL)
6	14:00	0,2	4	0,05	0,083	
		0,38	3,77	0,101		
		0,4	4,02	0,1		
7	15:00	0,2	4,92	0,041	0,061	
		0,24	3,56	0,067		
		0,23	3,11	0,074		
8	16:00	0,3	3,59	0,084	0,064	
		0,24	4,52	0,053		
		0,25	4,63	0,054		
9	18:00	0,25	4,81	0,052	0,062	
		0,4	6,15	0,065		
		0,24	3,41	0,07		
10						
11						
12						
SUMATORIA CAUDAL					0,85	
CAUDAL PROMEDIO L/s					0,09	

VERTIMIENTO AGUAS RESIDUALES CAJA LABORATORIO

FEBRERO 03 DE 2005

MEDICIÓN CAUDAL VOLUMÉTRICO

Nº Muestra	Hora Medición	Volúmenes Medidos (L)	Tiempo Medido [s]	Caudal (L/S)	Caudal Promedio [L/s]	Volumen Submuestra (mL)
1	08:15	0,2	4,09	0,049	0,059	
		0,28	4,5	0,062		
		0,30	4,50	0,067		
2	09:15	0,5	2,13	0,235	0,223	
		0,45	2,3	0,196		
		0,48	2,00	0,24		
3	10:00	0,2	6,45	0,031	0,033	
		0,19	5,77	0,033		
		0,21	6,09	0,034		
4	11:00	0,12	6,5	0,018	0,031	
		0,20	6,47	0,031		
		0,28	6,43	0,044		
SUMATORIA CAUDAL					0,35	
CAUDAL PROMEDIO L/s					0,09	

**VERTIMIENTO AGUAS RESIDUALES CAJA MORGUE
ENERO 31 DE 2005**

MEDICIÓN CAUDAL VOLUMÉTRICO

N° Muestra	Hora Medición	Volúmenes Medidos (L)	Tiempo Medido [s]	Caudal (L/s)	Caudal Promedio [L/s]	Volumen Submuestra (mL)
21	08:40	0,8	3,87	0,207	0,185	
		1	5,27	0,19		
		0,90	5,70	0,158		
22	09:40	1,1	2,17	0,507	0,561	
		0,8	1,44	0,556		
		1,00	1,61	0,821		
23	10:40	1,2	2,43	0,494	0,503	
		1	2,15	0,465		
		1,30	2,36	0,551		
24	11:40	1	4,79	0,209	0,205	
		1,1	5,07	0,217		
		0,9	4,74	0,19		
25	12:20	1,3	3,85	0,338	0,405	
		1,5	3,31	0,453		
		1,4	3,31	0,423		
26	13:30	0,25	21,83	0,011	0,009	
		0,16	25,61	0,006		
		0,16	19,85	0,008		
27	14:30	0,3	24,13	0,012	0,025	
		0,45	17,95	0,025		
		0,54	13,88	0,039		
28 A	15:40	0,61	5,33	0,114	0,156	
		0,58	3,34	0,174		
		0,65	3,62	0,18		
29	16:40	1,00	3,23	0,31	0,278	
		0,5	1,76	0,284		
		0,70	2,91	0,241		
30	17:40	0,40	2,28	0,175	0,192	
		0,6	2,63	0,228		
		1,20	6,96	0,172		
31	18:15	0,55	4,52	0,153	0,173	
		0,69	2,7	0,148		
		0,4	2,18	0,165		
		0,36	2,45	0,224		
32	19:20	0,55	1,84	0,224	0,240	
		0,45	1,95	0,245		
		0,49	2,01	0,251		
SUMATORIA CAUDAL					2,93	
CAUDAL PROMEDIO L/s					0,24	

**VERTIMIENTO AGUAS RESIDUALES CAJA MORGUE
FEBRERO 02 DE 2005**

MEDICIÓN CAUDAL VOLUMÉTRICO

N° Muestra	Hora Medición	Volúmenes Medidos (L)	Tiempo Medido [s]	Caudal (L/s)	Caudal Promedio [L/s]	Volumen Submuestra (mL)
21	08:00	0,75	5,27	0,142	0,137	
		0,79	5,18	0,153		
		0,59	5,08	0,116		
22	09:00	0,55	7,26	0,076	0,07	
		0,25	3,58	0,07		
		0,25	3,8	0,066		
23	10:00	0,4	1,03	0,388	0,347	
		0,45	1,28	0,352		
		0,5	1,66	0,301		
24	11:00	0,85	2,03	0,419	0,499	
		0,5	1	0,5		
		0,4	0,69	0,58		
25	12:00	0,35	1,11	0,315	0,361	
		0,55	1,76	0,313		
		0,3	0,66	0,455		
26	13:00	0,2	10,9	0,018	0,025	
		0,25	9,05	0,028		
		0,2	6,77	0,03		
27	14:00	0,4	8,61	0,046	0,044	
		0,35	9,94	0,035		
		0,45	8,9	0,051		
28	15:00	0,45	4,74	0,095	0,099	
		0,44	5,06	0,087		
		0,35	3,05	0,115		
29	16:00	0,4	3,96	0,101	0,104	
		0,38	3,59	0,106		
		0,36	3,44	0,105		
30	17:00	0,58	4,94	0,117	0,119	
		0,6	5,02	0,12		
		0,48	3,97	0,121		
31	18:00	0,65	3,42	0,19	0,187	
		0,65	3,43	0,131		
		0,45	2,29	0,24		
32	19:00	0,55	8,34	0,036	0,064	
		0,3	3,54	0,036		
		0,42	5,04	0,119		
SUMATORIA CAUDAL					2,06	
CAUDAL PROMEDIO L/s					0,17	

Tabla 8. Mediciones de caudal en la caja de la morgue.

**VERTIMIENTO AGUAS RESIDUALES CAJA MORGUE
FEBRERO 03 DE 2005
MEDICIÓN CAUDAL VOLUMÉTRICO**

N° Muestra	Hora Medición	Volúmenes Medidos (L)	Tiempo Medido [s]	Caudal (L/s)	Caudal Promedio [L/s]	Volumen Submuestra (mL)
21	08:15	0,55	3,41	0,161	0,136	
		0,7	5,4	0,13		
		0,32	2,7	0,119		
22	09:15	1	2,91	0,344	0,39	
		1,3	3,09	0,421		
		1,1	2,71	0,406		
23	10:00	1,4	1,98	0,707	0,697	
		1,3	1,94	0,67		
		1,1	1,54	0,714		
24	11:00	0,55	1,56	0,353	0,375	
		0,48	1,29	0,372		
		0,58	1,45	0,400		
25	12:05	0,6	0,8	0,750	0,776	
		0,7	0,91	0,769		
		0,72	0,89	0,809		
26	13:00	0,25	5,72	0,044	0,036	
		0,2	6,09	0,033		
		0,24	7,72	0,031		
27	14:00	0,35	8,6	0,041	0,046	
		0,5	9,12	0,055		
		0,4	9,7	0,041		
28	15:00	0,42	8,2	0,051	0,052	
		0,49	8,73	0,056		
		0,4	8,05	0,050		
29	16:00	0,45	4,98	0,09	0,096	
		0,35	3,72	0,094		
		0,38	3,65	0,104		
29A	16:30	0,4	3,56	0,112	0,118	
		0,45	3,61	0,125		
		0,42	3,56	0,118		
30	17:00	0,55	2,99	0,161	0,161	
		0,48	2,14	0,164		
		0,35	1,52	0,158		
30A	17:30	0,49	2,94	0,133	0,155	
		0,39	1,99	0,133		
		0,40	1,95	0,201		
31	18:00	0,6	1,72	0,262	0,304	
		0,45	1,16	0,262		
		0,45	1,15	0,388		
31A	18:30	0,3	1,06	0,183	0,186	
		0,34	1,08	0,183		
		0,36	2,22	0,191		
32	19:00	0,24	4,84	0,087	0,075	
		0,42	6,98	0,087		
		0,35	7,2	0,050		
SUMATORIA CAUDAL					3,6	
CAUDAL PROMEDIO L/s					0,24	

Fuente: Autores del Proyecto

1.6.5 Discusión De Resultados. El vertimiento líquido de las aguas residuales de los laboratorios del Instituto Nacional de Medicina Legal presenta un caudal bajo, en promedio de 0.109 L/s, el cual es intermitente durante el día. En la noche no hay vertimiento de este tipo de aguas. El vertimiento líquido proveniente de morgue presenta un caudal promedio un poco mas alto, de 0.218 L/s; prácticamente es continuo durante todo el día (se evaluó durante una jornada de doce horas).

La caracterización fisicoquímica de las muestras compuestas recolectadas indica que el residuo generado es de carga orgánica moderada, con sólidos en suspensión y grasas bajos y contenidos mínimos o nulos de los metales de interés. No se detectó en ninguna de las muestras analizadas la presencia de sustancias tóxicas tales como sulfuro de carbono y tricloroetileno, compuestos considerados cancerígenos. Sin embargo, en los cromatogramas de análisis de estos compuestos aparecen señales debidas a otros compuestos volátiles de interés ambiental tales como Benceno, Tolueno, Xilenos y Etilbenceno, sin que fueran cuantificados; se recomienda hacer en una próxima caracterización el seguimiento a estos compuestos. Los cianuros fueron detectados únicamente en la primera muestra, pero en concentraciones muy bajas.

De los compuestos tóxicos analizados los únicos que se encontraron en niveles altos fueron los fenoles y su concentración varió significativamente en las tres muestras evaluadas. Estos provienen seguramente de descargas esporádicas de algunos laboratorios. Los fenoles son considerados sustancias cancerígenas; particularmente el fenol es además corrosivo.

Los detergentes se encontraron en concentración promedio de 1,38 mg/L valor relativamente bajo si se considera que la actividad de lavado de materiales de laboratorio se hace rutinariamente; sin embargo el efecto de dilución es también considerable. El valor de 1,38 mg/L es muy inferior al valor máximo permitido por la normatividad vigente, que es de 20 mg/L.

Respecto a los análisis microbiológicos se presenta a continuación una corta descripción de cada microorganismo.

El grupo Coliforme comprende todos los bacilos aerobios y anaerobios facultativos Gram negativos, no esporulados, que fermentan la lactosa produciendo ácido y gas. Una de las especies típicas de este grupo es *Escherichia coli*, la cual es un habitante usual del intestino del hombre y algunos animales de sangre caliente. Algunas cepas de *Escherichia coli* producen infecciones intestinales severas que pueden llegar incluso a causar la muerte de quien la padece. Su presencia en las aguas residuales indica contaminación fecal e evidencia la posible presencia de otros microorganismos patógenos. En general los coliformes son destruidos con desinfectantes químicos y físicos convencionales.

Enterococcus faecalis es una bacteria patógena anaerobia facultativa, Gram positiva que también habita normalmente en el intestino del hombre y algunos animales de sangre caliente. Al ingresar al organismo por ingestión o a través de heridas abiertas, infecta a la víctima causando enfermedades serias al tracto digestivo, urinario y respiratorio.

El *Enterococcus faecalis* es susceptible a la acción de las temperaturas altas y los desinfectantes químicos tales como el hipoclorito, el formaldehído (formol) y las soluciones de yodo.

Pseudomonas aeruginosa es una bacteria patógena aerobia, Gram negativa ampliamente distribuida en el ambiente ya que se presenta de manera natural en el suelo, las aguas y la superficie de plantas y animales. Ataca principalmente a individuos con el sistema inmunológico débil, causando enfermedades en los sistemas digestivo, urinario y respiratorio; también ataca las articulaciones y otros tejidos blandos. Esta bacteria se controla mediante desinfección química o física.

Salmonella es un género de bacterias anaerobias Gram negativas patógenas que habitan en el intestino de algunos animales de sangre caliente.

Al ser ingeridas, causan intoxicaciones y lesiones al sistema digestivo. Las personas más susceptibles a la infección son los niños y los adultos mayores. Estas bacterias están asociadas principalmente a intoxicaciones por alimentos contaminados con materia fecal. Su destrucción se puede realizar por medio de desinfecciones químicas convencionales.

Staphylococcus aureus es una bacteria Gram positiva que habita en la piel del ser humano, especialmente alrededor de la boca y la nariz.

Este microorganismo causa infecciones en la piel y produce una toxina que ataca los sistemas urinario y respiratorio principalmente. En casos más graves, puede causar infecciones importantes como la meningitis. Es susceptible a los agentes desinfectantes comunes tales como el hipoclorito o el formol.

Vibrio Cholerae es una bacteria patógena Gram negativa causante de la enfermedad conocida como cólera. Se presenta en aguas contaminadas con materia fecal. Al entrar al organismo ataca el intestino causando lesiones en la pared interna. El síntoma más usual es la diarrea masiva en el paciente y su deshidratación.

Este microorganismo es susceptible a los agentes desinfectantes comunes tales como el hipoclorito o el formol.

Bacillus subtilis* y *Bacillus stearothermophilus son bacterias Gram positivas ampliamente diseminada en el ambiente. Se encuentran en el suelo, las aguas y en material vegetal en descomposición. La especie *stearothermophilus* presenta

resistencia a las temperaturas moderadas (50-60°C) y se encuentra frecuentemente en fuentes de aguas termales.

Aunque no son considerados microorganismo patógenos, en algunos casos se les ha asociado a infecciones respiratorias y del sistema digestivo, junto con otras bacterias del genero *Bacillus*, tales como el *Bacillus cereus*.

Fusarium moniliforme es un hongo que habita normalmente en el suelo y en algunos cereales, principalmente el maíz. Produce una toxina que causa la contaminación del grano. Cuando el cereal contaminado es consumido puede provocar severos problemas a nivel intestinal. Una de las formas de control de este hongo es por medio de la inoculación con *Bacillus subtilis*.

Clostridium sulfitorreductor es un bacilo Gram positivo anaerobio presente en aguas residuales. Es el responsable de la transformación anaeróbica de sulfitos a sulfuro de hidrógeno, éste último causante de olores agresivos corrosivos. El *Clostridium sulfitorreductor* es susceptible a desinfectantes comunes como el cloro.

Los resultados de los análisis microbiológicos mostraron la presencia de bacterias tipo coliforme en concentraciones altas; otro tipo de microorganismos detectados fueron ***Enterococcus faecalis*, *Vibrio Cholerae*, *Staphylococcus aureus* y *Clostridium sulfitorreductor***. El hongo ***Moniliform proliferating*** solo fue detectado en una de las cinco muestras analizadas, con un recuento bajo. Los microorganismos ***Bacillus stearothermophilus*, *Bacillus subtilis*, *Salmonella sp.* y *Pseudomonas aeruginosa*** no fueron detectados.

Tal como se aprecia en la Tabla No. 7, los valores de todos los parámetros, excepto fenoles, cumplen con las máximas concentraciones permitidas para un vertimiento industrial al sistema de alcantarillado de la ciudad, según lo establecido en las Resoluciones 1074/97 y 1596/01, expedidas por el DAMA. Solo una de las muestras puntuales de sólidos sedimentables estuvo por encima del valor permitido para este parámetro, por lo cual el promedio de datos quedó prácticamente en el límite de la norma. Las concentraciones de Cadmio reportadas por el laboratorio para las tres muestras analizadas se encontraron por debajo del nivel de detección del método, lo que indica ausencia de este metal a nivel de 0.01 mg/L. Sin embargo el límite permisible de la norma está en 0.003 mg/L. Aunque los resultados globales de las muestras y la información recolectada en los laboratorio no dan indicio que pueda haber presencia de Cadmio en el vertimiento, para un posterior seguimiento se recomienda realizar dicho análisis por la técnica de Absorción Atómica-Horno de grafito, que es un método más sensible.

Tabla 9. Comparación de resultados con los valores regulatorios de las resoluciones 1074/97 y 1596/01 - DAMA

PARAMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR PROMEDIO VERTIMIENTO	RESOLUCIONES 1074/ 97 Y 1596/01-DAMA
Demanda Bioquímica de Oxígeno, DBO ₅	mg O ₂ /L	1057	1000
Demanda Química de Oxígeno, DQO	mg O ₂ /L	1030	2000
Aceites y Grasas	mg/L	5,4	100
Detergentes (SAAM)	mg/L	1,38	20
Fenoles totales	mg/L	2,87	0,2
Cianuros	mgCN ⁻ /L	0,016	1,0
Cadmio	mg Cd/L	< 0,01	0,003
Cobre	mg Cu/L	0,07	0,25
Cromo hexavalente	mg Cr/L	<0,05	0,5
Plata	mg Ag /L	< 0,01	0,5
Plomo	mg Pb /L	< 0,05	0,1
Zinc	mgZn /L	0,19	5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	148	800
Sólidos Sedimentables	mL/L-h	2,1	2,0
Sulfuro de Carbono	mg/L	< 0,01	1
Tricloroetileno	mg/L	<0,0012	1

Fuente: Autores del Proyecto

1.6.6 Conclusiones

- ✍ El vertimiento final de aguas residuales industriales del Instituto Nacional de Medicina Legal en Bogotá, D.C. es un residuo de carga orgánica media.
- ✍ Debido a las constantes actividades de lavado de las diferentes áreas, se presenta una alta dilución de los residuos industriales.
- ✍ De los compuestos tóxicos analizados, únicamente los fenoles se encontraron por encima de los máximos permisibles por la normatividad vigente.

✍ Los procesos del INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES son muy variados y en su mayoría no son de periodicidad diaria, por lo que pueden presentarse otros contaminantes que puedan incrementar varios de los parámetros de la Tabla N° 7.

✍ La presencia de microorganismos, algunos de ellos patógenos, indican la necesidad de desinfección del residuo antes del vertimiento final al alcantarillado, mas aun teniendo en cuenta que llegan como 700 cuerpos en promedio, se pueden presentar o existir múltiples contaminantes biológicos.

✍ Los resultados de aceites y grasas mostraron valores bastante bajos para este tipo de residuos; sin embargo se debe considerar que el vertimiento pasa por trampas de grasas antes de su descarga a las cajas de aforo.

1.6.7 Análisis de caudales. El caudal especificado para tener en cuenta en el sistema de tratamiento a diseñar, es de **0.3 litros/seg**. Promedio obtenido de los muestreos

El caudal dado es para trabajo de 10 horas por día.

1.6.8 Cálculo de Cargas Contaminantes. Para ilustración se muestra el cálculo de la carga contaminante efectuado para la DQO:

$$\text{Caudal} = 0.3 \text{ lps para } 10 \text{ horas de desagües/día} = 10.800 \text{ lts/día}$$

$$\text{Carga de DQO} = 1.030 \text{ mg/lit} \times 10.800 \text{ lts/día} \times \text{kg}/10^6 = 11.12 \text{ Kg/día}$$

$$\text{Aporte por m}^3 = (A/\text{m}^3) = \text{Carga}/\text{m}^3 \text{ día}$$

$$A/\text{m}^3 = 11.12 \text{ kg/día} / 10.8 \text{ m}^3/\text{día} = 1.03 \text{ kg DQO}/\text{m}^3 \text{ de agua}$$

A continuación se presenta el valor de carga contaminante y aporte por m³ para cada parámetro en estudio.

<u>Parámetro</u>	<u>Carga contaminante</u> kg/día	<u>Aporte por m³</u> kg/ m ³
DQO	11.12	1.03
DBO	3.86	0.357
Sólidos Suspendidos totales	1.60	0.15
Aceites y Grasas	0.015	0.014

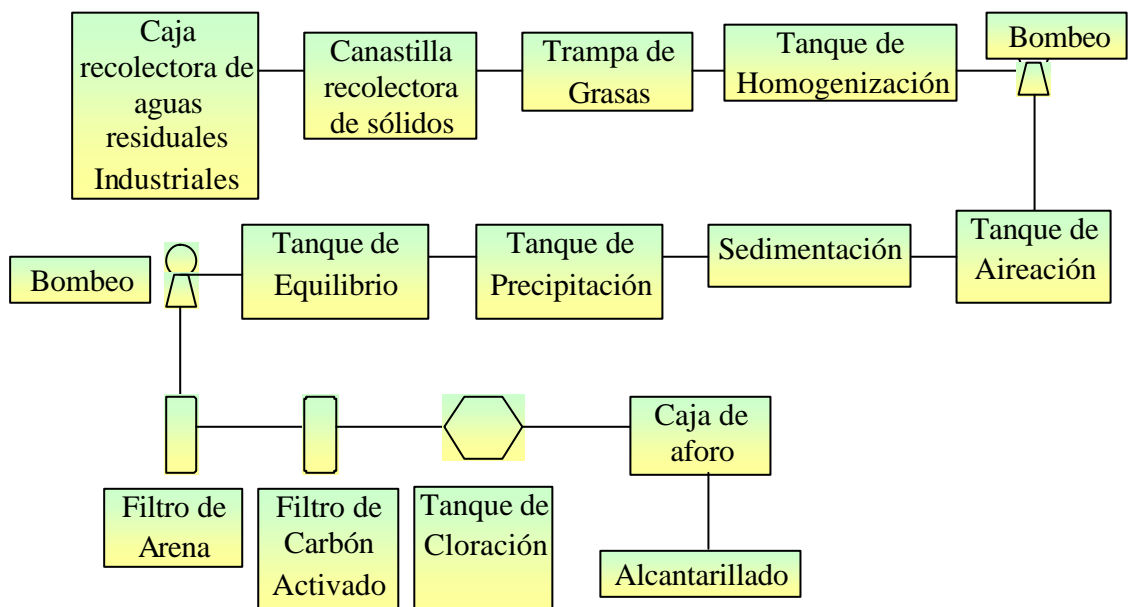
2. SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES

2.1 GENERALIDADES

Los resultados obtenidos a nivel de laboratorio en el tratamiento del agua residual de las muestras tomadas en diferentes días, nos indican que en general los parámetros analizados se encuentran dentro de la norma, sin embargo, existen agentes patógenos que se deben eliminar mediante degradación de la materia orgánica ayudada con precipitación química y finalmente desinfección para minimizar al máximo el impacto negativo que ocasionan estos vertimientos.

La ilustración presenta un esquema del proceso de tratamiento de vertimientos a ser utilizado en las instalaciones del **INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES** de la ciudad de Bogotá, D.C.

Figura 14. Proceso de tratamiento de vertimientos

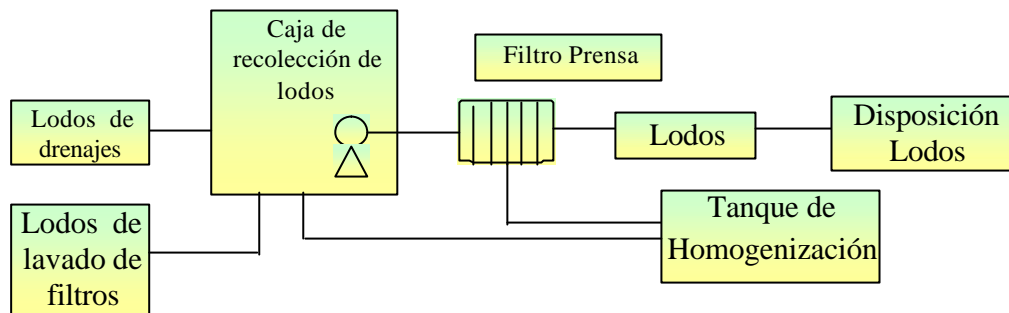


Fuente: Autores del Proyecto

Los lodos se manejarán de la siguiente manera:

Todos los tanques (Aireación, sedimentación, precipitación, filtros, etc.) envían los lodos a un tanque donde se adicionará un espesante para enviar los lodos a un filtro prensa para su posterior disposición final. El agua de escurrimiento se retornará al tanque homogenizador.

Figura 15. Tratamiento de los lodos.



A continuación, se describen las operaciones unitarias que comprende el sistema de tratamiento diseñado. En el Capítulo 3, se presenta el diseño geométrico y constructivo de las mismas.

2.2 OPERACIONES UNITARIAS DE LOS TRATAMIENTOS

2.2.1 Tratamiento primario o preliminar. En la actualidad **EL INSTITUTO** cuenta con un sistema de cajas de inspección, donde llegan las aguas de laboratorios, de baños de la zona contigua al parqueadero sobre la carrera 13, la cafetería de los empleados de la edificación antigua y las aguas de la sala de necropsias y lavandería, en la zona que da hacia la zona de parqueo de la Cra. 13. Igualmente, cuenta con dos trampa de grasas y dos cajas en el exterior de la edificación sobre el andén como cajas recolectoras y de aforo para al final empalmar a una sola ubicada en zona construida por el IDU que conecta directamente al alcantarillado. Con el fin de no invadir el espacio público y de efectuar un sistema acorde a las necesidades del **INSTITUTO**, se efectuará la siguiente modificación:

Las aguas provenientes de los laboratorios se recogerán inicialmente en una caja, separando las aguas residuales domésticas de baños y cocina del proceso industrial; para el manejo de las aguas doméstica, se construirá una trampa de grasas donde se recogerán las aguas de la cocina y baños, para empalmar a una caja que verterá el agua al alcantarillado directamente.

Las aguas industriales (laboratorios y sala de necropsias) llegarán inicialmente a una caja o canal con rejillas con el fin de que se recojan periódicamente todos los

sólidos que puedan afectar los procesos de tratamiento. Posteriormente, se construirá una trampa de grasas, en la cual quedarán atrapadas las grasas y todo material flotante que alcance a pasar por la canal de rejillas; a esta, se le deberá efectuar mantenimiento periódico. El agua residual continuará su recorrido a un tanque de homogenización, el cual sirve para aliviar los picos en el caudal, teniendo en cuenta que estos no son constantes. En el, se instalarán dos bombas sumergibles con operación alternada de ½ HP cada una, las cuales funcionarán manual o automáticamente, controladas por un tablero de control principal.

Por lo tanto, el diseño preliminar o primario incluye las siguientes operaciones unitarias:

- ? Remoción de sólidos en canal con rejillas.
- ? Remoción flotantes en un trampa grasas.
- ? Homogenización, para aliviar los picos en el caudal y de propiedades fisicoquímicas.
- ? Bombeo desde tanque de homogenización al sistema de tratamiento.

2.2.2 Tratamiento secundario. Las operaciones unitarias del tratamiento secundario, son:

? Lodos activados con aireación prolongada para degradar la materia resultante del tratamiento preliminar. Se efectuará en un tanque metálico de 1.20 x 5.30 x 2.40.

? Sedimentación que será construido en lámina para remover los lodos formados en el proceso anterior y poder ser recirculados al mismo, o para disponerlos en un filtro prensa. En este filtro serán retirados los lodos compactados para su disposición final.

? Proceso de precipitación química. Comprende coagulación, floculación, sedimentación filtración sobre lecho de arena y filtración sobre carbón activado,

? Al final el agua pasará a un tanque de cloración de 500 litros de capacidad para eliminar aquellos patógenos que alcanzan a salir por el proceso de tratamiento.

2.3 EFICIENCIAS ESPERADAS Y FACTOR DE SEGURIDAD

El siguiente cuadro muestra el porcentaje de remoción esperado en cada una de las operaciones unitarias.

Tabla 10. Por encima del decreto 1594 de 1984 expedido por el Ministerio de salud.

Tratamiento	Eficiencia
TRATAMIENTO PRIMARIO	25%
TRATAMIENTO SECUNDARIO	90%

Fuente: Autores del Proyecto

Para el diseño de la planta de tratamiento se utilizaron los siguientes factores de seguridad:

Diseño Hidráulico. Aunque en lo relacionado con el diseño hidráulico se tienen en cuenta los factores que han basado en las ecuaciones sus autores respectivos, se incrementó en un 9%

Diseño Estructural. Para los cálculos estructurales se utilizó un factor de 1.7 el cual aconseja la Norma sismo resistente NSR-98.

3. MEMORIA DE CÁLCULOS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO Y RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

3.1 CANASTILLA RECOLECTORA DE SÓLIDOS

3.1.1. Generalidades. El objetivo de la canastilla recolectora de sólidos es la de retener todos aquellos materiales y objetos que sean gruesos y puedan afectar el funcionamiento de los diferentes procesos.

3.2 TRAMPA DE GRASAS

3.2.1. Generalidades. La finalidad de la trampa de grasas es la separación de sustancias ligeras de las aguas residuales y que tienden a flotar, como grasas y aceites, jabones y pedazos de plástico, tejidos, etc.

3.2.2 Criterios de diseño

Caudal	1,08 m ³ /hr= 0,18m ³ /min
Carga superficial (So (Según Heismam)	0,8x10 ⁻³ - 4x10 ⁻³ m/seg
Tiempo de retención	5 - 20 minutos
Altura	1 - 2 m
Relación largo/ancho	2

3.2.3 Dimensionamiento

3.2.3.1 Volumen efectivo

$$V = Q \times Tr$$

Donde Tr = 20 min

$$V = 0,018 \text{ m}^3/\text{min} \times 20 \text{ min} = 0,36 \text{ m}^3$$

3.2.3.2 Área efectiva

Tomando una profundidad de H = 1,00 m

$$\text{Área efectiva} = V/H = 0,36 \text{ m}^2$$

$$\text{Relación } L/a = 2$$

$$a \times 2a = 0,36 \text{ m}^2$$

$$a = 0,42 \text{ m}$$

$$L = 0,85 \text{ m}$$

3.2.3.3 Dimensiones efectivas. Para efectos de construcción se toman las siguientes dimensiones:

$$\text{Profundidad útil} = 1,00 \text{ m}$$

$$\text{Ancho} = 0,80 \text{ m} \quad (\text{Por facilidad de construcción})$$

$$\text{Largo} = 1,60 \text{ m}$$

$$\text{Borde Libre} = 2,07 \text{ m} \quad (\text{Por profundidad de tubería a la llegada del tanque})$$

$$\text{Tiempo de retención real} = 1,28 \text{ mm} \quad \text{OK}$$

3.2.3.4 Chequeo para carga superficial (S).

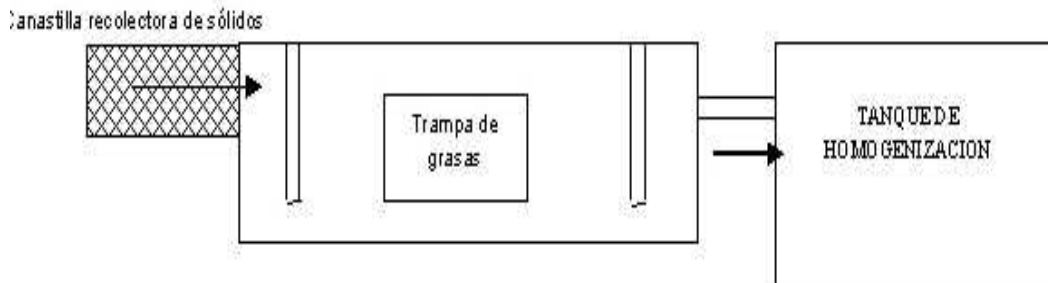
$$S = Q/aL = 0,000384 \text{ m/sg}$$

3.2.4 Aditamentos y aspectos constructivos de la trampa grasas

3.2.4.1 Entrada y salida. El tanque trampa grasas será construido en concreto reforzado de 3000 PSI.

Va provisto de tabiques deflectores de 10 cms de espesor, para evitar turbulencias tanto a la entrada como a la salida. Como lo muestra el esquema siguiente, el agua que entra por tubería chocará con la pared de la pantalla y al descender disminuirá su velocidad y por ende la turbulencia creada en la caída.

Figura 16. Entrada y salida de agua de la trampa de grasas.



Fuente: Autores del Proyecto

3.2.4.2 Caja de recolección de grasas. Las grasas y demás material flotante deberán ser recogidos periódicamente por el operador de la planta de tratamiento de aguas residuales.

3.2.4.3 Entrega trampa grasas a tanque homogenizador. El efluente de la trampa de grasas es conducido mediante tubería PVC sanitaria de 6" hacia la parte inferior del tanque homogenizador.

$$Q = 0,0003 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$f = 6" = 0,1524\text{m} \quad A = 0,0182 \text{ m}^2$$

$$v = 0,016 \text{ m/seg}$$

$$\text{Perdida de carga} = v^2 / 2g = 1,37855\text{E-}05$$

En el esquema siguiente se muestra la configuración del proceso al tanque de homogenización.

Figura 17. Entrega trampa de grasas a tanque de homogenización



Fuente: Autores del Proyecto

3.3 TANQUE HOMOGENIZADOR

Debido a la topografía del terreno y a que la tubería se encuentra 1,75 mts por debajo del nivel actual del terreno aproximadamente, se requiere de un tanque homogenizador que a la vez sirve de pozo de bombeo y para amortiguar los picos de caudal y de propiedades fisicoquímicas. A continuación se muestran los cálculos para definir la geometría del tanque y la capacidad del sistema de bombeo.

3.3.1 Cálculo del pozo húmedo

V= Volumen mínimo del pozo de bombeo entre los niveles de prendido y apagado (m^3)

Qp = Capacidad máxima de bombeo.

a = Número de arranques por hora.

Q = Caudal a tratar o de diseño = 0,30Lts/sg = 1,08m³/hr = 0,0003 m³/sg

Donde Qp = 1,2 * Q = 0,00036m³/sg

Para un tiempo de retención de 4 hrs. (Para evitar malos olores) la capacidad del tanque será de 5,2 m³

Altura mínima útil de 0,80 m Ancho = largo = 2,30 m

Luego el volumen por facilidad de inspección y construcción será de 15,18 m³

a = 2,30m b = 2,30m h = 2,87m

Para evitar malos olores y amortiguar las propiedades fisicoquímicas y teniendo en cuenta que la motobomba tiene una capacidad mayor se conectara un retorno para mantener en movimiento el agua y a la vez controlar el caudal de entrada de agua al sistema.

3.3.2 Capacidad de bombeo

Q= 0,0003 m³/sg = 0,3 lts/s

H = 6 m cabeza total

$$\text{Potencia} = P = \frac{Q \cdot H}{7,6?}$$

$$P = 0,044\text{HP}$$

Con 25% por pérdida en el motor
 Potencia = 0,053 HP aprox. = 1/16 HP

Para este tipo de aguas se consigue en el mercado bombas de 1/3 HP en adelante. Por lo tanto se escoge una de 1/3 HP con retorno de agua en exceso al tanque homogenizador.

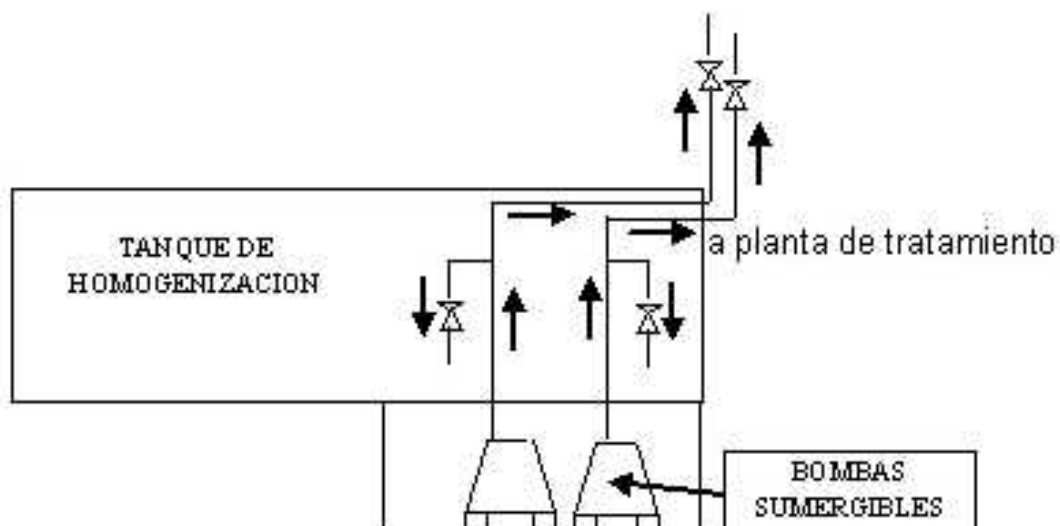
Se emplearán 2 motobombas de 1/3 HP. Cada una con sistema independiente de descarga y de recirculación del caudal en exceso al pozo para mantenerlo en agitación evitando sedimentación.

Deben ser bombas sumergibles con aleación bronce-níquel, rodamientos protegidos y sellos mecánicos resistentes a la abrasión y a las características de las aguas residuales.

3.3.3 Aspectos constructivos. Para la ubicación de las bombas, debe construirse un apoyo o base para cada una individualmente.

Las tuberías de descarga serán en pvc presión de 1". Se utilizarán válvulas bola para controlar el sistema de descarga y el by-pass de retorno.

Figura 18. Dirección del flujo en el tanque homogenizador.



Fuente: Autores del Proyecto

3.4 TRATAMIENTO SECUNDARIO - PROCESO LODOS ACTIVADOS

3.4.1 Generalidades. Se utiliza el proceso de lodos activados con aireación prolongada por estar demostrado que es eficiente en la remoción de DBO y DQO y ocupa poco espacio, problema latente en **EL INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES** la aplicación de oxígeno, se efectúa inyectando aire al agua a través de un equipo de aireación de alta eficiencia, poco mantenimiento y fácil manejo.

El lodo producido en el proceso de aireación es retirado posteriormente en otro tanque, pero recirculado nuevamente al aireador asegurando así, la presencia de bacterias necesarias en el proceso.

3.4.2 Criterios de diseño

Sistema propuesto	Lodos activados aireación prolongada
Caudal	1.08 m ³ /h
Tiempo de retención hidráulica	16 horas
Reducción de la DBO	90 – 95 %
Reducción de la DQO	85 – 90 %
Carga másica (Ls)	0.08 Kg DBO ₅ /d Kg SSVLM
Concentración de lodos activados (MLSS)	3000mg/L
Material volátil SSV = 80% de MLSS=	2400mg/L
Concentración de O ₂ a condiciones de trabajo (25°C)	8.4 g/m ³
Rata de respiración endógena de lodos activados según Hamish	0.14 Kg O ₂ /Kg MLSS-d
Edad del lodo	20 – 30 días.
Tasa de retorno	50%

3.4.3 Dimensionamiento. Teniendo en cuenta la remoción de DBO encontrada en el laboratorio, asumimos por seguridad una remoción del 20% en el tratamiento primario, por lo tanto, la DBO afluyente al aireador es:

$$\text{DBO afluyente} = 0,8 \times 451 \text{ mg/L de DBO} = 360,8 \text{ mg/m}^3 \text{ de DBO}$$

$$\text{Carga} = L = 360,8 \text{ mg/L de DBO} \times 10,8 \text{ m}^3 / \text{día} / 1000 = 3896,64 \text{ g/día de DBO}$$

$L = 3,897 \text{ Kg /día de DBO}$ porque hay remoción en el tratamiento primario.

DBO efluente. Se toma una remoción del 90%. Por lo tanto a la salida del tanque de aireación, se tendrá:

$$\text{DBO efluente} = 0,3897 \text{ mg/l}$$

3.4.3.1 Volumen del reactor

$$XV = [Y \times Q \times c (S_0 - S)] / (1 + K_d \times c) \quad (\text{Metcalf and Eddy})$$

Donde

$$X = \text{Concentración de lodos activados, masa/Vol.} = 3000 \text{ mg/L.}$$

$Y =$ Coeficiente de crecimiento, masa de microorganismos por masa de sustrato utilizada = 0,65

$$Q = \text{Caudal (m}^3/\text{d)}$$

$$c = \text{Edad del lodo} = 20 \text{ días}$$

$$K_d = \text{Coeficiente de desaparición de microorganismos} = 0,1 \text{ día}^{-1}$$

Por lo tanto:

$$V = 10,54 \text{ m}^3$$

3.4.3.2 Área efectiva

Tomando una profundidad de $H = 2,00 \text{ m}$ (Distribución aire equipo)

$$\text{Área efectiva} = A = V/H = 5,27 \text{ m}^2$$

$$a = 1,20 \text{ m}$$

$$L = 4,39 \text{ m}$$

Teniendo en cuenta las variaciones de carga tomamos un factor de seguridad de 25% por lo tanto el volumen del reactor será de:

$$V = 13.18 \text{ m}^3$$

3.4.3.3 Dimensiones efectivas. Para efectos de construcción se toman las siguientes dimensiones:

Profundidad = 2,20 m

Ancho = 1,20m

Largo = 5,30 m

Borde libre = 0,20m

Tiempo de retención real = 14 horas

3.4.3.4 Producción de lodos

$$X V/c = 1.58 \text{ Kg SSV/día}$$

Considerando que aproximadamente el 80% de los SS corresponden a SSV, tenemos:

$$SS = 1,98 \text{ Kg SSV/día.}$$

3.4.3.5 Peso seco de lodos en el sistema

$$W_s = L/L_s = 3,90 \text{ kg DBO/día/ } 0,08 \text{ Kg DBO/Kg Lodo día} = 48,71 \text{ Kg MLSS.}$$

3.4.3.6 Producción de lodos en exceso. Según investigadores alemanes, la producción de lodos viene dada por la fórmula

$$PL = 1.2 (L_s)^{0.23} \times (E_b/100) \times L$$

Donde:

L = Carga Mastica = 0,08 Kg DBO/Kg MLSS día.

E_b = Eficiencia biológica = 90%

L = Carga de DBO que entra al sistema = 3,90 Kg/día.

$$PL = 2,35 \text{ Kg MLSS/día}$$

Asumiendo en el lodo: 1% el contenido de peso de sólidos, 99% el contenido de peso de agua

Volumen de lodo húmedo en exceso:

$$VL = 235,41 \text{ lts lodo/día} = 0,2354 \text{ m}^3 \text{ lodo/día en exceso}$$

3.4.3.7 Edad del lodo

$$Le = Ws/PL$$

$$Le = 20,69 \text{ días}$$

Luego **ok** para aireación extendida

3.4.3.8 Concentración de sólidos de recirculación Csr

$$Csr = M (q/m^3) / [R / (R+Q)]$$

Teniendo en cuenta una tasa de retorno del 50% respecto a Q y un valor de M de 3000 gr/m³ de MLSS.

$$Csr = M / [0.5Q / (0.5Q+Q)]$$

$$Csr = 9000 \text{ mg/m}^3 = 9 \text{ kg/ m}^3$$

Y para 80% de volátiles, la concentración de SSV de recirculación será:

$$Cs_{svr} = 9000 \times 0,80 = 7200 \text{ mg/m}^3 = 7,2 \text{ Kg/ m}^3$$

3.4.3.9 Consumo de oxígeno

Por DBO: Se requiere 2 lb O₂ por lb de DBO

Por DQO: Se requiere 1 lb O₂ por lb de DQO

Consumo de O₂ requerido

$$\text{Por DBO: } 2 \times 3,86 \times 2,2 = 17,0$$

$$\text{Por DQO: } 1 \times 11,12 \times 2,2 = 24,5$$

$$\text{Total O}_2 \text{ requerido} = 41,4 \text{ lb O}_2$$

3.4.3.10 Sistema de aireación seleccionado

Teniendo en cuenta el requerimiento de oxígeno, la profundidad del tanque y la altura sobre el nivel del mar, se requiere de un equipo soplador tipo tuthill o similar en otras marcas de 2HP.

3.4.4 Aditamentos y aspectos constructivos del tanque de lodos activados

3.4.4.1 Entrada y salida de agua. El tanque de lodos activados será construido en lámina de acero al carbón A-36 de 3/16" de espesor, protegido con pintura epóxica o en su defecto construido en acero inoxidable.

La entrada de agua se efectúa por la parte superior hacia una esquina a través de una tubería PVC de 3". La salida se hace a través de tubería de 2" en PVC. Está situada al lado opuesto, a 0,20m por debajo del nivel superior del tanque, protegida por un tranquilizador.

3.4.4.2 Vaciado del tanque. El tanque lleva lateralmente en la parte inferior dos salidas de 2" para el vaciado del mismo, controlados por válvulas de apertura rápida.

3.4.4.3 Retomo de lodos. Cerca a la entrada del agua a airear, se instala la llegada de lodos de recirculación, con tubería de 2 " en PVC presión.

3.5 TRATAMIENTO SECUNDARIO-SEDIMENTACIÓN SECUNDARIA

3.5.1 Generalidades. Se utiliza a continuación del proceso de lodos activados para retener los lodos formados y de allí poder ser recirculados al tanque de aireación.

3.5.2 Criterios de diseño

Carga hidráulica superficial (So)	Menor o igual a 0,9 m/h
Caudal	1,08 m ³ /h
Carga superficial con volumen de lodos (SL)	0,4 m/h
Tiempo de retención (Tr)	Menor de 2,5 horas
Carga del vertedero (Según Heisman) (qv)	Menor de 6,6 m ³ /m-h
Velocidad horizontal de flujo	Menor de 54 m/h
Tasa de retorno	50%

3.5.3 Dimensionamiento

3.5.3.1 Índice volumétrico de lodos = SVL

$$C_{sa} = [R/(R+Q)] \times C_{sr} \quad \text{donde } R = 0,5Q$$

$$C_{sa} = 0,333 \times 9000 = 3000 \text{ mg/l}$$

$$C_{sa} = (K \times 10^6 / SVL) \times (0.5/1.5) \quad \text{donde } K = 1,2$$

$$SVL = 133,33 \text{ lt/kg SS}$$

Se prueba con la relación de Bloodgood y Kraus, para evitar prolongadas retenciones del lodo de retorno en el sedimentador secundario.

$$CSR < \sigma = K \times 10^6 / SVL$$

Donde CSR = Concentración sólidos de recirculación = 7200 y K = constante = 1,2

7200 < $\sigma = 9000$ Luego se cumple la relación anterior.

3.5.3.2 Área efectiva

Debe ser mayor de Q_h/S_o y de $Q_h \times M \times SVL/SL$

Donde $Q_h =$ Caudal horario	=	1,08 m ³ /h
M	=	3,00 Kg MLSS/m ³
SVL	=	0,133 m ³ /kg SS

$$S_o = \text{carga superficial hidráulica asumida} = 0,90 \text{ m/h}$$

$$SL = \text{carga superficial con volumende lodos} = 0,40 \text{ m/h}$$

Luego el área del tanque deberá ser mayor de 1,20 m² y 1,08 m² respectivamente.

Se tomará como área efectiva 1,20 m²

3.5.3.3 Volumen del tanque

$$V_{ts} = Q \times T_r$$

Tomando un tiempo de retención de 2 horas

$$V_{ts} = 2,16 \text{ m}^3$$

Profundidad media = $H_m = V_{ts}/A = 1,8 \text{ m}$

3.5.3.4 Dimensiones efectivas

$$V_{ts} = 2,16 \text{ m}^3 = L \times W \times H$$

Por lo tanto las dimensiones para construcción, son:

Profundidad útil:	2,20 m
Ancho:	1,00 m
Largo:	1, 20 m
Borde Libre:	0,20 m

3.5.3.5 Velocidad horizontal de flujo

$$V_h = Q / (W \times H) = 0,49 \text{ m/h}$$

$$V_h = 0,49 \text{ m/h} < 54 \text{ m/h} \quad \text{ok}$$

3.5.3.6 Carga superficial hidráulica

$$S_o = Q / (W \times L) = 0, 90 \text{ m/h}$$

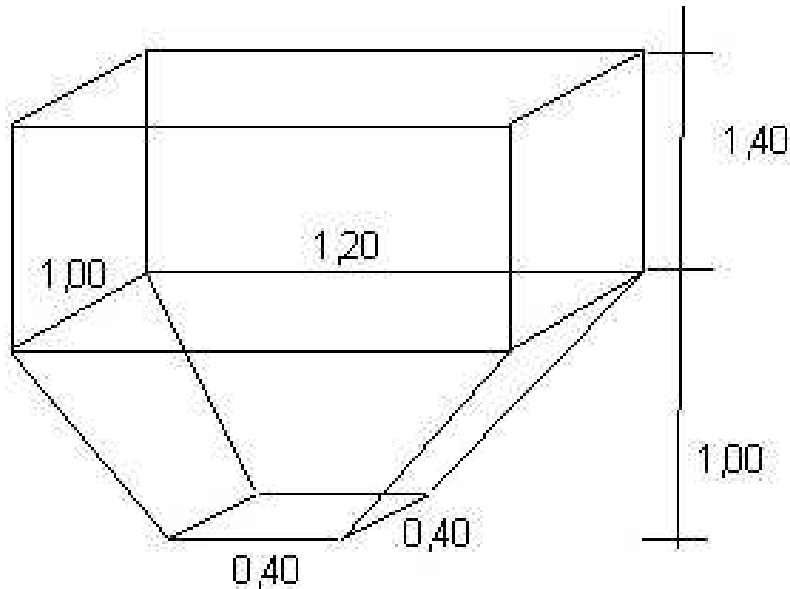
$$S_o = 0, 90 \text{ m/h} < 1, 00 \text{ m/h} \quad \text{ok}$$

3.5.3.7 Sistema de recolección de lodos. Debido a que en el fondo del tanque sedimentador se recolectarán los lodos que deben recircularse al tanque de aireación, se construirá un compartimiento adicional para almacenarlos y permitir el bombeo.

Para una buena acumulación de lodos se dejará una pendiente del 15 % en el fondo de forma trapezoidal, y en el fondo se instalarán dos bombas sumergibles especiales para lodos de 1/2" HP.

Se tomaron las siguientes dimensiones efectivas

Figura 19 Tanque sedimentador.



Fuente: Autores del Proyecto

3.5.3.8 Cálculo tubería de retorno. Considerando una tasa de retorno de lodos R del 50 % y que el flujo máximo de la tasa de retorno Q_r es calculado por:

$$Q_r \text{ max} = (R/100) \times Q_d = 0,00015 \text{ m}^3/\text{sg}$$

La tubería de retorno se diseña con una velocidad menor o igual a $0,3 \text{ m}^3/\text{seg}$,

Se asume: $0,30 \text{ m/s}$

Se tiene $V = Q_r / A$

$$A = Q / V = 0,0005 \text{ m}^2$$

En donde el diámetro $d = 0,025 \text{ m} = 1 1/4"$

La tubería de retorno será $d_e = 1 1/4" = 0,318 \text{ m}$

Chequeo de velocidad = $V = 0,0019 \text{ m/seg} < 0,3 \text{ m/seg}$ **ok**

3.5.3.9 Bomba para recirculación de lodos. Para la recirculación de lodos se utilizarán bombas sumergibles de 1/3 HP.

3.5.4 Aditamentos y aspectos constructivos del tanque de sedimentación

3.5.4.1 Entrada y salida de agua. El tanque de sedimentación será construido en lámina de acero al carbón A - 36 de 3/16" de espesor, protegido con pintura epóxica o en su defecto en acero inoxidable.

La entrada de agua se efectúa por la parte superior al centro a través de una tubería PVC de 6". La salida será a través de un vertedero a una canal que lleva el agua al siguiente tratamiento.

ENTRADA AL SEDIMENTADOR

$$Q = 0,0003 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$F = 6" = 0,1524 \text{ m}$$

$$A = 0,018 \text{ m}^2$$

$$V = Q / A = 0,016 \text{ m/seg}$$

Perdida de carga

$$V^2 / 2g = 1,38E-05 \text{ m}$$

La tubería tendrá en la parte inferior 6 orificios de 1 1/2" cada uno.

$$\text{Caudal por orificio} = Q / 6 = 0,00005 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$\text{Velocidad en el orificio} = Q_0 / A_0 = 4.39E-02 \text{ m/seg}$$

Caída de presión en el orificio

$$V^2 / 2g = 9,70E-05$$

Se observa que no habrá turbulencia a la entrada del sedimentador.

A la salida hacia el vertedero se instalará un tabique para retener posibles espumas que se formen.

SALIDA-VERTEDERO Y CANAL A PROCESO SIGUIENTE

VERTEDERO. El efluente procedente del sedimentador secundario, es conducido hacia un vertedero rectangular perimetral y de ahí el agua se conduce por gravedad al tratamiento de precipitación.

Vaciado del tanque y retorno de lodos. El tanque lleva lateralmente en la parte inferior dos salidas, una de 2" para vaciado y otra de 1 1/4" para el retorno de lodos.

3.6 TRATAMIENTO SECUNDARIO - PRECIPITACION QUÍMICA

3.6.1 Generalidades. Con este proceso o tratamiento se busca reducir la DQO efluente del sedimentador secundario.

Comprende 4 pasos, que son:
Dosificación de coagulante
Mezcla rápida
Floculación
Sedimentación

A continuación se explica cada uno por separado

3.6.2 Dosificación de productos químicos. Para la dosificación del coagulante se requiere de una bomba dosificadora tipo diafragma con capacidad mínima de 2,4 gph. El coagulante se adiciona en un tanque de solución de 125 litros y la dosis se determinará en la puesta en marcha del sistema.

Punto de Aplicación. El coagulante se aplicará a la entrada del tanque de precipitación.

3.6.3 Coagulación-mezcla rápida. La coagulación (mezcla rápida) del agua cruda con los productos químicos se realiza en un mezclador estático, construido en tubería pvc presión.

3.6.4 Floculación - Sedimentación

Floculación

TIEMPO DE RETENCIÓN = 20 MINUTOS

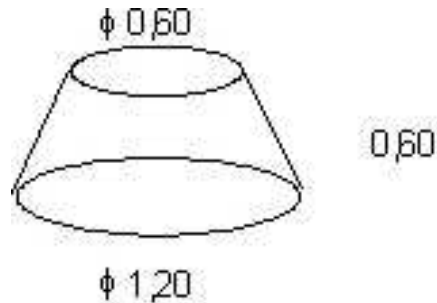
CAUDAL HORARIO = 1,08 m³/h

VOLUMEN FLOCULADOR = 0,36 m³

Para una buena floculación se requiere de una variación en la velocidad de las partículas. Para ello se diseña un floculador de forma cónica.

Por ensayo y error teniendo en cuenta el volumen de 0.36 m³ se requiere un cono de las siguientes dimensiones:

Figura 20 Floculador cónico.

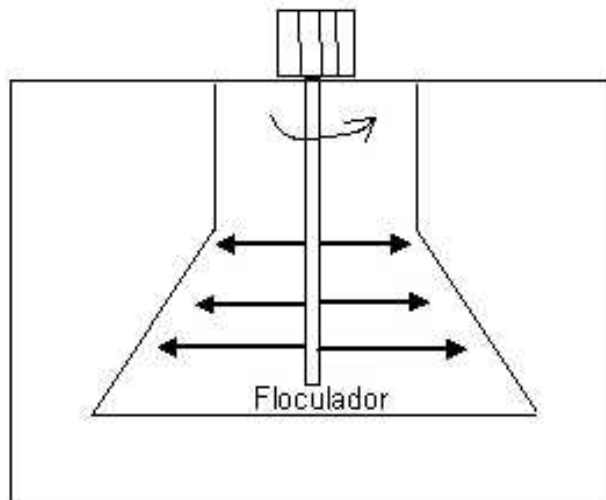


Fuente: Autores del Proyecto

Para variar el gradiente de velocidad y aumentar el peso del floc, se requiere de un equipo agitador con velocidad variable. Para ello se utiliza un motoreductor de 1 HP con salida de 20 rpm y variador electrónico.

El moto reductor va acoplado a un agitador de paletas.

Figura 21 Corte del moto reductor



Fuente: Autores del Proyecto

Sedimentación

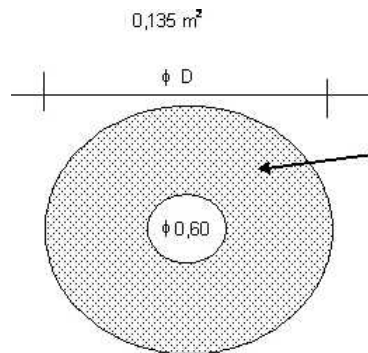
PARÁMETROS DE DISEÑO

$q =$ Carga superficial = $80\text{m}^3/\text{m}^2$ -día

$T_{\text{retención}} = 30$ minutos

Para $Q = 10,8 \text{ m}^3/\text{día}$

Área sedimentador = $0,135 \text{ m}^2$



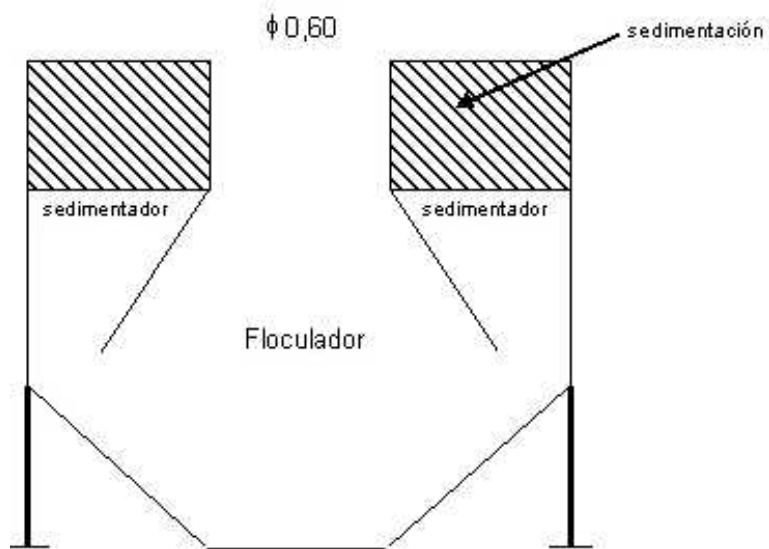
Área de sedimentación = $0,135 \text{ m}^2$

$A_t = A_{sed} + A_f \ 0,60$

$A_t = 0,135 + 0,282$

$D = 0,72 \text{ m}$

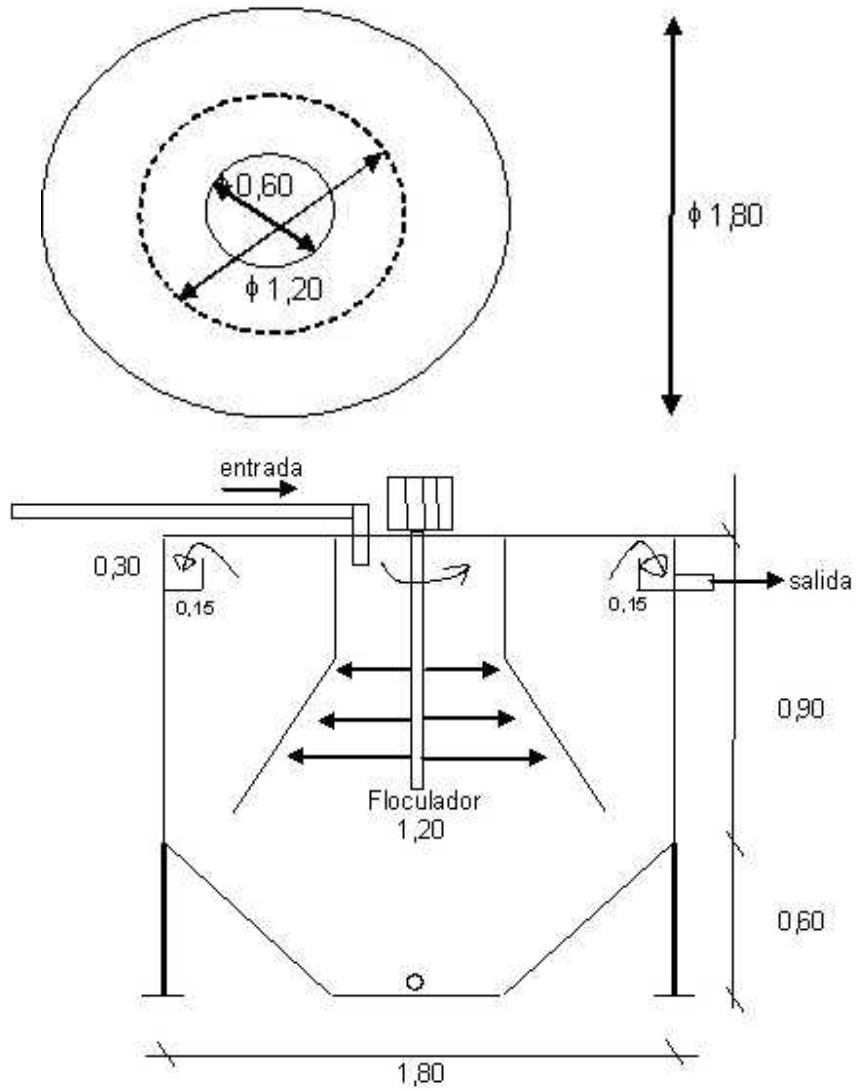
Figura 22. Corte del sedimentador



Fuente: Autores del Proyecto

Por construcción y mantenimiento se construirá un tanque floculador - sedimentador de las siguientes dimensiones:

Figura 23. Sedimentador



Fuente: Autores del Proyecto

3.6.5 Filtración

Filtración en arena

Parámetros de diseño

$$Q \text{ diario} = 10,8 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$Q_f = 250 \text{ m}^3/\text{m}^2 - \text{día}$$

Desarrollo

$$\text{Area} = Q/q = 0,0432 \text{ m}^2$$

$$D \text{ ta} = 0,24 \text{ m}$$

Por facilidad de construcción el filtró será de 0,40 m de diámetro

$$\text{Altura del lecho} = 0,70 \text{ m}$$

$$\text{Altura libre} = 1,10 \text{ m}$$

$$\text{Altura recta total} = 1,80 \text{ m}$$

Material de soporte:	Gravilla malla 4	0,10 m
Gravilla malla 6	0,05 m	
Gravilla malla 8 - 14	0,05 m	
Arena malla 14-20	0,10 m	
Arena malla 20-30	0,15 m	
Antracita	0,25 m	

Filtración en carbón activado

Parámetros de diseño

$$Q \text{ diario} = 10,8 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$g_f = 200 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

Desarrollo

$$\text{Área} = Q/q = 0,054 \text{ m}^2$$

$$D \text{ ta} = 0,26 \text{ m}$$

Por facilidad de construcción el filtró será de 0,40 m de diámetro

$$\text{Altura del lecho} = 0,80 \text{ m}$$

Altura libre= 1,00 m

Altura recta total= 1,80 m

Material de soporte: Gravilla malla 4	0,10 m
Gravilla malla 6	0,05 m
Gravilla malla 8- 14	0,05 m
Carbón Activado	0,60 m

3.6.6 Desinfección. Para eliminar los agentes patógenos se adicionará cloro a la salida del tratamiento, para que actúe el cloro se llevará a una cámara de cloración con un tiempo de retención de 30 minutos.

Parámetros de diseño

Q de diseño= 0,3 L/s

Tiempo de retención = 30 minutos

Desarrollo

Volumen de la cámara = 540 litros

Ancho= 0,50 m

Largo= 1,00 m

Atura útil= 1,10 m

Dosificación

Se empleará como desinfectante el hipoclorito de sodio, se empleará una bomba dosificadora tipo diafragma con capacidad de 2,4 gph, esta bomba se activará cuando la bomba de los filtros esté en operación.

4. REGISTRO DE VISITA A LOS LABORATORIOS DEL INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ, D.C.

Tabla 11. Información de Laboratorio DNA

REGISTRO DE VISITA A LOS LABORATORIOS DEL INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO			
Nombre	D.N.A.		
Edificio	TORRE B	Piso	3
Horario de trabajo	07:00 - 19:00		Lunes a Sábado
Personas Entrevistadas	CARLOS MORA		
Actividad principal del Laboratorio	Extracción de DNA en muestras biológicas.		
Ensayos o pruebas realizadas		Cantidad aprox.	Frecuencia
Extracción en tejidos blandos		100	Semana
Lavado de huesos		16	Mes
INSUMOS Y REACTIVOS UTILIZADOS			
1. Ácidos	Sulfúrico <input type="checkbox"/>	Clorhídrico <input type="checkbox"/>	Nítrico <input type="checkbox"/>
Concentración			
	Otro		
2. Alcalis	NaOH <input type="checkbox"/>	Carbonato o bicarbonato de sodio <input type="checkbox"/>	Otro
Concentración			
3. Alcoholes	Etanol <input checked="" type="checkbox"/>	Metanol <input type="checkbox"/>	Isopropanol <input checked="" type="checkbox"/>
	Otro	Isoamílico	
4. Solventes clorados	Cloroformo <input checked="" type="checkbox"/>	Diclorometano <input type="checkbox"/>	Otro
5. Otros solventes			
6. Desinfectantes	Hipoclorito <input checked="" type="checkbox"/>	Formaldehído <input type="checkbox"/>	Otro
Concentración	5%		
7. Metales			
8. Otras sustancias	Fenol	Detergentes: Tween 20, SDS	
	EDTA		
	Bromuro de etidio		

ADN 1

PRINCIPALES RESIDUOS LÍQUIDOS GENERADOS Y TIPO DE DISPOSICIÓN

CLASE	SI	NO	CANTIDAD (L)	FRECUENCIA DE GENERACIÓN	SEGREGACION	ALMACENAMIENTO	VERTIDO AL ALCANTARILLADO	TRATAMIENTO O DISPOSICIÓN EXTERNA	OBSERVACIONES
Acidos		X							
Alcalis		X							
Alcoholes		X							
Solventes clorados	X				X			X	
Otros solventes	X				X			X	
Metales		X							
Otros:									
Hipoclorito de Na	X		0,2	Semana			X		

ACTIVIDADES DE LAVADO

Material lavado Vidriería de laboratorio Recipientes plásticos
 Recipientes o instrumentos metálicos Otros _____

El material lavado está imprecinado de: Residuos ácidos o alcalinos Residuos de alcoholes
 Residuos de solventes orgánicos Residuos de fluidos corporales
 Otros residuos _____

Frecuencia y horario de lavado Dos veces al día (aproximadamente una hora por turno).

Detergentes y otros productos empleados Detergente en polvo comercial, Extrán, Hipoclorito de sodio

Sitios de lavado en uso Cuatro

OBSERVACIONES

Los solventes orgánicos se utilizan en cantidades muy pequeñas.

FECHA: 20 de Enero de 2005 HORA: 14:30
 PERSONA QUE DILIGENCIÓ EL FORMULARIO: RODOLFO ALARCÓN MORA

Tabla 12. Información de Laboratorio DNA

**REGISTRO DE VISITA A LOS LABORATORIOS DEL
INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL**

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

Nombre BALÍSTICA
 Edificio TORRE B Piso 2 Horario de trabajo 07:00 - 19:00 Lunes a Sábado
 Personas Entrevistadas MARIA PIEDAD CARRILLO
 Actividad principal del Laboratorio Disparos de prueba de diferentes tipos de armas de fuego.

Ensayos o pruebas realizadas	Cantidad aprox.	Frecuencia
<u>Residuos de explosivos en diferentes materiales</u>	<u>Variable</u>	<u>-</u>
_____	_____	_____
_____	_____	_____

INSUMOS Y REACTIVOS UTILIZADOS

1. Ácidos Sulfúrico Clorhídrico Nítrico Otro Acético Glacial
 Concentración 80% _____

2. Alcalis NaOH Carbonato o bicarbonato Otro Hidróxido de Amonio
 de sodio _____
 Concentración _____

3. Alcoholes Etanol Metanol Isopropanol Otro _____

4. Solventes clorados Cloroformo Diclorometano Otro _____

5. Otros solventes Acetona _____

6. Desinfectantes Hipoclorito Formaldehído Otro _____
 Concentración _____

7. Metales _____

8. Otras sustancias Colorantes Orgánicos Yoduro de Potasio Rodizonato de Sodio
Difenilamina Ácido Rubeánico _____
?-naftol Lungen _____

BALISTICA 1

PRINCIPALES RESIDUOS LÍQUIDOS GENERADOS Y TIPO DE DISPOSICIÓN

CLASE	SI	NO	CANTIDAD (L)	FRECUENCIA DE GENERACIÓN	SEGREGACIÓN	ALMACENAMIENTO	VERTIDO AL ALCANTARILLADO	TRATAMIENTO O DISPOSICIÓN EXTERNA	OBSERVACIONES
Acidos	X		0,1	Día			X		
Alcalis	X						X		Trazas
Alcoholes	X						X		Se utilizan gotas
Solventes clorados		X							
Otros solventes	X						X		Se utilizan gotas
Metales		X							
Otros: Varios	X						X		Trazas
Hipoclorito de Na	X		0,5	Semana			X		

ACTIVIDADES DE LAVADO

Material lavado Vidriería de laboratorio Recipientes plásticos
 Recipientes o instrumentos metálicos Otros Muestras

El material lavado está impregnado de: Residuos ácidos o alcalinos Residuos de alcoholes
 Residuos de solventes orgánicos Residuos de fluidos corporales
 Otros residuos _____

Frecuencia y horario de lavado Cada vez que se hace una prueba

Detergentes y otros productos empleados No aplica. Solo se hace enjuagues con agua corriente.

Sitios de lavado en uso Uno

OBSERVACIONES

La mayor parte de las pruebas las realizan en morque.

FECHA: 8 de Febrero de 2005 HORA: 11:00
 PERSONA QUE DILIGENCIÓ EL FORMULARIO: RODOLFO ALARCÓN MORA

Tabla 13. Información de Laboratorio - Biología

**REGISTRO DE VISITA A LOS LABORATORIOS DEL
INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL**

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

Nombre BIOLOGÍA
 Edificio TORRE B Piso 3 Horario de trabajo 07:00 - 19:00 Lunes a Viernes
 Personas Entrevistadas LEONOR LEON

Actividad principal del Laboratorio Identificación de fluidos corporales en prendas y objetos.

Ensayos o pruebas realizadas	Cantidad aprox.	Frecuencia
<u>Placas para coloración</u>	<u>Variable</u>	<u>-</u>

INSUMOS Y REACTIVOS UTILIZADOS

- Acidos** Sulfúrico Clorhídrico Nítrico Otro Ácido Acético
 Concentración _____
- Alcalis** NaOH Carbonato o bicarbonato de sodio Otro _____
 Concentración _____
- Alcoholes** Etanol Metanol Isopropanol Otro _____
- Solventes clorados** Cloroformo Diclorometano Otro _____
- Otros solventes** _____
- Desinfectantes** Hipoclorito Formaldehído Otro _____
 Concentración 5%
- Metales** _____
- Otras sustancias** Colorantes: Indigo, Carmin, Cristal violeta, Lugol, Fucsina
Difenilamina

PRINCIPALES RESIDUOS LÍQUIDOS GENERADOS Y TIPO DE DISPOSICIÓN

CLASE	SI	NO	CANTIDAD (L)	FRECUENCIA DE GENERACIÓN	SEGREGACIÓN	ALMACENAMIENTO	VERTIDO AL ALCANTARILLADO	TRATAMIENTO O DISPOSICIÓN EXTERNA	OBSERVACIONES
Acidos	X		-		X		X		Neutralización previa
Alcalis		X							
Alcoholes	X		-				X		
Solventes clorados		X							
Otros solventes		X							
Metales		X							
Otros: Colorantes	X		12	Semana	X		X		Previa adición de hipoclorito y neutralización
Hipoclorito de Na	X		2	Semana			X		

ACTIVIDADES DE LAVADO

Material lavado Vidriería de laboratorio Recipientes plásticos
 Recipientes o instrumentos metálicos Otros _____

El material lavado está impregnado de: Residuos ácidos o alcalinos Residuos de alcoholes
 Residuos de solventes orgánicos Residuos de fluidos corporales
 Otros residuos colorantes

Frecuencia y horario de lavado Dos veces al día durante la jornada de trabajo

Detergentes y otros productos empleados Extrán

Sitios de lavado en uso Uno

OBSERVACIONES

La mayor actividad de lavado ocurre los lunes o después de los puentes y cuando hay estudiantes en práctica.
Los colorantes y otros residuos se neutralizan con ácido clorhídrico o soda antes del vertimiento.

FECHA: 8 de Febrero de 2005 HORA: 12:30
 PERSONA QUE DILIGENCIÓ EL FORMULARIO: RODOLFO ALARCÓN MORA

Tabla 14. Información de Laboratorio - Dactiloscopia

**REGISTRO DE VISITA A LOS LABORATORIOS DEL
INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL**

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

Nombre DACTILOSCOPIA
 Edificio TORRE B Piso 2 Horario de trabajo 07:00 - 19:00 Lunes a Viernes
 Personas Entrevistadas JAIME MARTINEZ
 Actividad principal del Laboratorio Revelado de huellas y procesamiento de muestras de piel.

Ensayos o pruebas realizadas	Cantidad aprox.	Frecuencia
Revelado de huellas	Variable	-

INSUMOS Y REACTIVOS UTILIZADOS

1. Acidos Sulfúrico Clorhídrico Nítrico Otro _____
 Concentración _____

2. Alcalis NaOH Carbonato o bicarbonato de sodio Otro Hidroxido de amonio
 Concentración _____

3. Alcoholes Etanol Metanol Isopropanol Otro _____

4. Solventes clorados Cloroformo Diclorometano Otro _____

5. Otros solventes _____

6. Desinfectantes Hipoclorito Formaldehído Otro _____
 Concentración 5%

7. Metales Nitrato de Plata Bisulfito de Molibdeno

8. Otras sustancias Violeta de genciana Amidoblack
Nihidrina
Yodo

DACTILOSCOPIA 1

PRINCIPALES RESIDUOS LÍQUIDOS GENERADOS Y TIPO DE DISPOSICIÓN

CLASE	SI	NO	CANTIDAD (L)	FRECUENCIA DE GENERACIÓN	SEGREGACIÓN	ALMACENAMIENTO	VERTIDO AL ALCANTARILLADO	TRATAMIENTO O DISPOSICIÓN EXTERNA	OBSERVACIONES
Acidos		X							
Alcalis	X		5	Mes			X		Neutralización previa
Alcoholes	X		5	Mes			X		
Solventes clorados		X							
Otros solventes		X							
Metales: Nitrato de plata		X			X			X	
Otros: Colorantes	X				X			X	

ACTIVIDADES DE LAVADO

Material lavado Vidriería de laboratorio Recipientes plásticos
 Recipientes o instrumentos metálicos Otros MUESTRAS DE PIEL

El material lavado está impregnado de: Residuos ácidos o alcalinos Residuos de alcoholes
 Residuos de solventes orgánicos Residuos de fluidos corporales
 Otros residuos Colorantes

Frecuencia y horario de lavado Durante la jornada , dependiendo del volumen de trabajo

Detergentes y otros productos empleados Detergente en polvo comercial

Sitios de lavado en uso Uno

OBSERVACIONES

FECHA: 8 de Febrero de 2005 HORA: 10:00
 PERSONA QUE DILIGENCIÓ EL FORMULARIO: RODOLFO ALARCÓN MORA

DACTILOSCOPIA 2

Tabla 15. Información de Laboratorio - Estupefacientes

**REGISTRO DE VISITA A LOS LABORATORIOS DEL
INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL**

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

Nombre ESTUPEFACIENTES
 Edificio TORRE B Piso 4 Horario de trabajo 07:00 - 19:00 Lunes a Viernes
 Personas Entrevistadas CARLOS GANDUR

Actividad principal del Laboratorio Identificación de estupefacientes y de insumos para el procesamiento de estupefacientes. Algunas pruebas en plantas.

Ensayos o pruebas realizadas	Cantidad aprox.	Frecuencia
<u>Identificación de estupefacientes en diversos materiales</u>	<u>100</u>	<u>Día</u>
<u>Identificación de insumos para elaboración de estupefacientes.</u>	<u>Variable</u>	<u>-</u>

INSUMOS Y REACTIVOS UTILIZADOS

1. Ácidos Sulfúrico Clorhídrico Nítrico Otro _____
 Concentración _____

2. Alcalis NaOH Carbonato o bicarbonato de sodio Otro Amoniaco
 Concentración _____

3. Alcoholes Etanol Metanol Isopropanol Otro _____

4. Solventes clorados Cloroformo Diclorometano Otro _____

5. Otros solventes Acetona, Hexano, Pentano, Tolueno, Benceno

6. Desinfectantes Hipoclorito Formaldehído Otro _____
 Concentración _____

7. Metales _____

8. Otras sustancias Gasolinas

ESTUPEFACIENTES 1

PRINCIPALES RESIDUOS LÍQUIDOS GENERADOS Y TIPO DE DISPOSICIÓN

CLASE	SI	NO	CANTIDAD (L)	FRECUENCIA DE GENERACIÓN	SEGREGACIÓN	ALMACENAMIENTO	VERTIDO AL ALCANTARILLADO	TRATAMIENTO O DISPOSICIÓN EXTERNA	OBSERVACIONES
Acidos	X				X	X		X	
Alcalis	X						X		Trazas
Alcoholes	X						X		Trazas
Solventes clorados	X				X	X		X	
Otros solventes	X				X	X		X	
Metales		X							
Otros: Hidrocarburos	X				X	X			Reutilización

ACTIVIDADES DE LAVADO

Material lavado Vidriería de laboratorio Recipientes plásticos
 Recipientes o instrumentos metálicos Otros _____

El material lavado está impregnado de: Residuos ácidos o alcalinos Residuos de alcoholes
 Residuos de solventes orgánicos Residuos de fluidos corporales
 Otros residuos _____

Frecuencia y horario de lavado Dos veces al día (al finalizar cada turno)

Detergentes y otros productos empleados Extrán

Sitios de lavado en uso Uno

OBSERVACIONES

Utilizan muchos solventes y otros reactivos pero en pequeñas cantidades.

FECHA: 20 de Enero de 2005 HORA: 15:30
 PERSONA QUE DILIGENCIÓ EL FORMULARIO: RODOLFO ALARCÓN MORA

Tabla 16. Información de Laboratorio - Fotografía

**REGISTRO DE VISITA A LOS LABORATORIOS DEL
INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL**

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO			
Nombre	FOTOGRAFÍA		
Edificio	TORRE B	Piso	2
	Horario de trabajo	07:00 - 22:00	
Personas Entrevistadas	-		
Actividad principal del Laboratorio	Revelado de fotografías.		
Ensayos o pruebas realizadas	Cantidad aprox.	Frecuencia	
Revelado de rollos fotográficos	300	Mes	
INSUMOS Y REACTIVOS UTILIZADOS			
1. Acidos	Sulfúrico <input type="checkbox"/>	Clorhídrico <input type="checkbox"/>	Nítrico <input type="checkbox"/>
Concentración			
2. Alcalis	NaOH <input type="checkbox"/>	Carbonato o bicarbonato de sodio <input type="checkbox"/>	Otro
Concentración			
3. Alcoholes	Etanol <input type="checkbox"/>	Metanol <input type="checkbox"/>	Isopropanol <input type="checkbox"/>
4. Solventes clorados	Cloroformo <input type="checkbox"/>	Diclorometano <input type="checkbox"/>	Otro
5. Otros solventes			
6. Desinfectantes	Hipoclorito <input type="checkbox"/>	Formaldehído <input type="checkbox"/>	Otro
Concentración			
7. Metales			
8. Otras sustancias	Revelador	Blanqueador	Fijador

FOTOGRAFIA 1

PRINCIPALES RESIDUOS LÍQUIDOS GENERADOS Y TIPO DE DISPOSICIÓN

CLASE	SI	NO	CANTIDAD (L)	FRECUENCIA DE GENERACIÓN	SEGREGACION	ALMACENAMIENTO	VERTIDO AL ALCANTARILLADO	TRATAMIENTO O DISPOSICIÓN EXTERNA	OBSERVACIONES
Acidos		X							
Alcalis		X							
Alcoholes		X							
Solventes clorados		X							
Otros solventes		X							
Metales		X							
Otros: Fijador	X		2,5	Mensual		X	X		Se reusa varias veces
Revelador/Banqueador	X		13	Quincenal			X		

ACTIVIDADES DE LAVADO

Material lavado Vidriería de laboratorio Recipientes plásticos
 Recipientes o instrumentos metálicos Otros _____

El material lavado está impregnado de: Residuos ácidos o alcalinos Residuos de alcoholes
 Residuos de solventes orgánicos Residuos de fluidos corporales
 Otros residuos _____

Frecuencia y horario de lavado No Aplica _____

Detergentes y otros productos empleados No aplica _____

Sitios de lavado en uso Ninguno (Las máquinas tienen un desaque independiente) _____

OBSERVACIONES

FECHA: 20 de Enero de 2005 HORA: 16:00
 PERSONA QUE DILIGENCIÓ EL FORMULARIO: RODOLFO ALARCÓN MORA

FOTOGRAFIA 2

Tabla 17. Información de Laboratorio – Histotecnología I

**REGISTRO DE VISITA A LOS LABORATORIOS DEL
INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL**

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO			
Nombre	HISTOTECNOLOGÍA I		
Edificio	TORRE B	Piso	1
Horario de trabajo	07:00 - 19:00		Lunes a Viernes
Personas Entrevistadas	JOSÉ HILARIÓN		
Actividad principal del Laboratorio	Elaboración de placas histológicas.		
Ensayos o pruebas realizadas	Cantidad aprox.	Frecuencia	
Elaboración de placas histológicas	300	Día	
INSUMOS Y REACTIVOS UTILIZADOS			
1. Acidos	Sulfúrico <input type="checkbox"/>	Clorhídrico <input type="checkbox"/>	Nítrico <input type="checkbox"/>
Concentración			
2. Alcalis	NaOH <input type="checkbox"/>	Carbonato o bicarbonato de sodio <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>
Concentración			
3. Alcoholes	Etanol <input type="checkbox"/>	Metanol <input type="checkbox"/>	Isopropanol <input checked="" type="checkbox"/>
4. Solventes clorados	Cloroformo <input type="checkbox"/>	Diclorometano <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>
5. Otros solventes	Xileno <input type="checkbox"/>		
6. Desinfectantes	Hipoclorito <input type="checkbox"/>	Formaldehído <input checked="" type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>
Concentración		36%	
7. Metales			
8. Otras sustancias	Parafina		

HISTOTECNOLOGIA PRIMER PISO 1

PRINCIPALES RESIDUOS LÍQUIDOS GENERADOS Y TIPO DE DISPOSICIÓN

CLASE	SI	NO	CANTIDAD (L)	FRECUENCIA DE GENERACIÓN	SEGREGACIÓN	ALMACENAMIENTO	VERTIDO AL ALCANTARILLADO	TRATAMIENTO O DISPOSICIÓN EXTERNA	OBSERVACIONES
Acidos		X							
Alcalis		X							
Alcoholes	X		3	Semana	X	X		X	Isopropanol
Solventes clorados		X							
Otros solventes	X		2	Semana	X	X		X	Xileno
Metales		X							
Otros: Formol	X		3	Semana			X		

ACTIVIDADES DE LAVADO

Material lavado Vidriería de laboratorio Recipientes plásticos
 Recipientes o instrumentos metálicos Otros _____

El material lavado está impregnado de: Residuos ácidos o alcalinos Residuos de alcoholes
 Residuos de solventes orgánicos Residuos de fluidos corporales
 Otros residuos _____

Frecuencia y horario de lavado Tres horas al día durante la jornada de trabajo

Detergentes y otros productos empleados Detergente en polvo comercial, hipoclorito de sodio, formol.

Sitios de lavado en uso Dos

OBSERVACIONES

FECHA: 20 de Enero de 2005 HORA: 15:30
 PERSONA QUE DILIGENCIÓ EL FORMULARIO: RODOLFO ALARCÓN MORA

Tabla 18. Información de Laboratorio – Histotecnología II

**REGISTRO DE VISITA A LOS LABORATORIOS DEL
INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL**

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO			
Nombre	HISTOTECNOLOGÍA II		
Edificio	TORRE B	Piso	2
Horario de trabajo	07:00 - 19:00		Lunes a Viernes
Personas Entrevistadas	JOSÉ HILARIÓN		
Actividad principal del Laboratorio	Elaboración de placas histológicas.		
Ensayos o pruebas realizadas	Cantidad aprox.	Frecuencia	
Elaboración de placas histológicas	300	Día	
INSUMOS Y REACTIVOS UTILIZADOS			
1. Ácidos	Sulfúrico <input type="checkbox"/>	Clorhídrico <input checked="" type="checkbox"/>	Nítrico <input checked="" type="checkbox"/>
Concentración			
Otro	Ácido Acético		
	Ácido Fórmico		
2. Alcalis	NaOH <input type="checkbox"/>	Carbonato o bicarbonato de sodio <input type="checkbox"/>	Otro
Concentración			Hidróxido de Amonio
3. Alcoholes	Etanol <input checked="" type="checkbox"/>	Metanol <input type="checkbox"/>	Isopropanol <input checked="" type="checkbox"/>
Otro			
4. Solventes clorados	Cloroformo <input type="checkbox"/>	Diclorometano <input type="checkbox"/>	Otro
5. Otros solventes	Xileno		
	Acetona		
6. Desinfectantes	Hipoclorito <input type="checkbox"/>	Formaldehído <input checked="" type="checkbox"/>	Otro
Concentración		36%	
7. Metales			
8. Otras sustancias	Colorantes:	Fuscina	Alizarina
	Azul de Metileno	Fosfato de Sodio	Naranja de Metilo
	Hematoxilina	Eosina	Carmin

HISTOTECNOLOGIA SEGUNDO PISO 1

PRINCIPALES RESIDUOS LÍQUIDOS GENERADOS Y TIPO DE DISPOSICIÓN

CLASE	SI	NO	CANTIDAD (L)	FRECUENCIA DE GENERACIÓN	SEGREGACION	ALMACENAMIENTO	VERTIDO AL ALCANTARILLADO	TRATAMIENTO O DISPOSICIÓN EXTERNA	OBSERVACIONES
Acidos		X							
Alcalis		X							
Alcoholes	X		3	Semana	X	X		X	
Solventes clorados		X							
Otros solventes	X		2	Semana	X	X		X	
Metales		X							
Otros: Colorantes	X		10 g	Semana	X		X		Mezcla de colorantes

ACTIVIDADES DE LAVADO

Material lavado Vidriería de laboratorio Recipientes plásticos
 Recipientes o instrumentos metálicos Otros _____

El material lavado está impregnado de: Residuos ácidos o alcalinos Residuos de alcoholes
 Residuos de solventes orgánicos Residuos de fluidos corporales
 Otros residuos Colorantes

Frecuencia y horario de lavado Una vez al día durante la jornada de trabajo

Detergentes y otros productos empleados Detergente en polvo comercial

Sitios de lavado en uso Uno

OBSERVACIONES

FECHA: 20 de Enero de 2005 HORA: 15:00
 PERSONA QUE DILIGENCIÓ EL FORMULARIO: RODOLFO ALARCÓN MORA

Tabla 19. Información de Laboratorio – Morgue

**REGISTRO DE VISITA A LOS LABORATORIOS DEL
INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL**

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO			
Nombre	MORGUE		
Edificio	TORRE B	Piso	1
Horario de trabajo	07:00 - 22:00		Lunes a Domingo
Personas Entrevistadas	HERMAN TAPIAS		
Actividad principal del Laboratorio	Realización de necropsias y embalsamamiento de cuerpos.		
Ensayos o pruebas realizadas	Cantidad aprox.	Frecuencia	
Necropsias	Variable	-	
Embalsamamientos	Variable	-	

INSUMOS Y REACTIVOS UTILIZADOS			
1. Ácidos	Sulfúrico <input type="checkbox"/>	Clorhídrico <input type="checkbox"/>	Nítrico <input type="checkbox"/>
Concentración	_____	_____	_____
	Otro	_____	
2. Alcalis	NaOH <input type="checkbox"/>	Carbonato o bicarbonato de sodio <input type="checkbox"/>	Otro
Concentración	_____	_____	_____
3. Alcoholes	Etanol <input type="checkbox"/>	Metanol <input type="checkbox"/>	Isopropanol <input type="checkbox"/>
	Otro	_____	
4. Solventes clorados	Cloroformo <input type="checkbox"/>	Diclorometano <input type="checkbox"/>	Otro
	_____	_____	_____
5. Otros solventes	_____	_____	_____
6. Desinfectantes	Hipoclorito <input checked="" type="checkbox"/>	Formaldehído <input checked="" type="checkbox"/>	Otro
Concentración	5%	_____	_____
7. Metales	_____	_____	_____
8. Otras sustancias	_____	_____	_____
	_____	_____	_____
	_____	_____	_____

MORGUE 1

PRINCIPALES RESIDUOS LÍQUIDOS GENERADOS Y TIPO DE DISPOSICIÓN

CLASE	SI	NO	CANTIDAD (L)	FRECUENCIA DE GENERACIÓN	SEGREGACIÓN	ALMACENAMIENTO	VERTIDO AL ALCANTARILLADO	TRATAMIENTO O DISPOSICIÓN EXTERNA	OBSERVACIONES
Acidos		X							
Alcalis		X							
Alcoholes		X							
Solventes clorados		X							
Otros solventes		X							
Metales		X							
Otros: Formol	X		200	Mes			X		Embalsamamientos
Hipoclorito de Na	X		4	Día			X		

ACTIVIDADES DE LAVADO

Material lavado Vidriería de laboratorio Recipientes plásticos
 Recipientes o instrumentos metálicos Otros Bandejas, pisos, camillas, mesas
El material lavado está impregnado de: Residuos ácidos o alcalinos Residuos de alcoholes
 Residuos de solventes orgánicos Residuos de fluidos corporales
 Otros residuos Trozos de piel, cabello, tejidos en general

Frecuencia y horario de lavado Tres veces al día (al finalizar cada turno, aprox: 11:00, 15:00 y 21:00)

Detergentes y otros productos empleados Detergente en polvo comercial, hipoclorito de sodio, formol.

Sitios de lavado en uso Desagues de las mesas de necropsias, rejilla perimetral en el área de morque.

OBSERVACIONES

El embalsamamiento de cuerpos se realiza dos o tres veces por semana; durante esta actividad se presentan los vertimientos de formol.
Cada mes se preparan aproximadamente 55 galones de solución de formol.
En la morque se llevan a cabo las actividades del laboratorio de antropología: necropsias a cadáveres en descomposición o incinerados. Se utiliza hipoclorito de sodio y formol.

FECHA: 27 de Enero de 2005 HORA: 11:00
 PERSONA QUE DILIGENCIÓ EL FORMULARIO: RODOLFO ALARCÓN MORA

MORGUE 2

Tabla 20. Información de Laboratorio – Química aplicada y Geología Forense

**REGISTRO DE VISITA A LOS LABORATORIOS DEL
INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL**

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO			
Nombre	<u>QUIMICA APLICADA Y GEOLOGÍA FORENSE</u>		
Edificio	Piso	Horario de trabajo	<u>Lunes a Viernes</u>
Personas Entrevistadas	<u>ERNESTO DIAZ ROCHA</u>		
Actividad principal del Laboratorio	<u>Análisis químicos de fibras, pinturas, residuos de incendios y suelos.</u>		
Ensayos o pruebas realizadas		Cantidad aprox.	Frecuencia
<u>Identificación de sustancias químicas en general</u>		<u>Variable</u>	<u>-</u>
INSUMOS Y REACTIVOS UTILIZADOS			
1. Acidos	Sulfúrico <input type="checkbox"/>	Clorhídrico <input checked="" type="checkbox"/>	Nítrico <input checked="" type="checkbox"/>
Concentración			<u>5%</u>
			Otro <u> </u>
2. Alcalis	NaOH <input type="checkbox"/>	Carbonato o bicarbonato de sodio <input checked="" type="checkbox"/>	Otro <u> </u>
Concentración			
3. Alcoholes	Etanol <input checked="" type="checkbox"/>	Metanol <input type="checkbox"/>	Isopropanol <input type="checkbox"/>
			Otro <u> </u>
4. Solventes clorados	Cloroformo <input type="checkbox"/>	Diclorometano <input checked="" type="checkbox"/>	Otro <u>Bromoformo</u>
5. Otros solventes	<u>Xileno</u>	<u>Acetonitrilo</u>	
	<u>Acetona</u>		
6. Desinfectantes	Hipoclorito <input type="checkbox"/>	Formaldehído <input type="checkbox"/>	Otro <u> </u>
Concentración			
7. Metales	<u>Sales metálicas de mercurio, zinc, cobalto, cobre, estaño, plata, hierro</u>		
8. Otras sustancias	<u>Acetato de etilo</u>	<u>Antraceno</u>	<u>Piridina</u>
	<u>Fenol</u>	<u>?-naftilamina</u>	<u>Acetato de Uranilo</u>
	<u>Tiocianato de Potasio</u>	<u>Trietilamina</u>	<u>Difenilamina</u>

PRINCIPALES RESIDUOS LÍQUIDOS GENERADOS Y TIPO DE DISPOSICIÓN

CLASE	SI	NO	CANTIDAD (L)	FRECUENCIA DE GENERACIÓN	SEGREGACIÓN	ALMACENAMIENTO	VERTIDO AL ALCANTARILLADO	TRATAMIENTO O DISPOSICIÓN EXTERNA	OBSERVACIONES
Acidos	X				X		X		Previa neutralización
Alcalis		X							
Alcoholes	X				X	X		X	
Solventes clorados		X							
Otros solventes	X				X			X	
Metales	X		20	Mes	X		X		Previa neutralización
Otros:									

ACTIVIDADES DE LAVADO

Material lavado Vidriería de laboratorio Recipientes plásticos
 Recipientes o instrumentos metálicos Otros _____

El material lavado está impregnado de: Residuos ácidos o alcalinos Residuos de alcoholes
 Residuos de solventes orgánicos Residuos de fluidos corporales
 Otros residuos Residuos con metales pesados

Frecuencia y horario de lavado Una vez al día durante la jornada de trabajo

Detergentes y otros productos empleados Extrán

Sitios de lavado en uso Dos

OBSERVACIONES

En este laboratorio se manejan y desechan los residuos generados en el laboratorio de : "Residuos de Disparo". Determinaciones de metales para Plomo, Bario, Cobre y Antimonio.

FECHA: 8 de Febrero de 2005	HORA: 09:00
PERSONA QUE DILIGENCIÓ EL FORMULARIO: RODOLFO ALARCÓN MORA	

Tabla 21. Información de Laboratorio – Radiología

**REGISTRO DE VISITA A LOS LABORATORIOS DEL
INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL**

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO			
Nombre	RADIOLOGÍA		
Edificio	TORRE A	Piso	1
	Horario de trabajo	07:00 - 19:00	
		Lunes a Viernes	
Personas Entrevistadas	-		
Actividad principal del Laboratorio	Revelado de placas radiográficas.		
Ensayos o pruebas realizadas	Cantidad aprox.	Frecuencia	
Revelado de placas radiográficas	Variable	-	
INSUMOS Y REACTIVOS UTILIZADOS			
1. Acidos	Sulfúrico <input type="checkbox"/>	Clorhídrico <input type="checkbox"/>	Nítrico <input type="checkbox"/>
Concentración	_____	_____	_____
2. Alcalis	NaOH <input type="checkbox"/>	Carbonato o bicarbonato de sodio <input type="checkbox"/>	Otro _____
Concentración	_____	_____	_____
3. Alcoholes	Etanol <input type="checkbox"/>	Metanol <input type="checkbox"/>	Isopropanol <input type="checkbox"/>
	_____	_____	_____
4. Solventes clorados	Cloroformo <input type="checkbox"/>	Diclorometano <input type="checkbox"/>	Otro _____
	_____	_____	_____
5. Otros solventes	_____	_____	_____
	_____	_____	_____
6. Desinfectantes	Hipoclorito <input type="checkbox"/>	Formaldehído <input type="checkbox"/>	Otro _____
Concentración	_____	_____	_____
7. Metales	_____	_____	_____
8. Otras sustancias	Revelador Marca Aioveco	_____	_____
	Fijador Marca Aioveco	_____	_____
	_____	_____	_____

RADIOLOGIA 1

PRINCIPALES RESIDUOS LÍQUIDOS GENERADOS Y TIPO DE DISPOSICIÓN

CLASE			CANTIDAD (L)	FRECUENCIA DE GENERACIÓN	SEGREGACION	ALMACENAMIENTO	VERTIDO AL ALCANTARILLADO	TRATAMIENTO O DISPOSICIÓN EXTERNA	OBSERVACIONES
	SI	NO							
Acidos		X							
Alcalis		X							
Alcoholes		X							
Solventes clorados		X							
Otros solventes		X							
Metales		X							
Otros: Fijador	X		75	Mes	X	X		X	
Revelador	X		150	Mes			X		

ACTIVIDADES DE LAVADO

Material lavado Vidriería de laboratorio Recipientes plásticos
 Recipientes o instrumentos metálicos Otros _____

El material lavado está impregnado de: Residuos ácidos o alcalinos Residuos de alcoholes
 Residuos de solventes orgánicos Residuos de fluidos corporales
 Otros residuos _____

Frecuencia y horario de lavado No aplica

Detergentes y otros productos empleados No aplica

Sitios de lavado en uso Ninguno

OBSERVACIONES

Existe un lavaplatos que actualmente no está en uso y un desague para el vertimiento de la máquina de revelado.

FECHA: 27 de Enero de 2005	HORA: 10:00
PERSONA QUE DILIGENCIÓ EL FORMULARIO: RODOLFO ALARCÓN MORA	

Tabla 22. Información de Laboratorio - Toxicología

**REGISTRO DE VISITA A LOS LABORATORIOS DEL
INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL**

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO			
Nombre	TOXICOLOGÍA		
Edificio	TORRE B	Piso	4
Horario de trabajo	07:00 - 19:00		Lunes a Viernes
Personas Entrevistadas	TIRSO RODRIGUEZ		
Actividad principal del Laboratorio	Análisis Toxicológicos en diferentes matrices como muestras biológicas (tejidos o fluidos corporales), alimentos, plantas, aguas y en muestras no biológicas.		
Ensayos o pruebas realizadas	Cantidad aprox.	Frecuencia	
Plaguicidas	} 1500	} Mes	
Cianuros			
Drogas alucinógenas			
Metales Tóxicos			

INSUMOS Y REACTIVOS UTILIZADOS								
1. Acidos	Sulfúrico	<input type="checkbox"/>	Clorhídrico	<input checked="" type="checkbox"/>	Nítrico	<input type="checkbox"/>	Otro	<u>Acido Fosfórico</u>
	Concentración	_____	_____	_____	_____	_____	_____	<u>Ácido Acético</u>
2. Alcalis	NaOH	<input checked="" type="checkbox"/>	Carbonato o bicarbonato de sodio	<input type="checkbox"/>	Otro	<u>Hidróxido de Amonio</u>	_____	_____
	Concentración	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
3. Alcoholes	Etanol	<input checked="" type="checkbox"/>	Metanol	<input checked="" type="checkbox"/>	Isopropanol	<input checked="" type="checkbox"/>	Otro	_____
4. Solventes clorados	Cloroformo	<input type="checkbox"/>	Diclorometano	<input checked="" type="checkbox"/>	Otro	_____	_____	_____
5. Otros solventes	<u>Acetona</u>	_____	<u>Acetonitrilo</u>	_____	_____	_____	_____	_____
	<u>Tolueno</u>	_____	<u>Hexano</u>	_____	_____	_____	_____	_____
6. Desinfectantes	Hipoclorito	<input type="checkbox"/>	Formaldehído	<input type="checkbox"/>	Otro	_____	_____	_____
	Concentración	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
7. Metales	<u>Acetato de Plomo</u>	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
8. Otras sustancias	<u>Urea</u>	_____	<u>Cianuro de Potasio</u>	_____	_____	_____	_____	_____
	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

PRINCIPALES RESIDUOS LÍQUIDOS GENERADOS Y TIPO DE DISPOSICIÓN

CLASE	SI	NO	CANTIDAD (L)	FRECUENCIA DE GENERACIÓN	SEGREGACIÓN	ALMACENAMIENTO	VERTIDO AL ALCANTARILLADO	TRATAMIENTO O DISPOSICIÓN EXTERNA	OBSERVACIONES
Acidos	X						X		Neutralización previa
Alcalis	X						X		Neutralización previa
Alcoholes	X				X	X		X	
Solventes clorados	X				X	X		X	
Otros solventes	X				X	X		X	
Metales		X							
Otros:									

ACTIVIDADES DE LAVADO

Material lavado Vidriería de laboratorio Recipientes plásticos
 Recipientes o instrumentos metálicos Otros _____

El material lavado está impregnado de: Residuos ácidos o alcalinos Residuos de alcoholes
 Residuos de solventes orgánicos Residuos de fluidos corporales
 Otros residuos _____

Frecuencia y horario de lavado Dos veces al día (en la mañana y en la tarde)

Detergentes y otros productos empleados Detergente en polvo comercial, hipoclorito de sodio.
Extrán

Sitios de lavado en uso Uno

OBSERVACIONES

FECHA: 8 DE FEBRERO de 2005 HORA: 09:30
 PERSONA QUE DILIGENCIÓ EL FORMULARIO: RODOLFO ALARCÓN MORA

5. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES

TANQUE DE HOMOGENIZACION TRAMPA DE GRASAS Y PLACA SOPORTE TANQUES Y EQUIPOS

MATERIALES **Concreto:** $f_c = 25 \text{ Mpa} = 3500 \text{ psi}$
 Acero $? = 3/8" \quad f_y = 423 \text{ Mpa} = 60.000 \text{ psi.}$
 $? = 1/2" \quad f_y = 423 \text{ Mpa} = 60\ 000 \text{ psi.}$

NORMAS

- Normas Colombianas de diseño y construcción sismo resistente (NSR - 98), Decreto 33 de 1998 y normas complementarias
- Tablas de publicaciones de la Portland Cement Association "Rectangular Concrete Tanks"

El análisis estructural se hará a partir de las tablas de la PCA en su publicación "RECTANGULAR CONCRETE TANKS" Y UNDERGROUND CONCRETE TANKS, basadas en soluciones de las ecuaciones de la teoría de la elasticidad para placas planas, a partir de los primeros términos de las series utilizadas para su solución.

Dada la gran rigidez de la estructura y la solución de continuidad en las uniones muro-muro y muro-placa de fondo, se tomaron las tablas correspondientes a dos bordes empotrados y dos libres. Los resultados obtenidos son algo conservativos si se compara con la solución mas elaborada utilizando el método de los elementos finitos.

Los demás elementos estructurales se diseñaron de acuerdo a NSR-98.

5.1 TANQUE DE HOMOGENIZACION

5.1.1 Predimensionamiento

5.1.1.1 Losa de Fondo Tanque Homogenización

$$\begin{aligned} \text{Cuando está vacía } b/a &= \frac{2.3}{2.3} \approx 1.00 \\ W_{\text{tapa}} &= 3,76 \text{ Ton} \\ W_{\text{muros}} &= 5,23 \text{ Ton} \end{aligned}$$

$$W_{viva} = 0,04 \text{ Ton}$$

$$\text{Carga Muerta} = 9,04 \text{ Ton}$$

$$? \frac{\text{Carga muerta}}{\text{Área de la placa}} = \frac{9,04}{7,84} = 1,1528 \text{ Ton/m}^2 = 0,12 \text{ Kg/cm}^2$$

Por flexión:

$$? = 0,75 \cdot ?_w$$

$$?_w = 0,010756$$

$$K_2 = 9,1105$$

$$? = 0,00807$$

Donde: $w a^2 = s \cdot 2,30^2 = 6,10 \text{ Ton}\cdot\text{m/m} = 609,81 \text{ Ton}\cdot\text{cm/m}$

$$C_{max} = 0,044 \text{ de la tabla IV de PCA}$$

$$M_{max} = C_{max} \cdot w a^2 = 26,83 \text{ Ton}\cdot\text{cm/m}$$

$$d = K_2 \sqrt{\frac{M_{max}}{100}} = 5 \text{ cm} \quad e = 10 \text{ cm}$$

Por norma: espesor de placa = espesor de muros

Espesor de placa = 25 cm

Para tanques se recomienda mínimo $e = 0,20 \text{ m}$ con alturas libres o luces menores de $3,50 \text{ m}$ (C20.2.3 NSR-98).

En el caso del Instituto de Medicina legal para evitar cualquier tipo de filtración no deseada y garantizar hermeticidad total en la placa se aplicará 25 cm .

5.1.1.2 Muro largo tanque de homogenización

5.1.1.2.1 Por Flexión

MATERIALES:

$$f'c = 3500 \text{ psi.} = 246,59 \text{ kg/cm}^2$$

$$fc = 0,45 f'c = 110,97 \text{ kg/cm}^2$$

$$fs = 1700 \text{ kg/cm}^2 \text{ [Según artículo C-A-3-2 NSR/97]}$$

$$fy = 60000 \text{ psi.} = 4227,2812 \text{ kg/cm}^2$$

De tabla VI PCA para $b/a = 0,57$ $c/a = 0,87$

c/a	x/a	y = 0		y = b/4		y = b/2		z = c/4	
		Mx	My	Mx	My	Mx	My	Mx	Mz
0.87	1/4	0.005	0.009	0.002	0.003	-0.004	-0.020	0.002	0.003
	1/2	0.011	0.016	0.006	0.006	-0.007	-0.035	0.006	0.006
	3/4	0.016	0.015	0.009	0.007	-0.007	-0.035	0.009	0.007

Coeficiente Máximo = -0,035 para My en y = b/2 x = 0

$$w = 1,40 \text{ ton/m}^3$$

$$wa^3 = 1.4 \text{ ton/m}^3 \times 2,65^3 = 26,05 \text{ Ton}\cdot\text{m/m} \quad 2605,35 \text{ Ton}\cdot\text{cm/m}$$

$$wa^2 = 1.4 \text{ ton/m}^3 \times 2,65^2 = 9,8315 \text{ Ton/m}$$

$$M_{\max} = \text{Coef. max} \cdot wa^3 = -0,9119 \text{ Ton}\cdot\text{m/m} = -91,187 \text{ Ton}\cdot\text{cm/m}$$

$$M = -91,19 \text{ ton}\cdot\text{cm} \quad (\text{ver cuadro de momentos actuantes})$$

Asumiendo $\phi = 0,5\phi_w$ según tabla 405 libro de segura

$$\phi_w = 0,010756$$

$$\phi = 0,005378 = 0,006 \quad \text{entonces } k_2 = 10,45$$

Para b = 100 cm

$$d \geq k_2 \sqrt{\frac{M_{\max}}{b}} \geq 9,97471 \approx 10 \text{ cm}$$

ESPELOR MURO = 15 cm

5.1.1.2.2 Por cortante. Para el cortante en el punto medio del borde inferior

$$C = 0,4116 \text{ Tabla VII PCA}$$

$$V_{\max} = \text{Coef} \cdot wa^2 = 4,05 \text{ Ton/m}$$

Para el cortante en el tercio inferior del borde lateral

$$V_{\max} = 0,4116 \cdot wa^2 = 4,0466 \text{ Ton/m}$$

El esfuerzo cortante admisible es:

$$V = 0,02 f'c = 4,93 \text{ kg/cm}^2$$

$$V = V/jbd$$

$$d = V/jbV$$

Tomando b = 100cm

Asumiendo j = 7/8 = 0,875

$$d = 4046,65/431,535 = 9,3773 \text{ cm} = 9 \text{ cm} \quad \text{aprox.}$$

ESPELOR MURO = 14 cm Se asume por norma = 20 cm.

Para tanques se recomienda mínimo e = 0,20 m con alturas libres o luces menores de 3.50 m (C20.2.3 NSR-98)

En el caso del Instituto de Medicina legal para evitar cualquier tipo de filtración no deseada y garantizar hermeticidad total en los muros se aplicará 25 cm.

5.1.2 Diseño placa de fondo tanque homogenización

Tabla 23. Plantilla de diseño para tanques - Según tablas de la PORTLAND CEMENT ASSOCIATION

DESCRIPCION: <u>PLACA FONDO TANQUE HOMOGENIZACION</u>						
TIPO:		<input type="checkbox"/> SUPERFICIAL <input checked="" type="checkbox"/> ENTERRADO	<input type="checkbox"/> DESCUBIERTO <input checked="" type="checkbox"/> CUBIERTO			
MATERIALES:		DIMENSIONES:		Peso Total Muro con relleno (ton): 9,04		
Acero	$f_y = 60.000 \text{ psi} = 4,23 \text{ ton/cm}^2$	Largo (m):	2,30	Profundidad (m):	2,65	
Concreto	$f'_c = 3.500 \text{ psi} = 0,25 \text{ ton/cm}^2$	anchura (m):	2,30	Espesor placa (m):	0,25	
	$b/a = 1,00$			Espesor tubo (pl) en cm):	20	
				Peso Total Llama (ton):	23,06	
				Peso Total Vacia (ton):	9,00	
Tabla IV PCA						
		$y = 0$		$y = b/4$		
b/a	x/b	M_x	M_y	M_x	M_y	
1,00	1/4	0,036	0,033	0,027	0,027	
	1/2	0,044	0,044	0,033	0,036	
TIPO DE FRANJA						
Ecuacion Base		CENTRAL		LATERAL		
$M = \text{Coef.} \times 1.7 \times w \times a^2$						
(ton * cm/m)						
		sent. Corto	sent. largo	sent. Corto	sent. Largo	
a 1/4 del borde	1/4	coeficiente	0,036	0,033	0,027	0,027
		Momento	37,32	34,21	27,99	27,99
		$K = Mb/d^3$	0,0009	0,0009	0,0007	0,0007
		$\rho = \text{cuantia}$	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028
		$A_s = \rho b d$	7,00	7,00	7,00	7,00
		Refuerzo $\phi = 5/8" \text{ c. } 0,29$	$\phi = 5/8" \text{ c. } 0,29$	$\phi = 5/8" \text{ c. } 0,29$	$\phi = 5/8" \text{ c. } 0,29$	
centro placa	1/2	coeficiente	0,044	0,044	0,033	0,036
		Momento	46,61	46,61	34,21	37,32
		$K = Mb/d^3$	0,0011	0,0011	0,0009	0,0009
		$\rho = \text{cuantia}$	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028
		$A_s = \rho b d$	7,00	7,00	7,00	7,00
		Refuerzo $\phi = 5/8" \text{ c. } 0,29$	$\phi = 5/8" \text{ c. } 0,29$	$\phi = 5/8" \text{ c. } 0,29$	$\phi = 5/8" \text{ c. } 0,29$	

$\rho_{\min} = 0.0028 \text{ NSR } 98 \text{ Tabla C.20-1}$

Si separación del refuerzo es > 30 entonces colocar separación mínima cada 0.30 entre ejes (C.20.2.4 NSR 98).

Los refuerzos se colocarán en ambas direcciones doble parrilla.

Cuando está vacía $b/a = 2.80/2.80 = 1.00$

Wtapa = 3.76 Ton
 W muros = 5.23 Ton
 W viva = 0.04 Ton
 W agua = 14.02 Ton
 W placa = 8.35 Ton
 Carga Muerta = 34.41 Ton
 Area de la placa

$$? \frac{\text{Carga Muerta}}{\text{Area de la placa}} = \frac{31.41}{7.84} = 4.0 \text{Ton/m}^2 = 0.40 \text{Kg/cm}^2$$

Se puede apreciar que las cargas son muy pequeñas.

Teniendo en cuenta que el terreno se debe compactar adecuadamente, antes de fundir la placa de fondo, se considera que el peso de esta mas la carga de agua no produce esfuerzos de flexión o de corte por transmitirse uniformemente la presión al suelo.

$$?_{\min} = 0.0028$$

$$A_g = 7.00 \text{cm}^2$$

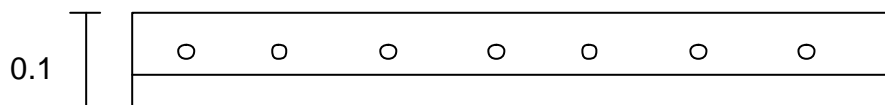
5.1.3 Placa de Soporte Tanques y Equipos. Teniendo en cuenta que el terreno se debe compactar adecuadamente, antes de fundir la placa de soporte, se considera que el peso de esta mas la carga de agua no produce esfuerzos de flexión o de corte por transmitirse uniformemente la presión al suelo.

$$?_{\min} = 0.0033$$

$$A_s = 0.03 \text{cm}^2$$

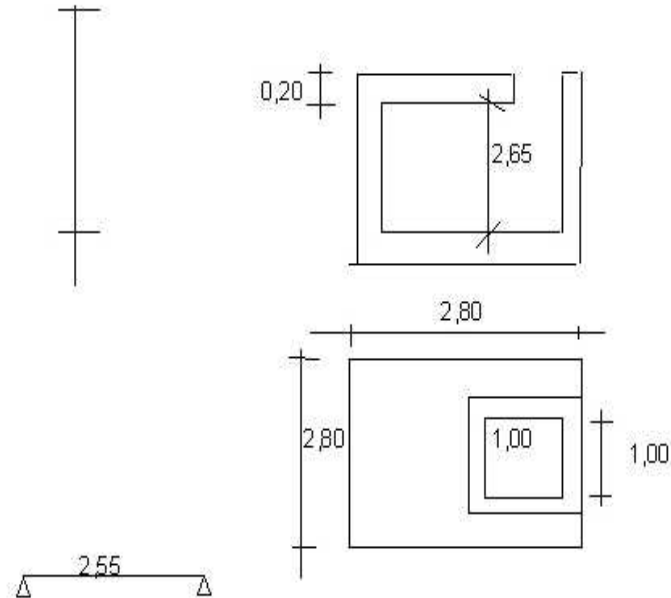
$$\text{Ø } 3/8'' \quad A_s = 0.71 \text{cm}^2$$

s = 22 cm en ambas direcciones



PLACA PLANA

5.1.4 Tapa del Tanque de Homogenización



Luz

ANÁLISIS DE CARGAS

Carga muerta	(D) = 2400 x 1.4 x 0.20 =	0,67 Ton/m ²
Carga viva	(L) = (0,6+2,4) x 1,7 =	5,19 Ton/m ²
Total cargas	=	5,86 Ton/m ²
w =		8,20 Ton/m ²
m =	WL ² /12 =	4,44 Ton·m = 444,33 Ton x cm
k =	Mu/bd ² =	0,01537
s =		0,0042
As =	? x b x d =	7,19 cm ²

Por lo tanto: colocar f 1/2" As = 1,29cm² s = 0,18 ambas direcciones

5.1.5 Plantilla de diseño para tanques

Tabla 24. plantilla de diseño para tanques - según tablas de la PORTLAND CEMENT ASSOCIATION

DESCRIPCIÓN:		Muros tanque homogenización						
TIPO:		SUPERIOR ENTERRADO		DESCUBIERTO CUBIERTO				
MATERIALES:		Acero: $f_y = 60.000 \text{ psi} = 4,23 \text{ Ton/m}^2$		Largo: 2,30 m		Profundidad: 2,65 m		
		Concreto: $f'_c = 3.500 \text{ psi} = 0,25 \text{ Ton/m}^2$		ancho: 2,30 m		Espesor muro: 0,25 m		
		$b/a = 0,87$		$c/a = 0,87$		Espesor piso (d): 20 cm		
		DIMENSIONES:						
Ecuación Base		TIPO DE FRANJA						
$M = \text{Coef. } X \cdot w^2 \times 1,7 \text{ (ton'cm/m)}$		ESQUINA		LATERAL		CENTRAL		
		Long.m 0,38		Long.m 0,38		Long.m 0,38		
		Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal	
FRANJA SUPERIOR	$h = \text{cubo m.}$	coeficiente	0,025	0,013	0,015	0,009	-0,007	-0,036
		Momento	79,09	41,13	47,46	28,47	-22,15	-113,89
		$K = M/bd^2$	0,0020	0,0010	0,0012	0,0007	-0,0006	-0,0028
		$\rho =$ cuantía	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028
		$A_s = \rho b d$	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
		Refuerzo	$\phi 5/8" \text{ c. } 0,29$	$\phi 5/8" \text{ c. } 0,29$	$\phi 5/8" \text{ c. } 0,29$	$\phi 5/8" \text{ c. } 0,29$	$\phi 5/8" \text{ c. } 0,29$	$\phi 5/8" \text{ c. } 0,29$
FRANJA MEDIA	$h = \text{cubo m.}$	coeficiente	0,042	0,020	0,028	0,025	-0,012	-0,058
		Momento	132,87	63,27	88,58	79,09	-37,96	-183,49
		$K = M/bd^2$	0,0033	0,0018	0,0022	0,0020	-0,0009	-0,0046
		$\rho =$ cuantía	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028
		$A_s = \rho b d$	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
		Refuerzo	$\phi 5/8" \text{ c. } 0,29$	$\phi 5/8" \text{ c. } 0,29$	$\phi 5/8" \text{ c. } 0,29$	$\phi 5/8" \text{ c. } 0,29$	$\phi 5/8" \text{ c. } 0,29$	$\phi 5/8" \text{ c. } 0,29$
FRANJA INFERIOR	$h = \text{cubo m.}$	coeficiente	0,040	0,018	0,029	0,013	-0,100	-0,052
		Momento	126,55	50,62	91,75	41,13	-318,36	-164,51
		$K = M/bd^2$	0,0032	0,0013	0,0023	0,0010	-0,0079	-0,0041
		$\rho =$ cuantía	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028
		$A_s = \rho b d$	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
		Refuerzo	$\phi 5/8" \text{ c. } 0,29$	$\phi 5/8" \text{ c. } 0,29$	$\phi 5/8" \text{ c. } 0,29$	$\phi 5/8" \text{ c. } 0,29$	$\phi 5/8" \text{ c. } 0,29$	$\phi 5/8" \text{ c. } 0,29$

$\rho_{\min} = 0.0028$ NSR 98 Tabla C.20-1

Si separación del refuerzo es > 30 entonces colocar separación mínima cada 0.30 entre ejes (C.20.2.4 NSR 98).

Los refuerzos se colocarán en ambas direcciones doble parrilla.

5.2 TRAMPA DE GRASAS

5.2.1 Predimensionamiento

5.2.1.1 Losa de Fondo Trampa de Grasas

$$\text{Cuando está vacía } b/a = \frac{1.6}{0.80} \approx 2.00$$

$$W_{\text{tapa}} = 0.00 \text{ Ton}$$

$$W_{\text{muros}} = 2.26 \text{ Ton}$$

$$\text{Carga Muerta} = 2.26 \text{ Ton}$$

$$q = \frac{\text{Carga muerta}}{\text{Área de la placa}} = \frac{2.26}{2.40} \approx 0.94 \text{ Ton/m}^2 \approx 0.09 \text{ Kg/cm}^2$$

Por flexión:

$$w = 0.75 \cdot q$$

$$w = 0.010756$$

$$K_2 = 9.1105$$

$$K_1 = 0.00807$$

$$\text{Donde: } wa^2 = s \cdot 0.80^2 = 0.60 \text{ Ton}\cdot\text{m/m} = 60.16 \text{ Ton}\cdot\text{cm/m}$$

$$C_{\text{max}} = 0.044 \text{ de la tabla IV de PCA}$$

$$M_{\text{max}} = C_{\text{max}} \cdot wa^2 = 2.65 \text{ Ton}\cdot\text{cm/m}$$

$$d \approx K_2 \sqrt{\frac{M_{\text{max}}}{100}} \approx 1 \text{ cm} \quad e \approx 6 \text{ cm}$$

Por norma: espesor de placa = espesor de muros

$$\text{Espesor de placa} = 20 \text{ cm}$$

Para tanques se recomienda mínimo $e = 0.20 \text{ m}$ con alturas libres o luces menores de 3.50 m (C20.2.3 NSR-98)

5.2.1.2 muro largo trampa de grasas

5.2.1.2.1 Por flexión

MATERIALES:

$$f'c = 3500 \text{ psi.} = 246.59 \text{ kg/cm}^2$$

$$fc = 0.45 f'c = 110.97 \text{ kg/cm}^2$$

$$fs = 1700 \text{ kg/cm}^2 \text{ [Según artículo C-A-3-2 NSR/97]}$$

$$fy = 60000 \text{ psi.} = 4227.2812 \text{ kg/cm}^2$$

De tabla VI PCA para

$b/a = 0,57$

$c/a = 0,28$

c/a	x/a	y = 0		y = b/4		y = b/2		z = c/4		z = 0	
		Mx	My	Mx	My	Mx	My	Mx	Mz	Mx	Mz
0.28	1/4	0.003	0.018	0.001	0.010	-0.004	-0.018	-0.002	-0.012	-0.003	-0.007
	1/2	0.012	0.021	0.008	0.010	-0.006	-0.032	0.001	-0.009	0.002	-0.005
	3/4	0.017	0.013	0.010	0.009	-0.006	-0.031	0.002	-0.005	0.006	0.001

Coeficiente Máximo = $-0,032$ para M_y en $y = b/2$ $x = 0$

$$w = 1,40 \text{ ton/m}^3$$

$$wa^3 = 1.4 \text{ ton/m}^3 \times 2,82^3 = 31,40 \text{ Ton}\cdot\text{m/m} \quad 3139,61 \text{ Ton}\cdot\text{cm/m}$$

$$wa^2 = 1.4 \text{ ton/m}^3 \times 2,82^2 = 11,133 \text{ Ton/m}$$

$$M_{\max} = \text{Coef. max} \cdot wa^3 = -1.0047 \text{ Ton}\cdot\text{m/m} = -100.47 \text{ Ton}\cdot\text{cm/cm}$$

$$M = -100,47 \text{ ton}\cdot\text{cm} \quad (\text{ver cuadro de momentos actuantes})$$

Asumiendo $\gamma = 0.5 \gamma_w$ según tabla 405 libro de segura

$$\gamma_w = 0,010756$$

$$\gamma = 0,005378 = 0,006 \quad \text{entonces } k_2 = 10,45$$

Para $b = 100 \text{ cm}$

$$d \geq k_2 \sqrt{\frac{M_{\max}}{b}} \geq 10,47 \geq 10 \text{ cm}$$

ESPELOR MURO = 15 cm

5.1.1.2.2 Por Cortante. Para el cortante en el punto medio del borde inferior

$C = 0,4116$ Tabla VII PCA

$$V_{\max} = \text{Coef} \cdot wa^2 = 4,58 \text{ Ton/m}$$

Para el cortante en el tercio inferior del borde lateral

$$V_{\max} = 0,4116 \cdot wa^2 = 4,5825 \text{ Ton/m}$$

El esfuerzo cortante admisible es:

$$V = 0,02 f'c = 4,93 \text{ kg/cm}^2$$

$$V = V/jbd \quad d = V/|bV$$

Tomando $b = 100 \text{ cm}$

Asumiendo $j = 7/8 = 0,875$

$$d = 4582,49/431,535 = 10,619 \text{ cm} = 11 \text{ cm} \quad \text{aprox.}$$

ESPELOR MURO = 16 cm Se asume por norma = 20 cm.

Para tanques se recomienda mínimo $e = 0,20 \text{ m}$ con alturas libres o luces menores de 3.50 m (C20.2.3 NSR-98)

5.2.2 Diseño placa de fondo trampa de grasas

Tabla 25. Plantilla de Diseño para Tanques - según tablas de la PORTLAN CEMENT ASSOCIATION

DESCRIPCIÓN:		PLACA FONDO TRAMPA DE GRASAS					
TIP O:		SUPERFICIAL ENTERRADO	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	DESCUBIERTO CUBIERTO	<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>		
MATERIALES:		DIMENSIONES:		Peso Total Vuelto con rollos (ton): 2,26 Profundidad (m): 2,82 Espesor placa (m): 0,20 Espesor duct (d) en cm: 15 Peso Total Lleno (ton): 5,87			
Acero	$f_y = 60.000 \text{ psi} = 4,23 \text{ ton/cm}^2$	Largo (m):	1,60				
Concreto	$f'_c = 3.500 \text{ psi} = 0,25 \text{ ton/cm}^2$	ancho (m):	0,80				
	psi.	b/a = 2,00					
Tabla II PCA							
		y = 0		y = b/4		y = b/2	
b/a	x/a	Mx	My	Mx	My	Mx	My
2,00	0	0	0,045	0	0,011	0	-0,091
	1/4	0,016	0,042	0,006	0,014	-0,019	-0,034
	1/2	0,033	0,036	0,020	0,016	-0,018	-0,035
	3/4	0,055	0,024	0,025	0,014	-0,013	-0,035
TIPO DE FRANJA							
Ecuación Base		CENTRAL		Extrema			
$M = \text{Coef. X } 1.7 \text{ X w X a}^2$							
(ton ² cm/m)							
borde	0	coeficiente	0,000	0,045	0,000	-0,091	
		Momento	0,00	4,80	0,00	-9,31	
		$K = Mbd^2$	0,0000	0,0002	0,0000	-0,0004	
		$\rho = \text{cuantía}$	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	
		$A_s = \rho bd$	5,80	5,80	5,60	5,60	
		Refuerzo	$\phi = 1/2" \text{ c. } 0,23$	$\phi = 1/2" \text{ c. } 0,23$	$\phi = 1/2" \text{ c. } 0,23$	$\phi = 1/2" \text{ c. } 0,23$	
placa	3/4	coeficiente	0,035	0,024	0,025	0,014	
		Momento	3,58	2,45	2,56	1,43	
		$K = Mbd^2$	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	
		$\rho = \text{cuantía}$	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	
		$A_s = \rho bd$	5,80	5,80	5,60	5,60	
		Refuerzo	$\phi = 1/2" \text{ c. } 0,23$	$\phi = 1/2" \text{ c. } 0,23$	$\phi = 1/2" \text{ c. } 0,23$	$\phi = 1/2" \text{ c. } 0,23$	

$\rho_{\min} = 0.0028 \text{ NSR } 98 \text{ Tabla C.20-1}$

Si separación del refuerzo es > 30 entonces colocar separación mínima cada 0.30 entre ejes (C.20.2.4 NSR 98).

Los refuerzos se colocarán en ambas direcciones doble parrilla.

Cuando está vacía $b/a = 1.60/0.80 = 2.00$

W muros = 2.26 Ton

W agua = 3.61 Ton

W placa = 4.80 Ton

Carga Muerta = 10.67 Ton

$$? \frac{\text{Carga Muerta}}{\text{Area de la placa}} \frac{10.67}{1.28} \frac{?}{?} 8.3 \text{Ton} / \text{m}^2 \frac{?}{?} 0.83 \text{Kg} / \text{cm}^2$$

Se puede apreciar que las cargas son muy pequeñas. Teniendo en cuenta que el terreno se debe compactar adecuadamente, antes de fundir la placa de fondo, se considera que el peso de esta mas la carga de agua no produce esfuerzos de flexión o de corte por transmitirse uniformemente la presión al suelo.

5.2.3 Diseño Muros Trampa De Grasas

Tabla 26. Plantilla de Diseño para Tanques - según tablas de la PORTLAND CEMENT ASSOCIATION

DESCRIPCION: Muros Trampa de grasas								
TIPO:		SUPERFICIAL ENTERADO		DISEÑO CUBIERTO		X		
MATERIALES:		Acero: fy = 60,000 psi = 423 Ton/cm ²		Largo: 1.80 m		Profundidad: 2.82 m		
		Concreto: f'c = 3,500 psi = 0.25 Ton/cm ²		Ancho: 0.80 m		Espesor muro: 0.20 m		
		b/a = 0.57 c/a = 0.28		Espesor piso: 15 cm				
Ecuación Base		TIPO DE FRANJA						
M = Coef. X w ² x 1,7 (Ton/cm ² m)		ESQUINA		LATERAL		CENTRAL		
		Long.m 0.27		Long.m 0.27		Long.m 0.27		
		Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal	
FRANJA SUPERIOR	E. D. C. L	coeficiente	0.000	0.020	0.000	0.009	0.000	-0.007
		Momento	0.00	76.25	0.00	34.31	0.00	-26.69
		K=M.bd ³	0.0000	0.0034	0.0000	0.0015	0.0000	-0.0012
		p = cuantía	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028
		As = pbd	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60
		Refuerzo	φ 1/2" c. 0.23	φ 1/2" c. 0.23	φ 1/2" c. 0.23	φ 1/2" c. 0.23	φ 1/2" c. 0.23	φ 1/2" c. 0.23
FRANJA MEDIA	E. D. C. L	coeficiente	0.012	0.021	-0.006	0.025	0.001	-0.009
		Momento	45.75	80.06	-22.87	95.31	3.81	-34.31
		K=M.bd ³	0.0020	0.0036	-0.0010	0.0042	0.0002	-0.0015
		p = cuantía	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028
		As = pbd	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60
		Refuerzo	φ 1/2" c. 0.23	φ 1/2" c. 0.23	φ 1/2" c. 0.23	φ 1/2" c. 0.23	φ 1/2" c. 0.23	φ 1/2" c. 0.23
FRANJA INFERIOR	E. D. C. L	coeficiente	0.017	0.013	-0.006	0.013	0.002	-0.005
		Momento	64.81	49.56	-22.87	49.56	7.62	-19.06
		K=M.bd ³	0.0029	0.0022	-0.0010	0.0022	0.0003	-0.0008
		p = cuantía	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028	0.0028
		As = pbd	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60
		Refuerzo	φ 1/2" c. 0.23	φ 1/2" c. 0.23	φ 1/2" c. 0.23	φ 1/2" c. 0.23	φ 1/2" c. 0.23	φ 1/2" c. 0.23

$\rho_{\min} = 0.0028$ NSR 98 Tabla C.20-1

Si separación del refuerzo es > 30 entonces colocar separación mínima cada 0.30 entre ejes (C.20.2.4 NSR 98).

Los refuerzos se colocarán en ambas direcciones doble parrilla.

5.3 TANQUE DE LODOS Y TANQUE CANASTILLA DE RECOLECCIÓN SÓLIDOS

Como las cargas son muy pequeñas se colocará cuantía mínima de refuerzo tanto en placa como en muros.

F 1/2" $\rho_s = 0,23$ en ambas direcciones

Nota: se deberán colocar junta de construcción en caso de que se efectuó la fundida en más de un solo proceso.

Colocar cinta V-15 o similar.

5.4 PERMISOS DE CONSTRUCCION

Teniendo en cuenta que la planta de tratamiento de aguas residuales será construida en un taller fuera de las instalaciones de la sede del INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES en la ciudad de Bogotá D.C. y posteriormente suministrada como equipo en conjunto, no se ve la necesidad de un permiso de construcción o Licencia de Construcción.

Las obras civiles son de adecuación para la instalación de esta y no se va a modificar ni las fachadas ni la estructura de la edificación nueva ni de la antigua.

6. COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

CAUDAL 0.3 LPS = 10.8m³/DIA

OPERACIÓN

OPERADOR

TRABAJO DIARIO:	2 HORAS
COSTO POR HORA:	\$2.146
COSTO OPERADOR DIA:	\$4.292

PRODUCTOS QUIMICOS

PRODUCTO QUIMICO	DOSIS PPM	CONSUMO DIA/Kg	C.P.QUIM.	COSTO/DIA \$
COAGULANTE	60	0,648	800	518
ESPELANTE	3	0,0324	2.000	65
COLORO	20	0,216	1.200	259
COSTO PRODUCTOS QUIMICOS DIARIO				842

ENERGIA

EQUIPO	HORAS TRABAJADAS	KW	CANTIDAD	COSTO KW/H	COSTO DIARIO
B. AGUA CRUDA	2	0,37	2	200	298
SOPLADOR	10	1,49	1	200	2.984
DOSIFICADOR DE COAG. Y CLORO	4	0,09	2	200	149
MOTOREDUCTOR	10	0,75	1	200	1.492
B. RETORNO L.	2	0,37	2	200	298
B. FILTROS.	4	0,25	1	200	199
B. FILTRO P.	4	0,75	1	200	149
DOSIFICADOR ESPELANTE	4	0,09	1	200	19
AGITADORES	2	0,25	3	200	298
TOTALES	36	4,41	14	1.800	5.887
COSTO ENERGETICO DIARIO					\$ 5.887
TOTAL COSTO OPERACIÓN DIARIO					\$11.021

MANTENIMIENTO

Para el costo de mantenimiento se tiene un estimado de \$200.000 anuales por equipo.

Si los tanques son fabricados en acero al carbón se aumenta el costo por pintura.

El cambio de los lechos y pintura se realiza aproximadamente cada tres años. El costo de estos mantenimientos es el costo total dividido en tres.

COSTO POR EQUIPOS ANUAL:

CANTIDAD DE EQUIPOS	14
COSTO	\$2.800.000
CAMBIO DE LECHOS ANUAL	\$1.000.000
PINTURA ANUAL	\$2.000.000
COSTO TOTAL MANTENIMIENTO EN LAMINA DE ACERO AL CARBON	\$ 15.890
COSTO TOTAL MANTENIMIENTO CON ACERO INOXIDABLE	\$ 10.411

Tabla 27. Total costos de operación y mantenimiento.

TOTAL COSTO OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
MATERIAL TANQUES	DIARIO	ANUAL
LAMINA DE ACERO AL CARBON	\$26.912	\$9.822.832
ACERO INOXIDABLE	\$21.432	\$7.822.832

7. CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO

Tabla 28. Presupuesto

ITEM	DESCRIPCION	UN	CANT	V/ UNIT	V/TOTAL
1.01	Localización y replanteo.	m ²	40	4.979	199.163
1.02	Desmantelamiento puertas, ventanas, baños, cielo rasos, cubiertas en zona a demoler. Incluye acondicionamiento del área del cuarto de la UPS.	gl	1	1.534.500	1.534.500
1.03	Desconexión instalaciones eléctricas y sanitarias	gl	1	1.113.125	1.113.125
1.04	Arreglo instalaciones eléctricas (soportes) sobre fachadas	gl	1	495.000	495.000
1.05	Demolición placas concreto e=0.15 a 0.30 Incluye retiro de escombros	m ²	200.22	61.301	12.273.770
1.06	Demolición muros mampostería e=0.15, incluye retiro de escombros	m ²	71.57	14.554	1.041.547
1.07	Resanes paredes y pintura	m ²	15	16.789	251.835
1.08	Acondicionamiento de puertas para salida a parqueadero, evidencias y UPS, incluye pintura pintulux	gl	3	14.384	421.152
1.09	Muro en mampostería divisorio en cuarto UPS.	m ²	9	42.100	378.900
1.10	Construcción cielo raso para cuarto UPS	m ²	12	69.863	838.356
1.11	Arreglo canales bajantes	ml	3	68.063	204.189
1.12	Excavación 0 – 1,50m incluye retiro de escombros	m ³	48	19.800	950.400
1.13	Excavación 1,50 – 3,00m, incluye retiro de escombros	m ³	87.5	49.500	4.331.250
1.14	Excavación 3,00 – 3,50m incluye retiro de escombros	m ³	6	99.000	594.000
1.15	Rellenos compactados	m ³	7.90	82.016	648.251
1.16	Concreto pobre	m ²	65	18.000	1.170.000
1.17	Concreto 3500 psi trampa de grasa, caja recolectora de sólidos y caja recolectora de lodos.	m ³	12.91	674.643	8.709.643
1.18	Concreto 3500 psi tanque homogenización	m ³	10.85	674.643	7.319.878
1.19	Concretos de 3000 psi parqueadero y placa soporte tanques	m ³	9.61	505.349	4.856.402
1.20	Figurado y armado de hierro	Kg	3170.1	3.988	12.643.995

ITEM	DESCRIPCION	UN	CANT	V/ UNIT	V/TOTAL
1.21	Tapas en lámina alfajor para cajas y tanques	U	8	511.813	4.094.504
1.22	Pañetes simples para paredes fachada y cuarto UPS	m ²	71.44	11.738	838.592
1.23	Suministro e instalación estructura para cubierta, incluye columnas, cerchas, correas y tejas h = 4,50 debidamente pintadas con anticorrosivo y esmalte exterior.	m ²	40	100.000	4.000.000
1.24	Suministro e instalación cerramiento en tubería galvanizada de 2", malla eslabonada de 2" X 2" con puerta de acceso de 1,00m de ancha con pasador h = 2,50m	ml	11.14	58.613	652.949
1.25	Empalme de tuberías a caja canastilla de sólidos 4" 6"	ml	3	121.871	365.614
1.26	Caja conexión salida agua tratada	U	1	473.891	473.891
1.27	Empalme tuberías sanitarias agua tratada a caja de aforo	ml	11	121.871	1.340.583
1.28	Tapado trampa de grasa existentes	U	2	409.313	818.626
1.29	Suministro e instalación de rejillas para nuevo cuarto de basuras incluye extensión de rejillas existentes costado oriental parqueadero.	ml	6.2	107.363	665.651
1.30	Aseo y limpieza nuevo cuarto de basuras	gl	1	105.250	105.250
1.31	Pañetes cuarto nuevo basuras	m ²	63.26	11.738	742.572
1.32	Enchapes cuarto nuevo de basuras piso	m ²	13.16	53.890	709.198
1.33	Enchapes cuarto nuevo de basuras paredes	m ²	50.1	53.890	2.699.909
TOTAL OBRAS CIVILES					77.482.693

	DESCRIPCION	UN	CANT
2	PLANTA DE TRATAMIENTO CON TANQUES DE TRATAMIENTO EN LAMINA DE ACERO AL CARBON A – 36 DE 3/16” DE ESPESOR		
2,1	Canastilla en acero inoxidable con guías para retiro de sólidos	U	1
2,2	Bombas sumergibles de 1/3HP Sterling o similar en otras marcas, especiales para aguas residuales industriales 100V, incluye tubería de descarga de 2” y retorno en 1 1/2” en pvc presión con sus respectivas válvulas y accesorios de interconexión para su normal funcionamiento.	U	2
2,3	Cámara de aireación y sedimentación fabricada en lamina de acero al carbón A-36 de 3/16” de 5.30 x 1.20 x 2.40 de altura total (cámara de aireación) y 1.00 x 1.20 x 2.40 (cámara de sedimentación) incluye soportes, accesorios de interconexión uniones de acero, debidamente pintada interiormente y exteriormente con base anticorrosivo epóxica y acabado esmalte epóxico	U	1
2,4	Sistema de aireación: equipo soplador tipo tuthill o similar de 2 HP de potencia, 220V, trifásico. Incluye 8 difusores de membrana de 9”, válvula de alivio de presión válvula cheque, filtro de aire y accesorios de interconexión en acero inoxidable.	U	1
2,5	Bombas retorno de lodos: bombas sumergibles de 1/3 HP especiales para aguas residuales industriales 110 V, incluye tubería de descarga de 2” y retorno en 1 1/2” con sus respectivas válvulas y accesorios de interconexión para su normal funcionamiento.	U	2
2,6	Sistema de precipitación: Tanque circular cónico, fabricado en acero al carbón A36 de 3/16” con patas altura recta 0.90m y altura cónica 0.60m canal perimetral de salida, cámara de entrada de 0.60 m de diámetro, cono invertido diámetro menor 0.60m y 1.20 m diámetro mayor. Accesorios de interconexión uniones de acero debidamente pintada interiormente y exteriormente con base anticorrosivo epóxica y acabado esmalte epóxico		1
2,7	Sistema de agitación: mediante un moto reductor de 1 HP de potencia con salida a 20 RPM y conectado a un variador electrónico. El eje del motoreductor ensamblado a un agitador de paletas también en acero inoxidable	U	1
2,8	Sistema bombeo filtros: motobomba centrifuga en acero inoxidable para un caudal de 0.96 l/s y cabeza dinamica total de 8.00m incluye tuberías y accesorios de interconexión para su normal funcionamiento.	U	2
2,9	Sistema de filtración: compuesto por dos tanques de 0.40m de diámetro y altura recta de 1.80m soportados en canal de 4” con base de 0.15 x 0.15 x fabricado en acero al carbon A-36 de 3/16” el sistema incluye lechos filtrantes, tuberías y accesorios para su normal funcionamiento. Los filtros deberán ir pintados interiormente y exteriormente con base anticorrosivo epóxica y acabado esmalte epóxico.(el color se definirá con la interventoria)	U	1
2,10	Cámara de contacto: tanque fabricado en lámina de acero al carbon A-36 de 3/16” acoplado al tanque de aireación de 0.50 x 1.00 de área, incluye tuberías y accesorios en pvc presión para su normal funcionamiento. Accesorios de interconexión, uniones de acero debidamente pintada interiormente y exteriormente con base anticorrosivo epóxica y acabado esmalte epóxico. (el color se definirá con la interventoria)	U	1
	DESCRIPCION	UN	CANT

2,11	Sistema de dosificación: incluye tres bombas dosificadoras marca EMEC o similar en otras marcas, tipo diafragma de 2.4 GPH A 110V con su respectivo tanque de solución fabricado en lámina de acero al carbón A-36 de 3/16" de espesor de 0.50 x 0.50 x 0.80 m soldados a la cámara de aireación, todos los tanques llevan sus respectivas tapas y agitadores para los químicos, los cuales deberían estar instalados adecuadamente y conectados al tablero principal de control. Los tanques deberán ir pintados interiormente y exteriormente con base anticorrosivo epóxica y acabado esmalte epóxico. (el color se definirá con la interventoría)	U	1
2,12	Bomba de lodos especial de 1/2HP de presión para bombear el agua con lodos al filtro prensa. Incluye tuberías y accesorios en PVC presión para su normal funcionamiento	U	2
2,13	Filtro prensa completo incluye tuberías y accesorios para su normal funcionamiento	U	1
2,14	Tablero de control eléctrico tipo Nema 4: incluye breaker general, contactores relee térmicos, logo de programación, borneras, vigilante de tensión, selectores de tres posiciones, bombillos de señalización, cables debidamente marcados, cofre en lámina.	U	1
2,15	Transporte	gl	1
2,16	Montaje	gl	1
2,17	Puesta en marcha, químicos necesarios para la puesta en marcha y un mes mas, manual de operación y mantenimiento, entrenamiento de personal y la elaboración y la radicación ante el departamento administrativo de medio ambiente DAMA de la documentación pertinente para efecto del permiso de vertimientos que esta entidad debe otorgar al instituto.	gl	1
TOTAL EQUIPOS, ACCESORIOS Y SERVIOS PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES DEL INSTITUTO DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES			210.000.000
TOTAL DE LA PROPUESTA (TOTAL OBRAS CIVILES + TOTAL EQUIPOS, ACCESORIOS Y SERVICIOS PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES)			287.482.693
TOTAL COSTOS INDIRECTOS			229.986.155
A		8%	18.398.892
I		10%	22.998.615
U		7%	16.099.031
TOTAL AIU		25%	57.496.539
IVA (SOBRE LA UTILIDAD)		16%	2.575.845
TOTAL PRESUPUESTO			290.058.538

CONCLUSIONES

? El vertimiento final de aguas residuales industriales del Instituto Nacional de Medicina Legal en Bogotá, D.C. es un residuo de carga orgánica media.

? Debido a las constantes actividades de lavado de las diferentes áreas, se presenta una alta dilución de los residuos industriales.

? De los compuestos tóxicos analizados, únicamente los fenoles se encontraron por encima de los máximos permisibles por la normatividad vigente.

Los procesos del INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES son muy variados y en su mayoría no son de periodicidad diaria, por lo que pueden presentarse otros contaminantes que puedan incrementar varios de los parámetros de la Tabla 7.

? La presencia de microorganismos, algunos de ellos patógenos, indican la necesidad de desinfección del residuo antes del vertimiento final al alcantarillado, mas aun teniendo en cuenta que llegan como 700 cuerpos en promedio, se pueden presentar o existir múltiples contaminantes biológicos.

? Los resultados de aceites y grasas mostraron valores bastante bajos para este tipo de residuos; sin embargo se debe considerar que el vertimiento pasa por trampas de grasas antes de su descarga a las cajas de aforo.

BIBLIOGRAFÍA

ACOT, Pascal, 1990, Historia de la Ecología. Madrid: Taurus Ediciones S.A.,

AGENCIA EUROPEA DE MEDIO AMBIENTE, 1995, Medio Ambiente en Europa, el informe Dobris / Agencia Europea De Medio Ambiente. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.

AGUILAR FERNANDEZ Susana, 1997, El Reto del Medio Ambiente: Conflictos e Intereses en la Política. Alianza Editorial, Madrid.

DÍAZ BAEX María Consuelo, 1990, Tratamiento de Aguas Residuales de Matadero Mediante Reactores Anaeróbicos de Lecho Empacado en Tratamiento Anaerobio de Aguas Residuales en América Latina, UNAM, México, D.F.

GADEA, E. 1994. Seguridad en el Laboratorio: Gestión de Residuos Tóxicos y Peligrosos en Pequeñas Cantidades. INSHT. Madrid.

GADEA, E. y X. GUARDINO. 1991. Eliminación de Residuos en el Laboratorio: procedimientos generales. INSHT. Madrid.

GUARDINO, X. et al. Seguridad y Condiciones de Trabajo en el Laboratorio. INSHT. Madrid

MARTIN FERNANDEZ Margarita. 1996. Bioquímica y Biología Molecular IV. Facultad de Veterinaria. OTRI-Universidad Complutense de Madrid. Madrid.

LIBRO ELECTRONICO: CIENCIAS DE LA TIERRA Y DEL MEDIO AMBIENTE

?