

41121
5



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO.

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES.

“CAMPUS ARAGÓN”.

**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

**“ESTUDIOS DE CARACTERIZACIÓN, TRATAMIENTO Y
APROVECHAMIENTO EFICIENTES DE LAS AGUAS
RESIDUALES GENERADAS EN LA E.N.E.P. ARAGÓN”.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL
PRESENTAN:
GREGORIO CAMPUZANO ZÚÑIGA
JOSÉ GUADALUPE MIRANDA SÁNCHEZ
RAYMUNDO RODRÍGUEZ VARGAS**

ASESOR: I.Q.J. GUADALUPE HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

MÉXICO

2003.

A



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**TESIS CON
FALLA DE
ORIGEN**

PAGINACION DISCONTINUA





UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES ARAGÓN - UNAM

JEFATURA DE CARRERA
DE INGENIERÍA CIVIL

OFICIO No. ENAR/JCIC/0165/2003

ASUNTO: Síndico. Tesis Conjunta.

LIC. ALBERTO IBARRA ROSAS
SECRETARIO ACADÉMICO
P R E S E N T E

Por medio del presente me permito relacionar los nombres de los profesores que sugiero integren el Síndico del Examen Profesional del C. RAYMUNDO RODRÍGUEZ VARGAS, con número de cuenta: 09556788-0, del C. JOSÉ GUADALUPE MIRANDA SÁNCHEZ con Número de Cuenta: 08830113-2 y del C. GREGORIO CAMPUZANO ZUÑIGA, con número de cuenta: 09118981-1, con el tema de tesis: " ESTUDIOS DE CARACTERIZACIÓN, TRATAMIENTO Y APROVECHAMIENTO EFICIENTES DE LAS AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN LA E.N.E.P. ARAGÓN ".

PRFSIDENTE:
VOCAL:
SECRETARIO:
SUPLENTE:
SUPLENTE:

LIC. FERNANDO FELIPE MARTÍNEZ ITURBE
ING. LUIS POMPOSO VIGUERAS MUÑOZ
ING. SERGIO ALFONSO MARTÍNEZ GONZÁLEZ
ING. MARTÍN ORTIZ LEÓN
ING. J. GUADALUPE HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

Quiero subrayar que el director de tesis es el Ing. J. Guadalupe Hernández Hernández, el cual está incluido en base a lo que reza el Reglamento de Exámenes Profesionales de esta Escuela.

A T E N T A M E N T E

" POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU " 
San Juan de Aragón, Estado de México, a 07 de Abril del 2003.

EL JEFE DE CARRERA

ING. MARTÍN ORTIZ LEÓN

c.c.p. Lic. Ma. Teresa Luna Sánchez.- Jefa del Departamento de Servicios Escolares.
Ing. Karla Ivonne Gutiérrez Vázquez.- Secretaria Técnica de la carrera de Ingeniería Civil.
Ing. J. Guadalupe Hernández Hernández.- Director de Tesis.
Comité de Tesis.
Atendido.

MOL/miev

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

3



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
 ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ARAGÓN
 SECRETARÍA ACADÉMICA

UNIVERSIDAD NACIONAL
 AUTÓNOMA DE
 MÉXICO

Ing. MARTÍN ORTIZ LEÓN
 Jefe de la Carrera de Ingeniería Civil,
 Presente.

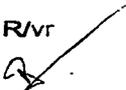
En atención a la solicitud de fecha 21 de abril del año en curso, por la que se comunica que los alumnos GREGORIO CAMPUZANO ZUÑIGA, RAYMUNDO RODRIGUEZ VARGAS y JOSE GUADALUPE MIRANDA SANCHEZ, de la carrera de Ingeniero Civil, han concluido su trabajo de investigación intitulado "ESTUDIOS DE CARACTERIZACIÓN, TRATAMIENTO Y APROVECHAMIENTO EFICIENTES DE LAS AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN LA E.N.E.P. ARAGÓN", y como el mismo ha sido revisado y aprobado por usted, se autoriza su impresión; así como la iniciación de los trámites correspondientes para la celebración del Examen Profesional.

Sin otro particular, reitero a usted la seguridad de mi atenta consideración.

Atentamente
 "POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
 San Juan de Aragón, México, 21 de abril del 2003
 EL SECRETARIO


 Lic. ALBERTO BARRA ROSAS

~~C p Asesor de Tesis.~~
~~C p Interesado.~~

AIR/vr


Recibi Oficio
 28/04/2003



 28/04/2003
 RECIBI OFICIO

AGRDECIMIENTOS

El agradecimiento es la parte principal
de un hombre de bien.

Quevedo.

A la sociedad y la Universidad Nacional Autónoma de México (Escuela Nacional de Estudios Profesionales, Aragón), por haber tenido la confianza de formarnos como profesionistas.

A la, carrera de Ingeniería Civil ,su profesorado, por haber compartido sus experiencias y conocimientos con nosotros.

La experiencia no consiste en el
número de cosas que se han visto, sino
en el número de cosas que se han
vivido.

Pereda.

Al Ing. José Guadalupe Hernández Hernández, por su valiosa guía en la elaboración esta tesis.

Al Lic. Fernando Felipe Martínez Iturbe, por sus comentarios a la tesis, sobre todo al capítulo VI, análisis de costos.

En la actualidad la gente conoce el
precio de todo y el valor de nada.

Oscar Wilde.

Al Ing. Luis Pomposo Viguera Múños, por sus importantes reflexiones, en especial al capítulo II.

No acuses a la naturaleza, ella ha
hecho su parte; ahora haz la tuya.

John Milton.

Al Ing. Sergio Alfonso Martínez González, por sus acertadas correcciones a este trabajo de tesis.

Yo no fracase 1000 veces, el foco fue
un invento que me tomó 1001 pasos.

Tomás A. Edison.

Al Ing. Martín Ortiz León, por la revisión de esta tesis y haber brindado las facilidades para la realización de esta.

La firmeza de la voluntad es el secreto
de llevar a cabo la empresa más ardua.

Belmes.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

AGRADECIMIENTOS

Al Centro Tecnológico Aragón (Laboratorio de Estudios Ambientales), por haber facilitado el equipo e instalaciones, para realizar esta tesis.

A la Gerencia Regional de Aguas del Valle de México (CNA), por realizar la caracterización de las aguas residuales crudas generadas en la institución.

A la Comisión de Aguas del Estado de México, zona oriente, por los datos proporcionados, sobre la calidad del agua y costos en el municipio de Nezahualcóyotl.

A mi familia, por su apoyo incondicional.

Se me ha dado tanto que no tengo tiempo de reflexionar sobre lo que se me ha negado.

Hellen Keller.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

RESUMEN

Una de las tareas sustantivas de las Instituciones de Investigación y Educación Superior es la de difundir el conocimiento, a través de la Carrera de Ingeniería Civil de la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Aragón y del Centro Tecnológico Aragón de la Universidad Nacional Autónoma de México (ENEP-Aragón, CTA - UNAM), es por ello, que se desarrolló un programa específico de trabajo en la ENEP Aragón para identificar: Los usos principales del agua potable en sus actividades; la generación de sus aguas residuales; el análisis del comportamiento de caudales; la determinación de los principales parámetros físicos y químicos; la propuesta y diseño de un sistema de tratamiento del agua residual generada en la institución y la factibilidad del reuso del agua residual tratada. El suministro proviene de la red de distribución municipal de Cd. Nezahualcóyotl, con un consumo de 248.88 m³ / día (69% para riego de áreas verdes y 31 % para uso humano).

Esta tesis cuenta con ocho capítulos que se describen a continuación: En el capítulo uno se menciona la problemática y objetivos de este proyecto; en el capítulo dos se describen los antecedentes de la E.N.E.P. Aragón, la red de distribución de agua potable y la red de agua residual actual; el capítulo tres, muestra los resultados de la caracterización del agua (potable y residual) en el plantel; el cuarto capítulo, menciona los niveles de tratamiento del agua residual, variables de selección y diseño del tren de tratamiento; en el capítulo quinto, se calculan las dimensiones de la planta de tratamiento; el capítulo seis, muestra el análisis de costo de construcción del sistema de tratamiento y la evaluación económica del proyecto; el capítulo siete, propone las medidas preventivas de mantenimiento y seguridad, durante la operación del tren de tratamiento y el capítulo ocho, describe en forma general los usos del agua tratada y subproductos derivados del tratamiento en una forma adecuada. Además de dos apéndices.

Se planearon una serie de propuestas inmediatas, a corto, mediano y largo plazo para disminuir el consumo de agua de suministro en la ENEP, destacando las siguientes: Reuso del agua tratada obtenida de la planta de tratamiento de aguas residuales propuesta; programa de racionalización del recurso hídrico, basado en la concienciación de los universitarios; cambio de mobiliario y accesorios sanitarios por economizadores de agua y, finalmente el cambio de la red de drenaje existente por una que efficiencie el desalojo de las aguas residuales con menos fugas.

Otro de los beneficios de este proyecto de educación superior e investigación es la formación de recursos humanos calificados y de la actualización del personal académico involucrado en la institución. Esta investigación representa un ejemplo de dicho beneficio al formar a tres profesionistas y al interactuar con distintas personas encargadas con el tratamiento de aguas residuales del Gobierno (CEAS, ODAPAS y la Residencia General de Construcción III Oriente, del Gobierno del Estado de México) y de la UNAM.

	Pagina
Agradecimientos.	I
Resumen.	III
Contenido.	IV
Capítulo I. Introducción.	
Introducción.	1
1.1 Objetivo general.	3
1.1.1 Objetivos particulares.	4
Capítulo II. Antecedentes.	
Antecedentes.	5
2.1 Localización	6
2.1.1 Clima.	7
2.1.2 Geomorfología.	7
2.1.3 Geología.	7
2.1.4 Hidrografía.	7
2.2 Población	8
2.3 Extensión territorial.	8
2.4 Infraestructura y uso de suelo.	8
2.5 Fuentes principales de suministro de agua al municipio y a las instalaciones de la ENEP Aragón.	9
2.6 Distribución de agua potable.	10
2.6.1 Descripción de la red de agua potable.	11
2.6.1.1 Uso del agua en la E.N.E.P. Aragón.	12
2.6.2 Medición del gasto de agua potable suministrada a la institución.	12
2.6.3 Medición del suministro de agua potable a la red general en la institución.	13
2.7 Levantamiento de la red de drenaje en la E.N.E.P. Aragón.	15
2.7.1 Descripción de la red de drenaje.	17
2.7.2 Sistema de alcantarillado.	17
2.7.3 Velocidades.	17
2.7.4 Pendientes.	18
2.7.5 Localización de las áreas de contaminación.	18
2.7.6 Aforo.	19
2.7.7 Medición y estimación del volumen de agua residual.	19
2.8 Gasto de diseño	24
Capítulo III. Caracterización y muestreo.	
3.1 Antecedentes.	30
3.2 Caracterización del agua residual.	30
3.3 Legislación.	35

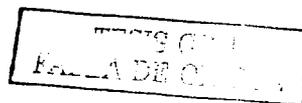
	Página
3.3.1 Legislación mexicana en materia de agua.	35
3.4 Muestreo y preparación de la muestra.	38
3.4.1 Preservación de la muestra.	40
3.5 Caracterización de las descargas.	41
Capítulo IV. Niveles de tratamiento, variables de selección y diseño.	
4.1 Pretratamiento.	46
4.2 Tratamiento primario.	46
4.3 Tratamiento secundario.	46
4.4 Tratamiento terciario.	47
4.5 Variables a considerar para la selección de un proceso de tratamiento de aguas residuales.	47
4.6 Variables de diseño.	50
4.6.1 Parámetros de diseño de un tanque de sedimentación simple.	50
4.6.2 Parámetros de diseño del reactor biológico rotatorio.	52
4.7 Factores que afectan la operación del reactor biológico rotatorio.	56
4.7.1. Temperatura.	56
4.7.2 pH.	57
4.7.3 Alcalinidad.	58
4.7.4 Salinidad.	59
4.7.5 Velocidad de rotación.	59
4.7.6 Número de etapas.	62
4.7.7 Recirculación del efluente.	63
4.7.8 Oxigenación.	64
4.7.9 Carga hidráulica y carga orgánica.	66
Capítulo V. Diseño.	
5.1 Línea de conducción.	69
5.1.1 Línea de conducción alterna.	69
5.2 Rejillas.	69
5.3 Cárcamo de bombeo (FE-101).	74
5.4 Sedimentador primario (tanque de sedimentación simple circular) (FS-102).	75
5.5 Tanque de almacenamiento (FB-103).	79
5.6 Reactor biológico rotatorio RBR (R-104).	81
5.6.1 Cálculo del reactor biológico rotatorio.	81
5.7 Sedimentador secundario o clarificador (C-105).	91
5.8 Filtro anóxico desnitrificador rápido (FR-106).	92
5.9 Desinfección (D-107).	95
5.10 Cisterna de almacenamiento (FB-108).	95
5.11 Tanque digestor de lodos (FB-109).	95
5.12 Equipos auxiliares.	97

	Página
Capítulo VI. Análisis de costos.	
6.1 Costo de construcción.	103
6.2 Costos de operación y mantenimiento.	121
6.3 Valor presente del proyecto.	122
6.4 Costo unitario de agua tratada.	123
6.5 Evaluación económica. Tasa interna de rendimiento (TIR).	124
Capítulo VII. Mantenimiento de la planta.	
Mantenimiento de la planta.	127
7.1 Riesgo derivado de la aplicación de agua tratada.	127
7.2 Medidas de seguridad en la planta.	128
7.3 Lubricación del equipo.	129
7.4 Mantenimiento de la planta y del equipo.	129
7.5 Equipo eléctrico.	131
7.6 Bombas.	131
7.7 Herramienta.	132
7.8 Estructuras de la planta.	132
7.9 Propuestas de señalamiento de las líneas de la planta de tratamiento de aguas residuales.	133
7.10 Operación y mantenimiento en partes que requieren un mayor cuidado.	133
7.10.1 Rejillas.	133
7.10.2 Mantenimiento del cárcamo de bombeo de aguas negras.	134
7.10.3 Operación y mantenimiento de los tanques sedimentadores.	134
7.10.4 Control y limpieza del filtro anóxico desnitrificante.	134
7.10.5 Control en el clorador.	135
Capítulo VII. Usos del agua tratada y subproductos derivados del tratamiento.	
8.1 Rehúso del agua tratada en la institución.	136
8.1.1 Riego de áreas verdes o parques.	136
8.1.2 Control de incendios (agua contra incendio).	137
8.1.3 Abastecimiento de fuentes de ornato.	137
8.1.4 Lavado de pasillos, patios y autos.	137
8.1.5 Limpieza de maquinaria de recolección de basura.	137
8.1.6 Recarga del acuífero.	137
8.1.7 Consumo humano.	138
8.2 Peligros sanitarios derivados de la aplicación del agua tratada a la tierra.	138
8.2.1 Contacto del agua tratada con personas y animales.	138
8.3 Subproductos derivados del tratamiento de lodos.	140
8.3.1 Calidad agronómica del lodo.	143
8.3.2 Propuestas de reutilización del lodo tratado en la E.N.E.P. Aragón.	143

	Página
Conclusiones y recomendaciones.	
Conclusiones.	146
Recomendaciones.	149
Apéndice A. Modelos de diseño para el reactor biológico rotatorio.	
A.1 Modelo de Kornegay y Andrews.	152
A.2 Modelo de Hartmann.	154
A.3 Modelo de Del Borghi y Colaboradores; (1985).	155
A.4 Métodos de Antonie.	156
A.5 Modelo De Wu y Colaboradores.	157
A.6 Modelo de Stover y Kincannon.	158
A.7 Modelo de Opatken.	160
Apéndice B. Análisis de precios unitarios.	164
Análisis de precio unitario.	165
Factor de salario real.	237
Indirectos	238
Utilidad	239
Bibliografía.	240

ÍNDICE DE TABLAS

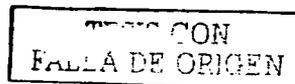
	Página
Tabla 2.1. Carreras profesionales que se imparten en la E.N.E.P. Aragón de 1998 a 2001.	5
Tabla 2.2. Población escolar total en la E.N.E.P. Aragón (periodo 1998 –2001).	8
Tabla 2.3. Uso de suelo.	9
Tabla 2.4. Resultados de las medidas de flujo obtenidos en los meses de septiembre de 2000, enero y febrero de 2001.	14
Tabla 2.5. Caudales de agua residual medidos durante un día (método de flotador).	20
Tabla 2.6. Caudales de agua residual medidos durante un día.	23
Tabla 2.7. Comparativa de los flujos de medidos y los mínimos requeridos por el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.	26
Tabla 3.1. Características física, química y biológica.	31
Tabla 3.2. Frecuencia de muestreo, NOM-002-ECOL-1996.	40
Tabla 3.3. Preservación y periodos máximos de almacenamiento.	41
Tabla 3.4. Características del agua potable.	43
Tabla 3.5. Característica del agua residual.	44
Tabla 3.6. Comparativa de los límites máximos permisibles de las normas NOM-001-ECOL-1996 y NOM-003-ECOL-1997; así como las características del agua residual generada en la ENEP Aragón.	45



	Pagina
Tabla 5.1	Volumen sobrante del flujo de salida de agua residual, para abastecer al tanque sedimentador. 74
Tabla 5.2.	Cálculo de volumen de igualamiento para el tanque de almacenamiento. 79
Tabla 5.3	Eliminación de DBO y Nitrificación a 17°C y 9°C. 85
Tabla 6.1.	Presupuesto general de la planta de tratamiento. 104
Tabla 6.2.	Presupuesto del cárcamo de bombeo. 105
Tabla 6.3.	Presupuesto del sedimentador primario. 108
Tabla 6.4.	Presupuesto del tanque de almacenamiento. 110
Tabla 6.5.	Presupuesto del reactor biológico rotatorio. 112
Tabla 6.6.	Presupuesto del sedimentador secundario. 114
Tabla 6.7.	Presupuesto de instalaciones complementaria. 116
Tabla 6.8.	Presupuesto de la cisterna de almacenamiento. 117
Tabla 6.9.	Presupuesto del tanque digestor de lodos. 119
Tabla 6.10.	Vida estimada y depreciación anual. 121
Tabla 6.11.	Parámetros para el cálculo del valor presente del proyecto. 122
Tabla 6.12.	Ahorro estimado por día, al instalar el sistema de tratamiento propuesto en la E.N.E.P. Aragón. 123
Tabla 6.13.	Cálculo de la tasa interna de rendimiento (TIR), para la planta de tratamiento de agua residual en la E.N.E.P. Aragón. 126
Tabla C.1.	Características generales del sistema de tratamiento propuesto. 146
Tabla C.2.	Acciones inmediatas. 149
Tabla C.3.	Acciones a mediano plazo. 150
Tabla C.4.	Acciones a largo plazo. 151
Tabla.	Análisis de precio unitario. 165
Tabla A.1.	Factor de salario real. 237
Tabla A.2.	Indirectos 238
Tabla A.3.	Utilidad 239

ÍNDICE DE PLANOS

	Pagina
Plano 2.1.	Distribución general. 27
Plano 2.2.	Red de agua potable. 28
Plano 2.3.	Red de alcantarillado. 29
Plano 5.1.	Cárcamo de bombeo (FE-101). 98
Plano 5.2.	Sedimentador primario (FE-102). 99
Plano 5.3.	Tanque de almacenamiento (FB-103). 100
Plano 5.4.	Sedimentador secundario (C-105). 101
Plano 5.5.	Cisterna de almacenamiento (FB-108) 102
Plano 8.1.	Áreas de riego y ubicación de la planta de tratamiento. 145



ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pagina
Gráfica 2.1. Porcentaje de distribución del uso del agua potable.	15
Gráfica 2.2. Variación del caudal generado en la ENEP Aragón, durante un día.	24
Gráfica 5.1. Diagrama de masa para la determinación del volumen de igualamiento para el tanque de almacenamiento.	80

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pagina
Figura 1.1. El ciclo hidrológico del agua.	2
Figura 2.1. Croquis de localización geográfico.	6
Figura 2.2. Medidor de agua potable de la E.N.E.P. Aragón.	13
Figura 2.3. Conducto circular parcialmente lleno.	21
Figura 2.4. Dimensiones y condiciones del tubo del pozo cero.	22
Figura 4.1. Diagrama de flujo del proceso propuesto para el tratamiento de aguas residuales.	51
Figura 4.2. Diagrama esquelético del equipo piloto.	54
Figura 4.3. Determinación de la carga orgánica límite.	55
Figura 4.4. Perfil del pH en un biodisco.	58
Figura 4.5. Efecto de la carga orgánica sobre la calidad del efluente bajo diferentes condiciones de salinidad.	59
Figura 4.6. Perfiles de oxígeno disueltos para diferentes velocidades periféricas.	60
Figura 4.7. Eliminación de DQO al variar la velocidad de giro bajo diferentes cargas orgánicas.	61
Figura 4.8. Efecto del número de etapas sobre el área requerida.	63
Figura 4.9. Efecto de la recirculación sobre la eliminación de DBO.	63
Figura 4.10. Efecto de la recirculación sobre la calidad del efluente.	64
Figura 4.11. Eliminación de la DQO en dos atmósferas diferentes: Aire y 99.5 por ciento de oxígeno (con datos de Bintanja y Col, 1976).	65
Figura 4.12. Curvas de eliminación de $\text{NH}_3 - \text{N}$ para biodiscos operados bajo diferentes cargas orgánicas.	68
Figura 5.1. Rejilla tipo Irving, construida en acero inoxidable.	70
Figura 5.2. Diseño de la cámara de rejillas de limpieza manual y canal de flujo.	70
Figura 5.3. Cámara de rejillas.	73
Figura 5.4. Detalles del tanque sedimentador circular.	78
Figura 5.5. DBO en el efluente como función de la carga hidráulica para temperaturas mayores de 13° C (Autotrol, 1978).	82
Figura 5.6. Nitrógeno amoniacal en el efluente como función de la carga hidráulica para temperatura mayores de 13°C.	83
Figura 5.7. Factor de corrección por temperatura, para la eliminación de DBO.	84
Figura 5.8. Factor de corrección por temperatura, para la nitrificación.	85
Figura 5.9. Corte transversal del biodisco.	88

	Página
Figura 5.10. Reactor biológico rotativo, con unidad motriz de cadena.	89
Figura 5.11. Intercambio de aire y agua residual.	90
Figura 5.12. Reactor biológico rotativo, con unidad impulsada con aire.	90
Figura 5.13. Filtro anaerobio en descenso.	94
Figura 5.14. Flujo del filtro anaerobio descendente, con adición de metanol.	94
Figura 5.15. Dimensiones del fondo del tanque sedimentador primario.	96
Figura 5.16. Dimensiones del fondo del tanque sedimentador secundario.	97
Figura 7.1. Dimensiones típicas de pilas de compostaje.	141

CAPÍTULO I

Introducción.

El agua es probablemente el recurso natural más importante del mundo, ya que sin ella no podría existir la vida. No tiene sustituto en muchas aplicaciones y tiene un papel vital en el desarrollo de las comunidades y las industrias. La cantidad total de agua del planeta puede considerarse constante y no puede hacerse aumentar (Tebbutt, T. H. Y., 1990).

El 97% del volumen total del agua en el mundo es agua de mar y el 3% restante es agua dulce, de ésta el 22% es agua freática y 77% es hielo confinado en los glaciares y en los casquetes polares. Esto deja apenas el 0.66% del total, como agua dulce en el ciclo hidrológico, incluyendo el agua subterránea, la de pantanos y otras fuentes inaccesibles técnicamente para su consumo. El proceso cíclico del agua, es lo que se conoce habitualmente como ciclo hidrológico y que esquemáticamente esta representado en la figura 1.1. A lo largo del ciclo hidrológico y como consecuencia de las distintas fases del mismo, el agua experimenta sucesivas transformaciones físicas. Una parte de la misma, que se transporta como humedad atmosférica, cae sobre la tierra en forma de lluvia, nieve, rocío o granizo. Al caer la lluvia sobre el suelo, una parte de la misma se evapora de manera muy rápida, pasando a formar parte de la humedad atmosférica (Aznar, C; A, 1997). Otra parte penetra en el suelo por infiltración pudiendo ser absorbida y transportada por la vegetación, evaporándose luego por las hojas. Este proceso de evaporación-transpiración devuelve una parte del agua a la humedad atmosférica. El resto sigue su infiltración en el terreno pudiendo dar lugar a la formación de un almacenamiento subterráneo al encontrar una capa de terreno no permeable. La tercera parte de la precipitación origina un escurrimiento sobre el terreno y va a parar a fuentes superficiales, como ríos o lagos y finalmente al mar (Aznar, C; A, 1997 y Snoeyink, L; V. 1990).

La prevención y control de la contaminación del agua es fundamental para evitar su escasez y proteger los ecosistemas. Esto es tarea, tanto del estado como de la sociedad. Durante muchos siglos han sido las aguas el receptáculo de los desechos líquidos y sólidos del hombre. Cuando las poblaciones eran pequeñas y no existía propiamente la industria, las corrientes y los lagos eran capaces de asimilar estos desechos, debido a que los cuerpos de agua tienen la propiedad de autopurificarse, particularmente porque los residuos generados eran biodegradables. Sin embargo, esta capacidad de asimilación de desechos es limitada, ya que después de alcanzar una concentración relativamente alta llega al llamado estado de contaminación, porque la tasa de depuración de los desechos es disminuida.

La contaminación del agua se genera por el desarrollo de las actividades de la población, distinguiéndose la industria por el riesgo de incorporar materias tóxicas en los cuerpos de agua; asimismo, no dejan de ser importantes fuentes de contaminación las aguas residuales generadas por los usos domésticos y agrícolas; las primeras por su contenido de materia orgánica y microorganismos patógenos y las segundas por la presencia de compuestos

tóxicos originados por la utilización inmoderada de fertilizantes y plaguicidas (herbicidas, insecticidas y fungicidas).

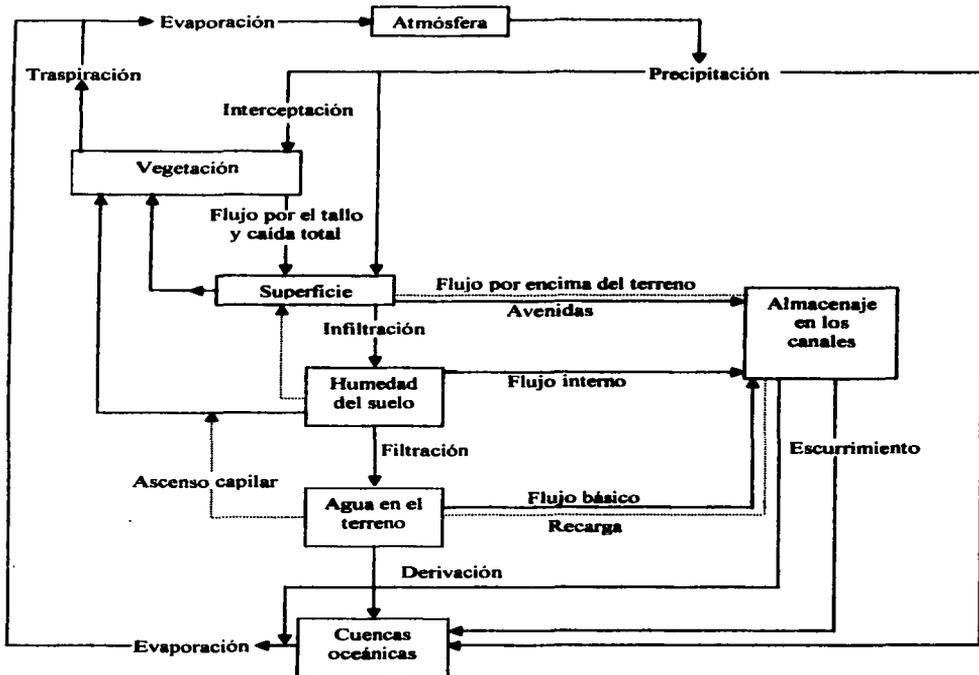


Figura 1.1. El ciclo hidrológico del agua.

Desde hace mucho tiempo se han estudiado y buscado soluciones viables técnicas y económicas para recuperar los procesos de autopurificación natural; es por ello que en este proyecto se estudia la caracterización y análisis para la identificación de los agentes contaminantes que conforman las aguas residuales, generadas en la E.N.E.P. Aragón y con ello, seleccionar los procesos de tratamiento ideales para la eliminación de los

contaminantes presentes y así proponer las medidas de reuso del agua tratada, para minimizar los consumos de agua potable en la institución.

La problemática que se tiene en esta institución es la siguiente:

- a) El consumo aproximado de agua es de 248.88 m³/día, la cual se encuentra distribuida de la siguiente forma:
- 69% Agua para riego de áreas verdes. (Ver grafica 2.1 distribución de usos de agua potable en la E.N.E.P. Aragón).
 - 31% Uso humano en la institución.
 - Agua para uso doméstico (cafetería, núcleos sanitarios y regaderas).
 - Agua para limpieza (salones, pasillos y oficinas)
 - Agua para laboratorios (hidráulica, mecánica, etcétera).

Si se toma en cuenta que el costo por metro cúbico de agua potable suministrada a la institución es de \$11.38 /m³ (fuente CEAS) el pago total de agua al día es de:

$$248.88 \text{ m}^3/\text{día} * \$ 11.38 / \text{m}^3 = \$ 2,832.25 / \text{día}.$$

- b) Es incierto el suministro de agua potable al campus, por el tiempo de vida de los mantos freáticos.
- c) Existe desperdicio no cuantificado del recurso
- d) Debido a que no existe un sistema de tratamiento de las aguas residuales generadas en la E.N.E.P. Aragón y con base a la problemática anterior se propone este trabajo, para seleccionar un sistema de tratamiento, que reduzca el consumo de agua potable a la misma, al rehusar el agua tratada obtenida en áreas que no requieran de agua potable para su funcionamiento.

Se plantean para este trabajo los siguientes objetivos:

1.1 Objetivo general.

- Medir el suministro de agua potable y generación de aguas residuales en la E.N.E.P. Aragón e identificar los parámetros contaminantes para definir el o los procesos de tratamiento del agua residual generada y evaluar la factibilidad de reuso del agua tratada obtenida, en áreas de consumo de esta institución.

1.1.1 Objetivos particulares.

- **Elaborar un programa de medición del suministro de agua potable.**
- **Identificar los puntos viables de medición del agua residual.**
- **Identificar los parámetros contaminantes que contienen las aguas residuales generadas.**
- **Asegurar el cumplimiento de los límites máximos permisibles, establecidos en la normatividad ambiental mexicana vigente, para aguas tratadas.**
- **Definir el proceso de tratamiento para eliminar y reducir los agentes contaminantes presentes.**
- **Identificar los puntos viables para emplear el agua tratada.**
- **Diseñar un programa de uso eficiente del agua potable y agua tratada.**

CAPÍTULO II

Antecedentes.

La E.N.E.P. "Aragón", su población y características fisiográficas.

Como consecuencia del aumento de la matrícula en la Universidad Nacional Autónoma de México, se originó una aguda concentración de escuelas, facultades e institutos en Ciudad Universitaria. Todo lo anterior repercutió de manera negativa en la calidad de enseñanza, la administración y los servicios de la máxima casa de estudios.

Por ello, la U.N.A.M. inició un programa de descentralización de la acción educativa, para lo cual crearon las Escuelas Nacional de Estudios Profesionales (E.N.E.P.) estas escuelas se ubicaron en zonas de gran crecimiento urbano y generalmente en la periferia de la zona Metropolitana de la Ciudad de México, lo que permitió aumentar el número de inscripciones a las carreras con mayor demanda.

La E.N.E.P. "Aragón" fue inaugurada el 16 de enero de 1976 por el entonces rector de la Universidad Nacional, Dr. Guillermo Soberón Acevedo. Actualmente alberga al mayor número de alumnos que cualquier otra E.N.E.P. algunas convertidas en Facultad de estudios Superiores (F.E.S.), en ella se imparten 12 carreras, las cuales su muestran en la tabla 2.1.

Tabla 2.1. Carreras profesionales que se imparten en la E.N.E.P. Aragón de 1998 a 2001.

Carrera
Arquitectura.
Comunicación y periodismo.
Derecho.
Diseño industrial.
Economía.
Ingeniería civil.
Ingeniería en computación.
Ingeniería mecánica eléctrica.
Pedagogía.
Planificación para desarrollo agropecuario.
Relaciones internacionales.
Sociología.

2.1 Localización.

La E.N.E.P. "Aragón" se localiza en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, en el Municipio de Nezahualcóyotl, Estado de México. En particular el campus Aragón tiene las siguientes colindancias internas dentro del municipio: Al norte con la Colonia Impulsora Avícola cuyas poblaciones son consideradas de bajo nivel económico; al sur con la Colonia Prados de Aragón y al este con la Colonia Plazas de Aragón, ambas zonas habitacionales de clase media; mientras que al oeste colinda con la zona residencial Bosques de Aragón, cuya población es de nivel socioeconómico alto. Las vías de acceso al campus son, en primer término la avenidas 608, 412, Central, arco norte del Periférico. La línea B del metro con las estaciones de Continentes e Impulsora. En segundo lugar la Avenida Rancho Seco y el Boulevard Bosques de África. Ver croquis de locación, figura 2.1.

Figura 2.1. Croquis de localización geográfico.



E.N.E.P. Aragón, Calle Rancho Seco s/n. Col. Impulsora. Municipio de Nezahualcóyotl.

2.1.1 Clima.

De acuerdo con el sistema de Koeppen el tipo de clima para esta zona es el BSkwg, que corresponde a un clima seco de estepa, semiárido-templado, llueve durante el verano, la temperatura media anual es inferior a los 18°C. La temperatura máxima ocurre anterior al solsticio de verano. La precipitación anual fluctúa entre los 700 mm y 800 mm, mientras que la evaporación es de 1800 mm.

2.1.2 Geomorfología.

En cuanto a geomorfología, la zona es esencialmente una planicie de regular tamaño comprendida entre las siguientes elevaciones; Volcán o Cerro Chiconautla, V.C. Gordo, V.C. Chimalihuache.

2.1.3 Geología.

La zona en la que se encuentra la E.N.E.P. Aragón es susceptible a la sismicidad, esto se debe a las características regionales del subsuelo en la cuenca del Valle de México, sobre todo en lo que correspondía al área lacustre y a la zona aluvial, tales características son:

1. Agitación micro sísmica muy amplia
2. Temblores locales muy frecuentes
3. Relaciones de daños inesperados como efecto de micro sismos distantes.

Se ubica en un basamento que corresponde a las características típicas de la zona de Lago, por lo que la geología esta integrada por potentes depósitos de arcilla altamente compresible, separados por capas arenosas con contenido diverso de limo o arcilla. Estas capas arenosas son de consistencia firme a muy dura y de espesores variables de centímetros a varios metros. Los depósitos lacustres suelen estar cubiertos superficialmente por suelos aluviales y rellenos artificiales; el espesor de este conjunto puede ser superior a 50 centímetros (Luis Arnal Simón y Max Betancourt Suárez, 2001 y Raúl J., 1969). Con suelo asociado Na_2CO_3 . Esto indica acumulación de sales en condiciones áridicas o fisiológicamente secos. Lo cual limita el desarrollo de una cubierta vegetal densa y se reducen las especies susceptibles de establecerse.

2.1.4 Hidrografía.

Por lo que se refiere a la hidrografía, el predio se ubica en la cuenca del Río Moctezuma, de la Subcuenca del Lago de Texcoco y Laguna de Zumpango, de la Subcuenca tributaria Vaso de Texcoco Cd. de México. Los causas más importantes de la zona son el Río de los Remedios y el Dren General del Valle (que conducen aguas residuales de la Zona y Nororiente de la Ciudad de México).

2.2 Población.

Las instalaciones se proyectaron para una población máxima de 15000 estudiantes de todas las carreras. En 1976 se inició la labor docente con 2122 alumnos, 82 profesores y 200 trabajadores. Actualmente y de acuerdo a la información proporcionada por la Unidad de Planeación de la misma, se tiene un número total aproximado de trabajadores 2500; mientras que la población escolar a nivel licenciatura es de 13577 alumnos, tabla 2.2. La planta docente es a la fecha de 1967 académicos, 170 alumnos inscritos en 5 maestrías, 2 doctorados y 1 especialización. Por lo que se tiene una población total de 18214 personas.

Tabla 2.2. Población escolar total en la E.N.E.P. Aragón (periodo 1998 -2001).

Carrera	Inscritos			
	1998	1999	2000	2001
Arquitectura	721	727	659	689
Comunicación y periodismo	1,610	1,543	1,105	1,527
Derecho	4,574	4,571	4,665	4,769
Diseño industrial	255	223	170	190
Economía	573	638	610	631
Ingeniería civil	743	638	616	545
Ingeniería en computación	1,378	1,316	1,117	1,197
Ingeniería mecánica eléctrica	2,239	1,980	1,681	1,729
Pedagogía	991	989	1,022	1,071
Planificación para desarrollo agropecuario.	288	204	131	137
Relaciones internacionales	878	861	796	826
Sociología	277	243	237	266
Total	14,527	13,953	12,809	13,577

2.3 Extensión territorial.

Cuenta con una superficie de 350,800 m².

2.4 Infraestructura y uso de suelo.

La infraestructura con la que cuenta y uso del suelo que se le da, se describe en la tabla 2.3.

El plantel cuenta con las siguientes instalaciones: 12 edificios en su mayoría destinados a la cátedra, Módulo de Extensión Universitaria, Edificio de Gobierno, Biblioteca, Centro de Lenguas Extranjeras, Centro de Cómputo, Unidad de Planeación, Servicios Escolares, Servicios de apoyo, Laboratorios, Gimnasio, Comedor, Servicio Médico, Salón de Usos

Múltiples, Clínica Odontológica, Regaderas, Vestidores y Centro Tecnológico Aragón. Los detalles se muestran en el plano 2.1 de distribución general.

Tabla 2.3. Uso de suelo.

Uso de suelo	Superficie (m ²)
Edificios	19,500
Plazas y andadores	19,040
Áreas verdes	139,500
Estacionamiento	36,000
Canchas deportivas	40,000
Reserva territorial de la escuela (área por el momento libre, suelo arcilloso con S<0.02)	96,760
Superficie total	350,800

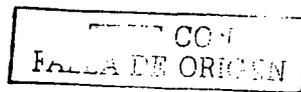
S, Pendiente del terreno.

2.5 Fuentes principales de suministro de agua al municipio y a las instalaciones de la ENEP Aragón.

El acelerado desarrollo tecnológico del siglo y el actual crecimiento poblacional en la zona metropolitana suman el (3.6%), de aproximadamente 21 millones de habitantes en la Ciudad de México. Cuentan con una dotación de 290 L/d por persona en promedio de agua potable de muy buena calidad (Semarnap, 2000).

La fuente más importante de abastecimiento de agua potable al municipio y área metropolitana, es la explotación del acuífero del Valle de México. El abastecimiento de agua potable al Municipio de Nezahualcóyotl proviene de 38 pozos, 2 tanques de rebombeo y una línea de distribución del sistema Cutzamala. De los pozos, 24 abastecen de agua a la zona centro y oriente del municipio; de éstos, sólo 8 son operados por el Organismo Descentralizado de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (ODAPAS) y 16 son operados por la Comisión de Agua del Estado de México, antes Comisión Estatal de Agua y Saneamiento (CAEM antes CEAS). La zona norte del municipio se abastece de agua por 14 pozos, de los cuales 7 pozos son operados por la Comisión de Agua del Estado de México (CAEM), ubicados sobre el pabellón de la carretera a Texcoco; los 7 restantes son operados por la Comisión Nacional del Agua (CNA), que se ubican dentro del Lago Nabor Carrillo, ya en el municipio de Texcoco.

Actualmente, el servicio de agua potable permanece subsidiado y cada vez, la creciente demanda de agua potable se agrava. En un futuro inmediato los efectos de la explotación del acuífero irán causando el deterioro en la calidad del agua extraída, también se incrementan los costos de operación y mantenimiento, el subsidio del servicio en el futuro



aumentará, así como el desperdicio del vital recurso por parte de los usuarios, lo que disminuirá la cobertura y calidad del mismo.

El problema de la contaminación del agua es de tal dimensión que es necesario que todas las personas tomen conciencia de la importancia de actuar, en la medida de sus posibilidades, para revertir esta situación.

El uso del agua tratada es una medida eficaz para reducir el consumo de agua potable.

Una pequeña parte del agua residual es tratada en la Ciudad de México para riego de zonas agrícola, parques, mantener los niveles de los lagos. La otra parte del agua residual es desalojada por medio de ductos, canales, presas, lagunas y finalmente desembocan hasta el golfo de México.

Se estima que en el país se generan 231 m³/s de aguas municipales, de las cuales se recolecta en el alcantarillado 75% (174 m³/s aproximadamente). La infraestructura de tratamiento solo cubre 15.3% del agua captada, por lo que cerca de 147 m³/s son descargados sin tratamiento al ambiente (Semarnap, 1996).

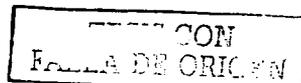
La contaminación del agua cobra gran importancia en la necesidad de preservar el medio ambiente, puesto que los contaminantes pueden ser acumulados y transportados en arroyos, ríos, presas, lagos y depósitos subterráneos, afectando directamente la salud del hombre y vida silvestre. Las fuentes más importantes de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas son las aguas residuales.

2.6 Distribución de agua potable.

Por el tiempo de operación y funcionamiento de la E.N.E.P. Aragón, se realizó el levantamiento de la red de distribución de agua potable, con el propósito de tener un conocimiento claro de los cambios efectuados en los últimos 15 años y así poderlos asentar en un plano para su actualización. Al mismo tiempo hacer el reconocimiento general de todas las áreas de servicio y riego que hacen uso de este recurso y a la vez poder hacer la medición correcta del consumo total.

Mediante la medición y estimación de los volúmenes de agua suministrada, se busca establecer las medidas obvias de reducción en el consumo así como la o las estrategias de tratamiento y reuso del agua tratada. Con base a la información proporcionada por la superintendencia de mantenimiento de la misma, y a través de recorridos, se realizaron las siguientes actividades.

1. Red de suministro de agua potable en todas las áreas de servicio (conocimiento y localización).
2. Verificación de las características de la tubería (diámetro y material).



3. Ubicación de la totalidad de áreas verdes regadas con agua potable.
4. Identificación de los aspersores usados para riego (características de flujo y número).
5. Identificación de los usos de agua en cada área.
6. Usos del agua en la cafetería/comedor.
7. Entrevistas con el personal de mantenimiento.
8. Comparación de la red actual con planos suministrados por el personal de mantenimiento del plantel.
9. Medición del gasto de suministro en la red principal y aspersores.

2.6.1 Descripción de la red de agua potable.

Cuenta con una única entrada de agua potable que se encuentra sobre la avenida Rancho Seco a la altura de la caseta de vigilancia del estacionamiento para alumnos. El diámetro de entrada es de 8" de fo.fo. y después se conecta con la línea de distribución de la escuela que es de 6" de diámetro de material polietileno marca estrupak. En la entrada principal hay un medidor de agua potable que sirvió para calcular el gasto, el medidor da lecturas de m³ (ver figura 2.2).

La clínica de odontología es independiente en agua potable. Ellos cuentan con su propia toma de agua potable.

Se cuenta con tres depósitos o cisternas que almacenan el agua que entra de la red principal y que distribuyen el servicio a todas las instalaciones de la institución y estas se encuentran localizadas de la siguiente manera. La primera ubicada en el sótano del edificio de mantenimiento y tiene una capacidad de 256.61 m³. La cual alimenta a dos cisternas una localizada en el modulo de extensión universitaria con una capacidad de almacenamiento 46.45 m³ y la otra se encuentra en el Centro Tecnológico Aragón con una capacidad no determinada. De la cisterna de mantenimiento se abastecen el servicio a los usuarios de los edificios del lado oriente (biblioteca, A-2, A-3, A-4, Gobierno). La segunda cisterna se encuentra ubicada en la parte posterior del edificio del gimnasio de pesas y tiene una capacidad de 801.64 m³, de la cual se abastecen a los edificios y áreas del lado poniente incluyendo los sanitarios de los edificios A-8, A-7, Salón de Usos Múltiples. En el plano 2.2 (red de agua potable) se observa que el volumen de agua potable que se utiliza para actividades domésticas (33%) es inferior al volumen que se usa para riego de áreas verdes (67%), ver gráfica 2.1. Esta actividad, se realiza por medio de aspersores. Los aspersores son dispositivos que riegan el jardín en círculo, con un área efectiva de 20 metros de diámetro y cuenta con las siguientes características de flujo: Válvula acoplador de bronce para aspersor marca Tinsa, modelo T20 G2. El mismo plano 2.2 muestra las diferentes áreas donde se distribuyen los 85 aspersores, de estos, algunos se encuentran enterrados y/o sin uso, en todo el plantel. El tiempo que se encuentra trabajando el aspersor es de 1 a 2 horas diarias. Se calculó el gasto de un aspersor de 3/8" de diámetro. El volumen promedio medido fue de 0.99 L/s.

La vieja tubería de asbesto cemento y de fo.fo. de 8", 6" y 4" de diámetro fueron cambiadas por tuberías del mismo diámetro pero de material polietileno marca estrupak. El resto de la tubería de la red principal es de 4" de diámetro, son tubos de plástico hidráulico que resisten las grandes presiones. El cambio de la antigua tubería de Asbesto Cemento por la de polietileno, ha mejorado el servicio. Esta tubería nueva tiene las ventajas de resistir los esfuerzos por hundimiento diferenciales generados por los edificios, por problemas de asentamiento en la zona. Las fugas que antes eran muy frecuentes han disminuido.

Al realizar la actualización del plano de la red hidráulica se contemplaron y anexaron todos los edificios nuevos como: El Centro Tecnológico, edificio de gobierno, salón de usos múltiples, gimnasio, laboratorios, L-1, L-2, L-4, edificios A-9, A-10, A-12, edificio CELE, auditorio y ampliación de la biblioteca.

2.6.1.1 Uso del agua en la E.N.E.P. Aragón.

Se tiene una erogación del agua potable conformada de la siguiente manera:

- **Riego en áreas verdes.**
- **Baños:** Sanitarios, mingitorios, lavabos y regaderas.
- **Intendencia:** Limpieza de pasillos, baños, aulas, oficinas, laboratorios e instalaciones menores.
- **Cafetería:** Limpieza de instalaciones, comestibles y trastes.
- **Docencia e investigación:** Laboratorios de hidráulica, fotografía y distintos para la limpieza de máquinas y herramientas.

2.6.2 Medición del gasto de agua potable suministrada a la institución.

Se tomaron lecturas en el medidor de agua potable cada 24 horas, durante dos periodos: el primero del 4 al 20 de septiembre de 2000 y el segundo del 29 de enero al 19 de febrero de 2001, con los datos medidos se obtuvo el promedio diario sin riego, con riego y fin de semana, los resultados de las mediciones tomadas se muestran en la tabla 2.4. El medidor con que cuenta la tubería principal de suministro de agua a la E.N.E.P. es de la marca Kent 150, de 8" de diámetro, mostrado en la Figura 2.2. Este está ubicado al Norte de la institución, el cual da lecturas en m³.

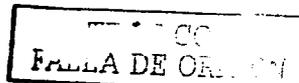




Figura 2.2. Medidor de agua potable de la E.N.E.P. Aragón.

2.6.3 Medición del suministro de agua potable a la red general en la institución.

Para obtener los promedios de la tabla 2.4 se emplearon las siguientes ecuaciones:

* Promedio aritmético.

$$\bar{X}_a = \frac{\sum_{i=1}^n X}{n} \quad (2.1)$$

Donde:

\bar{X}_a = Promedio aritmético
 X = Valor individual de cada dato
 n = Número de datos

** Promedio ponderado.

$$\bar{X}_p = \frac{N_1 X_1 + N_2 X_2 + \dots + N_n X_n}{N_1 + N_2 + \dots + N_n} = \frac{\sum (N_i X_i)}{N} \quad (2.2)$$

Donde:

\bar{X}_i = Promedio aritmético de los valores de cada grupo
 N_i = Número de datos de cada grupo
 N = Total de valores de todos los grupos

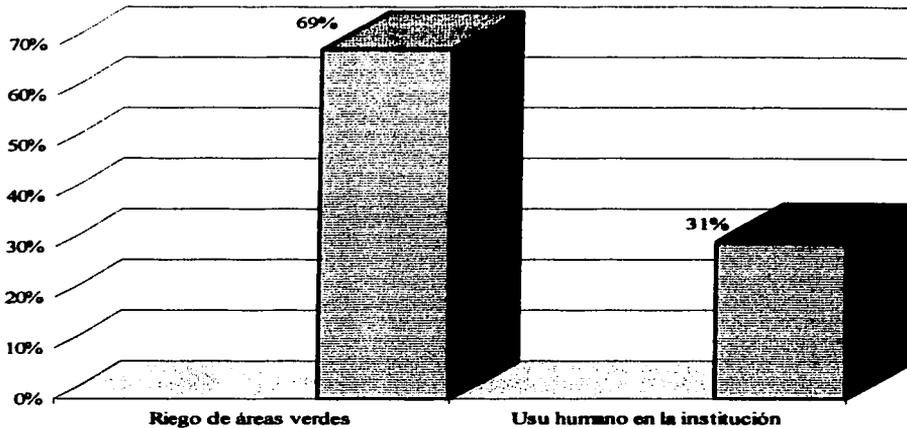
Tabla 2.4. Resultados de las medidas de flujo obtenidos en los meses de septiembre de 2000, enero y febrero de 2001.

Fecha	Hora de lectura	Lectura del medidor, (m ³ /hr)	Caudal Q, (m ³ /tiempo de lectura)	Caudal con riego Q, (m ³ /hr).	Caudal sin riego Q, (m ³ /hr).	Caudal día de agosto y fin de semana sin riego, Q, (m ³ /hr).
4/sep/00	11:00	0367578	Inicio la lectura.	----	----	----
5/sep/00	11:00	0367717	139.0 m ³ /24.0 hrs		5.79	
6/sep/00	11:00	0367882	165.0 m ³ /24.0 hrs		6.88	
7/sep/00	10:30	0368039	177.0 m ³ /23.5 hrs		7.53	
8/sep/00	11:00	0368220	161.0 m ³ /24.5 hrs		6.57	
9/sep/00	11:00	0368306	86.0 m ³ /24.0 hrs			3.58
10/sep/00	11:00	0368349	43.0 m ³ /24.0 hrs			1.79
11/sep/00	11:00	0368437	88.0 m ³ /24.0 hrs		3.67	
12/sep/00	17:00	0368914	477.0 m ³ /30.0 hrs	15.90		
13/sep/00	11:00	0369020	106.0 m ³ /18.0 hrs		5.89	
14/sep/00	11:00	0369171	151.0 m ³ /24.0 hrs		6.29	
15/sep/00	11:00	0369264	93.0 m ³ /24.0 hrs			3.88
16/sep/00	11:00	0369315	51.0 m ³ /24.0 hrs			2.13
17/sep/00	13:00	0369371	56.0 m ³ /26.0 hrs			2.15
18/sep/00	11:00	0369427	56.0 m ³ /22.0 hrs		2.55	
19/sep/00	11:00	0369652	225.0 m ³ /24.0 hrs	9.38		
20/sep/00	11:00	0369958	306.0 m ³ /24.0 hrs	12.75		
29/ene/01	12:00	0409546	Inicio la lectura.	----	----	----
30/ene/01	12:00	0409993	447.0 m ³ /24.0 hrs	18.63		
31/ene/01	12:00	0410441	448.0 m ³ /24.0 hrs	18.67		
1/feb/01	12:00	0410886	445.0 m ³ /24.0 hrs	18.54		
2/feb/01	12:00	0411335	449.0 m ³ /24.0 hrs	18.71		
3/feb/01	12:00	0411385	50.0 m ³ /24.0 hrs			2.08
4/feb/01	12:00	0411434	49.0 m ³ /24.0 hrs			2.04
5/feb/01	12:00	0411482	48.0 m ³ /24.0 hrs			2.00
6/feb/01	12:00	0411939	457.0 m ³ /24.0 hrs	19.04		
7/feb/01	12:00	0412401	462.0 m ³ /24.0 hrs	19.25		
8/feb/01	12:00	0412859	458.0 m ³ /24.0 hrs	19.08		
9/feb/01	11:00	0413331	472.0 m ³ /24.0 hrs	19.67		
10/feb/01	12:00	0413382	51.0 m ³ /24.0 hrs			3.13
11/feb/01	12:00	0413431	49.0 m ³ /24.0 hrs			2.04
12/feb/01	12:00	0413904	473.0 m ³ /24.0 hrs	19.71		
13/feb/01	12:00	0414393	489.0 m ³ /24.0 hrs	20.38		
14/feb/01	12:00	0414875	482.0 m ³ /24.0 hrs	20.08		
15/feb/01	12:00	0415366	491.0 m ³ /24.0 hrs	20.46		
16/feb/01	12:00	0415847	481.0 m ³ /24.0 hrs	20.04		
17/feb/01	12:00	0415897	50.0 m ³ /24.0 hrs			2.08
18/feb/01	12:00	0415945	48.0 m ³ /24.0 hrs			2.00
19/feb/01	12:30	0416441	496.0 m ³ /24.5 hrs	20.04		
* Promedios aritméticos (por actividad) (m ³ /hr)				18.27	5.65	2.33
** Promedio ponderado (m ³ /hr)					10.37	
Volumen diario (m ³ /día)					248.88	

El volumen total ponderado de suministro de agua potable es de: 248.88 m³/día.

RECIBO CON
FALLA DE ORIGEN

Los resultados obtenidos en la tabla 2.4, nos permiten conocer los porcentajes de agua que se utilizan para riego de áreas verdes y servicios para la institución, ver gráfica 2.1.



Gráfica 2.1. Porcentaje de distribución del uso del agua potable.

Con base a la gráfica anterior, del volumen total suministrado medido (248.88 m³/día), 171.73 m³/día se usan para riego de áreas verdes y únicamente 77.15 m³/día, son usados para actividades humanas en la institución.

2.7 Levantamiento de la red de drenaje en la E.N.E.P. Aragón.

Esta actividad consistió en la detección de los registros o alcantarillas del drenaje que sirvieran como puntos estratégicos, tanto para llevar a cabo una medición, un muestreo y análisis de las aguas residuales como para conocer la distribución y ubicación de las descargas principales que posee la institución. Como resultado de esta actividad, se determinaron las posibles vías y estrategias de solución para minimizar el consumo de aguas residuales generadas. Por ejemplo, las aguas residuales son desechos originados por la actividad vital de una población. En su composición se encuentran sólidos orgánicos disueltos y suspendidos que están sujetos a la putrefacción. También contienen organismos vivos como bacterias y otros microorganismos cuyas actividades vitales promueven el

proceso de descomposición. Se producen en forma continua y aumentan en cantidad conforme la población crece y diversifica sus actividades socioeconómicas; producen enfermedades infecciosas, afectan la salud y el medio ambiente, y por tanto, deben ser tratadas antes de ser descargadas en ríos, lagos u otros cuerpos de agua, o de ser reutilizadas para la agricultura, riego de jardines u otras actividades. En contrapartida, las aguas de lluvia son transitorias y su frecuencia e intensidad dependen del régimen de lluvia imperante en la localidad. Sin embargo, en todos los casos pueden dirigirse mediante interceptores hacia lugares y usos más racionales sin pasarlas a través de costosas instalaciones de tratamiento.

La combinación de aguas negras y pluviales encarecen las obras necesarias para su manejo y desalojo en una localidad; dificulta los procesos de tratamiento y, en general, impide su uso adecuado y eficaz de los recursos disponibles. Desde el punto de vista social, económico y técnico, es recomendable atender los problemas de saneamiento y drenaje de una localidad por medio del sistema separado de aguas negras. Este método permite un manejo más racional de los costos involucrados, además de otorgar mayor prioridad a la salud y a la protección del ambiente. Aunque prácticamente todas las ciudades de los E. U. cuentan con dicho sistema, los cambios de población, el aumento de los desperdicios, las depreciaciones y otras condiciones, exigirán permanentemente la conservación y la mejora de los sistemas antiguos, así como el diseño y la construcción de nuevas instalaciones.

Las actividades realizadas comprendieron:

1. Conocimiento de la red de drenaje.
2. La localización de las áreas de generación de agua residual.
3. Identificación de las características de la tubería (material y diámetro).
4. Localización de los puntos de aforo y medición.
5. Identificación de los puntos estratégicos para la toma de muestras.

Una alcantarilla es un conducto, destinado a la evacuación de residuos líquidos. Los sistemas de alcantarillado resuelven en forma muy positiva el problema de alejamiento de aguas negras y pluviales, por medio de conductos o tuberías generalmente subterráneas que se encargan de recolectar las aguas de desecho y las transportan en forma segura y rápida, hasta el lugar de disposición final. Este lugar, en un proyecto correctamente concebido, deberá ser un sitio donde sea posible someterlas a un proceso de tratamiento, para lograr su estabilización, quitarles el poder nocivo que conllevan y poder disponer de ellas en forma segura, sin que causen peligros ni riesgos a la salud humana en caso de ser reutilizadas. Una localidad enfrenta dos necesidades básicas en materia de alcantarillado: el desalojo de las aguas negras producidas tanto por la población como por las actividades industriales y comerciales que en ella se llevan a cabo, y el desalojo de las aguas de lluvia.

2.7.1 Descripción de la red de drenaje.

Con información proporcionada por la superintendencia de mantenimiento y recorridos realizados a las instalaciones, fue posible conocer el sistema de drenajes de la misma, encontrándose lo siguiente: Azolve (tanto en tubería como en registros), este aumenta en los meses de estiaje; derrumbes de las coladeras y acumulación de basura; pendientes adversas en algunos tramos, por el problema de hundimientos del terreno; pozos y tramos fracturados (observándose infiltraciones de aguas subterráneas); construcción de tuberías innecesarias (mal diseño); canales hechos para desalojar agua de lluvia (edificio A-12); falta de infraestructura y mantenimiento; estancamiento de aguas residuales y por último formación de charcos en las partes hundidas (edificios A-5 y A-12).

La institución cuenta con un plano de drenaje general elaborado en 1976. Su actualización es importante, ya que hasta la fecha, dicha institución a crecido en la infraestructura de edificación y su actualización es relevante para proyectos futuros, los edificios que se han construido son los siguientes: A-11, A-12, A-7, Gobierno, computación, y ampliaciones de la biblioteca y otros edificios.

La actualización del plano se realizó en el laboratorio de Estudios Ambientales del Centro Tecnológico Aragón.

2.7.2 Sistema de alcantarillado.

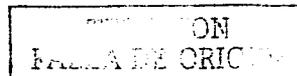
Se detectó que el tipo de alcantarillado en la E.N.E.P. Aragón es combinado (sirve para evacuar las aguas residuales generadas in-situ y para evacuar las aguas de lluvia), no hay alcantarillas independientes, existen algunos tramos de alcantarillado para agua pluvial estos son cortos y desalojan finalmente con los pozos de agua residual.

Como se puede ver en el plano 2.3, alcantarillado de la red de agua residual contiene un colector principal o troncal, es el tramo 0-15 en donde se recibe aguas de las demás ramificaciones. El diámetro de salida del tubo es 1.22 m y este disminuye conforme se ramifica en las instalaciones. La mayor parte del drenaje es de tubo de cemento con diámetros de 1.22, 1.07, 0.9, 0.60, 0.30, 0.20 m. También se encuentra tubería de asbesto cemento, fierro fundido en las bajadas de los edificios para desagües de aguas de lluvia.

El agua residual se concentra en el pozo No. 1, su evacuación es al colector secundario de Bosques de África que conecta al colector principal ubicado en la Avenida Central.

2.7.3 Velocidades.

La velocidad de escurrimiento en una tubería, debe ser suficiente para impedir el asolvamiento. La velocidad recomendada es aproximadamente de 1.5 m/s que debe ser la suficiente para escurrimiento en tiempo seco. La experiencia ha demostrado que cuando las



velocidades están abajo de este nivel, puede ocurrir la decantación de los sólidos. Para este estudio, se detectó decantación de sólidos.

2.7.4 Pendientes.

Un concepto asociado a las velocidades de escurrimiento permisibles y consecuentemente de los gastos que fluyen en las tuberías, lo constituyen las pendientes que deba tener la plantilla para que el sistema funcione con eficacia. Las pendientes de las tuberías deben ser tan semejantes como sea posible a las del terreno con objeto de tener excavaciones mínimas; pero tomando en cuenta lo siguiente:

Gasto Mínimo: Se acepta como pendiente mínima aquella que produce una velocidad de 0.6 m/s.

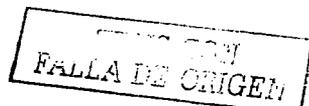
Gasto Máximo: se acepta como pendiente máxima aquella que produce una velocidad máxima de 3 m/s, a tubo lleno.

2.7.5 Localización de las áreas de contaminación.

Es importante definir la localización de las fuentes de contaminación del agua y sus características, pues son un elemento de referencia en la caracterización del agua residual generada. De acuerdo con las actividades docentes, de servicios y deportivas, los tipos de contaminación más significativos son los siguientes:

- a) Contaminación por materia orgánica, generada en los servicios sanitarios y que en razón de la proporción que guarda con otras, es la que mas importancia tiene.
- b) Contaminación originada por materia orgánica generada por los dos comedores de cocina.
- c) Contaminación que se genera, en los laboratorios de ingeniería mecánica y de fotografía, principalmente por el uso de las siguientes sustancias; sulfato de sodio, ácido clorhídrico, nitrato de sodios, ácido bórico, trisulfato de amonio, acetato de sodio y ácido acético.
- d) Contaminación originada en los servicios médicos (sangre, medicamentos).
- e) Contaminación de aguas freáticas infiltradas al alcantarillado debido al agrietamiento en la tubería.
- f) Contaminación por los baños del gimnasio y modulo de extensión.

La Clínica Odontológica y el Centro Tecnológico quedan descartados ya que sus descargas de aguas residuales son independientes. En el caso del Centro Tecnológico, únicamente las aguas pluviales de las áreas aledañas son descargadas en el alcantarillado general.



2.7.6 Aforo.

El aforo se define como la medición del caudal de una descarga, resultante de los diferentes sistemas de conducción de aguas residuales. Se han establecido una gran variedad de métodos para aforar los gastos, estos pueden ser de descarga directa y los de cálculo área/velocidad. Por ejemplo: Orificios, canal de aforo parshall; medida volumétrica de la descarga (volumen/tiempo), cálculo basado en las medidas de calado y pendiente, toberas y diafragmas, tubo de venturi, molinetes, flotadores, tubos de pitot, trazadores de colorantes, ecuación de Manning. El método más apropiado para usar en un caso determinado depende del volumen de la corriente, de las condiciones y características del drenaje y del grado de exactitud deseado.

El método de calado y pendiente es descartado para la medición de caudales de aguas residuales de la E.N.E.P. Aragón, por presentar problemas de azolvamiento en el sistema de alcantarillado; al mismo tiempo se descarta la ecuación de Manning por presentar pendientes adversas, en el tramo de tubería seleccionado.

Con base en la situación actual del sistema de drenaje en el campus, se consideró para la medición de caudales la utilización del método de flotador (sección/velocidad). El método de flotador consiste en seleccionar un tramo de tubería en el cual se hace flotar un trozo de madera o unicel sobre la superficie del agua en el tubo viajando sobre la corriente. Para medir la velocidad de flujo con el material flotante, se selecciona un tramo con una longitud conocida y se lanza al centro del tubo, midiendo el tiempo que emplea al recorrer el tramo conocido. La velocidad se calcula con la relación distancia entre tiempo, además de considerar el área hidráulica de la conducción, para partir de la ecuación de continuidad ($Q = V * A$), y así determinar el gasto (J. M. De Azevedo y Guillermo A, 1975).

2.7.7 Medición y estimación del volumen de agua residual.

Para el diseño y control de sistemas de tratamiento, es necesario conocer el abastecimiento de agua potable y generación del residuo. Son etapas diferentes tan dependientes, que el conocimiento de una es esencial para llevar a cabo la otra. Para iniciar la construcción de un sistema de tratamiento de agua residual debe estar definido el gasto de la fuente y garantizada la cantidad de agua que pueda aportar a la planta para su tratamiento.

La tabla 2.5, muestra los resultados promedios obtenidos por el método de flotador en el mes de febrero del 2001, en donde se midió el gasto de salida cada hora, la corriente fluye del pozo No. 1 al pozo No. 0, con una distancia de separación de 6 m, el tubo es de concreto y tiene un diámetro de 1.22 m.

Las muestras se tomaron en un período de las 7:00 a las 18:00 horas, esto debido a que en el horario de las 18:00 a las 22:00 horas, el tirante de la superficie mojada es nulo, solo presenta un ligero escurrimiento en la tubería.

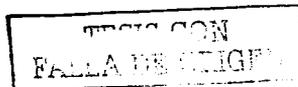


Tabla 2.5. Caudales de agua residual medidos durante un día (método de flotador).

Hora	Tiempo t (s)	Tirante superficie mojada (m)	Distancia d (m)	Velocidad V (m/s)	Área A (m ²)	Gasto Q (m ³ /hr)
7:00	142	0.010	6.00	0.0423	0.0122	1.86
8:00	125	0.015	6.00	0.0480	0.0183	3.16
9:00	85	0.020	6.00	0.0706	0.0244	6.20
10:00	134	0.000	6.00	0.0448	0.0061	0.98
11:00	96	0.040	6.00	0.0625	0.0488	10.98
12:00	94	0.015	6.00	0.0638	0.0183	4.20
13:00	138	0.042	6.00	0.0435	0.0512	8.02
14:00	142	0.024	6.00	0.0423	0.0293	4.45
15:00	135	0.024	6.00	0.0444	0.0293	4.68
16:00	89	0.045	6.00	0.0674	0.0549	13.32
17:00	112	0.040	6.00	0.0536	0.0488	9.41
18:00	149	0.045	6.00	0.0403	0.0549	7.96
Gasto de agua residual de salida, (m³/día)						75.22

Los gastos mostrados en la tabla 3.1, se obtuvieron aplicando las siguientes ecuaciones:

Para calcular el gasto total que pasa por el tubo de conducción se emplea la ecuación 2.3.

$$Q = V * A \tag{2.3}$$

Donde:

- Q = Gasto total, (m³/s)
- V = Velocidad del flujo, (m/s)
- A = Área hidráulica, (m²)

La velocidad se obtiene dividiendo la distancia entre el tiempo como se muestra en la ecuación 2.4.

$$V = (d / t) \tag{2.4}$$

Donde:

- d = Distancia del recorrido que efectúa el flotador (m)
- t = Es el tiempo que tarda un fragmento de plástico flotante tipo "unicel" en recorrer una longitud conocida (s)

Para calcular el área hidráulica del conducto circular parcialmente lleno se emplea la ecuación 2.5.

$$A = \frac{\pi * r^2}{180} \text{Cos}^{-1} \left(\frac{r-h}{r} \right) - (r-h) \sqrt{h(D-h)} \quad (2.5)$$

Donde:

- r = Radio del tubo (m)
- h = Tirante del fluido (m)
- D = Altura del tubo (m)

Como lo muestra la figura 2.3.

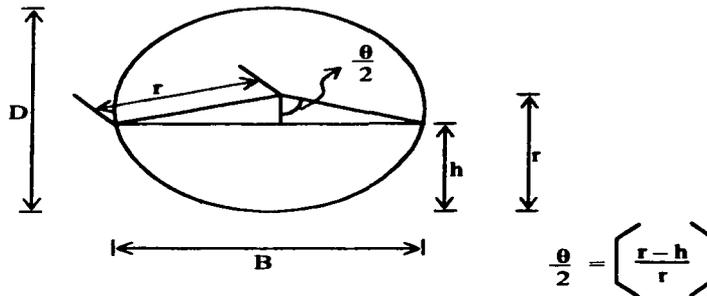


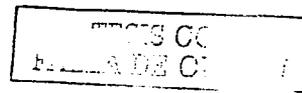
Figura 2.3. Conducto circular parcialmente lleno.

El área de flujo se calcula de la siguiente manera: Al área total del tirante hasta el espejo de agua, se restará el área del tubo del tirante azolvado. Por ejemplo, se tomaron los datos de la tabla 3.1, que corresponde a la lectura realizada a las 11:00 horas.

Datos del tubo medidos son:

- Tirante del conducto azolvado: $h = 0.59 \text{ m}$
- Tirante del tubo al espejo de agua: $h = 0.63 \text{ m}$
- Altura del tubo: $D = 1.22 \text{ m}$
- Radio del conducto: $r = 0.61 \text{ m}$.

Ver figura 2.4, en ella se dan las alturas del tirante hasta el espejo de agua y azolvado.



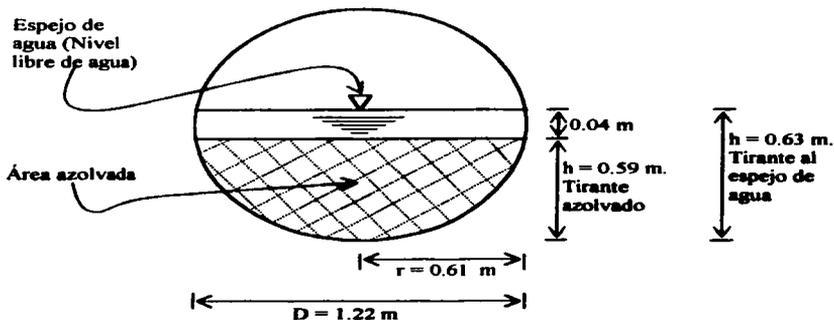


Figura 2.4. Dimensiones y condiciones del tubo del pozo cero.

Para el área azolvada tenemos:

$$A_a = \frac{\pi * 0.61^2}{180} \cos^{-1} \left(\frac{0.61 - 0.59}{0.61} \right) - (0.61 - 0.59) \sqrt{0.59 (1.22 - 0.59)}$$

$$A = 0.5601 \text{ m}^2$$

Para el área al espejo de agua tenemos:

$$A_e = \frac{\pi * 0.61^2}{180} \cos^{-1} \left(\frac{0.61 - 0.63}{0.61} \right) - (0.61 - 0.63) \sqrt{0.63 (1.22 - 0.63)}$$

$$A = 0.6089 \text{ m}^2$$

El área de la superficie mojada es:

$$A = A_e - A_a$$

$$A = 0.6089 - 0.5601$$

$$A = 0.0488 \text{ m}^2$$

La velocidad es de:

$$V = d / t = (6.00/96)$$

$$V = 0.0625 \text{ m/s}$$

El gasto es de:

$$Q = V * A = 0.0625 \text{ m/s} * 0.0488 \text{ m}^2 = 0.0031 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 10.98 \text{ m}^3/\text{hr}$$

Gasto total de agua residual generada, se calculo mediante la ecuación 2.1 (promedio aritmético),

$$\bar{X}_a = \frac{\sum_{i=1}^n X}{n} = \frac{75.22 \text{ m}^3/\text{hr}}{12} = 6.27 \text{ m}^3/\text{hr}$$

Tomando en cuenta que el muestreo duró 12 horas por día, el gasto de agua residual generada es de:

$$Q = 6.26 \text{ m}^3/\text{hr} * 12 \text{ hr/día}$$

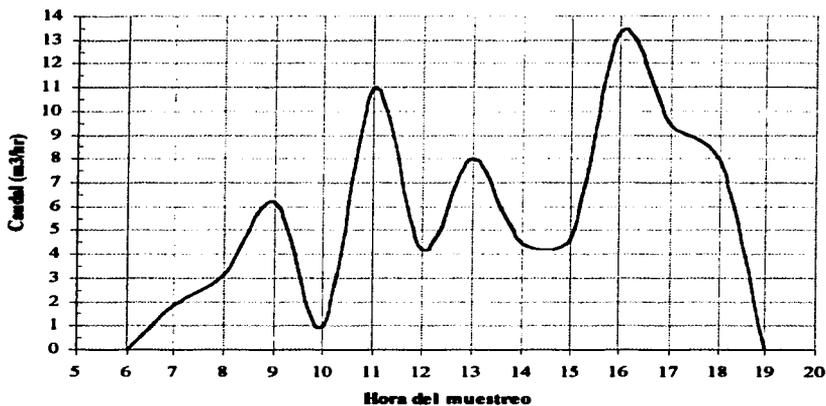
$$Q = 75.22 \text{ m}^3/\text{día}$$

Comparando este gasto (75.22 m³/día) con el obtenido en el inciso 2.6.3, gráfica 2.1 (77.15 m³/día), agua suministrada para actividades humanas medido por estimación de flujos de entrada, observamos una diferencia de 1.93 m³/d, volumen que se pierde por fugas en la tubería, evaporación en calderas y limpieza en general.

El comportamiento del caudal de agua residual producido en la institución por las diversas actividades realizadas por día se presentan en la tabla 2.6 y se muestran gráficamente.

Tabla 2.6. Caudales de agua residual medidos durante un día.

Hora (hr)	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Caudal (m ³ /hr)	1.86	3.16	6.20	0.98	10.98	4.20	8.02	4.45	4.68	13.32	9.41	7.96



— Gasto (m3/hr)

Gráfica 2.2. Variación del caudal generado en la ENEP Aragón, durante un día.

2.8 Gasto de diseño.

El gasto medio de diseño se expresa mediante la ecuación 2.6.

$$Q = \frac{\text{Población del proyecto} \cdot \text{dotación}}{86400}$$

La estimación de aportaciones específicas o unitarias de aguas residuales se propone emplear el 70% del requerimiento mínimo de servicio de agua potable.

La población de la Institución decreció de 1998 al año 2000 (14,527 a 12,809 alumnos), para luego crecer en el año 2001 (13,577 alumnos), ver tabla 2.2. Los métodos de proyección de población no aplican a estas condiciones, se toma una población estática de 15,000 alumnos.

Luis A. y Max B., Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (2001), indican que la dotación mínima de servicio de agua potable, para educación media y superior es de 25 L/alumno/turno y las necesidades de riego se consideran a razón de 5 L/m²/día. Por lo que los flujos diarios son:

Requerimiento mínimo de agua potable en consumo humano

$$Q = \frac{15,000 \text{ alumnos} * 25 \text{ L/alumno/turno} * (1 \text{ turno} / \text{día})}{86400}$$

$$Q = 4.34 \text{ L/s}$$

$$Q = 374.98 \text{ m}^3/\text{día}$$

La aportación de agua negra es:

$$Q = 374.98 * 0.70$$

$$262.49 \text{ m}^3/\text{día}$$

El área verde que requiere de riego es de 139,500 m², ver tabla 2.3 y el caudal necesario es:

$$Q = \frac{139,500 \text{ m}^2 * 5 \text{ L/m}^2/\text{día}}{86400}$$

$$Q = 8.07 \text{ l/s}$$

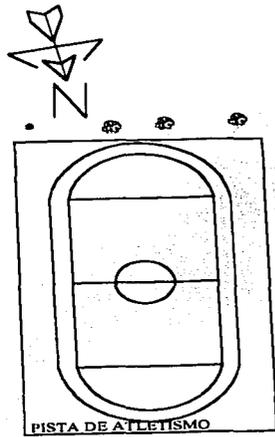
$$697.25 \text{ m}^3/\text{día}$$

En la tabla 2.7 se ordenan estos gastos de diseño, así como los aforados en los incisos 2.6.3 y 2.7.7 para su mejor comprensión.

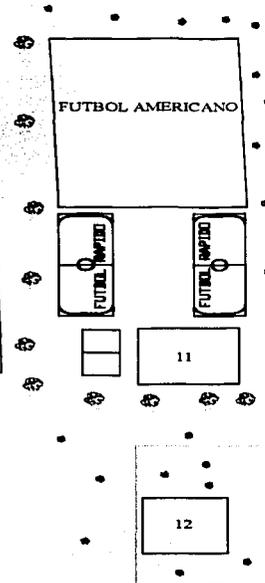
Tabla 2.7 Comparativa de los flujos de medidos y los mínimos requeridos por el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.

Concepto	Consumo humano (m ³ /día)	Riego (m ³ /día)	Aportación de aguas negras (m ³ /día)	Total agua empleada (m ³ /día)
Consumo de agua potable en la Institución medido.	77.15	171.73		248.88
Agua residual generada en la Institución medido.			75.22	
Gastos de diseño, por reglamento.	374.98	697.25	262.49	1,072.23
Porcentaje del déficit de agua, entre el consumo real y el gasto de mínimo requerido por reglamento	79.43 %	75.37 %	71.34 %	76.79 %

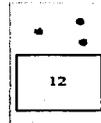
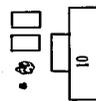
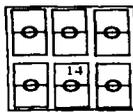
Se observa un déficit entre el consumo de agua real en la Institución y el gasto de diseño por reglamento del 77 %. Por lo que el diseño se realizara con el gasto real medido de agua residual generada en la Institución.



BEISBOL



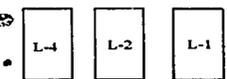
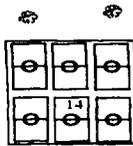
ESTACIONAMIENTO



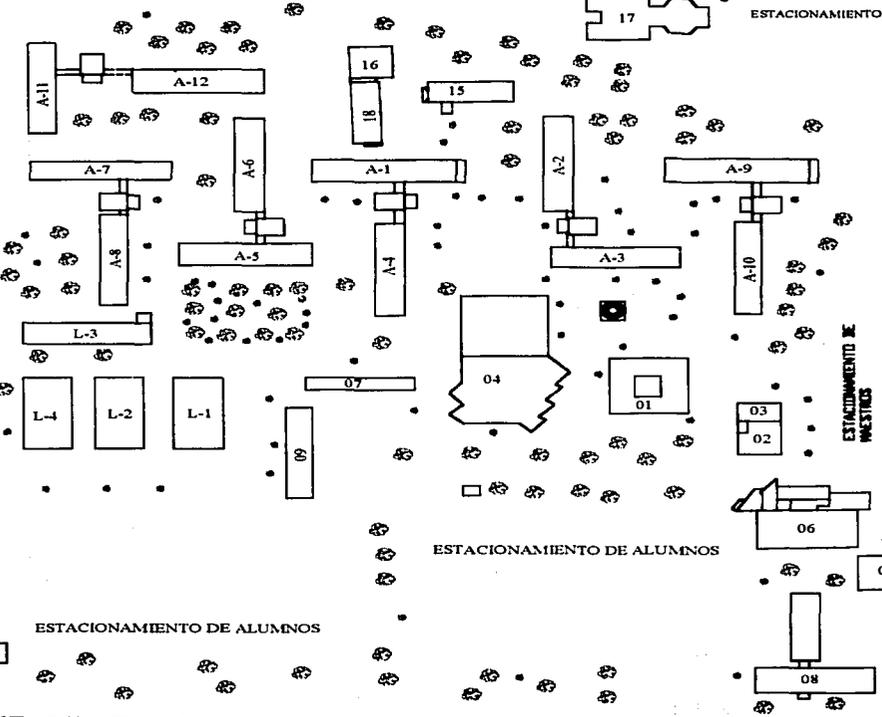
ESTACIONAMIENTO



AV. HDA. DE RANCHO SECO

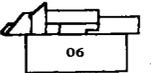


ESTACIONAMIENTO DE ALUMNOS

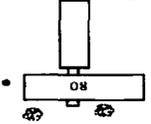
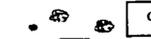


ESTACIONAMIENTO DE ALUMNOS

ESTACIONAMIENTO DE MAESTROS



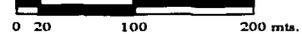
BLVR. B. DE AFRICA



DESCRIPCION

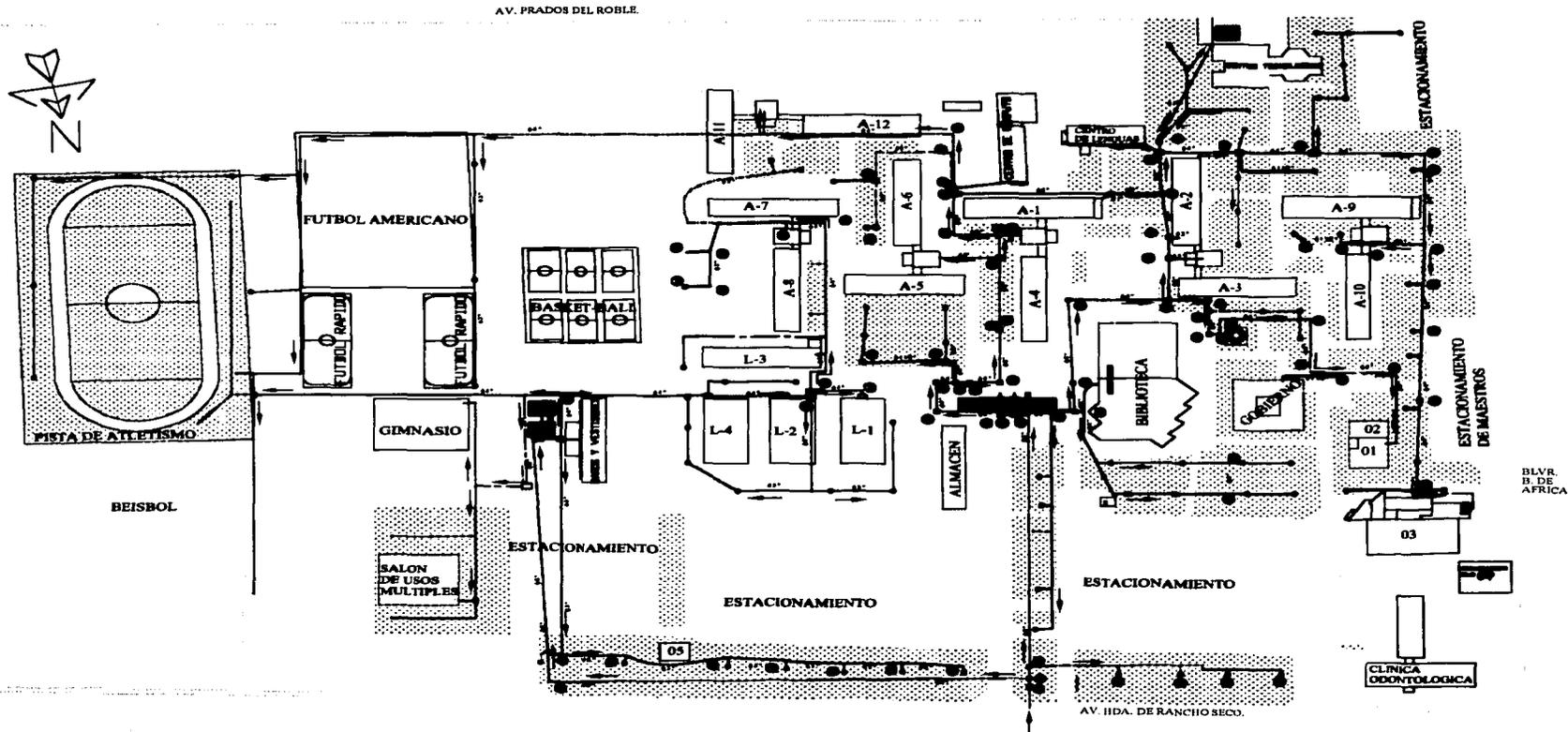
01	UNIDAD ADMINISTRATIVA
02	COMEDOR
03	SERVICIOS MEDICOS
04	BIBLIOTECA
05	ESTACIONAMIENTO BAJO TECHO
06	CENTRO DE EXTENSION UNIVERSITARIO
07	MANTENIMIENTO
08	CLINICA ODONTOLOGICA
09	ALMACEN
10	BAÑOS Y VESTIDORES
11	SALON DE USOS MULTIPLES
12	GINNASIO
13	BASURERO
14	BASKET-BALL
15	CENTRO DE LENGUAS EXTRANJERAS
16	CENTRO DE COMPUTACION
17	CENTRO TECNOLÓGICO ARAGON
18	UNIDAD DE PLANEACION
20	UNIDAD ADMNISTRATIVA

ESCALA 1/2000



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
E.N.E.P. "ARAGON"
 CENTRO TECNOLÓGICO ARAGON
 PLANO 2.1. DISTRIBUCION GENERAL
 LABORATORIO DE AMBIENTAL
 FECHA 28/NOV./2001 | PAGINA 27
 DIBUJO: JOSE GPE. MIRANDA SANCHEZ

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



SIMBOLOGIA

	TUBERIA DE EXTRUPAC DE 8"
	TUBERIA DE EXTRUPAC DE 4"
	TUBERIA DE P.V.C. DE 2"
	TUBERIA DE P.V.C. DE 1 1/2"
	TUBERIA DE 1"
	TUBERIA DE Fd.Fd. de 2"
	CISTERNA
	VALVULA
	VALVULA APERTUR
	DIAMETRO DE LA TUBERIA
	NUMERO DE CISTERNA
	PLANTO SENSE DE AFORO
	DIRECCION DE FLUJO DE AGUA POTABLE
	AREA DE REDO CON AGUA POTABLE

NOTA:

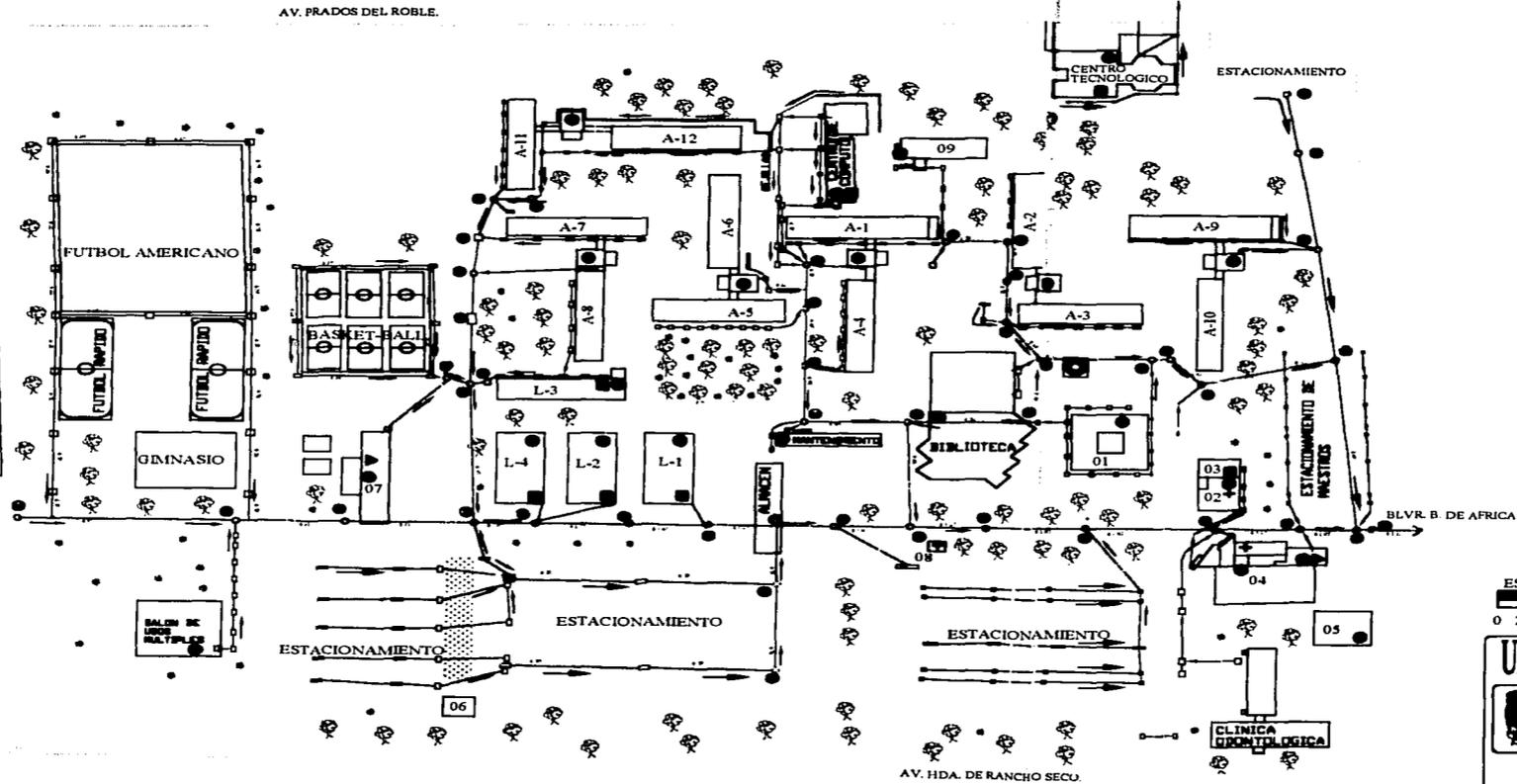
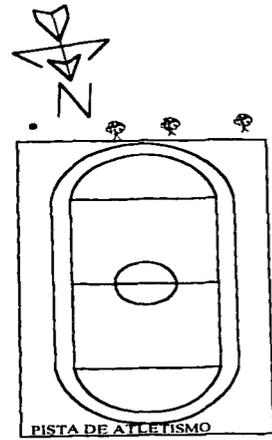
- NUMERO DE PUNTO SENSE DE REALIZO EL AFORO
- DESCRIPCION DE EDIFICIOS:**
- 01 CONEXOR DE ALUMNOS
 - 02 SERVICIOS MEDICOS
 - 03 CENTRO DE EXTENSION UNIBERTARIA
 - 04 ESTACIONAMIENTO BAJO TECHO
 - 05 SALSERO

BLVR.
B. DE
AFRICA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



E.N.E.P. "ARAGON"
CENTRO TECNOLOGICO ARAGON
PLANO 2.2. RED DE AGUA POTABLE
LABORATORIO DE AMBIENTAL
FECHA 28/NOV./2001 | PAGINA 28
DIBUJO: JOSE GPE. MIRANDA SANCHEZ



SIMBOLOGIA

	CABEZA DE ATARJEJA
	NÚMERO DE POZO
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	FLECHA DE NOTA
	CANAL O ZANJA
	SANITARIOS Y ACTIVIDADES DE LIMPIEZA
	REGADERAS
	DESCARGAS DE TALLERES, LABORATORIOS Y CLINICA
	DESCARGA DE COMIDA
	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA
	POZO ESCONDIDO

NOTAS:

- PUNTO DONDE SE TOMARON LAS MUESTRAS
- PUNTOS DONDE SE REALIZO LOS AFOROS
- POZOS QUE SIRVIERON DE OBSERVACION

DESCRIPCION DE EDIFICIOS:

- 01 EDIFICIO DE GOBIERNO
- 02 COMEDOR DE ALUMNOS
- 03 SERVICIOS MEDICOS
- 04 CENTRO DE EXTENCION UNIVERSITARIA
- 05 ESTACIONAMIENTO BAJO TECHO
- 06 BASURERO
- 07 BAÑOS Y VESTIDORES
- 08 PUESTO DE COMIDA
- 09 CENTRO DE LENGUAS EXTRANJERAS

ESCALA 1/2000



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
E.N.E.P. "ARAGON"
CENTRO TECNOLÓGICO ARAGON
PLANO 2.3. RED DE ALCANTARILLADO 2001
LABORATORIO DE AMBIENTAL

FECHA 28/NOV/2001 PAGINA 29
 DIBUJO: JOSE GPE. MIRANDA SANCHEZ

CAPÍTULO III

Caracterización y muestreo.

3.1 Antecedentes.

La contaminación del agua, además de generar ambientes inadecuados, para el hombre, originan la alteración de los cuerpos receptores al realizar las descargas de los desechos (domésticos, agrícolas e industriales), y por no tener el tiempo necesario para que ocurran los procesos de degradación natural y amortiguamiento de los contaminantes. Esta alteración puede ocasionar que ciertas especies proliferen y otras desaparezcan. Siendo congruentes con la definición de la contaminación en materia de agua, es la adición de cualquier sustancia, en cantidad suficiente que cause efectos mensurables en los seres humanos, en los animales, en la vegetación o en los materiales y que se presente en cantidades que sobrepasen los niveles normales que se encuentran en la naturaleza, de manera que resulte inapropiada para usos benéficos.

Como consecuencia de esta definición la contaminación del agua se clasifican en tres grupos de factores, los cuales son:

Contaminación física: La contaminación del agua por factores físicos provoca cambios en los parámetros físicos del agua y cambios en la naturaleza del sustrato.

Contaminación química: Este tipo de parámetros contaminantes referentes a los cambios químicos del agua afectan a las comunidades acuáticas y al recurso acuífero.

Contaminación por efectos bióticos (biológica): Este tipo de contaminación se refiere fundamentalmente al efecto de descargas de desechos que incrementan el nivel de nutrimentos en un cuerpo de agua receptor, de tal manera que el balance de las poblaciones de especies residentes en él, es alterado.

De esta forma el ciclo de la contaminación comienza con el suministro de agua a las diferentes áreas y posteriormente con la evacuación de las aguas contaminadas, que requieren de una caracterización adecuada para seleccionar el o los procesos de tratamiento más eficiente que remuevan esos agentes contaminantes y permitan reutilizar el agua tratada y minimizar el consumo del suministro.

3.2 Caracterización del agua residual.

Es importante conocer la calidad del agua residual, ya que esto es lo que permite plantear posibles sistemas de reuso, reciclado o tratamiento. Para ello se realiza una caracterización con base en su composición física, química y biológica, las cuales se resumen en la tabla 3.1. Los detalles relativos a la realización de los diversos análisis pueden encontrarse en las

publicaciones de los métodos estándar (Jairo A., 2000).

Tabla 3.1. Características física, química y biológica (1/4).

Características físicas	
Sólidos totales.	Término que engloba la materia en suspensión, la materia sedimentable, la materia coloidal y la materia disuelta presente en una muestra de agua. Sólidos suspendidos totales (SST): materia que se obtiene como residuo después de someter al agua a un proceso de evaporación. La determinación de sólidos se realiza por el método gravimétrico descrito en la NMX-AA-034-1999-SCFI. Sólidos sedimentables (S.Sd): Aquellos que sedimentan en el recipiente de forma cónica (cono de Imhoff). Para la determinación del método por cono Imhoff aparece en la norma NMX-AA-004-1977. Sólidos disueltos totales (SDT), puede clasificarse en filtrables. La fracción filtrable de los sólidos corresponden a sólidos coloidales y disueltos. Para su determinación debe aplicarse la norma NMX-AA-020-1980.
Color.	El agua residual de tipo sanitario o doméstico reciente suele tener un color grisáceo. Al aumentar el tiempo de transporte en las redes de alcantarillado y al desarrollarse condiciones más próximas a las anaerobias, el color del agua cambia gradualmente de gris a gris oscuro, para finalmente adquirir color pardo o incluso negro.
Turbiedad.	Se emplea para indicar la calidad de las aguas en relación con la materia coloidal y residual en suspensión. La medición se lleva a cabo mediante la comparación entre la intensidad de la luz dispersada en la muestra y la intensidad registrada en una suspensión de referencia. Se da generalmente en unidades nefelométricas de turbiedad (UNT).
Temperatura.	El agua no debe variar su temperatura más de un par de grados para mantener el tipo de vida que ha proliferado en ella en esas condiciones. Las temperaturas anormalmente elevadas pueden dar lugar a una indeseada proliferación de plantas acuáticas y hongos. Para determinar la temperatura se utiliza la Norma Mexicana NMX-AA-007-SCFI-2000
Olor.	Estas características pueden deberse a la presencia de compuestos orgánicos e inorgánicos o gases disueltos en el agua. Pueden ser debidos también a los gases liberados durante el proceso de descomposición de la materia orgánica.
Sabor.	Esta muy ligado al olor pues los sentidos del gusto y el olfato están muy relacionados por lo que las causas pueden ser las mismas que las del olor. También algunas sales de cobre, zinc, o hierro pueden producir sabor a metales. Los cloruros y sulfatos dan un sabor salado. Los clorofenoles producen sabores perceptibles característicos.

Tabla 3.1. Características física, química y biológica (2/4).

Materia suspendida.	Tiene distinto tamaño de partícula que se deben al arrastre, suspensión o disolución de la tierra. Consiste principalmente en arcillas, sales de hierro, limos, materia orgánica finamente dividida, materia coloidal producto de descargas industriales y tierra.
Formación de espumas.	Se favorece por sustancias que desminuyen la tensión superficial. Inhiben los mecanismos de la oxidación química y biológica y dificultan la sedimentación primaria. Debido al uso de detergentes y compuestos tenso activos.
Características químicas	
Materia orgánica.	Aceites vegetales y minerales, pinturas, detergentes sintéticos, hidrocarburos, fenoles, ácidos carboxílicos, carbohidratos, azúcares, pesticidas, hidrocarburos y solventes clorados, celulosa, etcétera.
Materia inorgánica.	Ácidos, hidróxidos, cloro, nitratos, fosfatos, sulfatos, bicarbonatos, sulfuro de hidrógeno, fluoruros, isótopos radioactivos, cianuros, sales metálicas de hierro, cinc, mercurio, plomo, etcétera.
Son varios los componentes inorgánicos de las aguas residuales, por lo que conviene examinar la naturaleza de cada uno de ellos. Entre los principales están la concentración de ión hidrógeno (pH), cloruros, alcalinidad, nitrógeno, fósforo, azufre, Cu, Pb, Ag; Cr, Ni, Mn, Pb, Hg, Cd, Zn, Cu, Fe, As y B (metales pesados y metaloides) y gases (N ₂ , O ₂ , CO ₂ , H ₂ S, NH ₃ , CH ₄).	
Grasas y aceites.	Se definen como sustancias solubles en hexano: Se consideran grasas y aceites los compuestos de carbono, hidrógeno y oxígeno que flotan en el agua residual. Los aceites y grasas de origen vegetal y animal son comúnmente biodegradables. Los aceites y grasas de origen mineral pueden ser no biodegradables y requieren pretratamiento. Sin embargo, no existe un método que permita distinguir las grasas y aceites vegetales o animales de las de origen mineral, aunque existe el procedimiento para diferenciar entre grasas y aceites polares y no polares. Para su determinación aplicar norma NMX-AA-005-1999.
pH.	El efecto directo de este factor es realmente representativo en los extremos de la escala nominal (de 0 a 14 unidades), ya que la mayoría de las especies no experimentan un efecto directo en el intervalo de 5 a 9 unidades.
Cloruros.	Son comunes en aguas residuales pues la contribución diaria por persona es de 6 a 9 g. Concentraciones altas pueden causar problemas de calidad de aguas para riego y de sabor en aguas para reuso. En aguas residuales domésticas crudas la concentración oscila entre 30 y 200 mg/L. Estos interfieren en el ensayo de la DQO.

Tabla 3.1. Características física, química y biológica (3/4).

<p>Metales.</p>	<p>La determinación de metales es importante para saber si hay contaminación, ya que de ser así habría que considerar la toxicidad de los mismos sobre los microorganismos. La determinación de metales pesados se realiza de acuerdo con la norma mexicana NMX-AA-51-1981. Los metales considerados para su análisis en las normas oficiales mexicanas se presentan en los parámetros: Aluminio (Al), plata (Ag), cadmio (Cd), arsénico (As), cobre (Cu), hierro (Fe), mercurio (Hg), cobalto (Co), vanadio (V), manganeso (Mn), níquel (Ni), zinc (Zn), magnesio (Mn), antimonio (Sb), cromo (Cr), selenio (Se), titanio (Ti), berilio (Be), estaño (Sn), boro (B), molibdeno (Mo), germanio (Ge), bismuto (Bi), plomo (Pb) y telurio (Te). Fuente: Diario Oficial de La Federación. NOMCCA-00 1-ECOL/ 1996.</p>
<p>Demanda bioquímica de oxígeno (DBO).</p>	<p>Está relacionada con el oxígeno disuelto que consumen los microorganismos en el proceso de oxidación bioquímica de la materia orgánica. Para su determinación aplicar norma NMX-AA-028-SCFI-2001.</p>
<p>Demanda química de oxígeno (DQO).</p>	<p>Se emplea para medir el contenido de materia orgánica e inorgánica disuelta en una muestra. La DQO de una agua residual suele ser mayor que su correspondiente DBO, siendo esto debido al mayor número de compuestos cuya oxidación tiene lugar por vía química frente a los que se oxidan por vía biológica. Si el valor de la DBO es menor al de DQO, esto puede deberse a que durante el proceso de "digestión" usado para medir la DQO por el método químico se evaporan sustancias químicas y no son detectadas posteriormente. Para su determinación aplicar norma NMX-AA-030-SCFI-2001</p>
<p>Carbono orgánico total (COT).</p>	<p>Es un método especialmente indicado para medir concentraciones de materia orgánica disuelta en aguas relativamente bajas.</p>
<p>Radioactividad.</p>	<p>Este factor se asocia a la potencial acumulación (y concentración), de material radioactivo que pueden presentar algunos organismos acuáticos (por ejemplo las algas), superando los niveles permisibles que se alcanzan en dilución.</p>
<p>Salinidad.</p>	<p>Cuando en algún cuerpo de agua receptor se presentan descargas salinas, ya sea en solución acuosa ó sólida, se genera un incremento en la presión osmótica de dicho cuerpo, actuando negativamente sobre los organismos que están adaptados a una presión osmótica menor, llegando incluso a resultarles tóxicas. Los principales iones a considerar en este parámetro son: sodio, calcio, potasio y magnesio.</p>

Tabla 3.1. Características física, química y biológica (4/4).

<p>Toxicidad.</p>	<p>Debe entenderse en este rubro, aquel efecto derivado de la actividad propia de la especie química contaminante, tal como puede ser aquella producida por un biocida (herbicida, insecticida, fungicida, etc). El efecto de este tipo de contaminación sobre las comunidades acuáticas es la reducción, tanto del número de especies, como del número total de individuos, modificando el balance que existe entre ellas, en la medida que algunas especies tendrán mayor resistencia y sobrevivirán con menor dificultad que otras. Obviamente, así como una sustancia tóxica afecta a las comunidades acuáticas residentes en el cuerpo de agua, también puede afectar a especies residentes fuera de él, por lo que afecta a dicho cuerpo como fuente de abastecimiento para diversos usos.</p>
<p>Desoxigenación</p>	<p>La desoxigenación se provoca al descargar en la corriente de agua efluentes industriales que contienen agentes reductores, como por ejemplo, los sulfitos de efluentes de las industrias blanqueadoras de celulosa.</p>
<p>Características biológicas</p>	
<p>Virus.</p>	<p>Pueden ocasionar enfermedades como: Poliomieltis, la hepatitis, inflamaciones cutáneas, etcétera.</p>
<p>Bacterias.</p>	<p>Pueden producir enfermedades gastrointestinales endémicas o epidémicas, como la fiebre tifoidea, la paratífica, el cólera, la salmonelosis, brucelosis, etcétera. El grupo de actinomicetos produce olores a humedad.</p>
<p>Protozoarios.</p>	<p>Que producen enfermedades parasitarias como: amebiasis, lambiasis, esquistosomiasis, hidatidosis, tricocefalosis, distomatosis, ascariasis, etcétera. En ocasiones confieren olores y sabores desagradables al agua.</p>
<p>Algas y hiervas acuáticas.</p>	<p>Son producidas por exceso de nutrientes y ocasionan la disminución de oxígeno disuelto como es el caso del lirio acuático.</p>
<p>Los principales microorganismos presentes en el agua residual se clasifican en procariontes, eucariontes y virus. Los organismos poliformes, especialmente los fecales, pueden usarse como indicadores de calidad del agua, ya que se encuentran en las heces humanas y su presencia indica contaminación fecal. La Norma Mexicana NMX-AA-42-1987. Determinación del número más probable de coliformes totales y fecales.- Método de tubos múltiples de fermentación, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de junio de 1987.</p>	

3.3 Legislación.

México se ha sumado a la preocupación mundial por la preservación de los recursos y protección al ambiente, mediante la promulgación de distintas leyes para la preservación del medio ambiente. En 1971 se promulgó la Ley para Prevenir y Combatir la Contaminación Ambiental. La responsabilidad de su aplicación recayó en la ex Secretaría de Salubridad y Asistencia, aunque en lo referente a la contaminación del agua, en la ex Secretaría de Recursos Hidráulicos, y en materia de suelo, en la ex Secretaría de Agricultura y Ganadería.

Posteriormente se realizaron enmiendas a la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos para incluir en ella implícitamente la protección del ambiente. En 1981 se publica la Ley Federal de Protección al Ambiente, que sustituyó a la ley de 1971. En el año de 1982 se crea la Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), que asumió la responsabilidad de generar y aplicar la legislación ambiental. En 1988 se promulga la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) que se encuentra vigente y sustituye a la ley promulgada en 1981. A partir de entonces se han publicado gran cantidad de normas y otras leyes tendientes a la protección al ambiente. Asimismo, a la fecha todos los estados cuentan con leyes estatales en materia ambiental. En 1992 se crea la Secretaría de Desarrollo Social, que sustituye a la SEDUE en su responsabilidad en materia ambiental a través del Instituto Nacional de Ecología y la Procuraduría Federal al Ambiente. Este organismo tuvo a su cargo la revisión y la publicación de las normas oficiales mexicanas sobre contaminación ambiental publicadas en 1993 y 1994. A fines de 1994 se decreta la creación de la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) que sustituye a la Secretaría de Desarrollo Social en este rubro. Todas estas leyes y reglamentos han hecho que los programas de desarrollo industrial consideren cada vez más los problemas de contaminación que pueden generarse, e incluyan un presupuesto específico para diagnóstico, solución y equipos de control. Sin embargo, falta aún proporcionar educación ambiental y generar, en todos los habitantes del país, más conciencia de la necesidad de proteger el medio ambiente.

3.3.1 Legislación mexicana en materia de agua.

En la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos promulgada el 5 de febrero de 1917, en su artículo 27, se establece la propiedad nacional de las aguas y su control por el Gobierno Federal. En su artículo 73 se faculta al Congreso el dictado de leyes sobre el aprovechamiento de las aguas de jurisdicción nacional.

Diversas leyes y reglamentos se han expedido desde entonces, entre los cuales, los más recientes son:

- Marzo de 1973. Reglamento para la prevención y contaminación del agua. Se determina el cumplimiento de los valores de cinco parámetros para la descarga de

aguas: pH, sólidos sedimentables, grasas y aceites, materia flotante y temperatura.

- Enero de 1979. Reglamento para prevenir y controlar la contaminación del mar. Se establece que la Secretaría de Marina sea la responsable del cumplimiento del mismo.
- En noviembre de 1988 se expide la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente que en su Capítulo II del Título IV contempla la Prevención y Control de la Contaminación del Agua y los Ecosistemas Acuáticos.
- En 1988 se expiden varias técnicas ecológicas para el vertimiento de aguas, hoy derogadas y sustituidas por las Normas Técnicas Mexicanas expedidas en octubre de 1993. También derogadas.
- En diciembre de 1989 se publican los Criterios Ecológicos de la Calidad del Agua en los que se establece la calidad requerida para el aprovechamiento del agua. Se dan los niveles máximos permisibles de concentración de 126 sustancias en fuentes de abastecimiento de agua potable para la recreación, riego agrícola, pecuario, protección de la vida acuática y acuicultura.
- En noviembre de 1992 se publica la Ley de Aguas Nacionales para regular la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr un desarrollo sustentable.
- En enero de 1994 se publica el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.

Conforme a lo dispuesto en esta ley se tienen en materia de agua las siguientes normas:

NOM-001-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, publicada en el DOF-06-01-1996.

NOM-002-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado, publicada en el DOF-03-06-1998.

NOM-003-ECOL-1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se rehúsen en servicios al público.

Por otra parte, en el contexto normativo, se publicó la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN) (DOF-07-1992), que establece el fundamento para la elaboración de Normas Oficiales Mexicanas (NOM), cuyo objetivo es la regulación de productos y servicios cuando éstos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas, afectar

la salud humana, animal, vegetal o el ambiente en general; asimismo, se establece que corresponde a las dependencias de la administración pública federal expedir las NOM según su ámbito de competencia. Paralelamente, la Comisión Nacional del Agua (CNA), órgano desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (Semamap) y actual Semarnat (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales), expide la Ley de Aguas Nacionales (LAN), que es reglamentaria del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales. Es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr un desarrollo integral sustentable. Con base en este ordenamiento, la Comisión Nacional del Agua ha emitido cinco normas mediante las cuales se busca garantizar la hermeticidad de los sistemas de alcantarillado, disminuir las pérdidas de agua potable en las tomas domiciliarias, conservar la calidad del agua potable de los mantos acuíferos y el uso racional en el consumo de agua de viviendas y servicios públicos mediante la instalación y uso de dispositivos domésticos de alta eficiencia. Las normas oficiales en materia de agua son las siguientes:

NOM-001-CNA-1995. Sistema de alcantarillado sanitario. Especificaciones de hermeticidad, publicada en el DOF 11-10-1996.

NOM-002-CNA-1995. Toma domiciliaria para abastecimiento de agua potable. Especificaciones y métodos de prueba, publicada en el DOF 14-10-1996.

NOM-004-CNA-1996. Requisitos para la protección de acuíferos, publicada en el DOF 08-08-1996.

NOM-005-CNA-1996. Fluxómetros, especificaciones y métodos de prueba, publicada en el DOF 25-07-1997).

NOM-007-CNA-1997. Requisitos de seguridad para la construcción y operación de tanques para agua, publicada en el DOF 01-02-1999.

De esta manera, la Ley de Aguas Nacionales (LAN), incluye diversos apartados que hacen alusión a las NOM y, menos específicamente, a las normas de calidad de los productos y equipos que se utilicen en la infraestructura hidráulica, que vienen a ser las Normas Mexicanas (NMX), que son de carácter voluntario, relacionadas con el sector hidráulico. Asimismo, se consideró incluirlas (NMX-CC) relativas a sistemas de calidad. La Ley de Aguas Nacionales jerarquiza los usos del agua en nueve rubros, donde se toca de manera específica el problema de la calidad de las aguas, la utilidad pública de las obras destinadas a preservar y mejorar las condiciones ecológicas, la prevención y el control de la contaminación de las aguas, las obras y actividades que dañen los recursos hidráulicos o el equilibrio ecológico, la regulación de la explotación, uso y aprovechamiento de las aguas,

entre otras. La Ley Federal de Derechos en Materia de Agua (DOF, julio 1991) establece las disposiciones generales para el pago de derechos por el uso o aprovechamiento de los bienes del dominio público de la nación, establece las cuotas por los servicios de trámite, expedición de asignaciones, concesiones, autorizaciones o permisos para usar o aprovechar aguas nacionales o para la descarga de aguas residuales.

3.4 Muestreo y preparación de la muestra.

La cantidad requerida de la muestra para análisis depende del número de parámetros que se desee determinar. En general, para análisis de un sólo constituyente se requieren, por lo menos, 100 mL; para análisis de rutina de muestras simples, 2 L, y para muestras compuestas, 4 L. En ciertos casos, se debe consultar al laboratorista la cantidad de muestra requerida para cada análisis. Para determinar la calidad del agua o el grado de contaminación de las aguas residuales, es necesario realizar análisis físicos, químicos y biológicos, lo que permite diseñar o controlar un proceso de tratamiento específico. La toma de la muestra constituye uno de los problemas más importantes, pues de ella depende la caracterización precisa de un problema de contaminación.

Para la evaluación de las diferentes características de un agua residual se deben seguir los métodos normales o estándar. Además, una caracterización acertada de esta agua requiere una técnica apropiada de muestreo que asegure resultados representativos del caudal global de aguas residuales y no solamente del caudal que circula en el instante del muestreo. En general, para que la muestra sea representativa, se prefieren sitios de muestreo con flujo muy turbulento donde el agua residual esté bien mezclada; sin embargo, el sitio de muestreo debe seleccionarse de acuerdo con cada problema individual de estudio. Los períodos de muestreo dependen del régimen de variación del caudal, de la disponibilidad de recursos económicos y de los propósitos del programa de muestreo.

Muestras instantáneas, o muestras simples, representan solamente las características del agua residual para el instante de muestreo y, en la mayoría de los casos, pueden no ser representativas de un período prolongado puesto que estas características varían con el tiempo. Igualmente se prefieren muestras compuestas, o mezclas de muestras simples o instantáneas, para asegurar representatividad y detectar efectos de la descarga variable de los diferentes contaminantes.

El análisis previo de los usos del agua y de las fuentes contaminantes para la elaboración de diagramas de flujo permite formular más apropiadamente un programa de muestreo. Las muestras simples son particularmente deseables cuando el flujo de agua residual no es continuo, cuando la descarga de contaminantes es intermitente, cuando las características del residuo son relativamente constantes o cuando el parámetro que se va a analizar puede cambiar de manera significativa durante el período de muestreo. En general, se usan muestras simples para análisis de OD, cloro residual, temperatura, pH, alcalinidad y acidez, coliformes, y grasas y aceites. Las muestras compuestas son preferibles cuando desean

conocerse resultados promedio. La muestra compuesta preferida es una mezcla de muestras individuales proporcionales al caudal instantáneo; para el efecto se toman muestras simples a intervalos constantes de tiempo, por lo regular una hora, se almacenan apropiadamente en un refrigerador y, al final del periodo de muestreo, se mezclan en proporción directa al caudal aforado en cada instante de muestreo. Todo frasco o recipiente de muestreo debe identificarse con una etiqueta que indique fecha de muestreo, nombre de la fuente, sitio de muestreo, tipo de muestra, hora de muestreo y preservativo usado.

Las consideraciones básicas para ejecutar con éxito un programa de muestreo son: definir el objetivo específico de la muestra, revisar la información existente sobre el agua que se va a muestrear, identificar las fuentes de contaminantes, definir la variabilidad de la muestra, seleccionar la localización más representativa, establecer el horario representativo de la variabilidad de la muestra, definir las normas requeridas para satisfacer el objetivo propuesto, acordar con el laboratorio la cantidad de muestra y los preservativos requeridos, revisar con el laboratorista los resultados y la necesidad eventual de muestras adicionales y por último, elaborar siempre un informe breve que permita satisfacer el objetivo propuesto y correlacione las concentraciones determinadas con los caudales observados. El método más común para tener en cuenta las variaciones de caudal y de características del agua residual, así como para minimizar los costos de los análisis, consiste en utilizar muestras compuestas. Si se toman suficientes muestras simples, que luego se mezclan para análisis, los resultados serán similares a los que se obtendrían con base en una muestra de un tanque de mezcla completa para el caudal muestreado. A mayor frecuencia de muestras simples, mayor representatividad de la muestra compuesta. Las muestras se pueden componer con base en el tiempo o en el caudal. En muestras compuestas con respecto al caudal, muestra integrada, se añade a la mezcla una cantidad proporcional al caudal para cada instante de muestreo. En muestras compuestas con base en el tiempo, se agrega una cantidad fija de muestra, de cada periodo, a la mezcla.

Las aguas residuales que se mencionan en este proyecto, corresponden a las descargas de aguas residuales en el sistema de alcantarillado urbano o municipal a que se refiere la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, los valores de los parámetros se obtendrán de análisis de muestras compuestas, que resulten de la mezcla de las muestras simples, tomadas éstas en volúmenes proporcionales al caudal medido en el sitio en el momento del muestreo, de acuerdo con la Tabla 3.2.

Para conformar la muestra compuesta, el volumen de cada una de las muestras simples debe ser proporcional al caudal de la descarga en el momento de su toma y se determina mediante la siguiente ecuación:

$$VMS_i = VMC \times \frac{Q_i}{Q_t} \quad (4.1)$$

Donde:

VMS_i = Volumen de cada una de las muestras simples "i", (L).

VMC = Volumen de la muestra compuesta necesario para realizar la totalidad de los análisis de laboratorio requeridos, (L).

Qi = Caudal medido en la descarga en el momento de tomar la muestra simple, (L/s).

Qt = Caudal promedio, Qi hasta Qn, (L/s).

Tabla 3.2. Frecuencia de muestreo, NOM-002-ECOL-1996.

Horas por día que opera el proceso generador de la descarga	Número de muestras simples	Intervalo máximo entre toma de muestras simples (horas)	
		Mínima	Máxima
Menor que 4	Mínimo 2	-	-
De 4 a 8	4	1	2
Mayor que 8 y hasta 12	4	2	3
Mayor que 12 y hasta 18	6	2	3
Mayor que 18 y hasta 24	6	3	4

Para el caso de la E.N.E.P. Aragón, se tomaron muestras simples a diferentes horas del día, para tomar una muestra compuesta, en el pozo No. 1 donde se unen los circuitos que forman la red de alcantarillado, debido a que en este sitio es donde se obtiene una mezcla de toda el agua residual que se genera en la Institución.

Como las condiciones son diferentes para cada sistema se debe adaptar el procedimiento más apropiado según el método y los tipos de muestreo. Como se observa en la tabla 3.2, la red, tiene una actividad de 15 horas diarias y le corresponde un mínimo de 6 muestras simples.

3.4.1 Preservación de la muestra.

La característica del agua, especialmente de aguas residuales industriales, requieren, para su caracterización apropiada, que se agreguen preservativos que impidan la alteración del parámetro que se quiere analizar. Los preservativos se agregan al recipiente de muestreo antes de obtener la muestra o inmediatamente después de tomarla. Algunos de los preservativos usados y de los tiempos de almacenamiento máximo para diferentes parámetros se presentan en la tabla 3.3.

Tabla 3.3. Preservación y periodos máximos de almacenamiento.

Parámetro	Preservativo	Período máximo de almacenamiento
Acidez alcalinidad	Refrigeración a 4 °C	24 h
Calcio	Ninguno	7 d
Cianuros	NaOH para pH > 10	24 h
Cloruros	Ninguno	7 d
Color	Refrigeración a 4°C	24 d
Conductancia específica	Ninguno	7 d
DBO	Refrigeración a 4°C	6 h
DQO	2 mL de H ₂ SO ₄ /L	7 d
Dureza	Ninguno	7 d
Fenoles	1 g CuSO ₄ /L + H ₃ PO ₄ para pH 4,0	24 h
Fluoruros	Ninguno	7 d
Fósforo	40 mg HgCl ₂ /L	7 d
Grasas y Aceites	2 mL H ₂ SO ₄ /L a 4°C	24 d
Metales, disueltos	3 mL HNO ₃ 1+1/L filtrado	6 meses
Metales, Totales	5 mL HNO ₃ /L	6 meses
Nitratos	40 mg HgCl ₂ /L	7 d
Nitritos	40 mg HgCl ₂ /L	2 d
Nitrógeno amoniacal	40 mg HgCl ₂ /L a 4°C	7 d
Nitrógeno Kjeldhal	40 mg HgCl ₂ /L	Inestable
OD	Determinar in situ	Ninguno
pH	Determinar in situ	Ninguno
Sólidos	Ninguno	7 d
Sulfatos	Refrigeración a 4°C	7 d
Sulfuros	2 mL de acetato de zinc/L	7 d
Turbiedad	Ninguno	7 d

3.5 Caracterización de las descargas.

La caracterización de las descargas es crucial para una buena selección, diseño, arranque y operación de un proceso de tratamiento, puesto que indica los aspectos cualitativos y cuantitativos de los contaminantes presentes en el agua, ya sea para reuso como agua tratada o ¿por que no?, para su potabilización. El número y tipo de compuestos por determinar está en función del origen del agua y en el caso de las aguas residuales, de la descarga y de su sitio de disposición final. Los valores específicos de utilización del agua potable son de gran importancia para el momento de diseñar, construir, operar y sobretodo en la planeación de plantas para el tratamiento de agua potable y de aguas residuales.

La tabla 3.4 muestra los límites máximos permisibles del agua potable con base en la norma NOM-127-SSA1-1994 y las características del agua potable suministrada a la E.N.E.P. Aragón, en tanto que la tabla 3.5 muestra las características del agua residual cruda generada en la misma.

Los análisis de las muestras colectadas se realizaron en el Laboratorio de Estudios Ambientales del Centro Tecnológico de la E.N.E.P. Aragón y el laboratorio de la Gerencia Regional de Aguas del Valle de México.

Una vez caracterizada el agua residual resulta necesario definir, su reuso o disposición final, para determinar los constituyentes que deban ser removidos y la calidad del agua a que se deba llegar.

Para lograr lo anterior, se consideró la Norma Oficial Mexicana NOM-003-ECOL-1997 que establecen los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reutilicen en servicio público. En la tabla 3.6 se encuentran los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reutilice en servicios al público (NOM-003-ECOL-1997). En esta se establece en el inciso 4.3, que el agua residual tratada reusada en servicios al público no deberá contener concentraciones de metales pesados y cianuros mayores a los límites máximos permisibles establecidos en la columna que corresponde a embalses naturales y artificiales con uso en riego agrícola de la Tabla 3 de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, que debe cumplir el sistema de tratamiento propuesto para reuso en servicio público y las características del agua residual de la institución.

De este modo, considerando estos valores como referencia y las características del agua residual de la E.N.E.P. Aragón, se ha desarrollado la propuesta del proyecto de una planta de tratamiento, que permita reusar el agua tratada obtenida en servicios de riego de áreas verdes, las cuales representan el 69% del volumen total de agua potable a la misma institución (gráfica 2.1).

De esta manera se aprovecha la mayor cantidad de agua potable para consumo humano y las propiedades fertilizantes del lodo digerido respetando el uso tradicional del mismo. Es decir; se promueve un uso eficiente en las zonas de mayor demanda dentro de la misma institución.

Tabla 3.4. Características del agua potable.

Características	NOM-127-SSA1-1994.	Entrada de agua potable de la E.N.E.P. Aragón.
	Límite permisible	
Aluminio	0.20	0.00
Arsénico	0.05	----
Bario	0.70	----
Cadmio	0.005	----
Cianuros (como CN)	0.07	----
Cloro residual libre	0.2-1.50	0.56
Cloruros (como Cl)	250.00	41
Cobre	2.00	0 total
Cromo total	0.05	0.01
Dureza total (como CaCO ₃)	500.00	165.67
Fenoles o compuestos fenólicos	0.001	0
Fierro	0.30	0.04
Manganeso	0.15	0.01
Mercurio	0.001	----
Nitratos (como N)	10.00	0.02
Nitritos (como N)	0.05	0.0016
Nitrógeno Amoniacal (como N)	0.50	0.04
pH (potencial de hidrógeno en unidades de pH)	6.5-8.5	7.38
Plaguicidas en microgramos/l: Aldrín y dieldrín (separados o combinados)	0.03	----
Clordano (total de isómeros)	0.30	----
DDT (total de isómeros)	1.00	----
Gamma-HCH (lindano)	2.00	----
Hexaclorobenceno	0.01	----
Heptacloro y epóxico de heptacloro	0.03	----
Metoxicloro	20.00	----
2,4 - D	50.00	----
Plomo	0.025	----
Sodio	200.00	----
Sólidos disueltos totales	1000.00	922.41
Sulfatos (como SO ₄ ²⁻)	400.00	9
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	0.50	----
Trihalometanos totales	0.20	----
Zinc	5.00	0.02

Tabla 3.5. Característica del agua residual.

Parámetros.	Características del agua residual de la E.N.E.P. Aragón.
Físicos	
Temperatura (°C)	23
Grasas y Aceites (mg/L)	4
Materia flotante (l) (mg/L)	Ausente
Sólidos Sedimentables (l) (ml/L)	1
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	44.97
Conduc. Eléctrica (ms/cm)	3150
pH (unidades de pH)	8.7
Químicos	
Nitrógeno total (mg/L)	30 (amoniacal)
Fósforo total (mg/L)	22.5 (orto-P)
Arsénico total (*) (mg/L)	----
Cadmio total (*) (mg/L)	----
Cianuro total (*) (mg/L)	----
Cobre total (*) (mg/L)	<0.002
Cromo hexavalente (*) (mg/L)	<0.003
Mercurio total (*) (mg/L)	----
Níquel total (*) (mg/L)	----
Plomo (*) (mg/L)	<0.0018
Zinc tot. (*) (mg/L)	0.073
Alcalinidad total mg/L (CaCO ₃)	1325
Dureza total mg/L (CaCO ₃)	314.2
Cloruros (mg/L)	1036.7
SAAM Detergentes (mg/L)	2.5
DQO total mg DQO/L)	277
DQO soluble (mg DQO/L)	270
D.B.O ₅ total (mg/L)	145
Fierro (mg/L)	0.17
Biológicos.	
Coliformes fécales (NMP/100ml)	0.00
Huevos de Helminto (h/l)	0.00
Coliformes totales (NMP/100ml)	----

(1) Ausente según el método de prueba definido en la NMX-AA-006

(*) Médicos de muestra total (Ref. CNA, 1996)

(---) No se determino

Tabla 3.6. Comparativa de los límites máximos permisibles de las normas NOM-001-ECOL-1996 y NOM-003-ECOL-1997; así como las características del agua residual generada en la ENEP Aragón.

Parámetros	Norma oficial NOM-001-ECOL 1996		Características del agua residual de la ENEP Aragón
	Embalajes naturales y artificiales		
	Uso en riesgo agrícola		
	PM	PD	
Químicos			
Arsénico (*) (mg/L)	0.2	0.4	----
Cadmio (*) (mg/L)	0.2	0.4	----
Cianuros (*) (mg/L)	2.0	3.0	----
Cobre (*) (mg/L)	4.0	6.0	<0.002
Cromo (*) (mg/L)	1.0	1.5	<0.003
Mercurio (*) (mg/L)	0.01	0.02	----
Níquel (*) (mg/L)	2	4.0	----
Plomo (*) (mg/L)	0.5	1.0	<0.0018
Zinc. (*) (mg/L)	10.0	20.0	0.073
Parámetros	Norma oficial NOM-003-ECOL 1996		Características del agua residual de la ENEP Aragón
	Servicios al público con contacto indirecto u ocasional		
	PM	PD	
Biológicos			
Coliformes fécales (NMP/100ml)	1,000	No aplica	0.00
Huevos de Helminto (h/l)	≤ 5	No aplica	0.00
Físicos			
Grasas y Aceites (mg/L)	15	No aplica	4
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	30	No aplica	44.97
Químicos			
D.B.O ₅ total (mg/L)	30	No aplica	145

(1) Ausente según el método de prueba definido en la NMX-AA-006

(*) Medidos de manera total (Ref. CNA, 1996)

(---) No se determino

En el siguiente capítulo se presenta una breve reseña del sistema de tratamiento propuesto.

CAPÍTULO IV

Niveles de tratamiento, variables de selección y diseño.

La selección de un sistema de tratamiento, es tan complejo, que es función de los objetivos propuestos. En un desarrollo gradual de elección se puede considerar lo siguiente: En primer lugar la remoción de DBO; sólidos suspendidos; y patógenos, para posteriormente agregar la remoción de nitrógeno, fósforo y consecuentemente involucrar la remoción de sustancias orgánicas refractarias como los detergentes, DDT, pesticidas, trazas de metales pesados y finalmente la remoción de sustancias inorgánicas disueltas. Los niveles de tratamiento que se pueden usar son los siguientes: Pretratamiento o tratamiento preliminar, tratamiento primario, tratamiento secundario y tratamiento terciario o avanzado de aguas residuales.

4.1 Pretratamiento.

El pretratamiento tiene como propósito remover del agua residual, aquellos constituyentes que pueden causar dificultades de operación y mantenimiento en los procesos posteriores o que, en algunos casos, no puedan tratarse conjuntamente con los demás componentes del agua residual.

4.2 Tratamiento primario.

El tratamiento primario se refiere comúnmente a la remoción parcial de sólidos, materia orgánica suspendida, con densidad mayor a la del agua mediante sedimentación y constituye el método de preparar el agua para el tratamiento secundario. Por lo regular, el tratamiento primario remueve alrededor del 60% de los sólidos suspendidos del agua residual cruda y un 35 a 40% de la DBO.

4.3 Tratamiento secundario.

El tratamiento secundario convencional se usa principalmente para remoción de DBO soluble y sólidos suspendidos e incluye, los procesos biológicos de lodos activados, filtros percoladores, biodiscos, sistemas de lagunas y sedimentación. En los procesos secundarios o biológicos se utilizan microorganismos para eliminar el material orgánico disuelto. Estos procesos involucran la intervención de organismos de tipo procarionte como bacterias y algas verde-azules y de tipo eucarionte como algas, hongos, protozoarios y metazoarios. Los procesos biológicos pueden dividirse en función del tipo de metabolismo empleado por los microorganismos que intervienen en él.

4.4 Tratamiento terciario.

Los procesos terciarios se aplican cuando se desea obtener agua de mejor calidad que la obtenida en los tratamientos anteriores. A partir de estos procesos es posible eliminar material orgánico no biodegradable o de difícil biodegradación, iones y coloración del agua. Supone, generalmente, la necesidad de remover nutrientes para prevenir la eutrofización de las fuentes receptoras o de mejorar la calidad de un efluente secundario con el fin de adecuar el agua para su reuso.

4.5 Variables a considerar para la selección de un proceso de tratamiento de aguas residuales.

La selección de un proceso de tratamiento de aguas residuales, o la combinación adecuada de ellos, depende principalmente de las características del agua residual cruda, del reuso ó disposición final del agua tratada, del tratamiento o disposición de residuos o subproductos del tratamiento, de las condiciones ambientales, del área disponible, del requerimiento de personal, de los costos de inversión.

Características del agua residual cruda.

Ese rubro es crucial para una buena elección y diseño de un proceso de tratamiento, puesto que indica los aspectos cualitativo y cuantitativo de los contaminantes presentes en el agua, la caracterización de un agua residual se hace para determinar, mediante una serie de pruebas de laboratorio, la concentración de los elementos o compuestos químicos y biológicos que estén presentes en muestras representativas. El número y tipo de compuestos por determinar es función del origen de la descarga y de su sitio de disposición final, que es tomado como base para fijar las condiciones particulares de descarga. Es frecuente que en la práctica no se disponga de muestras de aguas residuales para ser caracterizadas, debido principalmente a que muchos de los sistemas de tratamiento se proyectan en forma conjunta con los centros urbanos, turísticos o industriales que las generarán. En tales circunstancias, resulta de utilidad la información referente a la caracterización de descargas que se generen en sitios o instalaciones semejantes.

Una vez caracterizada el agua residual, resulta fácil seleccionar el tratamiento mas viable y definir su reuso o disposición final así como los requerimientos necesarios para cumplir con la normatividad (determinación de los constituyentes que deben ser removidos y la calidad del agua tratada a la que se debe llegar).

Reuso o disposición final del agua tratada.

Esta actividad toma gran importancia en la solución de los graves problemas relacionados con la escasez de recursos hídricos.

Por consiguiente, existen tres tipos de disposición del agua tratada. El primero consiste en la descarga al sistema de alcantarillado (domestica, industrial), el segundo contempla el reuso (riego de áreas verdes y agrícolas, lavado de autos, uso en la construcción, control de incendios, fuentes de ornato, descarga de sanitarios, para sistemas de enfriamiento, transporte de materiales, en la descarga de sanitarios e incluso, aunque aún no económicamente factible para consumo humano) y tercero, la disposición a cuerpos receptores (como lagos, ríos y recarga de acuíferos). En un sentido más amplio, hay que visualizar al agua residual como un recurso no como un desecho.

Tratamiento o disposición de residuos o subproductos del tratamiento.

Otro factor importante que debe considerarse en la elección del proceso de tratamiento es el tipo y cantidad de subproductos o residuos que el proceso genera. El residuo de tratamiento impacta directamente a los costos de operación y en algunos casos representa un grave inconveniente por su potencial contaminante. Como se indicó con anterioridad, se debe favorecer la elección de un proceso cuyo desecho esté suficientemente estabilizado. En el caso contrario, hay que tratarlo o disponerlo en lugares adecuados que involucren inevitablemente un costo adicional importante.

Condiciones ambientales.

Un parámetro que afecta a los procesos biológicos en forma considerable es la temperatura, debido a que todas las velocidades de reacción enzimáticas involucradas en el metabolismo de las células de las bacterias dependen exponencialmente de la temperatura dentro de ciertos intervalos (Metcalf y Eddy, Inc., 1991). A temperaturas bajas, la actividad es baja y por lo contrario, a temperaturas altas la actividad es alta. Para cada proceso existen intervalos de temperatura que se deben respetar para una operación eficiente de los mismos, del mismo modo que existen límites máximos y mínimos permisibles

Área disponible.

Existen procesos que son más versátiles que otros en ocupar menos área. Este aspecto cobra importancia en lugares donde el terreno es caro, escaso o accidentado.

Requerimiento de personal.

Se deben seleccionar aquellos procesos que requieran el mínimo de mano de obra para su operación y mantenimiento, sin que éstos sean del tipo altamente automatizado debido a su elevado costo y en últimas circunstancias elevado y especializado mantenimiento.

Costos de inversión y operación.

Por razones obvias, este rubro es considerado como uno de los más importantes para seleccionar un proceso; sin embargo, siempre debe estar íntimamente relacionado a criterios mencionados con anterioridad.

Se deberá favorecer la aplicación de aquel proceso que, cumpliendo con una calidad de agua exigida, posea el más bajo costo de inversión, pero sobre todo aquel que contenga el más bajo costo de operación y mantenimiento pues se ha visto que este rubro es el aspecto limitante más importante para obtener continuidad en el tratamiento del agua bajo las condiciones mexicanas.

Biodegradabilidad del efluente.

La biodegradabilidad de un agua residual se determina como la relación de la demanda bioquímica de oxígeno, entre la demanda química de oxígeno. De este índice se puede inferir si la o las sustancias a depurar son fácilmente biodegradables o si tienen problemas que las hacen recalcitrantes o incluso tóxicas para los organismos depuradores. Consecuentemente, esta relación puede señalar, en primera instancia, si el método de depuración más adecuado es el biológico o solamente químico. Así se tiene:

$DBO_5/DQO > 0.4$	Es biodegradable, pudiendo utilizarse sistemas biológicos por organismos floculados o fijos en un lecho, tanto aerobios como anaerobios
$0.2 < DBO_5/DQO < 0.4$	Es menos biodegradable siendo recomendado el empleo de lechos bacterianos, tanto aerobios como anaerobios
$0 < DBO_5/DQO < 0.2$	No es biodegradable, o es muy poco biodegradable, no es adecuado ni factible utilizar métodos biológicos. Es conveniente recurrir a procesos químicos

La mejor alternativa de tratamiento se selecciona con base en el estudio individual de cada caso, de acuerdo con las eficiencias de remoción requeridas y con los costos de cada una de las posibles soluciones técnicas.

Tomando en cuenta las variables expuestas anteriormente, las características del agua residual presentadas en el capítulo III y la relación de biodegradabilidad del efluente, mayor de 0.4 se selecciona y propone el proceso de tratamiento que cumple con los criterios de calidad. Para este proyecto de investigación se propone el paquete de un tren de tratamiento en serie, proceso físico/químico/biológico, proceso de separación y sedimentación seguido de un proceso biológico aerobio (reactor biológico rotatorio (RBR)) para la eliminación de los residuos biodegradables. La razón es que estos reactores son compactos, requieren de

poca área superficial y pueden instalarse en forma subterránea o elevada, minimizando con esto los problemas de olores, aerosoles potencialmente tóxicos e insectos molestos y su costo es razonable (tanto la inversión de capital inicial como los costos de operación y mantenimiento), ver figura 4.1

4.6 Variables de diseño.

4.6.1 Parámetros de diseño de un tanque de sedimentación simple.

En el tratamiento de aguas residuales crudas se usa la sedimentación primaria para remover sólidos sedimentables y material flotante de aguas residuales crudas, reduciendo así el contenido de sólidos suspendidos. En el diseño de tanques de sedimentación, se deben tener en cuenta, los siguientes criterios generales: Proveer una distribución uniforme del afluente para minimizar la velocidad de entrada y el contacto; realizaren forma adecuada y rápida la recolección del lodo sedimentado, así como de la espuma; minimizar las corrientes de salida, limitando las cargas de rebose sobre el vertedero, el efluente debe salir sin alterar el contenido del tanque; proveer profundidad suficiente para almacenar lodo y permitir su espesamiento adecuado; proveer un borde libre mayor de 30 cm; reducir efectos del viento mediante pantallas y vertederos; evaluar opciones de diseño y por último repartir uniformemente el caudal entre las unidades de sedimentación. Para asegurar el cumplimiento de estos y el buen funcionamiento del tanque de sedimentación se considerarán las siguientes características:

Entradas. Las entradas deben diseñarse para dispersar la corriente de alimentación, para que se difunda homogéneamente el flujo por todo el tanque y para evitar los corto circuitos. Las entradas pueden ser similares a vertederos, pero lo que más se usa es un canal de compuertas espaciadas.

Detectores. Estos se encuentran generalmente a la entrada y a la salida del tanque, sirviendo, el primero, para ayudar a difundir el flujo y, el último, para detener el material que flota en el efluente. Los tanques con limpieza mecánica, tienen generalmente un colector de espumas que presta el mismo servicio que el deflector de la salida y al cual es llevada la nata o espuma por medio del desnatador. Los deflectores de espuma deben instalarse antes de los vertederos de salida en todos los tanques de sedimentación primaria y en todos los tanques de sedimentación final en aquellas plantas que carezcan de los recursos para sedimentación primaria, así como en todos los tanques de sedimentación final cuyo funcionamiento no sea mecánico.

Vertederos de salida. Su diseño es sumamente variado. Los hay para hacer que las aguas negras sedimentadas salgan en forma de una película delgada por la superficie del tanque y generalmente son ajustables. Es muy importante que estén nivelados para que la descarga o salida sea uniforme en su cresta. El término carga del vertedero, se usa para expresar los metros cúbicos que pasan diariamente sobre un metro de vertedero.

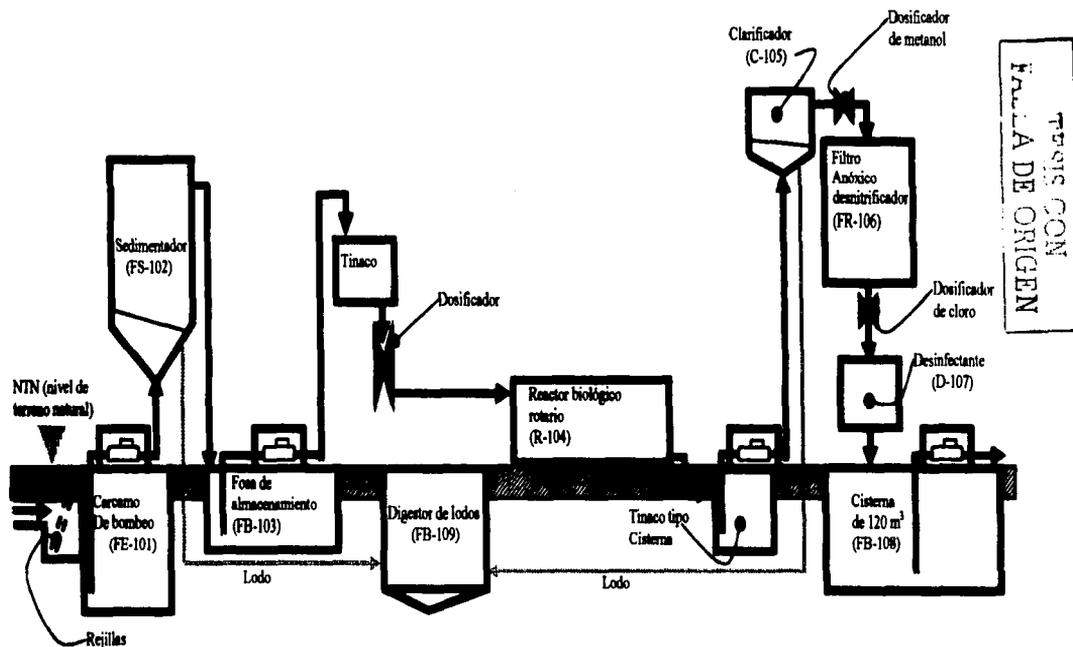


Figura 4.1. Diagrama de flujo del proceso propuesto para el tratamiento de aguas residuales.

Capacidad superficial de sedimentación. Esta se expresa en términos de litros por metro cuadrado de superficie del tanque, basados en el gasto diario de aguas negras. En los tanques primarios, cuando no haya un tratamiento secundario, esta capacidad no debe ser mayor de 27,000 litros por metro cuadrado y por día, en las plantas cuya capacidad aproximada sea de 4,000 metros cúbicos diarios o menos; pero puede ser mayor para plantas de capacidad superior a la mencionada. La capacidad superficial es un factor importante porque parece ser que afecta directamente al porcentaje de eliminación de sólidos sedimentables y la DBO.

Período de retención. Es el tiempo en horas que se retienen las aguas de desecho en el tanque, basándose en el gasto y en el volumen del tanque, suponiendo un desplazamiento total y un flujo uniforme a través del compartimiento de sedimentación. Durante cierta época fue éste el factor comúnmente usado en el diseño. En la actualidad este factor se ha reemplazado por la carga de los vertederos y la capacidad superficial de sedimentación. Basándose en el gasto de diseño, los periodos de retención deben ser de dos horas cuando menos.

Dimensiones globales. Según las normas aceptadas más recientemente, la longitud mínima es de 3 metros y la profundidad del líquido no debe ser menor de 2 metros (en tanques de limpieza mecánica). Las dimensiones del tanque quedan determinadas por la cantidad de aguas que se requiera tratar, por la planeación general de la planta de tratamiento, capacidad superficial de sedimentación y tipo de equipo. Los estudios más recientes indican que es ventajoso el que los tanques no sean demasiado profundos.

Los lodos deben descargarse del tanque cuando menos una vez al día. No se considera como buena práctica el descargar lodos que contengan una cantidad excesiva de agua, pues ésta ocupa lugar en el espacio de almacenamiento de lodos y consume calor en los tanques de digestión.

4.6.2 Parámetros de diseño del reactor biológico rotatorio.

Con base en los criterios de selección considerados se discuten los parámetros necesarios, para efectuar el diseño de biodiscos. Asimismo, se analizan dos casos: uno general, el cual requiere un estudio piloto de tratamiento, y otro particular, que se refiere únicamente a aguas de desecho de tipo doméstico y se basa en criterios empíricos establecidos a partir de información obtenida durante la operación de biodiscos a gran escala. Los parámetros básicos para realizar el diseño de biodiscos son:

- a) Número de etapas.
- b) Velocidad de rotación de los discos.
- c) Volumen del tanque.
- d) Área superficial.

Número de etapas.

En un proceso de tratamiento por biodiscos, el número de etapas juega un rol importante en la eliminación de desechos ya que la división del proceso en cada una de ellas origina el desarrollo de diferentes tipos de poblaciones microbianas. Los organismos heterótrofos predominan en todas las etapas, y en las últimas existen un alto porcentaje de bacterias nitrificantes. Varios estudios recomiendan la operación de un proceso con cuatro etapas para realizar el control riguroso del amoníaco y eliminar la turbidez debido a la presencia de organismos depredadores (protozoarios, rotíferos y nematodos) que se alimentan de las partículas suspendidas en el agua de desecho.

Velocidad de rotación de los discos.

La velocidad de rotación sobre la operación de biodiscos; tiene dos efectos, el primero al aumentar la velocidad, el requerimiento de área disminuyen porque se incrementa la tasa específica de eliminación de contaminantes y aumenta el consumo de energía. Se recomienda efectuar un estudio piloto para determinar la velocidad óptima de rotación, la cual garantice que: No se presenten problemas por deficiencia de oxígeno en la biopelícula, la tasa de eliminación de contaminantes sea máxima y el consumo de electricidad sea mínimo. Antonie (1976), recomienda emplear una velocidad periférica de 0.30 m/s. Sin embargo, tal sugerencia está fundamentada en la experimentación con solamente tres velocidades periféricas diferentes: 0.18, 0.30 y 0.42 m/s. La velocidad de 0.42 m/s no mejora la eliminación, pero esto no implica que el valor óptimo sea 0.30 m/s. El diseñador puede considerar la velocidad de 0.30 m/s como una primera aproximación y posteriormente, si las condiciones de operación lo permiten, utilizar una velocidad periférica menor, siempre y cuando esta garantice condiciones aerobias en el proceso.

Volumen del tanque.

Otra de las variables de diseño por especificar, es el volumen del tanque sobre el cual va montado el biodisco, dicho volumen está relacionado con el tiempo de retención hidráulica y con el gasto. La mayoría de las investigaciones realizadas hasta la fecha consideran que el tiempo de retención hidráulica no es importante, ya que la degradación de sustrato depende fundamentalmente del área superficial. Un estudio piloto realizado por Antonie (1976), reveló que, para relaciones área/volumen (2.7 a 4.9 L/m²), se incrementa la eliminación de DBO al aumentar el valor de la relación, y que por encima de la relación 4.9 L/m² no se presenta ningún mejoramiento en el tratamiento. La nitrificación también presenta el mismo comportamiento.

Se recomienda la construcción e instalación de biodiscos con una relación área/volumen de 4.9 L/m².

Área superficial.

El área superficial es el parámetro más importante para el diseño de un biodisco. El estudio general consiste en la determinación experimental de los parámetros cinéticos (carga orgánica, constantes de nitrificación, eliminación de DBO y DQO sin nitrificación y tratamiento combinado).

Determinación de los parámetros cinéticos.

La determinación del modelo cinético, se basa en el propuesto por Kincannon y Stover (1982) (ver apéndice A). Para obtener los parámetros cinéticos asociados al agua se hará uso de un equipo piloto construido con las características mencionadas anteriormente. Los discos deberán girar a una velocidad periférica de 0.30 m/s. El equipo contará de cuatro etapas, cada una con igual área superficial, y estará sujeto a la relación área/volumen de 4.9 L/m^2 ; además, deberá ser operado bajo condiciones de régimen permanente, (ver figura 4.2)

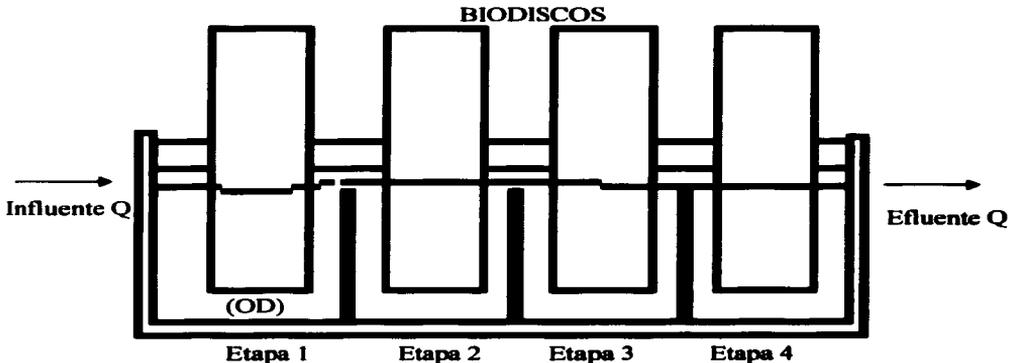


Figura 4.2. Diagrama esquemático del equipo piloto.

Carga orgánica límite.

Es la carga orgánica que supera al consumo de oxígeno en la transferencia de éste, hacia la biopelícula. Estas condiciones, son particularmente importantes cuando se presentan en la primera etapa, ya que ocasionan que la concentración de oxígeno disuelto en el agua del tanque llegue a valores cercanos a cero. Es importante su identificación para evitar condiciones de anaerobiosis en la primera etapa.

En la figura 4.3, se muestra el comportamiento del oxígeno disuelto (OD). En la primera etapa se observa que conforme aumenta la carga orgánica (L), la tasa de consumo de oxígeno aumenta hasta llegar a un punto en el cual la tasa de transferencia de oxígeno se vuelve limitante (intersección de la curva con el eje de las abscisas). Entonces, se propician condiciones para la proliferación de organismos nocivos al proceso y se generan malos olores. La carga orgánica puede variar de acuerdo con la configuración del material plástico, la velocidad de giro (capacidad de transferencia de oxígeno) y de las características del agua de desecho.

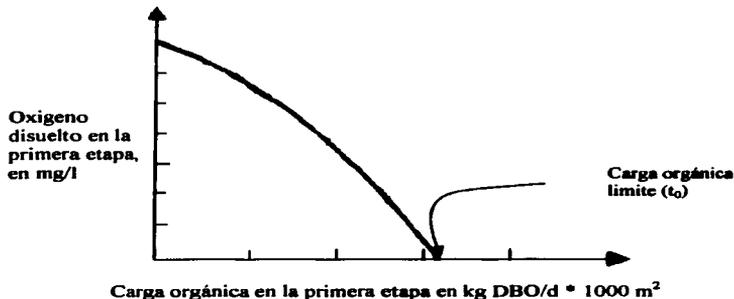


Figura 4.3. Determinación de la carga orgánica límite.

Constantes de nitrificación.

Para calcular estas constantes, se requiere primeramente identificar las etapas en las cuales se lleva a cabo la nitrificación. El mencionado proceso, depende de la presencia de bacterias nitrificantes. La nitrificación se identifica al disminuir la concentración de nitrógeno amoniacal ($\text{NH}_3\text{-N}$) en el agua de desecho. Con base en el perfil de concentraciones de $\text{NH}_3\text{-N}$ y de $\text{NO}_3\text{-N}$, es posible precisar en que etapas se efectúa la nitrificación y obtener las constantes cinéticas correspondientes.

Eliminación de DBO Y DQO.

Para calcular el área superficial necesaria para la eliminación de DBO o DQO, se requiere conocer de la siguiente información: Carga orgánica límite, constantes de eliminación de carbono para cada una de las etapas, M_i y K_i , gasto promedio de las aguas de desecho, DBO en el influente y DBO en el efluente.

Tratamiento combinado (eliminación de DBO o DQO y nitrificación).

El caso de tratamiento combinado se aborda de manera similar al de eliminación de material carbonoso. Mediante las constantes cinéticas de nitrificación, se determina si el área superficial obtenida para la eliminación de DBO o DQO es suficiente para eliminar el nitrógeno amoniacal. Cuando dicha área permite la eliminación de material carbonoso y nitrógeno amoniacal, se considera concluido el diseño. En caso contrario, se efectúa un proceso iterativo aumentando el área de todas las etapas; el criterio de convergencia es la concentración de nitrógeno amoniacal en el efluente.

4.7 Factores que afectan la operación del reactor biológico rotatorio.

4.7.1. Temperatura.

La temperatura afecta en forma diferente a los siguientes parámetros:

a) Oxígeno disuelto. En general, la solubilidad de un gas en un líquido disminuye al aumentar la temperatura. Para el oxígeno atmosférico, en particular, se tienen valores de saturación de 14.6 mg/L a 0°C, de 9.0 mg/L a 20°C y de 6.8 mg/L a 30°C, en agua libre de cloruros a 1 bar (APHA, 1981). A más de 30°C, el valor disminuye hasta un punto en el cual la solubilidad casi desaparece.

b) Viscosidad del fluido. Al disminuir la temperatura, la viscosidad del agua aumenta y se requiere más energía para mantener constante la velocidad de giro del biodisco. No hay estudios cuantitativos sobre el fenómeno.

c) Desprendimiento masivo de la biopelícula. Pano y Middlebrooks (1983), encontraron que, cuando existen cargas orgánicas bajas (7 Kg DQO/d x 1000m²) y la temperatura es de 20°C o mayor, se observa una disminución notable de la cantidad de biomasa en la superficie de los discos, debido al desprendimiento masivo de la película biológica por el efecto de las fuerzas cortantes ocasionadas por la rotación y la escasez de nutrientes, la cual origina condiciones de inestabilidad en la adherencia.

d) Reacciones bioquímicas. La cinética de las reacciones bioquímicas es afectada de manera directa y proporcional por la temperatura. El incremento de esta favorece, en general, las actividades biológicas. Es importante considerar los efectos de la temperatura sobre la cinética microbiana, ya que puede modificar notablemente la eficiencia del sistema.

La respuesta de la cinética microbiana a la temperatura se puede conocer a través de la expresión de Van't Hoff - Arrhenius.

$$\frac{d(\ln k)}{dt} = \frac{\Delta E}{RT^2} \quad (4.1)$$

Donde:

- k = Constante cinética
- T = Temperatura
- ΔE = Energía de activación
- R = Constante universal de los gases.

Cuando se consideran pequeños cambios en la temperatura, se obtiene:

$$k_1 = k_2 e^{\beta(T_1 - T_2)} \quad (4.2)$$

Donde:

- k₁ = Constante cinética evaluada a la temperatura T₁
- β = Factor de temperatura = ΔE/T₁T₂.

Ellis y Banaga (1976), proponen una forma simplificada de la ecuación 4.2 para filtros rociadores, en la cual considera 20°C como temperatura de referencia.

$$E_T = E_{20} (1.035)^{(T-20)} \quad (4.3)$$

Donde:

- E_T = Eficiencia del filtro biológico a la temperatura T
- E₂₀ = Eficiencia del filtro biológico a 20°C

Ellis y Banaga (1976), reportan que la influencia de la temperatura es más significativa cuando se trata de valores menores de 18°C.

4.7.2 pH.

Antonie (1976), reportó que una eficiencia de remoción máxima se obtiene en el intervalo de pH (6.5 y 8.5). Painter afirma que el proceso de nitrificación cesa cuando el pH toma valores entre 6.3 y 6.7, mientras que Hittlebaugh y Miller (1981), muestra que los valores de pH entre 5.2 y 7.2 reducen marcadamente la oxidación del amoníaco. Friedman (1979), reporta que el comportamiento del pH en una unidad de biodiscos toma el perfil descrito en la figura 4.4. En ella se observan dos caídas del valor del pH: La primera se debe probablemente a la producción de ácidos orgánicos y dióxido de carbono en las etapas iniciales, y la segunda es ocasionada por el proceso de nitrificación.

Es importante mantener el pH sin modificaciones significativas dentro del intervalo recomendado. Si el agua de desecho no amortigua los cambios de pH, es necesario agregar sustancias que eviten las variaciones drásticas de este factor. Normalmente, las aguas de desecho domésticas tienen suficiente alcalinidad para amortiguar las modificaciones de pH Steel y McGhee (1979).

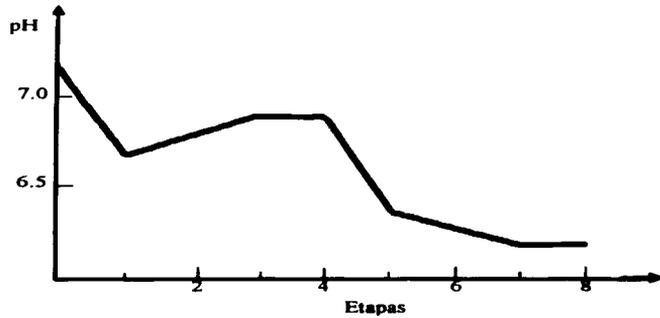


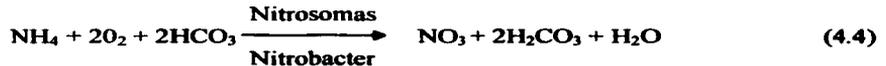
Figura 4.4. Perfil del pH en un biodisco.

Antonie (1976), recomienda mantener la alcalinidad en una proporción siete veces mayor que la concentración de amoníaco en la entrada del sistema, con objeto de permitir la nitrificación completa.

El pH tiene un efecto selectivo sobre el comportamiento bacteriano. Norouzian (1983), reportó que el intervalo adecuado de pH para el desarrollo de bacterias nitrificantes está entre 5 y 10, con un óptimo en 7.5. Sin embargo Hitdlebaugh y Miller (1981), opinan que el pH óptimo para el proceso de nitrificación esta entre 7 y 9.

4.7.3 Alcalinidad.

La alcalinidad de las aguas de desecho funciona como amortiguadores de los cambios de pH en un biodisco. La oxidación de amoníaco por bacterias nitrificantes se puede expresar por la ecuación 4.4.



Al formarse nitratos, se produce ácido carbónico; este cambio ocasiona la destrucción de alcalinidad en una proporción de 7.1 mg (como CaCO_3) por cada miligramo de amoníaco oxidado, EPA (1975). El pH puede bajar de 6.0 y afectar de manera negativa la nitrificación. Este decremento en el pH puede prevenirse o minimizarse por aeración para eliminar el CO_2 y/o proporcionando alcalinidad con sustancias químicas, Hitdlebaugh y Miller (1981).

Comúnmente, las aguas de desecho doméstica tienen una alcalinidad entre 150 y 200 mg/L (como CaCO_3), por tanto, su capacidad amortiguadora permite el desarrollo eficiente de los procesos de degradación y de nitrificación.

4.7.4 Salinidad.

Poon y Col. (1979), evaluaron la capacidad de la unidad de biodiscos para tratar agua con alto grado de salinidad y encontraron que la concentración de iones cloruro esta relacionada inversamente con la DBO en el efluente: A concentraciones mayores de cloruros corresponden menores valores de DBO y viceversa. Utilizaron concentraciones de cloruro desde 100 hasta 11600 mg/L, obteniéndose efluentes con valores de DBO inferiores a 30 mg/L. Cuando la concentración de cloruros se mantuvo entre 8600 y 11600 mg/L la DBO en el efluente alcanzó valores menores de 30 mg/L, ver figura 4.5.

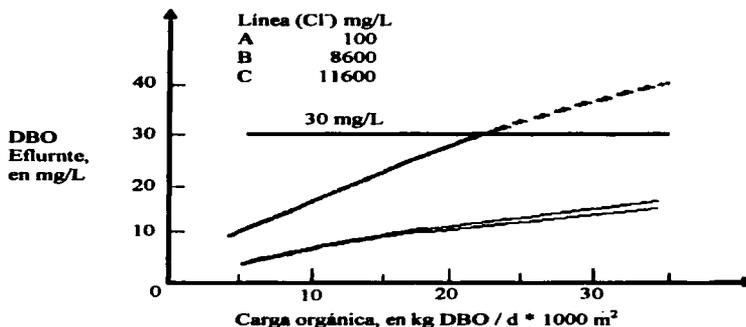


Figura 4.5. Efecto de la carga orgánica sobre la calidad del efluente bajo diferentes condiciones de salinidad.

Por tanto, se puede esperar que el sistema de biodiscos funcione satisfactoriamente con aguas de desecho salinas y produzcan efluentes con la calidad deseada en un proceso secundario.

4.7.5 Velocidad de rotación.

La velocidad de rotación de los biodiscos es un parámetro importante de diseño. Antonie (1976), recomienda una velocidad periférica óptima de diseño de 0.3 m/s. Por otro lado Friedman y Col. (1979), proponen que la rapidez de utilización del sustrato aumenta con la velocidad de rotación, ya que velocidades altas mejoran la transferencia de oxígeno. El efecto es descrito mediante la ecuación 4.5.

$$\ln K_L = a \ln \Omega + b \quad (4.5)$$

Donde:

- K_L = Coeficiente de transferencia de oxígeno
- Ω = Velocidad angular (RPM)
- a, b = Constantes experimentales, mayores que cero

Observando que:

a) La concentración de oxígeno disuelto cambia a lo largo del reactor (en cada etapa) y depende de la velocidad periférica de rotación. La figura 4.6 muestra el perfil de las concentraciones de oxígeno disuelto para diferentes velocidades cuando la carga orgánica es 37.2 g DQO/d x m².

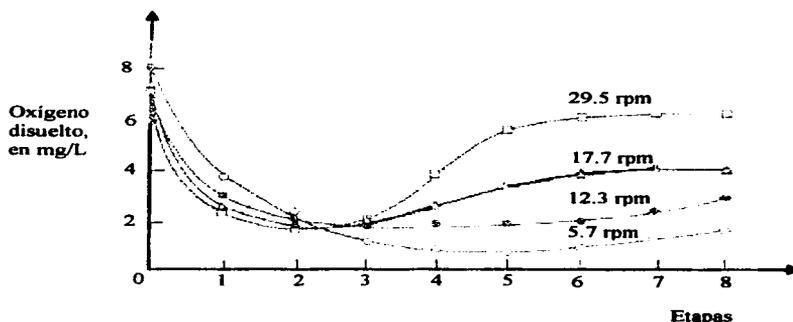


Figura 4.6. Perfiles de oxígeno disueltos para diferentes velocidades periféricas.

b) Se incrementa la eficiencia de eliminación de materia orgánica al aumentar la velocidad periférica. El efecto es más notable cuando se dispone de cargas orgánicas y/o hidráulicas altas.

En la figura 4.7 (a) se observa que, para una carga de 10.5 g DQO /d x m², no hay mucha diferencia entre la velocidad menor (6 rpm) y la mayor (30 rpm). En las figuras 4.7 (b) (20.5 g DQO/ d x m²) y en la figura 4.7 (c) (40 g DQO/d x m²) se ve claramente que el sistema elimina la materia orgánica en menos etapas cuando existe mayor velocidad.

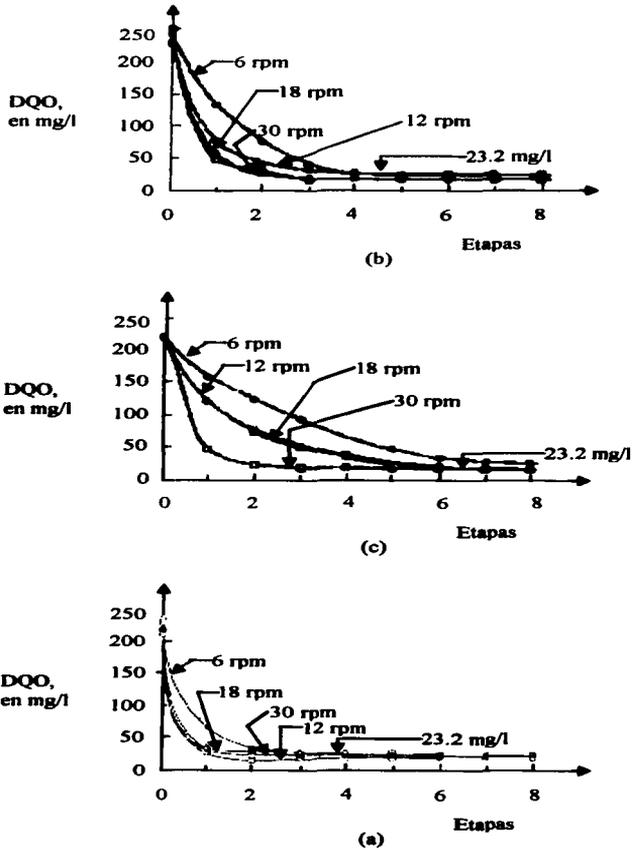


Figura 4.7. Eliminación de DQO al variar la velocidad de giro bajo diferentes cargas orgánicas.

c) La relación entre K , Θ , C y Ω tiene la siguiente forma

$$K = \ln \Omega (b + a \ln [\Theta C_i]) \quad (4.6)$$

Donde:

- K = Constante de eliminación, (L^3/t)
- Θ = Tiempo de retención hidráulica, (t)
- C_i = Concentración de sustrato (como DQO) en el influente, (M/L^3)
- a, b = Constantes numéricas experimentales ($a < 0$)
- ΘC_i = Denominado "factor de carga" por Friedman y colaboradores.

La ecuación 4.6 para cuando Ω está entre 0.09 y 0.47 m/s. Dicha expresión muestra que, al aumentar Ω , también se incrementa la constante de eliminación K . Es importante destacar que el término que incluye al factor de carga, es negativo, lo cual significa que la contribución de este término es mayor y el valor de K decrece al aumentar la carga orgánica.

4.7.6 Número de etapas.

La acción de dividir el proceso de biodisco en etapas hace más eficiente la utilización del área de contacto. Esto implica el empleo de varias unidades conectadas en serie (reactores en cascada). Antonie (1976), señala que, al experimentar con dos unidades de biodiscos de igual área superficial total, una dividida en dos etapas y la otra en cuatro, la unidad con más etapas elimina el 85 por ciento de la DBO, mientras que la otra eliminó sólo el 75 por ciento.

Una característica importante de los biodiscos divididos en etapas es que permiten que la película biológica contenga en cada etapa, diferentes tipos de población bacteriana especializada en la degradación del sustrato correspondiente. La tasa de crecimiento de los microorganismos es más alta en la primera etapa y disminuye en cada una de las subsecuentes. Lo mismo sucede con la tasa de eliminación de material orgánico hasta que la DBO llega a ser tan baja que el crecimiento de microorganismos enfrenta serias limitaciones. Además, la composición microbiana de la película cambia: La población de organismos heterótrofos predominan en las etapas iniciales y las bacterias autótrofas (nitrificantes), en las finales (Alleman y Col, 1982; Hitdlebaugh y Miller, 1981; Bandy y Scholze, 1983; Pretorius, 1971).

La acción de dividir el proceso en etapas contribuye a mejorar el comportamiento hidráulico, puesto que se dispone de una serie de tanques perfectamente mezclados y la distribución del tiempo de residencia se aproxima al comportamiento tipo flujo – pistón. Chesner y Col, (1982), proponen que un proceso con cuatro etapas proporciona el área requerida para eliminar el mayor porcentaje de desechos contaminantes, ver figura 4.8.

4.7.7 Recirculación del efluente.

La recirculación es un recurso útil cuando se presentan condiciones de sobrecarga orgánica. Poon y Col. (1979), reportan que la recirculación del efluente mejora la eficiencia de eliminación de contaminantes en un biodisco. Demuestran que el principal efecto de la recirculación, es la reducción de la carga orgánica en la primera etapa y que para no sobrecargar hidráulicamente el biodisco, es necesario aumentar el área superficial, lo cual origina una reducción de la carga orgánica y un incremento de la eficiencia. En la figura 4.9 se puede apreciar que no existe una diferencia significativa entre los porcentajes de eliminación de materia orgánica para diferentes niveles de recirculación.

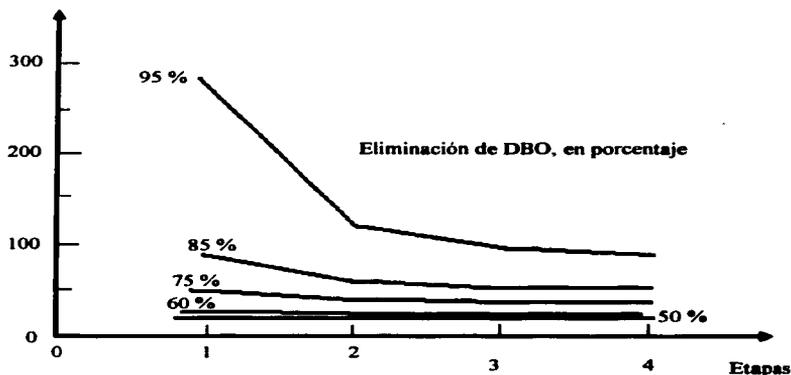


Figura 4.8. Efecto del número de etapas sobre el área requerida.

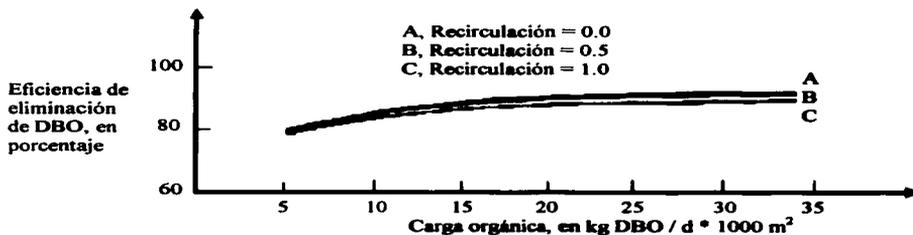


Figura 4.9. Efecto de la recirculación sobre la eliminación de DBO.

En la figura 4.10 se observa que la recirculación ocasiona que la concentración de la DBO en el efluente sea menor. Sin embargo, en la misma figura se puede ver que sólo conviene recircular para cargas orgánicas mayores de 20 kg DBO₅/d x 1000 m².

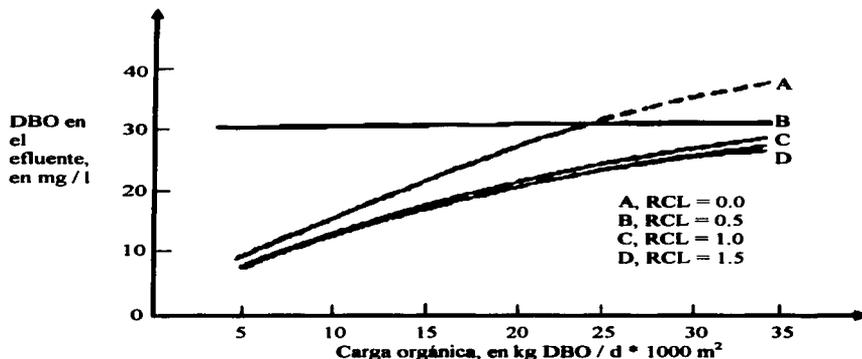


Figura 4.10. Efecto de la recirculación sobre la calidad del efluente.

La misma figura muestra, la recirculación no es necesaria para cargas orgánicas inferiores a 12.2 kg DBO/d x 1000m², ya que se pueden obtener efluentes con valores de DBO inferiores a 30 mg/L, concentración deficiente para el crecimiento de la población microbiana.

La recirculación en un biodisco, minimiza apreciablemente los costos de construcción, operación y mantenimiento.

4.7.8 Oxigenación.

Las condiciones anaerobias son uno de los principales problemas relacionados con la operación de biodiscos.

Al presentarse anaerobiosis, se origina la degradación de los polímeros que dan consistencia a la biopelícula y, como consecuencia, se desprende la biomasa de la superficie del medio de soporte.

En un sistema de biodiscos, la degradación de la materia orgánica contenida en las aguas de desecho está limitada generalmente por la rapidez de difusión del oxígeno hacia la película y dentro de ella, y no por la rapidez de difusión del sustrato, Williamson y McCarty (1976).

Bintanja y Col. (1976), compararon dos sistemas de biodiscos: Uno con atmósfera de aire y otro con oxígeno al 99.5 por ciento, y encontraron que en el segundo proceso la eliminación de DQO resulta ligeramente superior cuando la carga orgánica es baja (13.8 a 18.4 kg DQO/d x 1000 m²). Para cargas orgánicas tan bajas, los requerimientos de oxígeno de los microorganismos pueden ser cubiertos por cualquiera de los dos sistemas. Para cargas orgánicas altas (34.4 kg DQO/d x 1000 m²), la reducción de la DQO en el proceso con atmósfera de oxígeno es aproximadamente el doble de la lograda por el proceso convencional, ver figura 4.11.

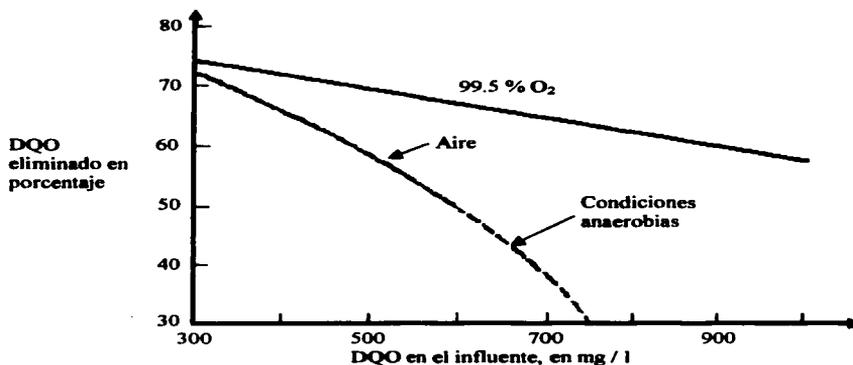


Figura 4.11. Eliminación de la DQO en dos atmósferas diferentes: Aire y 99.5 por ciento de oxígeno (con datos de Bintanja y Col, 1976).

En la figura 4.11, se observa que la producción de biomasa es menor en la unidad que opera con atmósfera de oxígeno (disminuye alrededor de 40 por ciento). Un análisis comparativo muestra que, en dicha unidad, los lodos están formados por flóculos con diámetros más grandes y estructura más compacta que los del proceso convencional. Este hecho representa una ventaja en las propiedades de sedimentación del sistema operado con oxígeno.

Es recomendable utilizar oxígeno puro cuando se presenten casos de aguas de desecho con alto contenido de contaminantes – es decir, con cargas orgánicas mayores de 24 kg DQO/d x 1000 m² – porque se evitan condiciones de anaerobiosis y se incrementa notablemente la

eficiencia del proceso; sin embargo, hay que comparar las ventajas anteriores con el costo que representa la utilización de oxígeno puro.

4.7.9 Carga hidráulica y carga orgánica.

En los estudios realizados a principios de los años sesenta, se utilizó la carga hidráulica como criterio fundamental de diseño, definida por la ecuación 5.7.

$$CH = \frac{Q}{A} \quad (5.7)$$

Donde:

CH = Carga hidráulica, (m/s)

Q = Gasto, (m³/s)

A = Área superficial, (m²)

Se pensaba que la cinética de eliminación de contaminantes era de primer orden. En este caso, se puede demostrar fácilmente que la eficiencia de eliminación no depende de la concentración inicial, sino que es función de la constante cinética de eliminación y de la carga hidráulica, según se expresa en la ecuación 4.8.

$$\%E = (1 - e^{-(K/CH)})100 \quad (4.8)$$

Donde:

%E = Porcentaje de eliminación

K = Constante de eliminación

CH = Carga hidráulica

La constante k engloba la constante cinética de primer orden y un factor que relaciona el área superficial con el volumen del tanque.

Friedman y Col, (1979); Dupont y McKinney, (1980), demostraron la importancia de la concentración de material orgánico en el influente y utilizaron el concepto de carga orgánica, el cual involucra el gasto, la concentración de contaminantes y el área superficial. De manera cuantitativa, la carga orgánica se define como:

$$CO = \frac{Q_{so}}{A} \quad (4.9)$$

Donde

CO = Carga orgánica, (Kg/m²hr)

Q = Gasto, (m³/hr)

So = Concentración de sustrato, (Kg/m³)

A = Área superficial, (m²)

Experimentalmente, se ha encontrado que, cuando existe sobrecarga orgánica, el biodisco tiene problemas de operación; por una parte la concentración de oxígeno disuelto en la primera etapa alcanza niveles tan bajos que se presentan, indudablemente, condiciones anaerobias y por otra, el sistema muestra un crecimiento excesivo de bacterias que causan taponamiento del medio de soporte. Como consecuencia, se reduce la eficiencia del tratamiento.

Los niveles de sobrecarga orgánica se identifican con la presencia de organismos nocivos al proceso, los cuales se desarrollan al existir condiciones limitantes de oxígeno. Chesner y Col. (1982), reportan que en 33 plantas de tratamiento investigadas, cuando la carga orgánica en la primera etapa es mayor de $31.2 \text{ kg DBO}_{\text{TOT}}/\text{d} \times 1000\text{m}^2$, se presentan condiciones de sobrecarga orgánica y el proceso está limitado por la transferencia de oxígeno. En las plantas que operaban con una carga orgánica mayor que la citada, se observó incremento de microorganismos nocivos al proceso. Dicha carga corresponde, en términos de DBO soluble, a un valor dentro del intervalo de $12 \text{ a } 19 \text{ kg DBO}/\text{d} \times 1000\text{m}^2$. Sin embargo, Autotrol (1978), señala que el valor límite de carga orgánica, más allá del cual se presenta anaerobiosis, está entre $19.5 \text{ y } 24.4 \text{ kg DBO}/\text{d} \times 1000\text{m}^2$. Los límites mencionados dependerían de la morfología del equipo y, más específicamente, de la capacidad de transferencia de oxígeno. En una investigación realizada por Norouzián (1985), se utilizó un biodisco modificado (el material de soporte consistió en anillos Pall fijos entre los discos rotatorios) el cual pudo trabajar en buenas condiciones con una carga orgánica de $34 \text{ kg DBO}/\text{d} \times 1000 \text{ m}^2$, que corresponde casi al triple del valor recomendado para biodiscos por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Norte America (ver Brenner, 1984).

La carga orgánica es un factor que tiene gran influencia sobre los procesos de nitrificación. En la figura 4.12 se muestran varios perfiles típicos de la concentración de nitrógeno amoniacal ($\text{NH}_3\text{-N}$) a través de las etapas sucesivas del proceso, con diferentes cargas orgánicas en la primera etapa (Yu, 1984; Kincannon, 1984; Chung y Brochardt, 1984). Como puede apreciarse, la nitrificación comienza en distintas etapas para cada carga orgánica y no se lleva a cabo cuando esta carga es muy grande.

En general, los resultados experimentales sugieren que la tasa de nitrificación disminuye al aumentar la carga orgánica. Las primeras etapas son las más afectadas pues, al recibir cargas orgánicas altas, la población microbiana queda constituida prácticamente por organismos heterótrofos y la nitrificación, es nula. Incluso puede ocurrir un aumento de la concentración de amoníaco en las primeras etapas, como resultado del metabolismo heterótrofo.

En el trabajo efectuado por Kincannon (1984), se concluye que el proceso de nitrificación no es función de la concentración de nitrógeno amoniacal. La nitrificación comienza cuando la carga orgánica ha alcanzado cierto nivel, el cual depende de la capacidad de transferencia de oxígeno del proceso ($4.1 \text{ Kg DBO}/\text{d} \times 1000\text{m}^2$, de acuerdo con dichos

autores). Un estudio del perfil de concentraciones de $\text{NH}_3\text{-N}$ para diferentes cargas orgánicas permitirá determinar la condición de carga orgánica a partir de la cual ocurre la nitrificación.

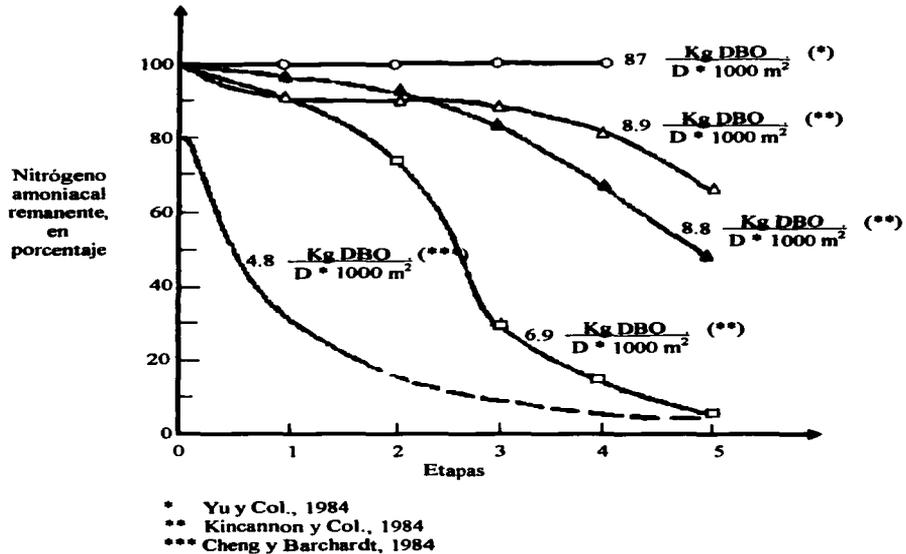


Figura 4.12. Curvas de eliminación de $\text{NH}_3\text{-N}$ para biodiscos operados bajo diferentes cargas orgánicas. Los valores especificados corresponden a la carga orgánica en la primera etapa.

CAPÍTULO V

Diseño.

El proceso general consta de tres partes principales: Sedimentación primaria para separar los sólidos sedimentables del agua residual cruda; sistema biológico aerobio (reactor biológico rotatorio RBR) para transformar el material orgánico contaminante biodegradable en sustancias menos tóxicas (biogases y material celular) y por último, desinfección y filtrado con un filtro anóxico desnitrificador.

Para el diseño de la planta de tratamiento se considerará el gasto de agua residual total medido, mencionado en el capítulo II. Caudal total equivalente: $75.22 \text{ m}^3/\text{día}$

5.1 Línea de conducción.

Las aguas residuales generadas son evacuadas por la red de drenaje con que cuenta la Institución hacia el (pozo No. 1) de donde serán conducidas hasta el cárcamo de bombeo (FE-101), pasando primero por un pretratamiento preliminar (rejillas) con el objeto de evitar la obturación en equipos de bombeo, por el transporte del material sólido grueso.

5.1.1 Línea de conducción alterna.

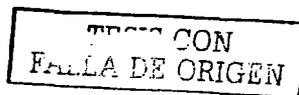
La línea alterna suministrará de agua residual a la planta de tratamiento en los periodos vacacionales, de las zonas aledañas a la Institución.

5.2 Rejillas.

Estas se emplean para separar material grueso (cribado) del agua residual cruda. Están formadas por barras (igualmente espaciadas desde 2 hasta 15 centímetros. Generalmente tienen claros de 2.5 a 5 cm. Aunque algunas veces se usan las rejas grandes en posición vertical, la regla general es que deben instalarse con un ángulo de 45 a 60 grados con la vertical. La limpieza puede ser manual o rastrillos automática. Se recomienda que las rejas se limpien manualmente.

Para el diseño de las rejillas, se propone la tipo Irving, construida de acero inoxidable, con una sección de solera de $3/4"$ (1.91 cm) por $1/8"$ (0.32 m) de espesor y $1"$ (2.54 cm) de separación entre ellas (ver figura 5.1).

La rejilla se alojara en un canal doble (para realizar la limpieza de las mismas) de concreto armado con malla electrosoldada 6x6/6-6, de 10 cm de espesor, mostrado en la figura 5.2.



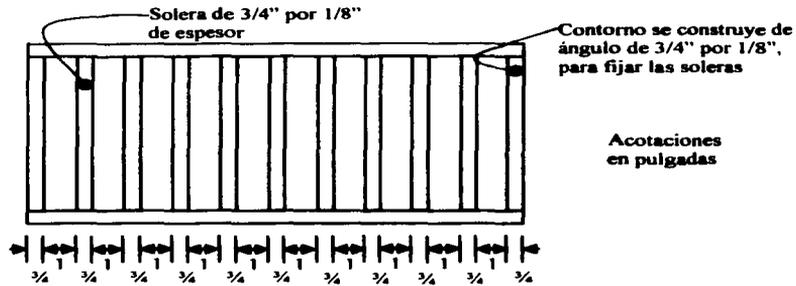


Figura 5.1. Rejilla tipo Irving, construida en acero inoxidable.

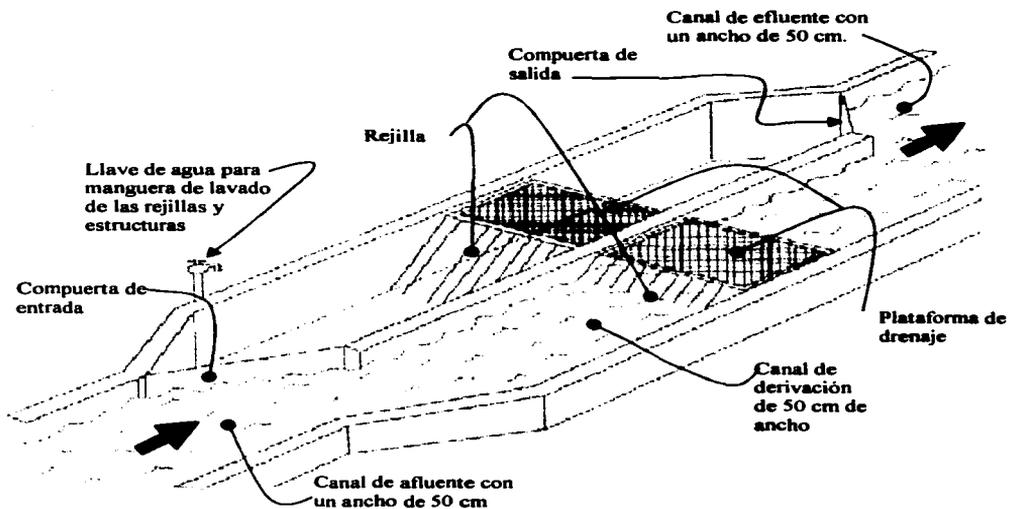


Figura 5.2. Diseño de la cámara de rejillas de limpieza manual y canal de flujo.

Para calcular el área del canal se emplea la ecuación de Mannin continuidad, despejando área de la misma tenemos:

$$V = \frac{R^{2/3} * S^{1/2}}{n} \quad (5.1)$$

Donde:

- V = Velocidad media (m/s), velocidad mínima admisible 1.5 m/s
 S = Pendiente del canal (mínima según RCDF 2%)
 n = Coeficiente de rugosidad del canal (para el conductos de concreto pulido es de 0.011)
 R = Radio hidráulico (m), que esta dado por la expresión: $R = A / P$
 A = Área del canal (m^2), para una sección rectangular es: $A = b * h$
 P = Perímetro mojado (m), para una sección rectangular es: $P = b + 2h$
 b = Base del canal, (m)
 h = Altura del canal, (m)

Para un canal rectangular de máxima eficiencia tenemos que la relación de base altura debe cumplir que: $b = 2h$ ($A = 2 h^2$ y $P = 4h$), con lo que el radio hidráulico es:

$$R = h/2$$

Sustituyendo el radio hidráulico en y la velocidad en la ecuación de Mannin obtenemos:

$$V = (h/2)^{2/3} * S^{1/2} / n$$

Despejando h de esta resulta:

$$h = ((2^{2/3} * V * n) / (S^{1/2}))^{2/3} \quad (5.2)$$

Sustituyendo valores en la ecuación 5.2, tenemos que la altura mínima del canal es:

$$h = ((2^{2/3} * 1.5 * 0.011) / (0.02^{1/2}))^{2/3}$$

$$h = 0.0797 \text{ m}$$

Para evitar desbordamientos en el canal, se aplica un factor de corrección en la altura efectiva equivalente a 1.5.

$$h = 0.15 \text{ m}$$

Y la base del canal será de:

$$b = 0.15 * 2$$

$$b = 0.30 \text{ m}$$

Para el dimensionamiento de las rejillas y cámara de rejilla se contempla las medidas del canal, sólo que para el buen funcionamiento de la cámara de rejillas, se debe contemplar el libramiento de los extremos de la rejilla constituidos por dos ángulos estructurales de 3/4" (1.91 cm) y además para asentar perfectamente la plataforma de drenaje necesitamos 5 cm en la corona de la cámara. Por lo que, la altura de la cámara de rejilla y la rejilla será:

$$h = 0.15 + (2 * 0.02 \text{ m}) + 0.05$$

$$h = 0.24 \text{ m}$$

De esta forma la base de la cámara de rejilla y rejillas será:

$$b = 0.30 + (2 * 0.02 \text{ m})$$

$$b = 0.34 \text{ m}$$

La longitud de las rejillas se obtiene por medio de trigonometría y proponiendo un ángulo de inclinación de 50° donde la longitud de las rejillas es:

$$L = 0.20 \text{ m} / \text{sen}50^\circ$$

$$L = 0.31 \text{ m}$$

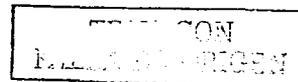
El número de barras requeridas (r), esta dado por el espaciamento libre entre barras (2.54 cm), así como el ancho de la barra (1.91 cm), tenemos:

$$1.91 \text{ cm} * r + (r - 1) * 2.54 \text{ cm} = 30 \text{ cm}$$

Despejando r obtenemos:

$$r = 7 \text{ barras.}$$

En la figura 5.3 se observa detalles del canal y canal de rejillas, el cual se cubrirá con tapas de acero inoxidable calibre 18.



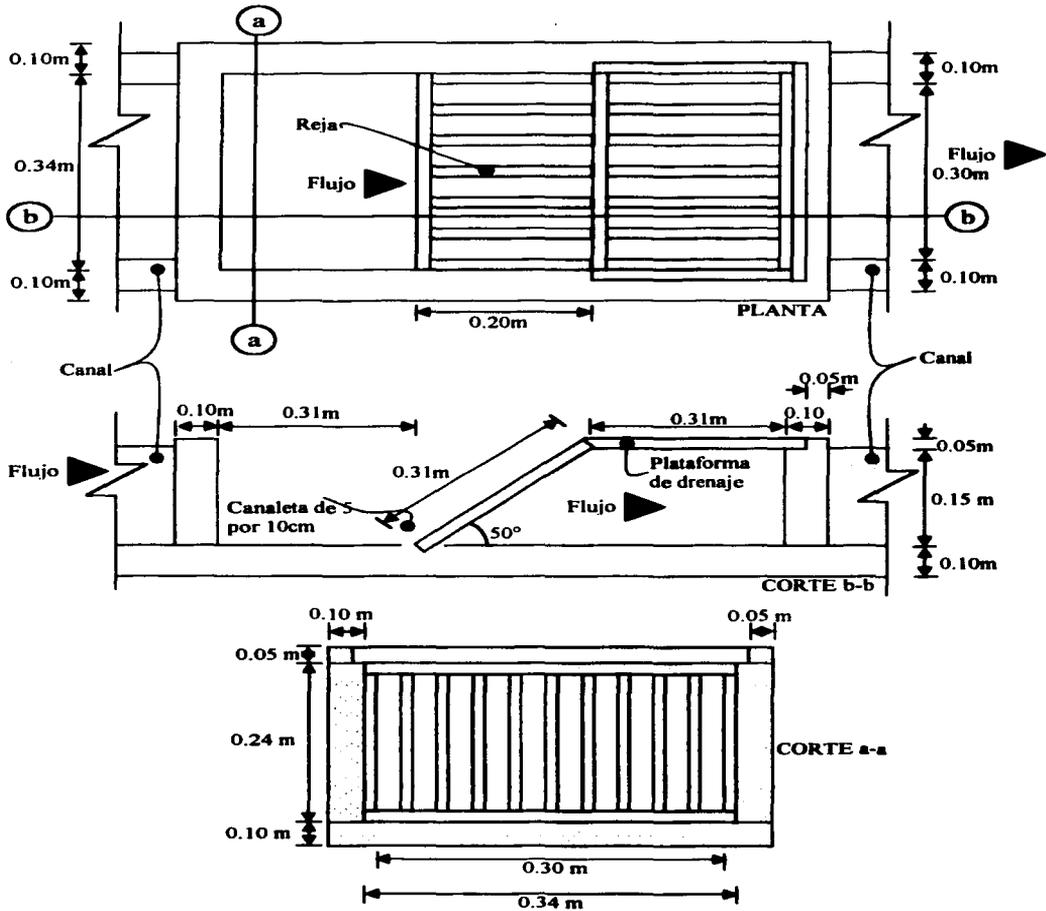


Figura 5.3. Cámara de rejillas.

5.3 Cárcamo de bombeo (FE-101).

El cárcamo de bombeo almacenará toda el agua residual generada por la Institución evacuada por la línea de conducción, el cual servirá como estación principal de bombeo a la planta de tratamiento.

Para el diseño del cárcamo de bombeo se considera la medición de flujos de salida en la red de drenaje principal obtenidos en la tabla 2.5, así como la capacidad del tanque sedimentador ($C_t = 15.044 \text{ m}^3$) que se obtiene en el inciso 5.4, de la tabla 5.1 donde se ordenan los datos en ciclos de bombeo propuesto cada tres horas.

Tabla 5.1 Volumen sobrante del flujo de salida de agua residual, para abastecer al tanque sedimentador.

Hora	Ciclo de bombeo	Flujo de salida de la red de drenaje (m^3/hr)	Volumen acumulado por ciclo de bombeo (m^3)	Volumen que necesita el sedimentador (m^3)	Volumen faltante en el tanque sedimentador (m^3)	Volumen excedente agua residual hacia el sedimentador (m^3)
06:00	Primero	0.00	0.00	15.044	15.044	
07:00		1.86				
08:00		3.16				
09:00	Segundo	6.2	11.22	15.044	3.824	
10:00		0.98				
11:00		10.98				
12:00	Tercer	4.2	16.16	15.044		1.12
13:00		8.02				
14:00		4.45				
15:00	Cuarto	4.68	17.15	15.044		2.11
16:00		13.32				
17:00		9.41				
18:00	Quinto	7.96	30.69	15.044		15.65
Total:		75.22	75.22	75.220	18.868	18.868

La capacidad del cárcamo se obtiene mediante la siguiente expresión:

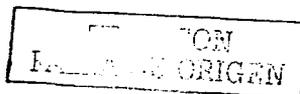
$$C_c = V_e * f_c \quad (5.4)$$

Donde:

C_c = Capacidad del cárcamo, (m^3/hr)

V_e = Volumen total faltante en el tanque sedimentador y/o Volumen total excedente de agua residual hacia el sedimentador, (m^3)

f_c = Factor de sobre diseño del cárcamo de bombeo para evitar desbordamientos.



$$f_c = 1.05$$

Por lo que la capacidad del cárcamo de bombeo será:

$$C_c = 18.868 \text{ m}^3 * 1.05$$

$$C_c = 19.81 \text{ m}^3$$

Para esto emplearemos un cárcamo de bombeo con capacidad de 20.00 m³. El plano 5.1 muestran los detalle de construcción.

5.4 Sedimentador primario, tanque de sedimentación simple circular (FS-102).

Las aguas que llegan a la planta reciben un tratamiento primario antes de pasar al reactor biológico rotatorio. Este, consiste en la decantación por gravedad de una parte del material en suspensión y el retiro de grasas, aceites y natas sobre nadantes. Para esto se contará con estructuras que contiene un sistema de recolección de sólidos, constituidos por rastras, que se mueven lentamente para concentrar el material sedimentado por un lado y por otro, cuando se encuentran en la superficie, arrastran el sobrenadante hacia los desnatadoras que se encuentran a la orilla del tanque. En el centro y al fondo del tanque se ubicada la tolva para su posterior extracción de lodos. El efluente del sedimentador primario se conduce por medio de tubos, hasta el tanque de almacenamiento (FB-103).

El volumen de agua residual a sedimentar en el tanque durante un tiempo determinado se obtiene mediante la ecuación:

$$V_{as} = Q_r * t_s \quad (5.5)$$

Donde:

V_{as} = Volumen de agua residual a sedimentar, (m³)

Q_r = Gasto total de diseño, (m³/día)

t_s = Tiempo de retención del agua en el tanque sedimentador, (hr).

Como se propone en la tabla 6.1, el periodo de llenado, tiempo de residencia hidráulica y vaciado de aguas residuales, para el sedimentador es de 3 horas. El volumen del tanque sedimentador será:

$$V_s = \frac{75.22 \text{ m}^3/\text{día} * 3 \text{ hr}}{15 \text{ hr/día}}$$

$$V_s = 15.044 \text{ m}^3$$

En un día el tanque podrá sedimentar (75.22 m³/día) en cinco ciclos que comprenden: 1/2 hora para llenado del tanque sedimentador, 2:00 horas de tiempo de residencia hidráulica del agua residual sedimentándose y 1/2 hora para vaciado del tanque sedimentador.

La capacidad esta dada por la ecuación 5.6.

$$C_t = V_s + V_a \quad (5.6)$$

Donde:

$$C_t = \text{Capacidad del tanque sedimentador, (m}^3\text{)}$$

$$V_a = \text{Volumen de almacenamiento de lodos, (m}^3\text{)}$$

De la tabla 3.6 se tiene 1 mg/L de sólidos sedimentables, por lo que:

$$V_a = 1 \text{ mg/L} * 75220 \text{ L/día}$$

$$V_a = 75220 \text{ mg/día}$$

$$V_a = (75.22 \text{ L/día}) / (1000\text{m}^3/\text{L} * 1 \text{ día})$$

$$V_a = 0.075 \text{ m}^3$$

$$C_t = 15.044\text{m}^3 + 0.075\text{m}^3$$

$$C_t = 15.12 \text{ m}^3$$

Para una altura propuesta de 3.0 m, el área del tanque será:

$$A_s = C_t / h_s \quad (5.7)$$

Donde:

$$A_s = \text{Área del tanque sedimentador, (m}^2\text{)}$$

$$h_s = \text{Altura del tanque sedimentador, (m)}$$

$$A_s = 15.12\text{m}^3 / 3.0\text{m}$$

$$A_s = 5.04 \text{ m}^2$$

El diámetro del tanque sedimentador esta dado por:

$$D_s = \sqrt{\frac{4 * A_s}{\pi}} \quad (5.8)$$

Donde:

$$D_s = \text{Diámetro del tanque sedimentador, (m)}$$

$$\pi = 3.1416$$

$$D_s = \sqrt{\frac{4 * 5.04}{\pi}}$$

$$D_s = 2.53 \text{ m}$$

La carga superficial del tanque esta dado por:

$$CS = Q_r / A_s \quad (5.9)$$

Donde:

$$CS = \text{Carga superficial del tanque, (m/día)}$$

$$CS = \frac{75.22 \text{ m}^3/\text{día}}{5.04 \text{ m}^2}$$

$$CS = 14.33 \text{ m/día}$$

La carga de rebose sobre el vertedero será:

$$CV = Q_t / L_s \quad (5.10)$$

Donde:

$$CV = \text{Carga de rebose sobre el vertedero, (L/s*m)}$$

$$Q_t = \text{Caudal total equivalente, (L/s); } Q_t = 75.22 \text{ m}^3/\text{día} = 0.87 \text{ L/s}$$

$$L_s = \text{Longitud del tanque, (m); } L_s = D_s * \pi = 2.53 \text{ m} * \pi = 7.95 \text{ m}$$

$$CV = \frac{0.87 \text{ L/s}}{7.95 \text{ m}}$$

$$CV = 0.109 \text{ L/s*m}$$

Cálculo de la potencia necesaria de la bomba, que alimentará al tanque sedimentador primario del cárcamo de bombeo.

$$HP = \frac{G * H}{K * \eta} \quad (5.11)$$

Donde:

$$HP = \text{Potencia de la bomba, (Hp)}$$

- G = Gasto, (L/s)**
 $G = 15.12 \text{ m}^3/0.30 \text{ min.} = 8.4 \text{ L/s}$
H = Carga hidráulica, (m)
K = Factor de conversión (76)
 η = Eficiencias aproximadas para bombas centrífugas
 $\eta = 30 \text{ a } 50\% \text{ en bombas para aguas tratadas, residuales y lodos.}$

Entonces:

$$HP = \frac{8.4 \text{ L/s} * 10 \text{ m}}{76 * 0.50}$$

$$HP = 2.21 \text{ Hp}$$

Un valor comercial es la bomba de 3 Hp con tubería de 3" a 4".

En la figura 5.4 muestra detalles del equipo que operará el tanque sedimentador primario, así como el plano 5.2 muestra detalles constructivos del mismo.

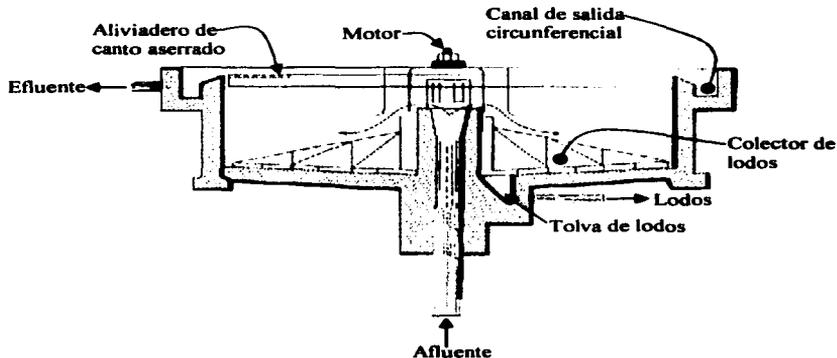


Figura 5.4. Detalles del tanque sedimentador circular. circular.

Este sedimentador tiene una eficiencia del 90 al 95% de los sólidos sedimentables, o sea un 40 a 60 % de los sólidos suspendidos (MTANDSNY, 2000), los sólidos presentes en el agua residual generada en la Institución es de 44.79 mg/L, tomando una eficiencia del 40%, tenemos una eliminación de 17.92 mg/L, con lo que para la norma NOM-003-ECOL-1997, ver tabla 3.6. La DBO deberá disminuir de un 25 a un 35 % (MTANDSNY, 2000),

tomando una disminución del 25%, la agua residual generada en la Institución es de 145 mg/L de DBO ver tabla 3.6, esta disminuirá a 109 mg/L.

5.5 Tanque de almacenamiento (FB-103).

El agua residual pretratada en el sedimentador primario se almacenará en este tanque, con objeto de alimentar al reactor biológico rotatorio en forma continúa.

Para saber el volumen del tanque de almacenamiento, se igualará el caudal total de diseño con el gasto máximo necesario en el reactor biológico en un periodo de una semana, mediante un diagrama de masas (gráfico 5.1), el cálculo se ilustra para los caudales en la tabla 5.2.

Tabla 5.2. Cálculo de volumen de igualamiento para el tanque de almacenamiento.

Día	Volumen total diario Q_t ($m^3/día$)	Caudal requerido en el RBR diario Q_b ($m^3/día$)	Volumen total acumulado en la semana ($m^3/día$)	Volumen requerido del RBR acumulado en la semana (m^3)	Volumen en el tanque al final del periodo (m^3)
N	Q_t	a	b	c	d
1. Lunes	75.22	59.10	75.22	59.10	16.12
2. Martes	75.22	59.10	150.44	118.20	32.24
3. Miércoles	75.22	59.10	225.66	177.30	48.36
4. Jueves	75.22	59.10	300.88	236.40	64.48
5. Viernes	75.22	59.10	376.10	295.50	80.60
6. Sábado	37.61	59.10	413.71	354.60	59.11
7. Domingo	0.00	59.10	413.71	413.70	0.01
Promedio	59.10	59.10			

En la institución se tienen actividades de lunes a sábado (sábado 1/2 día).

Donde:

n = Número de días de la semana, $n = 7$

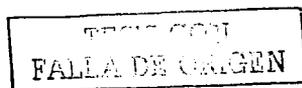
a = Promedio calculado mediante la ecuación 2.1 (capítulo II)

Q_b = Gasto del reactor biológico rotatorio, ($m^3/día$)

$b = (Q_{t_n} + Q_{t_{n+1}}) * 1 \text{ día}$

$c = (a_n + a_{n+1}) * 1 \text{ día}$

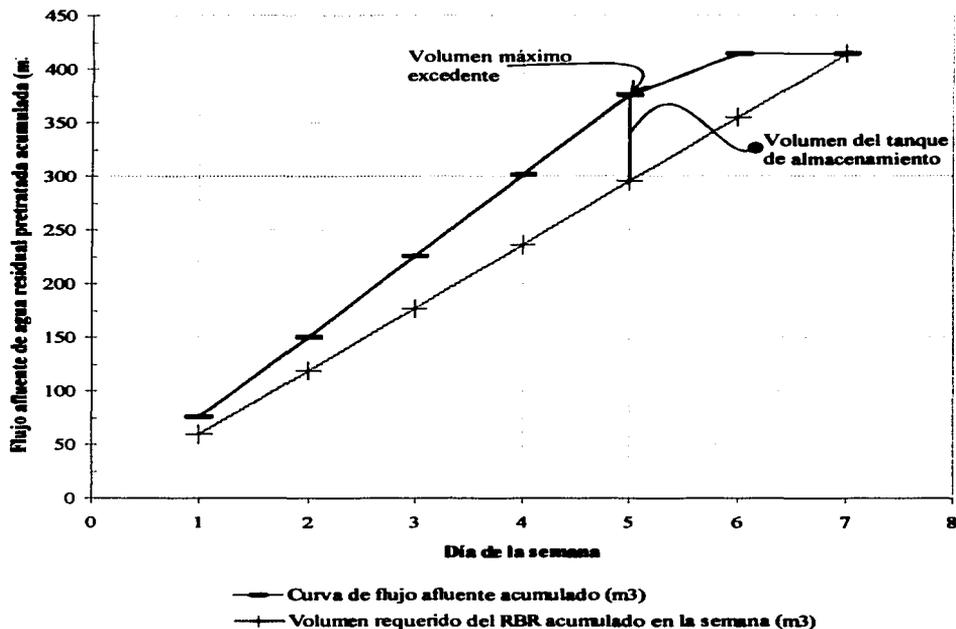
$d = b - c$



ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

Se gráfica el volumen total acumulado en la semana (columna b) y Volumen requerido del reactor biológico rotatorio acumulado en la semana (columna c), en función del tiempo de llenado (columna n), como se muestra en la gráfica 5.1.

De esta gráfica se obtiene el volumen requerido del tanque de igualamiento del volumen de agua residual pretratada, trazando, por el punto más bajo de la curva de caudal acumulado, una tangente paralela a la recta que representa el caudal promedio. La distancia vertical desde el punto tangente, a la recta que representa el volumen del tanque de almacenamiento.



Gráfica 5.1. Diagrama de masa para la determinación del volumen de igualamiento para el tanque de almacenamiento.

El volumen del tanque de almacenamiento esta dado por la distancia entre esos dos puntos:

$$Cf = 376.10 \text{ m}^3 - 295.50 \text{ m}^3 = 80.60 \text{ m}^3$$

Donde:

Cf = Capacidad de la fosa de recolección, (m^3)

Para un factor de sobre diseño del 20%, en posibles excedentes de flujo diario.

$$Cf = 80.60 \text{ m}^3 * 1.20$$

$$Cf = 96.72 \text{ m}^3$$

Se propone a partir de tres cisternas de capacidad de 33 m^3 conectadas en paralelo para realizar mantenimiento de las mismas, en el plano 5.3 se muestran detalles de estas.

Para evitar periodos largos de almacenamiento del agua residual pretratada en el tanque y provocar la generación de malos olores en el ambiente, la alimentación al RBR para los días festivos se disminuirá al 81.82% durante la semana del día festivo que equivale a un flujo de alimentación de $48.36 \text{ m}^3/\text{día}$, que equivale a un día sin producción de agua residual en la Institución durante la semana.

5.6 Reactor biológico rotatorio RBR (R-104).

El proceso propuesto servirá para remover el material de desecho orgánico biodegradable a través de la acción bacteriológica, con el objeto de eliminar el material de desecho biodegradable. Consiste de cuatro etapas de biodiscos: La primera etapa de 50 discos y 16 para cada una de las tres siguientes. El área de contacto de la superficie mojada de cada disco será del 40% para garantizar la cantidad de oxígeno necesario en la reproducción de los microorganismos. Con una velocidad de rotación de 1.9 rpm.

La película biológica en rotación entra en contacto con el agua de desecho que está en el tanque y con el oxígeno atmosférico. El agua residual fluye en sentido paralelo o perpendicular al eje horizontal de rotación, al pasar de una etapa a otra.

Los principales factores de influencia sobre el proceso de diseño son: Características del agua residual, carga hidráulica, carga orgánica, velocidad rotacional de los discos, área de contacto sumergida, tiempo de retención y temperatura del agua residual.

5.6.1 Cálculo del reactor biológico rotatorio.

Se requiere calcular el área superficial necesaria para obtener un efluente con las siguientes características de calidad:

- a) 15 mg/L como DBO soluble, durante todo el año.
 b) 3 mg/L como $\text{NH}_3\text{-N}$, durante la operación en verano e invierno cuando la temperatura promedio es 23°C y 9°C respectivamente.

Para cumplir con la Norma oficial NOM-003-ECOL.1996, ver tabla 3.6 capítulo 3.

El agua residual generada en la E.N.E.P. Aragón cuenta con las siguientes características: Gasto $59.10 \text{ m}^3/\text{día}$ (0.68L/s) procede de un tratamiento primario simple con una carga orgánica de 109 mg/L de DBO soluble, posterior a un tratamiento primario de sedimentación obtenido en el inciso 5.4 y 30 mg/L de nitrógeno amoniacal, datos reportados anteriormente en el capítulo III, tabla 3.5.

- a) Condiciones de verano ($T = 23^\circ\text{C} > 13^\circ\text{C}$)

1. Eliminación de DBO.

Con base en la figura 5.5, se presenta gráficamente la carga hidráulica requerida para obtener 15 mg/L de DBO efluente partiendo de un influente de 145 mg/L DBO, correspondiendo a una $\text{CH}_{23^\circ\text{C}} = 89.58 \text{ m}^3/\text{d} / 1000 \text{ m}^2$.

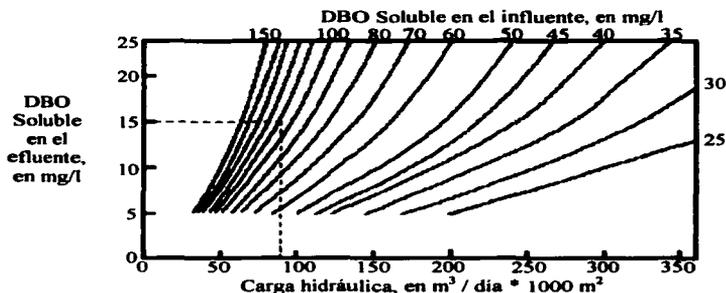


Figura 5.5. DBO en el efluente como función de la carga hidráulica para temperaturas mayores de 13°C (Autotrol, 1978).

2. Nitrificación.

Con base en la figura 5.6 se puede obtener gráficamente la carga hidráulica necesaria para reducir la concentración de nitrógeno amoniacal a 3 mg/L de nitrógeno amoniacal efluente de 30 mg/L $\text{NH}_3\text{-N}$ en el influente, correspondiendo a una $\text{CH}_{23^\circ\text{C}} = 56.82 \text{ m}^3/\text{d} / 1000 \text{ m}^2$.

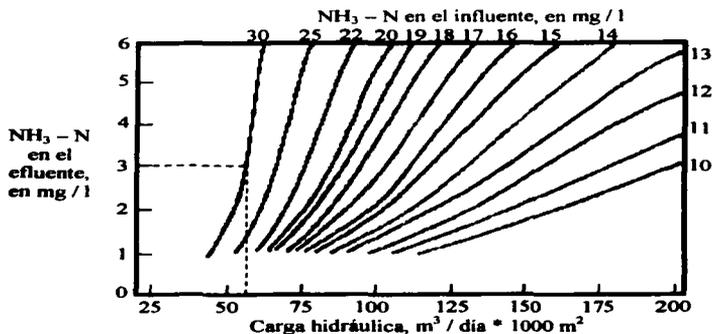


Figura 5.6. Nitrógeno amoniacal en el efluente como función de la carga hidráulica para temperatura mayores de 13°C.

b) Diseño para las condiciones invernales ($T = 9^{\circ}\text{C} < 13^{\circ}\text{C}$).

1. Eliminación de DBO.

Partiendo de una concentración de 145 mg/L influente y lograr que ésta, se reduzca a una concentración de 15 mg/L (89.7%) efluente. Se tomará en cuenta el valor de la carga hidráulica obtenida en la figura 5.5 (condiciones de verano) y se divide entre el factor de corrección correspondiente al valor de temperatura medido al agua, el cual se presenta gráficamente en la figura 5.7.

$$\text{CH}_{9^{\circ}\text{C}} = \frac{\text{CH}_{23^{\circ}\text{C}}}{\alpha} = \frac{89.58}{1.42} = 63.08 \text{ m}^3/\text{d} / 1000 \text{ m}^2$$

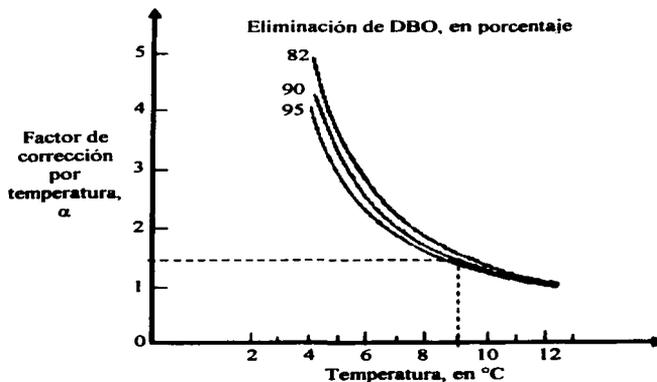


Figura 5.7. Factor de corrección por temperatura, para la eliminación de DBO.

2. Nitrificación.

Partiendo de una concentración de 30 mg/L influente y lograr que ésta, se reduzca a una concentración de 30 mg/L (90%) efluente. Se tomará en cuenta el valor de la carga hidráulica obtenida en la figura 5.6 (condiciones de verano) y se divide entre el factor de corrección correspondiente al valor de temperatura medido al agua, el cual se presenta gráficamente en la figura 5.8.

$$CH_{N9^{\circ}C} = \frac{CH_{N23^{\circ}V}}{\alpha_N} = \frac{56.82}{1.30} = 43.71 \text{ m}^3/\text{d} / 1000 \text{ m}^2$$

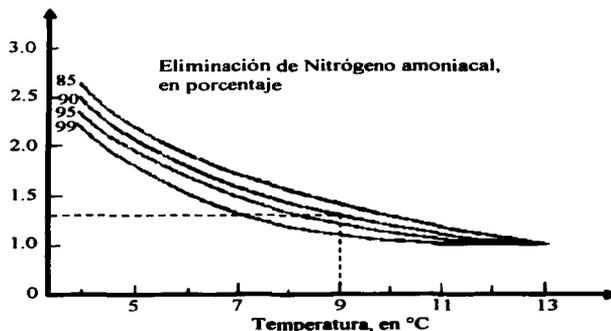


Figura 5.8. Factor de corrección por temperatura, para la nitrificación.

En tabla 5.3 se comparan las cargas hidráulicas requeridas para lograr la eliminación de DBO y nitrificación.

Tabla 5.3. Eliminación de DBO y Nitrificación a 17°C y 9°C.

Descripción	Verano (23°C)	Invierno (9°C)
Eliminación DBO	89.58 m ³ /d / 1000 m ²	63.08 m ³ /d / 1000 m ²
Nitrificación	56.82 m ³ /d / 1000 m ²	43.71 m ³ /d / 1000 m ²

Se toma el menor valor de carga hidráulica obtenida para determinar los requerimientos de diseño. En este caso, la carga de 43.71 m³/d / 1000 m² controla el diseño. El área superficial necesaria es:

$$A = \frac{Q_b}{CH} = \frac{59.10 \text{ m}^3/\text{d}}{43.71 \text{ m}^3/\text{d} / 1000 \text{ m}^2} = 1352 \text{ m}^2$$

Considerando cuatro etapas iguales, para lograr una mayor eficiencia como se recomienda en el capítulo IV inciso 4.7.6, el área de la primera etapa es $A_i = 1352/4 = 338 \text{ m}^2$. La carga orgánica en dicha etapa resulta ser:

$$L_i = \frac{Q_b \cdot C_o}{A_i} = \frac{59.10 \times 145}{338} = 25.35 \text{ kg DBO/d} \times 1000 \text{ m}^2$$

Como $L_1 = 25.35 > 12.2 = L_0$ (carga orgánica límite recomendada), la primera etapa está sobrecargada y presentará problemas de operación por anaerobiosis. Por tanto, se requiere aumentar el área a la primera tapa mediante el factor $25.35/12.2=2.08$, entonces.

$$A_1 = 2.08 \times 338 = 702.42 \cong 703 \text{ m}^2$$

El área sobrante, 649 m^2 , se puede repartir en tres etapas iguales de 216.50 m^2 cada una. Proponiendo un disco de tres metros de diámetro, el área por biodisco es:

$$A = (\pi * d^2/4) * 2$$

$$A = (\pi * 3 \text{ m}^2/4) * 2$$

$$A = 14.14 \text{ m}^2$$

Número de discos en la primera etapa es:

$$\text{N}^\circ \text{ de discos} = 703 \text{ m}^2 / 14.14 \text{ m}^2$$

$$\text{N}^\circ \text{ de discos} = 50 \text{ discos}$$

Número de discos en la siguiente etapa es:

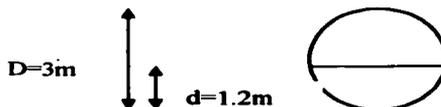
$$\text{N}^\circ \text{ de discos} = 216.5 \text{ m}^2 / 14.14 \text{ m}^2$$

$$\text{N}^\circ \text{ de discos} = 16 \text{ discos}$$

La primera etapa con 50 discos y tres etapas de 16 discos, formando un total de 98 discos.

La profundidad del tanque:

Con un área de contacto hidráulico de 5.65 m^2 (40 %) y un diámetro de disco de 3 metros.



La profundidad de agua en el reactor sería $1.2 \text{ m} + 0.05 \text{ m}$ de distancia libre entre los discos y la batea del tanque.

Contemplando un ancho del biodisco de 0.045 m, la longitud del tanque de la primera etapa es de :

$$L_t = (0.045 \text{ m / disco} * 50 \text{ discos}) + (0.05 \text{ m / espacio entre disco} * 51 \text{ espacios entre disco})$$

$$L = 4.8 \text{ m}$$

y para las siguientes tres etapas será:

$$L_t = (0.045 \text{ m/disco} * 16 \text{ discos}) + (0.05 \text{ m/espacio entre disco} * 17 \text{ espacios entre disco})$$

$$L = 1.57 \text{ m}$$

La longitud total del tanque que alojará los biodiscos es de 9.50 m.

La velocidad recomendada de rotación de los discos es 0.3 m/s.

$$v = \frac{2 * \pi * r}{t}$$

$$t = \frac{2 * \pi * r}{v}$$

$$t = \frac{2 * \pi * 1.5 \text{ m}}{0.3 \text{ m/s}}$$

$$t = 31.42 \text{ seg}$$

$$f = \frac{1}{t} = \frac{1}{31.42 \text{ seg}} = 0.032 \text{ rpm}$$

Donde:

f = Frecuencia de rotación de los biodiscos, (rpm)

v = Velocidad de rotación de los biodiscos, (m/s)

t = Tiempo de rotación de los biodiscos (seg)

En este caso el disco girará a una velocidad de 1.9 rpm.

Para mantener el tirante de agua constante en el tanque que alojará a los biodiscos se empleará tanto en el afluente como influente dos dosificadores que mantendrán un flujo laminar de 0.68 L/s, con un tirante de agua proporcionado por cuatro tanques elevados de PVC (cloruro de poli vinilo), con capacidad total de 4,400 litros, en el afluente del dosificador, alimentado por una bomba cuya potencia se calculará con la ecuación 5.11.

$$HP = \frac{0.68 \text{ L/s} * 10 \text{ m}}{76 * 0.50}$$

$$HP = 0.18 \text{ Hp}$$

Un valor comercial es la bomba de 1/4 Hp con tubería de 3".

En las figuras 5.9 y 5.11 se muestran los detalles del equipo empleado en la construcción del Reactor biológico rotatorio, impulsados con una unidad motriz de cadena y la figura 5.12 se muestra otra opción de reactor.

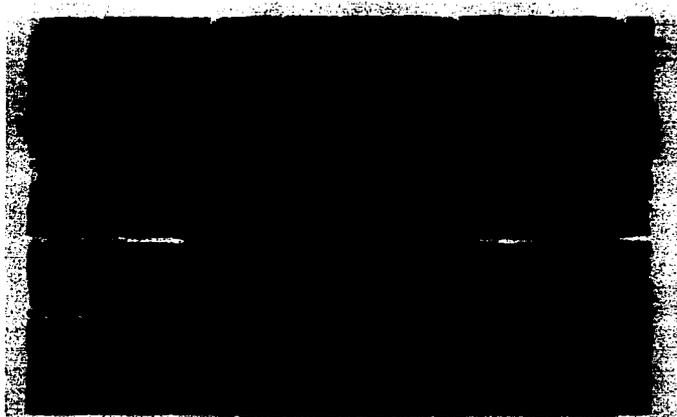


Figura 5.9. Corte transversal del biodisco.

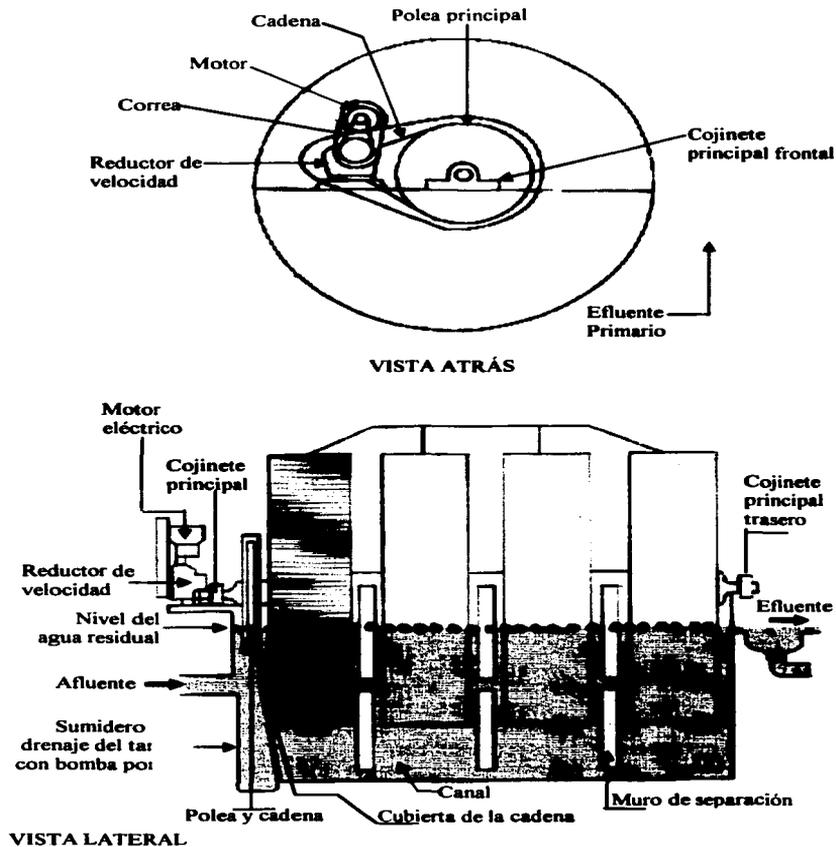


Figura 5.10. Reactor biológico rotativo, con unidad motriz de cadena.

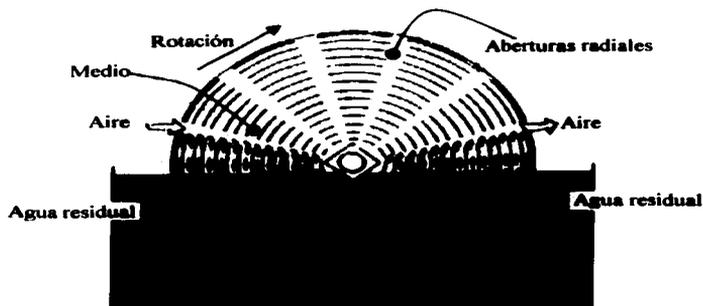


Figura 5.11. Intercambio de aire y agua residual.

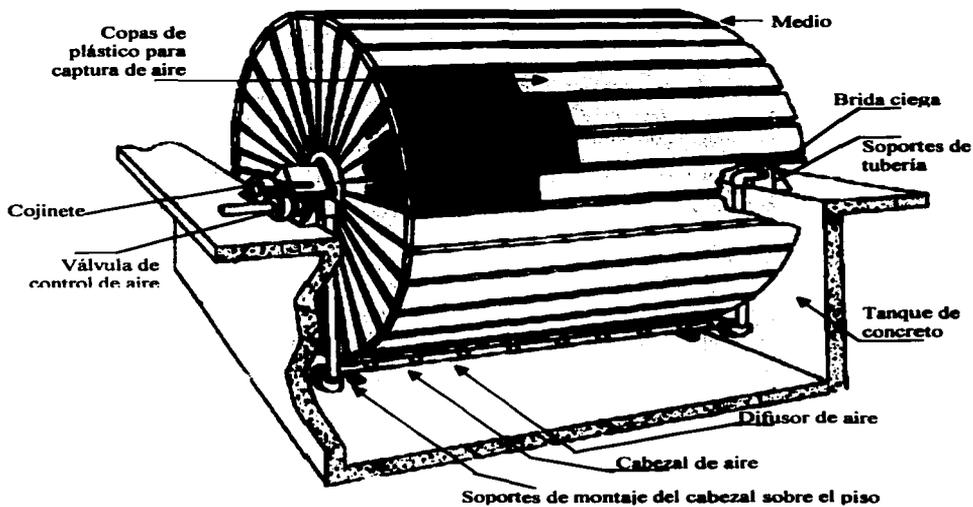


Figura 5.12. Reactor biológico rotativo, con unidad impulsada con aire.

5.7 Sedimentador secundario o clarificador (C-105).

El sedimentador secundario o clarificador es de menor tamaño con respecto al primario, recibe el agua de los biodiscos con material digerido y biomasa de fácil precipitación los cuales se concentran mediante rastras, o tolvas. En este sedimentador, se lleva acabo el pulimento del tratamiento.

El área del tanque sedimentador secundario se obtiene mediante la siguiente ecuación.

$$A_s = Q_b / CS \quad (5.12)$$

Donde:

A_s = Área del tanque sedimentador secundario, (m^2)

Q_b = Gasto del reactor biológico rotatorio, ($m^3/día$)

CS = Carga superficial del tanque sedimentador secundario, ($m/día$)

Para una carga superficial del tanque sedimentador secundario de 48 $m/día$.

$$CS = 14.33 \text{ m/día}$$

$$A_s = \frac{59.10 \text{ m}^3/día}{48.00 \text{ m/día}}$$

$$A_s = 1.23 \text{ m}^2$$

Para el diseño del tanque sedimentador secundario, se emplean las ecuaciones del cálculo del tanque sedimentador primario.

El diámetro del tanque sedimentador secundario es:

$$D_s = \sqrt{\frac{4 * 1.23}{\pi}} \quad (5.8)$$

$$D_s = 1.25 \text{ m}$$

El volumen del tanque considerando la altura mínima de dos metros.

$$V_s = A_s * h_s$$

$$V_s = 1.23 \text{ m}^2 * 2.00 \text{ m}$$

$$V_s = 2.46 \text{ m}^3$$

La capacidad del tanque sedimentador secundario es:

$$Ct = 2.46 \text{ m}^3$$

El tiempo de retención hidráulica es:

$$t_s = V_s / Q_b \quad (5.13)$$

Donde:

t_s = Tiempo de retención del agua en el tanque sedimentador, (hr).

$$t_s = \frac{2.46 \text{ m}^3 * (24 \text{ hr/día})}{59.10 \text{ m}^3/\text{día}}$$

$$t_s = 1.00 \text{ hrs.}$$

Por lo que el tanque sedimentador primario realizará 24 ciclos que comprenden: 1/4 hora para llenado del tanque sedimentador, 1/2 hora de tiempo de residencia hidráulica del agua con tratamiento primario, y 1/4 hora para vaciado del tanque sedimentador secundario.

La recolección del agua proveniente del reactor biológico rotatorio se realizará por medio de una cisterna de PVC (cloruro de poli vinilo), con capacidad total de 3,000 litros y una bomba de succión, cuya potencia se calculara con la ecuación 5.11.

$$G = 2.46 \text{ m}^3 / 15 \text{ min} = 2.73 \text{ L/s}$$

$$HP = \frac{2.73 \text{ L/s} * 10 \text{ m}}{76 * 0.50}$$

$$HP = 0.718 \text{ Hp}$$

Equivalente al valor comercial, es la bomba de 3/4 Hp con tubería de 3" a 4".

En la figura 5.4 se muestran los detalles del equipo que operará el tanque sedimentador primario, así como en el plano 5.4, se muestran los detalles constructivos del mismo.

5.8 Filtro anóxico desnitrificador rápido (FR-106).

El efluente del sistema de biodiscos se incorpora a un filtro anóxico desnitrificador con objeto de eliminar el nitrógeno oxidado (nitrosos y nitritos), transformándolo en nitrógeno molecular, para posteriormente pasar al sistema de desinfección por cloración y eliminar el resto de organismos patógenos.

Jairo, A. (2000), usó para condiciones anaerobias, un tanque o columna de relleno por un medio sólido de arcilla o poliéster con canales de 1 a 2.5 centímetros, y área específica de 100 a 150 m²/m³.

Para un tiempo de retención de 4 horas se tiene un volumen de:

$$V_f = Q_b * t_f \quad (5.14)$$

Donde:

V_f = Volumen del agua residual tratada a clarificar en un periodo dado, (m³)

Q_b = Gasto del reactor biológico rotatorio, (m³/hr)

t_f = Tiempo de retención hidráulica del filtro, (hr)

$$V_f = 59.10 \text{ m}^3/\text{día} * (1 \text{ día}/24 \text{ hr}) * (4 \text{ hr})$$

$$V_f = 9.85 \text{ m}^3$$

Por lo que el filtro tendrá la siguiente área:

$$A_f = \frac{100 \text{ m}^2/\text{m}^3}{9.85 \text{ m}^3}$$

$$A_f = 10.15 \text{ m}^2$$

El diámetro del filtro será:

$$D_s = \sqrt{\frac{4 * 10.15 \text{ m}^2}{\pi}} \quad (5.8)$$

$$D_s = 3.66 \text{ m}$$

y la altura del filtro es:

$$h_f = V_f / A_f \quad (5.15)$$

Donde:

h_f = Altura de tanque sedimentador (m)

$$h_f = 9.85 \text{ m}^3 / 10.15 \text{ m}^2$$

$$h_f = 0.97 \text{ m}$$

Los detalles del filtro se muestran en las figuras 5.13 y 5.14.

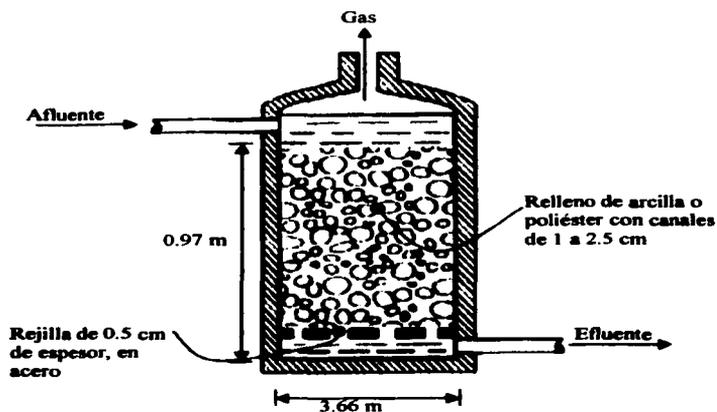


Figura 5.13. Filtro anaerobio en descenso.

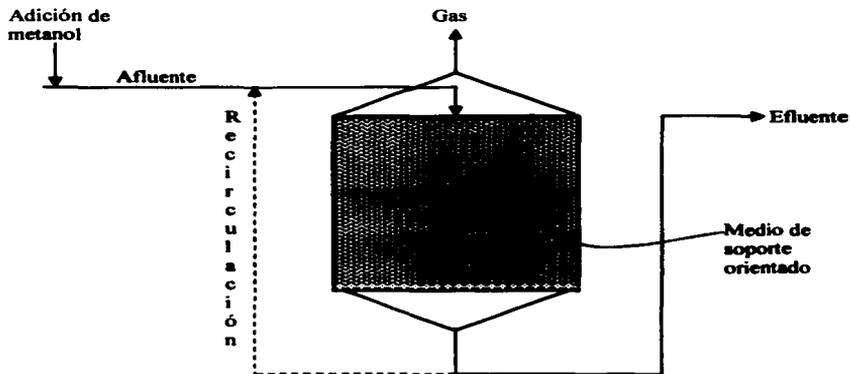


Figura 5.14. Flujo del filtro anaerobio descendente, con adición de metanol.

5.9 Desinfección (D-107).

Se propone el método de cloración el cual consiste en pasar el agua tratada por contacto de cloración, que se proveerá por un dosificador manual (rotámetro).

La cantidad de cloro dependerá del tipo de agua tratada que se desea en el efluente, pero se recomienda de 1.5 a 3 mg/L.

5.10 Cisterna de almacenamiento (FB-108).

La fosa de almacenamiento es una cisterna que recibe el agua tratada de todo el día y noche, acumulando el agua tratada suficiente para poder disponer de su uso para riego de áreas verdes por las mañanas.

Para el volumen de almacenaje de esta cisterna se propondrá medio días de recolección del flujo producido por la planta de tratamiento ($59.10 \text{ m}^3/\text{día}$) durante la noche (12hr/día), por lo que el volumen de la cisterna de almacenamiento será de 29.55 m^3 .

Se propone una cisterna de capacidad de 30 m^3 , los detalles de la construcción de esta cisterna, aparecen en el plano 5.5.

5.11 Tanque digestor de lodos (FB-109).

Todos los procesos biológicos de tratamiento de aguas residuales producen, en mayor o menor grado, alguna forma de lodo, conocido como el "concentrado de contaminación", y su tratamiento y disposición es, razonablemente el mayor problema actual en el tratamiento de las aguas residuales. Casi la mitad del costo del tratamiento de aguas negras está representado por el tratamiento y disposición de los lodos. A pesar de que los lodos se pueden considerar como un concentrado de la contaminación o un precipitado de la DBO, está, compuesto casi sólo por agua y contiene, un bajo porcentaje de materia sólida. Por ejemplo, los lodos activados contienen menos del 1% de materia sólida (un sistema de biodiscos se compara con el de lodos activados), el humus de los percoladores de 1/2 a 2% de sólidos, y los indeseables lodos primarios del tratamiento de las aguas negras alrededor del 5% de sólidos. La biomasa separada del medio particulado de soporte de los sistemas de lecho fluidizado puede tener concentraciones de hasta el 10%.

La proporción de materia orgánica en los sólidos de los lodos está entre 70 y 80%.

El objetivo principal del tratamiento de los lodos es reducir el volumen de los lodos que se han de manipular y aumentar su estabilidad biológica, a fin de producir un material suficientemente concentrado y suficientemente inofensivo para la selección del método último de disposición. En general, esto significa, eliminar de los lodos toda el agua que sea

posible, tan económica y rápidamente como sea posible, para dejar un residuo compacto del que se pueda disponer de un modo aceptable. Aparte de su alto contenido de agua, el otro gran problema de los lodos es su tendencia a la putrefacción. Los lodos activados de desecho se vuelven negros y desagradables si se les deja sin aeración durante un día, y los lodos primarios del tratamiento de aguas negras son desagradables desde el principio. Por tanto, la principal preocupación es "estabilizar" los lodos, para reducir su actividad biológica y la tendencia a la putrefacción, y su contenido de organismos causantes de diversa enfermedades. Por lo general, la estabilización se realiza biológicamente, por digestión, pero se pueden utilizar también métodos químicos. La digestión reduce el contenido de materia orgánica y elimina los olores desagradables; se puede efectuar aeróbica o anaeróbicamente. Como los lodos son efectivamente un líquido rico en nutrientes, la digestión resulta adecuada para el tratamiento de aguas residuales de alta concentración procedentes de industrias de base biológica.

Para cumplir con los objetivos del tratamiento de lodo posibilitando su reuso, es necesario establecer dos aspectos básicos: a) funcionalidad del sistema de tratamiento, el cual debe ser capaz de operar con eficiencias adecuadas, logrando la reducción del volumen del lodo, reduciendo una porción importante de masa de materia orgánica, evitando así la posibilidad de la recontaminación microbiana y eliminando la producción de olores, y b) proporcionando al lodo estabilizado las características sanitarias adecuadas para evitar los problemas de salud pública asociados con su manejo y disposición final, para lo cual se hace necesario eliminar metales pesados y organismos patógenos y parásitos. Para ello es conveniente utilizar procesos con una base biológica y especialmente la digestión anaerobia, ya que representa beneficios importantes al lograr la conversión y reducción de su masa sin requerir otros insumos y a costos de operación y mantenimiento relativamente bajos. Otras ventajas de este proceso son la recuperación de energía en forma de un combustible (gas metano), y en forma general, a generación de biosólidos con características adecuadas para su reutilización como mejoradores de suelos con ciertas restricciones.

Para saber el volumen de la fosa de almacenamiento consideraremos el fondo de almacenamiento de lodos del tanque de sedimentación primaria (FS-102) y secundaria (C-105), cuyas medidas se describen en las figuras 6.15 y 6.16, respectivamente.

El volumen del tanque sedimentador primario será:

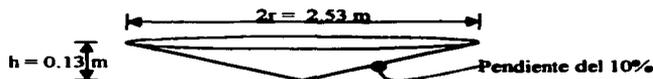


Figura 5.15. Dimensiones del fondo del tanque sedimentador primario.

$$V = 1/3 \pi * r^2 * h$$

$$V = 1/3 \pi * (1.27 \text{ m})^2 * 0.13 \text{ m}$$

$$V_2 = 0.22 \text{ m}^3$$

El volumen del tanque sedimentador secundario será:

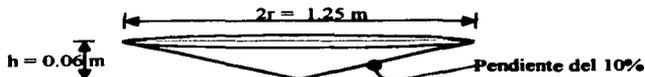


Figura 5.16. Dimensiones del fondo del tanque sedimentador secundario.

$$V_s = 1/3 \pi * (0.63 \text{ m})^2 * 0.12 \text{ m}$$

$$V_2 = 0.02 \text{ m}^3$$

El volumen diario de recolección de lodos será la suma del fondo de recolección de lodos de los tanques sedimentadores que es de 0.24 m^3 por día.

El volumen efectivo de agua tratada producido en la planta por día, es:

$$T_{at} = Q_b - C_{ts} \quad (5.16)$$

Donde:

T_{at} = Producción neta de agua tratada, ($\text{m}^3/\text{día}$)

C_{ts} = Total de lodos húmedos recolectados, ($\text{m}^3/\text{día}$)

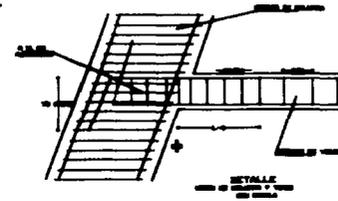
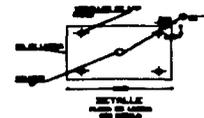
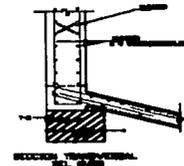
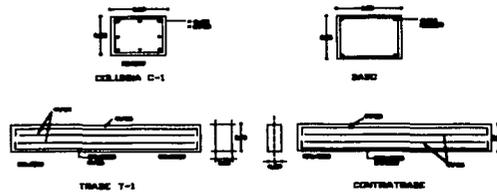
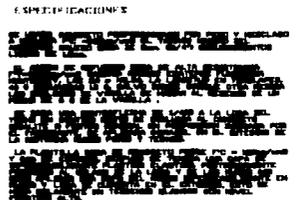
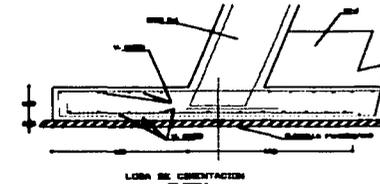
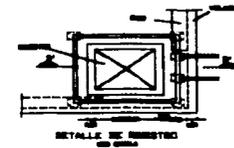
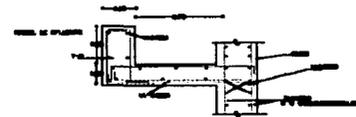
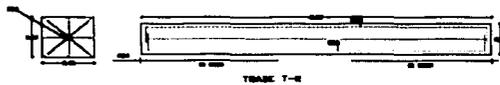
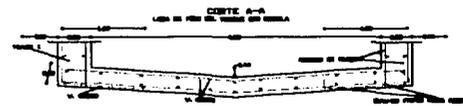
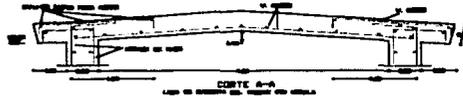
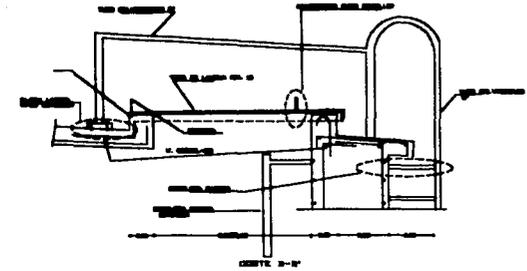
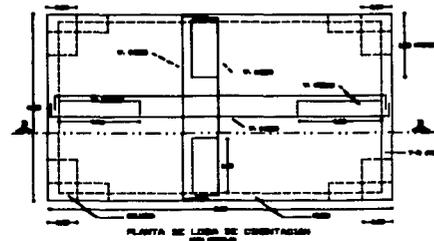
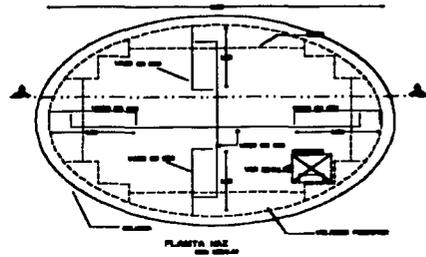
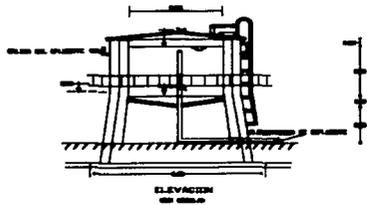
$$T_{at} = 59.10 \text{ m}^3/\text{día} - 0.24 \text{ m}^3/\text{día}$$

Por lo que el agua tratada, producida por el sistema de tratamiento es de $58.86 \text{ m}^3/\text{día}$.

El tiempo de retención de los lodos en la fosa de almacenamiento será de una semana (7días), para después formar composta con estos lodos, por lo que la capacidad la fosa de recolección de lodos es de 1.68 m^3 , se recolectarán con una cisterna de cloruro de polivinilo (PVC) de 3,000 litros.

5.12 Equipos auxiliares.

Para poder realizar las funciones de la planta de tratamiento de biodiscos en la E.N.E.P. "Aragón", se debe contar con una serie de equipos especiales como son, subestación de equipo eléctrico y generadora, laboratorio para los análisis químicos del agua del influente (entrada) y efluente tratado (salida).



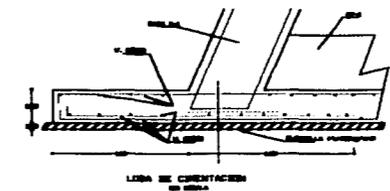
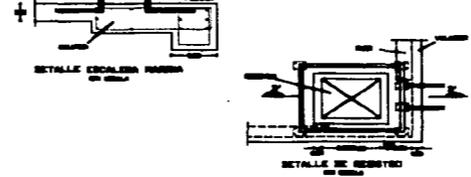
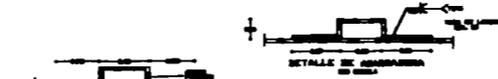
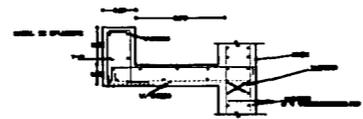
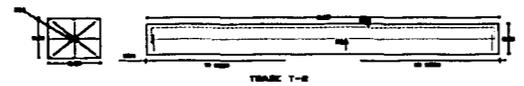
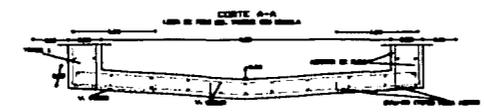
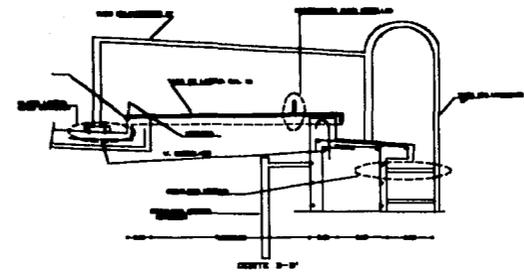
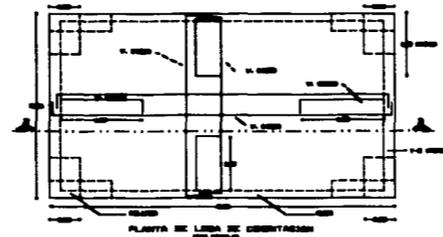
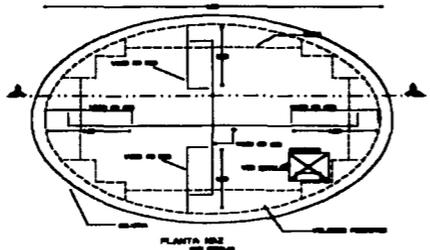
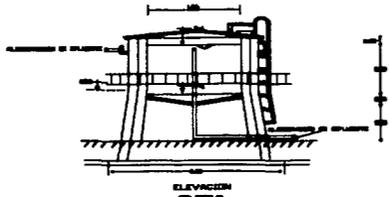
NOTAS
 PARA TUBO DE INFLUYENTE Y EFLENTE LONA P.A. GALV. 0.75 mm Y POR
 OTRO MOTIVO SE DEBE DISEÑAR ESTE TUBO
 INCLINADO EN 5% Y SOMETIDO EN SUS
 ESTE PLANO SOLO PARA UTILIZARSE EN OBRAS SOLD CON LA
 AUTORIZACION DEL SUPERVISOR RESPONSABLE DE LA OBRA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

E.N.E.P. "ARAGON"
CENTRO TECNOLOGICO ARAGON
PLANO 5.2. SEDIMENTADOR PRIMARIO (FE-102).
LABORATORIO DE AMBIENTAL

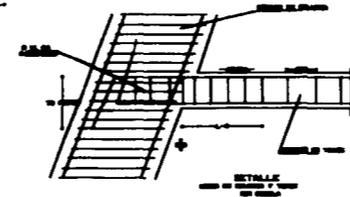
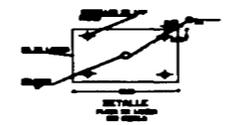
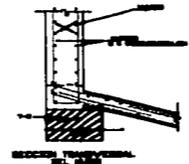
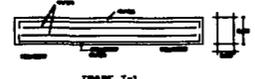
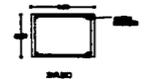
FECHA 18/NOV./2002 PAGINA 99

SECCION CAMPO DE TRABAJO: BARRIO DE SAN JUAN



CON
FOLIO DE ORIGEN

ESPECIFICACIONES



NOTAS
PARA TUBO DE DEFLECTOR Y EFLENTE USAR PA. GALV. 0.75 MM Y POR
MOROS MOTIVO DESE CANTIDAD ESTE TUBO
ADAPTACIONES EN A.T.E. Y DIMENSIONES EN
ESTE PLANO SÓLO PODRA UTILIZARSE EN OBRAS SÓLO CON LA
AUTORIZACION DEL SUPERVISOR RESPONSABLE DE LA OBRA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

E.N.E.P. "ARAGON"
 CENTRO TECNOLOGICO ARAGON
 PLANO 5.4. SEDIMENTADOR SECUNDARIO (C-105).
 LABORATORIO DE AMBIENTAL
 FECHA 18/NOV/2002 PAGINA 101
 INGENIERO GERMÁN CAMPUZANO ZÚÑIGA, DISEÑADOR HENRIQUEZ VARGAS

CAPÍTULO VI

Análisis de costos.

En este capítulo, se presenta una relación de costos de obra civil del sistemas de recolección y tratamiento de aguas residuales, propuesto.

6.1 Costo de construcción.

El costo de un sistema de tratamiento de aguas residuales depende de su localización y de los precios en el momento de su construcción. La relación entre los costos actuales y pasados se expresa mediante índices de costos de construcción.

El costo de construcción a cualquier año se puede calcular por la ecuación 6.1.

$$\text{Costo actual} = \frac{(\text{costo año de referencia}) (\text{Índice actual})}{(\text{índice del año de referencia})} \quad (6.1)$$

De la tabla 6.1 a la 6.9 se presentan los costos de construcción de la planta de tratamiento, sin incluir costos no constructivos de planeación, administración, legalización, ingeniería básica, supervisión de obra, intereses por financiamiento, compra de terreno, e imprevistos; el estudios del presupuesto de obra (costo directo de construcción), se realizó mediante el mercadeo de insumos, en el mes de diciembre del 2002, para efectuar el análisis de precio unitario de cada concepto, ver el apéndice B.

TABLA 6.1. PRESUPUESTO GENERAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.

CLAVE	CONCEPTO	U. M.	CANTIDAD	MONTO UNITARIO	MONTO
FE-101	CARCAMO DE BOMBEO, CON CAPACIDAD DE 20 00 M3 (20'000 L)	PZA	1.00	\$114,020.95	\$114,020.95
FS-102	SEDIMENTADOR PRIMARIO, CON CAPACIDAD DE 15 20 M3 (15'200 L)	PZA	1.00	\$213,824.57	\$213,824.57
FS-103	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	PZA	3.00	\$108,368.34	\$325,105.02
R-104	REACTOR BIOLÓGICO ROTATORIO	PZA	1.00	\$249,220.30	\$249,220.30
C-105	SEDIMENTADOR SECUNDARIO, CON CAPACIDAD DE 2.50 M3 (2'500 L)	PZA	1.00	\$108,789.77	\$108,789.77
FR-106, D-107	INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS	PZA	1.00	\$142,148.60	\$142,148.60
FB-108	CISTERNA DE ALMACENAMIENTO, CON CAPACIDAD DE 30 M3 (30,000L)	PZA	1.00	\$82,616.74	\$82,616.74
FB-109	TANQUE DIGERTOR DE LODOS, CON CAPACIDAD DE 13.90 M3 (13'900 L)	PZA	1.00	\$88,188.75	\$88,188.75
				MONTO:	\$1,314,882.78
				I. V. A.:	6187,362.81
				TOTAL:	\$1,933,245.59

U. M. UNIDAD DE MEDIDA

P. U. PRECIO UNITARIO

JUN 1987
 FALIA DE ORGEN

TABLA 6.2. PRESUPUESTO DEL CARCAMO DE BOMBEO.

CLAVE	CONCEPTO	U. M.	CANTIDAD	P. U.	IMPORTE
PE-101	CARCAMO DE BOMBEO CON CAPACIDAD DE 20.00 M ³ (20'000 L)				
	PRELIMINARES				
11PRE-001	LIMPIA Y DESHERBE DEL TERRENO, INCLUYE: ACOPIO DE BASURA, RETIRO DE MATERIAL HASTA 20.00 M. DE DISTANCIA HORIZONTAL, INCLUYE: MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	M2	27.00	\$1.45	\$39.28
11PRE-027	* TRAZO Y NIVELACION DEL TERRENO INCLUYE: REFERENCIAS, LOCALIZACIÓN ENTRE EJES Y MATERIALES, CON EQUIPO TOPOGRÁFICO.	M2	27.00	\$2.30	\$62.00
	CIMENTACIÓN				
12CIM-003	EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO, POR MEDIOS MANUALES DE 0 A -2.00 M. EN MATERIAL TIPO I, ZONA A, INCLUYE: MANO DE OBRA, ACARREO A 20.00 M. DE DISTANCIA HORIZONTAL Y HERRAMIENTA.	M3	26.00	\$20.03	\$520.88
12CIM-015	ACERO DE REFUERZO EN CIMENTACIÓN DEL N° 2 DE Fy=2630 KG/CM ² , INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, AMARRÉS, TRASLAPES, GANCHOS, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	TON	0.05	\$7,970.43	\$398.52
12CIM-017	ACERO DE REFUERZO EN CIMENTACIÓN DEL N° 3, DE Fy=4200 KG/CM ² , INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, AMARRÉS, TRASLAPES, SILLETAS, GANCHOS, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	TON	0.49	\$6,336.00	\$3,104.15
12CIM-027	PLANTILLA DE 5 CM. DE ESPESOR DE CONCRETO HECHO EN OBRA DE Fc=100 KG/CM ² , INCLUYE: PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE, NIVELACIÓN, CUBRERA COMÚN EN FRONTERA, PLACOLE ÁREA DE CONTACTO, MAESTREADO Y COLADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	M2	12.04	\$698.53	\$8,400.84
12CIM-030	CONCRETO EN CIMENTACIÓN, PREMEZCLADO CLASE A, VACIADO CON BOMBA, DE Fc=250 KG/CM ² , REVENDIMIENTO DE 14 CM. INCLUYE: MATERIALES, ELABORACIÓN, ACARREOS, COLADO, VIBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	M3	8.09	\$1,312.34	\$10,616.82
12CIM-040	CUBRERA EN LOSAS DE CIMENTACIÓN, ACABADO COMÚN, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, HABILITADOS, CUBRADO DESCUBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	M2	13.34	\$74.82	\$988.14
12CIM-041	CUBRERA EN MUROS DE CIMENTACIÓN, ACABADO COMÚN, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, HABILITADOS, CUBRADO DESCUBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	M2	100.25	\$75.59	\$7,577.40
12CIM-044	* SUMINISTRO Y RELLENO DE MATERIAL INERTE (TEPETATE), COMPACTADO CON PISÓN Y AGUA, EN CAPAS DE 20 CM. DE ESPESOR, INCLUYE: ACARREO DE MATERIAL DENTRO DE LA OBRA, MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	M3	4.90	\$118.67	\$571.69
12CIM-045	* SUMINISTRO Y RELLENO DE MATERIAL (GRAVA CONTROLADA) PROPORCIÓN 70-30 TEZONTLE: TEPETATE, COMPACTADO POR MEDIOS MANUALES EN CAPAS DE 15 CM. DE ESPESOR PARA FORMACIÓN DE PLATAFORMA, INCLUYE: MANO DE OBRA, ACARREOS Y HERRAMIENTA.	M3	2.00	\$124.89	\$249.78
12CIM-047	EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO, POR MEDIOS MANUALES DE -2.00 A -4.00 M. EN MATERIAL TIPO I, ZONA A, INCLUYE: MANO DE OBRA, ACARREO A 20.00 M. DE DISTANCIA HORIZONTAL Y HERRAMIENTA.	M3	6.75	\$62.94	\$424.84
	ESTRUCTURA				
13EST-002	ACERO DE REFUERZO EN ESTRUCTURA DEL N° 3, DE Fy=4200 KG/CM ² , INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, AMARRÉS, TRASLAPES, SILLETAS, GANCHOS, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	TON	0.05	\$6,402.11	\$320.11
13EST-010	CUBRERA ACABADO APARENTE EN MUROS, A BASE DE TRIPLAY DE PINO DE 16 MM. CON CHARLANES EN LAS ESQUINAS, SEPARADORES Y MOÑOS, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, CUBRADO, DESCUBRADO, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	M2	26.05	\$76.93	\$2,041.81
13EST-012A	CUBRERA ACABADO APARENTE EN LOSAS Y MUROS, A BASE DE MADERA DE PINO DE 3", INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, CUBRADO, DESCUBRADO, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	M2	5.43	\$60.82	\$436.85
13EST-016	CONCRETO EN ESTRUCTURA, PREMEZCLADO CLASE A, VACIADO CON BOMBA DE Fc=250 KG/CM ² , REVENDIMIENTO DE 14 CM. T.M.A. 34", INCLUYE: ACARREOS, COLADO, VIBRADO, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	M3	4.05	\$1,312.34	\$5,314.87
	ALBANELERÍA				
14ALB-002	APLANADO ACABADO FINO EN MUROS DE PLANTA BAJA, CON MORTERO CEMENTO ARENA 1:4, A PLICO Y RESCA, INCLUYE: REMATES, BOCUJILLAS, MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	M2	10.85	\$46.71	\$497.43
14ALB-022	CADENA Y/O CASTILLO DE 1500 CM. DE CONCRETO HECHO EN OBRA DE Fc=200 KG/CM ² , ACABADO APARENTE, ARMADO CON 4 VARRILLAS DE 3/8" Y ESTIBOS DEL N° 2 A CADA 20 CM. INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, TRASLAPES, ANCLAJE HASTA 50 CM., AMARRÉS, CUBRADO, COLADO, DESCUBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	M	6.08	\$91.45	\$556.89

ESTUDIO DE COSTOS
FALLA DE BOMBEO

TABLA 6.2. PRESUPUESTO DEL CARCAMO DE BOMBEO.

CLAVE	CONCEPTO	U. M.	CANTIDAD	P. U.	IMPORTE
FE-101	CARCAMO DE BOMBEO CON CAPACIDAD DE 20.50 M3 (20'000 L)				
14ALB-024	CANALÓN DE 3X124 CM Y 10 CM DE ESPESOR DE CONCRETO HECHO EN OBRA DE F'c=200 KG/CM ² , ACABADO APARENTE, ARMADO CON MALLA ELECTROOLDADA CALIBRE 8/8 (DOBLE ARMADO); INCLUYE: MATERIALES, ACARRIOS, CORTES, DESPERDICIOS, TRASLAPES, ANCLAJE HASTA 50 CM AMARRÉS, CIMENTADO, COLADO, DESMIBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	M	5.00	\$178.85	\$894.25
14ALB-041	MURO DE 14 CM DE ESPESOR, DE TABIQUE ROJO RECOCIDO, ASENTADO CON MORTERO CEMENTO ARENA 1:5 ACABADO APARENTE; JUNTAS DE 1.5 CM A 2.00 CM DE ESPESOR, HASTA UNA ALTURA DE 3.5 M.; INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	M ²	5.33	\$284.04	\$1,507.25
15HD-010	INSTALACIÓN Y COLOCACIÓN DE TUBO GALVANIZADO CÉDULA 40 DE 51 MM. DE DIÁMETRO PARA LA VENTILACIÓN DE CISTERNAS, 57 CM DE LONGITUD CON 2 CODOS Y 1 NIPLE SEGÚN PLANOS DE CISTERNAS. INCLUYE: MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	1.00	\$808.40	\$808.40
15HD-014	SUMINISTRO, COLOCACIÓN DE INSTALACIÓN DE BOMBA PARA LÓDOS DE 3 H.P., 3 FASES, 6 HERTZ, 230 VOLTS, 2 POLOS, 3480 R.P.M., CON DIÁMETRO DE SUCCIÓN DE 4" (101 MM.) Y DIÁMETRO DE DESCARGA DE 1 1/2" (38 MM.) INCLUYE: CONEXIONES, MATERIAL, HERRAMIENTA.	PZA	1.00	\$28,212.17	\$28,212.17
15HD-033	SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y PRUEBAS DE TUBO DE FIERRO GALVANIZADO DE 75MM. (3") DE DIÁMETRO INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO.	M	10.00	\$244.08	\$2,440.76
15 HD-105	SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y PRUEBA DE CODO DE 90° EN FIERRO GALVANIZADO DE 75 MM (3") DE DIÁMETRO, INCLUYE: MATERIALES, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	5.00	\$208.90	\$1,034.51
15 HD-108	SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y PRUEBA DE TUERCA UNIÓN EN FIERRO GALVANIZADO DE 75 MM (3") DE DIÁMETRO, INCLUYE: MATERIALES, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	10.00	\$311.33	\$3,113.28
15 HD-107	SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y PRUEBA DE VÁLVULA DE CUPIERTA BRIDADA, MARCA IURREA EN FIERRO DE 75 MM (3") DE DIÁMETRO, INCLUYE: MATERIALES, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	1.00	\$1,035.08	\$1,035.08
15 HD-108	SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y PRUEBA DE PICHANCHA DE SUCCIÓN, MARCA IURREA EN COBRE DE 75 MM (3") DE DIÁMETRO, INCLUYE: MATERIALES, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	1.00	\$1,009.05	\$1,009.05
18ACA-001	PINTURA DE ESMALTE MARCA COMEX 100 A DOS MANOS, INCLUYE: APLICACIÓN DE PRIMER, MATERIALES, COLORES SEGÚN CATÁLOGO, PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE, MATERIAL, EQUIPO, HERRAMIENTA Y ANDAMIOS.	M ²	6.38	\$22.49	\$143.38
18ACA-005	PINTURA EPOXICA "EPOXINE 100" DE FESTER APLICADA EN MUROS INTERIORES DE CISTERNA A DOS MANOS; INCLUYE: DILUYENTE, LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE, MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	M ²	35.59	\$51.72	\$1,840.69
	HERRERIA				
19HER-021	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TAPA METÁLICA PARA REGISTRO DE CISTERNA DE 60X60 CM., CON ÁNGULOS Y LÁMINA ANTIDERRAPANTE CAL. 20, INCLUYE: LIMA, MANO DE PRIMER ANTICORROSIÓN, DOS MANOS DE PINTURA ESMALTE COMEX 100, MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	1.00	\$208.33	\$208.33
19HER-022	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TAPA PARA CARCAMO SECO DE CISTERNA CON ÁNGULO DE 17X1/8" Y LÁMINA ANTIDERRAPANTE CAL. 18, DE 0.80X 0.80 M. INCLUYE: PORTA CANDADO Y ALACRERA, BRAGRAS DE TUBO ENCONTRADAS, LIMA, MANO DE PRIMER ANTICORROSIÓN, DOS MANOS DE PINTURA ESMALTE COMEX 100, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	1.00	\$284.85	\$284.85
19HER-024	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE GRAPA PARA ESCALERA MARNA CON VANILLA DE 3/4" DE 0.30 M DE LONGITUD ANCLADA A MURO. INCLUYE: PINTURA EPOXICAL, MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	25.00	\$333.53	\$8,338.21
19HER-030	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE REJILLA DE ACERO INOXIDABLE (SEDIMENTADORA DE SOLERA DE 1" X 1/8" Y 3/8" DE SEPARACIÓN, (TPO IRVING), INCLUYE: MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA (SEGÚN DISEÑO).	M ²	5.00	\$372.35	\$1,861.73
19HER-127	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PROTECCIÓN PARA BOMBA A BASE DE ÁNGULO Y SOLERA. INCLUYE: BRAGRAS DE PERNO, MATERIALES, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA (SEGÚN DISEÑO).	PZA	1.00	\$308.77	\$308.77
	CERAMICA				
24CER-011	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CANDADO MARCA PHILLIPS MOD. STANDARD, INCLUYE: MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	2.00	\$149.10	\$298.19

105

FALLA EN EL CARGO

TABLA 6.2. PRESUPUESTO DEL CARCAMO DE BOMBEO.

CLAVE	CONCEPTO	U. M.	CANTIDAD	P. U.	IMPORTE
FE-101	CARCAMO DE BOMBEO CON CAPACIDAD DE 29.95 M3 (29'959 L)				
	IMPERMEABILIZACIÓN				
27MP-013	SUMINISTRO Y APLICACIÓN DE IMPERMEABILIZANTE FESTEGRAL, MARCA FESTER, EN PROPORCIÓN DE 16 Kg por m3 DE CONCRETO 1"o-250 KG/CM2, INCLUYE ACARREOS DENTRO DE LA OBRA, PROPORCIONAMIENTO DIGIFICADO, MATERIAL, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	M3	28.56	\$145.14	\$4,145.26
28UM-002	* LIMPIEZA				
	* LIMPIEZA FINAL DE OBRA PARA ENTREGA.	M2	30.00	\$4.42	\$132.56
28UM-003	* CARGA POR MEDICOS MANUALES A CAMIÓN Y ACARREO DE MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACIÓN Y LIMPIEZA FUERA DE LA OBRA.	M3	33.80	\$441.49	\$14,922.26
				IMPORTE:	\$114,888.88
				I. V. A.:	\$17,188.94
				TOTAL:	\$132,077.82

ESTADO DE GUAYAMA
 FOLIO DE ORIGEN

TABLA 6.3. PRESUPUESTO DEL SEDIMENTADOR PRIMARIO.

CLAVE	DESCRIPCIÓN	U.M.	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
PS-102	SEDIMENTADOR PRIMARIO, CON CAPACIDAD DE 16.20 M3 16'300 L)				
	PRELIMINARES				
11PRE-001	LIMPIA Y DESHERBE DEL TERRENO, INCLUYE: ACOPIO DE BASURA, RETIRO DE MATERIAL HASTA 20.00 M. DE DISTANCIA HORIZONTAL, INCLUYE: MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	M2	14.85	\$1.45	\$21.50
11PRE-027	* TRAZO Y NIVELACIÓN DEL TERRENO INCLUYE: REFERENCIAS, LOCALIZACIÓN ENTRE EJES Y MATERIALES, CON EQUIPO TOPOGRÁFICO.	M2	14.85	\$2.30	\$34.10
12CM-003	CIMENTACIÓN EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO, POR MEDIOS MANUALES DE 0 A -2.00 M EN MATERIAL TIPO I, ZONA A, INCLUYE: MANO DE OBRA, ACARREO A 20.00 M. DE DISTANCIA HORIZONTAL Y HERRAMIENTA.	M3	16.97	\$20.03	\$339.83
12CM-018	ACERO DE REFUERZO EN CIMENTACIÓN DEL N.º 4 DE FY=2530 KG/CM2, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, AMARRÉS, TRASLAPES, GANCHOS, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	TON	0.30	\$6,277.55	\$1,883.26
12CM-019	ACERO DE REFUERZO EN CIMENTACIÓN DEL N.º 6 DE FY=2530 KG/CM2, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, AMARRÉS, TRASLAPES, GANCHOS, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	TON	0.08	\$6,280.32	\$503.23
12CM-020	ACERO DE REFUERZO EN CIMENTACIÓN DEL N.º 8, DE FY=4200 KG/CM2, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, AMARRÉS, TRASLAPES, BILETAS, GANCHOS, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	TON	0.22	\$6,402.44	\$1,406.54
12CM-027	PLANTILLA DE 5 CM. DE ESPESOR DE CONCRETO HECHO EN OBRA DE FC=100 KG/CM2, INCLUYE: PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE, NIVELACIÓN, CIMBRA COMÚN EN FRONTERAS, SOLO ÁREA DE CONTACTO, MAESTREADO Y COLADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	M2	8.00	\$566.53	\$4,532.26
12CM-030	CONCRETO EN CIMENTACIÓN, PREMEZCLADO CLASE A, VACIADO CON BOMBA, DE FC=250 KG/CM2, REVENDIMIENTO DE 14 CM. INCLUYE: MATERIALES, ELABORACIÓN, ACARREOS, COLADO, VIBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	M3	4.50	\$1,312.03	\$5,904.12
12CM-041A	CIMBRA EN CONTRATRASES DE CIMENTACIÓN, ACABADO COMÚN, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, HABILITADOS, CIMBRADO, DESCRIBADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	M2	26.50	\$75.99	\$2,156.17
12CM-044	* SUMINISTRO Y RELLENO DE MATERIAL INERTE (TEPETATE), COMPACTADO CON PISÓN Y AGUA EN CAPAS DE 20 CM. DE ESPESOR, INCLUYE: ACARREO DE MATERIAL DENTRO DE LA OBRA, MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	M3	15.00	\$118.67	\$1,780.08
	ESTRUCTURA				
13EST-002	ACERO DE REFUERZO EN ESTRUCTURA DEL N.º 3, DE FY=4200 KG/CM2, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, AMARRÉS, TRASLAPES, BILETAS, GANCHOS, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	TON	0.73	\$6,402.11	\$4,673.54
13EST-003	ACERO DE REFUERZO EN ESTRUCTURA DEL N.º 4, DE FY=4200 KG/CM2, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, AMARRÉS, TRASLAPES, BILETAS, GANCHOS, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	TON	8.35	\$6,402.11	\$53,457.05
13EST-004	ACERO DE REFUERZO EN ESTRUCTURA DEL N.º 6, DE FY=4200 KG/CM2, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, AMARRÉS, TRASLAPES, BILETAS, GANCHOS, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	TON	2.16	\$6,337.27	\$13,688.51
13EST-005	ACERO DE REFUERZO EN ESTRUCTURA DEL N.º 8, DE FY=4200 KG/CM2, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, AMARRÉS, TRASLAPES, BILETAS, GANCHOS, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	TON	1.40	\$6,442.57	\$9,019.80
13EST-010A	CIMBRA ACABADO APARENTE EN COLUMNAS Y TRABES, A BASE DE TRIPLAY DE PINO DE 18 MM. CON CHAPLANES EN LAS ESQUINAS, SEPARADORES Y MOJOS, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, CIMBRADO, DESCRIBADO, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	M2	175.99	\$79.93	\$14,059.06
13EST-012A	CIMBRA ACABADO APARENTE EN LOSAS Y MUROS, A BASE DE MADERA DE PINO DE 3", INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, CIMBRADO, DESCRIBADO, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	M2	131.34	\$80.82	\$10,814.84
13EST-016	CONCRETO EN ESTRUCTURA, PREMEZCLADO CLASE A, VACIADO CON BOMBA DE FC=250 KG/CM2, REVENDIMIENTO DE 14 CM. T.M.A. 3/4", INCLUYE: ACARREOS, COLADO, VIBRADO, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	M3	21.75	\$1,312.03	\$28,536.56
15HD-010A	INSTALACIÓN HIDRÁULICA SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TUBERÍA CÉDULA 40 DE 51 MM. DE DIÁMETRO PARA LA CONEXIÓN DE CISTERNA A TANQUE ELEVADO CON CODICE 1 NIPLE, ECT. SEGÚN PLANOS DE TANQUE. INCLUYE: MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	LOTE	1.00	\$8,861.87	\$8,861.87

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

TABLA 6.3. PRESUPUESTO DEL SEDIMENTADOR PRIMARIO.

CLAVE	DESCRIPCIÓN	U.M.	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
PS-102	SEDIMENTADOR PRIMARIO, CON CAPACIDAD DE 16.39 M ³ (16'390 L)				
ACABADOS					
18ACA-001	PINTURA DE ESMALTE MARCA COMEX 100 A DOS MANOS, INCLUYE: APLICACIÓN DE PRIMER, MATERIALES, COLORES SEGÚN CATÁLOGO, PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y ANDAMIOS.	M2	46.00	\$23.49	\$1,080.41
18ACA-005	PINTURA EPÓXICA "EPOXINE 100" DE FESTER APLICADA EN MUROS INTERIORES DE CISTERNA A DOS MANOS, INCLUYE: DILUYENTE, LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE, MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	M2	80.00	\$51.72	\$3,103.15
HERRAMIA					
19HER-022	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TAPA PARA TANQUE CON ANILLO DE 1'X18" Y LÁMINA ANTIDERRAPANTE CAL. 16, DE 0.80X 0.80 M. INCLUYE: PORTA CANDADO Y JALADERA, BISAGRAS DE TUBO ENCONTRADAS, UNA MANO DE PRIMER ANTICORROSIÓN, DOS MANOS DE PINTURA ESMALTE COMEX 100, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	1.00	\$284.85	\$284.85
19HER-024	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE GRAPA PARA ESCALERA MARINA CON VANILLA DE 3/4" DE 0.30 M DE LONGITUD ANCLADA A MURO INCLUYE: PINTURA EPÓXICA, MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	25.00	\$333.53	\$8,338.21
19HER-127A	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE BARRANDIL PERIMETRAL, ANILLO DE 1" X 1" Y CLAVADO DE 1/2" A CADA 0.25 M Y 0.80 M DE ALTURA, INCLUYE: BISAGRAS DE PERNO, MATERIALES, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA (SEGÚN DISEÑO)	M	8.00	\$408.74	\$3,269.92
19HER-128	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ESCALONES DE ACERO FORJADO DE 80 X 25 CM8 A CADA 20 CM, INCLUYE: TUBO GALVANIZADO DE 2" LATERALES, MATERIALES, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA (SEGÚN DISEÑO)	M	16.50	\$272.52	\$4,496.21
ACCESORIOS					
23ACC-002	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MOTOR DE 4 H.P. INCLUYE: REDUCTOR DE VELOCIDAD DE 7 A 10 REVOLUCIONES POR MINUTO, FIJACIÓN, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA Y PRUEBAS.	PZA	1.00	\$8,354.70	\$8,354.70
CERRAJERÍA					
24CER-011	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CANDADO MARCA PHILLIPS MOD. STANDARD, INCLUYE: MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	1.00	\$114.12	\$114.12
IMPERMEABILIZACIÓN					
27IMP-013	SUMINISTRO Y APLICACIÓN DE IMPERMEABILIZANTE FESTEGRAL, MARCA FESTER, EN PROPORCIÓN DE 18 Kg por m ³ DE CONCRETO F=250 KG/CM ² ; INCLUYE ACARRIOS DENTRO DE LA OBRA, PROPORCIONAMIENTO DOSIFICADO, MATERIAL, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	M3	88.75	\$145.14	\$12,861.09
LIMPIEZA					
28LM-002	* LIMPIEZA FINAL DE OBRA PARA ENTREGA.	M2	15.00	\$4.42	\$66.30
28LM-003	* CARGA POR MEDIOS MANUALES A CAMIÓN Y ACARREO DE MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACIÓN Y LIMPIEZA FUERA DE LA OBRA.	M3	22.10	\$441.69	\$9,756.67
				MONTO:	\$213,884.87
				I. V. A.:	\$38,873.89
				TOTAL:	\$252,758.76

TRIEGON
FALLA DE ORIGEN

TABLA 6.4. PRESUPUESTO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO.

CLAVE	CONCEPTO	U.M.	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
PS-983	TANQUE DE ALMACENAMIENTO, CISTERNA TIPO ÚNICA CON CAPACIDAD DE 33.29 083 (33 298 L)				
	PRELIMINARES				
11PRE-001	LIMPIA Y DESHERBE DEL TERRENO, INCLUYE: ACOPIO DE BASURA, RETIRO DE MATERIAL TIPO I, ZONA A, INCLUYE: MANO DE OBRA, ACARREO A 20 00 M. DE DISTANCIA HORIZONTAL, INCLUYE: MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	M2	36 61	\$1 45	\$57 89
11PRE-027	* TRAZO Y NIVELACIÓN DEL TERRENO, INCLUYE: REFERENCIAS, LOCALIZACIÓN, ENTRE EJES Y MATERIALES, CON EQUIPO TOPOGRÁFICO.	M2	36 61	\$2 30	\$91 42
12CIM-003	CIMENTACIÓN EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO, POR MEDIOS MANUALES DE 0 A -2.00 M. EN MATERIAL TIPO I, ZONA A, INCLUYE: MANO DE OBRA, ACARREO A 20 00 M. DE DISTANCIA HORIZONTAL Y HERRAMIENTA.	M3	42 80	\$20 03	\$859 08
12CIM-015	ACERO DE REFUERZO EN CIMENTACIÓN DEL N.º 2 DE Fy=2630 KG/CM2, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, AMARRES, TRABALAPES, GANCHOS, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	TON	0 05	\$7,970 43	\$398 62
12CIM-017	ACERO DE REFUERZO EN CIMENTACIÓN DEL N.º 3, DE Fy=4200 KG/CM2, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, AMARRES, TRABALAPES, BILETAS, GANCHOS, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	TON	0 74	\$6,335 00	\$4,687 80
12CIM-027	PLANTILLA DE 5 CM. DE ESPESOR DE CONCRETO HECHO EN OBRA DE FC=100 KG/CM2, INCLUYE: PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE, NIVELACIÓN, CMBRA COMÚN EN FRONTERAS, SÓLO ÁREA DE CONTACTO, MAESTREADO Y COLADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	M2	18 08	\$568 53	\$10,080 88
12CIM-030	CONCRETO EN CIMENTACIÓN, PREMEZCLADO CLASE A, VACIADO CON BOMBA, DE FC=280 KG/CM2, REVENDIMIENTO DE 14 CM. INCLUYE: MATERIALES, ELABORACIÓN, ACARREOS, COLADO, VIBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	M3	10 64	\$1,312 34	\$13,963 29
12CIM-040	CMBRA EN LOSAS DE CIMENTACIÓN, ACABADO COMÚN, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, HABILITADOS, CMBRADO DESCMBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	M2	20 01	\$74 82	\$1,487 21
12CIM-041	CMBRA EN MUROS DE CIMENTACIÓN, ACABADO COMÚN, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, HABILITADOS, CMBRADO DESCMBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	M2	153 78	\$75 96	\$11,623 46
12CIM-044	* SUMINISTRO Y RELLENO DE MATERIAL INERTE (TEPETATE), COMPACTADO CON PISÓN Y AGUA EN CAPAS DE 20 CM. DE ESPESOR, INCLUYE: ACARREO DE MATERIAL DENTRO DE LA OBRA, MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	M3	2 30	\$116 67	\$268 35
12CIM-045	* SUMINISTRO Y RELLENO DE MATERIAL (GRAVA CONTROLADA) PROPORCIÓN 70-30 TEZONTLE-TEPETATE, COMPACTADO POR MEDIOS MANUALES EN CAPAS DE 15 CM. DE ESPESOR PARA FORMACIÓN DE PLATAFORMA. INCLUYE: MANO DE OBRA, ACARREOS Y HERRAMIENTA.	M3	1 69	\$124 86	\$211 07
12CIM-047	EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO, POR MEDIOS MANUALES DE -2.00 A -4.00 M. EN MATERIAL TIPO I, ZONA A, INCLUYE: MANO DE OBRA, ACARREO A 20 00 M. DE DISTANCIA HORIZONTAL Y HERRAMIENTA.	M3	89 56	\$62 94	\$5,636 12
	ESTRUCTURA				
13EST-002	ACERO DE REFUERZO EN ESTRUCTURA DEL N.º 3, DE Fy=4200 KG/CM2, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, AMARRES, TRABALAPES, BILETAS, GANCHOS, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	TON	0 05	\$6,402 11	\$320 11
13EST-010	CMBRA ACABADO APARENTE EN MUROS, A BASE DE TRIPLAY DE PINO DE 16 MM, CON CHAFLANES EN LAS ESQUINAS, SEPARADORES Y MOROS, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, CMBRADO, DESCMBRA, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	M2	3 56	\$79 93	\$284 53
13EST-012A	CMBRA ACABADO APARENTE EN LOSAS Y MUROS, A BASE DE MADERA DE PINO DE 25 INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, CMBRADO, DESCMBRA, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	M2	0 80	\$80 82	\$64 66
13EST-016	CONCRETO EN ESTRUCTURA, PREMEZCLADO CLASE A, VACIADO CON BOMBA DE FC=280 KG/CM2, REVENDIMIENTO DE 14 CM. Y M.A. 3/4", INCLUYE: ACARREOS, COLADO, VIBRADO, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	M3	4 05	\$1,312 03	\$5,313 71
	ALBANELERÍA				
14ALB-002	APLANADO ACABADO FINO EN MUROS DE PLANTA BAJA, CON MORTERO CEMENTO ARENA 1:4, A PLOMO Y REGLA. INCLUYE: REMATES, BOQUILLAS, MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	M2	15 98	\$46 71	\$746 39
14ALB-022	CMBRA Y/O CASTILLO DE 1530 CM. DE CONCRETO HECHO EN OBRA DE FC=280 KG/CM2, ACABADO APARENTE, ARMADO CON 4 VARILLAS DE 3/4" Y ESTRIBOS DEL N.º 2 A CADA 20 CM., INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, TRABALAPES, INCLUYE: HASTA 50 CM., AMARRES, CMBRADO, COLADO, DESCMBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	M	7 62	\$91 45	\$696 62
14ALB-041	MURO DE 14 CM. DE ESPESOR, DE TABIQUE ROJO REDUCIDO, ALMENTADO CON MORTERO CEMENTO ARENA 1:5 ACABADO APARENTE, JUNTAS DE 1.5 CM. A 5.00 CM. DE ESPESOR, HASTA UNA ALTURA DE 3.5 M., INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	M2	7 89	\$284 04	\$2,269 40

TABLA 6.4. PRESUPUESTO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO.

CLAVE	CONCEPTO	U. M.	CANTIDAD	P. U.	IMPORTE
PS-103	TANQUE DE ALMACENAMIENTO, CISTERNA TIPO ÓMICA CON CAPACIDAD DE 33.89 M ³ (33'889 L)				
	INSTALACIÓN HIDRÁULICA				
15HD-010	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TUBO GALVANIZADO CÉDULA 40 DE 51 MM DE DIÁMETRO PARA LA VENTILACIÓN DE CISTERNAS, 57 CM. DE LONGITUD CON 2 CODOS Y 1 INPLE SEGÚN PLANOS DE CISTERNAS. INCLUYE: MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	1.00	\$808.40	\$808.40
15HD-016	SUMINISTRO, COLOCACIÓN DE INSTALACIÓN DE BOMBA SUMERGIBLE PARA LOGOS DE 1/4 H.P., 3 FASES, 6 HERTZ, 230 VOLTS, 2 POLOS, 3480 R.P.M., CON DIÁMETRO DE SUCCIÓN DE 2" (51 MM.) Y DIÁMETRO DE DESCARGA DE 1 1/2" (38 MM.). INCLUYE: CONEXIONES, MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	1.00	\$5,283.19	\$5,283.19
15HD-033	SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y PRUEBAS DE TUBO DE FIERRO GALVANIZADO DE 75MM. (3") DE DIÁMETRO. INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO.	M	10.00	\$244.08	\$2,440.78
15HD-106	SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y PRUEBA DE CODO DE 90° EN FIERRO GALVANIZADO DE 75 MM (3") DE DIÁMETRO. INCLUYE: MATERIALES, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	5.00	\$208.80	\$1,034.51
15HD-108	SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y PRUEBA DE TUERCA UNIÓN EN FIERRO GALVANIZADO DE 75 MM (3") DE DIÁMETRO. INCLUYE: MATERIALES, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	2.00	\$311.33	\$622.66
15HD-107	SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y PRUEBA DE VÁLVULA DE COMPUERTA BRIDADA, MARCA URREA EN FIERRO DE 75 MM (3") DE DIÁMETRO. INCLUYE: MATERIALES, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	1.00	\$1,035.08	\$1,035.08
15HD-108	SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y PRUEBA DE PICHANCHA DE SUCCIÓN, MARCA URREA EN COBRE DE 75 MM (3") DE DIÁMETRO. INCLUYE: MATERIALES, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	1.00	\$1,009.05	\$1,009.05
	ACABADOS				
16ACA-001	PINTURA DE ESMALTE MARCA COMEX 100 A DOS MANOS, INCLUYE: APLICACIÓN DE PRIMER, MATERIALES, COLORES SEGÚN CATÁLOGO, PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y ANDAMIOS.	M2	6.38	\$23.40	\$149.38
16ACA-005	PINTURA EPÓXICA "EPOXINE 100" DE FESTER APLICADA EN MUROS INTERIORES DE CISTERNA A DOS MANOS, INCLUYE: DILUYENTE, LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE, MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	M2	50.39	\$61.72	\$3,102.13
	HERRAMIENTA				
19HER-021	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TAPA METÁLICA PARA REGISTRO DE CISTERNA DE 8000 CM ³ CON ANGULOS Y LÁMINA ANTIDERRAPANTE CAL. 30, INCLUYE: UNA MANO DE PRIMER ANTICORROSIVO, DOS MANOS DE PINTURA ESMALTE COMEX 100, MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	1.00	\$208.33	\$208.33
19HER-022	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TAPA PARA CARCAMO SECO DE CISTERNA CON ÁNGULO DE 1"X1/8" Y LÁMINA ANTIDERRAPANTE CAL. 18, DE 0.80X0.80 M. INCLUYE: PORTA CANDADO Y JALADERA, BISAGRAS DE TUBO ENCONTRADAS, UNA MANO DE PRIMER, ANTICORROSIVO, DOS MANOS DE PINTURA ESMALTE COMEX 100, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	1.00	\$284.65	\$284.65
19HER-024	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE GRAPA PARA ESCALERA MARINA CON VARILLA DE 3/8" DE 0.30 M DE LONGITUD ANCLADA A MURO. INCLUYE: PINTURA EPÓXICA, MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	22.00	\$333.53	\$7,337.63
19HER-127	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PROTECCIÓN PARA BOMBA A BASE DE ANGULO Y SOLERA. INCLUYE: BISAGRAS DE PERNO, MATERIALES, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA. (SEGÚN DISEÑO)	PZA	1.00	\$308.77	\$308.77
	OSERVENCIA				
24CER-011	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CANDADO MARCA PHILIPS MOD. STANDARD. INCLUYE: MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	3.00	\$140.10	\$420.29
	IMPERMEABILIZACIÓN				
27MP-013	SUMINISTRO Y APLICACIÓN DE IMPERMEABILIZANTE FESTEGRAL, MARCA FESTER, EN PROPORCIÓN DE 18 KG. (207 M ³) DE CONCRETO (C=250 KG/M ³), INCLUYE ACARREOS DENTRO DE LA OBRA, PROPORCIONAMIENTO DOSIFICADO, MATERIAL, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	M3	14.89	\$145.14	\$2,152.14
	LIMPIEZA				
28LM-002	LIMPIEZA FINAL DE OBRA PARA ENTREGA.	M2	40.00	\$4.42	\$176.74
28LM-003	CARGA POR MEDIOS MANUALES A CAMIÓN Y ACARREO DE MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACIÓN Y LIMPIEZA FUERA DE LA OBRA.	M3	55.77	\$441.48	\$24,621.78
				SUBTOTAL:	\$465,282.34
				I. V. A.:	\$16,488.28
				TOTAL:	\$481,770.62

TABLA 6.5. PRESUPUESTO DEL REACTOR BIOLÓGICO ROTATORIO.

CLAVE	CONCEPTO	U. M.	CANTIDAD	P. U.	IMPORTE
R-105	REACTOR BIOLÓGICO ROTATORIO				
	PRELIMINARES				
11PRE-001	LIMPIA Y DESHIERBE DEL TERRENO. INCLUYE: ACOPIO DE BASURA, RETIRO DE MATERIAL HASTA 20.00 M. DE DISTANCIA HORIZONTAL, INCLUYE MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	M2	15.30	\$1.45	\$22.25
11PRE-027	* TRAZO Y NIVELACION DEL TERRENO INCLUYE: REFERENCIAS, LOCALIZACION ENTRE EJES Y MATERIALES, CON EQUIPO TOPOGRAFICO.	M2	15.30	\$2.30	\$35.13
	CIMENTACIÓN				
12CM-003	EXCAVACION A CIELO ABIERTO, POR MEDIOS MANUALES DE 0 A 2.00 M. EN MATERIAL TIPO I, ZONA A, INCLUYE: MANO DE OBRA, ACARREO A 20.00 M. DE DISTANCIA HORIZONTAL Y HERRAMIENTA.	M3	30.80	\$20.03	\$612.77
12CM-018	ACERO DE REFUERZO EN CIMENTACION DEL N° 4 DE Fy=2530 KG/CM2, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, AMARRES, TRASLAPES, GANCHOS, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	TON	1.46	\$8,277.55	\$9,280.77
12CM-019	ACERO DE REFUERZO EN CIMENTACION DEL N° 8 DE Fy=2530 KG/CM2, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, AMARRES, TRASLAPES, GANCHOS, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	TON	0.39	\$8,280.32	\$2,453.22
12CM-020	ACERO DE REFUERZO EN CIMENTACION DEL N° 8, DE Fy=4300 KG/CM2, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, AMARRES, TRASLAPES, BILLETAS, GANCHOS, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	TON	1.20	\$8,402.44	\$7,682.82
12CM-027	PLANTILLA DE 5 CM. DE ESPESOR DE CONCRETO HECHO EN OBRA DE FC=100 KG/CM2, INCLUYE: PREPARACION DE LA SUPERFICIE, NIVELACION, CIMBRA COMUN EN FRONTERAS, SOLO AREA DE CONTACTO, MAESTREADO Y COLADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	M2	15.30	\$888.53	\$8,514.83
12CM-030	CONCRETO EN CIMENTACION, PREMEZCLADO CLASE A, VAGIADO CON BOMBA, DE FC=250 KG/CM2, REVENDIMIENTO DE 14 CM INCLUYE: MATERIALES, ELABORACION, ACARREOS, COLADO, VIBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	M3	15.00	\$1,312.03	\$19,680.40
12CM-041A	CIMBRA EN CONTRATRADES DE CIMENTACION, ACABADO COMUN, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, HABILITADOS, CIMBRADO DESCOMBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	M2	28.01	\$75.99	\$1,895.97
12CM-044	* SUMINISTRO Y RELLENO DE MATERIAL INERTE (TEPETATE), COMPACTADO CON PISON Y AGUA EN CAPAS DE 20 CM. DE ESPESOR, INCLUYE: ACARREO DE MATERIAL DENTRO DE LA OBRA, MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	M3	31.00	\$116.67	\$3,616.83
	INSTALACIONES HIDRAULICA				
15HD-015	SUMINISTRO, COLOCACION DE INSTALACION DE BOMBA PARA Lodos MOVIBLE DE 3/4 H.P., 3 FASES, 6 HERTZ, 230 VOLTS, 2 POLOS, 3450 R.P.M., CON DIAMETRO DE SUCCION DE 2" (51 MM.) Y DIAMETRO DE DESCARGA DE 1 1/2" (38 MM.) INCLUYE: CONEXIONES, MATERIAL, HERRAMIENTA.	PZA.	1.00	\$13,242.18	\$13,242.18
	HERRERIA				
19HER-085	SUMINISTRO, FABRICACION Y COLOCACION DE GUIA DE ACERO INOXIDABLE, CON REDONDO DE 2 PULGADA DE DIAMETRO Y LONGITUD DE 7.00 MTS, CON TROQUELADOS PARA FIJAR ENGRANES, INCLUYE: SOLDADURA ESMERILADO, MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA (SEGUN DISEÑO).	PZA.	1.00	\$2,487.52	\$2,487.52
19HER-134	SUMINISTRO, MONTAJE Y COLOCACION DE TANQUE DE ACERO INOXIDABLE DE 9.50 METROS POR 1.40 METROS DE DIAMETRO, CON CUATRO DIVISIONES ASTRADAS DE LAMINA CALIBRE 18 CON CUBIERTA ABATIBLE DE LAMINA CON VISOR DE REDONDO DE 1/2 PULGADA, DOS PUERTAS DE MANTENIMIENTO DE 0.85 POR 0.85 METROS Y OCHO DE SUPERVISION LATERAL DE 0.40 POR 0.40 METROS INCLUYE: PLACAS CON BARREROS DE 1" DIAM DE 30X30 CMS X 1/2" DE ESPESOR, MONTAJE HASTA 5 MTS DE ALTURA, SOLDADURA C-8018 DE 1/8" A 1/4" (3 A 6 MM), UNA MANO DE PRIMARIO ANTICORROSIVO EN ESTRUCTURAS MENORES O DE SOPORTE, PLOMO, NIVELADO, MATERIALES, ANDAMIAJE, HERRAMIENTA, EQUIPO Y MANO DE OBRA (SEGUN DISEÑO).	PZA.	1.00	\$87,628.71	\$87,628.71
	ACCESORIOS				
23ACC-002	* SUMINISTRO Y COLOCACION DE MOTOR DE 4 H.P. INCLUYE: REDUCTOR DE VELOCIDAD DE 7 A 10 RPM, FIJACION, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA Y PRUEBAS.	PZA.	1.00	\$8,354.70	\$8,354.70

TABLA 6.5. PRESUPUESTO DEL REACTOR BIOLÓGICO ROTATORIO.

CLAVE	CONCEPTO	U. M.	CANTIDAD	P. U.	IMPORTE
R-104	REACTOR BIOLÓGICO ROTATORIO				
20ESP-001	INSTALACION ESPECIALES SUMINISTRO Y COLOCACION DE BODISCO DE P.V.C. PARA ALOJAR BACTERIA CON CELOSIA HEXAGONAL DE 3/4" (1.9 CM) Y 1.77" (4.5 CM) DE ESPESOR, CON UN DIAMETRO DE 1.50 MTS INCLUYE: TROQUELADO AL CENTRO PARA ALOJAR ENGRANE DE FUACION, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	98 00	\$951.27	\$93,423.86
				MONTO:	\$93,423.86
				I. V. A.:	\$27,268.84
				TOTAL:	\$120,692.70

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

TABLA 8.6. PRESUPUESTO DEL SEDIMENTADOR SECUNDARIO.

CLAVE	CONCEPTO	U. M.	CANTIDAD	P. U.	RESERVA
C-108	SEDIMENTADOR SECUNDARIO, CON CAPACIDAD DE 2.00 M3 (2 000 L)				
	PRELIMINARES				
11PRE-001	LIMPIA Y DESMORFE DEL TERRENO, INCLUYE, ACOPO DE BASURA, RETIRO DE MATERIAL, TIPO I, ZONA A, INCLUYE, MANO DE OBRA, ACARREO A 20 00 M. DE DISTANCIA HORIZONTAL, INCLUYE MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	M2	2.50	\$1.45	\$3.64
11PRE-027	* TRAZO Y NIVELACION DEL TERRENO INCLUYE, REFERENCIAS, LOCALIZACIÓN ENTRE EJES Y MATERIALES, CON EQUIPO TOPOGRAFICO.	M2	2.50	\$2.30	\$5.74
	CIENSTACION				
12CIM-003	EXCAVACION A CIELO ABIERTO, POR MEDIOS MANUALES DE 0 A -2.00 M. EN MATERIAL, TIPO I, ZONA A, INCLUYE, MANO DE OBRA, ACARREO A 20 00 M. DE DISTANCIA HORIZONTAL Y HERRAMIENTA.	M3	2.63	\$30.03	\$96.67
12CIM-018	ACERO DE REFUERZO EN CIMENTACION DEL N°. 4 DE Fy=2530 KG/CM2, INCLUYE MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, AMARRES, TRASLAPES, GANCHOS, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	TON	0.08	\$8,277.56	\$676.65
12CIM-019	ACERO DE REFUERZO EN CIMENTACION DEL N°. 8 DE Fy=2530 KG/CM2, INCLUYE MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, AMARRES, TRASLAPES, GANCHOS, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	TON	0.02	\$8,280.32	\$126.81
12CIM-020	ACERO DE REFUERZO EN CIMENTACION DEL N°. 8, DE Fy=4300 KG/CM2, INCLUYE MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, AMARRES, TRASLAPES, SILLETAS, GANCHOS, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	TON	0.04	\$8,402.44	\$288.10
12CIM-027	PLANTILLA DE 5 CM. DE ESPESOR DE CONCRETO HECHO EN OBRA DE FC=100 KG/CM2, INCLUYE, PREPARACION DE LA SUPERFICIE, NIVELACION, CMBRA COMUN EN FRONTERAS, SOLO AREA DE CONTACTO, MAESTREADO Y COLADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	M2	4.00	\$558.53	\$2,234.13
12CIM-030	CONCRETO EN CIMENTACION, PREMEZCLADO CLASE A, VACIADO CON BOMBA DE FC=250 KG/CM2, REVENDIMIENTO DE 14 CM INCLUYE, MATERIALES, ELABORACION, ACARREOS, COLADO, VIBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	M3	2.25	\$1,312.03	\$2,952.08
12CIM-041A	CMBRA EN CONTRATRASOS DE CIMENTACION, ACABADO COMUN, INCLUYE, MATERIALES, ACARREOS, CORTES, HABILITADOS, CMBRADO DESCMBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	M2	4.75	\$75.58	\$356.03
12CIM-044	* SUMINISTRO Y RELLENO DE MATERIAL INERTE (PETEPATE), COMPACTADO CON PISON Y AGUA EN CAPAS DE 20 CM. DE ESPESOR, INCLUYE, ACARREO DE MATERIAL DENTRO DE LA OBRA, MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	M3	2.30	\$116.67	\$268.35
	ESTRUCTURA				
13EST-002	ACERO DE REFUERZO EN ESTRUCTURA DEL No. 3, DE Fy=4300 KG/CM2, INCLUYE MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, AMARRES, TRASLAPES, SILLETAS, GANCHOS, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	TON	0.13	\$6,402.11	\$832.27
13EST-003	ACERO DE REFUERZO EN ESTRUCTURA DEL No. 4, DE Fy=4300 KG/CM2, INCLUYE MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, AMARRES, TRASLAPES, SILLETAS, GANCHOS, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	TON	2.90	\$6,402.11	\$18,566.13
13EST-004	ACERO DE REFUERZO EN ESTRUCTURA DEL No. 6, DE Fy=4300 KG/CM2, INCLUYE MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, AMARRES, TRASLAPES, SILLETAS, GANCHOS, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	TON	0.40	\$8,337.27	\$2,534.91
13EST-005	ACERO DE REFUERZO EN ESTRUCTURA DEL No. 8, DE Fy=4300 KG/CM2, INCLUYE MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, AMARRES, TRASLAPES, SILLETAS, GANCHOS, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	TON	0.30	\$8,442.57	\$1,832.77
13EST-010A	CMBRA ACABADO APARENTE EN COLUMNAS Y TRABES, A BASE DE TRIPLAY DE PINO DE 18 MM, CON CHAFLANES EN LAS ESQUINAS, REPARADORES Y MÓRCS, INCLUYE, MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, CMBRADO, DESCMBRA, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	M2	0.30	\$79.93	\$23.98
13EST-012A	CMBRA ACABADO APARENTE EN LOSAS Y MUROS, A BASE DE MADERA DE PINO DE 3", INCLUYE, MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, CMBRADO, DESCMBRA, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	M2	22.00	\$80.82	\$1,778.03
13EST-016	CONCRETO EN ESTRUCTURA, PREMEZCLADO CLASE A, VACIADO CON BOMBA DE FC=250 KG/CM2, REVENDIMIENTO DE 14 CM, T.M.A. 3", INCLUYE, ACARREOS, COLADO, VIBRADO, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	M3	3.63	\$1,312.03	\$4,762.86
	INSTALACION HIDRAULICA				
15HD-010A	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBERIA CÉDULA 40 DE 51 MM. DE DIAMETRO PARA LA CONEXION DE CISTERNA A TANQUE ELEVADO CON CODOS, Y NIPLE, ECT. SEGUN PLANOS DE TANQUE. INCLUYE, MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	LOTE	2.00	\$8,881.97	\$18,723.93

TABLA 6.6. PRESUPUESTO DEL SEDIMENTADOR SECUNDARIO.

CLAVE	CONCEPTO	U. E.	CANTIDAD	P. U.	IMPORTE
C-106	SEDIMENTADOR SECUNDARIO, CON CAPACIDAD DE 2.200 M3 (7'000 L)				
15HD-014	SUMINISTRO, COLOCACIÓN DE INSTALACIÓN DE BOMBA SUMERGIBLE TOTAL PARA LÍQUIDOS DE 3 H.P., 3 FASES, 6 HERTZ, 230 VOLTS, 2 POLOS, 3450 R.P.M., CON DIÁMETRO DE SUCCIÓN DE 4" (101 MM) Y DIÁMETRO DE DESCARGA DE 1 1/2" (38 MM) INCLUYE: CONEXIONES, MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	1.00	\$29.212,17	\$29.212,17
16ACA-001	ACABADOS PINTURA DE ESMALTE MARCA COMEX 100 A DOS MANOS, INCLUYE: APLICACIÓN DE PRIMER, MATERIALES, COLORES SEGUN CATALOGO, PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y ANDAMIOS.	M2	8,67	\$23,49	\$203,63
16ACA-006	PINTURA EPÓXICA EPOXINE 100' DE FESTER APLICADA EN MUROS INTERIORES DE CISTERNA A DOS MANOS, INCLUYE: DILUYENTE, LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE, MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	M2	10,00	\$51,72	\$517,19
18HER-022	HERRAMIENTA SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TAPA PARA TANQUE CON ANGULO DE 1"X1/8" Y LÁMINA ANTIESTRIPANTE CAL. 16, DE 0,80X 0,80 M. INCLUYE: PORTA CANDADO Y JALADERA, BRAGRAS DE TUBO ENCONTRADAS, UNA MANO DE PRIMER ANTICORROSIÓN, DOS MANOS DE PINTURA ESMALTE COMEX 100, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	1,00	\$284,85	\$284,85
18HER-024	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE GRAPA PARA ESCALERA MARINA CON VARILLA DE 3/4" DE 0,30 M DE LONGITUD ANCLADA A MURO INCLUYE: PINTURA EPÓXICA, MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	12,00	\$333,63	\$4.002,34
18HER-127A	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE BARRANDAL PERIMETRAL ANGULO DE 1" X 1" Y CUADRADO DE 1/2" A CADA 0,25 M Y 0,80 M DE ALTURA, INCLUYE: BRAGRAS DE PERNO, MATERIALES, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA (SEGUN DISEÑO)	M	1,50	\$408,74	\$613,11
18HER-128	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ESCALONES DE ACERO FORJADO DE 80 X 25 CM6, A CADA 20 CM, INCLUYE: TUBO GALVANIZADO DE 2" LATERALES, MATERIALES, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA (SEGUN DISEÑO)	M	3,75	\$272,32	\$1.021,18
23ACC-002	ACCESORIOS SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MOTOR DE 4 H.P. INCLUYE: REDUCTOR DE VELOCIDAD DE 1/2 A 10 REVOLUCIONES POR MINUTO, FIJACIÓN, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA Y PRUEBAS	PZA	1,00	\$8.354,70	\$8.354,70
24CER-011	CERRAJERÍA SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CANDADO MARCA PHILLIPS MOD. STANDARD, INCLUYE: MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	1,00	\$114,12	\$114,12
27IMP-013	IMPRESIONADO SUMINISTRO Y APLICACIÓN DE IMPERMEABILIZANTE FESTEORAL MARCA FESTER EN PROPORCIÓN DE 16 Kg. por m3 DE CONCRETO Fc=250 KG/CM2 INCLUYE: ACARREOS DENTRO DE LA OBRA, PROPORCIONAMIENTO DOSIFICADO, MATERIAL, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	M3	14,00	\$145,14	\$2.031,96
26LIM-002	LIMPIEZA LIMPIEZA FINAL DE OBRA PARA ENTREGA.	M2	8,00	\$4,42	\$35,35
26LIM-003	LIMPIEZA CARGA POR MEDIOS MANUALES A CAMIÓN Y ACARREO DE MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACIÓN Y LIMPIEZA FUERA DE LA OBRA.	M3	3,67	\$441,49	\$3.521,80
				MONTO:	\$168.789,77
				L.V. A.:	\$18.018,47
				TOTAL:	\$182.808,24

IMPRESIONADO
LIMPIEZA

TABLA 6.7. PRESUPUESTO DE INSTALACIONES COMPLEMENTARIA.

CLAVE	CONCEPTO	U.M.	CANTIDAD	P.U.	SUBTOTAL
PR-106, D-107	INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS				
	INSTALACIÓN HIDRÁULICA				
15HD-003	* SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ELECTRO NIVELES DE 3 PASOS, EN CISTERNA Y TINACO. INCLUYE: ELEMENTOS TÉRMICOS, CONTROL DE ELECTRO NIVELES A TANQUE, TUBERÍA CONDUIT DE 13 MM. PARED DOBLADA, CABLEADO, CONEXIONES, PRUEBAS, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	4.00	\$883.43	\$3,533.71
15HD-033	SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y PRUEBAS DE TUBO DE FIERRO GALVANIZADO DE 75MM. (3") DE DIÁMETRO INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO.	ML	90.00	\$244.08	\$12,303.78
15 HD-106	SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y PRUEBA DE CODO DE 90° EN FIERRO GALVANIZADO DE 75 MM (3") DE DIÁMETRO, INCLUYE: MATERIALES, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	28.00	\$208.90	\$5,379.47
15 HD-107	SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y PRUEBA DE VÁLVULA DE COMPUERTA BRIDADA, MARCA LURIA EN FIERRO DE 75 MM (3") DE DIÁMETRO, INCLUYE: MATERIALES, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	11.00	\$1,035.08	\$11,385.80
	INSTALACIÓN ELÉCTRICA				
17ELE-005	* ALIMENTACIÓN CON CABLE VIVANEL 900, CALIBRE 8 MCA, CONDUIMEX. INCLUYE: 3 CABLES EN LÍNEA, MATERIAL, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	ML	180.00	\$22.57	\$4,063.19
17ELE-006	* REGISTRO ELÉCTRICO DE 60X60X100 CM. CON TAPA DE CONCRETO, INCLUYE: MATERIAL, AFANADO, FULIDO EN INTERIOR, FILTRO DE ORAVA DE 10 CM. DE ESPESOR, PLANTILLA PARA DESLANTE DE RUJO, MARCO Y CONTRAMARCO, EXCAVACIÓN, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	PZA	8.00	\$520.62	\$4,164.96
17ELE-008	* SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE VARILLA COPER WELD DE 3/8" DE DIÁMETRO Y LONGITUD DE 1.5 M. INCLUYE: CABLEADO, MATERIAL, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	PZA	1.00	\$1,563.95	\$1,563.95
17ELE-017	* SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TUBO CONDUIT GALVANIZADO 38 MM. DE DIÁMETRO TIPO LIGERO, INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, CONEXIONES, TRAZO, EXCAVACIÓN Y RELLENO.	ML	180.00	\$53.95	\$9,710.37
17ELE-035	* SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE INTERRUPTOR TERMO MAGNÉTICO CON GABINETE, 3 POLOS, 70-100 AMPS., SQUARED O SIMILAR. INCLUYE: MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	1.00	\$3,412.84	\$3,412.84
17ELE-082	* SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TABLERO DE CONTROL QO-30 MARCA SQUARED CON INTERRUPTORES TERMO MAGNÉTICOS (PASTILLAS DE 15 A 30 AMPS.) INCLUYE: CONEXIONES, BALANCEO DE CIRCUITOS, MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	1.00	\$5,055.19	\$5,055.19
	ACCESORIOS				
23ACC-010	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN TINACO DE PVC (Cloruro de Polí Vinilo) CON CAPACIDAD DE 1100 LITROS CON BASE DE ACERO ESTRUCTURAL (ÁNGULO DE 1" POR 1 1/2" DE ESPESOR) A 5 METROS DE ALTURA, INCLUYE: MATERIALES, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA, (INSTALACIÓN SEGÚN ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE)	PZA	4.00	\$6,781.71	\$27,126.83
23ACC-020	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE DOSIFICADOR DE FLUJO (ROTOMETRO) DE 3" DE DIÁMETRO, EN BRONCE, MARCA UREA O SIMILAR, INCLUYE: MATERIALES, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	4.00	\$3,649.77	\$14,799.07
23ACC-030	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE FILTRO ANÓXICO DE 1.00 METROS DE ALTURA Y 3.70 METROS DE DIÁMETRO, DE PVC (Cloruro de Polí Vinilo) CON RELLENO DE POLIÉSTER DE 1 A 2.5 CM. DE REPARACIÓN ENTRELAZADOS, Y REJILLA DE 0.5 CM. DE ESPESOR EN ACERO INOXIDABLE, BALIDA DE GAS BRIDADA, CON ENTRADAS DE AFLUENTE Y EFLENTE DE 3" INCLUYE: HERRAMIENTA, EQUIPO Y MANO DE OBRA (SEGÚN DISEÑO).	PZA	1.00	\$33,986.76	\$33,986.76
23ACC-035	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TANQUE DOSIFICADOR DE CLORO Y/O METANOL CON CAPACIDAD DE 90 LITROS, DE PVC (Cloruro de Polí Vinilo) CON DOSIFICADOR (ROTOMETRO) 1/2" (1.27CM) BRIDADA, EN ENTRADAS DE AFLUENTE INCLUYE: HERRAMIENTA, EQUIPO Y MANO DE OBRA.	PZA	2.00	\$2,985.27	\$5,770.53
				MONTO:	\$142,146.85
				I. V. A.:	\$21,231.84
				TOTAL:	\$163,378.69

TRABAJO CON
FALLA DE ORIGEN

TABLA 6.8. PRESUPUESTO DE LA CISTERNA DE ALMACENAMIENTO.

CLAVE	CONCEPTO	U. M.	CANTIDAD	P. U.	IMPORTE
PS-100	CISTERNA ALMACENAMIENTO, CON CAPACIDAD DE 20.00 M3 (20'000 L.).				
	PRELIMINARES				
11PRE-001	LIMPIA Y DESHERBE DEL TERRENO, INCLUYE: ACOPIO DE BASURA, RETIRO DE MATERIAL HASTA 20.00 M. DE DISTANCIA HORIZONTAL, INCLUYE: MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	M2	35.28	\$1.45	\$51.30
11PRE-027	* TRAZO Y NIVELACIÓN DEL TERRENO INCLUYE: REFERENCIAS, LOCALIZACIÓN ENTRE EJES Y MATERIALES, CON EQUIPO TOPOGRÁFICO.	M2	35.28	\$2.30	\$81.01
12CM-003	CIMENTACIÓN EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO, POR MEDIOS MANUALES DE 0 A -2.00 M. EN MATERIAL TIPO I, ZONA A, INCLUYE: MANO DE OBRA, ACARREO A 20.00 M. DE DISTANCIA HORIZONTAL Y HERRAMIENTA.	M3	25.00	\$20.03	\$500.83
12CM-015	ACERO DE REFUERZO EN CIMENTACIÓN DEL N° 2 DE Fy=2530 KG/CM2, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, AMARRES, TRASLAPES, GANCHOS, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	TON	0.05	\$7,970.43	\$398.52
12CM-017	ACERO DE REFUERZO EN CIMENTACIÓN DEL N° 3, DE Fy=4300 KG/CM2, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, AMARRES, TRASLAPES, BILLETAS, GANCHOS, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	TON	0.87	\$8,335.00	\$4,244.45
12CM-027	PLANTILLA DE 5 CM. DE ESPESOR DE CONCRETO HECHO EN OBRA DE FC=100 KG/CM2, INCLUYE: PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE, NIVELACIÓN, CIMBRA COMÚN EN FRONTERAS, SOLO ÁREA DE CONTACTO, MAESTREADO Y COLADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	M2	16.42	\$558.53	\$9,138.25
12CM-030	CONCRETO EN CIMENTACIÓN, PREMEZCLADO CLASE A, VACIADO CON BOMBA DE FC=250 KG/CM2, REVENDIMIENTO DE 14 CM. INCLUYE: MATERIALES, ELABORACIÓN, ACARREOS, COLADO, VIBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	M3	9.87	\$1,312.34	\$12,880.32
12CM-040	CIMBRA EN LOGAS DE CIMENTACIÓN, ACABADO COMÚN, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, HABILITADOS, CIMBRADO DESCIMBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	M2	18.19	\$74.82	\$1,381.03
12CM-041	CIMBRA EN MUROS DE CIMENTACIÓN, ACABADO COMÚN, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, HABILITADOS, CIMBRADO DESCIMBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	M2	139.80	\$75.59	\$10,588.79
12CM-044	* SUMINISTRO Y RELLENO DE MATERIAL INERTE (TEPETATE), COMPACTADO CON PRISON Y AGUA EN CAPAS DE 20 CM. DE ESPESOR, INCLUYE: ACARREO DE MATERIAL DENTRO DE LA OBRA, MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	M3	4.30	\$118.67	\$501.88
12CM-045	* SUMINISTRO Y RELLENO DE MATERIAL (ORAVA CONTROLADA) PROPORCIÓN 70/30 TEZONTE, TEPETATE, COMPACTADO POR MEDIOS MANUALES EN CAPAS DE 18 CM. DE ESPESOR PARA FORMACIÓN DE PLATAFORMA, INCLUYE: MANO DE OBRA, ACARREOS Y HERRAMIENTA.	M3	5.80	\$124.88	\$724.37
12CM-047	EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO, POR MEDIOS MANUALES DE -2.00 A -4.00 M. EN MATERIAL TIPO I, ZONA A, INCLUYE: MANO DE OBRA, ACARREO A 20.00 M. DE DISTANCIA HORIZONTAL Y HERRAMIENTA.	M3	10.00	\$62.94	\$629.40
13EST-002	ESTRUCTURA ACERO DE REFUERZO EN ESTRUCTURA DEL N° 3, DE Fy=4300 KG/CM2, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, AMARRES, TRASLAPES, BILLETAS, GANCHOS, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	TON	0.05	\$8,402.11	\$330.11
13EST-010	CIMBRA ACABADO APARENTE EN MUROS, A BASE DE TRIPLAY DE PINO DE 18 MM. CON CHAFLANES EN LAS ESQUINAS, SEPARADORES Y MÓDULOS, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, CIMBRADO, DESCIMBRA, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	M2	3.24	\$79.93	\$258.98
13EST-012A	CIMBRA ACABADO APARENTE EN LOGAS Y MUROS, A BASE DE MADERA DE PINO DE 3x, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, CIMBRADO, DESCIMBRA, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	M2	0.75	\$80.82	\$60.61
13EST-018	CONCRETO EN ESTRUCTURA, PREMEZCLADO CLASE A, VACIADO CON BOMBA DE FC=250 KG/CM2, REVENDIMIENTO DE 14 CM. T.M.A. 3/4", INCLUYE: ACARREOS, COLADO, VIBRADO, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	M3	3.70	\$1,312.03	\$4,854.90
	ALBANELERÍA				
14ALB-002	APLACADO ACABADO FINO EN MUROS DE PLANTA BAJA, CON MORTERO CEMENTO ARENA 1:4, A PLOMO Y REGLA, INCLUYE: REMATES, BOCUILLAS, MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	M2	14.80	\$48.71	\$680.83
14ALB-022	CADENA Y/O CASTILLO DE 15x30 CM. DE CONCRETO HECHO EN OBRA DE FC=300 KG/CM2, ACABADO APARENTE, ARMADO CON 4 VARRILLAS DE 3/8" Y ENTRELOS DEL N° 2 A CADA 20 CM., INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, TRASLAPES, ANCLAJE HASTA 50 CM., AMARRES, CIMBRADO, COLADO, DESCIMBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	M	6.83	\$91.45	\$623.72
14ALB-041	MURO DE 14 CM. DE ESPESOR, DE TABIQUE ROJO RECOCIDO, ALENTADO CON MORTERO CEMENTO ARENA ACABADO APARENTE, JUNTAS DE 1.5 CM. A 2.00 CM. DE ESPESOR, HASTA UNA ALTURA DE 3.5 M., INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	M2	7.30	\$284.04	\$2,083.51

TRABAJOS CON
FALLA DE OBRAS

TABLA 6.8. PRESUPUESTO DE LA CISTERNA DE ALMACENAMIENTO.

CLAVE	CONCEPTO	U. M.	CANTIDAD	P. U.	IMPORTE
PS-100	CISTERNA ALMACENAMIENTO, CON CAPACIDAD DE 26.26 M3 (20'000 LL.				
	INSTALACIÓN HERRÁMICA				
15HD-010	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TUBO GALVANIZADO CÉDULA 40 DE 51 MM DE DIÁMETRO PARA LA VENTILACIÓN DE CISTERNAS, 57 CM DE LONGITUD CON 2 CODOOS Y 1 NIPLE, SEGÚN PLANOS DE CISTERNAS. INCLUYE MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	1.00	\$808.40	\$808.40
15HD-016	SUMINISTRO, COLOCACIÓN DE INSTALACIÓN DE BOMBA SUMERIBLE PARA CODOOS DE 1/4 H.P., 3 FASES, 6 HERTZ, 230 VOLTS, 2 POLOS, 3450 R.P.M. CON DIÁMETRO DE SUCCIÓN DE 2" (51 MM.) Y DIÁMETRO DE DESCARGA DE 1 1/2" (38 MM.). INCLUYE: CONEXIONES, MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	1.00	\$5,263.19	\$5,263.19
15HD-033	SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y PRUEBAS DE TUBO DE FIERRO GALVANIZADO DE 75MM (3") DE DIÁMETRO. INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO.	M	20.00	\$244.08	\$4,881.52
15 HD-105	SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y PRUEBA DE CODO DE 90 ° EN FIERRO GALVANIZADO DE 75 MM (3") DE DIÁMETRO, INCLUYE: MATERIALES, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	1.00	\$208.90	\$208.90
15 HD-108	SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y PRUEBA DE TUERCA UNIÓN EN FIERRO GALVANIZADO DE 75 MM (3") DE DIÁMETRO, INCLUYE: MATERIALES, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	2.00	\$311.33	\$622.66
15 HD-107	SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y PRUEBA DE VÁLVULA DE COMPUERTA BRIDADA, MARCA URREA EN FIERRO DE 75 MM (3") DE DIÁMETRO, INCLUYE: MATERIALES, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	1.00	\$1,035.08	\$1,035.08
15 HD-108	SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y PRUEBA DE PICHANCHA DE SUCCIÓN, MARCA URREA EN COBRE DE 75 MM (3") DE DIÁMETRO, INCLUYE: MATERIALES, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	1.00	\$1,008.05	\$1,008.05
	ACABADOS				
16ACA-001	PINTURA DE ESMALTE MARCA COMEX 100 A DOS MANOS, INCLUYE: APLICACIÓN DE PRIMER, MATERIALES, COLORES SEGÚN CATÁLOGO, PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE, MANO DE OBRA, EQUIPO, HERRAMIENTA Y ANDAMIOS.	M2	5.80	\$23.49	\$136.23
16ACA-005	PINTURA EPÓXICA "EPOXINE 100" DE FESTER APLICADA EN MUROS INTERIORES DE CISTERNA A DOS MANOS, INCLUYE: DILUYENTE, LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE, MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	M2	46.20	\$51.72	\$2,389.43
	HERRAJES				
19HER-021	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TAPA METÁLICA PARA REGISTRO DE CISTERNA DE 60280 CM., CON ÁNGULOS Y LÁMINA ANTIDERRAPANTE CAL. 20. INCLUYE: UNA MANO DE PRIMER ANTICORROSIVO, DOS MANOS DE PINTURA ESMALTE COMEX 100, MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	1.00	\$206.33	\$206.33
19HER-022	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TAPA PARA CARCAMO SECO DE CISTERNA CON ÁNGULO DE 1"X1/8" Y LÁMINA ANTIDERRAPANTE CAL. 18, DE 0.80X 0.60 M. INCLUYE PORTA CANDADO Y JALADERA, BRAGARAS DE TUBO ENCONTRADAS, UNA MANO DE PRIMER ANTICORROSIVO, DOS MANOS DE PINTURA ESMALTE COMEX 100, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	1.00	\$284.65	\$284.65
19HER-024	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE GRAPA PARA ESCALERA MARINA CON VARILLA DE 3/4" DE 0.30 M DE LONGITUD ANCLADA A MURO. INCLUYE: PINTURA EPÓXICA, MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	10.00	\$333.53	\$3,335.26
19HER-127	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PROTECCIÓN PARA BOMBA A BASE DE ÁNGULO Y SOLDERA. INCLUYE: BRAGARAS DE FIERRO, MATERIALES, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA, (SEGÚN DISEÑO).	PZA	1.00	\$308.77	\$308.77
	CERRAJERÍA				
24CER-011	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CANDADO MARCA PHILLIPS MOD. STANDARD, INCLUYE: MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	2.00	\$140.10	\$280.19
	IMPERMEABILIZACIÓN				
27IMP-013	SUMINISTRO Y APLICACIÓN DE IMPERMEABILIZANTE FESTEGRAL, MARCA FESTER, EN PROPORCIÓN DE 16 Kg por m3 DE CONCRETO Fc=250 KG/CM2, INCLUYE ACARREOS DENTRO DE LA OBRA, PROPORCIONAMIENTO DOSIFICADO, MATERIAL, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	M3	13.40	\$145.14	\$1,944.91
	LIMPIEZA				
28LIM-002	* LIMPIEZA FINAL DE OBRA PARA ENTREGA.	M2	37.20	\$4.42	\$164.37
28LIM-003	* CARGA POR MEDIOS MANUALES A CAMIÓN Y ACARREO DE MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACIÓN Y LIMPIEZA FUERA DE LA OBRA.	M3	45.50	\$441.49	\$20,087.68
				REDITO:	\$66,916.74
				L. V. A.:	\$13,082.51
				TOTAL:	\$100,000.00

TRABAJOS CON
FALLA DE OMBEN

TABLA 6.9. PRESUPUESTO DEL TANQUE DIGESTOR DE LODOS.

CLAVE	CONCEPTO	U.E.	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
PS-100	TANQUE DIGESTOR DE LODOS CAPACIDAD DE 1.80 M ³ (CISTERNA DE 2000 L EN PVC) Y CISTERNA DE 2000 L DE IGUAL CAPACIDAD, PARA ALIMENTAR CLARIFICADOR.				
	PRELIMINARES				
11PRE-001	LIMPIA Y DESHERBE DEL TERRENO, INCLUYE: ACOPO DE BASURA, RETIRO DE MATERIAL HASTA 20.00 M. DE DISTANCIA HORIZONTAL, INCLUYE: MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	M2	10.00	\$1.45	\$14.54
11PRE-027	TRAZO Y NIVELACIÓN DEL TERRENO, INCLUYE: REFERENCIAS, LOCALIZACIÓN ENTRE EJES Y MATERIALES, CON EQUIPO TOPOGRÁFICO	M2	10.00	\$2.30	\$22.88
	CONCRECIÓN				
12CM-003	EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO, POR MEDIOS MANUALES DE 0 A -2.00 M. EN MATERIAL TIPO I, ZONA A, INCLUYE: MANO DE OBRA, ACARREO A 20.00 M. DE DISTANCIA HORIZONTAL Y HERRAMIENTA.	M3	8.00	\$20.03	\$160.20
12CM-027	PLANTILLA DE 5 CM. DE ESPESOR DE CONCRETO HECHO EN OBRA DE FC=100 KG/CM2, INCLUYE: PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE, NIVELACIÓN, CUBRA COMÚN EN FRONTERAS, SOLO ÁREA DE CONTACTO, MAESTREADO Y COLADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	M2	10.00	\$506.53	\$5,065.32
12CM-044	* SUMINISTRO Y RELLENO DE MATERIAL INERTE (TERETATE), COMPACTADO CON PISÓN Y AGUA EN CAPAS DE 20 CM. DE ESPESOR, INCLUYE: ACARREO DE MATERIAL DENTRO DE LA OBRA, MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	M3	1.22	\$118.67	\$142.34
12CM-045	* SUMINISTRO Y RELLENO DE MATERIAL (GRAVA CONTROLADA) PROPORCIÓN 70-30 TERZONTE- TERETATE, COMPACTADO POR MEDIOS MANUALES EN CAPAS DE 15 CM. DE ESPESOR PARA FORMACIÓN DE PLATAFORMA, INCLUYE: MANO DE OBRA, ACARREOS Y HERRAMIENTA.	M3	0.75	\$124.89	\$93.67
	ALBANELERÍA				
14ALB-002	APLANADO ACABADO FINO EN MUROS DE PLANTA BAJA, CON MORTERO CEMENTO ARENA 1:4, A FLOJO Y REGLA, INCLUYE: REMATES, BOQUILLAS, MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	M2	13.50	\$46.71	\$630.56
14ALB-030	PISO DE 10 CM. DE ESPESOR DE CONCRETO HECHO EN OBRA DE FC=200 KG/CM2, ACABADO ESCOBILLADO, ARMADO CON MALLA ELECTROBOLDADA CALIBRE #8/8 6, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, TRASLAFES, ANCLAJE, AMARRES, CAMARRO, COLADO, DESCAMBADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	M2	10.00	\$153.82	\$1,538.26
	INSTALACIÓN HIDRÁULICA				
15HD-010	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TUBO GALVANIZADO CÉDULA 40 DE 51 MM DE DIÁMETRO PARA LA VENTILACIÓN DE CISTERNAS, 97 CM. DE LONGITUD CON 2 CODOS Y 1 NIPLE SEGÚN PLANOS DE CISTERNAS, INCLUYE: MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	2.00	\$608.40	\$1,216.81
15HD-018	SUMINISTRO, COLOCACIÓN DE INSTALACIÓN DE BOMBA SUMERGIBLE PARA LODOS DE 1/4 H.P., 3 FASES, 6 HERTZ, 230 VOLTS, 2 POLOS, 3450 R.P.M., CON DIÁMETRO DE SUCCIÓN DE 4" (101 MM.) Y DIÁMETRO DE DESCARGA DE 1 1/2" (38 MM.). INCLUYE: CONEXIONES, MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	2.00	\$5,263.19	\$10,526.37
15HD-033	SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y PRUEBAS DE TUBO DE FIERRO GALVANIZADO DE 75MM (3") DE DIÁMETRO INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO	M	22.00	\$244.06	\$5,389.67
15 HD-105	SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y PRUEBA DE CODO DE 90° EN FIERRO GALVANIZADO DE 75 MM (3") DE DIÁMETRO, INCLUYE: MATERIALES, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	6.00	\$208.90	\$1,241.42
15 HD-106	SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y PRUEBA DE TUERCA UNIÓN EN FIERRO GALVANIZADO DE 75 MM (3") DE DIÁMETRO, INCLUYE: MATERIALES, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	4.00	\$311.33	\$1,245.31
15 HD-107	SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y PRUEBA DE VÁLVULA DE COMPUERTA BRIDADA, MARCA URREA EN FIERRO DE 75 MM (3") DE DIÁMETRO, INCLUYE: MATERIALES, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	2.00	\$1,036.08	\$2,072.16
15 HD-108	SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y PRUEBA DE PICHANCHA DE SUCCIÓN, MARCA URREA EN COBRE DE 75 MM (3") DE DIÁMETRO, INCLUYE: MATERIALES, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	2.00	\$1,030.05	\$2,018.08
	HERBERÍA				
19HER-022	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TAPA PARA CARGAMBO SECO DE CISTERNA CON ÁNGULO DE 1'X18" Y LÁMINA ANTIDERRAPANTE CAL. 18, DE 0.80X0.80 M. INCLUYE: PORTA CANDADO Y JALADERA, BRAGARAS DE TUBO ENCONTRADAS, UNA MANO DE PRIMER ANTICORROSIÓN, DOS MANOS DE PINTURA ESMALTE COMEX 100, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	2.00	\$284.65	\$569.30
	ACCESORIOS				
23ACC-012	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN CISTERNA DE PVC (Cloruro de Polí Vinilo) CON CAPACIDAD DE 3000 LITROS, MATERIALES, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA (INSTALACIÓN SEGÚN ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE).	PZA	4.00	\$7,525.36	\$30,101.57
	CERRAJERÍA				
24CER-011	SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CANDADO MARCA PHILLIPS MOD. STANDARD, INCLUYE: MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.	PZA	2.00	\$140.10	\$280.19

TRABAJOS CON
FALLA DE ORIGEN

TABLA 6.9. PRESUPUESTO DEL TANQUE DIGESTOR DE LODOS.

CLAVE	CONCEPTO	U. M.	CANTIDAD	P. U.	RESERVA
PS-100	TANQUE DIGESTOR DE LODOS CAPACIDAD DE 1,20 M3 (CISTERNA DE 2000 L EN PVC) Y CISTERNA DE IGUAL CAPACIDAD, PARA ALIMENTAR CLARIFICADOR.				
	LIMPIEZA				
26LM-002	* LIMPIEZA FINAL DE OBRA PARA ENTREGA.	M2	10,00	\$4,42	\$44,19
26LM-003	* CARGA POR MEDIOS MANUALES A CAMIÓN Y ACARREO DE MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACIÓN Y LIMPIEZA FUERA DE LA OBRA.	M3	12,00	\$441,40	\$5.297,65
				MONTO:	\$55.925,75
				I. V. A.:	\$15.208,46
				TOTAL:	\$71.134,21

TRABAJOS CON
FALLA DE ORIGEN

6.2 Costos de operación y mantenimiento.

Durante la operación de la planta de tratamiento, se deberán considerar los siguientes gravámenes anuales, al costo inicial de la planta de tratamiento: Intereses sobre el préstamo (si se realizó éste), puede variar substancialmente dependiendo de la institución que concede el préstamo; amortización del préstamo, este es la forma de liquidar o reducir de manera paulatina una deuda, mediante pagos periódicos, generalmente de la misma cuantía, que cubren un tanto por ciento de interés, el monto anual puede calcularse por la ecuación 6.2; depreciación de la planta, que es la baja de valor de cualquier activo material, debida al desgaste o a su caída en desuso, se calcula sobre el costo original del activo, vida estimada y depreciación anual, la tabla 6.10, muestran la vida estimada y el porcentaje de depreciación anual de una planta de tratamiento. La ecuación 6.3 indica el monto de depreciación anual; seguros, operación y mantenimiento incluyendo reemplazos menores, estos conceptos incluyen el personal, productos químicos, electricidad, combustible transporte, mantenimiento, y reparaciones, reemplazos menores, renta y otros costos directos.

$$A = \frac{Pm(1+m)^n}{(1+m)^n - 1} \quad (6.2)$$

Donde:

- A = Amortización anual
- P = Valor presente del préstamo
- m = Periodo de amortización (años)
- n = Vida útil del proyecto (años)

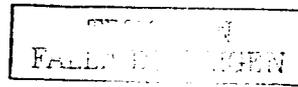
Tabla 6.10. Vida estimada y depreciación anual.

Concepto	Vida estimada (años)	Depreciación anual (% del capital)
1. Planta de tratamiento promedio	30	6
2. Estaciones de bombeo (maquinaria)	15	10
3. Todo el equipo y tuberías	15	10

$$A_d = \frac{Pm}{(1+m)^n - 1} \quad (6.3)$$

Donde:

- A_d = Depreciación monto anual requerido para producir a n años y tasa de interés, un montó F.



6.3 Valor presente del proyecto.

El valor presente, se refiere a los gastos futuros que se consideran y se convierten a costo en valor presente, al comienzo del período de evaluación. Para ello, se debe utilizar una tasa de descuento representativa del valor del dinero en el período de evaluación; es decir, representativa de la capacidad del dinero de ganar interés. Este método se prefiere cuando la vida útil de las diferentes alternativas de diseño es igual. El valor presente de un proyecto, se calcula por la siguiente ecuación.

VP = (costo inicial) + (valor presente del costo anual) – (valor presente de salvamento)

$$V_p = C_0 + C \left(\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right) - V_s \left(\frac{1}{(1+i)^n} \right) \quad (6.4)$$

Donde:

- V_p = Valor presente del proyecto
- C₀ = Costo inicial del proyecto
- C = Costo total anual de operación y mantenimiento
- n = Vida útil del proyecto
- i = Tasa de interés o costo del dinero
- V_s = Valor de salvamento

La tabla 6.11, ordena los valores conforme a porcentajes, del costo inicial del proyecto.

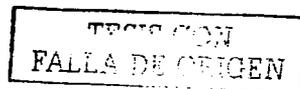
Tabla 6.11. Parámetros para el cálculo del valor presente del proyecto.

Concepto	Porcentaje	Resultado
Costo inicial del proyecto (C ₀)	100% C ₀	\$ 1,512,195.61
Costo total anual de operación y mantenimiento (C)	5% C ₀	\$ 75,609.78
Vida útil del proyecto (n)		30 años
Tasa de interés o costo del dinero (i)		26%
Valor de salvamento (V _s)	6% C ₀	\$ 90,731.74

El valor presente del proyecto es:

$$VP = \$ 1,512,195.61 + \$ 75,609.78 \left(\frac{(1 + 0.26)^{30} - 1}{0.26 (1 + 0.26)^{30}} \right) - \$ 90,731.74 \left(\frac{1}{(1 + 0.26)^{30}} \right)$$

$$V_p = \$ 1,802,630.56$$



6.4 Costo unitario de agua tratada.

El costo unitario del agua tratada se obtiene de la relación, valor presente del proyecto, entre el número de años de la vida útil de la planta, entre el gasto anual (m³/año) mediante la ecuación 6.5.

$$\text{Costo unitario de agua tratada} = \frac{V_p / n (\$/\text{año})}{\text{Gasto anual (m}^3/\text{año)}} \quad (6.5)$$

$$Q_{\text{anual de agua tratada}} = 59.10 \text{ m}^3/\text{día} * 365 \text{ días/año} = 21,571.5 \text{ m}^3/\text{año}$$

$$\text{Costo unitario de agua tratada} = \frac{\$ 1,802,630.56/30 \text{ años}}{21,571.5 \text{ m}^3/\text{año}}$$

Nos cuesta producir un metro cúbico de agua tratada, \$ 2.79 /m³.

Si el metro cúbico de agua potable le cuesta a la Institución \$ 11.38/m³ (fuente CAEM antes CEAS), para un consumo de 248.88 m³/día, la misma paga un valor de \$2,832.22/día. Con el volumen de agua producida, por el sistema de tratamiento propuesto (58.86 m³/día, ver capítulo V, inciso 5.11) a un costo de \$ 2.79 /m³ de agua tratada se tiene un ahorro del 17.9%, ver tabla 6.12.

Tabla 6.12. Ahorro estimado por día, al instalar el sistema de tratamiento propuesto en la E.N.E.P. Aragón.

Consumo	Volumen (m ³ /día)	Costo unitario (\$/m ³)	Importe (\$/día)	Porcentaje
	(1)	(2)	(3) = (1)*(2)	
Agua potable suministrada por el municipio a la institución.	248.88	11.38	2,832.25	100%
Agua tratada que producirá el sistema de tratamiento.	58.86	2.79	164.22	82.1%
Agua suministrada por el municipio después de que el sistema de tratamiento entre en operación.	190.02	11.38	2,162.43	
Ahorro total por día.			\$ 505.60/día	17.9%

Durante un año de operación de la planta de tratamiento tendrá un ahorro de:

$$\text{\$ } 505.60 / \text{día} * 365 \text{ días/año} = \text{\$ } 184,544.00 / \text{año}$$

No teniendo que pagar esta cantidad de dinero al consumo de agua potable.

6.5 Evaluación económica. Tasa interna de rendimiento (TIR).

El estudio de la evaluación económica es la parte final de análisis de la factibilidad de un proyecto. Es importante recordar algunos términos económico y el desglose de fórmulas, para efectuar esta evaluación.

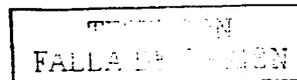
La tasa interna de rendimiento (TIR) o criterio de rentabilidad se cita muy frecuentemente como base para evaluar alternativas de inversión. La TIR se define como la tasa de descuento que hace que el valor presente de entradas de efectivo sea igual a la inversión neta relacionada con un proyecto. En otras palabras, la TIR es la tasa de descuento que hace que el valor presente neto VPN de una oportunidad para que la inversión sea igual a cero, ya que las entradas VP (valor presente) son iguales a la inversión neta (Lawrence J., 1974).

El criterio de decisión cuando se utiliza la TIR para tomar decisiones de “aceptación – rechazo” es la siguiente: Si la $TIR \geq$ costo de capital, aceptar el proyecto; para que el mismo sea aceptable, la TIR debe ser mayor o por lo menos igual al costo de capital o tasa de oportunidad de la empresa o inversión (Lawrence J., 1974); Gabriel B. (1995), menciona que la TIR es la tasa de descuento que hace que el VPN sea igual a cero.

Gabriel B. (1995) define el valor presente neto (VPN), como el valor monetario que resulta de restar la suma de los flujos descontados a la inversión inicial y depende exclusivamente de una tasa de interés (i). Cuando se hacen cálculos de pasar en forma equivalente, dinero del presente al futuro se utiliza una (i) de interés o de crecimiento del dinero. De esta forma este método toma en cuenta el valor del dinero a través del tiempo.

Se sabe que el dinero disminuye su valor real con el paso del tiempo, a una tasa aproximadamente igual al nivel de inflación vigente y por otras razones, como la pérdida de liquidez ante desajustes de la política económica vigente.

Supóngase que se deposita una cantidad presente (P) en un banco, en la misma forma que se invierte cierta cantidad de dinero en una empresa. Esta cantidad, después de cierto tiempo de estar depositada en el banco o invertida en una empresa, deberá generar una ganancia a cierto porcentaje o de la inversión inicial P . Si de momento se le llama (i) a esa tasa de ganancia y (n) al número de periodos de tiempo en que ese dinero gana la tasa de interés (i), (n) sería entonces el número de periodos capitalizables. Con estos datos, la forma en que crecería el dinero depositado en un banco, sin retirar los intereses o ganancias generados, sería:



En el primer período de capitalización ($n = 1$), generalmente un año, denominando F (futuro) a la cantidad acumulada en ese futuro:

$$F_1 = P + Pi = P(1 + i) = P(1 + i)^1$$

En el período $n = 2$, la cantidad acumulada hacia el fin de año sin retirar la primera ganancia (Pi) sería la cantidad acumulada en el primer período ($P + Pi$), más esa misma cantidad multiplicada por el interés que se gana por período:

$$F_2 = P + Pi + (P + Pi)i = P + Pi + Pi + Pi^2 = P(1 + 2i + i^2) = F_1 + P(1 + i)^2$$

Siguiendo el mismo razonamiento para encontrar F_1 y F_2 sin que se hayan retirado los intereses, la cantidad acumulada en un futuro, después de (n) períodos de capitalización, puede expresarse como:

$$F_n = P(1 + i)^n$$

Pero cuando se requiere pasar cantidades futuras al presente, como es este caso se usa una "tasa de descuento" llamada así por que descuenta el valor en el futuro a su equivalente en el presente, tenemos:

$$P = \frac{F_n}{(1 + i)^n}$$

Lincoyán P. (2000), define $(1 + i)^n$ como factor de valor futuro.

Si se desconoce el valor del dinero en el futuro, pero éste se acerca al máximo rendimiento (100%) se tiene el factor determinante del valor presente (VP), siendo:

$$\text{Factor determinante} = \frac{1}{(1 + i)^n}$$

Para el cálculo de la TIR en este proyecto se considera como flujos de entrada: Para el primer año, la inversión del proyecto para su construcción y puesta en marcha (valor presente del proyecto) y para los siguientes años, el ahorro económico durante un año de operación de la planta, obtenido anteriormente en este capítulo, ya que en este proyecto no se obtienen ganancias (flujos de capital), sino ahorros económicos por sustitución del agua potable, a la tratada. La tabla 6.13, ordena estos valores para realizar la evaluación económica por medio de la TIR.

ANÁLISIS DE COSTOS

Tabla 6.13. Cálculo de la tasa interna de rendimiento (TIR), para la planta de tratamiento de agua residual en la E.N.E.P. Aragón.

(n)	Entrada de cajas	(i)	Factor determinante del (VP)	Valor presente (VP)
Año	(1)	Tasa de interés	(2)	(3) = (1) * (2)
1	\$1,802,630.56	26.00%	0.7937	\$1,430,659.17
2	\$184,544.00	26.00%	0.6299	\$115,847.59
3	\$184,544.00	26.00%	0.4999	\$91,942.53
4	\$184,544.00	26.00%	0.3968	\$72,970.26
5	\$184,544.00	26.00%	0.3149	\$57,912.91
6	\$128,641.85	26.00%	0.2499	\$33,298.10
Valor presente (VP) de entrada en cajas (sumatoria de (3)):				\$1,802,630.56
Menos, inversión neta:				- \$1,802,630.56
Valor presente neto (VPN):				\$ 0.00

Como se observa en la tabla 6.13, para el proyecto propuesto se tiene una recuperación de flujos de capital, (VPN sea igual a cero) en 5.7 años. Si pensamos en un proyecto lucrativo, con cinco años de recuperación del costo de capital o tasa de oportunidad, la planta de tratamiento de aguas residuales no es rentable.

Sin embargo, el proyecto esta elaborado para proporcionar un beneficio social, para la preservación del ambiente y disminuir la demanda del suministro de agua potable al municipio y crear una conciencia ambiental del reuso del agua tratada en áreas que no requieran de la calidad del agua potable.

TESIS DE
FALLA DE DISEÑO

CAPÍTULO VII

Mantenimiento de la planta.

Existe la posibilidad de que, en determinados momentos o períodos, las plantas de tratamiento presenten deficiencias de funcionamiento. Esto puede ser debido a circunstancias diversas, como la falta de corriente eléctrica, un mal funcionamiento del sistema por obstrucción, destrucción del cultivo bacteriano por vertidos tóxicos y falta de alimentación, etc. ocasionando algunas veces que el sistema se desestabilice y no se alcancen los porcentajes de remoción adecuados o esperados. En estos casos, no es posible suministrar a los usuarios agua en condiciones adecuadas, razón por la que en aquellas zonas en las que sea necesario asegurar el volumen de agua suministrada, el operador debe tener formas de solucionar estas deficiencias. Todo el equipo de transporte y de uso del agua tratada debe ser inspeccionado rutinariamente. El mantenimiento preventivo reducirá las pérdidas indebidas de agua de las cañerías de transporte y del equipo deteriorado o deficiente, reduciendo al mismo tiempo el peligro sanitario. El control y la vigilancia de las zonas de uso es un aspecto poco profundizado en muchos proyectos de recuperación. Es necesario que éstos se diseñen y funcionen de manera que se proteja perfectamente la salud pública. Es apropiado y recomendable imponer controles en las instalaciones y las zonas de uso. El sólo hecho de establecer criterios de calidad no garantiza la protección sanitaria. Uno de los problemas es la falta de personal en la estación durante las 24 horas del día, por problemas económicos. También, la falta de análisis para el control a intervalos regulares y aceptables. Entre las deficiencias que se mencionan con respecto a las características de las plantas de tratamiento se deben señalar: Fiabilidad de los sistemas de desinfección, falta de fuentes alternativas de energía y falta de instrucciones para situaciones de emergencia. Los sistemas que garanticen la fiabilidad pueden ser métodos de alarma, suministros alternativos de energía eléctrica, duplicaciones de determinados procesos de tratamiento, formas de almacenamiento o eliminación del agua mal tratada, aparatos de control y controladores automáticos.

Desde el punto de vista sanitario, las previsiones para que haya una desinfección adecuada y fiable representan a las características esenciales de los procesos de tratamiento de las aguas residuales.

7.1 Riesgo derivado de la aplicación de agua tratada.

El usuario principal del agua tratada es el trabajador agrícola, jardinero, el operador de la planta, etc., que debe utilizar el agua para los diferentes usos previstos. Se deben tomar medidas adecuadas para garantizar la protección de los trabajadores en las zonas de reutilización. Es muy importante que estos trabajadores conozcan en profundidad los peligros sanitarios y no olviden las normas de seguridad.

7.2 Medidas de seguridad en la planta.

Todo individuo que esté en contacto con el agua tratada proveniente de los procesos de tratamiento biológicos, debe tomar medidas de seguridad necesarias para evitar y prevenir la transmisión de enfermedades patógenas. Esto implica que los responsables de las zonas de uso también deben conocer los aspectos sanitarios de la reutilización. Todo el que esté relacionado con la reutilización debe mantener un nivel elevado de cuidado y precaución, ya que siempre hay un cierto grado de posibilidad de fallos del equipo o de errores humanos.

Deben existir botiquines de primeros auxilios en la planta.

Se recomienda que todos los trabajadores que entren en contacto con el agua residual tratada durante su jornada de trabajo se cambien de ropa y se laven perfectamente una vez terminado el trabajo y antes de dejar la zona de uso.

Se recomienda no introducir alimentos dentro de la planta.

Agua potable segura para beber, almacenada en contenedores cerrados herméticamente y protegidos del contacto con el agua tratada y el polvo.

Con respecto a los peatones y los vecinos de las viviendas próximas a la zona de aplicación, se deben prever medios adecuados de información. Esta, debe incluir señales visibles en la zona de riego, que indiquen claramente que el agua que se está usando en la zona es agua recuperada a partir de agua residual.

Las señales deben estar situadas en lugares necesariamente visibles; las letras deben ser lo suficientemente grandes como para que se puedan leer a distancia. Deben decir "Agua residual tratada: evitar el contacto" o bien "Agua residual tratada: no beber".

Todas las válvulas, salidas o cabezales de aspersor deberán estar convenientemente señalizados para avisar a la gente que el agua no es potable ni segura para beber o bañarse; además, el material sólo debe ser utilizado por personal autorizado.

Se deben tomar las precauciones necesarias para asegurar que el agua tratada no entre en contacto con las personas y que no alcance las vías de paso, caminos, fuentes de agua potable, embalses o depósitos o zonas que no estén bajo el control del usuario.

Se debe asegurar que existe un número adecuado de fuentes de agua potable, plenamente identificadas, de manera que la gente no se confunda con las fuentes de agua tratada. Las fuentes de agua potable deben estar protegidas de la aspersión directa y de los aerosoles.

La descarga del agua tratada se debe limitar a la zona preestablecida. Se debe controlar el riego de manera que se minimice la formación de charcos y que la escorrentía se confine y se elimine convenientemente.

No debe haber escorrentía desde la zona regada si no va a parar a zonas previstas para ello. El drenaje superficial de los campos regados con efluente no desinfectado contiene organismos que pueden contaminar las aguas receptoras.

Se puede minimizar el encharcamiento o la escorrentía si se riega correctamente y los aspersores se colocan convenientemente, de manera que el agua no vaya a parar a superficies impermeables tales como caminos o calles.

7.3 Lubricación del equipo.

La lubricación es probablemente lo más importante del programa de mantenimiento ya que el reactor de biodiscos sufre severamente desgaste en sus cojines giratorios y de ser posible debe responsabilizar a una persona para tal cuidado. La economía aconseja el empleo de la mejor calidad posible de aceites y grasas. Se debe insistir aquí en que es conveniente estudiar y seguir cuidadosamente las instrucciones del fabricante, pues él conoce los requerimientos de lubricación de las máquinas que diseña y vende.

Es importante precaverse contra la lubricación excesiva de las chumaceras de los motores. La tendencia actual está dando preferencia al uso de chumaceras selladas que ya no requieren lubricación adicional.

7.4 Mantenimiento de la planta y del equipo.

El término "mantenimiento," desde el punto de vista de la ingeniería, puede definirse como el arte de conservar el equipo de la planta, sus estructuras y otros medios conexos, en condiciones apropiadas para llevar a cabo las operaciones a que están destinados. Con un mantenimiento correcto se previenen las emergencias o descomposturas imprevisibles. Tres factores deben tomarse en cuenta para el debido mantenimiento: Diseño, construcción y operación. Si el diseño básico es adecuado y se construye el aparato con el mejor material y según las reglas del diseño, la operación debe lograrse con un mínimo de mantenimiento. Los planos o copias de los diseños de la planta, mostrando las dimensiones de cada unidad, así como de las tuberías, válvulas, compuertas, etc., deben tenerse a la mano para referencia inmediata.

Para el buen funcionamiento y conservación de una planta moderna de tratamiento de aguas negras, es indispensable disponer de reservas de agua que se pueda usar a presión para limpiar y lavar tanques, líneas, canales, etc.

Un mantenimiento adecuado requiere una pericia considerable, que solamente puede adquirirse por experiencia, estudio y práctica. Básicamente, para cualquier programa de mantenimiento hay que empezar por una buena dirección y observar las siguientes reglas:

- Conservar la planta perfectamente aseada y ordenada.
- Establecer un plan sistemático (tanto interior como exterior), para la ejecución de las operaciones cotidianas.
- Establecer un programa rutinario de inspección y lubricación.
- Llevar los datos y registros de cada pieza de equipo, enfatizando lo relativo a incidentes poco usuales y condiciones operatorias deficientes.
- Observar las medidas de seguridad.

Es necesario insistir sobre la importancia de los registros. Mediante una revisión de los mismos, un operador puede determinar el desgaste o debilidad de diversas piezas del equipo y determinar qué repuestos deben tenerse en existencia.

Para que un programa tenga éxito, debe ser aceptado por el personal de la planta. A menos que el personal no esté convencido del valor y la importancia de tal programa, todo el plan fallará. El programa será sencillo y dará las instrucciones acerca del trabajo de rutina que haya de realizarse, en forma concisa y clara, para los miembros de la planta.

Todos los fabricantes de equipo proporcionan cierta información básica que normalmente está respaldada por años de experiencia y debe ser estudiada cuidadosamente por el operador de una planta de aguas negras. La información, incluye:

- Instrucciones recomendables para la instalación.
- Instrucciones para la lubricación.
- Instrucciones de operación.
- Procedimientos para armar y desarmar.
- Lista de partes e instrucciones para las reparaciones.

Cualquier programa de mantenimiento para una determinada pieza del equipo, debe estar de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Para que un programa de mantenimiento funcione eficazmente, es preciso que concurren cuatro condiciones básicas:

1. Completo conocimiento del equipo.
2. Empleo de la herramienta adecuada.
3. Reparación perfecta de las piezas.
4. Programa planeado.

7.5 Equipo eléctrico.

Prácticamente todas las plantas funcionan con electricidad. Ninguna planta puede operar en forma continua sin un programa de mantenimiento eficiente de todas sus unidades eléctricas. Es bien sabido que el 90 por ciento de las fallas de los motores se deben a cuatro causas; suciedad, humedad, fricción y vibración. El programa rutinario de limpieza, elimina la suciedad. Las precauciones corrientes contra la humedad son eficaces para combatirla; el uso de grasa y aceite adecuados sirve para eliminar la fricción y las revisiones regulares diarias, señalan las vibraciones. Se examinan periódicamente el equipo eléctrico de control, para ver si está bien aislado, si sus partes móviles están libres, si las presiones en los contactos son firmes y si las derivaciones no están dañadas. También se verificará que los controles que operen al voltaje prescrito. Lo mas importante de todo es cerciorarse de que todos los controles eléctricos estén limpios y secos.

Cada seis meses deben comprobarse todos los dispositivos de arranque, para tener la seguridad de que el elemento interruptor funciona libremente y ofrece protección al motor. Si las clavijas de un contacto están quemadas o corroídas, se reemplazarán o pulirán las puntas. Cuando un arrancador se bote deberá localizarse la causa antes de hacerlo funcionar. Si se limpiarán los contactos sucios y para el gabinete se usará un limpiador de aire o de vacío cuando sea necesario. La mayoría de los motores están protegidos por un interruptor con fusibles en la línea de toma y por un arrancador o mecanismo de puesta en marcha escalonada. Los fusibles y las unidades térmicas generalmente están graduados para un 125 por ciento del amperaje nominal. Cada motor nuevo debe ser revisado para comprobar que está debidamente protegido. Los calentadores de grandes dimensiones o los puentes no ofrecen protección al motor y permiten su destrucción.

7.6 Bombas.

Las bombas de aguas negras son quizá la parte más importante del equipo de una planta de aguas negras. Normalmente una descompostura del equipo de bombeo significa qué es preciso desviar las aguas negras. Es esencial un completo conocimiento de la construcción y operación de la bomba, para procurar su mantenimiento en forma debida. Deben llevarse a cabo inspecciones diarias en que se preste especial atención a lo siguiente:

- Cojinetes - calentamiento y ruidos.
- Motores - velocidad de operación.
- Equipo de control - limpieza y condiciones.
- Operación de bombeo - vibraciones y ruidos.
- Prensa estopas - goteo excesivo.

Las aguas negras son más difíciles de bombear que el agua potable. La presencia de tierra y arena en las aguas negras tienen un efecto abrasivo sobre las bombas. Además se

encuentran trapos, astillas y casi toda clase de objetos. Cada uno representa un problema para el bombeo de las aguas negras.

Deben seguirse las recomendaciones del fabricante al seleccionar los empaques. Comúnmente se usa un empaque blando, de asbesto impregnado con grafito, especialmente cuando no hay sellos hidráulicos o de grasa. El empaque debe lubricarse bien, pues esto aumenta la eficiencia de la bomba disminuyendo las fugas de aire y prolonga la vida del empaque y de la flecha, al disminuir la fricción. Se pueden usar las graseras de presión por resortes, pero es más eficaz como lubricante y sello un suministro exterior de agua. Los sellos de agua nunca deben obtenerse por conexión directa con un abastecimiento potable por el peligro de las conexiones cruzadas. Debe usarse un sistema aislado y una presión mayor que la de operación de la bomba.

7.7 Herramienta.

Para un buen mantenimiento hay que contar con la herramienta adecuada. Al cuidar de una buena dotación de herramienta, es importante disponer de un lugar para cada pieza. El permitir el libre acceso a los armarios de herramienta, facilita su uso, pero a menudo no vuelven a colocarse en su lugar. Una buena solución parece ser la de encerrar las herramientas y delegar la responsabilidad en una sola persona en el turno de día. Debe archivar un duplicado de la llave.

7.8 Estructuras de la planta.

El equipo mecánico debe conservarse en perfecto funcionamiento. Las partes móviles se lubricarán con regularidad. La tubería deberán mantenerse abiertas y sin obstrucciones o acumulaciones de cualquier naturaleza.

Las estructuras de la planta de aguas negras, como son los canales, tanques y pozos, tienen que desaguar cuando menos una vez al año, para revisarlos y aplicar alguna capa protectora si fuese necesario. En la planta de aguas negras existe la posibilidad de que se produzca ácido sulfhídrico. No deben usarse las pinturas a base de plomo. Hay en el mercado muchas pinturas especiales, de buena calidad, que son satisfactorias para usarse en las plantas de aguas negras.

Para el metal y el concreto que estén en contacto con aguas negras, lodos o gases de lodos, usualmente prestan servicio satisfactorio las pinturas asfálticas, sobre recubrimientos primarios bituminosos o asfálticos aplicados sobre superficies limpias. Sin embargo, estos materiales son negros y por ende poco vistosos. En los lugares donde no haya excesiva humedad y vapores y la apariencia tenga importancia, pueden usarse las resinas coloreadas de alquilo; los recubrimientos a base de hule dorado, y también las pinturas de vinilo o los

esmaltes y sobre las partes de concreto, ladrillo y superficies enyesadas o metálicas, en el orden señalado de acuerdo con lo intenso de las condiciones a que se sujeta.

Los mecanismos de cribado y los colectores de los tanques deben conservarse de manera que funcionen los dispositivos de seguridad que se usan para proteger el equipo, cuando las unidades se sobrecarguen. Prácticamente todos los motores están protegidos por un interruptor termo magnético que desconecta el motor antes de que se dañe. Es importante que los sistemas de sobrecarga se ajusten a las recomendaciones del fabricante. Si se usa una chaveta u otro dispositivo, no ha de tener mayor resistencia que la recomendada, porque tal práctica puede ocasionar grandes daños y costosas reparaciones.

7.9 Propuestas de señalamiento de las líneas de la planta de tratamiento de aguas residuales.

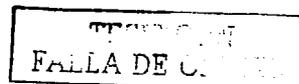
Se recomienda pintar la tubería con los siguientes colores, como sistema para identificar las instalaciones de tubería en todas las plantas de tratamiento de aguas negras:

Línea de descarga de lodos	Café
Línea de salida de gases	Rojo
Línea de agua potable	Azul
Línea de alimentación de cloro	Amarillo
Línea de descarga de aguas negras	Gris
Línea de aire comprimido	Verde
Líneas de distribución de agua caliente para los digestores o los edificios	Azul con bandas rojas de 15 cm (6 pulg.) espaciadas 75 cm (30 pulg.)

7.10 Operación y mantenimiento en partes que requieren un mayor cuidado.

7.10.1 Rejillas.

La operación de un sistema de rejillas no requiere de personal especializado. El procedimiento puede efectuarse manualmente, o en forma automática. Se recomienda que mínimo se coloquen dos tamices, alternándolos cada 24 horas. En caso de que durante la operación se observe la obstrucción significativa de las aberturas de algunos de los tamices, este debe lavarse con un chorro de agua a presión. Se recomienda el uso de sistemas de desvío o paso directo. En caso que la velocidad de operación sea menor a la velocidad cotidiana de la rejilla, se recomienda instalar sistemas de aireación, dentro del canal para mantener todo el material en suspensión.



7.10.2 Mantenimiento del cárcamo de bombeo de aguas negras.

Son convenientes las inspecciones regulares y la limpieza del fondo y paredes de los pozos de succión, incluyendo la remoción de tierra. Los tubos de circulación que se usan en los pozos para controlar la operación de bombeo, requieren una revisión frecuente para asegurar una operación adecuada. Las cribas de barras que se instalan delante de los pozos, deben limpiarse diariamente y durante esta operación hacer la revisión de todas las bombas y equipo mecánico como desmenuzadores y barras cortadoras.

7.10.3 Operación y mantenimiento de los tanques sedimentadores.

Para evitar la formación de lodos flotantes se recomienda seguir uno o varios de los siguientes procedimientos:

- Aumentar el retorno al aireador y para disminuir el tiempo de permanencia de los lodos en el sedimentador.
- Disminuir la entrada de flujo al sedimentador con problemas de lodos en el fondo.
- Mejorar la colección de lodos en el fondo.
- Disminuir la edad de lodos del sistema.

Para evitar el abultamiento, se recomienda investigar los siguientes parámetros y, en caso de encontrarlos inadecuados, corregirlos:

- Características del residuo líquido.
- Carga orgánica.
- Retorno de lodos.
- Contenido de nutrientes
- Operación al clarificador

En caso de presentarse una emergencia se recomienda dosificaciones de cloro o peróxido de hidrógeno.

Para una correcta operación, debe evitarse lo siguiente: Insuficiencia del retorno y cortocircuitos.

7.10.4 Control y limpieza del filtro anóxico desnitrificante.

Las principales funciones de los filtros que requieren monitores y control son la pérdida de carga, la calidad del efluente, la tasa y duración de la carrera de filtración, y la tasa, duración y secuencia del proceso de lavado.

Es preferible que, cada filtro este equipado con medidores de turbiedad del efluente, caudal y pérdida de carga. Los sistemas de lavado superficial con agua utilizan entre 20 y 80 L/m² min.

La secuencia típica para retrolavado, con lavado superficial auxiliar, es la siguiente:

- Se cierra el afluente y se deja drenar el filtro hasta que el nivel del agua alcance el borde superior de las canaletas de lavado.
- Se aplica lavado superficial durante uno a tres minutos.
- Se aplica simultáneamente lavado ascensional y superficial durante cinco a diez minutos, hasta sacar todos los sólidos retenidos.
- Se suspende el lavado superficial y se aplica solamente retrolavado durante uno a dos minutos, a la tasa necesaria para estratificar el lecho.
- Se retorna el filtro a servicio normal.

7.10.5 Control en el clorador.

Los cloradores se mantendrán de manera que no haya escape de cloro. En la atmósfera el cloro es muy corrosivo y acaba por destruir las partes del clorador, así como el equipo mecánico y eléctrico situado cerca de la instalación del clorador. La presencia de una fuga de cloro puede notarse fácilmente por el olor y localizarse manteniendo una esponja o estropajo con amoníaco cerca, pero no en el lugar de escape. El amoníaco produce vapores blancos en presencia del cloro. Sin embargo, algunas partes metálicas son dañadas por contacto con el líquido. Hasta las más pequeñas fugas deben taponarse tan pronto como se localicen.

CAPÍTULO VIII

Usos del agua tratada y subproductos derivados del tratamiento.

De acuerdo a la protección del ambiente, la planta de tratamiento de aguas residuales para la E.N.E.P. Aragón, cumplirá con las normas oficiales mexicanas NOM- 001,002,003-ECOL-1996,1996,1997. Si la contaminación de la descarga se encuentra por debajo de lo indicado en las normas, no se presentarán alteraciones ni molestias para el entorno y salud de las personas. La planta en operación situada al oeste de la Institución cerca de las casas de la colonia Bosques de Aragón no presentarán problemas, causados por malos olores ni por mosquitos, los olores serán mínimos y parte de la planta de tratamiento estará tapada. Quizá los olores generados procedan del cárcamo de bombeo y las rejillas. Tampoco se presenta contaminación por ruido.

La carencia del agua, ha hecho que el reuso adquiera mayor importancia. En ella sobresalen dos niveles: Agua de muy buena calidad para emplearla en el consumo humano según la NOM-127-SSA1-1994 y/o agua de bajo nivel según NOM-001-ECOL-1996 para emplearla en riego de áreas verdes, abastecimiento de fuentes de ornato, lavado de pasillos, calles y autos, control de incendios, limpieza de maquinaria de recolección de basura y recarga del acuífero, uso recreativos (llenado de lagos para deportes acuáticos), pesca y riego agrícola.

8.1 Reuso del agua tratada en la institución.

1. Riego de áreas verdes o parques.
2. Control de incendios.
3. Abastecimiento de fuentes de ornato.
4. Lavado de pasillos, patios y autos.
5. Limpieza de maquinaria de recolección de basura.
6. Recarga de acuíferos.

8.1.1 Riego de áreas verdes o parques.

El factor principal para determinar la factibilidad de reuso del agua tratada en el riego de áreas verdes o parques, es el riesgo que implique para la salud del personal de limpieza y jardineros, sobre la presencia de microorganismos patógenos.

La reutilización del agua residual tratada para riego de áreas verdes, en la E.N.E.P.-Aragón, es posible. Con el agua tratada obtenida del tren de tratamiento propuesto en el capítulo V, se recuperarían (58.66 m³/día), equivalente al 34.2% del agua usada para riego actualmente (171.73 m³/día).

USOS DEL AGUA TRATADA Y SUBPRODUCTOS DERIVADOS DEL TRATAMIENTO

La descarga de agua tratada para riego no afectará a otros cuerpos de agua por ejemplo, al nivel de agua freático (NAF) del suelo de la Institución que se encuentra a una profundidad aprox. 1.5 m.

En el plano 8.1 se muestra la ubicación de la planta de tratamiento y los puntos potenciales para riego de las áreas verdes con agua tratada.

Dado que el mayor peligro que puede existir del agua tratada para el personal de la institución no es tanto por metales si no por patógenos, por lo que se tiene que poner mayor interés en la desinfección del agua tratada. Si el agua tratada es desinfectada correctamente no se presentará ningún problema a la salud del entorno.

8.1.2 Control de incendios (agua contra incendio).

Es una opción sencilla en cuanto a tratamiento (ya que incluso se puede emplear agua residual sin tratar), pero es compleja en lo que concierne al sistema de distribución y almacenamiento, debido a los problemas de taponamiento y azolve del sistema. Además, por la aleatoriedad de la demanda, el transporte se debe efectuar mediante tanques cisterna.

8.1.3 Abastecimiento de fuentes de ornato.

Es un reuso ya empleado en nuestro país. Se debe tener cuidado de orientar a la comunidad en cuanto al uso o contacto con esta agua.

8.1.4 Lavado de pasillos, patios y autos.

Es una opción efectuada en varias ciudades del país mediante el abastecimiento con pipas a centros de lavado, por lo que su uso en pasillos, patios y lavado de autos dentro de la Institución, es recomendable. El personal que la emplea debe estar adecuadamente informado para evitar problemas de salud.

8.1.5 Limpieza de maquinaria de recolección de basura.

Esta práctica debería impulsarse por su facilidad de adaptación, aunque en volumen no represente un gran consumo.

8.1.6 Recarga del acuífero.

Cuando las condiciones se prestan, puede efectuarse la disposición final en el suelo con el fin de recargar un acuífero. La recarga restablece la capacidad de mantos adyacentes que está siendo explotado, controla o previene hundimientos del terreno ó evita la intrusión salina. Esto implica un tratamiento del agua mediante filtración que permite su posterior

empleo una vez que llega filtrada al acuífero. Debido a la sobre explotación de acuíferos en varios lugares del país, esta es una alternativa importante.

8.1.7 Consumo humano.

El agua residual puede ser empleada para consumo humano en dos formas. La primera consiste en tratarla mediante un proceso secundario e inyectarla en un acuífero de abastecimiento, donde la pureza se logra por el tratamiento natural dentro del manto freático. La segunda consiste en tratar el agua residual hasta obtener el grado de potable a través de procesos avanzados. A este procedimiento se le denomina ciclo cerrado, en referencia al hecho de que completa el ciclo ecológico del agua. Los efectos sobre la salud por la recirculación del agua tratada para potabilización han sido poco estudiados y sólo se sabe que algunos componentes sufren una concentración a lo largo de éste proceso, como es el caso de los virus.

8.2 Peligros sanitarios derivados de la aplicación del agua tratada a la tierra.

Es evidente que la reutilización de agua tratada conlleva un riesgo sanitario, tanto para el público como para los trabajadores del sistema, ya que la exposición a microorganismos patógenos y a sustancias tóxicas es más elevada en estos casos que en aquellos en los que se utilizan aguas no contaminadas. Por este motivo, el objetivo último es reducir al mínimo la exposición a estos agentes, manteniendo así los posibles peligros sanitarios dentro de un nivel aceptable. En general, la preocupación sanitaria que estas actividades suscitan está relacionada con el grado de contacto del agua residual depurada con las personas, el tipo y la calidad del agua residual depurada y la fiabilidad de los procesos de tratamiento. Los contaminantes de interés sanitario presentes en un agua tratada pueden clasificarse de forma general en agentes biológicos y agentes químicos. El peligro principal del uso del agua residual recuperada es, a corto plazo, el aumento de exposición de la población a los agentes patógenos. A largo plazo, el peligro puede centrarse en la acumulación de determinados elementos o compuestos en plantas y productos de consumo que pueden afectar al hombre o a los animales.

8.2.1 Contacto del agua tratada con personas y animales.

A la hora de analizar las situaciones en las que hay la posibilidad de contacto con agentes peligrosos para la salud - población no debemos referirnos sólo a la ingestión de agua residual depurada o al contacto con la piel y mucosas. En los sistemas de reutilización pueden resultar afectadas diversas matrices ambientales, de entre las cuales se deben destacar el aire, las aguas subterráneas, la tierra y los vegetales.

a) **Aerosoles.**

Se define como aerosoles viables a la parte de las aguas residuales depuradas que se transforma en gotitas que quedan suspendidas en el aire y que, en ciertas condiciones ambientales determinadas, pierden por evaporación, el agua que retenían. El resultado es la producción de unas partículas que contienen sólidos y microorganismos que inicialmente estaban en las aguas residuales. La densidad de organismos en los aerosoles es el resultado de tres condicionantes: La densidad microbiana de las aguas residuales depuradas que se usen para regar, el efecto "aerosol shock" (factores que producen la mortalidad inicial en el agregado en el momento de formarse) y la muerte biológica de los microorganismos a medida que resultan afectados por las condiciones ambientales. Los factores que afectan al comportamiento de los microorganismos son: Humedad relativa, temperatura, cantidad de sólidos que aumentan la supervivencia; radiaciones solares que disminuyen la supervivencia; alta velocidad del viento que aumenta el movimiento; barreras vegetales que disminuyen el movimiento y por último aguas subterráneas que pueden resultar afectadas por las aguas tratadas ó depuradas por percolación cuando estas últimas se usan para riego o recarga de acuíferos.

b) **Sistema tierra/planta y riego**

La presencia de patógenos en el agua tratada ó depurada puede afectar al sistema tierra / planta. El método de riego condiciona, en cierta manera, la contaminación microbiológica del cultivo; por ejemplo:

El riego por ciclos periódicos (inundación/secado) supone una ventaja respecto al riego por aspersión (que acostumbra a ser un método de riegos frecuentes) porque el periodo entre el último riego y la cosecha puede ser más grande y, por lo tanto, favorece la acción de las condiciones ambientales.

El riego gota a gota permite el aprovechamiento máximo del agua sin contaminar el cultivo por el contacto con el agua; se consigue con: Tuberías en superficie; tuberías cubiertas con láminas de polietileno, tuberías subterráneas con el suelo cubierto con láminas de polietileno.

c) **Compuestos químicos presentes en las aguas tratadas que pueden afectar la salud humana**

Compuestos nitrogenados: La aplicación del agua tratada al suelo es un método de tratamiento recomendable, ya que cuenta con una serie de ventajas tales como la conservación de nutrientes para los vegetales y el consiguiente incremento de producción de biomasa. Pero el nitrógeno añadido en exceso al medio, genera la posibilidad de contaminación por nitratos y nitritos de las aguas superficiales y subterráneas. La ingestión

de agua con una concentración de nitratos superior a 10 ppm (como N) se asocia con una alteración temporal de la sangre en niños de menos de 3 meses (metahemoglobinemia infantil). También se han descrito abortos espontáneos en ganado que ha consumido agua con concentraciones superiores a 45 ppm de nitratos.

Micro contaminantes orgánicos: No los hay en el agua residual

8.3 Subproductos derivados del tratamiento de lodos.

En México, la ausencia de una regulación en torno al manejo de los lodos producidos durante el tratamiento de las aguas residuales, propició que casi la totalidad de las plantas de tratamiento que se construyeron hasta la mitad de la década de los 90's, se edificaron sin instalaciones de tratamiento de lodos. Ante esta problemática el Gobierno Mexicano se encuentra actualmente elaborando el proyecto de la Norma Oficial Mexicana (NOM-004-ECOL 2000) que regulará la disposición y reuso de los lodos generados en plantas de tratamiento de aguas residuales. Para el cumplimiento de dicha normatividad, se deberán considerar todas las alternativas técnicas existentes y desarrollar otras nuevas determinando su aplicabilidad para cada planta de tratamiento con la finalidad de elegir la opción que mejor se adecue en cada caso. En este trabajo, se propone una alternativa muy sencilla y económica para la estabilización de lodos biológicos provenientes de la planta de tratamiento de aguas residuales, que es el compostaje de lodos.

El compostaje de lodos consiste en un proceso de pilas aireadas por volteo, para ser digeridos los contaminantes patógenos, por microorganismos en forma natural como se muestra en la figura 7.1, donde intervienen diversos factores como son:

La temperatura que es el factor ambiental más importante por sus efectos sobre la viabilidad y el desarrollo de los microorganismos. Éstos al consumir materia orgánica generan calor, por lo cual la descomposición es más rápida cuando la temperatura del composteo se encuentra entre 32 y 60°C, donde se tiene una eliminación óptima de patógenos, el composteo se realizará en dos etapas la primera de síntesis, convierte la materia orgánica en biomasa celular, manteniendo un composteo a 40°C durante por lo menos cinco días y en cuatro horas de dicho periodo, a por lo menos a 55°C; la segunda, de respiración endógena, obliga a los microorganismos a metabolizar su propio protoplasma sin reposición del mismo, es decir al agotamiento exhaustivo de las reservas energéticas de los microorganismos con temperaturas entre los 32 y 60°C, en temperaturas mayores a 65°C, se obtiene una eliminación óptima de patógenos, pero inhibe fuertemente la actividad microbial responsable del proceso. La duración de las dos etapas del proceso es una variable incierta, pero se reconoce que puede durar en pilas estáticas entre seis y doce semanas.

Un factor clave en este proceso es una aeración adecuada que controla olores, temperatura y humedad, permitiendo una tasa alta de degradación y la obtención de un composteo seco y estabilizado, en este caso no se tiene una tasa óptima de aeración, sin embargo estudios realizados por Jairo A. (2000), propone un porcentaje en volumen considerando una concentración óptima de oxígeno en la masa de compostaje un valor del 5 a 15%. Una concentración mayor al 15% en volumen promueve la disminución de la temperatura debido al mayor flujo de aire, en tanto que una concentración menor del 5% no se considera segura para mantener compostaje aerobio. En este proceso de pilas aireadas por volteo, la oxigenación depende de la ventilación natural provista con mezcla mecánica o manual frecuente de las pilas. La relación aerobia provee de calor para elevar la temperatura de la pila. La tasa de intercambio de aire depende de la porosidad del material y del tamaño de la pila. Las pilas son de sección trapezoidal o triangular, con las dimensiones mostrada en la figura 7.1. Durante los primeros cinco días, la pila debe voltearse por lo menos dos veces al día para mezclar bien el lodo llenante. Después del periodo inicial de cinco días las pilas se voltearan con la frecuencia requerida para mantener la concentración de temperatura y oxígeno en los valores apropiados para el compostaje.

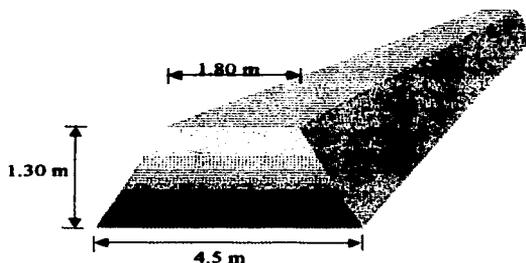


Figura 7.1. Dimensiones típicas de pilas de compostaje.

Otro factor que influye directamente en el compostaje es la humedad que es recomendada de un 50 a 60% para soportar una actividad biológica apropiada. Puesto que valores de humedad inferiores al 50% retardan la descomposición, al tiempo que valores de humedad superiores al 60% producen lixiviados, deteriorando la calidad del composteo tamizado y aumenta la cantidad másica de material que se va a manejar.

USOS DEL AGUA TRATADA Y SUBPRODUCTOS DERIVADOS DEL TRATAMIENTO

Para una buena actividad microbiana de composteo, se recomienda una relación nutricional de carbono nitrógeno (C/N) generalmente entre 25 y 35. Para facilitar que se ajuste la relación carbono nitrógeno (C/N), se requiere de un acondicionamiento con viruta o aserrín de madera. El tamaño de las partículas es también un factor de importancia, por lo que se recomiendan partículas con tamaño entre 0.3 y 2.7 centímetros.

En la actualidad el manejo integral de los lodos residuales ha cobrado gran importancia debido al reuso potencial benéfico que éstos presentan. Dentro de las opciones de reuso, su aplicación en suelos es la práctica más empleada en diversos países de la Comunidad Europea así como en los Estados Unidos, representando aproximadamente 45 y 56 % respectivamente. En México su manejo se ha limitado a la disposición en lagunas y rellenos sanitarios principalmente, pero se espera que la tendencia se enfoque al reuso benéfico con la publicación de la Norma Oficial Mexicana NOM-004-ECOL 2000, que establecerá los límites máximos permisibles de contaminantes para los lodos residuales que sean dispuestos o aprovechados. Esta norma regulará el contenido de metales y microorganismos así como la reducción de la atracción de vectores. Para lograr cumplir con los límites de microorganismos que dicha norma establecerá, es necesario aplicar algún proceso de tratamiento que reduzca considerablemente los contenidos de coliformes fecales *Salmonella* sp. y huevos de helmintos contenidos en los lodos.

Los lodos producidos al paso de las distintas etapas del tratamiento biológico de aguas residuales, debido a su contenido de materia orgánica y de patógenos tienen un alto potencial contaminante y de riesgo para el ambiente si no son tratados y dispuestos de manera adecuada. El tratamiento a este tipo de residuos, además de permitir su disposición de manera segura les confiere amplias posibilidades de reuso.

Para cumplir con los objetivos del tratamiento del lodo posibilitando su reuso, es necesario establecer dos aspectos básicos:

- a) Funcionalidad del sistema de tratamiento, el cual debe ser capaz de operar con eficiencias adecuadas, logrando la reducción del volumen del lodo, reduciendo una porción importante de masa de materia orgánica, evitando así la posibilidad de infección por efectos patógenos y eliminando la producción de nauseabundos olores, y
- b) Proporcionando al lodo estabilizado las características sanitarias adecuadas para evitar los problemas de salud pública asociados con su manejo y disposición final para lo cual se hace necesario eliminar metales pesados y organismos patógenos y parásitos. Para ello es conveniente utilizar procesos con una base biológica y especialmente la digestión, ya que representa beneficios importantes al lograr la conversión y reducción de su masa sin requerir otros insumos y a costos de operación y mantenimiento relativamente bajos. Otras ventajas de este proceso son la recuperación de energía en forma de un combustible (gas metano), y en forma general, a generación de biosólidos

con características adecuadas para su reutilización como mejoradores de suelos con ciertas restricciones.

8.3.1 Calidad agronómica del lodo.

También se debe hacer un estudio de la calidad agronómica del lodo, una vez operando la planta, ya que podría ser que los lodos tengan problemas de alta conductividad eléctrica que se encuentre en un rango que los ubique como desechos salinos, esto puede provocar bajos rendimientos de las plantas vegetales. También se debe verificar el pH, Cloruros y sulfatos todo esto si se encuentra en valores altos puede presentar una afectación ligera en cultivos. En cambio si las muestras de lodos tienen alto contenido de materia orgánica, esto va a representar uno de los aportes benéficos más apreciables del uso del lodo residual en el suelo de la institución, ya que el suelo de la institución es pobre en nutrientes. Los contenidos de nitrógenos son altos en agua residual, esto también influiría en los lodos residuales. Sin embargo como sucede con muchos abonos orgánicos, el nitrógeno se encuentra en formas que solo quedan disponibles a las plantas en pequeñas concentraciones, pero que van estar presentes en varios ciclos agrícolas después de la aplicación. El contenido de fósforo en lodo puede ser alto, el potasio también puede ser alto. La presencia de los cationes intercambiables como potasio, el sodio, el calcio y el magnesio, en altas concentraciones hace suponer que pueden presentar un problema de desequilibrio con otros elementos que se encuentran en el complejo de intercambio, como el fósforo y algún micro elemento. Sobre todo la presencia de sodio si se obtienen valores altos el lodo puede presentar un problema, sin embargo el riesgo de sodificación no es alto debido a que predominan el magnesio y el calcio en el suelo.

8.3.2 Propuestas de reutilización del lodo tratado en la E.N.E.P. Aragón.

EL lodo generado en la planta de tratamiento debe utilizarse como mejorador del suelo, extensión sobre el terreno, fertilizante y en relleno sanitario

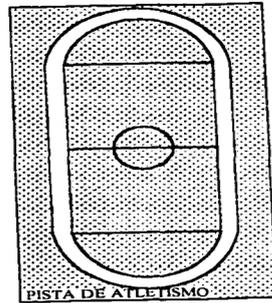
De acuerdo a su calidad microbiológica y al criterio de la clasificación en función de patógenos marcado en la NOM-004-ECOL-2000, los lodos usados en la institución para abono del suelo deben ser del tipo (A) sin restricciones de uso. Para poder ser usados sin restricciones deberán someterse a un tratamiento adecuado (compostaje de lodos) para la reducción de microorganismos patógenos. Su control asegura el bienestar de la población universitaria aragonesa dentro de la institución.

Las ventajas que aportarían al suelo un lodo tratado de la E.N.E.P. Aragón al ser reutilizado como abono o fertilizante del área verde son: Alto porcentaje de humedad; materia orgánica; capacidad de intercambio catiónico; alto contenido de nutrientes y concentración de micro nutrientes adecuada.

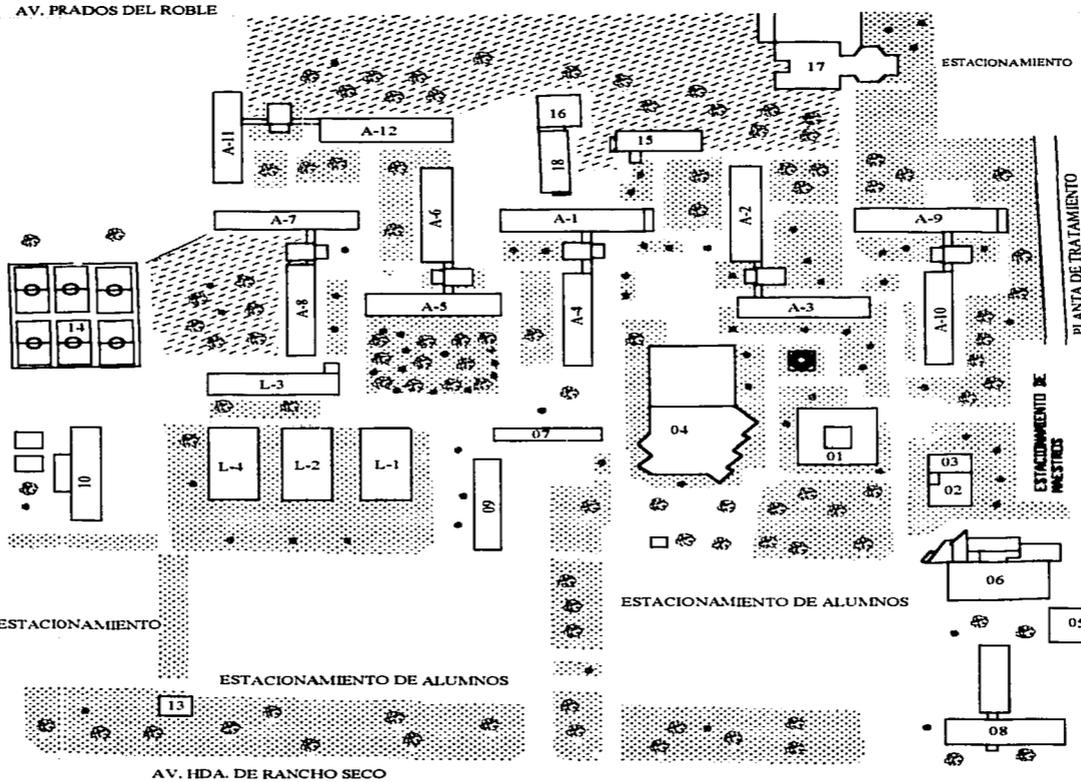
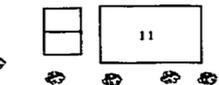
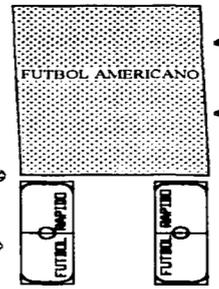
USOS DEL AGUA TRATADA Y SUBPRODUCTOS DERIVADOS DEL TRATAMIENTO

Desventajas de un lodo sin tratar, potencialmente contaminante para el área de descarga generación y desprendimiento de malos olores, formación de microorganismos patógenos, alta conductividad eléctrica, etcétera.

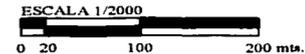
Como se menciona anteriormente todas las etapas del sistema en mayor o menor cantidad generan lodos, en la caracterización realizada al agua residual generada en la Institución los sólidos sedimentables son 1 mL/L (ver tabla 3.6, capítulo III) por lo que en un día se producen 75.22 L/día (ver capítulo V, inciso 5.4).



BEISBOL



BLVR. B. DE AFRICA



DESCRIPCION

01	UNIDAD ADMINISTRATIVA
02	COMEDOR
03	SERVICIOS MEDICOS
04	BIBLIOTECA
05	ESTACIONAMIENTO BAJO TECHO
06	CENTRO DE EXTENCIÓN UNIVERSITARIO
07	MANTENIMIENTO
08	CLINICA ODONTOLOGICA
09	ALMACEN
10	BAÑOS Y VESTIDORES
11	SALON DE USOS MULTIPLES
12	GINASIO
13	BASURERO
14	BASKET-BALL
15	CENTRO DE LENGUAS EXTRANJERAS
16	CENTRO DE COMPUTACIÓN
17	CENTRO TECNOLOGICO ARAGON
18	UNIDAD DE PLANEACION
20	UNIDAD ADSMINISTRATIVA

	UBICACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO
	PRIMERA ZONA DE RIEGO SIN RIESGO
	PUNTOS POTENCIALES PARA RIEGO CON AGUA TRATADA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
E.N.E.P. "ARAGON"
 CENTRO TECNOLOGICO ARAGON
 PLANO 8.1. ÁREAS DE RIEGO Y UBICACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO
LABORATORIO DE AMBIENTAL
 FECHA 28/NOV/2001 | **PAGINA 145**
 DIBUJO: JOSE GPE. MIRANDA SANCHEZ

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Conclusiones.

Este proyecto, está elaborado para proporcionar un beneficio social, para la preservación del ambiente, disminuir la demanda del suministro de agua potable al municipio y crear una conciencia ambiental del reuso de agua residual tratada en áreas que no requieran de agua potable.

De acuerdo con los objetivos planteados en esta investigación, se tienen las siguientes conclusiones:

- a) Se logró llevar a cabo la actualización de los planos generales (suministro de agua potable y descarga del agua residual), que permitieron conocer los usos y volúmenes totales.
- b) El consumo promedio de agua potable en la ENEP Aragón es de 248.88 m³/día. Del cual 69% (171.73 m³/día) es para riego de áreas verdes y el 31% (77.15 m³/día) es para uso de la población universitaria.
- c) El volumen de agua residual cruda generada por la institución es de 75.22 m³/día, las pérdidas por fugas en tubería, evaporación y limpieza en general es de 1.93 m³/día.
- d) Con base en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, se tiene un déficit de agua del 77 %, en la Institución.
- e) Se caracterizó el agua (potable y residual) de la Institución, identificando los agentes contaminantes de desecho.
- f) Se propone la instalación de una planta de tratamiento físico/químico/biológico para tratar las aguas residuales generadas en la institución, que asegure la disposición y reuso en la misma cumpliendo con la normatividad vigente.

C.1. Características generales del sistema de tratamiento propuesto (1/4).

Concepto	Características de construcción	Forma y dimensión	Volumen	Costo de construcción
Sistema de drenaje existente				
Red de drenaje existente para conducir el agua residual a los canales de conducción.	Tubería de concreto.	Circular, de 1.22m de diámetro.		

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

C.1. Características generales del sistema de tratamiento propuesto (2/4).

Concepto	Características de construcción	Forma y dimensión	Volumen	Costo de construcción
Tratamiento primario				
Dos canales para conducir el agua residual cruda a la cámara de rejillas	Concreto armado con malla electrosoldada 6x6/6-6, y 10cm de espesor.	Rectangular con base de 30 cm y 15cm de altura.		
Dos cámaras para alojar rejillas.	Concreto armado con malla electrosoldada 6x6/6-6, y 10cm de espesor.	Rectangular con base de 34 cm y 24cm de altura.		
Dos rejillas tipo Irving.	Acero inoxidable sección de solera de 3/4" (1.91 cm) por 1/8" (0.32 m) de espesor y 1" (2.54 cm) de separación entre ellas.	Rectangular, con base de 34cm y 26cm de altura.		\$ 131,124.09
Cárcamo de bombeo (FE-101).	Concreto armado (ver plano 5.1).	Rectangular, con base de 3m de ancho, 5 m de largo y 1.76m de alto.	19.81 m ³	
Bomba de lodos.	3Hp. Acoplada con tubería de fierro galvanizado de 3" y 4".			
Sedimentación primaria (FS-102)	Concreto armado (ver plano 5.2).	Circular-cónico, con diámetro de 2.55 m, altura de 3m y el cono de 0.13m de altura.	15.12 m ³	\$ 245,898.26
Tanque de almacenamiento (FB-103). Tres cisternas.	Concreto armado (ver plano 5.3).	Rectangular, con base de 3.7 m, largo de 6.6 m y 1.76 de alto.	96.72 m ³	\$ 377389.77
Bomba de lodos sumergible móvil, para limpieza del RBR.	1/4 Hp. Acoplada con tubería de fierro galvanizado de 2".			

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

C.1. Características generales del sistema de tratamiento propuesto (3/4).

Concepto	Características de construcción	Forma y dimensión	Volumen	Costo de construcción
Tratamiento secundario				
Reactor biológico rotatorio RBR (R-104).	Acero inoxidable y base de cimentación de concreto armado. del plano 5.5.	Cilíndrico de 3.20m de diámetro y 9.5m de largo.		\$ 286,603.35
Dos rotámetros dosificadores de de afluente y efluente.	Acoplador de 3" de diámetro.			
Sedimentador secundario o clarificador (C-105).	Concreto armado, ver plano 5.4.	Circular-cónico, con diámetro de 1.26m, altura de 2m y el cono de 0.06m de altura.	2.46 m ³	\$ 122,808.24
Bomba de lodos.	3/4Hp. Acoplada con tubería de fierro galvanizado de 3" y 4".			
Tratamiento terciario				
Filtro anóxico rápido desnitrificador (FR-106).	PVC (Cloruro de Poli Vinilo) con relleno de poliéster de 1 a 2.5 cm. de separación entrelazados, y rejilla de 0.5cm de espesor en acero inoxidable	Cilíndrico de 3.66m de diámetro y 0.97m de alto	9.85 m ³	\$ 163468.59
Tanque de almacenamiento de metanol.	Cilíndrico de PVC (Cloruro de Poli Vinilo) con relleno de poliéster, con acoplador de 1/2".	Cilíndrico.	50 L	
Rotómetro dosificador de metanol.	Acoplador de 1/2" de diámetro.			
Desinfección (D-107).	Cilíndrico de PVC (Cloruro de Poli Vinilo) con relleno de poliéster, con acoplador de 1/2"	Cilíndrico.	50 L	
Rotómetro dosificador de cloro.	Acoplador de 1/2" de diámetro.			
Línea de conducción del agua residual y lodos en la planta.	Fierro galvanizado de 75mm. (3") de diámetro.			

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

C.1. Características generales del sistema de tratamiento propuesto (4/4).

Concepto	Características de construcción	Forma y dimensión	Volumen	Costo de construcción
Tratamiento de lodos				
Tanque digestor de lodos (FB-109).	Cisterna de PVC (cloruro de poli Vinilo) y base de cimentación de concreto armado. del plano 5.5.	Cilíndrico.	3,000 L	\$ 78394.06
Sistema de riego				
Cisterna de almacenamiento (FB-108).	Concreto armado, ver plano 5.5.	Rectangular, con base de 3.5m, largo de 6.5m y 1.76m de alto.	30m ³	\$ 106509.25

El costo de construcción de la planta de tratamiento de agua residual es de \$ 1,512,195.61.

Costo unitario de agua tratada es de \$ 2.79 /m³.

Se tiene un ahorro del 17.9% al emplear agua tratada para riego producida por la planta.

Para una tasa interna de rendimiento a 24% de interés por año, se tiene una recuperación de flujos capital a 5.7 años.

Recomendaciones.

Este trabajo presenta algunas acciones, medidas y recomendaciones para el uso y manejo del agua tratada. Las acciones se sustentan principalmente encaminadas a reducir la demanda del agua potable, contribuir a proteger el ambiente y a la aportación de beneficios económicos mediante la reducción de costos por consumo de agua, para diversos usos. Las estrategias para establecer un programa de reuso del agua residual están basadas en la minimización, segregación, reciclaje, tratamiento y disposición usando metodologías novedosas y actuales. Recomendaciones que se presentan a continuación.

C.2. Acciones inmediatas (1/2).

Estrategia	Actividad
Implementar un programa de medición de consumo de agua potable.	Programa de lecturas manuales: Elaborar un informe mensual y/o trimestral que indique el consumo, el cual se llevará en una bitácora. Las lecturas se realizarán cada 24 horas, dado que así puede encontrarse algún desequilibrio en el balance de flujos de agua, lo cual indicaría fugas e insuficiencia en la presión.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

C.2. Acciones inmediatas (2/2).

Estrategia	Actividad
Instalar detectores de llenado y vaciado en depósitos de agua.	Estos detectores se colocarán en cisternas y tinacos.
Implementar dispositivos ahorradores de agua.	Dispositivos economizadores estándar para adaptar a los inodoros llaves, etc. Mantener en buen estado los dispositivos en las llaves. Calibrar los fluxómetros de los inodoros a 6 litros en forma periódica anotando en bitácoras esta información.
Implementar un programa de monitoreo de la calidad del agua potable, residual y tratada.	La caracterización se puede hacer tomando como base la normatividad correspondiente, al compararla con los límites máximos permisibles, para el tratamiento y rediseño de los flujo en el RBR, y así obtener la calidad del agua residual deseada.
Implementar un programa de cultura de uso del agua.	Promover una cultura sobre el uso y aprovechamiento racional del agua. En los sanitarios deben colocarse letreros de aviso para evitar la introducción de elementos extraños en el desfogue del retrete y no tener cargas extraordinarias. No llevar a cabo el lavado de vehículos particulares con agua potable y en todo caso emplear agua tratada. Llevar a cabo campañas de ahorro y reuso del agua orientadas a los alumnos, profesores, trabajadores y visitantes con letreros, pláticas, trípticos y otros métodos de divulgación.

C.3. Acciones a mediano plazo (1/2).

Estrategia	Actividad
Implementar un programa de manejo de residuos peligrosos, para un mejor funcionamiento de la red de drenaje y la planta de tratamiento.	Reportar el vertimiento de desechos como grasas, hidrocarburos o sustancias inflamables, tóxicas, corrosivas o explosivas y, en general, cualquier tipo de producto que pudiese causar daño a la población o al ambiente por los drenajes. Buscar la disminución del consumo de detergentes, insecticidas y otros compuesto; químicos. Utilizar detergentes biodegradables.
Implementar un programa de uso adecuado del agua.	En comedores: Se recomienda la utilización de trampas de grasa en los fregaderos. Lavar los trastes en dos tarjas profundas, una tarja para retirar la comida de los platos y otra para enjuagarlos. En laboratorios y talleres: Realizar procesos alternativos para tratar los desechos contaminantes y no depositarlos en las tarjas.
Implementar dispositivos ahorradores de agua	Colocar regaderas ahorradoras de agua. Instalar inodoros con descarga de 6 L. Instalar válvulas de economía en lavabos, tarjas, lavaderos y mingitorios.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

C.3. Acciones a mediano plazo (2/2).

Estrategia	Actividad
Implementación de un programa de rutinas básicas de mantenimiento preventivo para instalaciones hidráulicas y sanitarias.	Colocar aislamiento en tuberías de agua caliente. Revisar periódicamente flotadores y válvulas. Realizar pruebas periódicas a instalaciones. Revisar posibles fugas de la red de distribución de consumo verificando su estado físico para prevenir fugas en tuberías, válvulas y conexiones. Desazolve de tuberías, pozos de visita, registros, cajas de grasa y desarenadores.
Implementar un programa de entrenamiento y supervisión del personal de mantenimiento de la red de distribución de agua residual y agua potable en general.	Elaborar manuales de procedimiento que contengan responsabilidades claras para el personal de mantenimiento en la institución.
Implementar un programa de riego de áreas verdes.	Realizar las tareas de riego de jardines en horarios de baja insolación para evitar la evapotranspiración, quema de plantas, y no regar en temporada de lluvias.

C.4. Acciones a largo plazo.

Estrategia	Actividad
Construcción la planta de tratamiento de agua residual	Desarrollar lo propuesto en este trabajo de tesis.
Rehabilitación de la red de drenaje.	Cambiar la tubería de concreto existente por tubos de polipropileno, que cumplan con la norma NMX-E-222/1 - Vigente), con diámetros, flujos, velocidades y pendientes adecuadas.
Interconectar el effluente de agua tratada al sistema de riego de áreas verdes.	Colocar una línea alterna al sistema de riego de agua tratada.
Formar profesionales, docentes e investigadores en el ámbito del tratamiento del agua residual calificados.	Conocer la problemática real del tratamiento de las aguas residuales, asimismo como las limitaciones de identificación, medición y caracterización del proceso, superando las dificultades teóricas mediante el uso de herramientas prácticas, así como tratar directamente con ingenieros encargados del sistema de tratamiento, técnicos de laboratorio de análisis, obreros y personal administrativo de la planta de tratamiento.

APENDICE A

Modelos de diseño para el reactor biológico rotatorio.

El parámetro más importante que debe determinarse al diseñar un biodisco es el área de contacto, ya que el cálculo de las dimensiones del sistema depende de la densidad de área superficial del medio de soporte.

A continuación se presenta un resumen de algunos modelos de diseño que encontramos en la literatura. La mayoría de ellos no mencionan nada acerca del número de etapas, velocidad de rotación, temperatura y otras variables de diseño, las cuales se discutieron en el capítulo IV.

A.1 Modelo de Kornegay y Andrews.

Kornegay y Andrews, (1968), establecieron el primer modelo basado en aspectos teóricos, que puede proporcionar una interpretación fenomenológica de las constantes involucradas, P y K_s .

A partir de un balance de materia para el sustrato en un reactor perfectamente mezclado, y utilizando la expresión cinética de Monod para el crecimiento bacteriano y la eliminación de sustrato, se obtiene la expresión.

$$\frac{Q(S_o - S)}{A} = P \frac{S}{K_s + S} \quad (\text{A.1})$$

Donde:

- Q = Gasto
- S_o = DBO en el influente
- S = DBO en el efluente
- A = Área
- P, K_s = Constantes cinéticas.

Los valores de las constantes P y K_s se determinan experimentalmente en un equipo piloto, por medio de la forma lineal de la ecuación A. 1.

$$\frac{A}{Q(S_o - S)} = \frac{K_s}{P} \times \frac{1}{S} + \frac{1}{P} \quad (\text{A.2})$$

Al comparar gráficamente el inverso de la carga orgánica eliminada [$A/Q(S_o-S)$] y el inverso de la concentración de sustrato ($1/S$) en el efluente, se pueden obtener los valores de K_s y P. Para la deducción del modelo, se establecen las siguientes consideraciones:

1) La eliminación del sustrato causada por los microorganismos suspendidos en el agua dentro del reactor es despreciable, comparada con la eliminación debida a la biopelícula.

2) La rapidez de eliminación de sustrato se relaciona con la rapidez de crecimiento microbiano por medio del coeficiente de rendimiento (Y), definido como

$$Y = \frac{(dx/dt)}{(dS/dt)} = \frac{dX}{dS} \quad (A.3)$$

Donde:

X = Concentración de microorganismos
 S = Concentración de sustrato
 T = Tiempo.

El término correspondiente a la rapidez de eliminación de sustrato es

$$\frac{DS}{dt} V_A = \frac{\mu_{max}}{Y} V_A \frac{X S}{K_s + S} \quad (A.4)$$

Donde:

$V_A = A \times d$
 $V_A =$ Volumen de biomasa activa
 $\mu_{MAX} =$ Tasa máxima de crecimiento
 $d =$ Espesor de biomasa activa. (A.5)

3) No toda de biopelícula es biomasa activa. El espesor activo puede ser menor que el espesor total de la biopelícula o igual a este.

4) La constante de capacidad de área está definida por

$$P = \frac{\mu_{MAX} X d}{Y} \quad (7.18)$$

Y se supone invariable a través del proceso.

Chesner y Col. (1982), evaluaron el modelo y encontraron que es adecuado para aguas de desecho con concentraciones bajas (alrededor de 52 mg DBO/L) o cargas hidráulicas bajas (menos de 0.04 m³/m² x d). El estudio realizado por dichos autores muestra que el modelo solo representa satisfactoriamente al proceso cuando la carga orgánica esta entre 0.40 y 2.10 kg DBO/d x 1000 m².

Si existen cargas orgánicas altas, la deficiente correlación se puede atribuir a que en el modelo utiliza la relación de Monod para tomar en cuenta, de manera simultánea, el empleo

de sustrato y la transferencia de masa en la película. Sin embargo, en proceso de película fija, dicha transferencia depende de la concentración de sustrato en el reactor (en realidad, de la concentración adyacente a la biopelícula). Cuando se modifica la concentración de sustrato en el tanque, el gradiente del transporte de masa cambia proporcionalmente, alterando los valores de las constantes cinéticas P y K_s . En particular, cuando la concentración de sustrato aumenta, se incrementa el gradiente del transporte de masa, modificando los parámetros P y K_s obtenidos originalmente en un sistema con menores concentraciones.

A.2 Modelo de Hartmann.

Hartmann (1960), utiliza un modelo cinético de primer orden con respecto a la fracción biodegradable de materia que entra al proceso, y lo expresa como

$$\frac{X}{X_0} = 10^{-Kt} \quad (\text{A.7})$$

Donde:

- X_0 = Fracción biodegradable en el influente
- X = Fracción biodegradable en el efluente
- t = Tiempo de retención hidráulica

La constante de proporcionalidad k se define como

$$K = k' T^a A'' (V_p)^b \quad (\text{A.8})$$

Donde:

K = Constante de proporcionalidad

T = $\frac{\text{Superficie emergida}}{\text{Superficie sumergida}}$

A'' = $\frac{A}{V_l}$ = $\frac{\text{Área cubierta por microorganismos activos}}{\text{Volumen de liquido contenido en el reactor}}$

K = Constante de proporcionalidad

V_p = Velocidad periférica de los discos, tomada en el mismo sentido que el flujo de agua de desecho

a, b = Constantes por determinar

Experimentalmente, Hartmann encontró que:

a = 0.25

b = 0.1

k' = 3.25 para aguas residuales de la ciudad de Stuttgart

k' = 20.5 para aguas residuales de la ciudad de Heilbronn

$k' = 5.70$ para aguas residuales de la ciudad de Baden – Baden

El modelo requiere la determinación experimental de tres constantes numéricas representativas del equipo: a , b y k' . Estas solo representan al proceso en un intervalo determinado de valores de: 1) gasto de aguas de desecho (Q), 2) relación de inmersión (T), 3) velocidad periférica de los discos (V_P) y 4) concentración de material biodegradable en el influente del proceso.

El modelo contiene un error conceptual al considerar activa solamente a la biomasa sumergida, ya que los organismos también metabolizan el material orgánico de la película líquida adherida a la biopelícula emergida.

A.3 Modelo de Del Borghi y Colaboradores; (1985).

Del Borghi y Col. (1985), proponen el siguiente modelo para diseñar un sistema de biodiscos.

$$\frac{Q}{A} \left[1 - \frac{S}{S_o} \right] = \alpha \beta K_T^{(T-20)} \frac{k (S/S_o)}{K_m + (S/S_o)} \quad (A.9)$$

Donde:

$T =$ Temperatura del agua de desecho, en $^{\circ}C$

$k, K_m =$ Constantes relacionadas con la eliminación de sustrato

$K_T =$ Coeficiente de temperatura con valor de 1.04 para aguas de desecho municipales

$\alpha =$ Factor de corrección relacionado con el número de habitantes (n)

$\beta =$ Factor de corrección relacionado con el número de etapas

El procedimiento de diseño implica la determinación de las constantes k y K_m . Estas se obtienen por medio de la forma lineal de la ecuación A.9, sin tomar en cuenta los factores α , β y K_T .

$$\frac{AS_o}{Q(S_o-S)} = \frac{K_m}{k} \frac{S_o}{S} + \frac{1}{K} \quad (A.10)$$

Al comparar gráficamente $AS_o/Q (S_o - S)$ y S_o/S para diferentes corridas en una unidad piloto de una sola etapa, se obtiene una recta cuya ordenada al origen es el inverso de k y la pendiente es el valor de la relación K_m/k .

Los valores de los factores de corrección se calculan mediante las siguientes relaciones empíricas.

$$\beta = 0.056 N + 0.90 \quad (A.11)$$

Donde:

$$\begin{aligned} N &= \text{Número de etapas} \\ \alpha &= 2.8 \times 10^{-5} n + 0.69 \\ n &= \text{Número de habitantes} \\ \alpha &= 1 \text{ si } n \geq 10,000. \end{aligned} \tag{A.12}$$

Después de determinar los valores de las constantes, la ecuación de diseño se resuelve para el área de contacto (A). El modelo es válido para aguas de desecho de tipo doméstico en las cuales la concentración máxima de DBO en el influente es de 600 mg/L.

Las correlaciones empíricas para α y β propuestas por Del Borghi y Col. (1985), no pueden ser consideradas universales, ya que se obtuvieron a partir de un proceso comparativo entre el equipo piloto empleado por ellos y diversos resultados experimentales registrados en la literatura por otros investigadores. Para poder utilizar dichas correlaciones, es necesario construir y operar un equipo piloto con las mismas características que el de Del Borghi y colaboradores.

A.4 Métodos de Antonie.

El método de Antonie (1976) considera que las cinéticas de eliminación de sustancias orgánicas y nitrificación tienen orden de reacción cercano a uno. Esto significa que la eficiencia de eliminación es casi independiente de la concentración de sustrato en el influente (ver inciso 4.7.9 Carga hidráulica y carga orgánica). Con base en lo anterior, el método utiliza la carga hidráulica como criterio de diseño. Empleando curvas obtenidas con datos experimentales, se relacionan el porcentaje de eliminación de DBO (o de nitrógeno amoniacal), la carga hidráulica y la DBO en el influente.

Asimismo, el método incluye la utilización de curvas, también experimentales, de factores de corrección por temperatura si esta es menor de 12°C. Según se explica en el inciso 4.7.1 (Temperatura), el proceso pierde eficiencia a temperaturas menores de 12°C, ya que la actividad del metabolismo bacteriano disminuye.

El método prevé los casos en los cuales el sistema se ve sometido a períodos con gastos y/o cargas orgánicas mayores que los de diseño, ya que es posible que la población de bacterias nitrificantes sea desplazada temporalmente por el crecimiento de organismos heterótrofos. El método utiliza gráficas de valores permisibles para la relación gasto máximo/gasto promedio en función del porcentaje de eliminación de nitrógeno amoniacal correspondiente a diferentes valores de DBO en el influente.

Se recomienda un proceso con cuatro etapas a fin de utilizar en forma eficiente el área superficial. La velocidad periférica recomendada para diseño debe ser 0.3 m/s. A continuación se resume el procedimiento.

1. Con las bases de diseño (porcentaje de eliminación de la DBO, gasto y DBO en el influente), se determina la carga hidráulica de diseño para eliminación de DBO (CH_C). En caso de que el proceso deba eliminar nitrógeno amoniacal, se utiliza la gráfica correspondiente y se calcula la carga hidráulica de diseño para nitrificación (CH_N).

2. Es necesario corregir las cargas hidráulicas cuando la temperatura de operación sea menor de 12°C.

3. Se verifica que el valor de la relación gasto máximo/gasto promedio sea igual al permitido o menor que este. En caso de que el valor real exceda al permitido, hay dos alternativas:

- a) Aumentar el gasto promedio de diseño hasta un valor en el cual la relación permitida sea igual a la real.
- b) Instalar un igualador de flujo.

4. Una vez corregidas las dos cargas hidráulicas (CH_C y CH_N), la menor de ellas se utiliza para calcular el área de contacto necesaria.

Como puede apreciarse, el método es muy simple pues no requiere la construcción de un equipo piloto para determinar las constantes cinéticas. Solamente es necesario conocer el gasto del agua de desecho por tratar, el porcentaje de eliminación requerido, la DBO en el influente y la temperatura mínima de operación.

La limitación más grande del método es que únicamente puede ser usado si se dispone de curvas de diseño, las cuales solo existen actualmente para aguas de desecho de tipo municipal ($30 \leq DBO \leq 150$ mg/L).

A.5 Modelo De Wu y Colaboradores.

Con base en datos de estudios realizados en plantas de tratamiento que utilizan biodiscos, Wu y Col. (1982), proponen el siguiente modelo para la eliminación de DBO.

$$\frac{S}{S_0} = \frac{4.2 (Q/A)^{0.5579}}{e^{(0.32 N)} S_0^{0.6837} T^{0.2477}} \quad (7.25)$$

Donde:

N= número de etapas.

Las unidades correspondientes a las variables son:

[Q] = GPD

[A] = ft²

[S] = mg DBO/l

$$[T] = \text{°C.}$$

Se recomienda utilizar $N = 4$ ó 6 y la temperatura promedio en invierno. La ecuación A.13 se resuelve para el área de contacto y se sustituyen los valores correspondientes.

Los autores señalan las siguientes limitaciones del modelo:

1. Solamente es aplicable al tratamiento de aguas de desecho domésticas.
2. Se utiliza para diseñar biodiscos arreglados en serie que son movidos por medios mecánicos.
3. La velocidad de rotación de los discos no debe ser mayor de 4 RPM.
4. La transferencia de oxígeno hacia la biopelícula debe ser suficiente para mantener condiciones aerobias.

Wu y Col. (1982), indican con poca precisión el intervalo de valores en el cual el modelo tiene validez, y añaden que el modelo es aplicable si existe una adecuada transferencia de oxígeno a la biopelícula, sin mencionar las condiciones de diseño y/u operación que deben cumplirse para ello.

A.6 Modelo de Stover y Kincannon.

El modelo se basa en el concepto de carga orgánica superficial propuesto por dichos autores en 1972. Stover y Kincannon (1982), establece que la relación empírica entre la carga orgánica aplicada y la tasa de eliminación de DBO tiene una forma análoga a las expresiones de Michaelis, Menten y Monod para la cinética microbiana de utilización de sustrato. Es una función hiperbólica, descrita por la ecuación.

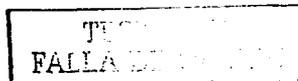
$$L_R = M \frac{L}{K + L} \quad (\text{A.14})$$

Donde:

- L_R = Eficiencia de eliminación, en kg DBO/d x m^2
- L = Carga orgánica aplicada, en kg DBO/d x m^2
- M = Rapidez máxima de eliminación de la DBO
- K = Constante cinética de saturación

Considerando cada etapa del proceso de biodiscos como un reactor perfectamente mezclado, el balance de materia en régimen permanente para la etapa (i) es:

$$QS_{i-1} - L_{Ri}A_i = QS_i \quad (\text{A.15})$$



Donde:

- $Q =$ Gasto
 $L_{Ri} =$ Rapidez de eliminación de DBO por unidad de área en la etapa i
 $A_i =$ Área superficial de la etapa i .

Utilizando la expresión de Stover y Kincannon (ecuación A.14) para la etapa (i), se obtiene:

$$L_{Ri} = M_i \frac{L_i}{K_i + L_i} \quad (A.16)$$

En la cual:

$$L_i = \frac{QS_{i-1}}{A_i} \quad (A.17)$$

Sustituyendo L_{Ri} en la ecuación del balance de materia (ecuación A.15) y resolviendo para el área de la etapa, resulta:

$$A_i = \frac{Q(S_{i-1} - S_i)}{M_i - E_i K_i} \quad (A.19)$$

Donde:

$E_i =$ Eficiencia de eliminación de sustrato en la etapa i y se define como

$$E_i = \frac{S_{i-1} - S_i}{S_{i-1}} \quad (A.20)$$

Los valores de las constantes M y K en cada etapa se determinan mediante la forma lineal de la ecuación A.16.

$$\frac{1}{L_{Ri}} = \frac{K_i}{M_i} \frac{1}{L_i} + \frac{1}{M_i} \quad (A.21)$$

Comparando gráficamente $1/L_{Ri}$ y $1/L_i$, se obtiene una recta cuya ordenada al origen es el inverso de M_i y la pendiente es el valor de la relación K_i/M_i .

Stover y Kincannon (1982), señalan que la eficiencia del tratamiento en términos de carga orgánica es independiente del diámetro del sistema, cuando L es menor de 7.3 kg DBO/d x 1000 m². Si L es mayor que dicho valor, la eficiencia del sistema a gran escala decrece mas rápido que en un sistema piloto. Para valores de carga orgánica mayores que 7.3 a 8.7 kg DBO/d x 1000 m², los equipos a gran escala están limitados por la transferencia de oxígeno

MODELOS DE DISEÑO PARA EL REACTOR BIOLÓGICO ROTATORIO

y se observa una cinética de orden cero cuya rapidez máxima de eliminación es 12.2 Kg DBO/d x 1000 m².

La utilización del concepto de carga orgánica superficial permite predecir la eliminación de sustrato y la eficiencia de tratamiento bajo cualquier condición de carga, sin considerar el orden de la cinética de reacción.

Con este modelo, los pasos para efectuar el diseño son:

1. Utilizando una unidad piloto, determinar experimentalmente los valores de las constantes cinéticas M y K, para cada etapa por medio de la ecuación A.21.
2. Calcular el área de tratamiento necesaria en cada etapa con la ecuación A.19.
3. Vigilar que se cumplan los siguientes recomendaciones:
 - La carga orgánica aplicada no debe ser mayor de 12.2 kg DBO/d x 1000 m².
 - La velocidad periférica de rotación debe ser 0.3048 m/s.
 - La relación volumen del tanque/área superficial es 0.005 m³/m².
 - El área superficial del disco debe estar sumergida en el agua de desecho un 40 por ciento.
 - Si la carga orgánica aplicada es mayor de 7.3 kg DBO/d x 1000 m², hay que considerar factores de escalamiento al determinar el área.

A.7 Modelo de Opatken.

Se basa en una cinética de eliminación de DBO de segundo orden (Opatken, 1982).

Cuando no existen limitaciones en la transferencia de oxígeno y se considera que hay mezclado perfecto en el reactor, la concentración en el efluente de cada etapa se calcula con la expresión.

$$C_n = \frac{\sqrt{1 + 4k\Theta C_{n-1}} - 1}{2k\Theta} \quad (\text{a.22})$$

Donde:

- C_n = DBO en el efluente de la etapa n, (mg/L)
 k = Constante de rapidez de eliminación, (L/mg.h)
 Θ = Tiempo de retención hidráulica, (hr).

El modelo considera además las siguientes recomendaciones de diseño:

MODELOS DE DISEÑO PARA EL REACTOR BIOLÓGICO ROTATORIO

1. Para prevenir sobrecargas orgánicas y crecimiento bacteriano nocivo, la carga orgánica aplicada debe ser menor de $12.2 \text{ kg DBO/d} \times 1000 \text{ m}^2$.
2. Para garantizar condiciones de mezclado perfecto, el tiempo de retención debe ser mayor de 15 minutos en cada etapa.
3. Para prevenir condiciones anaerobias en cualquier etapa, la rapidez máxima de consumo o transferencia de oxígeno (RTO_{max}) no debe ser mayor de $430 \text{ mg O}_2/\text{h}\cdot\text{m}^2$ (Opatken, 1982).
4. La relación volumen del tanque/área superficial debe ser $0.005 \text{ m}^3/\text{m}^2$ (Autotrol, 1978).

El procedimiento de diseño propone los siguientes pasos:

1. Determinar el área de la primera etapa utilizando la máxima carga orgánica permisible ($12.2 \text{ Kg DBO/d} \times 1000 \text{ m}^2$); entonces,

$$A = 7.082 Q C_o \quad (\text{A.23})$$

Donde:

A en m^2
Q en L/s
C_o en mg DBO₆/L

2. Calcular el tiempo de retención hidráulica (Θ) empleando la relación volumen / área de $0.005 \text{ m}^3/\text{m}^2$; por lo tanto:

$$\Theta = 0.005 (A/Q) \quad (\text{A.24})$$

Donde:

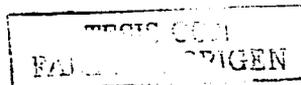
Θ esta dado en hr,
A en m^2
Q en m^3/h .

3. Determinar la DBO en la primera etapa por medio de la ecuación A.22 aplicada a dicha etapa.

$$C_i = \frac{\sqrt{1 + 4k\Theta C_{n-1}} - 1}{2k\Theta} \quad (\text{A.25})$$

Con:

k = 0.083 L/mg.h.



4. Definir:

$$\Delta C_n = C_{n-1} - C_n \quad (\text{A.26})$$

y, utilizando la relación

$$\frac{(Q \Delta C_n)}{A} \leq 430 \text{ mg DBO/h x m}^2$$

Verificar que la rapidez de transferencia de oxígeno (RTO) en la etapa resulte adecuada; es decir, que

$$(\text{RTO}) \leq (\text{RTO}_{\text{max}})$$

Esto puede considerarse valido solamente si se supone que la DBO eliminada (en mg de O_2) es equivalente al oxígeno trasferido (también en mg de O_2).

Si se cumple la desigualdad, la etapa no esta limitada por la transferencia de oxígeno sino por la rapidez de reacción. En el caso contrario, la etapa tiene limitaciones de transferencia de oxígeno y la concentración de DBO en la etapa se calcula mediante la ecuación.

$$\Delta C_{\text{max}} = \frac{A (\text{RTO}_{\text{max}})}{Q} \quad (\text{A.27})$$

Donde ΔC_{max} es el cambio máximo en la DBO determinada por la rapidez máxima de transferencia de oxígeno (RTO_{max}).

Entonces, se calcula C_n modificando la ecuación A.26, y resulta.

$$C_n = C_{N-1} - \Delta C_{\text{max}} \quad (\text{A.28})$$

5. Repetir los pasos anteriores para cada una de las cuatro etapas del sistema.

El modelo intenta ser una alternativa que proporcione al diseñador elementos para analizar el proceso de biodiscos y entender la problemática de los límites de capacidad del sistema. Sin embargo, aunque puedan preverse las condiciones de operación en estado de sobrecarga orgánica, el análisis que el diseñador haga no puede ser profundo, pues el modelo se limita a aspectos operacionales y además utiliza recomendaciones empíricas para cubrir sus deficiencias.

MODELOS DE DISEÑO PARA EL REACTOR BIOLÓGICO ROTATORIO

El modelo asume que la cinética de eliminación de la DBO es de segundo orden; es decir, que se cumple la expresión cinética $-(dC/dt) = kC^2$, en la cual el valor de $k = 0.083 \text{ L/mg} \times \text{h}$ es invariable para cualquier etapa. Sin embargo, lo anterior es cuestionable, porque existe una población microbiana diferente en cada etapa del sistema de biodiscos.

Para un diseño menos incierto, se recomienda realizar un estudio piloto, en el cual se verifique que la cinética de eliminación es efectivamente de segundo orden y se determinen los valores de las constantes de rapidez de eliminación para cada etapa.

La suposición de que el consumo de DBO es equivalente al oxígeno consumido o trasferido puede considerarse válida solamente en las etapas del sistema que no presentan procesos de nitrificación significativos, ya que las bacterias nitrificantes consumen O_2 para oxidar amoníaco y no para eliminar DBO.

TRINIDAD
FALLA DE ORIGEN

APÉNDICE B

Análisis de precios unitarios.

A continuación se presenta el análisis de precios unitarios, para cada uno de los conceptos presentados en los presupuestos discutidos, en el capítulo VI. Así como el factor de salario real, indirecto y utilidad, mostrado en los análisis de precios unitarios.

Los costos de materiales de los precios unitarios se elaboraron mediante el mercadeo de insumos, realizado en el mes de diciembre de 2002. Para el rendimiento de la mano de obra y maquinaria; se empleo la descrita en las siguientes bibliografías: Alfredo Plazola (1997), Carlos Suárez Salazar (2000), David A. (1994).

TRABAJO
FALLA DE ORIGEN

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
CLAVE:	11PRE-001				
LIMPIA Y DESHIERBE DEL TERRENO, INCLUYE: ACOPIO DE BASURA, RETIRO DE MATERIAL HASTA 20.00 M. DE DISTANCIA HORIZONTAL, INCLUYE: MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.			UNIDAD: M2		
			PRECIO UNITARIO: \$1.46		
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL

MATERIALES

TOTAL DE MATERIAL: 0.00

MANO DE OBRA

CUADRILLA No 1 (1 PEÓN)

PEÓN	JOR	1.0000	\$70.03	\$70.03
CABO	JOR	0.0800	\$110.17	\$86.51
MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0188	\$234.27	\$3.89
HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$78.43	\$3.18
				\$82.80
	JOR	0.0132	\$82.81	\$1.09

TOTAL CUADRILLA No 1

CUADRILLA No 1

TOTAL MANO DE OBRA:

TOTAL: \$1.09

TOTAL DE MANO DE OBRA

\$1.09

TOTAL DE SALARIO BASE

\$0.70

MANO DE OBRA EN INDIRECTOS

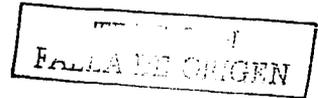
\$0.00

TOTAL DE SALARIO GRABABLE SAR E INFONAVIT

\$0.91

COSTO DIRECTO	1.09
INDIRECTOS	0.99%
INDIRECTOS DE CAMPO	0.99%
SUBTOTAL	1.39
FINANCIAMIENTO	0.88%
SUBTOTAL	1.39
UTILIDAD	9.612%
SUBTOTAL	1.39
SAR	2.88%
INFONAVIT	0.88%
SUBTOTAL	1.46
CARGOS ADICIONALES	0.99%
SUBTOTAL	1.46
OTROS PORCENTAJES	0.99%
PRECIO UNITARIO	\$1.46

** UN PESO 48/100 M. N. **



ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
CLAVE:	12CIM-015				
ACERO DE REFUERZO EN CIMENTACIÓN DEL N.º 2 DE Fy=2630 KG/CM2, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, AMARRES, TRASLAPES, GANCHOS, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.				UNIDAD: TON	
				PRECIO: \$7,970.43	
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL

MATERIALES					
	ALAMBRO LISO DE 1/4" (NO. 2)	TON	1.0300	\$4,300.00	\$4,429.00
	ALAMBRO RECOCIDO NO. 18	KG	48.0000	\$5.08	\$242.88
TOTAL DE MATERIAL:					\$4,671.88

MANO DE OBRA					
CUADRILLA No 62 (1 FERRERO + 1 AYUDANTE DE FERRERO)					
	FIERRERO OBRA NEGRA	JOR	1.0000	\$110.17	\$110.17
	AYUDANTE DE FERRERO	JOR	1.0000	\$74.25	\$74.25
	CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.80
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$203.24	\$8.13
TOTAL DE LA CUADRILLA No 62					\$211.37
CUADRILLA No 62					
TOTAL MANO DE OBRA:					\$1,809.77

TOTAL: \$6,181.66

TOTAL DE MANO DE OBRA	\$1,809.77
TOTAL DE SALARIO BASE	\$975.27
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS	\$0.00
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT	\$1,288.22

COSTO DIRECTO	6,181.66
INDIRECTOS 18.86%	1,112.70
INDIRECTOS DE CAMPO 0.86%	0.00
SUBTOTAL	7,294.36
FINANCIAMIENTO 0.86%	0.00
SUBTOTAL	7,294.36
UTILIDAD 9.812%	885.00
SUBTOTAL	7,882.36
SAR 2.88%	25.16
INFONAVIT 6.80%	62.91
SUBTOTAL	7,970.43
CARGOS ADICIONALES 0.86%	0.00
SUBTOTAL	7,970.43
OTROS PORCENTAJES 0.86%	0.00
PRECIO UNITARIO	\$7,970.43

*** SIETE MIL NOVECIENTOS SETENTA Y OCHO M. N. ***

ESTADO DE GUATEMALA
FALLA DE ORIGEN

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO						
CLAVE: 12CIM-017					UNIDAD:	TON
ACERO DE REFUERZO EN CIMENTACIÓN DEL N.º 3, DE Fy=4200 KG/CM2, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, ANARRES, TRASLAPES, BALETAS, GANCHOS, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.					PRECIO UNITARIO:	\$9,336.00
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL	

MATERIALES						
	VARILLA Fy=4200 KG/CM2 NO. 3 (3/8")	TON	1.0800	\$3,478.26	\$3,773.91	
	ALAMBRE RECOCIDO NO. 18	KG	28.0000	\$6.08	\$141.68	
TOTAL DE MATERIAL:						\$3,915.59
MANO DE OBRA						
CUADRILLA No 02 (1 FERRERO + 1 AYUDANTE DE FERRERO)						
	FERRERO OBRA NEGRA	JOR	1.0000	\$110.17	\$110.17	
	AYUDANTE DE FERRERO	JOR	1.0000	\$74.25	\$74.25	
	CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02	
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.80	
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$303.24	\$8.13	
					211.37	
TOTAL DE LA CUADRILLA No 02						\$1,008.52
CUADRILLA No 02						
TOTAL MANO DE OBRA:						\$1,008.52
TOTAL:						\$4,922.11
TOTAL DE MANO DE OBRA			\$1,008.52			
TOTAL DE SALARIO BASE			\$800.18			
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS			\$0.00			
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT			\$838.52			

COSTO DIRECTO		4,922.11
INDIRECTOS	18.85%	926.00
INDIRECTOS DE CAMPO	0.85%	0.00
SUBTOTAL		5,848.00
FINANCIAMIENTO	0.85%	0.00
SUBTOTAL		5,848.00
UTILIDAD	9.91%	489.19
SUBTOTAL		6,337.28
SAR	2.85%	16.78
INFONAVIT	0.85%	41.94
SUBTOTAL		6,396.00
CARGOS ADICIONALES	0.85%	0.00
SUBTOTAL		6,396.00
OTROS PORCENTAJES	0.85%	0.00
PRECIO UNITARIO		\$9,336.00

** SES MIL TRESCIENTOS TRENTA Y CINCO PESOS 00/100 M. N. **

PRECIO UNITARIO
FALLA DE ORIGEN

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
CLAVE:	12CIM-018				
ACERO DE REFUERZO EN CIMENTACIÓN DEL N°. 4, DE Fy=4200 KG/CM2, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, AMARRES, TRASLAPES, SILLETAS, GANCHOS, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.		PRECIO UNITARIO:	TON		
		PRECIO UNITARIO:	\$6,277.66		
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL

MATERIALES

VARILLA Fy=4200 KG/CM2 NO. 4 (1/2")	TON	1.0880	\$3,479.26	\$3,812.17
ALAMBRE RECOCIDO NO. 18	KG	21.0000	85.08	\$108.26

TOTAL DE MATERIAL:

\$3,918.43

MANO DE OBRA

CUADRILLA No 62 (1 FERRERO + 1 AYUDANTE DE FERRERO)

FIERRERO OBRA NEGRA	JOR	1.0000	\$110.17	\$110.17
AYUDANTE DE FERRERO	JOR	1.0000	\$74.25	\$74.25
CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02
MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.60
HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$203.24	\$8.13

TOTAL DE LA CUADRILLA No 62

\$211.37

CUADRILLA No 62

\$680.72

TOTAL MANO DE OBRA:

\$889.72

TOTAL:

\$4,879.15

TOTAL DE MANO DE OBRA

\$889.72

TOTAL DE SALARIO BASE

\$620.60

MANO DE OBRA EN INDIRECTOS

\$0.00

TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT

\$890.65

COSTO DIRECTO	4,879.15
INDIRECTOS 12.50%	679.89
INDIRECTOS DE CAMPO 2.50%	9.99
SUBTOTAL	5,767.40
FINANCIAMIENTO 0.89%	9.89
SUBTOTAL	5,767.40
UTILIDAD 2.612%	484.10
SUBTOTAL	6,221.89
SAR 2.89%	18.01
INFONAVIT 0.89%	49.89
SUBTOTAL	6,277.66
CARGOS ADICIONALES 0.89%	9.99
SUBTOTAL	6,277.66
OTROS PORCENTAJES 0.89%	9.99
PRECIO UNITARIO	\$6,277.66

" 6265 MIL DOSCIENTOS SETENTA Y SIETE PESOS 66/100 M. N. "

PRECIO CON
FALLA DE ORIGEN

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
CLAVE:	12CIM-019				
ACERO DE REFUERZO EN CIMENTACIÓN DEL N°. 8, DE Fy=4200 KG/CM2, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, AMARRÉS, TRASLAPES, SILLETAS, GANCHOS, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.				UNIDAD:	TON
				PRECIO UNITARIO:	88,289.32
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL

MATERIALES					
	VARILLA FY=4200 KG/CM2 NO. 8 (3/4")	TON	1.1440	\$3,478.26	\$3,978.13
	ALAMBRE RECOCIDO NO. 18	KG	13.8000	\$5.08	\$69.83
TOTAL DE MATERIAL:					\$4,048.96

MANO DE OBRA					
CUADRILLA No 62 (1 FERRERO + 1 AYUDANTE DE FERRERO)					
	FIERRERO OBRA NEGRA	JOR	1.0000	\$110.17	\$110.17
	AYUDANTE DE FERRERO	JOR	1.0000	\$74.25	\$74.25
	CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.60
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$203.24	\$8.13
TOTAL DE LA CUADRILLA No 62					211.37
CUADRILLA No 62		JOR	4.0000	\$211.37	\$845.48
TOTAL MANO DE OBRA:					\$845.48

TOTAL DE MANO DE OBRA	\$845.48
TOTAL DE SALARIO BASE	\$548.15
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS	\$0.00
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT	\$704.61

	COSTO DIRECTO	4,894.44
	INDIRECTOS	18.98%
	INDIRECTOS DE CAMPO	0.99%
	FINANCIAMIENTO	0.99%
	UTILIDAD	9.612%
	SAR	2.99%
	INFONAVIT	6.99%
	CARGOS ADICIONALES	0.99%
	OTROS PORCENTAJES	0.99%
	PRECIO UNITARIO	88,289.32

— SEIS MIL DOSCIENTOS NOVENTA PESOS 32/100 M. N. —

CON
FALLA DE ORIGEN

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO				
CLAVE:	12CM-020			
ACERO DE REFUERZO EN CIMENTACIÓN DEL N.º 8, DE Fy=4200 KG/CM2, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, AMARRÉS, TRASLAPES, SILLETAS, GANCHOS, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.				UNIDAD: TON
				PRECIO UNITARIO: \$6,482.64
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
MATERIALES					
	VARILLA Fy=4200 KG/CM2 NO. 8 (1")	TON	1.1800	\$3,478.26	\$4,139.13
	ALAMBRE RECOCIDO NO. 18	KG	12.9000	\$6.08	\$63.25
TOTAL DE MATERIAL:					\$4,202.38
MANO DE OBRA					
CUADRILLA No 62 (1 FERRERO + 1 AYUDANTE DE FERRERO)					
	FIERRERO OBRA NEGRA	JOR	1.0000	\$110.17	\$110.17
	AYUDANTE DE FERRERO	JOR	1.0000	\$74.25	\$74.25
	CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.80
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$303.24	\$8.13
TOTAL DE LA CUADRILLA No 62					\$211.37
CUADRILLA No 62					\$782.86
TOTAL MANO DE OBRA:					\$782.86
TOTAL:					\$4,985.23
TOTAL DE MANO DE OBRA \$782.86					
TOTAL DE SALARIO BASE \$805.70					
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS \$0.00					
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT \$805.42					

COSTO DIRECTO	4,985.23
INDIRECTOS 18.88%	937.34
INDIRECTOS DE CAMPO 0.88%	0.80
SUBTOTAL	5,923.37
FINANCIAMIENTO 0.88%	0.80
SUBTOTAL	6,924.17
UTILIDAD 0.912%	474.20
SUBTOTAL	7,398.37
SAR 2.68%	198.08
INFONAVIT 0.68%	50.22
SUBTOTAL	7,946.67
CARGOS ADICIONALES 0.68%	53.82
SUBTOTAL	8,000.49
OTROS PORCENTAJES 0.68%	53.82
PRECIO UNITARIO	\$6,482.64

"" 888 MIL CUATROCIENTOS DOS PESOS 44/100 M. N. ""

TRABAJO CON
FALLA DE ORIGEN

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
CLAVE:	12CIM-027				
PLANTILLA DE 5 CM. DE ESPESOR DE CONCRETO HECHO EN OBRA DE FC=100 KG/CM2, INCLUYE PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE, NIVELACIÓN, CIMBRA COMÚN EN FRONTERAS, SOLO ÁREA DE CONTACTO, MAESTREADO Y COLADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.		UNIDAD:	M2		
		PRECIO UNITARIO:	\$888.63		
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL

MATERIALES

	CEMENTO NORMAL GRIS TIPO I EN SACO	TON	0.2730	\$1,030.43	\$281.31
	ARENA	M3	0.5420	\$72.48	\$39.27
	GRAVA	M3	0.8980	\$72.48	\$64.75
	AGUA DE TOMA MUNICIPAL	M3	0.2710	\$2.21	\$0.60
	REVOLVEDORA PARA CONCRETO MIPSA-KOHLER R-10 B H.P. 1 SACO	Hora	0.5333	\$20.38	\$10.86

TOTAL DE MATERIAL:

\$579.67

MANO DE OBRA

CUADRILLA No 102 (1 OPERADOR DE REVOLVEDORA DE 1 SACO + 7 PEONES)

	OPERADOR DE REVOLVEDORA DE 1 SACO	JOR	1.0000	\$101.73	\$101.73
	PEON	JOR	7.0000	\$70.03	\$480.21
	CABO	JOR	0.4000	\$110.17	\$44.07
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.1333	\$234.27	\$31.23
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$887.24	\$26.69
					\$893.93

TOTAL DE LA CUADRILLA No 103

JOR 0.0886 \$883.83 \$48.22

CUADRILLA No 41 (1 ALBAÑIL + 1 PEON)

	OFICIAL ALBAÑIL	JOR	1.0000	\$110.17	\$110.17
	PEON	JOR	1.0000	\$70.03	\$70.03
	CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.80
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$188.02	\$7.66

TOTAL DE LA CUADRILLA No 41

JOR 0.0357 \$208.68 \$7.39

TOTAL MANO DE OBRA:

\$89.69

TOTAL:

\$489.18

TOTAL DE MANO DE OBRA

\$63.60

TOTAL DE SALARIO BASE

\$48.29

MANO DE OBRA EN INDIRECTOS

\$0.00

TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT

\$59.72

	COSTO DIRECTO	433.18
	INDIRECTOS	18.89%
		77.97
	INDIRECTOS DE CAMPO	8.89%
		8.89
	SUBTOTAL	611.15
	FINANCIAMIENTO	9.89%
		611.15
	SUBTOTAL	611.15
	UTILIDAD	9.815%
		41.29
	SUBTOTAL	652.35
	SAR	2.88%
		1.19
	INFONAVIT	6.88%
		2.99
	SUBTOTAL	658.63
	CARGOS ADICIONALES	0.88%
		0.80
	SUBTOTAL	658.63
	OTROS PORCENTAJES	0.88%
		0.80
	PRECIO UNITARIO	\$888.63

" QUINIENTOS CINCUENTA Y OCHO PESOS 68/100 M. N. "

FALLA DE ORIGEN

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
CLAVE:	12CIM-030				
CONCRETO EN CIMENTACIÓN, PREMEZCLADO CLASE A, VACIADO CON BOMBA, DE FC=250 KG/CM2, REVENDIMIENTO DE 14 CM. INCLUYE: MATERIALES, ELABORACIÓN, ACARREOS, COLADO, VIBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.					UNIDAD: M3
					PRECIO UNITARIO: \$1,312.34
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
MATERIALES					
	CONCRETO PREMEZC. RN FC=250 KG/CM2 AGREGADO MÁXIMO 3/4" (A)	M3	1.0400	\$840.00	\$873.60
	SOBRE PRECIO POR REV. 14 CM AGREG. 3/4" APTO PARA BOMB. (A)	M3	1.0400	\$40.00	\$41.60
	AGUA DE TOMA MUNICIPAL	M3	0.0800	\$2.21	\$0.13
TOTAL MATERIALES:					\$916.33
EQUIPO					
VIBRADOR PARA CONCRETO DYNAPAC-KOHLER K-81 4 H.P. LONGITUD 14 PIES					
	CARGOS FIJOS		1.0000	\$5.38	\$5.38
	COMBUSTIBLE	LT	1.2000	\$3.69	\$4.43
	LUBRICANTE	LT	0.0518	\$14.78	\$0.77
	TOTAL DE CONSUMIBLES DEL VIBRADOR				\$10.57
	TOTAL DEL VIBRADOR PARA CONCRETO DYNAPAC-KOHLER K-81 4 H.P. LONGITUD 14 PIES	Hora	0.3200	\$10.57	\$3.38
	BOMBEO DE CONCRETO C/BOMBA EST. HASTA 5 NIVEL (15M ALTURA)	M3	1.0400	\$85.00	\$88.40
TOTAL DE EQUIPO:					\$91.78
MANO DE OBRA					
CUADRILLA No 45 (1 ALBAÑIL + 5 PEONES)					
	OFICIAL ALBAÑIL	JOR	1.0000	\$110.17	\$110.17
	PEON	JOR	5.0000	\$70.03	\$350.15
	CABO	JOR	0.2500	\$110.17	\$27.54
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0833	\$234.27	\$19.51
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$507.37	\$20.29
TOTAL DE LA CUADRILLA No 45					\$527.67
CUADRILLA No 45					\$21.11
TOTAL MANO DE OBRA:					\$21.11
					\$21.11
TOTAL DE MANO DE OBRA					\$21.11
TOTAL DE SALARIO BASE					\$13.63
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS					\$0.00
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT					\$17.59
					\$21.11
COSTO DIRECTO					1,629.22
INDIRECTOS 18.56%					168.68
INDIRECTOS DE CAMPO 0.66%					6.60
SUBTOTAL					1,213.50
FINANCIAMIENTO 0.66%					6.60
SUBTOTAL					1,213.50
UTILIDAD 8.612%					97.89
SUBTOTAL					1,311.11
SAR 2.69%					3.50
INFONAVIT 5.66%					7.50
SUBTOTAL					1,312.34
CARGOS ADICIONALES 0.66%					6.60
SUBTOTAL					1,312.34
OTROS PORCENTAJES 0.66%					6.60
PRECIO UNITARIO					\$1,312.34

— MIL TRESCIENTOS DOCE PESOS 34/100 M. N. —

TRES CON
FALLA DE COSTO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO						
CLAVE: 12CIM-040					UNIDAD:	662
CIMBRA EN LOSAS DE CIMENTACIÓN, ACABADO COMÚN, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, HABILITADOS, CIMBRADO DESCIMBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.					PRECIO UNITARIO:	\$74.82
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL	

MATERIALES

	MADERA DE PINO DE 3A. EN DUELA DE 1" X 4"	PT	2.1400	\$6.30	\$13.48
	MADERA DE PINO DE 3A. EN BARROTE DE 2" X 4"	PT	2.9700	\$6.30	\$18.71
	CLAVO DE 2 1/2" A 3 1/2"	KG	0.0900	\$5.24	\$0.47
	DIESEL	LT	0.9000	\$2.91	\$1.46

TOTAL DE MATERIAL:

\$34.12

MANO DE OBRA

CUADRILLA No 59 (1 CARPINTERO DE OBRA NEGRA + 1 AYUDANTE DE CARPINTERIA OBRA NEGRA)

	CARPINTERO DE OBRA NEGRA	JOR	1.0000	\$110.17	\$110.17
	AYUDANTE DE CARPINTERO DE OBRA NEGRA	JOR	1.0000	\$74.26	\$74.26
	CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.80
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$209.24	\$8.13

TOTAL DE LA CUADRILLA No 59

\$211.37

CUADRILLA No 59

JOR

0.1111

\$211.37

TOTAL MANO DE OBRA:

\$23.48

TOTAL:

\$57.60

TOTAL DE MANO DE OBRA

\$23.48

TOTAL DE SALARIO BASE

\$15.17

MANO DE OBRA EN INDIRECTOS

\$0.00

TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT

\$19.57

COSTO DIRECTO	57.60
INDIRECTOS	18.88%
INDIRECTOS DE CAMPO	0.88%
SUBTOTAL	67.97
FINANCIAMIENTO	0.88%
SUBTOTAL	67.97
UTILIDAD	8.612%
SUBTOTAL	73.46
SAR	3.88%
INFONAVIT	0.88%
SUBTOTAL	74.82
CARGOS ADICIONALES	0.88%
SUBTOTAL	74.82
OTROS PORCENTAJES	0.88%
PRECIO UNITARIO	\$74.82

== SETENTA Y CUATRO PESOS 82/100 ==

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
CLAVE:	12CM8-041				
CUBRIR EN MUROS DE CIMENTACIÓN, ACABADO COMÚN, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, HABILITADOS, CIMENTADO DESHIBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.			UNIDAD: 002		
			PRECIO UNITARIO: \$75.00		
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL

MATERIALES

MADERA DE PINO DE 3A. EN DUELA DE 1" X 4"	PT	2.3200	\$8.30	\$14.62
MADERA DE PINO DE 3A. EN BARROTE DE 2" X 4"	PT	1.1600	\$8.30	\$7.31
MADERA DE PINO DE 3A. EN POLIN DE 4" X 4"	PT	1.2700	\$3.69	\$4.61
SEPARADOR METÁLICO DE 9/16 CON TUERCA	PEZA	0.0800	\$1.00	\$0.08
VARILLA FY-4200 KG/CM2 NO. 4 (1/2")	KG	0.1000	\$3.47	\$0.35
CLAVO DE 2 1/2" A 3 1/2"	KG	0.2000	\$5.24	\$1.05
ALAMBRE RECOCIDO NO. 10	KG	0.1800	\$5.08	\$0.78
DIESEL	LT	0.5000	\$2.91	\$1.46

TOTAL DE MATERIAL:

\$99.21

MANO DE OBRA

CUADRILLA No 59 (1 CARPINTERO DE OBRA NEGRA + 1 AYUDANTE DE CARPINTERIA OBRA NEGRA)

CARPINTERO DE OBRA NEGRA	JOR	1.0000	\$110.17	\$110.17
AYUDANTE DE CARPINTERO DE OBRA NEGRA	JOR	1.0000	\$74.29	\$74.29
CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02
MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.80
HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$203.24	\$8.13

TOTAL DE LA CUADRILLA No 59

\$211.37

CUADRILLA No 59

JOR

0.1315

\$211.37

\$27.80

TOTAL DE MANO DE OBRA:

\$27.80

TOTAL:

\$99.01

TOTAL DE MANO DE OBRA	\$27.80
TOTAL DE SALARIO BASE	\$17.95
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS	\$0.00
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT	\$23.16

COSTO DIRECTO	\$9.01
INDIRECTOS	18.88%
INDIRECTOS DE CAMPO	0.88%
SUBTOTAL	\$8.46
FINANCIAMIENTO	0.88%
SUBTOTAL	\$8.46
UTILIDA	9.812%
SUBTOTAL	\$73.96
SAR	2.88%
INFONAVIT	0.88%
SUBTOTAL	\$75.00
CARGOS ADICIONALES	0.88%
SUBTOTAL	\$75.00
OTROS PORCENTAJES	0.88%
PRECIO UNITARIO	\$75.00

--- SETENTA Y CINCO PESOS 00/100 N. N. ---

TRABAJOS
FALLA DE ORIGEN

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO				
CLAVE:	12CIM-041A			
CIMBRAS EN CONTRATRABES DE CIMENTACIÓN, ACABADO COMÚN, INCLUYE: MATERIALES, ACABADOS, CORTES, HABILITADOS, CIMBRADO DESCIMBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.				UNIDAD: M2
				PRECIO UNITARIO: \$75.00
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO
				TOTAL

MATERIALES

	MADERA DE PINO DE 3A. EN DUELA DE 1" X 4"	PT	2.3200	\$8.30	\$14.62
	MADERA DE PINO DE 3A. EN BARROTE DE 2" X 4"	PT	1.1800	\$8.30	\$7.31
	MADERA DE PINO DE 3A. EN POLIN DE 4" X 4"	PT	1.2700	\$3.83	\$4.81
	SEPARADOR METÁLICO DE 5/16 CON TUERCA	PZA	0.0300	\$1.80	\$0.05
	VARILLA FY-4200 REG-462 NO. 4 (1/2")	KG	0.1000	\$3.47	\$0.35
	CLAVO DE 2 1/2" A 3 1/2"	KG	0.3000	\$5.24	\$1.05
	ALAMBRE RECOCIDO NO. 18	KG	0.1800	\$5.08	\$0.78
	DIESEL	LT	0.8000	\$2.91	\$1.48
TOTAL DE MATERIAL:					\$36.21

MANO DE OBRA

CUADRILLA No 99 (1 CARPINTERO DE OBRA NEGRA + 1 AYUDANTE DE CARPINTERIA OBRA NEGRA)					
	CARPINTERO DE OBRA NEGRA	JOR	1.0000	\$110.17	\$110.17
	AYUDANTE DE CARPINTERO DE OBRA NEGRA	JOR	1.0000	\$74.25	\$74.25
	CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.80
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$303.24	\$8.13
TOTAL DE LA CUADRILLA No 99					\$211.37
CUADRILLA No 99					JOR
TOTAL DE MANO DE OBRA:					\$27.90

TOTAL: \$68.91

TOTAL DE MANO DE OBRA	\$27.90
TOTAL DE SALARIO BASE	\$17.95
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS	\$0.00
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT	\$23.15

COSTO DIRECTO	\$8.91
INDIRECTOS	16.86
INDIRECTOS DE CAMPO	0.00
SUBTOTAL	\$25.45
FINANCIAMIENTO	0.00
SUBTOTAL	\$25.45
UTILIDA	0.61%
SUBTOTAL	73.99
SAR	2.89%
INFONAVIT	0.00%
SUBTOTAL	75.89
CARGOS ADICIONALES	0.00%
SUBTOTAL	75.89
OTROS PORCENTAJES	0.00%
PRECIO UNITARIO	\$75.89

** SETENTA Y CINCO PESOS 89/100 M. N. **

IMPRESION
FALLA DE ORIGEN

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO							
CLAVE:	12CM-044					UNIDAD:	M3
SUMINISTRO Y RELLENO DE MATERIAL INERTE (TEPETETE), COMPACTADO CON PEÓN Y AGUA EN CAPAS DE 20 CM. DE ESPESOR, INCLUYE: ACARREO DE MATERIAL DENTRO DE LA OBRA.						PRECIO UNITARIO:	\$116.67
MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.							
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO		TOTAL	

MATERIALES

AGUA DE TOMA MUNICIPAL	M3	0.1100	\$2.21	80.24	
TEPETETE	M3	1.2930	\$61.80	\$77.44	

TOTAL DE MATERIAL:

\$77.68

MANO DE OBRA

CUADRILLA No 2 (2 PEONES)

PEON	JOR	2.0000	\$70.03	\$140.06	
CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02	
MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.60	
HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$108.88	\$8.36	

TOTAL DE LA CUADRILLA No 2

JOR	0.0800	\$185.23	\$13.22	
-----	--------	----------	---------	--

CUADRILLA No 2

TOTAL DE MANO DE OBRA:

\$13.22

TOTAL:

\$89.90

TOTAL DE MANO DE OBRA	\$13.22
TOTAL DE SALARIO BASE	\$8.54
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS	\$0.00
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT	\$11.02

COSTO DIRECTO	89.90
INDIRECTOS	16.66%
INDIRECTOS DE CAMPO	0.66%
FINANCIAMIENTO	0.66%
UTILIDAD	0.612%
SAR	2.98%
INFONAVIT	0.66%
CARGOS ADICIONALES	0.66%
OTROS PORCENTAJES	0.66%
PRECIO UNITARIO	\$116.67

** CIENTO DIECISÉIS PESOS 67/100 M. N. **

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
CLAVE:	12C19-047				
EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO, POR MEDIOS MANUALES DE 2.00 A 4.00 M. EN MATERIAL TIPO I, ZONA A, INCLUYE: MANO DE OBRA, ACARREO A 20.00 M. DE DISTANCIA HORIZONTAL Y HERRAMIENTA.			UNIDAD: M3		
			PRECIO UNITARIO: 982.94		
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL

MATERIALES

TOTAL DE MATERIAL \$0.00

MANO DE OBRA:

CUADRILLA No 1 (1 PEON)

PEON	JOR	1.0000	\$70.03	\$70.03
CABO	JOR	0.0800	\$110.17	\$8.51
MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0188	\$234.27	\$3.89
HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0420	\$79.43	\$3.18

TOTAL CUADRILLA No 1

CUADRILLA No 1

JOR 0.5714 982.60 982.80

TOTAL MANO DE OBRA:

\$47.20

TOTAL:

\$47.20

TOTAL DE MANO DE OBRA

\$47.20

TOTAL DE SALARIO BASE

\$30.49

MANO DE OBRA EN INDIRECTOS

\$0.00

TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT

\$39.34

COSTO DIRECTO		47.20
INDIRECTOS	19.99%	9.43
INDIRECTOS DE CAMPO	9.99%	4.89
SUBTOTAL		61.52
FINANCIAMIENTO	9.99%	6.15
SUBTOTAL		67.67
UTILIDA	9.51%	6.43
SUBTOTAL		74.10
SAR	2.69%	1.97
INFONAVIT	6.69%	4.94
SUBTOTAL		79.04
CARGOS ADICIONALES	9.99%	7.89
SUBTOTAL		86.93
OTROS PORCENTAJES	9.99%	8.68
PRECIO UNITARIO		956.81

** SESENTA Y DOS PESOS 94/100 M. N. **

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
CLAVE: 13EST-002				UNIDAD:	TON
ACERO DE REFUERZO EN ESTRUCTURA DEL No. 3. DE FY=4200 KG/CM2. INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, AMARRÉS, TRASLAPES, SILLETAS, GANCHOS, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.				PRECIO:	\$6,462.11
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL

MATERIALES

VARILLA ALTA RESISTENCIA FY=4200 KG/CM2 NO. 3 (3/8)	TON	1.0850	\$3,478.26	\$3,773.91	
ALAMBRE RECOCIDO NO. 18	KG	28.0000	\$5.08	\$141.68	
TOTAL DE MATERIAL:					3,915.59

MANO DE OBRA

CUADRILLA No 82 (1 FERRERO + 1 AYUDANTE DE FERRERO)					
FERRERO OBRA NEGRA	JOR	1.0000	\$110.17	\$110.17	
AYUDANTE DE FERRERO	JOR	1.0000	\$74.25	\$74.25	
CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02	
MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0833	\$234.27	\$7.80	
HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$203.24	\$8.13	
TOTAL DE LA CUADRILLA No 82					\$211.37
CUADRILLA No 82	JOR	5.0000	\$211.37	\$1,056.85	
TOTAL DE MANO DE OBRA:					\$1,056.85
			TOTAL:		\$4,972.44

TOTAL DE MANO DE OBRA	\$1,056.85
TOTAL DE SALARIO BASE	\$882.69
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS	\$0.00
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT	\$882.69

COSTO DIRECTO	4,972.44
INDIRECTOS 18.88%	938.04
INDIRECTOS DE CAMPO 0.88%	8.80
SUBTOTAL	6,919.28
FINANCIAMIENTO 0.88%	6.09
SUBTOTAL	6,925.37
UTILIDA 0.912%	472.98
SUBTOTAL	7,398.35
SAR 2.88%	17.62
INFONAVIT 0.68%	44.84
SUBTOTAL	7,460.81
CARGOS ADICIONALES 0.88%	6.68
SUBTOTAL	7,467.49
OTROS PORCENTAJES 0.68%	5.09
PRECIO UNITARIO	\$6,462.11

= SEIS MIL CUATROCIENTOS DOS PESOS 11/100 C. S. =

IMPORTE CON
FALLA DE ORIGEN

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
CLAVE:	13EST-003				
ACERO DE REFUERZO EN ESTRUCTURA DEL No. 4, DE FY-4200 KG/CM2, INCLUYE: MATERIALES, ACARRIOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, AMARRÉS, TRABLAPE, SILLETAS, GANCHOS, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.		UNIDAD:	TON		
		PRECIO UNITARIO:	\$6,462.11		
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL

MATERIALES

VARILLA ALTA RESISTENCIA FY-4200 KG/CM2 NO 4 (1/2")	TON	1.0850	\$3,478.26	\$3,773.91	
ALAMBRE RECOCIDO NO. 18	KG	28.0000	\$5.06	\$141.86	\$3,915.89
TOTAL DE MATERIAL					

MANO DE OBRA

CUADRILLA No 62 (1 FERRERO + 1 AYUDANTE DE FERRERO)					
FERRERO OBRA NEGRA	JOR	1.0000	\$110.17	\$110.17	
AYUDANTE DE FERRERO	JOR	1.0000	\$74.25	\$74.25	
CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02	
MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.80	
HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$203.24	\$8.13	
TOTAL DE LA CUADRILLA No 62				\$211.37	\$1,088.65
CUADRILLA No 62	JOR	5.0000	\$211.37	\$1,056.85	\$1,888.98
TOTAL DE MANO DE OBRA:					

TOTAL: \$4,972.44

TOTAL DE MANO DE OBRA	\$1,088.65
TOTAL DE SALARIO BASE	\$882.89
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS	\$0.00
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT	\$882.76

COSTO DIRECTO	4,972.44
INDIRECTOS 16.88%	838.84
INDIRECTOS DE CAMPO 0.88%	0.88
SUBTOTAL	5,812.16
FINANCIAMIENTO 0.99%	0.89
SUBTOTAL	6,267.48
UTILIDA 0.512%	472.88
SUBTOTAL	6,740.36
SAR 2.88%	17.62
INFONAVIT 0.88%	44.84
SUBTOTAL	6,462.11
CARGOS ADICIONALES 0.88%	0.88
SUBTOTAL	6,462.11
OTROS PORCENTAJES 0.88%	0.88
PRECIO UNITARIO	\$6,462.11

— SEIS MIL CUATROCIENTOS DOS PESOS 11/100 M. N. —

PRECIO CON FALLA DE ORIGEN

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
CLAVE:	13EST-004			UNIDAD:	TON
ACERO DE REFUERZO EN ESTRUCTURA DEL No. 6, DE FY=4200 KG/CM2, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, AMARRES, TRABAJOS, SILLETAS, GANCHOS, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.				PRECIO UNITARIO:	86,929.27
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
MATERIALES					
	VARILLA FY=4200 KG/CM2 NO. 6 (3/4")	TON	1.1440	\$3,478.26	\$3,979.13
	ALAMBRE RECOCIDO NO. 18	KG	13.8000	\$6.08	\$89.83
TOTAL DE MATERIAL:					\$4,068.96

MANO DE OBRA					
CUADRILLA No 62 (1 FERRERO + 1 AYUDANTE DE FERRERO)					
	FERRERO OBRA NEGRA	JOR	1.0000	\$110.17	\$110.17
	AYUDANTE DE FERRERO	JOR	1.0000	\$74.25	\$74.25
	CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.80
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$203.24	\$8.13
TOTAL DE LA CUADRILLA No 62					\$211.37
CUADRILLA No 62		JOR	4.1688	\$211.37	\$880.69
TOTAL DE MANO DE OBRA:					\$880.69
				TOTAL:	\$4,929.65

TOTAL DE MANO DE OBRA	\$880.69
TOTAL DE SALARIO BASE	\$688.90
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS	\$0.00
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT	\$733.98

COSTO DIRECTO	4,929.65
INDIRECTOS 18.99%	\$937.34
INDIRECTOS DE CAMPO 0.99%	\$0.00
SUBTOTAL	\$5,915.99
FINANCIAMIENTO 0.99%	\$0.00
SUBTOTAL	\$5,915.99
UTILIDA 9.61%	\$568.91
SUBTOTAL	\$6,386.90
SAR 2.99%	\$14.69
INFONAVIT 0.99%	\$63.70
SUBTOTAL	\$6,337.27
CARGOS ADICIONALES 0.99%	\$0.00
SUBTOTAL	\$6,337.27
OTROS PORCENTAJES 0.99%	\$0.00
PRECIO UNITARIO	86,337.27

** SEIS MIL TRESCIENTOS TRENTA Y SIETE PESOS 27/100 M. N. **

TOTAL TON
FALLA DE ORIGEN

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
CLAVE:	13E8T-005				
ACERO DE REFUERZO EN ESTRUCTURA DEL No. 8, DE FY=4200 KG/CM2, INCLUYE: MATERIALES, ACARRIROS, CORTEZ, DESPERDICIOS, HABILITADO, AMARRÉS, TRASLAPES, SILLETAS, GANCHOS, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.			UNIDAD: TON		
			PRECIO UNITARIO: \$6,442.67		
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL

MATERIALES					
	VARILLA FY=4200 KG/CM2 NO. 8 (1")	TON	1.1800	\$3,478.26	\$4,136.13
	ALAMBRE RECOCIDO NO. 18	KG	12.8000	\$6.09	\$83.25
TOTAL DE MATERIAL:					\$4,219.38

MANO DE OBRA					
CUADRILLA No 62 (1 FERRERO + 1 AYUDANTE DE FERRERO)					
	FERRERO OBRA NEGRA	JOR	1.0000	\$110.17	\$110.17
	AYUDANTE DE FERRERO	JOR	1.0000	\$74.25	\$74.25
	CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.80
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$203.24	\$8.13
TOTAL DE LA CUADRILLA No 62					\$211.37
CUADRILLA No 62					\$812.85
TOTAL DE MANO DE OBRA:					\$812.85

TOTAL DE MANO DE OBRA	\$812.85	TOTAL:	\$6,016.33
TOTAL DE SALARIO BASE	\$625.14		
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS	\$0.00		
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT	\$877.80		

COSTO DIRECTO	\$6,016.33
INDIRECTOS 16.99%	\$62.76
INDIRECTOS DE CAMPO 0.99%	0.00
SUBTOTAL	\$6,079.09
FINANCIAMIENTO 0.99%	0.00
SUBTOTAL	\$6,079.09
UTILIDA 8.612%	477.88
SUBTOTAL	\$6,556.97
SAR 2.99%	13.85
INFONAVIT 0.99%	\$3.89
SUBTOTAL	\$6,574.71
CARGOS ADICIONALES 0.99%	0.00
SUBTOTAL	\$6,574.71
OTROS PORCENTAJES 0.99%	0.00
PRECIO UNITARIO	\$6,442.67

** 6516 MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y DOS PESOS 67/100 M. N. **

TRABAJO CON
FALLA DE ORIGEN

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO			
CLAVE: 13EST-010		UNIDAD:	MS
CIMBRAS ACABADO APARENTE EN MUROS, A BASE DE TRIPLAY DE PINO DE 18 MM, CON CHAFLANES EN LAS ESQUINAS, SEPARADORES Y BOROS, INCLUYE: MATERIALES, ACARRIBOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, CIMBRADO, DESCIMBRA, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.		PRECIO UNITARIO:	\$79.99

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
MATERIALES					
	MADERA DE PINO DE 3A. EN DUELA DE 1" X 4"	PT	0.1400	\$6.30	\$0.88
	MADERA DE PINO DE 3A. EN BARROTE DE 2" X 4"	PT	1.1800	\$6.30	\$7.31
	MADERA DE PINO DE 3A. EN POLIN DE 4" X 4"	PT	1.2700	\$3.63	\$4.61
	SEPARADOR METALICO DE 9/16 CON TUERCA	PZA	0.0300	\$1.80	\$0.05
	VARILLA FY=4200 K3CM2 NO. 4 (1/2")	KG	0.1000	\$3.47	\$0.35
	CLAVO DE 2 1/2" A 3 1/2"	KG	0.2000	\$5.24	\$1.05
	ALAMBRE RECOCIDO NO. 18	KG	0.1500	\$5.05	\$0.76
	DIESEL	LT	0.8000	\$2.91	\$1.48
	TRIPLAY DE PINO DE 18 MM 1 CARA	HOJA	0.0574	\$286.80	\$17.15
TOTAL DE MATERIAL:					\$33.61
MANO DE OBRA					
CUADRILLA No 59 (1 CARPINTERO DE OBRA NEGRA + 1 AYUDANTE DE CARPINTERIA OBRA NEGRA)					
	CARPINTERO DE OBRA NEGRA	JOR	1.0000	\$110.17	\$110.17
	AYUDANTE DE CARPINTERO DE OBRA NEGRA	JOR	1.0000	\$74.25	\$74.25
	CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.80
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0450	\$303.24	\$13.53
TOTAL DE LA CUADRILLA No 59					\$211.37
CUADRILLA No 59					\$27.79
TOTAL DE MANO DE OBRA:					\$239.16
TOTAL:					\$578.77

TOTAL DE MANO DE OBRA	\$27.79
TOTAL DE SALARIO BASE	\$17.95
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS	\$0.00
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT	\$25.74

COSTO DIRECTO	\$1.41
INDIRECTOS 18.89%	11.86
INDIRECTOS DE CAMPO 0.89%	0.89
SUBTOTAL	13.16
FINANCIAMIENTO 0.89%	0.89
SUBTOTAL	14.05
UTILIDA 0.512%	0.84
SUBTOTAL	14.89
SAR 2.99%	0.44
INFONAVIT 0.99%	1.16
SUBTOTAL	16.49
CARGOS ADICIONALES 0.89%	0.89
SUBTOTAL	17.38
OTROS PORCENTAJES 0.69%	0.89
PRECIO UNITARIO	\$79.99

** SETENTA Y NUEVE PESOS 99/100 M. N. **

TRABAJOS CON
FALLA DE ORIGEN

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO				
CLAVE:	1365T-010A			
CIMBRA ACABADO APARENTE EN COLUMNAS Y TRABES, A BASE DE TRIPLAY DE PINO DE 18 MM CON CHAFLANES EN LAS ESQUINAS, SEPARADORES Y MOROS, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, CIMBRADO, DESCIMBRA, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.				
		UNIDAD:		828
		PRECIO UNITARIO:		\$79.93

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
MATERIALES					
	MADERA DE PINO DE 3A. EN DUELA DE 1" X 4"	PT	0.1400	\$8.30	\$0.88
	MADERA DE PINO DE 3A. EN BARROTE DE 2" X 4"	PT	1.1800	\$8.30	\$7.31
	MADERA DE PINO DE 3A. EN POLIN DE 4" X 4"	PT	1.2700	\$3.63	\$4.61
	SEPARADOR METALICO DE 5/16 CON TUERCA	PZA	0.0300	\$1.80	\$0.05
	VARILLA FY=4200 KSI/CM2 NO. 4 (1/2")	KG	0.1000	\$3.47	\$0.35
	CLAVO DE 2 1/2" A 3 1/2"	KG	0.2000	\$5.24	\$1.05
	ALAMBRE RECOCIDO NO. 18	KG	0.1500	\$5.08	\$0.76
	DIESEL	LT	0.9000	\$2.91	\$1.48
	TRIPLAY DE PINO DE 18 MM 1 CARA	HOJA	0.0574	\$286.80	\$17.15
TOTAL DE MATERIAL:					\$39.61

MANO DE OBRA					
CUADRILLA No 99 (1 CARPINTERO DE OBRA NEGRA + 1 AYUDANTE DE CARPINTERIA OBRA NEGRA)					
	CARPINTERO DE OBRA NEGRA	JOR	1.0000	\$110.17	\$110.17
	AYUDANTE DE CARPINTERO DE OBRA NEGRA	JOR	1.0000	\$74.25	\$74.25
	CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.80
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$203.24	\$8.13
TOTAL DE LA CUADRILLA No 99					\$211.37
CUADRILLA No 99					\$27.79
TOTAL DE MANO DE OBRA:					\$27.79
TOTAL:					\$91.41

TOTAL DE MANO DE OBRA	\$27.79
TOTAL DE SALARIO BASE	\$17.95
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS	\$0.00
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT	\$23.16

COSTO DIRECTO	\$1.41
INDIRECTOS	18.88%
INDIRECTOS DE CAMPO	0.88%
SUBTOTAL	72.46
FINANCIAMIENTO	0.88%
SUBTOTAL	72.46
UTILIDA	9.812%
SUBTOTAL	79.39
SAR	2.88%
INFONAVIT	0.88%
SUBTOTAL	79.93
CARGOS ADICIONALES	0.88%
SUBTOTAL	79.93
OTROS PORCENTAJES	0.88%
PRECIO UNITARIO	\$79.93

** SETENTA Y NUEVE PESOS 93/100 M. N. **

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO				UNIDAD:	982	
CLAVE:	13EST-012A				PRECIO UNITARIO:	989.82
CIMBRERA ACABADO APARENTE EN LOSAS Y MUROS, A BASE DE MADERA DE PINO DE 3a., INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, HABILITADO, CIMBRADO, DESCRIMBA, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.						
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL	

MATERIALES

MADERA DE PINO DE 3A. EN DUELA DE 1" X 4"	PT	1.0100	98.30	98.36	
MADERA DE PINO DE 3A. EN BARROTE DE 2" X 4"	PT	2.2600	98.30	91.64	
MADERA DE PINO DE 3A. EN POLIN DE 4" X 4"	PT	2.0400	83.63	97.41	
CLAVO DE 2 1/2" A 3 1/2"	KG	0.3800	98.24	81.83	
DIESEL	LT	0.7000	82.61	82.04	
TRIPLAY DE PINO DE 18 MM 1 CARA	HOJA	0.0574	8288.80	817.15	
TOTAL DE MATERIAL:					836.43

MANO DE OBRA

CUADRILLA No 59 (1 CARPINTERO DE OBRA NEGRA + 1 AYUDANTE DE CARPINTERIA OBRA NEGRA)					
CARPINTERO DE OBRA NEGRA	JOR	1.0500	8110.17	8110.17	
AYUDANTE DE CARPINTERO DE OBRA NEGRA	JOR	1.0500	874.25	874.25	
CABO	JOR	0.1000	8110.17	811.02	
MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	8234.27	87.80	
MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0833	8234.27	87.80	
HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	8203.24	86.13	
TOTAL DE LA CUADRILLA No 59				8218.17	
CUADRILLA No 59	JOR	0.1178	8218.17	825.77	
TOTAL DE MANO DE OBRA:					825.77

TOTAL: 982.20

TOTAL DE MANO DE OBRA	\$25.77
TOTAL DE SALARIO BASE	\$16.65
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS	\$0.00
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT	\$21.48

COSTO DIRECTO	62.20
INDIRECTOS 18.88%	11.20
INDIRECTOS DE CAMPO 0.89%	0.89
SUBTOTAL	73.49
FINANCIAMIENTO 0.89%	0.89
SUBTOTAL	73.49
UTILIDA 9.842%	8.92
SUBTOTAL	79.32
SAR 2.89%	0.43
INFONAVIT 0.89%	1.87
SUBTOTAL	86.82
CARGOS ADICIONALES 0.89%	0.89
SUBTOTAL	88.82
OTROS PORCENTAJES 0.89%	0.89
PRECIO UNITARIO	989.82

"" OCHENTA PESOS 82160 M. N. ""

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO				UNIDAD:	M3
CLAVE:	13EST-016			PRECIO UNITARIO:	\$1,312.34
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL

MATERIALES

CONCRETO PREMEZC.RN FC=250 KG/CM2 AGREGADO MAXIMO 3/4" (A)	M3	1.0400	\$840.00	\$873.60	
SOBRE PRECIO POR REV. 14 CM AGREG. 3/4" APTO PARABOMBE (A)	M3	1.0400	\$40.00	\$41.80	
AGUA DE TOMA MUNICIPAL	M3	0.0800	\$2.21	\$0.13	
TOTAL MATERIALES:					\$915.53

EQUIPO

VIBRADOR PARA CONCRETO DYNAPAC-KOHLER K-91 4 H.P. LONGITUD 14 PIES					
CARGOS FIJOS		1.0000	\$5.38	\$5.38	
COMBUSTIBLE	LT	1.2000	\$3.89	\$4.43	
LUBRICANTE	LT	0.0518	\$14.78	\$0.77	
TOTAL DE CONSUMIBLES DEL VIBRADOR				\$10.57	
TOTAL DEL VIBRADOR PARA CONCRETO DYNAPAC-KOHLER K-91 4 H.P. LONGITUD 14 PIES	Mere	0.3200	\$10.57		\$3.38
BOMBEO DE CONCRETO C/BOMBA EST. HASTA 5 NIVEL (15M ALTURA)	M3	1.0400	\$86.00		\$88.40
TOTAL DE EQUIPO:					\$91.78

MANO DE OBRA

CUADRILLA No 45 (1 ALBAÑIL + 5 PEONES)					
OFICIAL ALBAÑIL	JOR	1.0000	\$110.17	\$110.17	
PEON	JOR	5.0000	\$70.03	\$350.15	
CABO	JOR	0.2900	\$110.17	\$27.54	
MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0833	\$234.27	\$18.51	
HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$507.37	\$20.29	
TOTAL DE LA CUADRILLA No 45					\$527.67
CUADRILLA No 45	JOR	0.0400	\$527.67	\$21.11	
TOTAL DE MANO DE OBRA:					\$21.11

TOTAL: \$1,898.23

TOTAL DE MANO DE OBRA

TOTAL DE MANO DE OBRA	\$21.11
TOTAL DE SALARIO BASE	\$13.63
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS	\$0.00
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT	\$17.59

COSTO DIRECTO	1,898.22
INDIRECTOS	98.89%
INDIRECTOS DE CAMPO	0.89%
FINANCIAMIENTO	0.89%
UTILIDAD	9.612%
SAR	2.05%
INFONAVIT	0.89%
CARGOS ADICIONALES	0.89%
OTROS PORCENTAJES	0.89%
PRECIO UNITARIO	\$1,312.34

*** MIL TRESCIENTOS DOCE PESOS 34/100 M. N. **

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO				
CLAVE:	14ALB-002			
APLANADO ACABADO FINO EN MUROS DE PLANTA BAJA, CON MORTERO CEMENTO ARENA 1:4, A PLOMO Y REGLA, INCLUYE: REMATES, SOQUILLAS, MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.				UNIDAD: M2
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO: \$48.71
				TOTAL

MATERIALES

PASTA CEMENTO-ARENA 1:4	M3				
CEMENTO NORMAL GRIS TIPO I EN SACO	TON	0.4320	\$1,030.43	\$445.15	
ARENA	M3	1.2030	\$72.48	\$87.17	
AQUA DE TOMA MUNICIPAL	M3	0.3370	\$2.21	\$0.74	
MORTERO CEMENTO-ARENA 1:4				\$533.08	
TOTAL MORTERO EMENTO-ARENA 1:4	M3	0.0312	\$633.08	\$18.63	
TOTAL DE MATERIAL:					\$16.63

EQUIPO

ANDAMIO DE CABALLETES Y TABLONES CONSTRUIDO CON MADERA DE PINO DE 3" USADO PARA ALTURAS DE 1.50 A 3.00 M.	USO	0.0454	\$7.12	\$0.32	
TOTAL DE EQUIPO:					\$0.32

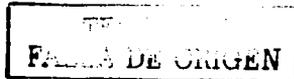
MANO DE OBRA

CUADRILLA No 41 (1 ALBAÑIL + 1 PEON)					
OFICIAL ALBAÑIL	JOR	1.0000	\$110.17	\$110.17	
PEON	JOR	1.0000	\$70.05	\$70.05	
CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02	
MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.60	
HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$189.02	\$7.56	
TOTAL DE LA CUADRILLA No 41				\$208.98	
CUADRILLA No 41	JOR	0.0808	\$208.98	\$16.81	
TOTAL DE MANO DE OBRA:					\$16.81
			TOTAL:		\$36.77

TOTAL DE MANO DE OBRA	\$16.81
TOTAL DE SALARIO BASE	\$12.15
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS	\$0.00
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT	\$15.68

COSTO DIRECTO	38.77
INDIRECTOS	15.99%
INDIRECTOS DE C/	0.99%
SUBTOTAL	42.21
FINANCIAMIENTO	0.99%
SUBTOTAL	42.21
UTILIDA	9.612%
SUBTOTAL	46.81
SAR	2.98%
INFONAVIT	0.99%
SUBTOTAL	48.71
CARGOS ADICION	0.99%
SUBTOTAL	48.71
OTROS PORCENT/	0.99%
PRECIO UNITARIO	\$48.71

" CUARENTA Y SEIS PESOS 71/100 M. EL "



ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO			
CLAVE:	14ALB-022		
CADENA Y/O CASTILLO DE 13x20 CM. DE CONCRETO HECHO EN OBRA DE FC=300 KG/CM2 ACABADO APARENTE, ARMADO CON 4 VARILLAS DE 3/8" Y ESTRIBOS DEL No.2 A CADA 20 CM (INCLUYE: MATERIALES, ACARRRES, CORTES, DESPERDICIOS, TRASLAPES, ANCLAJE HASTA 50 CM., AMARRRES, CIMBRADO, COLADO, DESCIMBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.			UNIDAD: M
			PRECIO UNITARIO: \$91.46

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
BASICO 1: CONCRETO HECHO EN OBRA FC=280 KG/CM2, RESISTENCIA NORMAL, AGREGADO MAXIMO 3/4"					
MATERIALES BASICO 1					
	CEMENTO NORMAL GRIS TIPO I EN SACO	TON	0.3880	\$1,030.43	\$379.20
	ARENA	M3	0.5310	\$72.46	\$38.46
	GRAVA	M3	0.8430	\$72.46	\$61.09
	AQUA DE TOMA MUNICIPAL	M3	0.2520	\$2.21	\$0.56
TOTAL DE MATERIAL BASICO 1:					\$480.32
EQUIPO BASICO 1					
	REVOLVEDORA PARA CONCRETO MIPSA-KOHLER R-10 B H.P. 1 SACO	Hora	0.5333	\$20.38	\$10.88
TOTAL EQUIPO BASICO 1:					\$10.88
MANO DE OBRA					
CUADRILLA No 103 (1 OPERADOR DE REVOLVEDORA DE 1 SACO + 7 PEONES)					
	OPERADOR DE REVOLVEDORA DE 1 SACO	JOR	1.0000	\$101.73	\$101.73
	PEON	JOR	7.0000	\$70.03	\$490.21
	CABO	JOR	0.4000	\$110.17	\$44.07
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.1333	\$234.27	\$31.23
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$687.24	\$27.50
TOTAL DE LA CUADRILLA No 103					\$883.83
CUADRILLA No 103					\$48.22
TOTAL DE MANO DE OBRA BASICO 1:					\$932.05
TOTAL DEL BASICO CONCRETO HECHO EN OBRA FC=280 KG/CM2, RESISTENCIA NORMAL, AGREGADO MAXIMO 3/4"					\$621.99
MATERIALES					
BASICO 1: CONCRETO HECHO EN OBRA FC=200 KG/CM2, RESISTENCIA NORMAL, AGREGADO MAXIMO 3/4"					
	MADERA DE PINO DE 3A. EN DUELA DE 1" X 4"	PT	1.7820	\$6.30	\$11.23
	VARILLA FY=4200 KG/CM2 NO. 3 (3/8")	KG	2.3384	\$3.47	\$8.12
	ALAMBRO LISO DE 1/4" (NO. 2)	KG	0.8433	\$4.30	\$3.63
	ALAMBRE RECOCIDO NO. 18	KG	0.2000	\$5.06	\$1.01
	CLAVO DE 2 1/2" A 3 1/2"	KG	0.1380	\$5.24	\$0.71
	DIESEL	LT	0.6000	\$2.91	\$1.75
TOTAL DE MATERIAL:					\$42.86
EQUIPO					
	ANDAMIO DE CABALLETES Y TABLONES CONSTRUIDO CON MADERA DE PINO DE 3- USADO PARA ALTURAS DE 1.50 A 3.00 M.	USO	0.129	\$7.12	\$0.92
TOTAL DE EQUIPO:					\$0.92
MANO DE OBRA					
CUADRILLA No 41 (1 ALBAÑIL + 1 PEON)					
	OFICIAL ALBAÑIL	JOR	1.0000	\$110.17	\$110.17
	PEON	JOR	1.0000	\$70.03	\$70.03
	CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.80
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$189.02	\$7.56
TOTAL DE LA CUADRILLA No 41					\$208.58
CUADRILLA No 41					\$26.70
TOTAL DE MANO DE OBRA:					\$235.28
TOTAL:					\$76.48

ESTADO DE GUAYAMA
 F. L. DE ORIGEN

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
CLAVE:	14ALB-022	UNIDAD:	M		
CADENA VAO CASTILLO DE 15X20 CM. DE CONCRETO HECHO EN OBRA DE FC-300 MDCM2. ACABADO APARENTE, ARMADO CON 4 VARILLAS DE 3/8" Y ESTRIBOS DEL No.2 A CADA 20 CM. INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, TRASLAPES, ANCLAJE HASTA 50 CM., AMARRÉS, CIMBRADO, COLADO, DESCIMBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.		PRECIO UNITARIO:	891.48		
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL

TOTAL DE MANO DE OBRA \$26.70
 TOTAL DE SALARIO BASE \$17.25
 MANO DE OBRA EN INDIRECTOS \$0.00
 TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT \$22.25

COSTO DIRECTO	78.40
INDIRECTOS 18.88%	12.00
INDIRECTOS DE CAMPO 0.88%	0.80
SUBTOTAL	89.10
FINANCIAMIENTO 0.88%	0.80
SUBTOTAL	89.90
UTILIDA 0.612%	0.71
SUBTOTAL	90.60
SAR 2.88%	0.45
INFONAVIT 0.88%	1.11
SUBTOTAL	91.48
CARGOS ADICIONALES 0.88%	0.80
SUBTOTAL	91.48
OTROS PORCENTAJES 0.88%	0.80
PRECIO UNITARIO	891.48

** NOVENTA Y UN PESOS 48/100 M. N. **

TRABAJOS
 FALLA DE ORIGEN

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO			
CLAVE: 14ALB-024			
CANALON DE 34X24 CM Y 10 CM. DE ESPESOR DE CONCRETO HECHO EN OBRA DE FC=200 KG/CM2, ACABADO APARENTE, ARMADO CON MALLA ELECTROSOLDADA CALIBRE #6/6-S (DOBLE ARMADO), INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, TRABAJOS, ANCLAJE HASTA 30 CM. AMARRES, CMBRADO, COLADO, DESCMBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.		UNIDAD:	M
		PRECIO UNITARIO:	\$178.96

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
BASICO 1: CONCRETO HECHO EN OBRA FC=200 KG/CM2, RESISTENCIA NORMAL, AGREGADO MAXIMO 3/4"					
MATERIALES BASICO 1					
	CEMENTO NORMAL GRIS TIPO I EN SACO	TON	0.3880	\$1,030.43	\$399.20
	ARENA	M3	0.9310	\$72.46	\$67.46
	GRAVA	M3	0.6430	\$72.46	\$46.59
	AGUA DE TOMA MUNICIPAL	M3	0.2620	\$2.21	\$0.58
TOTAL DE MATERIAL BASICO 1:					\$494.82
EQUIPO BASICO 1					
	REVOLVEDORA PARA CONCRETO MPMBA-HOHLER R-10 S H.P. 1 SACO	Hora	0.5333	\$20.38	\$10.88
TOTAL EQUIPO BASICO 1:					\$10.88
MANO DE OBRA					
CUADRILLA No 103 (1 OPERADOR DE REVOLVEDORA DE 1 SACO + 7 PEONES)					
	OPERADOR DE REVOLVEDORA DE 1 SACO	JOR	1.0000	\$101.73	\$101.73
	PEON	JOR	7.0000	\$70.03	\$490.21
	CABO	JOR	0.4000	\$110.17	\$44.07
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.1333	\$234.27	\$31.23
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$887.24	\$35.89
TOTAL DE LA CUADRILLA No 103					\$883.93
CUADRILLA No 103					JOR 0.0888 \$883.93 \$48.22
TOTAL DE MANO DE OBRA BASICO 1:					\$48.22
TOTAL DEL BASICO CONCRETO HECHO EN OBRA FC=200 KG/CM2, RESISTENCIA NORMAL, AGREGADO MAXIMO 3/4"					\$821.89
MATERIALES					
BASICO 1: CONCRETO HECHO EN OBRA FC=200 KG/CM2, RESISTENCIA NORMAL, AGREGADO MAXIMO 3/4"					
	MADERA DE PINO DE 3A. EN DUELA DE 1" X 4"	FT	2.2087	\$6.30	\$13.92
	MALLA ELECTROSOLDADA #6/6-S	KG	4.0807	\$4.45	\$18.20
	CLAVO DE 2 1/2" A 3 1/2"	KG	0.1674	\$5.24	\$0.86
	DIESEL	LT	0.7440	\$2.91	\$2.17
TOTAL DE MATERIAL:					\$104.86
EQUIPO					
TOTAL DE EQUIPO:					\$0.00
MANO DE OBRA					
CUADRILLA No 41 (1 ALBAÑIL + 1 PEON)					
	OFICIAL ALBAÑIL	JOR	1.0000	\$110.17	\$110.17
	PEON	JOR	1.0000	\$70.03	\$70.03
	CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.80
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$188.02	\$7.58
TOTAL DE LA CUADRILLA No 41					\$208.98
CUADRILLA No 41					JOR 0.1800 \$208.98 \$33.12
TOTAL DE MANO DE OBRA:					\$33.12
TOTAL:					\$137.17
TOTAL DE MANO DE OBRA \$33.12					
TOTAL DE SALARIO BASE \$21.38					
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS \$0.00					
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT \$27.80					

ESTAS CON FALLA DE ORIGEN

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO			
CLAVE:	14ALS-G24	UNIDAD:	M
CANALON DE 34X24 CM Y 10 CM. DE ESPESOR DE CONCRETO HECHO EN OBRA DE FC-300 KG/CM2. ACABADO APARENTE. ARMADO CON MALLA ELECTROSOLDADA CALIBRE 6/8X6/8 (DOBLE ARMADO). INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, TRABAJOS ANCLAJE HASTA 30 CM. AMARRES, CMBRADO, COLADO, DESMBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.		PRECIO UNITARIO:	\$178.06
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TOTAL

COSTO DIRECTO	157.17
INDIRECTOS 12.50%	24.66
INDIRECTOS DE CASO 0.50%	0.89
SUBTOTAL	182.62
FINANCIAMIENTO 0.50%	0.89
SUBTOTAL	183.51
UTILIDA 0.912%	16.76
SUBTOTAL	200.27
SAR 2.50%	5.01
INFORMAVT 0.50%	1.00
SUBTOTAL	206.28
CARGOS ADICIONALES 0.50%	10.31
SUBTOTAL	216.59
OTROS PORCENTAJES 0.50%	10.81
PRECIO UNITARIO	227.40

— CIENTO SETENTA Y SEIS PESOS 00/100 M. N. —

TERCERA PARTE
FALLA DE ORIGEN

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO			
CLAVE:	14ALB-030		
FRISO DE 10 CM. DE ESPESOR DE CONCRETO HECHO EN OBRA DE FC=300 KG/CM2, ACABADO ESCOBIILLADO, ARMADO CON MALLA ELECTROBOLDADA CALIBRE #8x8-6, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, TRABAJOS, ANCLAJE, AMARRÉS, CHIBRADO, COLADO, DESCHIBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.			UNIDAD: M
			PRECIO UNITARIO: \$188.88

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
BASICO 1: CONCRETO HECHO EN OBRA FC=300 KG/CM2, RESISTENCIA NORMAL, AGRÉGADO MÁXIMO 3/4"					
MATERIALES BASICO 1					
	CEMENTO NORMAL GRIS TIPO I EN SACO	TON	0.3880	\$1,030.43	\$379.20
	ARENA	M3	0.5310	\$72.48	\$38.48
	GRAVA	M3	0.9430	\$72.48	\$68.59
	AGUA DE TOMA MUNICIPAL	M3	0.2520	\$2.21	\$0.56
TOTAL DE MATERIAL BASICO 1:					\$484.82
EQUIPO BASICO 1					
	REVOLVEDORA PARA CONCRETO MPBA-KOHLER R-10 B H.P. 1 SACO	Hora	0.5333	\$20.38	\$10.88
TOTAL EQUIPO BASICO 1:					\$10.88
MANO DE OBRA					
CUADRILLA No 103 (1 OPERADOR DE REVOLVEDORA DE 1 SACO + 7 PEONES)					
	OPERADOR DE REVOLVEDORA DE 1 SACO	JOR	1.0000	\$101.73	\$101.73
	PEON	JOR	7.0000	\$70.03	\$490.21
	CABO	JOR	0.4000	\$110.17	\$44.07
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.1333	\$234.27	\$31.23
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$687.24	\$26.89
TOTAL DE LA CUADRILLA No 103					\$883.93
CUADRILLA No 103					\$48.22
TOTAL DE MANO DE OBRA BASICO 1:					\$932.15
TOTAL DEL BASICO CONCRETO HECHO EN OBRA FC=300 KG/CM2, RESISTENCIA NORMAL, AGRÉGADO MÁXIMO 3/4"					
MATERIALES					
BASICO 1: CONCRETO HECHO EN OBRA FC=200 KG/CM2, RESISTENCIA NORMAL, AGRÉGADO MÁXIMO 3/4"					
	MADERA DE PINO DE 3A. EN DUELA DE 1" X 4"	FT	2.2087	\$6.30	\$13.82
	MALLA ELECTROBOLDADA #8x8-6	KG	4.0807	\$4.45	\$18.20
	CLAVO DE 2 1/2" A 3 1/2"	KG	0.1874	\$5.24	\$0.98
	DIESEL	LT	0.7440	\$2.91	\$2.17
TOTAL DE MATERIAL:					\$36.17
EQUIPO					
TOTAL DE EQUIPO:					\$0.00
MANO DE OBRA					
CUADRILLA No 41 (1 ALBAÑIL + 1 PEON)					
	OFICIAL ALBAÑIL	JOR	1.0000	\$110.17	\$110.17
	PEON	JOR	1.0000	\$70.03	\$70.03
	CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.80
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$188.02	\$7.58
TOTAL DE LA CUADRILLA No 41					\$298.59
CUADRILLA No 41					\$28.91
TOTAL DE MANO DE OBRA:					\$327.50
TOTAL:					\$119.48
TOTAL DE MANO DE OBRA					\$36.91
TOTAL DE SALARIO BASE					\$17.38
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS					\$0.00
TOTAL DE SALARIO GRABABLE SAR E INFONAVIT					\$22.42

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
CLAVE:	14ALB-03D				
PISO DE 10 CM. DE ESPESOR DE CONCRETO HECHO EN OBRA DE FC=300 KG/CM2, ACABADO ESCOBILLADO, ARMADO CON MALLA ELECTROBOLDADA CALIBRE 6/16x6, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, CORTES, DESPERDICIOS, TRABLAPE, ANCLAJE, AMARRES, CAMBRADO, COLADO, DESCAMBRADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.		UNIDAD:	M		
		PRECIO UNITARIO:	\$163.82		
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL

	COSTO DIRECTO	119.88
	INDIRECTOS 18.88%	21.81
	INDIRECTOS DE CAMPO 0.88%	0.88
	SUBTOTAL	142.59
	FINANCIAMIENTO 0.88%	0.88
	SUBTOTAL	143.58
	UTILIDA 0.912%	11.37
	SUBTOTAL	162.36
	SAR 2.88%	0.46
	BIPONAVIT 0.68%	1.12
	SUBTOTAL	163.92
	CARGOS ADICIONALES 0.68%	0.88
	SUBTOTAL	163.82
	OTROS PORCENTAJES 0.68%	0.88
	PRECIO UNITARIO	\$163.82

"" CIENTO CINCUENTA Y TRES PESOS 82/100 N. N. ""

TRIS CENT
FALLA DE TRIS CENT

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ADICIONALES DE PRECIO UNITARIO			
CLAVE: 14ALB-041			
MURO DE 14 CM. DE ESPESOR, DE TABIQUE ROJO RECOCIDO, ABENTADO CON MORTERO	UNIDAD:		MS
CEMENTO ARENA 1:5 ACABADO APARENTE, JUNTAS DE 1.5 CM. A 2.00 CM. DE ESPESOR, HASTA UNA ALTURA DE 3.5 M., INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	PRECIO UNITARIO:		\$284.04

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
MATERIALES					
	LADRILLO DE BARRO ROJO RECOCIDO 1.5 X 12.5 X 23.5CM	MILL	0.1880	\$773.91	\$143.98
	MORTERO CEMENTO-ARENA 1:4				
	CEMENTO NORMAL GRIS TIPO I EN SACO	TON	0.4320	\$1,030.43	\$445.15
	ARENA	M3	1.2030	\$72.48	\$87.17
	AGUA DE TOMA MUNICIPAL	M3	0.3370	\$2.21	\$0.74
	MORTERO CEMENTO-ARENA 1:4				\$533.08
	TOTAL DEL MORTERO MORTERO CEMENTO-ARENA 1:4	M3	0.0880	\$533.08	\$31.45
	AGUA DE TOMA MUNICIPAL	M3	0.0880	\$2.21	\$0.20
	TOTAL DE MATERIAL:				\$178.99
	EQUIPO				
	ANDAMIO DE CABALLETES Y TABLONES CONSTRUIDO CON MADERA DE PINO DE 3RA USADO PARA ALTURAS DE 1.50 A 3.00 M.	USO	0.1280	\$7.12	\$0.89
	TOTAL DE EQUIPO:				\$0.89
	MANO DE OBRA				
	CUADRILLA No 41 (1 ALBAÑIL + 1 PEON)				
	OFICIAL ALBAÑIL	JOR	1.0000	\$110.17	\$110.17
	PEON	JOR	1.0000	\$70.03	\$70.03
	CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.80
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$189.02	\$7.58
	TOTAL DE LA CUADRILLA No 41				\$208.98
	CUADRILLA No 41	JOR	0.2500	\$208.98	\$51.74
	TOTAL DE MANO DE OBRA:				\$61.74
				TOTAL:	\$229.23
	TOTAL DE MANO DE OBRA		\$61.74		
	TOTAL DE SALARIO BASE		\$33.43		
	MANO DE OBRA EN INDIRECTOS		\$0.00		
	TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT		\$43.12		
	COSTO DIRECTO				229.23
	INDIRECTOS		18.98%		41.88
	INDIRECTOS DE CAMPO		0.98%		0.99
	SUBTOTAL				269.31
	FINANCIAMIENTO		0.66%		0.99
	SUBTOTAL				269.31
	UTILIDA		0.612%		21.71
	SUBTOTAL				291.02
	SAR		2.66%		0.86
	INFONAVIT		0.66%		2.16
	SUBTOTAL				294.04
	CARGOS ADICIONALES		0.66%		0.86
	SUBTOTAL				294.94
	OTROS PORCENTAJES		0.66%		0.89
	PRECIO UNITARIO				\$284.04

*** DOSCIENTOS NOVENTA Y CUATRO PESOS 94/100 M. N. ***

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO			
CLAVE:	18MID-003		
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ELECTRO NIVELES DE 3 PASOS, EN CISTERNA Y TINACO. INCLUYE: ELEMENTOS TÉRMICOS, CONTROL DE ELECTRO NIVELES A TANQUE, TUBERÍA CONDUIT DE 13 MM. PARED DELGADA, CABLEADO, CONEXIONES, PRUEBAS, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.		UNIDAD:	PZA
		PRECIO UNITARIO:	888.43

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
-------	-------------	--------	----------	--------	-------

MATERIALES					
	ELECTRO NIVELES DE TRES PASOS	M	1.0100	888.00	908.80
	CABLE (NORMAL) THW 600 VOLTS 90 GRADOS C. CALIBRE 10	M	12.9000	\$2.89	\$38.13
TOTAL DE MATERIAL:					946.93
MANO DE OBRA					
CUADRILLA No 84 (1 ELECTRICISTA + 1 AYTE. DE ELECTRICISTA)					
	ELECTRICISTA	JOR	1.0000	\$134.24	\$134.24
	AYUDANTE DE ELECTRICISTA	JOR	1.0000	\$74.25	\$74.25
	CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.80
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$227.31	\$9.09
TOTAL CUADRILLA No 84					\$238.40
CUADRILLA No 84					
TOTAL DE MANO DE OBRA:					989.10
					TOTAL:
					989.12
TOTAL DE MANO DE OBRA					
TOTAL DE SALARIO BASE					
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS					
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT					

COSTO DIRECTO		888.12
INDIRECTOS	9.59%	134.22
INDIRECTOS DE CAMPO	0.59%	0.59
	SUBTOTAL	\$14.39
FINANCIAMIENTO	0.59%	0.59
	SUBTOTAL	\$14.34
UTILIDA	0.612%	88.64
	SUBTOTAL	\$79.89
SAR	2.69%	0.59
INFONAVIT	0.69%	2.45
	SUBTOTAL	888.43
CARGOS ADICIONALES	0.59%	0.59
	SUBTOTAL	888.43
OTROS PORCENTAJES	0.59%	0.59
	SUBTOTAL	888.43
PRECIO UNITARIO		888.43

** OCHO CIENTOS OCHENTA Y TRES PESOS 43/100 M. N. **

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
CLAVE:	15ND-010				
SUBINSTRUMENTO Y COLOCACIÓN DE TUBO GALVANIZADO CÉDULA 40 DE 51 MM. DE DIÁMETRO PARA LA VENTILACIÓN DE CISTERNAS, 57 CM. DE LONGITUD CON 2 CODOS Y 1 NIPLE SEGÚN PLANOS DE CISTERNAS. INCLUYE: MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.			PRECIO UNITARIO: 9888.48		
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
MATERIALES					
	TUBO GALVANIZADO CÉDULA 40 DE 51 MM	M	0.1300	\$89.26	\$9.00
	CODO NIPLE GALVANIZADO DE 90 GRADOS DE 51 MM	PZA	1.0100	\$37.84	\$37.82
	CODO GALVANIZADO DE 90 GRADOS DE 51 MM	PZA	2.0200	\$27.88	\$55.91
	NAVAJA PARA CORTADORA	PZA	0.0207	\$31.80	\$2.89
	SELLADOR SILER GRANDE	LATA	0.3815	\$21.80	\$8.24
TOTAL DE MATERIAL:					\$111.73

MANO DE OBRA					
CUADRILLA No 82 (1 PLOMERO + 1 AYUDANTE DE PLOMERO)					
	PLOMERO	JOR	1.0000	\$134.24	\$134.24
	AYUDANTE DE PLOMERO	JOR	1.0000	\$74.25	\$74.25
	CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.80
	HERRAMIENTA MENOR	(%)jmo	0.0400	\$227.31	\$9.09
TOTAL DE LA CUADRILLA No 82					\$242.57
CUADRILLA No 82					\$242.57
TOTAL DE MANO DE OBRA:					\$242.57
TOTAL:					\$384.30

TOTAL DE MANO DE OBRA	\$242.57
TOTAL DE SALARIO BASE	\$156.89
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS	\$0.00
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVT	\$202.15

COSTO DIRECTO	488.84
INDIRECTOS 16.88%	82.09
INDIRECTOS DE CAMPO 0.88%	0.89
SUBTOTAL	571.82
FINANCIAMIENTO 0.88%	0.89
SUBTOTAL	572.71
UTILIDA 0.812%	4.63
SUBTOTAL	577.34
SAR 2.66%	15.14
INFONAVT 0.88%	5.07
SUBTOTAL	597.55
CARGOS ADICIONALES 0.88%	0.89
SUBTOTAL	598.44
OTROS PORCENTAJES 0.88%	0.89
PRECIO UNITARIO	9888.48

** SEISCIENTOS OCHO PESOS 48/100 N. N. **

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO			
CLAVE:	15HID-010A		
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TUBERÍA CÉDULA 40 DE 51 MM. DE DIÁMETRO PARA LA CONEXIÓN DE CISTERNA A TANQUE ELEVADO CON CODO, 1 NIPLE, ECT. SEGÚN PLANOS DE TANQUE. INCLUYE: MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.		UNIDAD:	PZA.
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO UNITARIO: \$9,981.97
		CANTIDAD	TOTAL

MATERIALES			
	TUBO GALVANIZADO CEDULA 40 DE 51 MM	M	40.9000 989.26 2,805.03
	CODO NIPLE GALVANIZADO DE 90 GRADOS DE 51 MM	PZA	9.1800 \$37.64 \$308.33
	CODO GALVANIZADO DE 90 GRADOS DE 51 MM	PZA	9.1800 \$27.68 \$229.87
	NAVAJA PARA CORTADORA	PZA	0.8280 \$31.80 \$26.41
	SELLADOR SILER GRANDE	LATA	15.2800 \$21.60 \$329.62
TOTAL DE MATERIAL:			\$3,699.26

MANO DE OBRA			
CUADRILLA No 82 (1 PLOMERO + 1 AYUDANTE DE PLOMERO)			
	PLOMERO	JOR	1.0000 \$134.24 \$134.24
	AYUDANTE DE PLOMERO	JOR	1.0000 \$74.26 \$74.26
	CABO	JOR	0.1000 \$110.17 \$11.02
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333 \$234.27 \$7.80
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400 \$227.31 \$9.09
TOTAL DE LA CUADRILLA No 82			\$238.40
CUADRILLA No 82			\$3,934.11
TOTAL DE MANO DE OBRA:			\$3,934.11
		TOTAL:	\$7,633.36

TOTAL DE MANO DE OBRA	\$3,934.11
TOTAL DE SALARIO BASE	\$2,486.10
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS	\$0.00
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT	\$3,220.29

COSTO DIRECTO	7,633.36
INDIRECTOS 18.88%	1,388.33
INDIRECTOS DE CAMPO 0.88%	0.88
SUBTOTAL	9,017.89
FINANCIAMIENTO 0.88%	0.88
SUBTOTAL	9,017.89
UTILIDA 0.612%	719.88
SUBTOTAL	9,688.95
SAR 2.99%	284.41
INFONAVIT 0.99%	95.91
SUBTOTAL	9,969.27
CARGOS ADICIONALES 0.88%	0.88
SUBTOTAL	9,970.15
OTROS PORCENTAJES 0.88%	0.88
PRECIO UNITARIO	99,981.97

*** NUEVE MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y UN PESOS 97/100 M. N. **

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO			
CLAVE:	15HID-014	UNIDAD:	PZA
SUMINISTRO, COLOCACIÓN DE INSTALACIÓN DE BOMBA PARA LOCOS DE 3 H.P., 3 FASES, 6 HERTZ, 230 VOLTS, 2 POLOS, 3480 R.P.M., CON DIÁMETRO DE SUCCIÓN DE 4" (101 MM.) Y DIÁMETRO DE DESCARGA DE 1 1/2" (38 MM.). INCLUYE: CONEXIONES, MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA..		PRECIO UNITARIO:	\$39,212.17

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
MATERIALES					
	TUBO GALVANIZADO DE DIÁMETRO 4" (100 MM.)	M	1.1000	\$478.82	\$523.91
	TUBO GALVANIZADO DE 4" (100 MM.).	M	1.1000	\$478.82	\$523.91
	COPLE ALUMENTO DE 4" A 3"	PZA	1.1000	\$384.28	\$389.71
	COPLE ALUMENTO DE 4" A 3"	PZA	1.1000	\$384.28	\$389.71
	BOMBA TOTAL DE 3 H.P., 3 FASES, 6 HERTZ, 230 VOLTS, 2 POLOS, 3480 R.P.M., CON DIÁMETRO DE SUCCIÓN DE 2" (51 MM.) Y DIÁMETRO DE DESCARGA DE 1 1/2" (38 MM.).	M	1.0700	\$18,979.88	\$20,301.71

TOTAL DE MATERIAL: \$22,199.18

MANO DE OBRA

CUADRILLA No 82 (1 PLOMERO + 1 AYUDANTE DE PLOMERO)					
	PLOMERO	JOR	1.0000	\$134.24	\$134.24
	AYUDANTE DE PLOMERO	JOR	1.0000	\$74.25	\$74.25
	CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0533	\$234.27	\$7.80
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$227.31	\$9.09
TOTAL DE LA CUADRILLA No 82					
	CUADRILLA No 82	JOR	3.1800	\$236.40	\$747.03
TOTAL DE MANO DE OBRA: \$747.86					

TOTAL: \$22,978.18

TOTAL DE MANO DE OBRA	\$747.03
TOTAL DE SALARIO BASE	\$462.56
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS	\$3.00
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT	\$622.59

COSTO DIRECTO	22,978.18
INDIRECTOS 16.88%	4,117.88
INDIRECTOS DE CAMPO 0.88%	0.88
SUBTOTAL	26,898.71
FINANCIAMIENTO 0.88%	0.88
SUBTOTAL	26,902.71
UTILIDA 0.512%	2,179.89
SUBTOTAL	29,082.60
SAR 2.89%	12.46
INFONAVIT 0.88%	\$1.13
SUBTOTAL	29,112.17
CARGOS ADICIONALES 0.88%	0.88
SUBTOTAL	29,212.17
OTROS PORCENTAJES 0.88%	0.88

PRECIO UNITARIO \$29,212.17

-- VEINTE NUEVE MIL DOSCIENTOS DOCE PESOS 17/188 M. N. --

**TRIS CON
FALLA DE ORIGEN**

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO			
CLAVE:	15HID-015	UNIDAD:	PZA
SUMINISTRO, COLOCACIÓN DE INSTALACIÓN DE BOMBA PARA LODOS MOVIBLE DE 3/4 H.P., 3 FASES, 6 HERTZ, 230 VOLTS, 2 POLOS, 3450 R.P.M., CON DIÁMETRO DE SUCCIÓN DE 2" (51 MM.) Y DIÁMETRO DE DESCARGA DE 1 1/2" (38 MM.), INCLUYE: CONEXIONES, MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.		PRECIO UNITARIO:	\$13,342.16

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
-------	-------------	--------	----------	--------	-------

MATERIALES

	TUBO GALVANIZADO DE DIÁMETRO 2" (51 MM.)	M	1.1000	\$142.92	\$157.21
	TUBO GALVANIZADO DE 1 1/2" (38 MM.)	M	1.1000	\$142.92	\$157.21
	CORLE AUMENTO DE 2" A 3"	PZA	1.1000	\$108.39	\$117.03
	CORLE AUMENTO DE 1 1/2" A 3"	PZA	1.1000	\$108.39	\$117.03
	BOMBA TOTAL DE 3/4 H.P., 3 FASES, 6 HERTZ, 230 VOLTS, 2 POLOS, 3450 R.P.M., CON DIÁMETRO DE SUCCIÓN DE 2" (51 MM.) Y DIÁMETRO DE DESCARGA DE 1 1/2" (38 MM.)	PZA	1.0700	\$8,673.98	\$9,001.71

TOTAL DE MATERIAL:

\$10,168.19

MANO DE OBRA

CUADRILLA No 82 (1 PLOMERO + 1 AYUDANTE DE PLOMERO)

	PLOMERO	JOR	1.0000	\$134.24	\$134.24
	AYUDANTE DE PLOMERO	JOR	1.0000	\$74.26	\$74.26
	CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.80
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0450	\$227.31	\$9.03

TOTAL DE LA CUADRILLA No 82

CUADRILLA No 82

TOTAL DE MANO DE OBRA:

\$238.40

\$224.08

\$234.08

TOTAL:

\$10,374.77

TOTAL DE MANO DE OBRA

\$224.99

TOTAL DE SALARIO BASE

\$146.07

MANO DE OBRA EN INDIRECTOS

\$0.00

TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT

\$187.18

	COSTO DIRECTO	10,374.77
	INDIRECTOS	14.89%
	INDIRECTOS DE CAMPO	0.86%
	SUBTOTAL	12,342.23
	FINANCIAMIENTO	0.86%
	SUBTOTAL	12,342.23
	UTILIDA	9.812%
	SUBTOTAL	13,329.89
	SAR	2.69%
	INFONAVIT	0.89%
	SUBTOTAL	13,342.16
	CARGOS ADICIONALES	0.86%
	SUBTOTAL	13,342.16
	OTROS PORCENTAJES	0.86%
	SUBTOTAL	13,342.16

PRECIO UNITARIO

\$13,342.16

— TRECE MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y DOS PESOS 16/100 M. N. —

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO			
CLAVE:	15HID-018		
SUMINISTRO, COLOCACIÓN DE INSTALACIÓN DE BOMBA SUMERGIBLE PARA LODOS DE 1/4 H.P., 3 FASES, 6 HERTZ, 230 VOLTS, 2 POLOS, 3450 R.P.M., CON DIÁMETRO DE SUCCIÓN DE 2" (51 MM.) Y DIÁMETRO DE DESCARGA DE 1 1/2" (38 MM.). INCLUYE: CONEXIONES, MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.			
		UNIDAD:	FZA
		PRECIO UNITARIO:	\$6,363.19

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
-------	-------------	--------	----------	--------	-------

MATERIALES

TUBO GALVANIZADO DE DIÁMETRO 2" (51 MM.)	M	1.1000	\$337.89	\$371.78
TUBO GALVANIZADO DE 2" (51 MM.)	M	1.1000	\$375.82	\$413.51
COUPLE ALARGADO DE 2" A 3"	FZA	1.1000	\$384.28	\$389.71
BOMBA TOTAL SUMERGIBLE DE 3/4 H.P., 3 FASES, 6 HERTZ, 230 VOLTS, 2 POLOS, 3450 R.P.M., CON DIÁMETRO DE SUCCIÓN DE 2" (51 MM.) Y DIÁMETRO DE DESCARGA DE 1 1/2" (38 MM.).	FZA	1.0700	\$2,030.18	\$2,172.29

TOTAL DE MATERIAL: \$3,727.89

MANO DE OBRA

CUADRILLA No 82 (1 PLOMERO + 1 AYUDANTE DE PLOMERO)				
PLOMERO	JOR	1.0000	\$134.24	\$134.24
AYUDANTE DE PLOMERO	JOR	1.0000	\$74.25	\$74.25
CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02
MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.80
HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$227.31	\$9.09
TOTAL DE LA CUADRILLA No 82				\$236.40
CUADRILLA No 82	JOR	1.5800	\$236.40	\$373.51

TOTAL DE MANO DE OBRA: \$373.51

TOTAL: \$4,110.81

TOTAL DE MANO DE OBRA	\$373.51
TOTAL DE SALARIO BASE	\$241.28
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS	\$0.00
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT	\$311.28

COSTO DIRECTO	4,110.81
INDIRECTOS 18.88%	739.89
INDIRECTOS DE CAMPO 0.88%	0.88
SUBTOTAL	4,898.40
FINANCIAMIENTO 0.88%	0.88
SUBTOTAL	4,899.28
UTILIDA 0.612%	300.00
SUBTOTAL	5,247.48
SAR 2.69%	0.23
INFONAVIT 0.88%	15.89
SUBTOTAL	5,263.19
CARGOS ADICIONALES 0.88%	0.88
SUBTOTAL	5,263.19
OTROS PORCENTAJES 0.88%	0.88
PRECIO UNITARIO	\$6,363.19

*** CINCO MIL DOSCIENTOS SESENTA Y TRES PESOS 19/100 M. N. ***

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO			
CLAVE:	15HID-033		
SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y PRUEBAS DE TUBO DE FIERRO GALVANIZADO DE 75MM. (3') DE DIÁMETRO INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO.			PRECIO: \$244.00
			UNIDAD: M
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
			PRECIO
			TOTAL

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
MATERIALES					
	TUBO GALVANIZADO CEDULA 40 DE 75 MM	M	1.1000	\$145.92	\$160.51
TOTAL DE MATERIAL:					
MANO DE OBRA					
CUADRILLA No 82 (1 PLOMERO + 1 AYUDANTE DE PLOMERO)					
	PLOMERO	JOR	1.0000	\$134.24	\$134.24
	AYUDANTE DE PLOMERO	JOR	1.0000	\$74.25	\$74.25
	CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.60
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$227.31	\$9.09
TOTAL DE LA CUADRILLA No 82					
	CUADRILLA No 82	JOR	0.1250	\$238.40	\$29.85
TOTAL DE MANO DE OBRA:					
					\$29.85
TOTAL:					\$189.86
TOTAL DE MANO DE OBRA			\$29.85		
TOTAL DE SALARIO BASE			\$19.09		
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS			\$0.00		
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT			\$24.63		

COSTO DIRECTO	189.86
INDIRECTOS	18.88%
INDIRECTOS DE CAMPO	0.88%
SUBTOTAL	224.37
FINANCIAMIENTO	0.88%
SUBTOTAL	234.27
UTILIDA	0.612%
SUBTOTAL	243.36
SAR	2.96%
INFONAVIT	0.68%
SUBTOTAL	244.00
CARGOS ADICIONALES	0.68%
SUBTOTAL	244.68
OTROS PORCENTAJES	0.68%
PRECIO UNITARIO	\$244.68

— DOSCIENTOS CUARENTA Y CUATRO PESOS 68/100 M. N. —

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO						
CLAVE: 18 MID-108						
SUMINISTRO, COLOCACIÓN Y PRUEBA DE CODO DE 90° EN FERRO GALVANIZADO DE 75 MM (3") DE DIÁMETRO, INCLUYE: MATERIALES, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.					UNIDAD:	PZA.
					PRECIO UNITARIO:	\$288.88
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL	

MATERIALES						
	CODO GALVANIZADO DE 90 GRADOS DE 75 MM	PZA	1.0100	\$101.46	\$102.46	
	NAVAJA PARA CORTADORA	PZA	0.0082	\$31.80	\$0.26	
	SELLADOR BILER GRANDE	LATA	0.2120	\$21.80	\$4.58	
TOTAL DE MATERIAL:						\$107.30

MANO DE OBRA						
CUADRILLA No 82 (1 PLOMERO + 1 AYUDANTE DE PLOMERO)						
	PLOMERO	JOR	1.0000	\$134.24	\$134.24	
	AYUDANTE DE PLOMERO	JOR	1.0000	\$74.25	\$74.25	
	CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02	
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0533	\$236.27	\$7.80	
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$227.31	\$9.09	
TOTAL DE LA CUADRILLA No 82						\$229.40
CUADRILLA No 82						\$92.93
TOTAL DE MANO DE OBRA:						\$322.33
TOTAL:						\$169.88

TOTAL DE MANO DE OBRA	\$92.83
TOTAL DE SALARIO BASE	\$33.83
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS	\$0.00
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT	\$43.78

COSTO DIRECTO	189.88
INDIRECTOS	18.99%
INDIRECTOS DE CAMPO	0.89%
SUBTOTAL	198.83
FINANCIAMIENTO	0.89%
SUBTOTAL	199.83
UTILIDA	0.812%
SUBTOTAL	200.84
SAR	2.88%
INFONAVIT	0.88%
SUBTOTAL	204.88
CARGOS ADICIONALES	0.88%
SUBTOTAL	205.88
OTROS PORCENTAJES	0.88%
PRECIO UNITARIO	\$288.88

== DOSCIENTOS OCHO PESOS 88/100 M. U. ==

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
CLAVE: 15 HID-108				UNIDAD:	PZA.
SUBMINISTRO, COLOCACIÓN Y PRUEBA DE TUERCA UNIÓN EN FIERRO GALVANIZADO DE 75 MM (3" DE DIÁMETRO, INCLUYE: MATERIALES, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.				PRECIO UNITARIO:	\$811.33
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL

MATERIALES					
	TUERCA UNION GALVANIZADA DE 75 MM	PZA	1.0100	\$212.13	\$214.25
	NAVAJA PARA CORTADORA	PZA	0.0048	\$31.80	\$0.15
	SELLADOR SILER GRANDE	LATA	0.1080	\$21.80	\$2.29
TOTAL DE MATERIAL:					\$246.69

MANO DE OBRA					
CUADRILLA No 82 (1 PLOMERO + 1 AYUDANTE DE PLOMERO)					
	PLOMERO	JOR	1.0000	\$134.24	\$134.24
	AYUDANTE DE PLOMERO	JOR	1.0000	\$74.25	\$74.25
	CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0888	\$234.27	\$7.80
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$227.31	\$9.09
TOTAL DE LA CUADRILLA No 82					\$236.40
CUADRILLA No 82					\$236.40
TOTAL DE MANO DE OBRA:					\$28.28

TOTAL: \$342.96

TOTAL DE MANO DE OBRA	\$28.28
TOTAL DE SALARIO BASE	\$18.97
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS	\$0.00
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT	\$21.89

COSTO DIRECTO	342.96
INDIRECTOS	18.98%
INDIRECTOS DE CAMPO	0.99%
SUBTOTAL	263.99
FINANCIAMIENTO	0.99%
SUBTOTAL	268.88
UTILIDA	0.612%
SUBTOTAL	269.88
SAR	2.98%
INFONAVIT	0.98%
SUBTOTAL	311.33
CARGOS ADICIONALES	0.99%
SUBTOTAL	311.33
OTROS PORCENTAJES	0.99%
PRECIO UNITARIO	\$311.33

*** TRESCIENTOS ONCE PESOS 36/100 M. N. **

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
CLAVE: 15 HID-107				UNIDAD:	PZA.
SUBMINISTRO, COLOCACIÓN Y PRUEBA DE VÁLVULA DE COMPUERTA BRIDADA, MARCA URREA EN HIERRO DE 75 MM (3") DE DIÁMETRO, INCLUYE: MATERIALES, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.				PRECIO UNITARIO:	\$1,036.00
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL

MATERIALES					
	VALVULA DE GLOBO BRIDADA, BRONCE URREA 125 LBS. DE 75 MM	PZA	1.0100	\$804.04	\$701.80
TOTAL DE MATERIAL:					\$701.80
MANO DE OBRA					
CUADRILLA No 82 (1 PLOMERO + 1 AYUDANTE DE PLOMERO)					
	PLOMERO	JOR	1.0000	\$134.24	\$134.24
	AYUDANTE DE PLOMERO	JOR	1.0000	\$74.25	\$74.25
	CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.80
	HERRAMIENTA MENOR (%)	(%)	0.0400	\$227.31	\$9.09
TOTAL DE LA CUADRILLA No 82					\$238.40
	CUADRILLA No 82	JOR	0.4444	\$238.40	\$106.08
TOTAL DE MANO DE OBRA:					\$106.08
TOTAL:					\$808.88

TOTAL DE MANO DE OBRA	\$106.08
TOTAL DE SALARIO BASE	\$87.88
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS	\$0.00
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE BAR E INFONAVIT	\$87.88

COSTO DIRECTO	\$808.88
INDIRECTOS 18.88%	148.36
INDIRECTOS DE CAMPO 0.88%	8.00
SUBTOTAL	\$965.24
FINANCIAMIENTO 0.88%	8.00
SUBTOTAL	\$973.24
UTILIDA 0.8112%	78.75
SUBTOTAL	1,052.00
SAR 2.88%	1.75
INFONAVIT 0.88%	4.38
SUBTOTAL	1,056.88
CARGOS ADICIONALES 0.88%	8.00
SUBTOTAL	1,064.88
OTROS PORCENTAJES 0.88%	8.00
PRECIO UNITARIO	\$1,036.00

" MIL TRENTA Y CINCO PESOS 88/100 M. N. "

FALLA DE ORIGEN

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
CLAVE:	15 MID-108				
SUBRISTRO, COLOCACIÓN Y PRUEBA DE PICHANCHA DE SUCCIÓN, MARCA URREA EN COBRE DE 75 MM (3") DE DIÁMETRO, INCLUYE: MATERIALES, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.		UNIDAD:	PZA.		
		PRECIO UNITARIO:	\$1,000.00		
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL

MATERIALES					
	PICHANCHA DE SUCCIÓN, BRONCE URREA 125 LBS. DE 75 MM	PZA	1.0100	\$874.70	\$881.45
TOTAL DE MATERIAL:					\$881.45

MANO DE OBRA					
CUADRILLA No 82 (1 PLOMERO + 1 AYUDANTE DE PLOMERO)					
	PLOMERO	JOR	1.0000	\$134.24	\$134.24
	AYUDANTE DE PLOMERO	JOR	1.0000	\$74.25	\$74.25
	CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.80
	HERRAMIENTA MENOR	(%) ^{75%}	0.0400	\$227.31	\$9.09
TOTAL DE LA CUADRILLA No 82					\$339.40
CUADRILLA No 82					\$105.08
TOTAL DE MANO DE OBRA:					\$105.08

TOTAL DE LA CUADRILLA No 82		\$339.40	\$105.08	\$798.93
TOTAL DE MANO DE OBRA		\$105.08		
TOTAL DE SALARIO BASE		\$87.88		
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS		\$0.00		
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT		\$87.57		

TOTAL:		\$798.93
COSTO DIRECTO		
INDIRECTOS	15.99%	798.93
INDIRECTOS DE CAMPO	0.99%	141.57
		8.00
	SUBTOTAL	659.36
FINANCIAMIENTO	9.99%	659.36
	SUBTOTAL	699.10
UTILIDA	9.512%	699.10
	SUBTOTAL	744.81
SAR	2.99%	744.81
INFONAVIT	0.99%	1,982.82
	SUBTOTAL	1,78
CARGOS ADICIONALES	0.99%	4.38
	SUBTOTAL	1,888.65
OTROS PORCENTAJES	0.99%	0.99
	SUBTOTAL	1,889.65
	SUBTOTAL	0.99
	PRECIO UNITARIO	\$1,000.00

** MIL NUEVE PESOS 00/100 M. N. **

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO						
CLAVE:	17ELE-006					
ALIMENTACIÓN CON CABLE VIVANEL 800, CALIBRE 8 MCA, CONDUMEX. INCLUYE: 3 CABLES EN LÍNEA, MATERIAL, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.					UNIDAD:	M
					PRECIO UNITARIO:	\$22.67
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL	

MATERIALES

CABLE (NORMAL) THW 800 VOLTS 80 GRADOS C.	M	3.3000	\$4.83	\$16.27
CALIBRE 8 MARCA CONDUMEX				

TOTAL DE MATERIAL:

\$16.27

MANO DE OBRA

CUADRILLA No 84 (1 ELECTRICISTA + 1 AYTE. DE ELECTRICISTA)

ELECTRICISTA	JOR	1.0000	\$134.24	\$134.24
AYUDANTE DE ELECTRICISTA	JOR	1.0000	\$74.26	\$74.26
CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02
MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.80
HERRAMIENTA MENOR	(%) ^{PRO}	0.0400	\$227.31	\$9.09

TOTAL CUADRILLA No 84

CUADRILLA No 84

TOTAL DE MANO DE OBRA:

JOR 0.0088 \$238.40 \$238.40

\$1.37

TOTAL:

\$17.64

TOTAL DE MANO DE OBRA

\$1.37

TOTAL DE SALARIO BASE

\$0.89

MANO DE OBRA EN INDIRECTOS

\$0.00

TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT

\$1.14

COSTO DIRECTO		17.64
INDIRECTOS	10.88%	1.91
INDIRECTOS DE CAMPO	0.88%	0.09
SUBTOTAL		20.62
FINANCIAMIENTO	0.88%	0.09
SUBTOTAL		20.62
UTILIDA	0.612%	1.09
SUBTOTAL		22.40
SAR	2.88%	0.62
INFONAVIT	0.88%	0.09
SUBTOTAL		22.67
CARGOS ADICIONALES	0.88%	0.09
SUBTOTAL		22.67
OTROS PORCENTAJES	0.88%	0.09
PRECIO UNITARIO		\$22.67

— VERIFICAR PESOS 67/100 M. N. —

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO				UNIDAD:	PZA
CLAVE:	17ELE-008			PRECIO UNITARIO:	8686.82
REGISTRO ELÉCTRICO DE SONOMBO CM. CON TAPA DE CONCRETO. INCLUYE: MATERIAL APLANADO, PULIDO EN INTERIOR, FILTRO DE GRAVA DE 10 CM. DE ESPESOR, PLANTILLA PARA DESPLANTE DE MURO, MARCO Y CONTRAMARCO, EXCAVACIÓN, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.					
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL

BASICO 1: CONCRETO HECHO EN OBRA F' C = 188 KG/CM2, RESISTENCIA NORMAL, ACABADO MAJESO 1 1/2"

MATERIALES BASICOS 1

CEMENTO NORMAL GRIS TIPO I EN SACO	TON	0.3130	\$1,030.43	\$322.52
ARENA	M3	0.4820	\$72.48	\$35.48
GRAVA	M3	0.3880	\$72.48	\$28.74
AGUA DE TOMA MUNICIPAL	M3	0.2510	\$2.21	\$0.56

EQUIPO BASICO 1

REVOLVEDORA PARA CONCRETO MIPSA-KOHLER R-10 6 H.P. 1 SACO	Hora	0.5333	\$20.38	\$10.88
---	------	--------	---------	---------

TOTAL MATERIAL CONCRETO HECHO EN OBRA F' C = 188 KG/CM2 **\$384.15**

MANO DE OBRA BASICO 1, CONCRETO F' C = 388 KG/CM

CUADRILLA No 103 (1 OPERADOR DE REVOLVEDORA DE 1 SACO + 7 PEONES)

OPERADOR DE REVOLVEDORA DE 1 SACO	JOR	1.0000	\$101.73	\$101.73
PEON	JOR	7.0000	\$70.03	\$490.21
CABO	JOR	0.4000	\$110.17	\$44.07
MAESTRO DE OBRA	JOR	0.1333	\$234.27	\$31.23
HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$857.24	\$34.29

TOTAL CUADRILLA No 103 **\$883.53**

CUADRILLA No 103 **JOR 0.0888 \$883.83 \$48.22**

TOTAL MANO DE OBRA BASICO 1, CONCRETO F' C = 388 KG/CM **\$48.22**

TOTAL DEL BASICO 1: CONCRETO HECHO EN OBRA F' C = 188 KG / CM2 **\$440.37**

BASICO 2: MORTERO CEMENTO ARENA 1:4

MATERIALES BASICO 2, MORTERO CEMENTO-ARENA 1:4

CEMENTO NORMAL GRIS TIPO I EN SACO	TON	0.4320	\$1,530.43	\$665.15
ARENA	M3	1.2080	\$72.48	\$87.17
AGUA DE TOMA MUNICIPAL	M3	0.3370	\$2.21	\$0.74

\$633.06

TOTAL BASICO 2, MORTERO CEMENTO-ARENA 1:4 **\$633.06**

MATERIALES

BASICO 1: CONCRETO HECHO EN OBRA F' C = 188 KG/CM2	M3	0.0880	\$440.37	\$38.75
TABIQUE COMUN DE BARRO ROJO RECOGIDO DE 7 X 14	MIL	0.1304	\$773.81	\$100.82
BASICO 2: MORTERO CEMENTO-ARENA	M3	0.0530	\$633.08	\$38.25
ESTRUCTURA DE ANGULO PARA MARCO Y CONTRAMARCO DESD X 60	PZA	1.0000	\$82.17	\$82.17

TOTAL MATERIALES: **\$229.99**

MANO DE OBRA

CUADRILLA No 41 (1 ALBAÑIL + 1 PEON)				
OFICIAL ALBAÑIL	JOR	1.0000	\$110.17	\$110.17
PEON	JOR	1.0000	\$70.03	\$70.03
CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02
MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.80
HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$188.02	\$7.58

TOTAL CUADRILLA No 41 **\$306.98**

CUADRILLA No 41 **JOR 0.8865 \$208.88 \$178.97**

TOTAL DE MANO DE OBRA: **\$178.97**

TOTAL: **\$488.88**

TOTAL DE MANO DE OBRA **\$178.97**
TOTAL DE SALARIO BASE **\$118.25**
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS **\$60.00**

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
CLAVE:	17ELE-008				
* REGISTRO ELÉCTRICO DE 60X60X80 CM. CON TAPA DE CONCRETO. INCLUYE: MATERIAL APLANADO, PULIDO EN INTERIOR, FILTRO DE GRAVA DE 10 CM. DE ESPESOR, PLANTILLA PARA DESPLANTE DE MURO, MARCO Y CONTRAMARCO, EXCAVACIÓN, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTAL.		UNIDAD:	PZA		
		PRECIO UNITARIO:	6226.62		
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL

TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT		\$149.88			
	COSTO DIRECTO				489.00
	INDIRECTOS	16.89%			72.91
	INDIRECTOS DE CAMPO	0.89%			0.89
		SUBTOTAL			472.97
	FINANCIAMIENTO	0.89%			0.89
		SUBTOTAL			472.97
	UTILIDA	9.612%			35.88
		SUBTOTAL			618.13
	SAR	2.89%			3.89
	INFONAVIT	0.89%			7.89
		SUBTOTAL			629.62
	CARGOS ADICIONALES	0.89%			0.89
		SUBTOTAL			629.62
	OTROS PORCENTAJES	0.89%			0.89
	PRECIO UNITARIO				6226.62

— CIENTOS VEINTE PESOS 62166 M. N. —

TECIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO						
CLAVE: 17ELE-008					UNIDAD:	PZA
SUBMINISTRO Y COLOCACIÓN DE VARILLA COPER WELD DE 3/8" DE DIÁMETRO Y LONGITUD DE 1.5 M. INCLUYE: CABLEADO, MATERIAL, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.					PRECIO UNITARIO:	\$1,888.86
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL	

MATERIALES

	VARILLA COPER WELED DE 3/8" Y 1.5 MTS DE LONGITUD	PZA	1.0100	\$788.25	\$794.11
	CABLE (NORMAL) THW 800 VOLTS 90 GRADOS C CALIBRE 8 MARCA CONDUCTEX	M	10.9000	\$4.83	\$53.74

TOTAL DE MATERIAL:

\$847.85

MANO DE OBRA

CUADRILLA No 84 (1 ELECTRICISTA + 1 AVTE. DE ELECTRICISTA)

	ELECTRICISTA	JOR	1.0000	\$134.24	\$134.24
	AYUDANTE DE ELECTRICISTA	JOR	1.0000	\$74.25	\$74.25
	CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.80
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$227.31	\$9.09

TOTAL CUADRILLA No 84

\$336.40

CUADRILLA No 84

\$354.80

TOTAL DE MANO DE OBRA:

\$354.80

TOTAL:

\$1,202.65

TOTAL DE MANO DE OBRA

\$354.80

TOTAL DE SALARIO BASE

\$229.06

MANO DE OBRA EN INDIRECTOS

\$0.00

TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT

\$265.52

	COSTO DIRECTO	1,202.65
	INDIRECTOS	216.44
	INDIRECTOS DE CAMPO	0.00
	SUBTOTAL	1,419.09
	FINANCIAMIENTO	0.00
	SUBTOTAL	1,419.09
	UTILIDA	114.38
	SUBTOTAL	1,533.27
	SAR	6.91
	INFONAVIT	14.79
	SUBTOTAL	1,553.95
	CARGOS ADICIONALES	0.00
	SUBTOTAL	1,553.95
	OTROS PORCENTAJES	0.00
	PRECIO UNITARIO	\$1,553.95

— MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y TRES PESOS 95/100 M. S. —

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO						
CLAVE: 17ELE-017						
SUBMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TUBO CONDUIT GALVANIZADO 38 MM. DE DIÁMETRO TIPO LIGERO, INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA, CONEXIONES, TRAZO, EXCAVACIÓN Y RELLENO.					UNIDAD:	PZA
					PRECIO:	983.96
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL	

MATERIALES

TUBO CONDUIT GALVANIZADO PARED GRUESA DE 38 MM	M	1.1000	\$29.20	\$32.12	
SEGUETA DE ACERO	PZA	0.1300	\$5.83	\$0.76	
ALAMBRE GALVANIZADO NO. 14	KG	0.0400	\$6.65	\$0.26	
TOTAL DE MATERIAL:					\$33.14

MANO DE OBRA

CUADRILLA No 84 (1 ELECTRICISTA + 1 AYTE. DE ELECTRICISTA)						
ELECTRICISTA	JOR	1.0000	\$134.24	\$134.24		
AYUDANTE DE ELECTRICISTA	JOR	1.0000	\$74.25	\$74.25		
CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02		
MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0833	\$234.27	\$7.80		
HERRAMIENTA MENOR	(%) ₁₀₀	0.0400	\$227.31	\$9.09		
TOTAL CUADRILLA No 84				\$238.40		
CUADRILLA No 84	JOR	0.0370	\$238.40	\$8.75		
TOTAL DE MANO DE OBRA:					\$8.75	
				TOTAL:	\$41.91	

TOTAL DE MANO DE OBRA	\$8.75
TOTAL DE SALARIO BASE	\$5.65
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS	\$0.00
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT	\$7.29

COSTO DIRECTO	41.91
INDIRECTOS 18.00%	7.54
INDIRECTOS DE CAMPO 0.00%	0.00
SUBTOTAL	49.45
FINANCIAMIENTO 0.00%	0.00
SUBTOTAL	49.45
UTILIDA 0.612%	3.03
SUBTOTAL	52.48
SAR 2.00%	0.15
INFONAVIT 0.00%	0.00
SUBTOTAL	52.63
CARGOS ADICIONALES 0.00%	0.00
SUBTOTAL	52.63
OTROS PORCENTAJES 0.00%	0.00
PRECIO UNITARIO	983.96

“ CINCUENTA Y TRES PESOS 98/100 M. N. ”

TESIS CON
LUGAR DE ORIGEN

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
CLAVE: 17ELE-035				UNIDAD:	PZA
F BUBRNISTRO Y COLOCACIÓN DE INTERRUPTOR TERMO MAGNÉTICO CON GABINETE, 3 POLOS, 70-100 AMPS., SQUARED O SIMILAR. INCLUYE: MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.				PRECIO:	\$3,412.84
CLAVE				UNIDAD:	PZA
DESCRIPCIÓN				PRECIO	TOTAL

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
MATERIALES					
	CABLE (NORMAL) THW 600 VOLTS 90 GRADOS C CALIBRE 8 MARCA CONDUCTMEX	M	3.3000	\$4.93	\$16.27
	INTERRUPTOR TERMO MAGNÉTICO CON GABINETE, 3 POLOS, 70-100 AMPS., SQUARED O SIMILAR.	PZA	1.0100	\$2,369.26	\$2,381.84
	JUEGO DE ERRAJES	JUG	1.1000	\$25.38	\$27.80
TOTAL DE MATERIAL:					\$2,425.91

MANO DE OBRA					
CUADRILLA No 84 (1 ELECTRICISTA + 1 AYTE. DE ELECTRICISTA)					
	ELECTRICISTA	JOR	1.0000	\$134.24	\$134.24
	AYUDANTE DE ELECTRICISTA	JOR	1.0000	\$74.25	\$74.25
	CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.80
	HERRAMIENTA MENOR (1%)mo		0.0400	\$227.31	\$9.09
TOTAL CUADRILLA No 84					\$236.40
CUADRILLA No 84					\$239.92
TOTAL DE MANO DE OBRA:					\$239.92
TOTAL:					\$2,665.83

TOTAL DE MANO DE OBRA	\$239.92
TOTAL DE SALARIO BASE	\$154.72
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS	\$0.00
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT	\$199.81

COSTO DIRECTO	2,665.83
INDIRECTOS 9.58%	479.89
INDIRECTOS DE CAMPO 0.89%	0.00
SUBTOTAL	3,145.32
FINANCIAMIENTO 0.89%	0.00
SUBTOTAL	3,145.32
UTILIDA 9.512%	298.95
SUBTOTAL	3,386.87
SAR 2.99%	3.99
INFONAVIT 0.99%	0.00
SUBTOTAL	3,412.84
CARGOS ADICIONALES 0.99%	0.00
SUBTOTAL	3,412.84
OTROS PORCENTAJES 0.89%	0.00
PRECIO UNITARIO	\$3,412.84

- TRES MIL CUATROCIENTOS DOCE PESOS 84/100 M. N. -

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
CLAVE:	17ELE-082				
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TABLERO DE CONTROL QO-30 MARCA SQUARED CON INTERRUPTORES TERMO MAGNÉTICOS (PASTILLAS DE 15 A 30 AMPS.). INCLUYE: CONEXIONES, BALANCEO DE CIRCUITOS, MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.		UNIDAD:	PZA		
		PRECIO UNITARIO:	\$6,686.19		
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
MATERIALES					
	CABLE (NORMAL) THW 600 VOLTS 90 GRADOS C CALIBRE 8 MARCA CONDUCREX	M	3.3000	\$4.93	\$16.27
	TABLERO DE CONTROL QO-30 MARCA SQUARED CON INTERRUPTORES TERMO MAGNÉTICOS (PASTILLAS DE 15 A 30 AMPS.).	PZA	1.0100	\$3,250.00	\$3,262.50
	JUEGO DE ERRAJES	JUG	1.1000	\$25.36	\$27.60
TOTAL DE MATERIAL:					\$3,336.67
MANO DE OBRA					
CUADRILLA No 84 (1 ELECTRICISTA + 1 AYTE. DE ELECTRICISTA)					
	ELECTRICISTA	JOR	1.0000	\$134.24	\$134.24
	AYUDANTE DE ELECTRICISTA	JOR	1.0000	\$74.25	\$74.25
	CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$110.02
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$77.60
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$227.31	\$90.00
TOTAL CUADRILLA No 84					\$238.40
CUADRILLA No 84					\$809.91
TOTAL DE MANO DE OBRA:					\$609.91
TOTAL:					\$3,936.88

TOTAL DE MANO DE OBRA	\$609.91
TOTAL DE SALARIO BASE	\$383.29
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS	\$0.00
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVT	\$608.29

COSTO DIRECTO	3,936.88
INDIRECTOS 16.00%	789.89
INDIRECTOS DE CAMPO 0.00%	0.00
SUBTOTAL	4,646.16
FINANCIAMIENTO 0.00%	0.00
SUBTOTAL	4,646.16
UTILIDA 9.612%	374.46
SUBTOTAL	5,018.91
SAR 2.00%	100.17
INFONAVT 0.00%	25.61
SUBTOTAL	5,025.19
CARGOS ADICIONALES 0.00%	0.00
SUBTOTAL	5,025.19
OTROS PORCENTAJES 0.00%	0.00
PRECIO UNITARIO	\$6,686.19

** CINCO MIL CINCUENTA Y CINCO PESOS 19/100 M. N. **

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
CLAVE:	18ACA-001				
PINTURA DE ESMALTE MARCA COMEX 100 A DOS MANOS, INCLUYE: APLICACIÓN DE PRIMER		UNIDAD:	KG		
MATERIALES, COLORES SEGÚN CATÁLOGO, PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE, MANO DE OBRA		PRECIO:	\$29.48		
EQUIPO, HERRAMIENTA Y ANDAMIOS.					
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL

MATERIALES					
	PINTURA ESMALTE COMEX 100	LT	0.2380	\$26.89	\$6.38
	THINER	LT	0.1000	\$8.27	\$8.27
TOTAL DE MATERIAL:					\$7.65

EQUIPO					
	TORRE DE TRABAJO DE 5 M DE ALTURA CON RUEDAS	R/D	0.0434	\$30.50	\$1.32
TOTAL DE EQUIPO:					\$1.32

MANO DE OBRA					
CUADRILLA No 71 (1 PINTOR + 1 AYUDANTE DE PINTOR)					
	PINTOR	JOR	1.0000	\$ 110.17	\$ 110.17
	AYUDANTE DE PINTOR	JOR	1.0000	\$ 74.25	\$ 74.25
	CABO	JOR	0.1000	\$ 110.17	\$ 11.02
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$ 234.27	\$ 7.80
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$ 203.24	\$ 8.13
TOTAL DE LA CUADRILLA No 71					\$ 211.37
CUADRILLA No 71					\$ 8.17
TOTAL DE MANO DE OBRA:					\$ 9.17

TOTAL: \$18.88

TOTAL DE MANO DE OBRA	\$9.17
TOTAL DE SALARIO BASE	\$5.83
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS	\$0.00
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT	\$7.84

COSTO DIRECTO	18.88
INDIRECTOS	18.88%
INDIRECTOS DE CAMPO	0.88%
FINANCIAMIENTO	0.88%
UTILIDA	9.612%
SAR	2.88%
INFONAVIT	0.88%
CARGOS ADICIONALES	0.88%
OTROS PORCENTAJES	0.88%
PRECIO UNITARIO	\$29.48

** VEINTITRÉS PESOS 48/100 M. N. **

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
CLAVE:	18ACA-005				
PINTURA EPÓXICA "EPOXINE 100" DE FESTER APLICADA EN MUROS INTERIORES DE CISTERNA A DOS MANOS; INCLUYE: DILUYENTE, LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE, MATERIAL HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.		UNIDAD:	ME		
		PRECIO UNITARIO:	\$61.72		
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL

MATERIALES

	PINTURA EPÓXICA "EPOXINE 100"	LT	0.2380	\$75.10	\$17.87
	SOLVENTE PARA PINTURA EPÓXICA	LT	0.1000	\$16.02	\$1.60
TOTAL DE MATERIAL:					\$19.46

EQUIPO

	TORRE DE TRABAJO DE 5 M DE ALTURA CON RUEDAS	R/D	0.0434	\$30.50	\$1.32
TOTAL DE EQUIPO:					\$1.32

MANO DE OBRA

CUADRILLA No 71 (1 PINTOR + 1 AYUDANTE DE PINTOR)					
	PINTOR	JOR	1.0000	\$ 110.17	\$ 110.17
	AYUDANTE DE PINTOR	JOR	1.0000	\$74.25	\$74.25
	CABO	JOR	0.1000	\$ 110.17	\$ 11.02
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$ 234.27	\$ 7.80
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$ 203.24	\$ 8.13
TOTAL DE LA CUADRILLA No 71					\$ 211.37
CUADRILLA No 71					JOR 0.0894 \$ 211.37 \$ 18.80
TOTAL DE MANO DE OBRA:					\$ 18.80

TOTAL: \$38.79

TOTAL DE MANO DE OBRA	\$18.80
TOTAL DE SALARIO BASE	\$12.21
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS	\$0.00
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT	\$15.75

COSTO DIRECTO	38.70
INDIRECTOS	18.80%
INDIRECTOS DE CAMPO	0.00%
SUBTOTAL	48.84
FINANCIAMIENTO	0.00%
SUBTOTAL	48.84
UTILIDA	9.812%
SUBTOTAL	68.62
SAR	2.00%
INFONAVIT	0.00%
SUBTOTAL	61.72
CARGOS ADICIONALES	0.00%
SUBTOTAL	61.72
OTROS PORCENTAJES	0.00%
PRECIO UNITARIO	\$61.72

-- CINCUENTA Y UN PESOS 72/100 M. N. --

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO				UNIDAD:	PZA.
CLAVE:	18MER-021			PRECIO UNITARIO:	\$286.33
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TAPA METÁLICA PARA REGISTRO DE CISTERNA DE 60000 GAL. CON ÁNGULOS Y LÁMINA ANTIDERRAPANTE CAL. 20, INCLUYE: UNA MANO DE PRIMER ANTICORROSIVO, DOS MANOS DE PINTURA ESMALTE COMEX 100, MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.					

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
MATERIALES					
	FERRO ESTRUCTURAL 1" X 1/8"	KG	6.9500	\$8.28	\$57.95
	1A DE FIERRO GALVANIZADO ANTIDERRAPANTE CALIBRE 20	KG	5.4080	\$8.25	\$44.60
	JUEGO DE HERRAJES PARA PUERTA BANDERA MODELO 85 L300	JGO	1.0000	\$29.97	\$29.97
	SOLDADURA INFRA DE 1/8"	KG	0.0128	\$19.26	\$0.25
	PINTURA ANTICORROSIVA (PRIMER) COMEX	LT	0.0151	\$23.61	\$0.36
TOTAL DE MATERIAL:					\$132.72

MANO DE OBRA					
CUADRILLA No 75 (1 HERRERO EN CAMPO + 1 AYUDANTE DE HERRERO)					
	HERRERO EN CAMPO	JOR	1.0000	\$134.24	\$134.24
	AYUDANTE DE HERRERO	JOR	1.0000	\$74.25	\$74.25
	CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.80
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$227.31	\$9.09
TOTAL DE LA CUADRILLA No 75					\$236.40
CUADRILLA No 75					\$27.82
TOTAL DE MANO DE OBRA:					\$27.82

TOTAL: \$168.64

TOTAL DE MANO DE OBRA	\$27.82
TOTAL DE SALARIO BASE	\$17.97
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS	\$0.00
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT	\$23.19

COSTO DIRECTO	168.64
INDIRECTOS	28.80
INDIRECTOS DE CAMPO	0.00
SUBTOTAL	199.44
FINANCIAMIENTO	0.00
SUBTOTAL	199.44
UTILIDA	18.57
SUBTOTAL	204.71
SAR	0.46
INFONAVIT	1.16
SUBTOTAL	206.33
CARGOS ADICIONALES	0.00
SUBTOTAL	206.33
OTROS PORCENTAJES	0.00
PRECIO UNITARIO	\$286.33

" DOSCIENTOS SEIS PESOS 33/100 M. N. "

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO			
CLAVE:	19HER-022		
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TAPA PARA CARCAMO SECO DE CISTERNA CON ANGULO DE 1"X1/8" Y LÁMINA ANTIDERRAPANTE CAL. 18, DE 0.80X 0.60 M. INCLUYE: PORTA CANDADO Y JALADERA, BISAGRAS DE TUBO ENCONTRADAS, UNA MANO DE PRIMER ANTICORROSIVO, DOS MANOS DE PINTURA ESMALTE COMEX 100, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.			FEA.
		PRECIO UNITARIO:	\$294.08

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
MATERIALES					
	FERRO ESTRUCTURAL 1" X 1/8"	KG	9.2667	\$8.26	\$76.73
1A	DE FIERRO GALVANIZADO ANTIDRAPANTE CALIBRE 20	KG	7.2079	\$8.25	\$59.47
	JUEGO DE HERRAJES PARA PUERTA BANDERA MODELO 85 L300	JGO	1.0000	\$29.97	\$29.97
	PORTA CANDADO Y JALADERA MODELO 88 L 284	JGO	1.0000	\$26.32	\$26.32
	SOLDADURA INFRA DE 1/8"	KG	0.0171	\$18.26	\$0.33
	PINTURA ANTICORROSIVA (PRIMER) COMEX	LT	0.0201	\$23.61	\$0.47
TOTAL DE MATERIAL:					\$192.29
MANO DE OBRA					
CUADRILLA No 75 (1 HERRERO EN CAMPO + 1 AYUDANTE DE HERRERO)					
	HERRERO EN CAMPO	JOR	1.0000	\$134.24	\$134.24
	AYUDANTE DE HERRERO	JOR	1.0000	\$74.25	\$74.25
	CASO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.80
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$227.31	\$9.09
TOTAL DE LA CUADRILLA No 75					\$236.40
CUADRILLA No 75					\$37.08
TOTAL DE MANO DE OBRA:					\$37.08
TOTAL:					\$226.36
TOTAL DE MANO DE OBRA			\$37.08		
TOTAL DE SALARIO BASE			\$23.96		
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS			\$0.00		
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT			\$30.91		

	COSTO DIRECTO	226.36
	INDIRECTOS	16.66%
		41.29
	INDIRECTOS DE CAMPO	6.66%
		0.60
	SUBTOTAL	278.67
	FINANCIAMIENTO	6.66%
		0.60
	SUBTOTAL	279.67
	UTILIDA	6.612%
		21.82
	SUBTOTAL	262.49
	SAR	2.69%
		9.62
	INFONAVIT	6.65%
		1.66
	SUBTOTAL	264.66
	CARGOS ADICIONALES	6.66%
		0.60
	SUBTOTAL	264.66
	OTROS PORCENTAJES	6.66%
		0.60
	PRECIO UNITARIO	\$294.08

** DOSCIENTOS NOVENTA Y CUATRO PESOS 98/100 **

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO				UNIDAD:	PZA.
CLAVE:	18HER-024			PRECIO UNITARIO:	\$333.63
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE GRAPA PARA ESCALERA MARINA CON VARILLA DE 3/4" DE 0.30 M DE LONGITUD ANCLADA A MURO. INCLUYE: PINTURA EPÓXICA, MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.					
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL

MATERIALES

	ESCALERA DE VARRILLA DE 3/4" PARA POZO DE VISITA	M	1.1000	\$210.00	\$231.00
	SOLDADURA INFRA DE 1/8"	KG	0.0029	\$18.26	\$0.05
	PINTURA ANTICORROSIVA (PRIMER) COMEX	LT	0.0263	\$23.61	\$0.60
TOTAL DE MATERIAL:					\$231.65

MANO DE OBRA

CUADRILLA No 75 (1 HERRERO EN CAMPO + 1 AYUDANTE DE HERRERO)					
	HERRERO EN CAMPO	JOR	1.0000	\$134.24	\$134.24
	AYUDANTE DE HERRERO	JOR	1.0000	\$74.25	\$74.25
	CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.80
	HERRAMIENTA MENOR	(%)Pro	0.0400	\$227.31	\$9.09
TOTAL DE LA CUADRILLA No 75					\$236.40
CUADRILLA No 75					\$26.60
TOTAL DE MANO DE OBRA:					\$26.60
TOTAL:					\$266.26

TOTAL DE MANO DE OBRA	\$26.60
TOTAL DE SALARIO BASE	\$18.48
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS	\$0.00
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE BAR E INFONAVIT	\$23.84

COSTO DIRECTO	266.26
INDIRECTOS 18.00%	48.55
INDIRECTOS DE CAMPO 0.00%	0.00
SUBTOTAL	367.10
FINANCIAMIENTO 0.00%	0.00
SUBTOTAL	367.10
UTILIDA 9.812%	24.78
SUBTOTAL	331.88
BAR 2.00%	0.48
INFONAVIT 0.00%	1.19
SUBTOTAL	333.63
CARGOS ADICIONALES 0.00%	0.00
SUBTOTAL	333.63
OTROS PORCENTAJES 0.00%	0.00
PRECIO UNITARIO	\$333.63

-- TREINTA Y TRES PESOS 63/100 M. N. --

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO			
CLAVE:	18HER-030		
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE REJILLA DE ACERO INOXIDABLE SEDIMENTADOTA DE SOLERA DE 3/4" POR 1/8" Y 1" DE SEPARACIÓN, (TIPO IRVING), INCLUYE: MATERIAL HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA (SEGÚN DISEÑO).			PRECIO UNITARIO: \$373.36
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD

MATERIALES			
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
	REJILLA DE ACERO INOXIDABLE TIPO IRVING 3/4" *1/8"	M2	1.0800
	SOLDADURA INFRA DE 1/8"	KG	0.1750
TOTAL DE MATERIAL:			\$273.43
			\$3.37
			\$276.80
MANO DE OBRA			
CUADRILLA No 75 (1 HERRERO EN CAMPO + 1 AYUDANTE DE HERRERO)			
	HERRERO EN CAMPO	JOR	1.0000
	AYUDANTE DE HERRERO	JOR	1.0000
	CABO	JOR	0.1000
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400
TOTAL DE LA CUADRILLA No 75			\$134.24
CUADRILLA No 75			\$74.25
TOTAL DE MANO DE OBRA:			\$110.17
			\$7.80
			\$227.31
TOTAL DE LA CUADRILLA No 75			\$238.60
CUADRILLA No 75			\$15.30
TOTAL DE MANO DE OBRA:			\$16.30
			\$254.90
TOTAL:			\$282.80

TOTAL DE MANO DE OBRA	\$15.30
TOTAL DE SALARIO BASE	\$9.88
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS	\$0.00
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT	\$12.75

COSTO DIRECTO	382.80
INDIRECTOS 18.88%	82.89
INDIRECTOS DE CAMPO 0.88%	0.89
FINANCIAMIENTO 0.88%	344.87
UTILIDA 0.612%	345.67
SAR 2.88%	372.48
INFONAVIT 0.88%	373.36
CARGOS ADICIONALES 0.88%	373.36
OTROS PORCENTAJES 0.88%	373.36
PRECIO UNITARIO	373.36

--- TRESCIENTOS SESENTA Y NUEVE PESOS 88/100 M. N. ---

TENDIENDO
FALLA DE ORIGEN

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO						
CLAVE:	18HER-080					
SUMINISTRO, FABRICACIÓN Y COLOCACIÓN DE GUIA DE ACERO INOXIDABLE, CON REDONDO DE 2 PULGADA DE DIAMETRO Y LONGITUD DE 7.00 MTS. CON TROQUELADOS PARA FLAR ENGRANES, INCLUYE: COJINETES, SOLDADURA ESMERILADO, MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA (SEGUN DISEÑO).					UNIDAD:	PZA.
					PRECIO UNITARIO:	\$2,467.62
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL	

MATERIALES						
	REDONDO EN ACERO INOXIDABLE DE 2"	KG	71.9809	\$13.57	\$976.37	
	SOLDADURA INFRA DE 1/8"	KG	0.0513	\$19.26	\$9.89	
	COJINETE PARA RECIBIR ENGRANE	PZA	2.0000	\$386.56	\$771.16	
TOTAL DE MATERIAL:						\$1,748.62

MANO DE OBRA						
CUADRILLA No 75 (1 HERRERO EN CAMPO + 1 AYUDANTE DE HERRERO)						
	HERRERO EN CAMPO	JOR	1.0000	\$134.24	\$134.24	
	AYUDANTE DE HERRERO	JOR	1.0000	\$74.25	\$74.25	
	CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02	
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.80	
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$227.31	\$9.09	
TOTAL DE LA CUADRILLA No 75						\$236.40
CUADRILLA No 75						\$200.04
TOTAL DE MANO DE OBRA:						\$386.04
TOTAL:						\$1,548.46

TOTAL DE MANO DE OBRA	\$200.04
TOTAL DE SALARIO BASE	\$129.80
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS	\$0.00
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT	\$167.46

COSTO DIRECTO	1,848.46
INDIRECTOS 18.00%	332.60
INDIRECTOS DE CAMPO 8.85%	6.88
SUBTOTAL	2,388.37
FINANCIAMIENTO 0.85%	0.60
SUBTOTAL	2,388.37
UTILIDA 9.612%	195.43
SUBTOTAL	2,486.80
SAR 2.00%	3.36
INFONAVIT 0.85%	0.37
SUBTOTAL	2,497.62
CARGOS ADICIONALES 0.85%	3.66
SUBTOTAL	2,497.62
OTROS PORCENTAJES 0.05%	0.00
PRECIO UNITARIO	\$2,467.62

-- DOS MIL CUATROCIENTOS NOVENTA Y SIETE PESOS 62/100 M. N. --

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO						
CLAVE:	19HER-127				UNIDAD:	PZA.
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PROTECCIÓN PARA BOMBA A BASE DE ANGULO Y SOLERA (INCLUYE: BISAGRAS DE PERNO, MATERIALES, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.(SEGÚN DISEÑO)					PRECIO UNITARIO:	\$386.77
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL	

MATERIALES

FERRO ESTRUCTURAL 1" X 1/8"	KG	13.9000	\$6.26	\$115.09
ANGULO ESTRUCTURAL 1" x 1/8"	KG	6.9900	\$6.26	\$67.55
SOLDADURA INFRA DE 1/8"	KG	0.3640	\$19.26	\$7.01
PINTURA ANTICORROSIVA (PRIMER) COMEX	LT	0.0302	\$23.61	\$0.71

TOTAL DE MATERIAL:

\$189.36

MANO DE OBRA

CUADRILLA No 75 (1 HERRERO EN CAMPO + 1 AYUDANTE DE HERRERO)

HERRERO EN CAMPO	JOR	1.0000	\$134.24	\$134.24
AYUDANTE DE HERRERO	JOR	1.0000	\$74.25	\$74.25
CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02
MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.80
HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$227.31	\$9.09

TOTAL DE LA CUADRILLA No 75

CUADRILLA No 75

\$236.40

TOTAL DE MANO DE OBRA:

\$57.59

TOTAL: \$297.95

TOTAL DE MANO DE OBRA

\$57.59

TOTAL DE SALARIO BASE

\$37.20

MANO DE OBRA EN INDIRECTOS

\$0.00

TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT

\$47.99

COSTO DIRECTO		227.96
INDIRECTOS	15.00%	42.83
INDIRECTOS DE CAMPO	0.00%	0.00
	SUBTOTAL	269.78
FINANCIAMIENTO	0.00%	0.00
	SUBTOTAL	269.78
UTILIDA	9.912%	22.63
	SUBTOTAL	302.41
SAR	2.00%	0.98
INFONAVIT	0.00%	2.40
	SUBTOTAL	306.77
CARGOS ADICIONALES	0.00%	0.00
	SUBTOTAL	306.77
OTROS PORCENTAJES	0.00%	0.00
	SUBTOTAL	306.77
PRECIO UNITARIO		\$386.77

** TRESCIENTOS SEIS PESOS 77/100 M. N. **

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
CLAVE:	10HER-127A				
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE BARRANDAL PERIMETRAL ANGULO DE 1" X 1" Y CUADRADO DE 1/2" A CADA 0.25 M Y 0.50 M DE ALTURA, INCLUYE: BISAGRAS DE PERNO, MATERIALES, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA. (SEGÚN DISEÑO)		UNIDAD:	00		
		PRECIO UNITARIO:	\$488.74		
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL

MATERIALES

	ANGULO ESTRUCTURAL 1" X 1"	KG	5.1080	\$8.78	\$44.83
	CUADRADO DE 1/2"	KG	8.672	\$29.97	\$189.96
	SOLDADURA INFRA DE 1/8"	KG	0.0303	\$19.26	\$5.85
	PINTURA ANTICORROSIVA (PRIMER) COMEX	LT	0.0114	\$23.61	\$2.69
TOTAL DE MATERIAL:					\$248.64

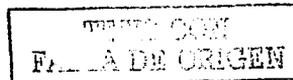
MANO DE OBRA

CUADRILLA No 75 (1 HERRERO EN CAMPO + 1 AYUDANTE DE HERRERO)					
	HERRERO EN CAMPO	JOR	1.0000	\$134.24	\$134.24
	AYUDANTE DE HERRERO	JOR	1.0000	\$74.25	\$74.25
	CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.80
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$227.31	\$9.09
TOTAL DE LA CUADRILLA No 75					\$238.40
CUADRILLA No 75		JOR	0.3030	\$238.40	\$71.63
TOTAL DE MANO DE OBRA:					\$71.63
				TOTAL:	\$317.27

TOTAL DE MANO DE OBRA	\$71.63
TOTAL DE SALARIO BASE	\$48.27
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS	\$0.00
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT	\$59.69

COSTO DIRECTO	\$17.27
INDIRECTOS 18.95%	\$7.11
INDIRECTOS DE CAMPO 0.95%	0.00
SUBTOTAL	\$74.38
FINANCIAMIENTO 0.89%	0.00
SUBTOTAL	\$74.38
UTILIDA 9.512%	\$7.08
SUBTOTAL	\$81.46
SAR 2.99%	1.19
INFONAVIT 0.95%	2.88
SUBTOTAL	\$85.74
CARGOS ADICIONALES 0.95%	0.90
SUBTOTAL	\$86.74
OTROS PORCENTAJES 0.95%	0.00
PRECIO UNITARIO	\$488.74

CUATROCIENTOS OCHO PESOS 74/100 "



ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO						
CLAVE:	10HER-129					
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ESCALONES DE ACERO FORJADO DE 80 X 25 CMS, A CADA 20 CM.					UNIDAD:	88
[INCLUYE: TUBO GALVANIZADO DE 2" LATERALES, MATERIALES, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.(SEGÚN DISEÑO)]					PRECIO:	\$372.32
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL	

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
MATERIALES					
	TUBO GALVANIZADO DE 2"	KG	17.2500	\$24.00	\$414.00
	LAMINA DE FIERRO GALVANIZADO CALIBRE 18 ANTIDERRAPANTE	KG	8.4223	\$8.25	\$69.48
	SOLDADURA INFRA DE 18"	KG	0.0800	\$18.28	\$1.54
	PINTURA ANTICORROSIVA (PRIMER) COMEX	LT	0.6000	\$23.61	\$14.17
TOTAL DE MATERIAL:					\$75.12

MANO DE OBRA					
CUADRILLA No 75 (1 HERRERO EN CAMPO + 1 AYUDANTE DE HERRERO)					
	HERRERO EN CAMPO	JOR	1.0000	\$134.24	\$134.24
	AYUDANTE DE HERRERO	JOR	1.0000	\$74.25	\$74.25
	CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.80
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$227.31	\$9.09
TOTAL DE LA CUADRILLA No 75					\$238.40
CUADRILLA No 75					\$132.38
TOTAL DE MANO DE OBRA:					\$132.38

TOTAL: \$267.80

TOTAL DE MANO DE OBRA	\$132.38
TOTAL DE SALARIO BASE	\$85.52
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS	\$0.00
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT	\$110.33

COSTO DIRECTO	267.80
INDIRECTOS 18.50%	37.36
INDIRECTOS DE CAMPO 0.88%	0.00
SUBTOTAL	244.88
FINANCIAMIENTO 0.66%	0.80
SUBTOTAL	244.88
UTILIDA 9.812%	19.74
SUBTOTAL	264.69
SAR 2.66%	2.21
INFONAVIT 0.66%	0.62
SUBTOTAL	272.32
CARGOS ADICIONALES 0.88%	0.00
SUBTOTAL	272.32
OTROS PORCENTAJES 0.00%	0.00
PRECIO UNITARIO	\$272.32

== DOSCIENTOS SETENTA Y DOS PESOS 32/100 ==

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO		
CLAVE:	19NER-134	
SUMINISTRO, MONTAJE Y COLOCACIÓN DE TANQUE DE ACERO INOXIDABLE DE 9.50 METROS POR 1.60 METROS DE DIAMETRO, CON CUATRO DIVISIONES ASTRIADAS DE LAMINA, CALIBRE 18 CON CUBIERTA ABATIBLE DE LAMINA CON VISAGRA DE REDONDO DE 1/2 PULGADA, DOS PUERTAS DE MANTENIMIENTO DE 0.90 POR 0.90 METROS Y OCHO DE SUPERVICIÓN LATERAL DE 0.40 POR 0.40 MSTRS INCLUYE: PLACAS CON BARRENOS DE 1" DIAM. DE 30X90 CMS X 1/2" DE ESPESOR, MONTAJE HASTA 5 MTS DE ALTURA, SOLDADURA C-6018 DE 1/8" A 1/4" (3 A 6 MM), UNA MANO DE PRIMARIO ANTICORROSIVO EN ESTRUCTURAS MENORES O DE SOPORTE, PLOMO, NIVELADO, MATERIALES, ANDAMIAJE, HERRAMIENTA, EQUIPO Y MANO DE OBRA, (SEGUN DISEÑO PROPUESTO).	UNIDAD: PRECIO UNITARIO:	PZA \$87,826.71

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
MATERIALES					
	FERRO ESTRUCTURAL 1" X 1/8"	KG	231.2900	\$9.28	\$1,914.75
	LAMINA DE ACERO INOXIDABLE DE 1/2 PULGADAS	KG	2605.4800	\$21.18	\$55,181.48
	JUEGO DE HERRAJES DE REDONDO 1"	JGO	32.0300	\$88.93	\$2,207.83
	PORTA CANDADO Y JALADERA MODELO 88 L 264	JGO	4.0000	\$25.32	\$101.28
	SOLDADURA INFRA C-6018 1/8"	KG	40.2500	\$46.38	\$1,868.49
	SOLDADURA INFRA DE 1/8"	KG	20.2800	\$19.26	\$390.02
	PINTURA ANTICORROSIVA (PRIMER) COMEX	LT	4.8800	\$23.61	\$110.49
TOTAL DE MATERIAL:					\$61,862.32
EQUIPO					
	TORRE DE TRABAJO DE 5 M DE ALTURA CON RUEDAS	R/D	39.8800	\$30.90	\$1,216.85
TOTAL DE EQUIPO:					\$1,216.85
MANO DE OBRA					
CUADRILLA No 75 (1 HERRERO EN CAMPO + 1 AYUDANTE DE HERRERO)					
	HERRERO EN CAMPO	JOR	1.0000	\$134.24	\$134.24
	AYUDANTE DE HERRERO	JOR	1.0000	\$74.25	\$74.25
	CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.80
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$227.31	\$9.09
TOTAL DE LA CUADRILLA No 75					\$236.40
CUADRILLA No 75					JOR 23.4542 \$238.40 \$5,544.59
TOTAL DE MANO DE OBRA:					\$5,544.59
TOTAL:					\$68,623.65
TOTAL DE MANO DE OBRA					
TOTAL DE SALARIO BASE					
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS					
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT					

COSTO DIRECTO		68,623.65
INDIRECTOS	18.89%	12,962.24
INDIRECTOS DE CAMPO	9.89%	9.00
SUBTOTAL		81,575.79
FINANCIAMIENTO	0.86%	0.00
SUBTOTAL		81,575.79
UTILIDA	9.812%	6,527.47
SUBTOTAL		88,103.26
SAR	2.00%	92.42
INFONAVIT	5.80%	231.04
SUBTOTAL		87,826.71
CARGOS ADICIONALES	0.89%	0.00
SUBTOTAL		87,826.71
OTROS PORCENTAJES	0.89%	0.00
PRECIO UNITARIO		87,826.71

“ OCHENTA Y SIETE MIL OCHOCIENTOS VEINTISÉIS PESOS 71/100 M. N. ”

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO						
CLAVE:	23ACC-002					
* SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE MOTOR DE 4 H.P. INCLUYE: REDUCTOR DE VELOCIDAD DE 7 A 10 REVOLUCIONES POR MINUTO, FIJACIÓN, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA Y PRUEBAS.					UNIDAD:	PZA.
					PRECIO UNITARIO:	\$8,364.70
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL	

MATERIALES

	MOTOR DE 11/2 HP	PZA	1.0100	\$4,501.44	\$4,546.45
	REDUCTOR DE VELOCIDAD A 7 REVOLUCIONES POR MINUTO	PZA	1.0100	\$1,678.35	\$1,685.13
TOTAL DE MATERIAL:					\$6,241.89

MANO DE OBRA

CUADRILLA No 82 (1 PLOMERO + 1 AYUDANTE DE PLOMERO)					
	PLOMERO	JOR	1.0000	\$134.24	\$134.24
	AYUDANTE DE PLOMERO	JOR	1.0000	\$74.25	\$74.25
	CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.80
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$227.31	\$9.09
TOTAL DE LA CUADRILLA No 82					\$236.40
CUADRILLA No 82		JOR	1.2580	\$236.40	\$298.92
TOTAL DE MANO DE OBRA:					\$298.92

TOTAL: \$6,638.61

TOTAL DE MANO DE OBRA	\$298.92
TOTAL DE SALARIO BASE	\$191.80
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS	\$0.00
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT	\$247.45

COSTO DIRECTO	6,638.61
INDIRECTOS 18.86%	1,178.93
INDIRECTOS DE CAMPO 0.60%	0.90
SUBTOTAL	7,718.44
FINANCIAMIENTO 0.66%	0.90
SUBTOTAL	7,718.44
UTILIDA 9.612%	621.94
SUBTOTAL	8,337.38
SAR 2.66%	4.96
INFONAVIT 6.60%	12.37
SUBTOTAL	8,364.70
CARGOS ADICIONALES 0.60%	0.00
SUBTOTAL	8,364.70
OTROS PORCENTAJES 0.66%	0.00
PRECIO UNITARIO	\$8,364.70

** OCHO MIL TRESCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO PESOS 70/100 M. N. **

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO			
CLAVE:	23ACC-010		
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN TINACO DE PVC (Coburo de Poli Vinilo) CON CAPACIDAD DE 1100 LITROS CON BASE DE ACERO ESTRUCTURAL (ANGULO DE 1" POR 1/8" DE ESPESOR) A 5 METROS DE ALTURA, INCLUYE: MATERIALES, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA. (INSTALACIÓN SEGUN ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE).			UNIDAD: PZA
			PRECIO UNITARIO: \$6,781.71

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
MATERIALES					
	ANGULO ESTRUCTURAL 1" X 1"	KG	50.1080	\$6.78	\$439.93
	CUADRADO DE 1/2"	KG	60.672	\$29.97	\$1,818.34
	SOLDADURA INFRA DE 1/8"	KG	0.3030	\$19.26	\$5.84
	PINTURA ANTICORROSIVA (PRIMER) COMEX	LT	0.1144	\$23.81	\$2.70
	TINACO ROTOPLAS DE 1100 LTS	PZA	1.0000	\$1,358.25	\$1,358.25
TOTAL DE MATERIAL:					\$3,626.06

MANO DE OBRA					
CUADRILLA No 75 (1 HERRERO EN CAMPO + 1 AYUDANTE DE HERRERO)					
	HERRERO EN CAMPO	JOR	1.0000	\$134.24	\$134.24
	AYUDANTE DE HERRERO	JOR	1.0000	\$74.25	\$74.25
	CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.80
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$227.31	\$9.09
TOTAL DE LA CUADRILLA No 75					\$236.40
CUADRILLA No 75					
CUADRILLA No 82 (1 PLOMERO + 1 AYUDANTE DE PLOMERO)					
	PLOMERO	JOR	1.0000	\$134.24	\$134.24
	AYUDANTE DE PLOMERO	JOR	1.0000	\$74.25	\$74.25
	CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.80
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$227.31	\$9.09
TOTAL DE LA CUADRILLA No 82					\$236.40
CUADRILLA No 82					
TOTAL DE MANO DE OBRA:					\$2,065.50
					\$1,818.34
TOTAL:					\$6,244.40

TOTAL DE MANO DE OBRA	\$1,819.34
TOTAL DE SALARIO BASE	\$1,046.05
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS	\$0.00
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT	\$1,349.54

COSTO DIRECTO	6,244.40
INDIRECTOS 18.98%	\$439.93
INDIRECTOS DE CAMPO 0.98%	\$0.00
SUBTOTAL	6,188.39
FINANCIAMIENTO 0.98%	\$0.00
SUBTOTAL	6,188.39
UTILIDA 8.61%	\$462.95
SUBTOTAL	6,657.34
SAR 2.69%	\$26.99
INFONAVIT 0.90%	\$7.48
SUBTOTAL	6,781.71
CARGOS ADICIONALES 0.98%	\$0.00
SUBTOTAL	6,781.71
OTROS PORCENTAJES 0.98%	\$0.00
PRECIO UNITARIO	\$6,781.71

** SEIS MIL SETECIENTOS OCHENTA Y UN PESOS 71/100 M. N. **

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
CLAVE:	23ACC-012				
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN CISTERNA DE PVC (Cloruro de Poli Vinilo) CON CAPACIDAD DE 3000 LITROS; MATERIALES, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA (INSTALACIÓN SEGÚN ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE).			UNIDAD:	PZA	
			PRECIO UNITARIO:	\$7,626.39	
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL

MATERIALES	CISTERNA ROTOPLAS DE 3000 LTS	PZA	1.0000	\$5,543.25	\$5,543.25
TOTAL DE MATERIAL:					\$6,643.26

MANO DE OBRA					
CUADRILLA No 82 (1 PLOMERO + 1 AYUDANTE DE PLOMERO)					
	PLOMERO	JOR	1.0000	\$134.24	\$134.24
	AYUDANTE DE PLOMERO	JOR	1.0000	\$74.25	\$74.25
	CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.80
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$227.31	\$9.09
TOTAL DE LA CUADRILLA No 82					\$236.40
CUADRILLA No 82		JOR	1.4500	\$236.40	\$342.78
TOTAL DE MANO DE OBRA:					\$342.78
TOTAL:					\$6,986.03

TOTAL DE MANO DE OBRA	\$342.78
TOTAL DE SALARIO BASE	\$221.43
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS	\$0.00
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT	\$265.67

COSTO DIRECTO	6,986.03
INDIRECTOS 18.80%	1,309.49
INDIRECTOS DE CAMPO 0.80%	0.80
SUBTOTAL	6,948.62
FINANCIAMIENTO 0.80%	0.80
SUBTOTAL	6,948.62
UTILIDA 9.812%	689.89
SUBTOTAL	7,638.40
SAR 2.80%	8.71
INFONAVIT 8.80%	14.28
SUBTOTAL	7,625.39
CARGOS ADICIONALES 0.80%	0.80
SUBTOTAL	7,626.39
OTROS PORCENTAJES 0.80%	0.00
PRECIO UNITARIO	\$7,626.39

*** SIETE MIL QUINIENTOS VEINTE CINCO PESOS 39/100 M. N. ***

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
CLAVE:	23ACC-020				
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE DOSIFICADOR DE FLUJO (ROTOMETRO) DE 3" DE DIAMETRO, EN BRONCE, MARCA UREA O SIMILAR, INCLUYE: MATERIALES, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.			UNIDAD:	PZA	
			PRECIO UNITARIO:	\$3,686.77	
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL

MATERIALES					
	ROTOMETRO, EN BRONCE, MARCA UREA DE 3" DE DIAMETRO	PZA	1.0000	\$2,789.25	\$2,789.25
	SOLDADURA INFRA DE 1/8"	KG	0.0203	\$19.26	\$0.39
TOTAL DE MATERIAL:					\$2,789.64

MANO DE OBRA					
CUADRILLA No 62 (1 PLOMERO + 1 AYUDANTE DE PLOMERO)					
	PLOMERO	JOR	1.0000	\$134.24	\$134.24
	AYUDANTE DE PLOMERO	JOR	1.0000	\$74.25	\$74.25
	CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.80
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mtd	0.0400	\$227.31	\$9.09
TOTAL DE LA CUADRILLA No 62					\$236.40
CUADRILLA No 62					\$108.97
TOTAL DE MANO DE OBRA:					\$168.97
TOTAL:					\$2,686.61

TOTAL DE MANO DE OBRA	\$108.97
TOTAL DE SALARIO BASE	\$69.10
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS	\$0.00
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT	\$69.15

COSTO DIRECTO	2,686.61
INDIRECTOS	18.00%
INDIRECTOS DE CAMPO	0.00%
FINANCIAMIENTO	0.00%
UTILIDA	0.612%
SAR	2.00%
INFONAVIT	0.00%
CARGOS ADICIONALES	0.00%
OTROS PORCENTAJES	0.00%
PRECIO UNITARIO	\$3,686.77

** TRES MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y NUEVE PESOS 77/100 M. N. **

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
CLAVE:	23ACC-030				
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE FILTRO ANOXICO DE 1.00 METROS DE ALTURA Y 3.70 METROS DE DIÁMETRO, DE PVC (Cesuro de Poli Vinilo) CON RELLENO DE POLIÉSTER DE 1 A 2.5 CM. DE SEPARACIÓN ENTRELAZADOS, Y REJILLA DE 0.5 CM DE ESPESOR EN ACERO INOXIDABLE, SALIDA DE GAS BRIDADA, CON ENTRADAS DE AFLUENTE Y EFLUENTE DE 3" INCLUYE: HERRAMIENTA, EQUIPO Y MANO DE OBRA (SEGÚN DISEÑO).		UNIDAD:	PZA		
		PRECIO UNITARIO:	\$33,988.78		
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL

CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
MATERIALES					
	FILTRO ANOXICO DESNITRIFICANTE	PZA	1.0000	\$25,388.25	\$25,388.25
TOTAL DE MATERIAL:					\$25,388.25
MANO DE OBRA					
	CUADRILLA No 82 (1 PLOMERO + 1 AYUDANTE DE PLOMERO)				
	PLOMERO	JOR	1.0000	\$134.24	\$134.24
	AYUDANTE DE PLOMERO	JOR	1.0000	\$74.25	\$74.25
	CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.80
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$227.31	\$9.09
TOTAL DE LA CUADRILLA No 82					\$236.40
	CUADRILLA No 82	JOR	5.2000	\$236.40	\$1,229.28
TOTAL DE MANO DE OBRA:					\$1,229.28
					TOTAL: \$36,617.53

TOTAL DE MANO DE OBRA	\$1,229.28
TOTAL DE SALARIO BASE	\$794.06
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS	\$0.00
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT	\$1,024.47

COSTO DIRECTO	26,687.53
INDIRECTOS 18.00%	4,787.88
INDIRECTOS DE CAMPO 0.00%	0.00
SUBTOTAL	31,388.00
FINANCIAMIENTO 0.00%	0.00
SUBTOTAL	31,388.00
UTILIDA 0.612%	2,629.86
SUBTOTAL	33,918.06
SAR 2.00%	20.40
INFONAVIT 0.00%	61.22
SUBTOTAL	33,988.78
CARGOS ADICIONALES 0.00%	0.00
SUBTOTAL	33,988.78
OTROS PORCENTAJES 0.00%	0.00
PRECIO UNITARIO	\$33,988.78

*** TRENTA Y TRES MIL NOVECIENTOS OCHENTA Y SEIS PESOS 78/100 M. N. ***

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
CLAVE:	23ACC-035				
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TANQUE DOSIFICADOR DE CLORO Y/O METANOL CON CAPACIDAD DE 50 LITROS, DE PVC (Cloruro de Polí Vinilo) CON DOSIFICADOR (ROTOMETRO) 1/2" (1.27CM.) BRIDADA, EN ENTRADAS DE AFLUENTE INCLUYE: HERRAMIENTA, EQUIPO Y MANO DE OBRA.		UNIDAD:	PZA		
		PRECIO UNITARIO:	\$2,886.27		
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL

MATERIALES

	TANQUE DE PVC CONCAPACIDAD DE 90 LTS	PZA	1.0000	\$125.23	\$125.23
	ROTOMETRO DE POLIESTER DE 1/2"	PZA	1.0000	\$1,254.25	\$1,254.25
	ACOPLADOR DE POLIESTER A FIERRO GALBANIZADO DE 1/2" A 3"	PZA	1.0000	\$258.25	\$258.25
TOTAL DE MATERIAL:					\$1,637.73

MANO DE OBRA

CUADRILLA No 52 (1 PLOMERO + 1 AYUDANTE DE PLOMERO)					
	PLOMERO	JOR	1.0000	\$134.24	\$134.24
	AYUDANTE DE PLOMERO	JOR	1.0000	\$74.25	\$74.25
	CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.80
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$227.31	\$9.09
TOTAL DE LA CUADRILLA No 52					\$236.40
CUADRILLA No 52					\$567.67
TOTAL DE MANO DE OBRA:					\$807.67

TOTAL: \$2,236.40

TOTAL DE MANO DE OBRA	\$567.67
TOTAL DE SALARIO BASE	\$386.06
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS	\$0.00
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT	\$498.00

COSTO DIRECTO	2,236.40	
INDIRECTOS	16.90%	462.37
INDIRECTOS DE CAMPO	0.90%	0.60
	SUBTOTAL	2,637.77
FINANCIAMIENTO	0.90%	0.60
	SUBTOTAL	2,637.77
UTILIDA	9.512%	212.63
	SUBTOTAL	2,850.40
SAR	2.00%	0.96
INFONAVIT	5.90%	24.80
	SUBTOTAL	2,896.27
CARGOS ADICIONALES	0.90%	0.60
	SUBTOTAL	2,896.27
OTROS PORCENTAJES	0.90%	0.60
PRECIO UNITARIO	\$2,886.27	

*** DOS MIL OCHOCIENTOS OCHENTA Y CINCO PESOS 27/100 M. N. ***

IMPRESO EN
FALLA DE ORIGEN

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
CLAVE:	24CER-011				
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CANDADO MARCA PHILLIPS MOD. STANDARD, INCLUYE:			UNIDAD:	PZA.	
MATERIAL, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.			PRECIO UNITARIO:	\$146.10	
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL

MATERIALES					
	CANDADO MARCA PHILLIS MOD. ESTÁNDAR	PZA	1.0000	\$69.50	\$69.50
TOTAL DE MATERIAL					\$69.50
MANO DE OBRA					
	CABO	JOR	0.0800	\$110.17	\$9.92
TOTAL DE MANO DE OBRA:					\$9.92
TOTAL:					\$109.42

TOTAL DE MANO DE OBRA	\$9.92
TOTAL DE SALARIO BASE	\$6.40
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS	\$0.00
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT	\$6.28

	COSTO OBRE	109.42
INDIRECTOS	18.88%	19.89
INDIRECTOS DE CAMPO	0.00%	0.00
	SUBTOTAL	129.11
FINANCIAMIENTO	0.00%	0.00
	SUBTOTAL	129.11
UTILIDA	8.612%	16.41
	SUBTOTAL	139.82
SAR	2.00%	0.17
INFONAVIT	8.00%	0.41
	SUBTOTAL	140.10
CARGOS ADICIONALES	0.00%	0.00
	SUBTOTAL	140.10
OTROS PORCENTAJES	0.00%	0.00
	PRECIO UNITARIO	\$146.10

** CIENTO CUARENTA PESOS 10/100 M. N. **

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
CLAVE:	26ESP-001				
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE BIODISCO DE P.V.C. PARA ALOJAR BACTERIA CON CELOBIA HEXAGONAL DE 3/4" (1.9 CM) Y 1.77" (4.5 CM) DE ESPESOR, CON UN DIAMETRO DE 1.50 MTS. INCLUYE: TROQUELADO AL CENTRO PARA ALOJAR ENGRANE DE FIJACIÓN, HERRAMIENTA Y MANO DE OBRA.					UNIDAD: PZA.
					PRECIO UNITARIO: \$661.27
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL

MATERIALES					
	BIODISCO DE ACERO P.V.C. (Cloruro de Polí Vinilo)	PZA	1.0100	\$568.35	\$564.33
TOTAL DE MATERIAL					\$564.33
MANO DE OBRA					
CUADRILLA No 75 (1 HERRERO EN CAMPO + 1 AYUDANTE DE HERRERO)					
	HERRERO EN CAMPO	JOR	1.0000	\$134.24	\$134.24
	AYUDANTE DE HERRERO	JOR	1.0000	\$74.25	\$74.25
	CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.80
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$227.31	\$9.09
TOTAL DE LA CUADRILLA No 75					\$236.40
CUADRILLA No 75					JOR 0.2559 \$236.40 \$60.49
TOTAL DE MANO DE OBRA:					\$60.49
TOTAL:					\$624.83

TOTAL DE MANO DE OBRA	\$60.49
TOTAL DE SALARIO BASE	\$39.08
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS	\$0.00
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT	\$50.42

COSTO DIRECTO	624.83
INDIRECTOS 18.00%	112.67
INDIRECTOS DE CAMPO 0.00%	0.00
SUBTOTAL	737.50
FINANCIAMIENTO 0.00%	0.00
SUBTOTAL	737.50
UTILIDA 9.512%	70.14
SUBTOTAL	807.64
SAR 2.00%	1.62
INFONAVIT 0.00%	0.00
SUBTOTAL	809.26
CARGOS ADICIONALES 0.00%	0.00
SUBTOTAL	809.26
OTROS PORCENTAJES 0.00%	0.00
PRECIO UNITARIO	\$661.27

** OCHO CIENTOS CINCUENTA Y UN PESOS 27/100 **

**TRABAJA CON
FALLA DE ORIGEN**

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO							
CLAVE:	27IMP-013					UNIDAD:	M3
SUMINISTRO Y APLICACIÓN DE IMPERMEABILIZANTE FESTEGRAL, MARCA FESTER, EN PROPORCIÓN DE 18 Kg. por m3 DE CONCRETO Fc=250 KG/CM2, INCLUYE: ACARREOS DENTRO DE LA OBRA, PROPORCIONAMIENTO DOSIFICADO, MATERIAL, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.						PRECIO UNITARIO:	\$146.14
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL		

MATERIALES						
TOTAL DE MATERIAL:						
	IMPERMEABILIZANTE FESTEGRAL	KG	16.1000	\$6.52	\$104.97	\$104.97
MANO DE OBRA						
CUADRILLA No 1 (1 PEON)						
	PEON	JOR	1.0000	\$70.03	\$70.03	
	CABO	JOR	0.0500	\$110.17	\$5.51	
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0188	\$234.27	\$3.99	
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$79.43	\$3.18	
TOTAL CUADRILLA No 1						
	CUADRILLA No 1	JOR	0.1025	\$82.60	\$8.47	
TOTAL MANO DE OBRA:						
						\$8.47
TOTAL DE MANO DE OBRA						\$8.47
TOTAL DE SALARIO BASE						\$0.00
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT						\$7.06

TOTAL: \$113.44

COSTO DIRECTO	113.44
INDIRECTOS 16.80%	20.42
INDIRECTOS DE CAMPO 0.80%	0.00
SUBTOTAL	133.86
FINANCIAMIENTO 0.00%	0.00
SUBTOTAL	133.86
UTILIDA 9.512%	10.79
SUBTOTAL	144.65
SAR 2.00%	0.14
INFONAVIT 5.89%	0.35
SUBTOTAL	145.14
CARGOS ADICIONALES 0.00%	0.00
SUBTOTAL	145.14
OTROS PORCENTAJES 0.00%	0.00
PRECIO UNITARIO	\$146.14

** CIENTO CUARENTA Y CINCO PESOS 14/100 M. N. **

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO						
CLAVE:	28LIM-002					
* LIMPIEZA FINAL DE OBRA PARA ENTREGA.					UNIDAD:	662
					PRECIO UNITARIO:	\$4.42
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL	

MATERIALES

DETERGENTE EN POLVO	KG	0.1500	\$6.88	\$1.03
ACIDO MURIATICO	LT	0.1000	\$13.86	\$1.39

TOTAL DE MATERIAL:

\$2.42

MANO DE OBRA

CUADRILLA No 1 (1 PEON)				
PEON	JOR	1.0000	\$70.03	\$70.03
CABO	JOR	0.0800	\$110.17	\$8.51
MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0166	\$234.27	\$3.89
HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$78.43	\$3.18

TOTAL DE LA CUADRILLA No 1

\$82.60

CUADRILLA No 1

JOR

0.0121

\$62.60

\$1.00

TOTAL DE MANO DE OBRA:

\$1.00

TOTAL:

\$3.42

TOTAL DE MANO DE OBRA

\$1.00

TOTAL DE SALARIO BASE

\$0.85

MANO DE OBRA EN INDIRECTOS

\$0.00

TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT

\$0.83

COSTO DIRECTO	3.42
INDIRECTOS	18.80%
INDIRECTOS DE CAMPO	0.00%
SUBTOTAL	4.04
FINANCIAMIENTO	0.89%
SUBTOTAL	4.84
UTILIDA	9.512%
SUBTOTAL	4.28
SAR	2.00%
INFONAVIT	0.89%
SUBTOTAL	4.42
CARGOS ADICIONALES	0.00%
SUBTOTAL	4.42
OTROS PORCENTAJES	0.00%
SUBTOTAL	4.42
PRECIO UNITARIO	\$4.42

*** CUATRO PESOS 42/100 M. N. ***

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO					
CLAVE: 28LIM-003				UNIDAD:	M3
CARGA POR MEDIOS MANUALES A CAMIÓN Y ACARREO DE MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACIÓN Y LIMPIEZA FUERA DE LA OBRA.				PRECIO UNITARIO:	\$441.48
CLAVE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL

MATERIALES

TOTAL DE MATERIAL: \$0.00

EQUIPO

CAMION DE VOLTEO FAMS DE 7 M3 MOTOR DIESEL 140 H.P. POR UNA HORA.					
	CARGOS FIJOS		1.0000	\$125.75	\$125.75
	COMBUSTIBLE	LT	25.0000	\$2.91	\$72.75
	LUBRICANTE	LT	0.6750	\$14.78	\$9.98
	LLANTAS	JGO	0.0006	\$10,181.00	\$6.99
	TOTAL DEL CAMION DE VOLTEO				\$214.18
TOTAL DEL EQUIPO:	CAMION DE VOLTEO	Hora	0.7500	\$214.18	\$160.63

\$160.63

MANO DE OBRA

CUADRILLA No. 3 (OPERADOR VEHICULO MEDIANO + PEON)					
	OPERADOR DE VEHICULO MEDIANO	JOR	1.0000	\$138.89	\$138.89
	PEON	JOR	1.0000	\$70.03	\$70.03
	CABO	JOR	0.1000	\$110.17	\$11.02
	MAESTRO DE OBRA	JOR	0.0333	\$234.27	\$7.80
	HERRAMIENTA MENOR	(%)mo	0.0400	\$227.54	\$9.10
TOTAL DE LA CUADRILLA No. 3					\$236.64
CUADRILLA No. 3		JOR	0.7500	\$236.64	\$177.48
TOTAL DE MANO DE OBRA:					\$177.48
TOTAL:					\$336.11

TOTAL DE MANO DE OBRA	\$177.48
TOTAL DE SALARIO BASE	\$114.85
MANO DE OBRA EN INDIRECTOS	\$0.00
TOTAL DE SALARIO GRAVABLE SAR E INFONAVIT	\$147.91

COSTO DIRECTO	336.11
INDIRECTOS 18.00%	60.50
INDIRECTOS DE CAMPO 0.00%	0.00
SUBTOTAL	396.61
FINANCIAMIENTO 0.00%	0.00
SUBTOTAL	396.61
UTILIDA 9.512%	37.76
SUBTOTAL	434.37
SAR 2.00%	8.69
INFONAVIT 6.00%	26.06
SUBTOTAL	441.48
CARGOS ADICIONALES 0.00%	0.00
SUBTOTAL	441.48
OTROS PORCENTAJES 0.00%	0.00
PRECIO UNITARIO	\$441.48

** CUATRO CIENTOS CINCUENTA Y UN PESOS 441.00 **

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

TABLA A.1. FACTOR DE SALARIO REAL

VARIABLE	DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR
FSR SAMI	DATOS BÁSICOS		
FSR SABA	Salario Mínimo General (Distrito federal)	\$	39.8
	Salario Base	\$	61.94
	DATOS PARA CALCULO DE PERCEPCION ANUAL		
FSR DNVAC	Días de vacaciones para calcular prima vacacional	días	0
FSR PPVAC	Prima vacacional	%	25
FSR DNDOM	Días para el cálculo de prima dominical	días	0
FSR PPDOM	Porcentaje para prima dominical	%	25
	DIAS DE PERCEPCION ANUAL (DPA)		
FSR DPCAL	Días Calendario (DC)	días	365.25
FSR DPAGU	Días Aguinaldo	días	15
FSR DPPVA	Prima vacacional	días	1.5
FSR DPPDO	Prima Dominical	días	0
FSR DPHEX	Días equivalentes por horas extras al año	días	0
FSR DPOT1	Prestaciones por Contrato de Trabajo	días	0
FSR DPA	SUMA (DPA)	días	381.75
	DIAS NO LABORALES ANUALES (DNLA)		
FSR DNSEP	Séptimo día	días	52.16
FSR DNFES	Festivos por Ley	días	7.17
FSR DNDCCO	Por Costumbre	días	0.4
FSR DNSIN	Días Sindicato	días	0.6
FSR DVAC	Vacaciones	días	0
FSR DNPER	Permisos y Enfermedad	días	0
FSR DNCLI	Condiciones Climatológicas	días	0
FSR DNARR	En Horas Inactivas por Arrastre	días	0
FSR DNGUA	Días no trabajados por Guardia	días	0
FSR DNOT3	Otros Días no trabajados	días	0
FSR DNLA	SUMA (DNLA)	días	60.38
	CALCULO DE DIAS LABORALES ANUALES		
FSR DLA	Días laborables al año (DLA = DC - DNLA)	días	295.9
FSR FSI	FACTOR DE SALARIO BASE DE COTIZACION		
FSR SABC	FSBC= DPA/DLA		1.2901
	SALARIO BASE DE COTIZACION		
FSR IMGM	Salario Base de Cotización		39.8
FSR IMPE	CALCULO DE CUOTA IMSS		
FSR IMEX	Prestaciones en Especie	%	1.05
FSR IMENF	Prestaciones en dinero	%	0.7
FSR IMINV	Enfermedad y maternidad para más de 3 Sal. Min.	%	0
FSR IMCE	Enfermedad y Maternidad Cuota fija	%	5.3889
FSR IMRTR	Invalidez y vida	%	1.75
FSR IMIMS	Cesantía en edad avanzada y vejez	%	3.15
	Riesgos de trabajo	%	7.5856
	SUMA (Cuota Patronal IMSS)	%	19.6307
	PORCENTAJES PARA CALCULO DE PRESTACIONES		
FSR IMGUA	Impuesto Guarderías	%	1
FSR IMNOM	Impuesto Nómina	%	0
FSR IMSAR	Impuesto SAR	%	0
FSR IMINF	Impuesto INFONAVIT	%	0
FSR IMOT2	Impuestos Locales	%	0
	SUMA PORCENTAJES PARA CALCULO DE PRESTACIONES	%	0
	DIAS EQUIVALENTES DE PRESTACIONES ANUALES (DEA)		
FSR DEIMS	Cuota Patronal IMSS	días	74.92
FSR DEGUA	Guarderías	días	3.82
FSR DENOM	Impuestos Sobre Nómina	días	0
FSR DESAR	SAR	días	0
FSR DEINF	INFONAVIT	días	0
FSR DEOT2	Impuestos Locales	días	0
FSR DEA	SUMA (DEA)	días	78.74
	DIAS COSTO ANUAL		
FSR DCA	Días Costo Anual (DCA = DPA+DEA)	días	460.49
FSR FSR	FACTOR DE SALARIO REAL		
	FSR=DCA/DLA		1.5562
	PORCENTAJE TOTAL DE INDETECTOS		1.8837

TRABAJOS CON
FALLA DE ORIGEN

TABLA A.2. INDIRECTOS

Costo Directo = \$1,923,152.57

Duración en meses = 8.00

Porcentaje aplicable de admn. de oficina central = 18.16%

Porcentaje aplicable de admn. del estudio = 100.00%

Categoría		Inscripciones	Tramos	% Oros	Total	Porcentaje
1	Admón. de oficinas centrales					
1	Honorarios sueltos y prestaciones					
1.1	Personal directivo	\$33,700.04	8.0	18%	\$48,059.42	
1.2	Personal técnico	\$8,805.00	8.0	18%	\$12,791.90	
1.3	Personal administrativo	\$3,881.04	8.0	18%	\$5,638.37	
1.4	Personal en tránsito	\$2,000.00	8.0	18%	\$2,905.60	
1.5	Cuotas del IMSS e impuestos de 1.1 al 1.5	\$1,884.41	8.0	18%	\$2,737.67	
1.6	Prestaciones que obliga la ley federal del trabajo	\$3,825.92	8.0	18%	\$5,558.50	
1.7	Pasejes y viáticos	\$0.00	8.0	18%	\$0.00	
	Subtotal	\$54,096.41			\$77,097.96	7.00%
2	Depreciación, mantenimiento y rentas					
2.1	Edificios y locales	\$10,500.00	8.0	18%	\$15,341.57	
2.2	Locales de mantenimiento y guarda	\$0.00	8.0	18%	\$0.00	
2.3	Bodegas	\$0.00	8.0	18%	\$0.00	
2.4	Instalaciones generales	\$1,500.00	8.0	18%	\$2,179.20	
2.5	Muebles y enseres	\$1,900.00	8.0	18%	\$2,760.32	
2.6	Depreciación, o renta y operaciones de vehículos	\$19,801.25	8.0	18%	\$28,767.28	
2.7	Depreciación, mantenimiento y rentas de campamentos	\$0.00	8.0	18%	\$0.00	
	Subtotal	\$23,701.25			\$34,208.34	4.70%
3	Servicios					
3.1	Consultores, asesores, servicios y laboratorios	\$10,900.00	8.0	18%	\$15,835.52	
3.2	Estudios e investigaciones	\$2,400.00	8.0	18%	\$3,486.72	
	Subtotal	\$13,300.00			\$19,322.24	1.90%
4	Fleets y acarreo					
4.1	De campamentos	\$0.00	8.0	18%	\$0.00	
4.2	De equipo de construcción	\$0.00	8.0	18%	\$0.00	
4.3	De plantas y elementos para instalaciones	\$0.00	8.0	18%	\$0.00	
4.4	De mobiliario	\$0.00	8.0	18%	\$0.00	
	Subtotal	\$0.00			\$0.00	0.00%
5	Gastos de oficina					
5.1	Papelaría y útiles de escritorio	\$5,363.30	8.0	18%	\$7,791.80	
5.2	Correos, teléfonos, telégrafos, radio	\$7,500.00	8.0	18%	\$10,866.00	
5.3	Situación de fondos	\$0.00	8.0	18%	\$0.00	
5.4	Copias y duplicados	\$4,887.90	8.0	18%	\$7,101.14	
5.5	Luz, gas y otros consumos	\$2,000.00	8.0	18%	\$2,905.60	
5.6	Gastos de concurso	\$2,500.00	8.0	18%	\$3,632.00	
	Subtotal	\$22,251.20			\$32,296.54	3.10%
6	Seguros y fianzas					
6.1	Primas de seguros	\$740.00	8.0	18%	\$1,075.07	
6.2	Primas de fianzas	\$2,012.81	8.0	18%	\$3,795.99	
	Subtotal	\$2,752.81			\$4,871.06	0.40%
7	Trabajos previos y auxiliares					
7.1	Construcción y conservación de caminos de acceso	\$0.00	8.0	18%	\$0.00	
7.2	Montajes y desmantelamiento de equipo	\$0.00	8.0	18%	\$0.00	
	Subtotal	\$0.00			\$0.00	0.00%
Total de indirectos:					\$184,189.30	10.00%
Porcentaje total de indirectos:						10.00%

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

TABLA A.3. PORCENTAJE DE UTILIDAD

CLAVE	DESCRIPCIÓN	FORMULA	VALOR
	Datos básicos		
A	Costo Directo	OBR. COS. DIR.	\$1,023,152.57
B	Mano de obra sin prestaciones	OBRMOGRA	\$287,550.00
C	% de indirectos	OBRPIND + OBRPIND2	0.00%
D	% de financiamiento	OBRPFIN	0.00%
E	% de SAR	P. SAR	2.00%
F	% de Infonavit	P. INF	5.00%
G	% de SECODAM		0.50%
H	% de utilidad neta propuesta		7.00%

CÁLCULOS

CLAVE	DESCRIPCIÓN	FORMULA	VALOR
I	Indirectos	A*C/100	0.00%
J	Financiamiento	(A+I)*D/100	0.00%
K	Costo directo + indirectos financiamiento	A+I+J	\$1,023,152.57
L	Utilidad neta	K*H/100	\$71,620.88
	Otras aportaciones		
M	Aportación por concepto de SAR	B*E/100	\$5,751.00
N	Aportación por concepto de INFONAVIT	B*F/100	\$14,377.50
O	SUBTOTAL	K+L+M+N	\$1,114,891.75
O1	Aportaciones por concepto de servicio, vigilancia e imprevistos.		\$0.00
P	inspección y control (SECODAM)	O*(G/100)	\$5,574.51
Q	Total de utilidad	L+M+N+P	\$87,323.89
Z	% de utilidad total	Q/K*100	9.812%
	PORCENTAJE TOTAL DE UTILIDAD		9.812%

BIBLIOGRAFÍA

- Alfredo Plazola Cisneros y Alfredo Plazola Angiano. "Normas y costos de construcción, tomo I y II". Editorial Limusa, Noriega Editores, 1997, México D. F., México.
- Aznar, C: A. "Técnicas de Agua. Problemática y Tratamiento". Editorial, Alción. S.A., 1997. Madrid, España.
- Alloman, J. E., Veil, J. A. y Canaday, J T. "Scanning electron microscope evaluation of rotating biological contactor biofilm. Volumen 16". Editorial Water Research, (1982). Gran Bretaña, Reino Unido.
- Antonie. R. L. "Fixed biological surfaces wastewater treatment". Editorial, CRC Press Inc., 1976. Ohio, Estados Unidos de Norteamérica.
- APHA; American Public Health Association. "Standard methods for the examination of water and wastewater." Editorial, APHA / AWWA / WPCF, 15a edición 1981. Washington. DC, Estados Unidos de Norteamérica.
- Autotrol Corporation. "Autotrol wastewater treatment systems design manual". Editorial, Autotrol Corporation, 1978. Milwaukee, Estados Unidos de Norteamérica.
- Bandy, J. T. y Scholze, R. J. "Effects of periodically reversing the directions of flow through an RBC". Editorial, Journal Water Pollution Control Federation, Volumen 55, Número 12, 1983. Estados Unidos de Norteamérica.
- BIMSA, CMDG. S. A. de C. V. (Buro de Investigación de Mercado, SA) "Costo de edificación". Editorial, BIMSA, Diciembre de 2002. México D. F., México.
- Bintanja, H. H. J., Brunsmann, J. J. y Boelhouwer, C. "The use of oxygen in a rotating disc process". Editorial, Water Research. Volumen 10, 1976. Estados Unidos de Norteamérica.
- Brenner, R. C., Heidman, J. A., Opatken, E. J. y Petraser, A. "Design information on rotating biological contactor". Editorial, Informe EPA 600/2-84-100, Environmental Protection Agency, 1984. Estados Unidos de Norteamérica.
- Carlos Suárez Salazar. "Costo y tiempo en edificación". Editorial Limusa, Noriega Editores, 2000, México D. F., México.

- Carlos Suárez Salazar. "La determinación del precio en la obra". Editorial Limusa, Noriega Editores, 2000, México D. F., México.
- CNA. Comisión Nacional del Agua. <http://www.cna.gob.mx>. Secretaría Gerencia Técnica. Gerencia de Ingeniería Básica y Normas Técnicas. (DOF, Diario Oficial de la Federación, 1999 - 2000. México D. F., México.
- Chesner, W., Iannone, J. y McCarthy, J. "An assessment of dissolved oxygen limitations and interstage design in RBC systems". Editorial, I International Conference on Fixed-Film Biological Processes, 1982. King Island, Ohio, Estados Unidos de Norteamérica.
- Chung, T. y Borchardt, J. A. "Biological nitrification of a secondary waste effluent using rotating discs". Editorial, 11 International Conference on Fixed Film Biological Processes, 1984. Arlington, Virginia. Estados Unidos de Norteamérica.
- David A. Day, P: E. "Maquinaria para construcción". Editorial Limusa, Noriega Editores, 1994, México D. F., México.
- Del Borghi, M., Palazzi, F., Parisi, F. y Ferraiolo, G. "Influence of process variables on the modelling and design of a rotating biological surface". Editorial, Water Research, Volumen 19, Número 5, 1985. Gran Bretaña. Reino Unido.
- Dupont, R. R. y McKinney, R. E. "Data evaluation on a municipal RBC installation, Kirksville. Missouri", Editorial, National Symposium and Workshop on RBC Technology, 1985. Champion. Pennsylvania. Estados Unidos de Norteamérica.
- Ellis, K. V. y Banaga, S. E. I. "A study of rotating-disc treatment units operating at different temperatures". Editorial, Internationale Dokumentation über das Scheibentauchkörperverfahren, Edición Verlagsdruckerei JF Bonfinger RG, 1976. Tuttingen. Alemania.
- EPA. Environmental Protection Agency. "Process design manual for nitrogen control". Editorial, US Environmental Protection Agency Technology Transfer 1975. Estados Unidos de Norteamérica.
- Friedman, A., Robbins, L. y Moods, R. "Effect of disc rotational speed on biological contactor efficiency". Editorial, Journal Water Pollution Control Federation, Volumen 51, No 11, 1979. Estados Unidos de Norteamérica.
- Gabriel Baca Urbina. "Evaluación de Proyectos". Editorial, Mc Granw – Hill. 1995 México D. F., México.

- Hartmann, H. "Untersuchungen über die biologische Reinigung von Abwasser mit Hilfe von Tauchtropfkörpern". Editorial, Informe técnico Número 9. Institut für Siedlungswasserwirtschaft, universidad de Stuttgart, 1960, Alemania.
- Hittlebaugh, J. A. y Miller, R. D. Operational problems with rotating biological contactors". Editorial, Journal Water Pollution Control Federation, Volumen 53, Número 8, 1981. Estados Unidos de Norteamérica.
- Humberto Gardea Villagas. "Hidráulica de canales". Editorial, Facultad de Ingeniería. U.N.A.M. 1994. México D. F., México.
- Jairo Alberto Romero Rojas. "Tratamiento de Aguas Residuales, Teoría y Principios de Diseño". Editorial, Escuela Colombiana de Ingeniería, enero de 2000. Colombia.
- J. M. De Azevedo Netto y Guillermo Acosta Alvares. "Manual de Hidráulica". Editorial Harla. Sexta edición 1975. Sao Paulo, Bresil.
- Kincannon, D. F., Stover, E. L., Emrie, D. y Jankovsky, M. "Comparison of pilot scale and full RBC-Design and operation". Editorial II International Conference on Fixed-Film Biological Processes, 1984. Arlington, Virginia. Estados Unidos de Norteamérica.
- Lawrence J. Gitman. "Fundamentos de Administración Financiera". Editorial, Harla, Hoper & Rom Latinoamericana. 1974. México D. F., México.
- Lincoyán Portus Govinde. "Matemáticas Financieras". Editorial, Mc Granw – Hill. Cuarta Edición 2000. Colombia.
- Luis Arnal Simón y Max Betancourt Suárez. "Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal". Editorial, Trillas. Segunda reimpresión abril 2001. México D. F., México.
- Metcalf & Eddy. "Ingeniería de aguas residuales". Tomo 1 y 2. Editorial, Mc Granw – Hill. 1ra edición, 1984. México D. F., México.
- MTANDSNY. "Manual de Tratamiento de Aguas Negras, Departamento de Sanidad de Nueva York". Editorial, Limusa, Noriega Editores, 2000. México D. F., México.

- Norouzian, M. Y. "A performance evaluation and kinetics determination of an RBC system operating at the CU wastewater treatment plant". Editorial, Informe interno (proyecto 3306), Instituto de Ingeniería. UNAM, 1983. México D. F.: México.
- Norouzian, M. Y., Deloya - Martínez, M. A. y González - Martínez, S. "A modified RBC design: performance evaluation" Editorial, Procs 1985 Specialty Conference Environmental Engineering, J C O' Shaughnessy. Edición, American Society of Civil Engineers Press, 1985. Estados Unidos de Norteamérica.
- Opatken, E. J. "Rotating biological contactors - second order kinetics". Editorial, I International Conference on Fixed - Film Biological Processes, 1982. King Island, Ohio. Estados Unidos de Norteamérica.
- Pano, A. y Middlebrooks, EJ. "Kinetics of carbon and ammonia nitrogen removal in RBCs". Editorial, Journal Water Pollution Control Federation, Volumen 55, Número 7. 1983. Estados Unidos de Norteamérica.
- Poon, C. P. C., Chao, Y. y Mikucki, W. J., "Factors controlling rotating biological contactor performance", Editorial, Journal Water Pollution Control Federation, Volumen 51, Número 3. 1979. Estados Unidos de Norteamérica.
- Pretorius, W. "Some operational characteristics of a bacterial disc unit". Editorial, Water Research, Volumen 5, 1971. Gran Bretaña. Reino Unido.
- PRISMA. "Costos unitarios en construcción". Editorial, PRISMA, Diciembre del 2002. México D. F., México.
- Raúl J. Marsal y Marcos Mazari. "El Subsuelo de la Ciudad de México". Editorial, Facultad de Ingeniería. U.N.A.M. 1969. México D. F. México.
- Semarna. "Programa de Medio Ambiente". Poder Ejecutivo de la Federal. INE - SEMARNAP. 1995 - 2000. México D. F., México.
- Semarna. "Programa Hidráulico. Secretaria de Medio Ambiente", Recursos Naturales y Pesca. 1995. México D. F. México.
- Snoeyink, L: V. "Química de Agua". Editorial, Limusa, primera edición, 1990. México D. F., México.
- Steel, E. W. y McGhee, T. J. "Water supply and sewerage". Editorial McGraw - Hill, 5ta edición, 1979. Kogakusha. Tokio.

- Stover, E. L. y Kincannon, D. F. "Rotating biological contactor scale - up and design". Editorial, I International Conference on Fixed - Film Biological Processes. 1982. King Island, Ohio. Estados Unidos de Norteamérica.
- Tebbutt, T. H. Y. "Fundamentos del Control de Calidad del Agua". Editorial, Limusa, primera edición, 1990. México D. F., México.
- Willialmson, K. y McCarty, P. "A model of substrate utilization by bacterial films". Editorial, Journal Water Pollution Control Federation, Volumen 48, Número 1, 1976. Estados Unidos de Norteamérica.
- Wu, Y. C., Smith, E. D., Chen, Ch. y Miller, R. "Evaluation of RBC scale - up". Editorial, I International Conference on Fixed - Film Biological Processes, 1982. King Island, Ohio. Estados Unidos de Norteamérica.
- Yu, T. S., Jiang, M. L. y Penny, R. "Evaluation of nitrification performance by rotating biological contactors", Editorial, II International Conference on Fixed-Film Biological Processes, 1984. Arlington. Virginia. Estados Unidos de Norteamérica.

ESTE CON
FALLA DE ORIGEN