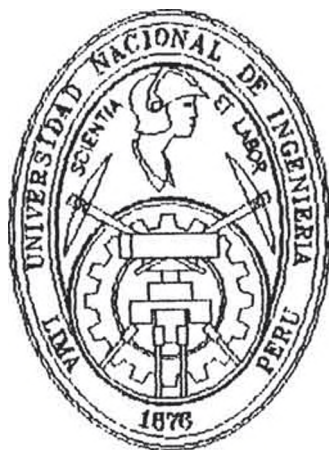


Universidad Nacional de Ingeniería

FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL



**Caracterización y Diseño de la Planta de Tratamiento de
Aguas Residuales de la Industria de Productos
Lacteos "Agraria El Escorial" con fines de
Reuso Agrícola**

T E S I S

**Para optar el Título Profesional de:
INGENIERO SANITARIO**

Jesús José Escriba Sulca
Promocion 92 - I

LIMA - PERU
1994

ESTE TRABAJO ESTA DEDICADO A MIS
PADRES QUE EN VIDA FUERON ANICETO
ESCRIBA LOPEZ Y MARIA SULCA SUAREZ, A
MI HIJITA MELINA NOELIA ESCRIBA
ALEGRE Y A MI ESPOSA MARITA ALEGRE
MILLA.

Agradezco los consejos
y el apoyo que me
brindo el Ingeniero
OTTO ROSASCO GERKES
asesor de esta tesis.

AGRADESCO EL APOYO TECNICO QUE
BRINDARON LOS SEÑORES ELOY SANTI Y
MIGUEL SALAZAR EN EL TIPEADO DE ESTE
DOCUMENTO

**CARACTERIZACION Y DISEÑO DE LA PLANTA
DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE
LA INDUSTRIA DE PRODUCTOS LACTEOS
"AGRARIA EL ESCORIAL" CON FINES DE
REUSO AGRICOLA**

INDICE

PAGINA

CAPITULO I

INTRODUCCION.....	1
OBJETIVO PRINCIPAL.....	3

CAPITULO II

ASPECTOS GENERALES

2.1. UBICACION GEOGRAFICA.....	4
2.2. CLIMA.....	4
2.3. CARACTERISTICAS DEL TERRENO.....	5

CAPITULO III

DESCRIPCION DEL PROCESO INDUSTRIAL

3.1. INDUSTRIA LACTEA EN EL PERU.....	9
3.2. CAPACIDAD DE PRODUCCION DIARIA.....	13
3.3. PRODUCTOS ELABORADOS.....	15
3.4. MATERIA PRIMA UTILIZADA.....	16
3.5. PROCESOS Y SUBPROCESOS.....	19
3.6. LA LECHE Y SUS DERIVADOS.....	25

CAPITULO IV

DESCRIPCION DEL SISTEMA EXISTENTE

4.1.	ABASTECIMIENTO DE AGUA.....	52
4.2.	NATURALEZA DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LA INDUSTRIA EN ESTUDIO.....	52
4.2.1.	DESCRIPCION DEL ESTADO ACTUAL DE LA DISPOSICION DE LAS AGUAS RESIDUALES DE AGRARIA EL ESCORIAL.....	53
4.2.1.1.	DESAGÜES DE LA INDUSTRIA LACTEA.....	53

CAPITULO V

CARACTERIZACION DEL EFLUENTE Y DEL CUERPO RECEPTOR

5.1.	AFORO.....	55
5.1.1.	AFORO DEL VERTIMIENTO INDUSTRIAL.....	58
5.2.	AFORO DEL CUERPO RECEPTOR.....	60
5.3.	CALIDAD FISICO QUIMICA Y BACTERIOLOGICA DEL EFLUENTE INDUSTRIAL Y DEL CUERPO RECEPTOR.....	61
5.4.	INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS.....	68

CAPITULO VI

ALTERNATIVAS DE DISEÑO

6.1.	SISTEMAS DE TRATAMIENTO.....	69
6.1.1.	ZANJAS DE OXIDACION.....	69
6.1.2.	FILTRO PERCOLADOR.....	88
6.1.3.	PROCESO DE LODOS ACTIVADOS.....	98
6.1.4.	REACTOR ANAEROBICO DE FLUJO ASCENDENTE.....	106
6.2.	TRATAMIENTO Y ELIMINACION DE LODOS.....	120
6.2.1.	DIGESTION ANAEROBIO Y AEROBIA.....	120
6.2.2.	FILTRACION POR VACIO.....	123
6.2.3.	ELUTRIACION.....	123

6.2.4.	LECHOS DE SECADO.....	125
6.2.5.	TRATAMIENTO DE LODOS EN LAGUNAS.....	128
6.2.6.	PROCESO DE COMBUSTION HUMEDA.....	129
6.2.7.	SUSPENSION ATOMIZADA.....	132
6.2.8.	SECADO E INCINERACION.....	135
6.2.9.	CENTRIFUGACION.....	137
6.2.10.	VERTIDO EN TERRENO.....	138
6.2.11.	BOMBEO DE LODOS.....	139
6.2.12.	OTROS METODOS.....	139
6.3.	EVALUACION TECNICA ECONOMICA.....	142
6.3.1.	EVALUACION TECNICA.....	142
6.3.2.	EVALUACION ECONOMICA.....	142

CAPITULO VII

DISEÑO DE LAS UNIDADES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA INDUSTRIA AGRARIA EL ESCORIAL

7.1.	DISEÑO DE LA TRAMPA DE GRASAS.....	144
7.2.	DISEÑO DEL DESARENADOR CONTROLADO POR GARGANTA PARSHALL.....	145
7.3.	DISEÑO DEL REACTOR ANAEROBICO DE FLUJO ASCENDENTE.....	146
7.4.	DISEÑO DEL FILTRO DE CONTACTO.....	148
7.5.	DISEÑO DE LA CAMARA DE CONTACTO DE CLORO.....	148
7.6.	DISEÑO DEL LECHO DE SECADO.....	149

CAPITULO VIII

OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LAS UNIDADES DISEÑADAS

8.1.	OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LA CAMARA DE REJAS..	151
8.2.	OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LA TRAMPA DE GRASAS.	153
8.3.	OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL DESARENADOR.....	153
8.4.	OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LA CAMARA DE NEUTRALIZACION.....	154

8.5.	OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL REACTOR ANAEROBICO DE FLUJO ASCENDENTE.....	156
8.6.	OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL FILTRO DE CONTACTO.	165
8.7.	OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL LECHO DE SECADO....	149

CAPITULO IX

REUSO DEL EFLUENTE PARA LA AGRICULTURA

9.1.	MARCO LEGAL.....	168
9.2.	CRITERIOS DE SELECCION DE CULTIVOS.....	169
9.3.	SELECCION DE CULTIVOS.....	171
9.4.	METODOLOGIA DE RIEGO.....	173

CAPITULO X

EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL

10.1.	IMPACTOS AMBIENTALES.....	177
10.1.1.	CALIDAD DEL AIRE.....	179
10.1.2.	CALIDAD DEL AGUA.....	179
10.1.3.	CALIDAD DEL SUELO.....	180
10.1.4.	TOXICOLOGIA EN RELACION A LOS TRABAJADORES.....	181
10.1.5.	CALIDAD ECOLOGICA.....	182
10.1.6.	CALIDAD DE VIDA.....	182

CAPITULO XI

EXPEDIENTE TECNICO

11.1.	MEMORIA DESCRIPTIVA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE AGRARIA EL ESCORIAL.....	184
11.1.1.	MEMORIA DESCRIPTIVA DE LA CAMARA DE REJAS.....	184
11.1.2.	MEMORIA DESCRIPTIVA DE LA TRAMPA DE GRASAS.....	184
11.1.3.	MEMORIA DESCRIPTIVA DEL DESARENADOR.....	185
11.1.4.	MEMORIA DESCRIPTIVA DEL TANQUE DE NEUTRALIZACION.	185

11.1.5.	MEMORIA DESCRIPTIVA DEL REACTOR ANAEROBICO DE FLUJO ASCENDENTE.....	186
11.1.6.	MEMORIA DESCRIPTIVA DEL FILTRO DE CONTACTO.....	188
11.1.7.	MEMORIA DESCRIPTIVA DE LA CAMARA DE CONTACTO DE CLORO.....	188
11.1.8.	MEMORIA DESCRIPTIVA DE LOS LECHOS DE SECADO.....	189
11.2.	ESPECIFICACIONES TECNICAS.....	190
	ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS.....	200
	PRESUPUESTO.....	304
	FORMULA POLINOMICA.....	311

CAPITULO XII

	CONCLUSIONES.....	312
	RECOMENDACIONES.....	313

I INTRODUCCION

A medida que el Perú se va desarrollando industrialmente, las industrias se han venido ubicando a lo largo de todo el territorio nacional, siendo la región de la costa la que cuenta con mayor capacidad instalada, las mismas que han aumentado su tamaño y diversidad a pesar, de la recesión que tiene y se vive en el país.

Sabemos que, por lo general la producción industrial de bienes de consumo de cualquier tipo genera residuos del producto principal, subproductos y/o desperdicios del proceso, en este caso la deposición de lo mismos determina que diariamente los ecosistemas están recibiendo descargas de desechos sólidos, líquidos, polvos y gases, los cuales modifican las características naturales del mismo.

En estos últimos años, la conciencia y responsabilidad como comunidad nacional, esta haciendo que los industriales vengán desarrollando proyectos de mediana y gran envergadura en sus respectivas plantas industriales, para así recuperar o aminorar estos desechos y de esta manera cumplir con la Legislación Gubernamental actual.

La presente tesis se referirá a cuantificar, caracterizar los efectos directos e indirectos que produce la descarga actual y al diseño de una planta de tratamiento de los efluentes líquidos de la fábrica de productos lácteos de Agraria El Escorial S.A; con este estudio se pretende estar a la vanguardia en el tratamiento de descargas de aguas residuales en este tipo de industria.

Para lograr este objetivo, se tuvo que recurrir a la amplia información técnico-científica y experiencias desarrolladas en nuestro país y otros, los que se aplicaron

para obtener los parámetros de selección del proceso y que este sistema diseñado sea tanto técnico como económicamente óptimos.

Cabe mencionar no sólo el sistema de tratamiento sino la importancia que tiene en sí la leche de vaca como alimento básico, es gracias a la Revolución Verde (1960-70) enunciada por la FAO, en que se da realce a diferentes productos alimenticios para poder contrarrestar el hambre y la desnutrición en diferentes continentes, y es la leche de vaca un producto casi completo, pues contiene tanto elementos energéticos como elementos nutritivos y también cantidades adecuadas de casi todas las vitaminas necesarias para el funcionamiento correcto del organismo humano y que son esenciales para la vida.

La contribución de la leche en la dieta humana aumenta progresivamente y esto debido a sus derivados: yogurt, quesos, mantequilla, leche pasteurizada, postres, dulces de leche, etc, estos productos tienen gran demanda en todos los sectores de la sociedad peruana.

En tal sentido, el presente trabajo es un esfuerzo de demostrar los beneficios para el medio ambiente que se genera a partir de la planta de tratamiento con fines de reuso y con ello incentivar a futuros profesionales a continuar con esta tarea en favor de las futuras generaciones quienes vivirán agradecidos por nuestra labor.

OBJETIVO PRINCIPAL

El objetivo principal de la presente tesis es el de reducir del efluente de la Industria de Productos Lácteos "El Escorial S.A." el contenido de materia orgánica e inorgánica que en las condiciones actuales sobrepasa las normas de calidad según la Ley General de Aguas D.L.17752 para cursos de agua, el cual deberá cumplir con las especificaciones establecidas en la clase III de dicha ley, lo que se logrará con el acondicionamiento en las instalaciones de una planta de tratamiento.

II ASPECTOS GENERALES

2.1 Ubicación Geográfica

La fábrica de productos lácteos donde se desarrolló el presente estudio está localizada al sur de la capital del Perú, Lima: a la altura del Km. 142.5 de la Panamericana Sur, en el distrito de San Vicente de Cañete, provincia de Cañete, del departamento de Lima; ubicada entre las siguientes coordenadas geográficas:

76° 25' 30'' de longitud oeste y,
13° 04' 21.6'' de latitud sur
a unos 10 m.s.n.m.; ocupando un área de 36 has.

2.1.1 Accesibilidad

El lugar donde se ubica la fábrica es de fácil acceso por cuanto se encuentra cerca de la Panamericana Sur, para llegar al área tenemos el desvío ubicado cerca al grifo SACASA, a la altura del Km 142.5, el cual nos permite llegar al fundo "El Escorial", se hace necesario mencionar que una red de caminos carrozables permite el acceso a los distritos, haciendas, parcelas y pequeñas poblaciones cerca al área de estudio.

2.2 Clima

El clima corresponde al característico que tiene la mayor parte de la costa peruana, con alto contenido de humedad atmosférica durante la mayor parte del año, con lluvias escasas.

Según datos de la Estación Meteorológica "Cañete", registrados durante 10 años (1983-1993), se tiene que la precipitación media anual es de 27.9 mm.

El promedio de temperatura es de 19.7 °C, las temperaturas mensuales son bastantes regulares, existen frecuentes mantos de neblinas durante la estación de invierno que se desplazan al ras del suelo, lo cual impide la penetración de los rayos solares.

En relación con los vientos, los datos indican como velocidad promedio el valor de 3.1 Km/h, para un promedio también de 8.5 h/d, con una orientación predominante que va de Sur-Oeste a Nor-Este (SW-NE).

2.3 Características del Terreno

2.3.1 Climatológicas

Clima muy seco y semicálido, con temperaturas invernales templada y alto contenido de humedad atmosférica. No existe precipitación pluvial, sólo deposición de neblina durante la estación de invierno. El área pertenece en las zonas de vida a la formación Desierto Sub-tropical según J. Tossi, L.Holdrige, con óptimas condiciones para la actividad agrícola bajo riego e industrial.

2.3.2 Edáficas

El área de estudio esta localizada en una terraza aluvial de primer nivel, con relieve topográfico plano o casi a nivel (0 - 2%).

Es un suelo moderadamente alcalino que generalmente presenta pedregosidad superficial bajo la forma de cantos rodados en proporciones variables, no menores de 5% ni mayores de 20%. Suelo medianamente profundo a profundo, típicamente aluvial, muy estratificado, de textura media, que reposa sobre un horizonte C esquelético arenoso. Suelos que presentan síntomas ligeros de mal drenaje (moteaduras).

Sin embargo, el manto freático no pudo ser detectado a menos de 1.80 m de la superficie; probablemente debido a ello los suelos de esta zona en general, conllevan ligeros problemas de salinidad, no así de sodio.

Para ilustrar este concepto se elaboró una calicata el cual nos permitirá describir un perfil típico de esta zona:

CUADRO Nº1
PERFIL TIPICO DE LA ZONA EN ESTUDIO

HORIZONTE	PROF./CM.	
Ap	0 - 20	Pardo muy oscuro (10 y R 2/2) en húmedo. Franco arcillo arenoso a franco, granular, friable. El pH es 8.0 y 4.2% el contenido de materia orgánica. Carbonatos libres en la masa con reacción ligera al HCl diluido. C.E:4.6 milimhosxcm. y PSI: 8.7% límite claro.
AC1	20 - 40	Pardo muy oscuro (10 y R 2/2) en húmedo. Franco a franco arcillo arenoso, masivo, friable. El pH es 8.4 y 3.9% el contenido de materia orgánica. Carbonatos libres en la masa con reacción ligera al HCl diluido. C.E:1.42 milimhosxcm. y PSI: 8.7% límite claro.
AC2	40 - 70	Pardo gris oscuro (2.5 y R 4/2) en húmedo. Franco a franco arenoso fino, masivo, friable. El pH es 7.8 y 0.7% el contenido de materia orgánica. Con moteado abundante. C.E:3.2 milimhosxcm. y PSI: 13.2% límite difuso.
C1	70 - 110	Pardo gris muy oscuro (10 y R 3/2) en húmedo. Franco, masivo, friable. El pH es 8.0 y 0.7% el contenido de materia orgánica. Moteado abundante. C.E:4.6 milimhosxcm. y PSI: 10.4%. Presencia de un 20% de grava redondeada límite claro.
C2	110 a más	Grava abundante.

2.3.3. Geomorfológicas y Litológicas

Terreno llano que constituye una planicie aluvial. Material litológico: Gravas, arcillas y conglomerados que

generalmente son suelos transportados, areno-arcillosos y profundos, que ofrecen las mejores condiciones agrícolas.

2.3.4. Hidrológicas

El fundo "El Escorial" está enclavada en una zona agrícola supeditada a riego, es por ello que utilizan las aguas del canal Huanca para el riego de sus especies forrajeras.

El nivel freático está por encima de los 1.80 mtrs de profundidad.

2.3.5. Fitológicas

En esta zona la vegetación natural ha sido reemplazada por plantas cultivadas de tipo industrial y alimenticia.

2.3.6. Biológicas

Se hace evidente que el hombre ha alternado totalmente la fisonomía original de la vegetación natural; no cabe duda que esta planta industrial rompe los esquemas tradicionales de esta zona agrícola, pero sabemos del gran aporte socio-económico que se genera en el lugar lo cual conlleva a un desarrollo sostenible no sólo de la región sino del país.

III DESCRIPCION DEL PROCESO INDUSTRIAL

3.1. Industria Láctea en el Perú

La inversión y la modernización del sector agroindustrial exige, tanto información actualizada de sus variables estructurales (uso y potencialidad de las tierras, tenencia y titulación, economía, finanzas y posibilidades de garantías prestatarias, fuentes, uso y reuso del agua, entre otras), como la dinámica productiva del sector a estudiar; ambas apoyadas con la innovación tecnológica permitirán ejecutar proyectos rentables necesarios para contribuir efectivamente al despegue moderno de la industria láctea y en general de la economía del país.

La producción nacional de leche entera cruda se mantiene constante desde hace 25 años aproximadamente. Ver cuadro Nº2.

CUADRO Nº2
PRODUCCION NACIONAL DE LECHE

AÑO	PRODUCCION (Tn)
1970	825
1971	897
1972	816
1973	804
1974	813
1975	913
1976	821
1977	820
1978	822
1979	824
1980	780
1981	785
1982	805
1983	752
1984	780
1985	809
1986	820
1987	805
1988	809
1989	820
1990	785
1991	775
1992	768
1993	803

Fuente: Ministerio de Agricultura
Anuario Estadístico.

En el mismo período, el consumo per-cápita descendió a límites alarmantes muy por debajo de los niveles recomendados por la FAO (120 Kg./persona/año) equivalentes a la cantidad mínima que una persona debe ingerir para satisfacer sus necesidades nutricionales, sin poner en riesgo su salud por el esfuerzo diario que realiza.

Los factores que explican esta diferencia entre el consumo recomendado por la FAO y el consumo real son principalmente la capacidad adquisitiva y los hábitos de consumo de la población los cuales actúan como freno de la producción nacional, que al no contar con un mercado seguro detiene el crecimiento.

Si bien es cierto, los factores descritos limitan el crecimiento de la producción, además existieron en las décadas pasadas una serie de factores subyacentes estrechamente vinculadas con esta problemática, cuya presencia impidió mejorar los índices de productividad, con las cuales se hubiera incrementado sustancialmente la producción a menos costo que los actuales. Estos factores son muy diversos destacándose los siguientes: Escasez de alimentos concentrados, baja receptividad de pasturas, falta de créditos con tasas promocionales y una insuficiente política de actualización de precios; aparte de no existir una política clara y definida que oriente y apoye el desarrollo de la ganadería y agroindustria nacional.

Sin embargo, en el período de análisis 1992 - 1993 podemos observar la evolución del sub-sector pecuario en el cuál esta la leche, una recuperación de la producción en 4.5%. Ver cuadro N93.

CUADRO Nº3

TASA DE CRECIMIENTO ANUAL DEL PBI AGROPECUARIO, SEGUN SUB-SECTORES Y PRINCIPALES PRODUCTOS

SECTOR/SUB-SECTOR/ PRODUCTOS	P E R I O D O S			
	70 - 80	80 - 90	90 - 92	92 - 93
SECTOR AGROPECUARIO	0.1	1.6	0.8	6.0
SUB-SECTOR AGRICOLA	-0.4	1.1	-0.2	10.2
SUB-SECTOR PECUARIO	1.5	2.8	2.8	-1.7
LECHE	-0.6	0.0	1.1	4.5

Fuente: O.I.A.

Podemos observar que no obstante la tasa negativa de 1.7% en 1993, muestra un crecimiento sostenido en las dos décadas pasadas y en lo que ha transcurrido de la presente década especialmente en la actividad lechera; aunque la menor producción de leche industrializada que disminuyó en 19.9%, por la caída de la producción de leche evaporada en 19.6% no afectó a el valor bruto de la producción agroindustrial que creció en 1993 en 8.9% respecto a su similar en 1992.

3.1.1 Precios

Los precios de los productos pecuarios mostraron una tendencia alcista, siendo los de carnes rojas los que mostraron un mayor incremento, pero el precio de la leche no mostró variación en los últimos meses del año 1993. Ver cuadro Nº4.

CUADRO Nº4

PRECIOS (Soles/Kg.)					
PRODUCTO	1 9 9 3				
	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Precio en Chacra Leche	0.40	0.40	0.40	0.41	0.41
Precio al consumidor Leche	1.74	1.79	1.83	1.83	1.83

Fuente: EMMSA, DIA's Regionales y Subregionales de Agricultura

3.1.2 Comercio Exterior

En el volumen de exportaciones no tradicionales en 1993 no figura los productos lácteos; pero en el de importaciones de los principales productos agropecuarios figuran que disminuyó considerablemente la importación de leche sólida (LPD y LEP), leche evaporada y mantequilla deshidratada. Ver cuadro Nº5

CUADRO Nº5

IMPORTACIONES DE LOS PRINCIPALES PRODUCTOS AGROPECUARIOS PERIODO: ENERO 1994/1993						
PRODUCTO	VOLUMEN (TM)			VALOR (MILES US \$)		
	1994	1993	Var %	1994	1993	Var %
Leche sólida hasta 1.5% M.G. (LPD)	--	533	-100.0	--	921	-100.0
Leche sólida las demás (LEP)	289	2034	-86.8	708	3769	-81.2
Leche evaporada	--	104	-100.0	--	81	-100.0
Mantequilla deshidratada (GAL)	--	109	-100.0	--	192	-100.0

Fuente: Superintendencia Nacional de Aduanas - SUNAD
Dirección Regional Agraria VI. Lima - Callao.

3.1.3 Empresas de Productos Lácteos

A nivel nacional las mayores empresas dedicadas a la producción de productos lácteos y derivados son: Ver cuadro Nº6.

CUADRO N°6

RANKING DE EMPRESAS DEL SECTOR INDUSTRIAL PRESENTADAS AL TOP 4,500	
CIIU 3112	RAZON SOCIAL
01	MOZARELLAS DEL SUR S.A
02	GLORIA S.A.
03	INDUSTRIA CAJAMARQUILLA DE LACTEOS S.A.
04	INDUSTRIAS LACTEAS DE TACNA S.A.
05	SOC. AGRIC.GANADERA LUIS MARTIN S.A.
06	SOC. GANADERA DEL CENTRO S.A.
07	AGRARIA EL ESCORIAL S.A.
08	EBA S.A.
09	INDUSTRIAL DERIVADOS LACTEOS S.A.
10	BSP S.A. DANLAC
11	ESTANCIAS GANADERAS ASOCIADAS
12	NESTLE PERU S.A.
13	UNILECHE MARANGA S.A.
14	INDUSTRIA QUESERA ATAHUALPA S.A.
15	AGROINDUSTRIAS DEL ESTABLO S.A.
16	LAIVE

Fuente: Sociedad Nacional de Industrias.

Todas estas empresas están concientizadas y tienen buenas perspectivas para este año 1994 ya que la tasa de crecimiento del PBI agropecuario lo sitúan alrededor del 10%; esto debido a una mayor provisión de pastos y forrajes, como consecuencia benigna de las fuertes lluvias que se dieron en el verano.

La empresa de productos lácteos la que es tema de estudio en una de las empresas líderes en la producción de Yogurt a nivel de producción y comercialización en todo el país.

3.2 Capacidad de Producción Diaria

Agraria "El Escorial S.A." desde su inicio de operación en 1983 hasta la actualidad 1994 ha venido ampliando su capacidad de producción diaria de productos lácteos, tal es así que se viene procesando actualmente 20,000 lt/día de leche fresca.

La puesta en marcha de esta empresa ha dependido de diversos factores, entre los que se puede citar como los más importantes:

- a. Disponibilidad total de equipos y materia prima
- b. Disponibilidad local de servicios
- c. Disponibilidad local de personal técnico
- d. Localización adecuada de la unidad productiva

En cuanto a los demás factores o elementos, las variaciones pueden ser sustanciales y dependerán de las condiciones de la planta en relación con su producción propia, proveedores y consumidores.

La producción diaria de productos lácteos está condicionada al abastecimiento de la materia prima es decir la leche fresca, para ello se tiene dos fuentes, la primera es de los establos de la misma empresa, cuya producción diaria de leche fresca es de 15,000 lt/día, lo que nos indican que tienen aproximadamente 1,000 cabezas de ganado vacuno y la segunda es de los diferentes establos que existen en la zona, cuyo promedio de abastecimiento es de 35,000 lt/sem.; lo cual permite generar una actividad económica constante en la región.

La capacidad de procesamiento de la leche fresca está en función a la gran capacidad instalada que tiene la empresa que cuenta con una maquinaria moderna para procesar los diferentes productos y con un personal altamente calificado propios de la región, distribuidos en tres turnos de trabajo, esto hace que los productos de Agraria El Escorial S.A. tengan buena acogida por los consumidores en todo el Perú.

3.3. Productos Elaborados

Agraria El Escorial S.A. como toda agroindustria dedicada a la fabricación de productos lácteos, elabora una gran variedad de productos (yogurt, postres, dulces de leche, leche pasteurizada, quesos, etc.) para ello se ha dedicado durante años a la necesidad del uso cuidadoso del agua, materias primas y productos dentro de la planta industrial como fuera de ella, es por esa razón que hoy en día se fabrica alrededor de 59 productos, siendo el yogurt el producto principal. Ver cuadro Nº7.

CUADRO Nº7

P R O D U C T O S	
01	YOGURT NATURAL
02	YOGURT MIEL DE ABEJAS
03	MILK FLAKE
04	MILK FLAKE CHOCOLATE
05	MILK FLAKE TUTIFRUTI
06	MILK FLAKE FRESA
07	YOGURT FRUT FRESA
08	YOGURT FRUT PIÑA
09	YOGURT FRUT DURAZNO
10	YOGURT FRUT COCTEL
11	YOGURT FRUT COCO
12	YOGURT FRUT UVA
13	VASO 500 NATURAL
14	VASO 500 DURAZNO
15	VASO 500 PIÑA
16	VASO 500 MANZANA
17	BOT 155 FRESA
18	BOT 155 DURAZNO
19	BOT 155 PIÑA
20	BOT 155 MANZANA
21	YOGURT BEBIBLE FRESA 1.9
22	YOGURT BEBIBLE DURAZNO 1.9
23	FRUT. BOLSA 700 NATURAL
24	FRUT. BOLSA 700 FRESA
25	YOGURT BB. MANZANA 1 LT.
26	YOGURT BB. PIÑA 1 LT.
27	YOGURT BB. FRESA 1 LT.
28	YOGURT BB. DURAZNO 1 LT.
29	YOGURT BB. NARANJA 1 LT.
30	LIGHT 43 NATURAL
31	LIGHT 43 FRESA
32	LIGHT 43 DURAZNO
33	LIGHT 43 VAINILLA
34	BOT 155 LIGHT 43 FRESA
35	BOT 155 LIGHT 43 DURAZNO
36	YOGURT BB.L.34 FRESA 1 LT.
37	YOGURT BB.L.43 DURAZNO 1 LT.
38	DULCE PASTELERO x 5 Kg.
39	DULCE PASTELERO x 22 Kg.
40	PASTELERO PYC
41	PASTELERO HELADERO x 22
42	DULKITO x 260 gr.
43	DULKITO x 25 gr.
44	LECHE CULTIV. FRESA
45	LECHE CULTIV. DURAZNO
46	LECHE CULTIV. VAINILLA
47	LECHE CULTIV. BB.FRESA 1 LT
48	LECHE CULTIV.BB.DURAZNO 1 LT
49	LECHE CULT.BB.VAINILLA 1 LT
50	LECHE BOLSA 946 cc.
51	LECHE ENTERA 1 LT.
52	CREMA VOLTEADA TWIN PACK
53	FLAN DE MANJARBLANCO
54	QUESO GOUDA
55	QUESO CARETE
56	QUESO COTTAGE
57	JUNIOR BOLSITA FRESA

3.4. Materia Prima Utilizada

Para elaborar los diversos productos Agraria El Escorial S.A. necesita las siguientes materias primas. Ver cuadro Nº8.

CUADRO Nº8

MATERIA PRIMA	CONSUMO ANUAL	UNIDAD
LECHE FRESCA	7000,000	LITROS
FRUTAS FRESCAS	160,000	KILOS
AZUCAR	480,000	KILOS
ESTABILIZANTES	39,000	KILOS
SOLIDOS DE LECHE	220,000	KILOS

Se puede apreciar que la materia prima de mayor importancia es la leche cruda, cuyo volumen de consumo requerido por la planta de proceso debe ser abastecido constantemente; es por ello que se hace necesario tener las características, composición y demás factores que determinan la importancia de la misma.

3.4.1 La Leche

La leche de vaca es uno de los alimentos básicos de mayor importancia, sobre todo por los niños. De allí que debe ser una preocupación constante la búsqueda de asegurar su abastecimiento en cantidades suficientes, es deseable que esto sea logrado en la medida de lo posible mediante la producción local nacional.

3.4.1.1 Definición.- Se entiende por leche el producto íntegro y limpio del ordeño higiénico de vacas sanas, obtenido desde 10 días después del parto.

Es un líquido blanquecino de sabor dulce o una suspensión de materias proteicas contenidas en el suero, constituido por una solución neutra de láctosa y sales minerales.

3.4.1.2 Importancia.- La leche de vaca es un alimento casi completo en si mismo puesto que contiene elementos nutritivos energéticos (grasas e hidratos de carbono) como elementos nutritivos plásticos (proteínas y minerales) y también cantidades adecuadas de casi todas las vitaminas necesarias para el funcionamiento correcto de los procesos bioquímicos que se producen en el organismo humano que son esenciales para la vida.

La contribución de la leche en la dieta humana aumenta progresivamente, incluso en la de adultos y se busca que así ocurra.

El consumo se realiza bajo dos modalidades: en forma directa y a través de sus derivados. La primera consiste en el consumo en la forma de leche flúida y es la que predomina.

3.4.2 Características

Algunas de las características de la leche son las siguientes:

3.4.2.1 Reacción Química.- La leche fresca recién ordeñada se comporta como un compuesto anfótero, esto quiere decir que actúa a la vez como ácido y como base; además se altera fácilmente bien sea por el calor o por los microorganismos que proliferan en ella descomponiendo la láctosa con producción de ácido ocasionando la floculación y precipitación de la caseína.

El pH de la leche influye sobre la aglutinación pues el descenso del pH hace que disminuya las cargas electronegativas de las membranas, por este hecho se favorece la aglutinación de las partículas.

3.4.2.2 Composición Química..- La composición química promedio de la leche se da en el cuadro Nº9.

CUADRO Nº9

ELEMENTOS	CANTIDAD MEDIA % gr./100 ml.	LIMITE DE VARIACION %
AGUA	87.8	84.10-91.90
MATERIA GRASA	3.8	2.50-4.50
CASEINA	2.5	2.0-3.2
ALBUMINA	0.7	0.50-0.80
CENIZAS	0.7	0.50-0.80
LACTOSA	5.1	4.0-6.2
NITROGENO	3.2	2.6-4.0
FOSFORO	0.102	0.098-0.118
FIERRO	0.0003	0.0002-0.0004

Además éstos componentes se pueden agrupar en:

- a) Las sales.
- b) Las proteínas, principalmente caseínas, albúminas globulinas.
- c) Lípidos, componentes de las grasas.
- d) Los glúcidos, principalmente la láctosa.
- e) Otros componentes: vitaminas, enzimas, nucleotidos, lecitinas, siendo importantes debido a la actividad biológica; todos ellos en cantidades mínimas.

3.4.2.3 Sabor y Olor.- La leche fresca tiene un sabor dulce, debido al alto contenido de láctosa y bajo contenido de cloro. Su olor es característico el que desaparece después de un corto tiempo o al enfriarse.

3.4.2.4 Color.- El color de la leche varía de blanco azulado a amarillo dorado, el aspecto blanco se debe a la suspensión de la grasa en forma de glóbulos diminutos rodeados de una película delgada lipoprotéica y al caseinato de calcio en suspensión de tipo coloidal; aunque también depende de la cantidad de cloro, la raza de la vaca y su alimentación.

3.4.2.5 Componentes Minerales.- La cantidad de minerales en la leche tiene una variación de 3 a 12 gr./Lt, representando así una proporción pequeña si comparamos con el contenido de lípidos, glúcidos y proteínas.

Los minerales no siempre se encuentra en forma de sales solubles sino también en forma coloidal. En el cuadro Nº10, se indican los principales componentes minerales.

CUADRO Nº10

COMPONENTE	VALORES EXTREMOS gr./1,000 gr. de leche	SUERO	% SOLUBLE
SODIO - Na ₂ O	0.35 - 0.47	0.53	100
CALCIO - CaO	0.9 - 1.3	0.48	35
POTASIO - K ₂ O	1.2 - 1.5	1.68	100
MAGNESIO- MgO	---	0.09	60
CLORUROS- NaCl	1.15 - 2.7	1.17	100
FOSFORO - P ₂ O ₅	0.75 - 1.7	0.53	50
ACIDO CITRICO	1.2 - 2.2	---	---

3.5 Procesos y Subprocesos

En agraria El Escorial el producto lácteo que más se elabora es el yogurt, seguido de la leche pasteurizada, postres dulces de leche y quesos; estos productos son por el

momento los únicos que debido a su gran demanda en el mercado nacional tiene prioridad en el proceso de producción, pero esto no implica que con el tiempo y con la ampliación de la capacidad instalada se pueda elaborar otros productos derivados de la leche.

3.5.1 Memoria Descriptiva de la Elaboración del Yogurt

Los métodos comerciales para la elaboración del Yogurt varían considerablemente en ciertos aspectos, pero el proceso básico es el mismo en todas las plantas lecheras donde se fabrica este producto.

En Agraria El Escorial, la leche fresca es obtenida mediante el ordeño mecánico de las vacas almacenándolas en los tanques de leche cruda, y además la leche cruda obtenida por los diferentes abastecedores es transportada en tanques adecuados hasta la planta procesadora; luego esta leche de buena calidad se calienta para reducir la carga bacteriana y facilitar el desarrollo de los microorganismos del yogurt; este tratamiento térmico puede variar en un rango de 82°C por 30' hasta 93°C por 60'.

Después del tratamiento térmico se procede a enfriar a más o menos 48°C y se inocula con 2 a 3% del cultivo de Yogurt. El inóculo se mezcla bien con la leche y se realiza la incubación a 45°C en baños maría o en cámaras controladas termoestáticamente durante 4 horas, luego el Yogurt es enfriado y enviado a las máquinas envasadoras, en donde se adiciona la fruta al momento de envasar. El Yogurt envasado es almacenado en una cámara de refrigeración hasta su despacho en los centros de consumo.

A todo este proceso se puede resumir como proceso de pasteurización, homogenización y estandarización.

La acidez final depende de las preferencias del mercado consumidor, pero la mayoría prefiere un producto con acidez de 85% a 90%. Para llegar a esta acidez, muchos fabricantes detienen la incubación cuando la titulación de un valor de 65% a 70%, pues la acidificación continúa aumentando durante el enfriamiento.

3.5.2 Memoria Descriptiva de Elaboración de Leche Pasteurizada

La leche cruda almacenada en tanques de acero inoxidable pasa por un proceso de clarificación, que se puede realizar por la filtración o centrifugación; común es utilizar la fuerza centrífuga para liberar partículas de suciedad de la leche.

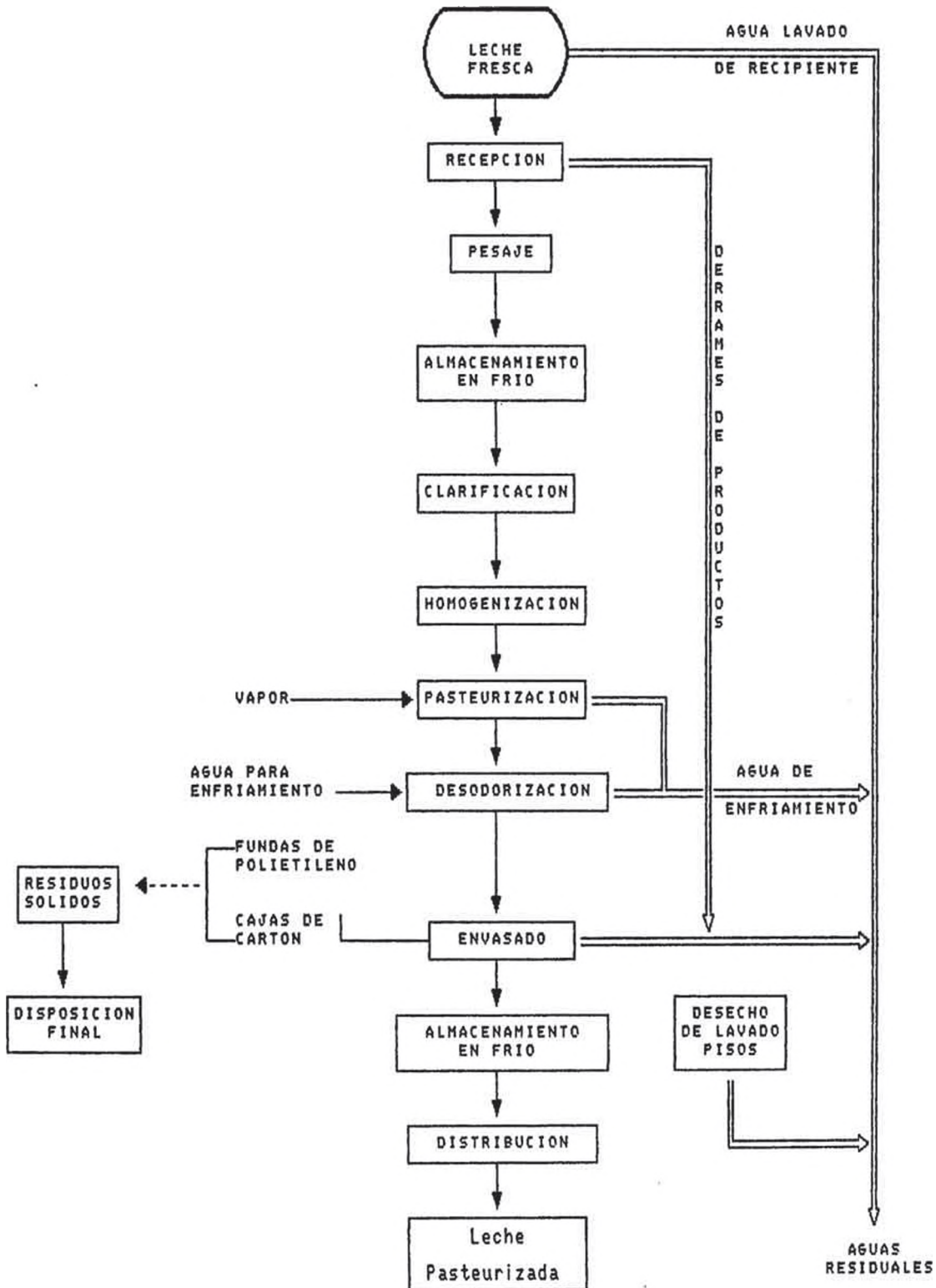
La leche clarificada es posteriormente homogenizada; en este proceso se le ajusta el contenido de grasa y el exceso se lo separa como crema de leche.

Esta leche homogenizada esta muy expuesta a procesos enzimáticos o de oxidación, por lo que debe ser inmediatamente pasteurizada y envasada.

La pasteurización elimina los gérmenes patógenos peligrosos para la salud humana y las enzimas que pueden causar la descomposición química de los productos.

Esta leche pasteurizada puede tener un proceso de desodorización previo a ser envasado, para que sus propiedades se mantengan inalterables.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE PRODUCCION DE LECHE PARA CONSUMO DIARIO



3.5.3 Memoria Descriptiva de Elaboración de Quesos

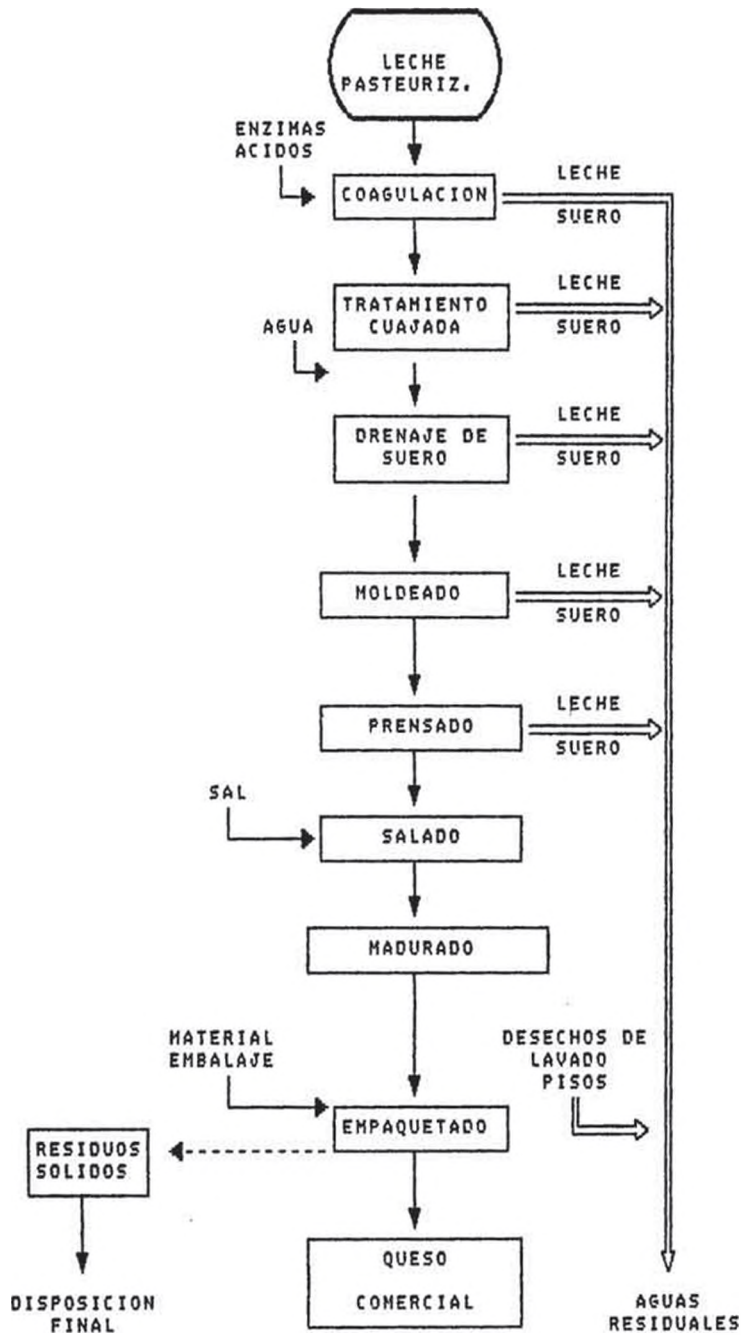
El queso se obtiene por congelación de la leche entera y crema de la leche desnatada del suero de mantequilla o de un mezcla de estos productos.

La leche pasteurizada en condiciones de temperatura controlada, se coagula utilizando del 1 al 3% del cultivo de ácido lácteo algunas veces para alcanzar un adecuado pH. La cuajada que se origina se somete a un tratamiento que provoca y acelera la salida del suero y que controla el contenido de lactosa, la textura se consigue agregándole agua.

Cuando la cuajada tiene la consistencia y característica apropiada al tipo de queso que se elabora se pasa al proceso de deseurado al moldado, que da a los quesos la forma y el tamaño requerido. Luego se prensan, para que la masa quede compacta y se pueda separar el exceso de suero que queda.

Se les puede añadir nata, sal y se les deja madurar para finalmente envasarlos y almacenarlos.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE PRODUCCION DE QUESO



3.6 DE LA LECHE Y SUS DERIVADOS

LECHE. DEFINICIONES Y REQUISITOS

Artículo 293°.- Leche.— Se entiende por leche el producto íntegro y limpio del ordeño higiénico de vacas sanas, obtenido desde 10 días después del parto. La leche proveniente de otros animales deberá expendirse indicando el nombre de la especie producto (ejemplo : leche de cabra).

Artículo 294°.- Leche Cruda Entera.— Es aquella que no ha sufrido ningún tipo de proceso físico, químico o de otra índole, mantenida en refrigeración, y que debe cumplir los siguientes requisitos:

- 1° Presentar caracteres organolépticos normales (color, olor, sabor y consistencia).
- 2° Tener una densidad comprendida entre 1.0296 a 1.0340 a 15°C.
- 3° Presentar una acidez máxima de 0.18% expresada en gramos de ácido láctico y mínima de 0.14%.
- 4° Contener una cantidad no menor de 8.20 gm.% de extracto no graso.
- 5° Contener una cantidad de grasa no menor de 3.0%.
- 6° No causar presencia de calostro, sangre, sustancias tóxicas, ni gérmenes patógenos, ni más de 2.0 mg. de sedimento para 500 ml.
- 7° Cuenta bacteriana no mayor de 1'500,000 gérmenes por 1.5×10^6 ml.
- 8° No contener mas de 1,000 coli x ml.
- 9° No contener sustancias conservadoras (antisépticos, antibióticos, alcalinos, etc) así como sustancias residuales tales como: medicamentos, antibióticos, plaguicidas, etc.
- 10° Su índice crioscópico máximo será de -0,540 a 1,028 a 15°C y el índice de refractométrica 37.5).
- 11° No dará reacción positiva de nitratos con la definilamina

sulfúrica, no coagular por la adición de un volumen igual de alcohol a 70° centesimales.

12° No haber sufrido tratamiento alguno, ni estar disminuida en cualquiera de sus componentes o aumentada por elemento ninguno (recremado), aunque se trate de sustancias derivadas de la leche.

13° Deberá contener un mínimo de 0.7 grs. % de cenizas totales con un máximo de alcalinidad de 1.7 c.c.de NaOH-1 Normal.

Artículo 295°.- Leche Pasteurizada.- Es la leche entera que ha sido sometida a la acción del calor a una temperatura inferior al punto de ebullición durante un lapso suficiente para eliminar los gérmenes patógenos y disminuir sensiblemente la flora banal. No deberá contener mas de 50,000 aerobios mesófilo y los 10 coliformes por milímetros, respectivamente y estará exenta de microorganismos patógenos.

Artículo 296°.- Leche Esterilizada.- Es la leche cruda entera que ha sido envasada y sometida a tratamiento térmico, a temperatura superior al punto de ebullición con la finalidad de destruir la totalidad de los microorganismos.

Artículo 297°.- Leche Homogenizada.- Es la leche pasteurizada que ha sido sometida inmediatamente a un procedimiento mecánico para subdividir los glóbulos grasos y destruir su fuerza ascensional, a lo menos 24 horas, manteniendo los mismos requisitos anotados para la leche pasteurizada.

Artículo 298°.- Leche Descremada o Semi Descremada.- Es aquella a la que se le ha extraído casi la totalidad o parte de su materia grasa respectivamente y luego ha sido sometida a proceso de pasteurización. Esta leche debe ser envasada y rotulada con la indicación "Descremada" o "Semi Descremada", indicando el porcentaje de materia grasa.

Artículo 299°.- Leche Reconstituida.- Es el producto que resulta de mezclar la leche entera de polvo, grasa anhidra de leche y agua potable, en proporciones que correspondan a las fórmulas de las leches cruda, entera o descremada, según el caso. Cuando estos productos están destinados al consumo directo deberán ser previamente sometidos al proceso de pasteurización y rotulados: "Leche reconstituida entera" o "Leche reconstituida descremada" respectivamente. Su elaboración en cada caso quedará sujeta a autorización específica.

Artículo 300°.- Leche Recombinada.- Es el producto que resulta de mezclar la leche cruda entera con la leche reconstituida. Para su expendio al consumo deberá ser previamente pasteurizada y homogenizada.

Artículo 301°.- Leche Fermentada.- (Yogurt) Es la leche entera pasteurizada o reconstituida, que ha sido inoculada con fermentos lácticos puros de las especies: lactobacillus bulgaricus, streptococcus thermophilus y que como resultado de su actividad han modificado apreciablemente los caracteres físico químicos, biológicos y nutritivos de las leches empleadas. El contenido de sólidos no grasos, no podrá en ningún caso ser menor de 8.5%. No contendrá más de 1.5% de ácido láctico de fermentación, ni más de 10 coliformes, levaduras y hongos respectivamente por gramo y deberá estar exenta de microorganismos patógenos.

Artículo 302°.- Leche Entera de Polvo.- Es el producto que se obtiene por la eliminación casi completa del agua de constitución de la leche cruda entera. Debe contener como mínimo 26% de grasa, 4.0% de humedad máxima; 0.10 a 0.15 de acidez expresada en grs. de ácido láctico por 100 c.c. de leche reconstituida y 7% de cenizas totales. En los envases deberá declararse el porcentaje de grasa y la fecha de

expiración. La cuenta bacteriana no excederá de 50,000 aerobios mesófilos ni de 10 coliformes por gramo, debiendo estar exenta de microorganismos patógenos.

Artículo 303°.- Leche Semidescremada en Polvo.- Es el producto que se obtiene por la eliminación casi completa del agua de constitución de la leche semi descremada. Debe tener materia grasa mayor de 1.5%, acidez expresada en grs. de ácido láctico/100g. de leche reconstituida de 0.10 a 0.15. La cuenta bacteriana debe satisfacer los requisitos de la leche entera en polvo.

Artículo 304°.- Leche en Polvo Descremada.- Es el producto que se obtiene por la eliminación casi completa del agua de constitución de la leche descremada, la humedad máxima debe ser del 4%, no debe exceder de 1.5% de grasa, en peso y acidez, expresada en gramos de ácido láctico por 100 c.c. de leche reconstituida, de 0.10 a 0.17. El porcentaje de grasa debe ser declarado. La cuenta bacteriana debe satisfacer los requisitos de la leche entera en polvo.

Artículo 305°.- Leche Evaporada.-

Es el producto que se obtiene extrayendo parte del agua de constitución de la leche cruda entera. Su contenido en grasa mínimo será del 7.5% sólidos totales de ácido láctico. El producto debe ser esterilizado en envases herméticamente cerrados. La investigación bacteriana no debe arrojar más de dos tubos positivos a microorganismos termófilos en mas de uno de los cinco tubos sembrados. Estará exenta además, de anaerobios hongos y levaduras, así como de microorganismos patógenos.

Artículo 306°.- Leche Condensada.-

Es la leche elaborada por procedimientos específicos análogos a la leche evaporada, con el agregado de no menos de 40% de

sacarosa. Debe contener un mínimo de 8% de grasa y 28% de sólidos totales de la leche en el producto terminado. No podrán contener más de 30,000 aerobios mesófilos por gramo y estará exenta de coliformes y microorganismos patógenos. Su expendió se hará en envases herméticamente cerrados.

Artículo 307°.- Leche Maternizada.- Es la leche de vaca cuya fórmula de composición ha sido modificada para hacerla semejante a los porcentajes de los componentes de la leche humana. Esta leche se considera alimento de uso médico y por lo tanto sujeta en su producción y expendió a las regulaciones del presente Reglamento y las Normas que sobre el particular se han aprobado mediante Decreto Supremo No. 20-82-SA, de fecha 10 de Setiembre de 1982. No podrá contener más de 10,000 aerobios mesófilos por gramo y estará libre de coliformes y microorganismos patógenos.

Artículo 308°.- Leche Acidificada.- Es la leche entera o semi descremada, acidificada con agregados de ácido láctico o por fermentación láctica para facilitar la digestibilidad de la leche en el niño. Esta leche se considera alimento de uso médico y por lo tanto sujeta en su producción y expendió a las regulaciones del presente Reglamento.

Artículo 309°.- Crema de Leche.- Se designa como tal, la parte de la leche rica en materia grasa que se separa por reposo o por centrifugación. Deberá someterse sin excepción al proceso de pasteurización debiendo tener como mínimo un 20% de materia grasa. No debe tener una acidez superior a 0.2 gm % en ácido láctico.

No podrá contener mas de 5,000 aerobios mesófilos por gramo ni mas de 100 lipolíticos por gramo y la numeración de levaduras será menor de 100 por gramo, debiendo estar exenta de microorganismos patógenos y de hongos.

Artículo 310°.- Permítase el uso de los colorantes artificiales autorizados en la industrialización de mezclas de leches, enriquecidas y/o saborizadas. Los porcentajes de dichos colorantes en la correspondiente fórmula de composición serán fijados por la Autorización de Salud en cada caso.

Artículo 311°.- Defínase como mantequilla pasteurizada, el producto obtenido exclusivamente por batido y amasado de crema pasteurizada de leche con o sin modificación biológica y como mantequilla cruda, el producto obtenido en la misma forma, a partir de crema de leche sin pasteurizar. La mantequilla pierde, o por tener agregado láctosa.

Artículo 312°.- La mantequilla debe responder a las siguientes características:

- a) Contener un mínimo de 80% de grasa de leche para la mantequilla con sal y un mínimo de 82% para la mantequilla sin sal.
- b) No debe contener más de 18% de agua cuando se trate de mantequilla salada y no más de 16% de agua cuando carezca del tal agregado.
- c) No contener más de 3% de sal para la mantequilla con sal y no más de 0.2% para la mantequilla sin sal.
- d) No contener más de 2% de caseína y láctosa.
- e) Acidez libre no mayor de 0.3 grs. % de ácido oleico, en materia grasa.

Las características físico-químicas y los requisitos microbiológicos de la mantequilla serán los siguientes:

- a) Índice R.M.W., entre 23 y 32.
- b) Índice de saponificación (kottstorfer), no menor de 218 ni mayor de 232.
- c) Índice de peróxido máximo 5, expresado en miliequivalente por kilogramo.
- d) Índice de Polenske, no mayor de 3.
- e) Numeración de aerobios mesófilos menor de 50,000 por gramo.

Numeración de hongos y levaduras menor de 100 por gramo.

Numeración de coliformes menor de 10 por gramo.

Ausencia de microorganismos patógenos

Artículo 313°.- Permítase el uso de colorantes naturales autorizados en la elaboración de mantequilla, debiendo estar declarados en la etiqueta de envoltura del producto.

Artículo 314°.- El uso de conservadores y otros aditivos alimentarios, deberá ser expresamente permitido por la Autoridad de Salud y en tal caso, declarado en el envase correspondiente.

Artículo 315°.- Toda mantequilla debe distribuirse y expendirse debidamente envuelta, pudiendo emplearse para tal objeto cualquiera de los materiales indicados en los incisos a, b, c, y e del Artículo 62° del presente Reglamento. Otro tipo de envase deber ser previamente autorizado.

Artículo 316°.- La rotulación y etiquetado de los envases o en envolturas para mantequilla, además de ceñirse a lo dispuesto en el Artículo 83° deberá especificar también si el producto es crudo o pasteurizado, si contiene o no sal, y la fecha de producción.

Artículo 317°.- El almacenamiento de la mantequilla debe hacerse a temperaturas no superiores a 4°C. y su expendió se efectuará bajo condiciones adecuadas de refrigeración.

Artículo 318°.- La mantequilla debe elaborase y/o fraccionarse en plantas destinadas exclusivamente a ese fin, las que deben cumplir satisfactoriamente con las disposiciones señaladas para las fábricas de alimentos y contar con cámaras frigoríficas cuyo tamaño sean adecuados a la capacidad de producción del establecimiento.

Artículo 319°.- Prohíbese estrictamente y a cualquier título, la presencia de margarina o productos similares en las plantas de elaboración y fraccionamiento de mantequilla.

Artículo 320°.- Las plantas dedicadas exclusivamente al fraccionamiento de mantequillas no podrán disponer de máquinas batidoras, amasadoras y mezcladoras.

Artículo 321°.- Prohíbese el contacto directo de las manos con la mantequilla durante el fraccionamiento moldeado y envasado.

Artículo 322°.- Las mantequillas importadas que se expendan en el país, deben ceñirse a las disposiciones del presente Reglamento.

Artículo 323.- QUESOS.- Defínese como queso el producto madurado o no, obtenido por coagulación bajo acción del cuajo y/o de fermentos lácticos de la leche entera o parcialmente descremada, adicionada o no de crema.

Artículo 324.- Defínese como queso fresco, al producto sin madurar, obtenido por separación del suero, después de la coagulación de la leche cruda o reconstituida, pasteurizada, entera o parcialmente descremada, o una mezcla de alguno de estos productos.

Artículo 325.- Defínese como queso fundido, al producto por molienda, mezcla, fusión y emulsión con tratamiento térmico y agentes emulsionantes, de una o mas variedades o tipos de quesos, con o sin la adición de ingredientes facultativos autorizados, como: crema de leche, mantequilla, grasa de mantequilla anhidra, leche en polvo o suero de leche y fermentos lácticos.

Artículo 326.- Defínese como queso de untar o queso condimentado, el producto resultante de la mezcla de quesos blandos con otros productos, tales como: pikles, jamón, ají, pimentón, etc.

Artículo 327.- Defínese como queso de rallar, el producto obtenido a partir de leche entera o parcialmente descremada, cuyo porcentaje de humedad no es mayor de 34% y cuyo contenido de grasa de leche no es menor de 32%.

Artículo 328.- Para los efectos del presente reglamento el término "queso" se reserva exclusivamente para el producto elaborado con leche de vaca. Los provenientes de leches de otros camales deberán ser identificados para su comercialización con la especie de la que proceden.

Artículo 329.- Todos los quesos con excepción de los de pasta dura, deberán ser elaborados con leche y/o crema previamente pasteurizadas o sometidas a cualquier otro procedimiento térmico que garantice la obtención de un producto final que se ajuste a los requisitos microbiológicos establecidos en el presente reglamento.

Artículo 330.- Los quesos deberán reunir los siguientes requisitos microbiológicos:

- a) Los quesos blandos, semiduros y duros no deberán contener mas de 10 coliformes y 10 levaduras por gramo, respectivamente y estarán exentos de microorganismos patógenos.
- b) Los quesos frescos no deberán contener mas de 100 coliformes por gramo y estarán exentos de microorganismos patógenos.

Artículo 331.- Permítase en la elaboración de quesos y fundidos el uso de emulsificantes, estabilizadores y conservadores autorizados.

Artículo 332.- Prohíbese en la elaboración de quesos fundidos el uso de quesos inaptos para el consumo humano.

Artículo 333.- Permítase en la elaboración de quesos el uso de colorantes naturales autorizados y el empleo de cloruro de sodio en una proporción que no exceda el 3.5% del producto terminado.

Artículo 334.- Todo queso, quesillo, queso fundido y queso condimentado, debe distribuirse y expendirse en condiciones higiénicas adecuadas y debidamente envuelto o protegido, ya sea por su propia corteza formada por desecación o mediante revestimiento con ceras inocuas y/u otros materiales como los indicados en los incisos a, b, c, e, g, j, del artículo 62° del presente reglamento.

Artículo 335.- La rotulación y etiquetado de los envases o envolturas de los quesos deben señarse a lo dispuesto en el artículo 83° del presente reglamento, debiendo además indicar la clasificación correspondiente.

Artículo 336.- Prohíbese la manipulación directa en el cortado moldeado y empaquetado de los quesos.

Artículo 337.- Prohíbese en la elaboración de quesos, el uso de grasas que no sean procedentes de la leche.

Artículo 338.- Los equipos empleados en la elaboración y/o fraccionamiento de quesos deben ser de material inoxidable y estar de acuerdo con los artículos 95 y 96 del presente reglamento.

Artículo 339.- Las plantas elaboradoras y fraccionadoras de quesos deben satisfacer los requisitos establecidos para fábricas de alimentos y contar con las siguientes secciones y equipos mínimos:

- a) Sección de recepción, clasificación y eliminación de impurezas de la leche cruda entera.
- b) Sección de elaboración o fraccionamiento.
- c) Sección de lavado, desinfección y almacenamiento de utensilios y equipos.
- d) Sección de maduración (con excepción de las plantas que elaboran únicamente queso fresco pasteurizado o fundido)
- e) Sección de almacenamiento de insumos y envases a utilizar en el producto.
- f) Cámara frigorífica de almacenamiento o refrigeración industrial en función de la capacidad de producción.
- g) Laboratorio de análisis de control de calidad, a criterio de la autoridad de la salud.
- h) Equipo de pasteurización

El personal que labore en dichos establecimientos, debe cumplir las disposiciones de "personal" establecidas en el presente reglamento. Los quesos que se elaboren con métodos tradicionales estarán sujetos al control de las autoridades respectivas las que deberán dictar, para el efecto, estrictas disposiciones sanitarias sobre el particular.

Artículo 340.- Las cámaras frigoríficas de las plantas de elaboración y de fraccionamiento, deben mantener temperaturas no superiores a 4° C. y ser de capacidad adecuada a la producción del establecimiento.

Artículo 341.- Los quesos con defectos de presentación tales como rajaduras superficiales, picaduras de ácaros, veteados por hidrólisis, deformaciones laterales y escurridos, solo podrán emplearse como materia prima en la elaboración de quesos fundidos.

Artículo 342.- Los nombres de los quesos deben corresponder a los propios de la región si son de elaboración nacional y a los que se usan en el país de origen, si son importados.

Artículo 343.- Los quesos que se envasan en recipientes de cierre hermético, deberán, necesariamente, ser sometidos a procesos de pasteurización rechazándose todo queso cuyo envase presente deformación o en cuya masa haya estrías, manchas u otros signos de alteración.

Artículo 344.- Los quesos de origen importado que se expenden en el país, deben cumplir las disposiciones establecidas en el presente reglamento.

Artículo 345.- Productor.-Es toda persona o entidad que explota la producción láctea de una o mas vacas y cuya leche, total o parcialmente, es dedicada a la venta para el consumo humano, o a la fabricación de productos derivados de la leche.

Industrial.- Es toda persona o entidad que explota un establecimiento, donde se recibe, manipula, envasa, almacena, distribuye y comercializa leche o sus derivados.

Distribuidor de leche.-Es toda persona o entidad que comercializa o reparte al público, leche o sus derivados, para el consumo.

Establo.-Se entiende por "establo lechero"al lugar donde se mantienen y ordeñan una o más vacas, cuya leche o productos lácteos se destinan comercialmente al consumo humano.

Planta procesadora de leche.- Es el establecimiento donde se recolecta, manipula, procesa, almacena, envasa o prepara para su distribución y comercialización, leche o sus derivados.

REQUISITOS PARA EL EJERCICIO DE LA INDUSTRIA LECHERA

Artículo 346.— Todo productor, industrial y distribuidor de productos lácteos, deberá escribirse en el registro que para tal efecto abrirá la Autoridad de Salud. Con tal fin se presentaran los planos generales del local y los detalles sobre montaje y distribución del equipo y del sistema completo de agua y desagüe, según lo prescrito en el capítulo I del presente reglamento; además deberá ofrecerse la siguiente información:

- a) Nombre o razón social, nacionalidad y domicilio legal.
- b) Nombre del establecimiento, su ubicación precisa y vía de acceso.
- c) Características de las instalaciones, tipo de productos que se elaboraran y capacidad de producción diaria y anual.
- d) Nombre y ubicación de los abastecedores.
- e) Volumen de distribución diaria y anual, así como la cantidad y clase de vehículos a utilizar.

Artículo 347.— Los productores, industriales y distribuidores que cambien la ubicación de su establecimiento o de razón social, están obligados a comunicarlo a la autoridad de salud en el plazo máximo de diez días útiles, debiendo reinscribirse.

Artículo 348.— La autoridad de Salud otorgará la respectiva autorización a los productores, industriales y distribuidores que cumplan con los requisitos establecidos en el presente reglamento.

Artículo 349.— Inspección de establos y plantas de leche.— Previo al otorgamiento de la autorización a que se refiere el artículo anterior y luego cada vez que lo juzgue conveniente el representante de la autoridad de Salud, inspeccionara todos los establos y plantas de leche cuyos productos sean destinados al consumo humano.

Los productores e industriales de la leche, permitirán el ingreso del representante de la autoridad de la salud a los distintos ambientes del establecimiento, proporcionándole la información o documentación que requiera así como los controles de tiempo y temperatura de pasteurización y los protocolos de control efectuados por los laboratorios de las respectivas plantas.

Artículo 350.- Requisitos que deben reunir los establos:

Corral de Vacas.- Es el lugar donde las vacas se encuentran normalmente fuera de las horas de ordeño; tendrá drenaje adecuado de modo que no permita la acumulación de aguas y desechos orgánicos. El estiércol será removido para evitar la acumulación del mismo en ubres y flancos de las vacas; no se permitirá el ingreso de otros animales. Deben contar con bebederos y comedores de material impermeable y lavable, manteniéndose en estado higiénico.

Disposición del Estiércol.- Todo el estiércol deberá ser removido y almacenado fuera del corral; evitando el acceso de las vacas a estos lugares y disponiéndose periódicamente la desinfección a fin de evitar la proliferación de moscas.

Local de Ordeño.- Es el lugar destinado exclusivamente para el ordeño de las vacas, el que debe ser techado y disponer de adecuada iluminación para facilitar el ordeño diurno y nocturno. Deberá contar asimismo con adecuada ventilación y amplitud suficiente en forma tal que se eviten aglomeraciones.

Los pisos y canaletas del local serán contruidos de concreto u otro material impermeable fácilmente higienizable, tendrá un declive adecuado para facilitar el drenaje, debiendo permanecer limpio y en buen estado de conservación. No se permitirá el ingreso de otros animales.

Cuando sea un recinto cerrado, las paredes serán de material que permita su fácil lavado. Si es necesario almacenar o mezclar forraje en una habitación contigua al local de ordeño, ambos ambientes deben estar separados por una puerta de cierre hermético.

Sala de Leche.- Es el local destinado exclusivamente al enfriamiento, manipulación y almacenamiento de leche.

Estará provisto de: un piso construido de concreto u otro material impermeable, manteniendo un buen estado y con suficiente declive para facilitar el drenaje.

Las paredes serán de material lavable que permitan su fácil aseo o pintadas de color claro.

Será indispensable una adecuada ventilación e iluminación para el trabajo diurno y nocturno. Las ventanas y cualquier abertura al exterior tendrán tela metálica u otro material para impedir el exceso de insectos al local; las puertas serán de juego doble con cierre automático. No tendrán comunicación directa con locales destinados a vivienda, alojamiento de otros animales u otros fines domésticos.

El lavado, tratamiento con solución bactericida y almacenamiento de los recipientes y utensilios utilizados en el ordeño y manipuleo de la leche se efectuará en el local independiente de la sala de leche.

Abastecimiento de Agua.- El abastecimiento de agua potable del establo se efectuará a base de la utilización de una fuente apropiada por la Autoridad de Salud la que tomará muestras periódicamente para efectuar los exámenes que verifiquen la calidad física, química y bacteriológica del agua de abastecimiento.

Desagües y Disposiciones de Excretas.- El establo tendrá su respectivo sistema de eliminación de desagües y excretas, el cual deberá ser aprobado por la Autoridad de Salud.

Utensilios.- Todos los recipientes de uso múltiple, equipo y otros utensilios usados en el manipuleo, almacenamiento o transporte de leche, serán de material liso no absorbente, anticorrosivo y no tóxico, fabricados de tal modo que puedan ser limpiados fácilmente y mantenidos en buen estado de conservación.

Limpieza, Lavado y Desinfección.- Las paredes, pisos, bebederos, comedores y otras estructuras similares, deberán ser sometidos diariamente a un lavado cuidadoso. Para la limpieza de los pisos se utilizará solución de soda cáustica al 2% o solución de compuestos clorados con una concentración no menor de 100 partes por millón. El equipo y los utensilios serán objeto, antes de cada ordeño, de los procedimientos de limpieza, lavado, desinfección y enjuague.

Los utensilios serán desinfectados por inmersión dentro de una solución de compuestos clorados en concentración no menor de 50 partes por millón. El equipo y los utensilios serán objeto antes de cada ordeño de los procedimiento de limpieza, lavado, desinfección y enjuague.

Los utensilios serán desinfectados por inmersión dentro de una solución de compuestos clorados en concentración no menor de 50 partes por millón y con un período de contacto no menor de 10 minutos u otros similares, aprobados por la Autoridad de Salud.

Los equipos de enfriamiento, incluyendo los tanques especiales serán también lavados y desinfectados cada vez que vayan a entrar en operación. El lavado será a base de soluciones

detergentes y la desinfección a base de compuestos clorados con concentración no menor de 50 partes por millón y período de contactos no menor de 5 minutos.

El equipo mecánico de ordeño y tuberías, válvulas, etc. será lavado, desinfectados y enjuagados mediante la aplicación de los métodos descritos o bien, mediante la aplicación en circuito a presión de soluciones detergentes y desinfección con soluciones cloradas en concentración no menor de 50 partes por millón que aseguren una permanencia no menor de 5 minutos de la solución en el circuito. Luego se hará el enjuague mediante la aplicación a circuito de agua a presión.

Se proveerá de instalaciones especiales para la adecuada operación de lavado, desinfección y enjuague de los utensilios, así como de estantería para su adecuada conservación.

Sanidad Animal.- Las vacas destinadas a la producción de leche para el consumo humano, deberán ser sometidas a las pruebas de tuberculosis y de brucelosis de acuerdo a la Ley de Sanidad Animal y a los animales receptores se les aplicará la norma aprobada por el Ministerio de Agricultura. Las vacas que presenten una induración completa de un cuarto, o induración extensiva de uno o más cuartos de la ubre, constatados por examen médico veterinario, que produzcan o no leche anormal, serán definitivamente eliminadas del rebaño lechero. Las vacas que den leche sanguinolenta, o cualquier otra forma de leche anormal, serán separadas del rebaño hasta que por nuevo examen, se determine que la leche ha vuelto a su normalidad.

Para otras enfermedades, las pruebas y exámenes que la Autoridad de Salud puede exigir, de acuerdo con la Autoridad de Sanidad Animal, serán realizadas conforme a los métodos prescritos por éstas.

El hato lechero deberá someterse a vacunación preventiva según el calendario establecido por el Ministerio de Agricultura para cada Región, debiendo cada establo exigir los certificados correspondientes.

Artículo 351°.- Requisitos que deben reunir las plantas procesadoras de leche.

A. Requisito General

El procesamiento de la leche se hará única y exclusivamente en plantas destinadas para tal efecto, aprobadas por la Autoridad de Salud, de acuerdo al presente Reglamento.

B. Requisitos de Infraestructura

Además de cumplir con los requisitos establecidos en el Artículo 31° del Capítulo 1, sobre Fábricas y Comercio de Alimentos, deberán satisfacer de manera especial, los siguientes:

- 1.- Toda planta procesadora contará con secciones o ambientes en número y amplitud que permita efectuar con seguridad las siguientes operaciones:
 - a. Recepción, filtrado y control
 - b. Procesamiento y envasado
 - c. Almacenamiento en cámaras de refrigeración entre 2° y 4°C.
 - d. Distribución y expendio.
 - e. Lavado y desinfección de porongos y botellas.
 - f. Análisis y control de calidad.
 - g. Almacenamiento de insumos.
 - h. Otras, dependientes del tipo de producto elaborado y volumen de producción.

2. Las paredes deben pintarse con pinturas lavables de color claro. Los ambientes deben tener ventilación e iluminación

natural por medio de ventanas o tragaluces con áreas equivalentes al 20% de la superficie de los pisos.

C. Requisitos de Equipo y Funcionamiento

1. Dispondrán del siguiente equipo de material inoxidable e inocuo:
 - a. Tanques de almacenamiento cerrados.
 - b. Disposición para la higienización mecánica de la leche (por centrifugación o filtros).
 - c. Equipo de pasteurización y homogenización.
 - d. Enfriado de placas
 - e. Envasadoras de funcionamiento automático, debidamente aprobadas por la Autoridad de Salud.
 - f. Lavadora de botellas y porongos, automática o semiautomática.
 - g. Equipo para producción de agua caliente, vapor y agua fría.
 - h. Cámara de refrigeración, en la que se conservará exclusivamente productos lácteos, a una temperatura no mayor de 5°C y que deberá estar provista de termógrafos. Estará siempre seca y limpia, las paredes y pisos serán de material fácilmente lavables, libres de formaciones de hongos, contarán con dispositivos que aseguren un adecuado lavado y drenaje.
2. Deberá disponer de abundante agua potable.
3. Deberán contar con una unidad de producción de vapor en recinto independiente de los demás compartimientos. La misma exigencia deberá observarse con relación al equipo de compresoras y refrigeradoras.
4. Dispondrán de un laboratorio para el control físico químico y microbiológico de la leche.

5. Para fines de iluminación artificial se usará luz fluorescente, tipo luz de día y su distribución será en forma que evite los efectos de contraste y deslumbramiento.
6. Los tanques de almacenamiento, los aparatos, tuberías bombas y accesorios serán de acero inoxidable de material similar en calidad, acabado y resistencia a la corrosión; deberán ser de fácil montaje y desmontaje.
7. Las pasteurizadoras de sistema rápido deberán estar provista de una válvula de diversificación y de controles automáticos provistos de gráficos donde queda marcadas las temperaturas del proceso y el trabajo de las válvulas de diversificación; éstos gráficos deberán consignar el litraje y la fecha, ser archivados por lo menos durante 90 días con la firma del Jefe de la Planta y podrán ser comprobados en cualquier momento por la Autoridad de Salud.
8. El envasado de la leche se efectuará con máquina automática sin la intervención de la mano del hombre.
9. Los equipos estarán dispuestos en forma tal que se asegure un mínimo de recorrido para la leche, las bombas estarán instaladas en número estrictamente necesario y a ellas llegará la leche con presión positiva.
10. No se permitirá que la leche pasteurizada tenga contactos con útiles que han servido para la leche entera, cruda, exceptuando los porongos, por haber sido esterilizados individualmente. Queda estrictamente que la leche sobrante por derrame en el curso del envasado, se utilice nuevamente para ser envasada como la leche pasteurizada.

11. El lavado de las botellas y porongos deberá realizarse en forma automática o semiautomática, con equipos y métodos aprobados por la Autoridad de Salud. La eficiencia del trabajo se medirá por la prueba microbiológica y se aceptará como máxima una bacteria en la placa por cada cc. de capacidad de envase.

En todo caso la última operación de lavado debe ser con solución de cloro a la concentración de 50 ppm.

12. Todos los aparatos así como tuberías y equipo en contactos con la leche en la planta, deberán lavarse y esterilizarse diariamente conforme a métodos aprobados por normas técnicas y vigentes.

13. Las plantas procesadoras quedan obligadas a devolver lavados, desinfectados y secos, los porongos de leche que recibe.

Las piezas pequeñas del pasteurizador se lavarán y esterilizarán lo mismo que los tubos desmontados y deberán colocarse después en armarios en lugares libres de contaminación, antes de ser usado nuevamente podrá usarse también el sistema de limpieza y esterilización en circuito cerrado, siempre y cuando se emplee la técnica completa recomendada para tal fin.

14. Queda absolutamente prohibido el uso de enfriador de cáscara para la leche procesada. el trabajo de las máquinas llenadoras y tapadoras automáticas, estará sincronizado con el trabajo de la lavadora.

Artículo 352.— Toda leche envasada deberá llevar en precinto o sello de seguridad debidamente autorizado que garantice la inviolabilidad de contenido.

Artículo 353.- Toma de muestras y análisis en los productos lácteos.

1. La Autoridad Sanitaria podrá realizar visitas de inspección a las plantas procesadoras de leche en cualquier momento, pudiendo recoger muestras de leche y sus productos derivados, cuantas veces lo estime conveniente.
2. La toma de muestras debe efectuarse de acuerdo a lo establecido en las normas técnicas oficiales y examinadas en el laboratorio que disponga la Autoridad de Salud. Las muestras de derivados lácteos serán tomadas y examinadas por lo menos una vez al mes.
3. Las muestras de leche y sus derivados tomadas en tiendas, cafés, fuentes de soda, restaurantes y otros lugares de expendio serán examinadas con la frecuencia que la Autoridad de Salud juzgue conveniente.
4. Los propietarios de tales establecimientos proporcionarán, a solicitud de la Autoridad de Salud, los nombres de los distribuidores de los que se proveen de leche y/o derivados.

Artículo 354.- Los análisis físico-químicos y microbiológicos de la leche se efectuarán de acuerdo a normas técnicas aprobadas por la Autoridad de Salud. Cuando el resultado de los análisis de un producto lácteo exceda los requisitos mínimos establecidos en las normas técnicas vigentes relativas a cuenta bacteriana, cuenta coliforme o cuenta de otros microorganismos, se procederá de la siguiente manera:

- a) Se tomará el número de muestras que fuese necesario en un mismo día, y si los resultados microbiológicos confirma la deficiencia observada, se notificara al interesado, quien

deberá subsanarla en el término de 7 días útiles. Vencido el plazo otorgado se tomarán nuevamente otras 5 muestras y si los resultados nuevamente fueran deficientes, se procederá a suspender el funcionamiento de la planta hasta su normalización.

b) En caso de fallas en el proceso de pasteurización comprobadas por la prueba del laboratorio, el interesado corregirá la causa antes que la leche o derivados elaborados en la planta, puedan continuarse vendiendo como leche pasteurizada o productos derivados pasteurizados.

Artículo 355.- Notificación de enfermedades.- Ninguna persona que padezca de una enfermedad transmisible o portador de esta podrá trabajar en establos o plantas de leche, labores que lo ponga en contacto con la producción, manejo, almacenaje o transporte de leche y sus derivados.

Todo productor o distribuidor de leche y sus derivados, en cuyo establo o planta ocurra un caso de enfermedad transmisible, o sospecha de esta, deberá notificar inmediatamente a la Autoridad de Salud. El incumplimiento de esta disposición será sancionado.

Artículo 356.- Verificación de la notificación.- verificada la denuncia o sospecha de enfermedades transmisibles la Autoridad de Salud procederá de la siguiente manera:

1. Dispondrá la separación inmediata de la persona, de toda labor relacionada con el manipuleo de la leche y derivados.
2. Ordenará los exámenes médicos y bacteriológicos de la persona causante de la notificación y de sus contactos, así como los exámenes bacteriológicos de la leche si fuera necesarios.

3. Dictaminará según el caso, el decomiso o la distribución libre de la leche y derivados.

Artículo 357.- Vehículos.- Los vehículos utilizados para el transporte de leche fresca pasteurizada así como transporte de derivados, serán dedicados exclusivamente a este fin, debiendo ser construidos y operados en forma tal, que los recipientes estén protegidos del sol, y que permitan su fácil higienización y desinfección.

Artículo 358.- Recipientes.- Las botellas, latas, cajas y otros envases que contengan leche o productos derivados, serán etiquetados de acuerdo a las regulaciones contenidas en el Artículo 83 del presente reglamento. La Autoridad de Salud aprobará previamente la etiqueta o rótulo, la cual no podrá contener ilustraciones o palabras que creen confusión.

Los porongos que se emplean para el traslado o conducción de la leche deberán estar provistos con adecuado cierre de seguridad, prohibiéndose el transporte de leche en porongos abiertos. El contenido será de responsabilidad del productor.

Los productores, industriales y distribuidores de leche, están obligados a conservarla a una temperatura inferior a los 10°C.

Artículo 359.- Helados.- Helado es el producto final obtenido por enfriamiento, batido y congelación de mezclas perfectamente homogenizados y pasteurizadas constituidas por la leche fresca, leche en polvo u otras formas industrializadas de leche, azúcar agua y adicionadas o no de mantequilla, grasa de leche azúcares naturales invertidos pulpas o extractos de frutas, gelatinas alimenticias cacao o sus productos, yema y/o clara de huevo sustancias pécticas o esencias y colorantes permitidos.

Artículo 360.- Sorbetes o Helado de Agua.- Son los productos obtenidos por enfriamiento y congelación de mezclas perfectamente homogenizadas y pasteurizadas a base de agua, azúcar, pulpas, extractos o esencias de frutas y materiales colorantes permitidos. Deberán llevar además el nombre del sabor que predomine en ellos.

Artículo 361.- En la elaboración de los productos mencionados en los artículos anteriores podrán utilizarse otros ingredientes además de los señalados, previa autorización, por la Autoridad de Salud.

Artículo 362.- Para los efectos de la aplicación del presente Reglamento, se consideran como inaptos para el consumo, los helados y sorbetes elaborados con:

- a) Agua que no sea potable;
- b) Materias feculentas;
- c) Esencias y colorantes no permitidos;
- d) Sustancias antisépticas en general;
- e) Aditivos alimentarios no permitidos;
- f) Leches naturales o reconstituidas con una acidez, expresada en ácido láctico, no mayor de doscientos miligramos por centímetros cúbicos;
- g) Grasa diferente a la mencionada en el Artículo 359°.

Artículo 363°.- Los helados y sorbetes cuando son elaborados con leche deberán satisfacer los siguientes requisitos microbilógicos:

- a) Numeración de psicrófilos menor de 50,000 por gramo.
- b) Numeración de coliformes menor de 100 por gramo.
- c) Exentos de microorganismos patógenos.

Artículo 364°.- Se considera como productos fraudulentos todo helado que presente un aireamiento mayor de 50% de su volumen, con respecto al volumen original del mismo.

Artículo 365°.- Queda prohibido utilizar la conservadora, nevera o refrigeradora donde se guardan los helados y sorbetes en venta para conservar cualquier otro producto.

Artículo 366°.- Chupetes.- Se denomina así porciones individuales de helados de diversas composiciones elaborados con productos autorizados y en condiciones sanitarias aprobadas por la Autoridad de Salud, de consistencia dura, provisto de un soporte de madera o plástico; deben llegar al consumidor herméticamente sellados en envoltura de papel o plástico para prevenir su contaminación. Los requisitos bacteriológicos serán los mismos señalados en los Artículo 362° y 363°.

Artículo 367°.- Envases.- Las envolturas, envases y recipientes para despacho directo al público serán de materiales inocuos, aceptados por la Autoridad de Salud y utilizados en condiciones perfectamente sanitarias e higiénicas.

Artículo 368°.- Todo equipo que este en contacto con la leche, crema, helados y otros productos necesarios para su elaboración, deberán ser de aluminio, acero inoxidable, o plásticos especiales, con superficies pulidas y regulares, exento de grietas o rebajos que dificulten su completa higiene y desinfección. Quedan completamente prohibidos los equipos, palas, batidoras, de madera o materiales porosos similares. Los equipos de pasteurización son obligatorios y deberán ser inspeccionados y aprobados por la Autoridad de Salud. Las fábricas deberán disponer de los equipos e instalaciones necesarias para la completa limpieza y desinfección de las máquinas, accesorios, tuberías, etc. en contacto con los productos elaborados y sus materias primas.

La materias primas perecibles y las mezclas ya pasteurizadas, deberán ser mantenidas a temperatura inferior a 10°C, y en condiciones completamente higiénicas, en cámaras refrigeradas destinadas a este exclusivo fin.

Fuente de información: Legislación Sanitaria Tomo 11

IV.- DESCRIPCION DEL SISTEMA EXISTENTE

4.1.- Abastecimiento de Agua

El abastecimiento de agua se realiza mediante la captación del agua subterránea, tanto para consumo doméstico como industrial, dicha captación se efectúa mediante tres pozos que trabajan en forma alternada, los cuales suman un total aproximado de 18 lt/seg. en su máxima operatividad.

El agua es empleada en las viviendas, los servicios higiénicos, el comedor, los establos y el jardín en un 25% aproximadamente del total captado. Mientras que el 75% restante se emplea en las diferentes etapas del proceso industrial.

4.2.- Naturaleza de las Aguas Residuales de Industria Láctea en Estudio.

A partir de una materia prima única la industria láctea elabora una gran variedad de productos, utilizando distintos procesos de fabricación, lo que origina diversos problemas de desagüe. Las aguas residuales de esta industria están constituidas esencialmente por residuos de leche, productos lácteos con distintos grados de dilución acuosa y productos de limpieza. Su composición incluye grasa de leche emulsionada, caseína lactoalbúmina, lactosa y sales. A menudo contienen sacarosa y una gran cantidad de agentes limpiadores, como son: soda cáustica, silicatos de sodio, polifosfatos de sodio, otras sustancias utilizadas para emulsionar grasas y ácido nítrico, agentes químicos desinfectantes como hipoclorito de sodio y otros compuestos halogenados, iodados y de amonio cuaternario. Antes de llegar a las plantas de tratamiento pueden producirse algunas descomposiciones como la formación de ácido láctico y otros, que aumentan la acidez del medio.

4.2.1.- Descripción del Estado Actual de la Disposición de las Aguas Residuales de Agraria el Escorial.

Las aguas residuales provenientes del proceso industrial y de los servicios higiénicos actualmente no cuentan con un sistema de tratamiento; descargando toda las aguas residuales al canal Santa Rita que posteriormente es descargado al mar contaminando en todo su recorrido los puntos de acceso de riego y bebida de animales; originando condiciones de insalubridad en el medio ambiente.

4.2.1.1.- Desagües de la Industria Láctea.

Los desagües de la industria "AGRARIA EL ESCORIAL"provenientes del proceso de productos lácteos pueden ser clasificados en tres categorías.

Agua Limpia.- Resultante del uso de agua para calentamiento indirecto y para enfriamiento de plantas condensadoras y de tratamiento térmico , etc.,donde el agua después de usada es de la misma calidad que el agua de alimentación, salvo alguna variación en su temperatura. La disposición de estas aguas no presenta problemas, pues se la puede retornar a la fuente de provisión, sin otro tratamiento que el enfriamiento, o puede ser recuperada y reusada

Agua Poco Contaminada.- Proviene del lavado o enjuague de productos finales, estas aguas no contienen sustancias orgánicas biodegradables.

Agua Contaminada.- Contiene desechos provenientes de:

- Sala de ordeño (excrementos de las vacas, orina, agua de limpieza de las ubres de las vacas).
- La producción de quesos (suero)
- Lavado y limpieza de las tuberías, recipientes que son

utilizados para el transporte de leche y otros productos que son utilizados en el proceso.

- Derrame de la leche por fugas, sobreflujos, mal funcionamiento.

Estos efluentes contienen sustancias de origen mineral, orgánico y biológico y generalmente están libres de sustancias tóxicas.

V.- CARACTERIZACION DEL EFLUENTE DE LA INDUSTRIA Y DEL CUERPO RECEPTOR

5.1.- AFORO

Es necesario conocer la cantidad de agua residual que se evacua para poder caracterizar los efectos contaminantes, de acuerdo al tipo de contaminantes que contiene el agua residual. Y de esta manera seleccionar un sistema de tratamiento de aguas residuales eficiente.

Aforo son las mediciones y operaciones que se realizan para conocer el gasto o volumen de agua que pasa la sección transversal de una corriente por la unidad de tiempo.

En este caso los métodos empleados en la determinación de gasto fueron:

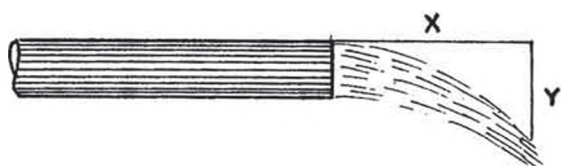
Método de las coordenadas para determinar la velocidad del chorro y el caudal

Este es uno de los procesos mas simples, en el caso de descarga libre.

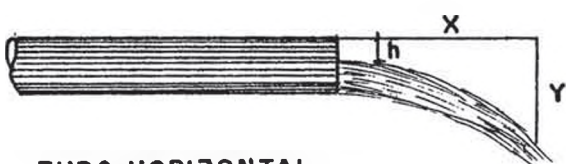
$$Q = A (2.21 X/Y)$$

Donde: Q: caudal en m³/seg.
A: Area hidráulica en m²
V: velocidad
V: 2.21 X/Y en m/seg.
X e Y en cm.

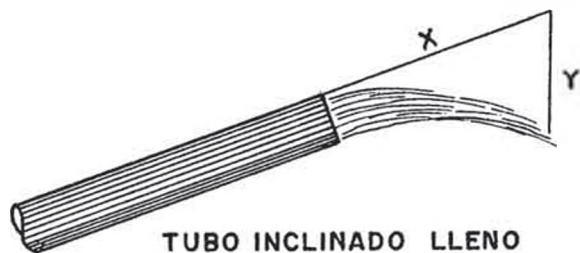
Se mide X en la dirección de la longitud de la generatriz superior del tubo Y en la vertical conforme se muestra a continuación:



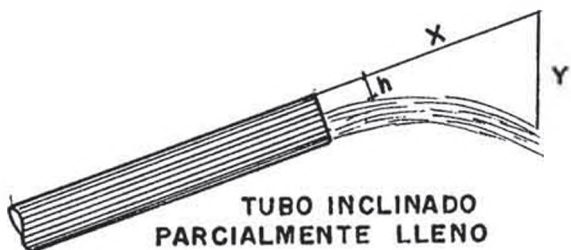
TUBO HORIZONTAL LLENO



TUBO HORIZONTAL PARCIALMENTE LLENO



TUBO INCLINADO LLENO



TUBO INCLINADO PARCIALMENTE LLENO

FIGURA N° 1

A es el área hidráulica de sección transversal mojada en la salida del tubo. Si el tubo no funciona con la sección de salida completamente llena, se debe medir h .

Método Velocidad y Sección Transversal

1. Generalidades

El método se basa en conocer la velocidad promedio del líquido que se desplaza en el canal y el área transversal que ocupa en el instante de hacer la medición de la velocidad; con ambos datos obtenemos el flujo o gasto que discurre por el canal en este instante.

2. Equipo

- a) Flotador de superficie. Consiste en un objeto o cuerpo que flota en el líquido, dando la velocidad cerca de la superficie libre de la corriente.
- b) Cronómetro
- c) Regla graduada

3. Procedimiento

- a) Seleccione un tramo del canal uniforme y recto evitando en lo posible obstáculos, ensanchamiento o curvaturas.
- b) Marque el inicio y fin del tramo seleccionado y tome medida del espacio comprendido.
- c) Coloque el flotador a la mitad del ancho del canal y un metro aguas arriba de la marca de inicio y en el preciso instante en que pase por la marca comience a cronometrar el tiempo que demore en cubrir el espacio seleccionado.
- d) Obtenga la sección transversal que ocupa el flujo en el canal en metros cuadrados en el instante de medir la velocidad con el flotador.

5.1.1.- AFORO DEL VERTIMIENTO INDUSTRIAL

Para aforar los efluentes de la industria de productos lácteos Agraria El Escorial, se ha seleccionado el método de las coordenadas, obteniéndose los siguientes resultados en los dos puntos de descarga al canal Santa Rita.

DESCARGA Nº1

DIA	HORA	CAUDAL Lt/Seg.
30-11-93	10:00 am	3.20
30-11-93	11:00 am	3.35
30-11-93	12:00 am	3.25
30-11-93	1:00 pm	3.40
30-11-93	2:00 pm	3.35
30-11-93	3:00 pm	3.30
30-11-93	4:00 pm	3.10
30-11-93	5:00 pm	3.15
30-11-93	6:00 pm	3.17
30-11-93	7:00 pm	2.30
30-11-93	8:00 pm	2.98
30-11-93	9:00 pm	3.30
30-11-93	10:00 pm	3.40
30-11-93	11:00 pm	3.10
01-12-93	12:00	3.28
01-12-93	1:00 am	3.16
01-12-93	2:00 am	3.14
01-12-93	3:00 am	3.22
01-12-93	4:00 am	3.05
01-12-93	5:00 am	3.17
01-12-93	6:00 am	3.19
01-12-93	7:00 am	3.10
01-12-93	8:00 am	3.00
01-12-93	9:00 am	2.98

CUADRO Nº 11

DESCARGA Nº2

DIA	HORA	CAUDAL Lt/Seg.
30-11-93	10:20 am	3.30
30-11-93	11:20 am	3.42
30-11-93	12:20 am	3.45
30-11-93	1:20 pm	3.60
30-11-93	2:20 pm	3.10
30-11-93	3:20 pm	3.19
30-11-93	4:20 pm	3.60
30-11-93	5:20 pm	3.50
30-11-93	6:20 pm	3.47
30-11-93	7:20 pm	2.50
30-11-93	8:20 pm	2.80
30-11-93	9:20 pm	3.05
30-11-93	10:20 pm	3.28
30-11-93	11:20 pm	3.55
01-12-93	12:20 am	3.59
01-12-93	1:20 am	3.17
01-12-93	2:20 am	3.25
01-12-93	3:20 am	3.33
01-12-93	4:20 am	3.18
01-12-93	5:20 am	3.46
01-12-93	6:20 am	3.35
01-12-93	7:20 am	3.28
01-12-93	8:20 am	3.19
01-12-93	9:20 am	3.52

CUADRO Nº 12

5.2.- AFORO DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL CUERPO RECEPTOR

Para aforar los efluentes del canal Santa Rita se ha utilizado el método de Velocidad y Sección Transversal, obteniéndose los siguientes resultados.

Dato: L=10 mts.

Ancho = 1 mt.

CUADRO Nº 13

DIA	HORA	TIRANTE Cm.	TIEMPO Seg.	VELOCIDAD Mt/Seg.	CAUDAL Lt/Seg.
30-11-93	10:40 am	15.00	16.30	0.6134	92.0
30-11-93	11:40 am	14.80	17.00	0.5882	87.06
30-11-93	12:40 am	14.50	17.20	0.58139	84.30
30-11-93	1:40 pm	15.20	16.00	0.6250	95.0
30-11-93	2:40 pm	14.90	16.80	0.5962	88.69
30-11-93	3:40 pm	15.10	16.20	0.61728	93.21
30-11-93	4:40 pm	14.95	16.40	0.6100	91.16
30-11-93	5:40 pm	14.90	16.45	0.6080	90.57
30-11-93	6:40 pm	15.15	16.15	0.6200	93.81
30-11-93	7:40 pm	15.00	16.28	0.6142	92.14
30-11-93	8:40 pm	14.85	16.50	0.6060	90.00
30-11-93	9:40 pm	14.00	17.60	0.5680	79.54
30-11-93	10:40 pm	14.60	17.10	0.5848	85.38
30-11-93	11:40 pm	14.62	16.08	0.6219	90.92
01-12-93	12:40 am	14.35	17.40	0.5747	82.47
01-12-93	1:40 am	14.55	17.15	0.5831	84.84
01-12-93	2:40 am	14.70	17.05	0.5865	86.22
01-12-93	3:40 am	15.20	16.00	0.6250	95.00
01-12-93	4:40 am	15.10	16.20	0.61728	93.21
01-12-93	5:40 am	14.95	16.40	0.6100	91.16
01-12-93	6:40 am	14.80	17.00	0.5882	87.06
01-12-93	7:40 am	14.75	17.00	0.5882	86.76
01-12-93	8:40 am	14.90	17.00	0.6080	90.57
01-12-93	9:40 am	14.90	11.00	0.6080	90.57

5.3.- CALIDAD FISICO QUIMICA Y BACTEREOLÓGICA DEL EFLUENTE INDUSTRIAL Y CUERPO RECEPTOR.

De acuerdo a los principios generales que definen la necesidad de aplicar cierto grado de tratamiento a las aguas residuales, es necesario proceder inicialmente con la determinación de la composición de las aguas residuales para seleccionar un sistema de tratamiento adecuado.

INFORME DE ANALISIS FISICO-QUIMICO

SOLICITANTE : AGRARIA ESCORIAL S.A.
 CLASES DE MUESTRA : Agua de Desagües Industriales
 RECEPCION EN EL LABORATORIO : 17 de Julio de 1992.

MUESTRA Nº1 .- AGUA DE DESAGÜES, DEPOSITOS "VULCANO"

DETERMINACIONES	RESULTADOS
pH	6.90
Alcalinidad Total	288.00 mg/L como CaCO ₃
Acidez Total	144.00 mg/L como CaCO ₃
Cloruros	280.00 mg/L como Cl ⁻
Sulfatos	550.00 mg/L como SO ₄
Nitrógeno Amoniacal	47.00 mg/L como N.A.
Nitrógeno Orgánico	24.00 mg/L como N.O.
Materia Orgánica	10.00 mg/L como M.O.
Oxígeno Disuelto	0.00 mg/L como O.D.
Demanda Bioquímica de Oxígeno a 5 días, 20°C.	300.00 mg/L como D.B.O.
Demanda Química de Oxígeno	640.00 mg/L como D.Q.O.
Demanda Total de Oxígeno	439.00 mg/L como D.T.O.
Demanda de Cloro Total	1.00 mg/L como D.T.Cl ₂
Demanda de Cloro de Agua Filtrada	1.00 mg/L como D.T.Cl ₂
Demanda de Cloro de Agua Sedimentada	1.00 mg/L como D.T.Cl ₂
Sólidos Totales	2,268.00 mg/L
Sólidos Fijos	1,260.00 mg/L
Sólidos Volátiles	1,008.00 mg/L
Sólidos Disueltos Totales	1,768.00 mg/L
Sólidos Disueltos Fijos	1,164.00 mg/L
Sólidos Disueltos Volátiles	604.00 mg/L
Sólidos Suspendidos Totales	500.00 mg/L
Sólidos Suspendidos Fijos	96.00 mg/L
Sólidos Suspendidos Volátiles	404.00 mg/L
Sólidos Sedimentables	0.70 ml/L/Hr
Aceites y Grasas	78.00 mg/L

MUESTRA Nº2 .- AGUA DE DESAGÜES, DEPOSITOS "VULCANO"

DETERMINACIONES	RESULTADOS
pH	5.00
Alcalinidad Total	120.00 mg/L como CaCO ₃
Acidez Total	880.00 mg/L como CaCO ₃
Cloruros	350.00 mg/L como Cl ⁻
Sulfatos	520.00 mg/L como SO ₄
Nitrógeno Amoniacal	220.00 mg/L como N.A.
Nitrógeno Orgánico	95.00 mg/L como N.O.
Materia Orgánica	1,000.00 mg/L como M.O.
Oxígeno Disuelto	0.00 mg/L como O.D.
Demanda Bioquímica de Oxígeno a 5 días, 20°C.	3,510.00 mg/L como D.B.O.
Demanda Química de Oxígeno	10,240.0 mg/L como D.Q.O.
Demanda Total de Oxígeno	5,133.0 mg/L como D.T.O.
Demanda Total de Cloro	15.00 mg/L como D.T.Cl ₂
Demanda de Cloro de Agua Filtrada	10.00 mg/L como D.T.Cl ₂
Demanda de Cloro de Agua Sedimentada	10.00 mg/L como D.T.Cl ₂
Sólidos Totales	6,982.00 mg/L
Sólidos Fijos	1,802.00 mg/L
Sólidos Volátiles	5,180.00 mg/L
Sólidos Disueltos Totales	3,388.00 mg/L
Sólidos Disueltos Fijos	1,560.00 mg/L
Sólidos Disueltos Volátiles	1,828.00 mg/L
Sólidos Suspendidos Totales	3,594.00 mg/L
Sólidos Suspendidos Fijos	242.00 mg/L
Sólidos Suspendidos Volátiles	3,352.00 mg/L
Sólidos Sedimentables	110.00 ml/L/Hr
Aceites y Grasas	1,072.00 mg/L

INFORME DE ANALISIS BACTERIOLOGICOA.B. Nº 06-LAB Nº 20-92

SOLICITANTE : Agraria el ESCORIAL S.A.
CLASE DE MUESTRA : Desagüe
LUGAR DE PROCEDENCIA : Cañete - Lima
FECHA DE RECEPCION EN
EL LABORATORIO : Lima, 17 de Julio de 1992

Objeto del Análisis : Comprobar grado de contaminación del desagüe.

Tiempo transcurrido entre la toma de la muestra y el análisis.- La muestra fue tomada el 17 de Julio. Se realizó el Día 20 del presente.

Métodos Empleados.- Para el recuento total, de bacterias, se ha seguido el procedimiento de la siembra de 10^{-2} mL., 10^{-3} mL., 10^{-4} mL y 10^{-6} mL de las muestras en placas petri con agar e incubación a 35°C por 24 horas. Para determinar el número más probable de bacilos coliformes se sembró porciones de la muestra de 10^{-2} , 10^{-3} mL., 10^{-4} mL y 10^{-5} mL., 10^{-6} mL. y 10^{-7} mL en tubos con caldo de lauril triptosa; luego se incubaron a 35°C durante 24 horas.

Para determinar la presencia de coliformes fecales se hace transferencia de todos los tubos positivos de la Prueba Presuntivas a tubos con el medio de cultivo "EC", luego se incubaron a 44.5°C por 24 horas en un baño de agua.

Resultados de la Muestra Nº 1 :**Tomado el Emisor Nº 1**

Recuento total de Bacterias:
Placa Nº 1-110 x 10^6 UFC/mL
Placa Nº 2-100 x 10^6 UFC/mL
Promedio -105 x 10^6 UFC/mL

Números más probable de bacilos coliformes totales por 100mL de la muestra :

Prueba A-920 x 10⁶ colif.tot/100mL

Prueba B-1,600 x 10⁶ colif.tot/100mL

Número más probable de coliformes fecales por 100mL de la muestra:

Prueba A 278 x 10⁶ colif. fecal/100mL

Prueba B 920 x 10⁶ colif. fecal/100mL

Resultados de la Muestra Nº 2:

Tomado del Emisor Nº 2

Recuento total de bacterias:

Placa Nº 1 - 180x10⁴ UFC/mL

Placa Nº 2 - 190x10⁴ UFC/mL

Promedio - 185x10⁴ UFC/mL

Número más probable de bacilos coliformes totales por 100mL de la muestra :

Prueba A-240x10⁶ colif.Tot./100mL

Prueba B-348x10⁶ colif.Tot./100mL

Número más probable de coliformes fecales por 100mL de la muestra:

Prueba A-920x10⁶ colif.Fecal/100mL

Prueba B-348x10⁶ colif.Fecal/100mL

Observaciones:

La prueba confirmativa realizada a partir de los tubos de la Prueba Presuntiva con medio verde brillante bilis láctosa e incubación a 35°C dio resultado positivo en las dos muestras.

Lima, 12 de Agosto de 1992.

Solicitante / Programa : DEEMA - AGRARIA EL ESCORIAL S.A.

Dirección : Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA)

DATOS DE MUESTREO

Localidad : Cañete Provincia : Cañete
 Distrito : Cañete Departamento : Lima
 Fecha y hora de muestreo : 19-10-93 / 6 pm.
 Fecha y hora de llegada al laboratorio : 20-10-93 / 9 am.
 Fecha y hora de inicio del análisis : 20-10-93 /
 Muestra tomada por : Ing. L. Goetendia

RESULTADOS

Nro. Ref.	NOMBRE DE LA FUENTE PUNTO DE MUESTREO	MESOFILOS AEROBIOS VIABLES U.F.C/mL	NMP COLIFORMES/100m L		CLORO RESIDUAL mg/L
			Totales 35°C	Fecales 44.5°C	
1754-94	Agua Residual Punto Nº 1 de vertimiento	-	11x10 ¹⁰	46x10 ⁹	-
1755-93	Canal de Irrigación antes del primer vertimiento	-	11x10 ⁴	46x10 ³	-
1756-93	Agua Residual- Punto Nº 2 de vertimiento	-	46x10 ⁹	24x10 ⁹	-
1757-93	Canal de Irrigación- Después del punto Nº 2 de vertimiento	-	46x10 ⁸	93x10 ⁷	-

**DIRECCION GENERAL DE SALUD AMBIENTAL
DIRECCION DE LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL
"INFORME DE ANALISIS FISICO QUIMICO DE MUESTRAS DE AGUAS DE DESECHO"**

SOLICITANTE : SR. JIMMY PARADI SOLARI
LOCALIDAD : SAN VICENTE
PROVINCIA : CANETE
ORIGEN DE LA FUENTE : DESAGUE Fecha llegada al laboratorio : 10-09-92
MUESTREADO POR : SR. JIMMY PARODI SOLARI (INTERESAD Fecha inicio de Analisis : 10-09-92)

Nro Ref.	LUGAR Y FECHA DE MUESTREO	pH a 20 oC	SOLIDOS TOTALES (mg/l)	S.S (ml/1-l)	OXIGENO DISUELTO	D.B.O. A 5 DIAS-20oC (mg/1)	MATERIAL EXTRACTABLE EN n-HEXANO (mg/1)
234-92	EMISOR 1, 09-09-92	6.4	3.012	7	0.0	540	718
235-92	EMISOR 2, 09-09-92	4.2	3.786	40	0.0	420	25
236-92	EMISOR 1, 10-09-92	6	3.014	15	0.0	354	38.5
237-92	EMISOR 2, 10-09-92	4.5	5.354	46	0.0	720	294.5

5.4.- INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

Según los resultados obtenidos por la Universidad Nacional de Ingeniería (facultad de Ingeniería Ambiental) y de la DIGESA (Dirección General de Salud Ambiental) de los efluentes de la industria Agraria el Escorial se observa que:

- Hay amplias fluctuaciones en los resultados de sólidos suspendidos, la carga orgánica y el ph, resultantes de variaciones diarias y estacionales en el procesamiento y elaboración de productos derivados de la leche.
- Alta presencia de grasas.
- Alta D.B.O Y D.Q.O
- Alta concentración de coliformes fecales y coliformes totales.

Como consecuencia de lo anterior, es imprescindible el tratamiento de las aguas residuales provenientes de la Industria Agraria el Escorial antes de ser vertido a un curso de agua o ser utilizado con fines agrícolas.

VI.- ALTERNATIVAS DE DISEÑO

6.1.- SISTEMAS DE TRATAMIENTO

Dentro de las alternativas de diseño de tratamiento que se pueden emplear en el afluente de esta industria de productos lácteos se encuentran los siguientes sistemas:

- Zanjas de Oxidación
- Filtro Percolador
- Lodos Activos
- Reactor anaeróbico de flujo ascendente

6.1.1.- ZANJAS DE OXIDACION

a.- Principio de Tratamiento

El proceso de zanja de oxidación, es una forma modificada del sistema de lodos activados y puede clasificarse en el grupo de generación prolongada. Descrito en su forma más elemental, comprende la mezcla del agua residual (alimento o sustrato) con una masa heterogénea de microorganismos (lodo activado) en condiciones aeróbicas, lo cual conduce a la remoción biológica y la conversión de los sólidos orgánicos.

En forma idealizada, el proceso está compuesto de cinco etapas esenciales. La primera etapa de Contacto ocurre cuando el afluente del proceso (agua residual) es mezclada con el lodo presente en el reactor o recirculado del sedimentador. Esto ocurre en la zanja conjuntamente con la segunda etapa compuesta por la aeración en donde se mantiene la mezcla del agua residual y lodo conocida como "licor mixto" o "licor mezclado" aeróbico y en agitación por medio de la introducción de oxígeno a través del rotor.

Durante estas dos etapas los microorganismos presentes en el lodo sintetizan nuevas células a partir de la materia orgánica que trae el agua residual produciéndose la biodegradación de los compuestos orgánicos solubles y coloidales. Además de la síntesis se produce la destrucción de la biomasa por respiración endógena, que resulta luego de que los microorganismos han absorbido los compuestos orgánicos más fácilmente asimilables y comienzan a poner en solución su materia asimilada por ruptura de las células (lisis).

La tercera etapa es la clarificación y consiste en separar el lodo del licor antes de la disposición final del efluente. La fracción sedimentable en el tanque de sedimentación es retornada al reactor principal en una cuarta etapa de recirculación y el exceso de sólidos producidos es retirado del sistema en una quinta etapa de disposición.

Para mantener las condiciones aeróbicas dentro del reactor, se utiliza un rotor, el cual aparte de oxigenar el licor mixto tiene excelente capacidad de propulsión de la masa líquida. El rotor es un aerador superficial mecánico de alta eficiencia y de funcionamiento horizontal.

b. Componentes del Proceso

Normalmente no se emplea tanque de sedimentación primaria en este proceso. El desagüe crudo pasa primero a través de una cámara de rejillas y dependiendo del contenido de arena presente en el agua residual es desarenado. El enrejado es necesario para la protección del equipo mecánico, tales como rotores o bombas y el desarenador es para evitar la disminución del volumen útil del reactor.

La zanja de oxidación está conformada por el comportamiento de aereación (reactor) en donde el agua

residual se mezcla con los organismos activos presentes en ella (SSVLM).

El rotor es el instrumento de aeración que introduce el oxígeno necesario en el líquido a tratar y mantiene el contenido de la zanja perfectamente mezclado y en movimiento. La velocidad del líquido en la zanja se debe mantener 30 cm/seg. para prevenir la sedimentación de los sólidos.

El líquido mezclado de las zanjas fluye al clarificador para la separación de los sólidos sedimentables. El líquido clarificado pasa por sobre el vertedero y se descarga directamente al curso receptor.

El lodo sedimentado es removido del fondo del clarificador y retornado al reactor. El aumento total de sólidos suspendidos volátiles aumenta, por lo que periódicamente es necesario remover parte del lodo del proceso. Esta remoción disminuye la concentración de lodos excedentes y mantiene el metabolismo más activo.

El exceso de lodo puede secarse directamente en lechos de secado o dispuestos directamente sobre suelos agrícolas.

c. Características Principales

Las características fundamentales que han hecho que este método de tratamiento sea aceptado, son:

- Simplicidad
- Facilidad de operación
- Facilidad de mantenimiento
- Bajo costo de operación
- Flexibilidad de operación
- Costo inicial reducido

- Simplicidad

Como se expuso anteriormente, no se requiere ni tratamiento previo ni digestión anaeróbica, componentes que introducen complicaciones en el mantenimiento y operación de una planta.

- Facilidad de operación

La alta concentración de sólidos en la zanja usualmente entre 4,000 y 8,000 mg/l, hace posible que la planta sea capaz de soportar sobrecargas sin que se altere la operación de la misma. Las bajas temperaturas no producen efectos considerables en la eficiencia de la planta debido a la gran colonia microbiana desarrollada en la zanja. Los factores enunciados y la simplicidad de estructura y de equipo reducen la necesidad de una supervisión altamente técnica.

- Facilidad de mantenimiento

El mantenimiento de este tipo de plantas es sencillo debido a la simplicidad del equipo que se utiliza. El fácil acceso a las instalaciones del rotor y del equipo de bombeo permiten hacer un mantenimiento más completo.

- Bajo costo de operación

Los costos de operación son bajos debido a las pocas horas-hombre requeridas. Los requerimientos de energía en la mayoría de los casos consisten del motor del rotor y de los motores de las bombas que circulan el lodo sedimentado en el clarificador a la zanja.

- Flexibilidad de la operación

Estos es posible mediante la variación del volumen de lodo recirculado y también mediante la variación de la tasa de O_2 suministrado por los rotores. Se puede conseguir un gran cambio en el O_2 suministrado sin variar la velocidad del rotor, aumentando la inmersión del mismo. Por ejemplo: a 100 rpm, el volumen de O_2 suministrada por hora y por metro de rotor varía de 2,600 gr. a 8 cm de inmersión a 8,000 gr a 30 cm. de inmersión. En consecuencia, se puede evitar el uso de equipos de velocidad variable de alto costo y bajo rendimiento.

- Costo inicial reducido

La razón más importante para el bajo costo inicial es el tanque de aeración, que consiste de una zanja excavada de 0.90 mt. a 1.50 mt. de profundidad, en vez de un tanque de estructura de concreto reforzado. Bajo condiciones normales, el costo de construcción de este tipo de plantas es mas bajo de lo que cuesta cualquier otro tipo de tratamiento convencional que produzca un afluente equivalente al de la zanja de oxidación y el área requerida no es mucho mayor que la utilizada por una planta de tratamiento convencional.

El proceso de zanja de oxidación se diseña para mantener una concentración de sólidos suspendidos volátiles en licor mixto entre 4,000 a 8,000 mg./l. Esto provee una gran cantidad de microorganismos en el sistema. La relación de materia orgánica a organismos vivos o factor de carga es relativamente bajo 30 a 100 gr. DBO/Kg SSVLM. Esto le permite al sistema absorber grandes sobrecargas sin necesidad de que se produzcan dificultades en la operación del sistema de tratamiento. También debido a la baja relación de materia orgánica a organismos vivos, el nuevo crecimiento de lodos volátiles por

respiración endógena es relativamente bajo. Los lodos volátiles son menos activos y tienen bajos valores de DBO.

d. Criterios de Diseño de Zanjas de Oxidación

- Volumen

Pasveer en Holanda y Muskat en Alemania establecieron los primeros criterios de dimensionamiento de las zanjas de oxidación, fijando en tres días el período de aeración.

Observaciones posteriores llevaron a Baars, también en Holanda, a sustituir el criterio de período de aeración por uno más general. Ese autor estableció una tasa volumétrica de aplicación de 54 gramos de DBO₅ por día, por 300 litros de capacidad de la zanja, o sea, de 180 gr DBO₅/día-m³.

Este valor corresponde a las condiciones medias de las aguas negras de pequeñas comunidades holandesas, es decir, un habitante produce en promedio 54 gramos de DBO₅, y consume en este período 100 litros de agua. Para tres días de aeración, la tasa de Baars es equivalente al criterio de Pasveer. Este coeficiente de Baars es adoptado en el momento actual prácticamente en todas las instalaciones para el tratamiento de aguas residuales domésticas.

La tasa de 180 gr DBO₅/día-m³ de capacidad de la zanja, cuando se aplica a desechos industriales muy concentrados, resulta en unidades desmesuradamente grandes, evidenciadas por los extensos períodos de aeración que ahí tendría origen. Para estos casos, el criterio de dimensionamiento es el de factor de carga (Kg DBO/Kg. SSVLM).

En la práctica los SSVLM están limitados por el índice de MOHLMANN, o índice de lodo sedimentado durante 30 minutos y

que contiene exactamente un gramo de residuo seco. Este índice se expresa en ml/g y es empleado en la práctica para evaluar la sedimentación del lodo en el sedimentador final. Ver Cuadro N° 14

CARACTERISTICAS DE SEDIMENTABILIDAD DEL LODO EN FUNCION DEL INDICE VOLUMETRICO DE LODOS

INDICE DE LODO (ml/gr)	SEDIMENTABILIDAD	OBSERVACIONES
Menos de 50	Perfecta	Efluente sin turbiedad
50 - 100	Muy buena	Efluente bueno
100 - 200	Pasable	Peligro de intumescencia y pérdida de lodo
200 - 400	Mala	Lodo "enfermo"
Más de 400	Prácticamente imposible	Pérdida total del lodo

CUADRO N° 14

En las zanjas de oxidación es frecuente el índice de lodo de 70 ml/g o menos, indicativo de muy buena sedimentabilidad. Por otro lado, el contenido de sólidos suspendidos volátiles es considerablemente más elevado que en los procesos convencionales de lodos activados. Este valor oscila entre 4 y 8 gramos por litro, lo que en términos de 70 ml/g, significa un contenido de 280 a 560 ml de lodo por litro de líquido de la zanja. Se puede también comprender que el tenor de lodo (SSVLM) con índice de 70 ml por gramo no podrá sobrepasar los 14.3 g/l, pues esto significaría que el sedimentador estaría lleno de un líquido de composición uniforme, igual al de la zanja. Esto quiere decir que el lodo se recircularía por la zanja tendría la misma concentración que el contenida de aquella y que el efluente también tendría una composición igual. Es decir, que no hay posibilidad de aumentar la cantidad de sólidos en la zanja y la máxima tasa volumétrica de aplicación sería de:

$$14.3 \times 1000 \times 0.050 = 715 \text{ g DBO}_5/\text{m}^3$$

en lugar de los 180 g/m³ de Baars.

Pero si el índice de lodo fuera de 100 ml/g, el máximo tenor de sólidos posible sería de 10 g/l, y la máxima tasa de aplicación, de 500 g de DBO_5 por m^3 .

En la práctica se adopta la concentración de 4 g/l de SSVLM, lo que, con la tasa de 50 g de DBO_5/Kg de SSVLM, resulta en 200 g DBO_5/m^3 de capacidad de la zanja valor éste prácticamente coincidiendo con el parámetro de Baars, de 180 g DBO_5/m^3 .

Así se ve que es importante tener perfecto conocimiento del índice de lodo para poder dimensionar correctamente una zanja. Este dato se obtiene fácilmente en un laboratorio de investigaciones. Cuando esto no sea viable, la tasa de Baars puede ser aplicada.

En resumen, el dato fundamental, que es el volumen de la zanja, puede ser determinado por uno de los tres criterios siguientes:

- a) El período de aceleración, según Pasveer.
- b) La tasa de aplicación, según Baars.
- c) El máximo tenor de lodo por el índice de Mohlmann.

Una vez fijado el volumen, quedan para ser determinados, el largo, la sección transversal, la forma, el número de unidades y el largo del rotor de aeración.

- Sección transversal

La velocidad del agua en la zanja generalmente es fijada entre 0.25 y 0.30 m/s, para los suelos arenosos y un poco más para los suelos arcillosos. Las velocidades en exceso de 0.30 m/s, además de no producir beneficios adicionales, ocasionan un consumo inútil de energía eléctrica.

Para que se obtenga una velocidad de 0.25 m/s, es suficiente que se instale un metro de rotor por cada 200 m³ (150 a 200) de volumen de zanja.

Con esto se puede determinar el ancho mínimo que tendrá la zanja. Ordinariamente, no se emplean zanjas con más de 5 m. de ancho. En estos casos es preferible emplear dos o más rotores de aeración dispuestos en tal distancia unos de los otros que la eficiencia de cada uno de ellos se vea perjudicada.

La altura de agua en las zanjas está comprendida entre 0.8 y 1.5 m. El valor frecuente es de un metro.

La sección transversal más común es un trapecio, pues así los taludes pueden ser conservados sin pavimentación, o sea puede ser ejecutada económicamente por medio de placas de concreto o de ladrillos comunes.

Cuando sea necesario economizar espacio, los taludes pueden ser sustituidos por paredes verticales de mampostería o de hormigón. En este caso, evidentemente, la sección transversal queda rectangular. Son comunes las secciones transversales de 3 a 5 m².

- Largo

Una vez que se tenga determinado el volumen y la sección transversal, el largo se obtiene por el cociente entre los dos valores. Es conveniente no olvidarse que esta medida es tomada a lo largo del eje longitudinal desarrollado de la faja líquida.

- Número

El caso más frecuente es el de instalaciones con una sola zanja. Sin embargo, puede haber conveniencia en la subdivisión de dos unidades, para la operación en paralelo o alternado, así como también cuando el área disponible no permita la construcción de una zanja muy larga.

- Forma de la zanja

Para comunidades muy pequeñas (hasta de 1000 habitantes) se usa una zanja simple que deberá funcionar alternativamente como aerador y clarificador. Este sistema es llamado intermitente.

Si se usa una estructura auxiliar especialmente para la sedimentación, será posible una operación casi continua. En el caso de dos zanjas auxiliares es siempre posible la operación continua. Se puede observar que en una zanja en la cual la aeración tiene lugar en 24 horas y combinada con una zanja para la sedimentación se obtendrá una operación continua. Pero para obtener este sistema, es necesario construcciones costosas de concreto, así que para optar en favor de esta solución los argumentos deben ser determinantes.

Algunas veces se construye zanjas gemelas con funcionamiento alternado en forma de sedimentador y estanque de aeración, ambas zanjas están conectadas y tienen un rotor y dispositivos de salida, circulando el agua impulsada por los rotores a 25-30 cm/seg.

La zanja principal tiene una capacidad de $\frac{2}{3}$ del total y cada zanja auxiliar de $\frac{1}{6}$.

Se ha probado en diversas instalaciones que es posible en suelo arcilloso o arenoso, utilizar zanjas de tierra sin recubrimiento alguno. Donde el suelo es débil, se puede cubrir la zanja con placas de concreto o piedras lisas.

e. Dispositivos**- Estructuras de entrada y salida**

A la entrada de la zanja de oxidación los taludes tienen que contar con un revestimiento de concreto para evitar la erosión.

Siempre es recomendable la instalación de una cámara de rejas precedida de un medidor de caudal en la entrada. Este medidor puede ser un vertedero "Parshall" u otro tipo.

En el caso de dos zanjas paralelas (zanjas gemelas) se emplea una caja distribuidor, con la cual se puede hacer que el efluente vaya para cualquiera de las zanjas y en las proporciones deseadas.

Estos dispositivos son construidos de diferentes formas y los proyectistas pueden emplear su genio inventivo para desarrollar nuevos modelos.

Para la salida pueden ser considerados dos casos:

- a) efluentes de la zanja transferidos a un sedimentador final
- b) no empleo de sedimentador

- Dispositivos de aeración y agitación

En las zanjas de oxidación, como ya fue dicho, el líquido es impulsado por un rotor de paletas que tiene una doble función: mantener la velocidad suficiente como para impedir la sedimentación de los flóculos suspendidos y la introducción de oxígeno atmosférico en la fase líquida.

El rotor de aeración más frecuentemente empleado consiste en una estructura de doce barras horizontales de acero, dispuestas como las generatrices de un cilindro, sobre las cuales se encuentran fijadas paletas de 5 cm. de ancho y guardando 5 cm. de espacio libre entre ellas. Las paletas se

pueden sumergir hasta unos 15 cm. en el agua y está sumergencia es ajustable por medio de dispositivos en la salida de la zanja. Este equipo es conocido por "rotor de jaula".

El diámetro del rotor es casi siempre igual a 70 cm y la velocidad de rotación es de aproximadamente 100 rpm. La velocidad periférica no se aparta mucho de los 2.50 m/s.

Investigaciones hechas en Holanda demostraron que el "rotor de jaula" es el más eficiente.

Un rotor de jaula, con 70 cm de diámetro y 90 rpm, presenta las siguientes eficiencias de oxigenación y potencia requerida de energía eléctrica:

IMERSION (cm)	EFICIENCIA (Kg O ₂ /m hora)	POTENCIA REQUERIDA (kw/m de rotor)
8	2.4	0.8
16	4.4	1.7
24	6.2	2.6

CUADRO Nº 15

Estos valores pueden ser empleados en el dimensionamiento de los rotores, una vez conocida la cantidad de oxígeno necesario para la satisfacción de la demanda bioquímica de oxígeno, DBO.

La cantidad requerida de oxígeno para estabilizar la materia orgánica no es igual a la carga de DBO₅. Debido a la demanda ejercida por el lodo formado, que también es estabilizado aerobiamente y se considera que los requerimientos de oxígeno pueden ser el doble o el triple de la carga de DBO₅. Una ecuación empírica comúnmente empleada en la determinación de los requerimientos de oxígeno es:

R	=	$B * 0.024 * M * V * \tau_{20} * \theta^{(T-20)}$
R	=	Requerimientos de oxígeno Kg O ₂ /día
B	=	Substrato removido Kg/DBO/día
R	=	Oxígeno requerido Kg/día
M	=	SSVLM - Kg/m ³
V	=	Volumen del reactor - m ³
τ_{20}	=	Tasa de respiración endógena 20°C mg O ₂ /g SSVLM - horas (3.9).
θ	=	Coficiente de temperatura (1.07)

Determinado los requerimientos la sumersión de las paletas, se obtiene el largo del rotor. Es conveniente determinar esta medida antes de seleccionar la sección transversal de la zanja para que el equipo alcance en el espacio disponible.

- Sedimentación

Como se ha expuesto anteriormente la separación del flóculo y del líquido purificado se puede realizar en:

- La misma zanja
- fuera de la zanja en un tanque sedimentador.

En el primer caso, el proceso se realiza en la siguiente forma: se interrumpe la operación del rotor, con lo cual la circulación del líquido se detiene y el flóculo se sedimenta: después de un período corto, de pocos minutos, entra en funcionamiento un vertedero de altura variable, el cual al bajar permite la descarga del líquido clarificado a un pozo colector desde el cual es dispuesto al curso receptor. El lodo es drenado periódicamente por medio de una trampa en el piso, con el objeto de mantener la concentración de sólidos en suspensión en 4,000 mg/l.

Otra posibilidad es la de colocar en el interior de la zanja una cámara de sedimentación, larga y angosta, dispuesta paralelamente a la dirección del flujo, teniendo forma

semejante a las cámaras de sedimentación de los tanques Imhoff y adicionalmente una tolva de fondo para la concentración de sólidos.

Estas cámaras de sedimentación no son muy eficientes bajo el punto de vista de la transparencia del efluente final, pues siempre hay sólidos suspendidos que no son retenidos y que comunican alguna turbiedad al desecho tratado. Cuando es deseada una gran transparencia del efluente debe ser empleado un sedimentador final separado.

En el segundo caso, el licor mezclado de la zanja, pasa a un tanque de sedimentación, donde los sólidos se sedimentan y el líquido clarificado es dispuesto al curso receptor. Los lodos son recirculados a la zanja y su exceso dispuesto hacia los lechos de secado.

El tanque sedimentador es dimensionado en base a la carga hidráulica, usando el caudal promedio diario. La carga superficial no debe ser mayor de $24 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ día}$ y el tiempo de retención no mayor de 3 horas. Deben evitarse largos períodos de retención con el objeto de prevenir los problemas producidos por la desnitrificación que afectan la calidad del efluente.

- Recirculación de lodos

El lodo sedimentado en el clarificador es recirculado a la zanja de oxidación. En pequeñas plantas, donde los volúmenes de lodo a recircular son bajos, se usan generalmente elevadores de tornillos, y bombas centrífugas cuando los volúmenes son grandes. La capacidad de las bombas debe ser tal que puedan recircular por lo menos el 100% del caudal de diseño de la planta o el 50% del caudal máximo horario.

- Disposición de los lodos

En las zanjas de oxidación los lodos son estabilizados aerobiamente en conjunto con la fase líquida. Pero los sólidos son más lentamente metabolizados por los microorganismos porque son en gran parte organismos vivos, que tendrán que pasar primero por la fases de "lisis" (descripción de lisis Ver página 105). Así que es necesario conservar el lodo por más tiempo en la zanja, siendo comunes períodos de 20, 30 o más días, lo que resulta en un aumento del tenor de sólidos en el líquido. En los lodos activados convencionales, por lo general no se pasa de 1 gramo de residuo seco por litro, en las zanjas se tiene entre 4 y 8 gramos por litro. Este mayor tenor de sólidos corresponde a una mayor permanencia en la zanja, es decir, mayor edad del lodo.

De esta manera cuanto mayor es la edad del lodo, mayor es su estabilidad. Quiere esto decir que el lodo no se descompone más después de salir de la zanja o del sedimentador porque se encuentra en un estado avanzado de mineralización.

Cuando el tenor de sólidos alcanza el máximo permisible, parte del lodo es removido y puede ser desecado en lechos permeables, con fondos de arena, sin causar problemas de olor, moscas o roedores. El lodo seca con facilidad. El área necesaria para los lechos de secado es de aproximadamente 0.05 m² por persona.

Hay muchas instalaciones en las cuales no se hace la separación de los sólidos del líquido y el lodo es descartado conjuntamente con el efluente bajo la forma de turbiedad. La DBO de los sólidos es aproximadamente la misma del efluente, así que esta forma de disposición es más una cuestión estética que sanitaria.

La cantidad de lodos que resulta de una carga de 54 gr de DBO por día se estima en 25 a 30 gr de sólidos secos.

f. Resultados

En las zanjas de oxidación, la eliminación de materia orgánica, va más allá que en el caso de una planta convencional de lodos activados, pues mientras en estos la reducción de la DBO es del 92 al 95%, en el caso de las zanjas de oxidación, la reducción de la DBO es del 95 al 98%. Este alto grado de purificación puede obtenerse, debido a que en la zanja existe mayor número de agentes purificantes (flóculo bacteriano) mayor tiempo en contacto entre las aguas servidas y dichos agentes y mayor cantidad de oxígeno disponible para el proceso. El oxígeno disuelto en el efluente es mayor de 1.5 mg/l.

g. Consumo de Energía

El consumo de energía es de 18 Kwh/persona/año, o también 18 Kwh/año/54 gr de carga de DBO. Esto equivale a 2.4 lib. de DBO aplicado (removido) por Kwh.

h. Operación y mantenimiento de zanjas de oxidación. Costos

- Problemas de funcionamiento: producción de gases, olores, moscas, infiltración

Los problemas encontrados en el funcionamiento de las zanjas de oxidación son mínimos, y no causan inconvenientes ambientales.

La descomposición aeróbica de la materia orgánica origina productos sólidos y gaseosos altamente estabilizados en el medio oxidante del líquido. Los gases formados son de composición análoga a la de aquellos que se desarrollan en los tanques de lodos activados y se componen principalmente de gas carbónico proveniente de la oxidación de la materia

carbonácea. Son encontrados también tenores más bajos de metano. Estos gases son inodoros y por tanto no molestan a nadie.

Cuando las aguas negras llegan sépticas a la planta de tratamiento, pueden haber un desarrollo ligero de olores, pero en general la relación de dilución es muy grande y el mal olor queda imperceptible en estas proporciones. El efluente es siempre inodoro, y las personas que caminan en las proximidades de la zanja no detectan olores de especie alguna.

En cuanto a la proliferación de moscas, el problema puede ser considerado inexistente en el caso de las zanjas. El movimiento relativamente fuerte del líquido y la inexistencia de zonas tranquilas, no permiten la postura de huevos por los insectos, ni tampoco el desarrollo de larvas. El problema tan frecuente en los filtros percoladores; la mosca "psychoda", no existe en las zanjas. El secado de los lodos tampoco presenta este inconveniente debido a su avanzada mineralización.

La infiltración no tiene en las zanjas la importancia que tiene en las lagunas de estabilización. Pasveer cita mediciones de diferencias de caudal del afluente y del efluente en una zanja construida en suelo de arena, sin impermeabilización, en Voorschoten, Holanda, donde se verificó la pérdida por infiltración de 10 mm en 16 horas, o sea, de 15 mm en 24 horas. En suelos arcillosos este valor es aún más pequeño. Así que la infiltración puede ser despreciada.

- Problemas de operación

Las zanjas pueden funcionar con dos tipos de operación: continua y discontinua.

La operación continua, es más simple, pero requiere un dispositivo de sedimentación - una cámara interna o un sedimentador externo - que es suprimido en la operación intermitente.

La cámara de sedimentación en el interior de la zanja no es tan eficiente como un sedimentador, dando un efluente de aspecto pobre, de elevada turbiedad.

Los sedimentadores separados, en general, son dimensionados para un período de detención de 3 a 4 horas, y de ellos sale un efluente transparente y claro. Como equipo obligatorio se debe tener un dispositivo de bombeo de lodo ya sea de regreso a la zanja, o para enviarlo a los lechos de secado.

La operación intermitente elimina la necesidad de dispositivos de sedimentación y de recirculación de lodos, pero presenta una complejidad más grande. En Holanda se acostumbra comandar la operación por dispositivos automáticos para la parada y arranque del rotor.

Cuando se interrumpe el funcionamiento del rotor por unos 30 minutos, la velocidad del líquido y los sólidos sedimentables se asientan en el fondo, dejando en la parte superior un líquido transparente, libre de flóculos suspendidos. Esta capa superior es descargada a través de un sifón, en consecuencia el nivel del líquido baja hasta un determinado valor, hasta que el sifón pierde su carga. En este momento se pone a funcionar el rotor. A medida que el afluente llega a la zanja, el nivel se eleva hasta el máximo, cuando se reinicia el ciclo.

El mantenimiento del equipo automático eléctrico no es muy simple; se requiere un técnico especializado. La operación

manual, por otro lado, requiere un grupo de operadores adiestrados.

El funcionamiento del rotor no debe ser interrumpido por muchas horas, por cuanto pueden ocurrir fenómenos de anaerobiosis, acompañados de evolución de olores desagradables.

- Costos

La construcción, la operación y el mantenimiento de las zanjas de oxidación representa una fracción de los costos de una planta convencional de lodos activados, produciendo un efluente habitualmente de mejor calidad.

El costo de construcción de la zanja es más bajo que el de aquellas plantas convencionales, lo mismo en las condiciones más desfavorables de terreno, suelo y nivel de la red de alcantarillados.

La operación y el control son muy sencillos. En la operación continua el rotor queda funcionando las 24 horas del día, y basta una inspección rápida de las partes móviles. Ocasionalmente se hace la lubricación de las chumaceras.

Una investigación hecha en pequeñas instalaciones de este tipo reveló la ocupación de un hombre durante períodos variables de 4 hasta 20 horas por semana. La impresión general de los expertos en zanjas es de que basta la atención de un operario durante no más de 1 ó 2 horas diarias.

NOTA: información extraída del seminario internacional de tratamiento de aguas residuales y su impacto ambiental organizado del 19 al 23 de abril de 1993.

6.1.2.- FILTRO PERCOLADOR

a. Introducción

El filtro percolador es un proceso biológico del tipo de biomasa adherida o de crecimiento biológico fijo. El primer filtro percolador se puso en funcionamiento en Inglaterra en 1893.

En el filtro percolador, el agua se rocea sobre las piedras y se permite que fluya a través del lecho. El medio filtrante generalmente es roca triturada, escoria de altos hornos o material sintético.

El filtro percolador consiste en un lecho, sumamente permeable al que se adhieren los microorganismos y a través del cual se filtra el agua.

a. Mecanismos de asimilación biológica

El agua residual escurre sobre el medio filtrante en donde la materia orgánica biodegradable entra en contacto con la película de crecimiento biológico que se desarrolla sobre él. La materia orgánica es degradada por la población de microorganismos adherida al medio.

Dicha materia orgánica es absorbida por la película biológica en cuyas capas externas prevalecen condiciones aerobias. Conforme los microorganismos van desarrollándose, el grosor de la capa se incrementa y el oxígeno es consumido antes de que pueda satisfacer la demanda exigida por todo el espesor de la película. De esta manera, se establece un ambiente anaerobio en las proximidades de la superficie del material soporte.

La transferencia de oxígeno del aire a las aguas residuales o a la película biológica es función del déficit de oxígeno en el lugar donde se produce la transferencia.

De igual manera, conforme se incrementa el espesor de la película biológica, la materia orgánica es metabolizada antes de que pueda llegar a los microorganismos situados cerca de la superficie del medio filtrante.

Además de la acción de asimilación biológica, existe una acción física de absorción de la materia orgánica - mayormente coloidal - en el zooglea que crece en la superficie del material filtrante.

Las condiciones anóxicas y la escasez de una fuente externa de carbón celular, conduce a que los microorganismos entren a una fase endógena de crecimiento y comienzan a perder su capacidad de adherencia a la superficie del medio. En estas condiciones, el líquido a través de su paso por el material filtrante arrasa la película y se inicia el crecimiento de otra nueva.

El fenómeno de la pérdida y velocidad de desarrollo de la película biológica es fundamentalmente función de la carga hidráulica y orgánica del filtro. La carga hidráulica origina velocidades de arrastre que ayuda al desprendimiento de la película biológica y la carga orgánica influye en la velocidad de metabolismo en la película biológica.

c. Tipos de microorganismos

En el filtro percolador la mayoría de los microorganismos activos se adhieren al medio filtrante y no salen del reactor como sucede en el proceso de lodos activados.

La comunidad biológica presente en un filtro se compone principalmente de protistas (unicelulares), incluyendo bacterias facultativas, aerobias y anaerobias, hongos, algas y protozoos. Suelen encontrarse algunos animales superiores como gusanos, larvas de insectos y caracoles.

Las bacterias facultativas son los microorganismos predominantes en el filtro percolador y conjuntamente con las bacterias aerobias y anaerobias su misión es descomponer la materia orgánica del agua residual. Los hongos son también importantes en la estabilización de agua residual a bajos valores de pH o con ciertos tipos de agua residuales industriales. Las algas no toman parte en la estabilización del agua residual, pero durante las horas del día contribuyen con oxígeno, pero desde el punto de vista operacional pueden ser perjudiciales cuando el crecimiento es significativo produciendo el taponamiento del filtro.

Los protozoos que normalmente se encuentran en el filtro son del tipo ciliata. Al igual que en el proceso de lodos activados, su función no estabilizar el agua residual, sino el de controlar la población bacteriana. Los animales superiores como caracoles, gusanos e insectos se alimentan de las capas biológicas del filtro y colaboran a mantener la población bacteriana en estado de crecimiento o de rápida utilización del substrato.

La comunidad biológica esta sujeta a variaciones en toda la profundidad del filtro en función de los cambios que se produzcan en la carga orgánica, carga hidráulica. Composición del agua residual afluyente, pH, temperatura, disponibilidad de aire, etc.

Al igual que en el caso de lodos activados, la instalación de un sedimentador es necesario, ya que se necesita eliminar

los sólidos sedimentables desprendidos durante los períodos de descarga en los filtros de baja carga así como de las menores cantidades de sólidos suspendidos desprendidos continuamente en los filtros de alta carga. De esta manera, en filtros de baja carga, la película biológica alcanza mayores espesores que en los filtros de alta tasa.

Si se emplea recirculación una parte de los sólidos sedimentados podría reciclarse y el resto desecharse, pero la recirculación de los sólidos biológicos no es tan importante como en el caso de lodos activados. El objetivo de la recirculación es la dilución del agua residual y hacer que el efluente del filtro se ponga en contacto con la población biológica para su tratamiento adicional.

d. Conceptos de diseño

El medio filtrante consiste generalmente de piedras que oscilan entre 2.5 a 10 cm. de diámetro. La profundidad del lecho filtrante varía entre 0.9 a 2.4 metros con una media de 1.8 metros. En la actualidad se emplean filtros percoladores con material plástico y con profundidades de 9 a 12 metros.

El lecho del filtro generalmente es circular y el residuo líquido se distribuye encima del lecho mediante un distribuidor giratorio (molinete hidráulica). Cada filtro posee un sistema de desagüe inferior para recolectar el líquido tratado y los sólidos biológicos que se hayan separado del medio filtrante.

El tratamiento de agua residual en el filtro biológico se realiza en tres etapas: distribución, tratamiento y recolección.

- Clasificación de filtros biológicos

Los filtros biológicos se clasifican según su carga hidráulica u orgánica en filtros de alta o baja tasa. Ver cuadro N°16

CRITERIOS DE DIMENSIONAMIENTO DE FILTROS PERCOLADORES

FACTOR	BAJA CARGA	ALTA CARGA	
		ROCA	SINTETICO
Carga hidráulica (m ³ /día)	1.1 - 4.5	11 - 45	80 - 100
Carga orgánica (kg DBO/m ³ -día)	0.1 - 0.4	0.4 - 1.8	0.5 - 3.0
Profundidad	1.0 - 3.0	1.0 - 2.5	3.0 - 12
Porosidad	0.45 - 0.55	0.45 - 0.55	0.90 - 0.97
Recirculación	ninguna	1 - 4	1 - 4
Desprendimiento del zooglea	intermitente	continuo	continuo
Nitrificación	si	a baja carga	no
Moscas en el filtro	muchas	pocas	pocas

CUADRO N°16

El filtro de baja carga es un dispositivo relativamente sencillo y de funcionamiento confiable que produce efluentes de calidad estable. En el efluente predomina población bacteriana nitrificante motivo por el cual es pobre en amoníaco y rico en nitritos y nitratos.

El inconveniente de los filtros de baja carga es el olor cuando el agua residual es séptica o el clima cálido. Además las moscas (psycoda) tienden a crecer en ellos.

En filtros de alta carga, la recirculación del efluente final permite la aplicación de mayores cargas orgánicas obteniéndose mejor eficiencia en el tratamiento. La

recirculación evita la obstrucción del filtro y reduce los problemas derivados del olor y las moscas.

Ecuaciones de diseño

Dadas las características inestables de la película biológica y las imprevisibles variaciones hidráulicas, la carga orgánica y la eficiencia remocional de DBO. Al efecto existen varias ecuaciones: Velz; Eckenfelder, Galler y Gotaas, Fairall, Rankin y the National Research Council (NRC). Las más conocidas son las de Velz y del NRC.

- Ecuación de Velz:

$$\frac{L_D}{L} = e^{(-k D)}$$

siendo:

- L = DBO_L aplicada eliminable. No por encima de 0.90 L₀, siendo L₀ la DBO aplicada.
- L_D = fracción de la DBO_L que permanece a profundidad D.
- K = tasa de eliminación
 0.175 filtros de baja carga
 0.15 filtros de alta carga
- D = profundidad en metros

Cuando se use recirculación, la DBO aplicada se calcula mediante la ecuación:

$$L_a = \frac{L_0 + R * L_e}{1 + R}$$

Donde:

- L_a = DBOL aplicada tras dilución por recirculación.
 L_o = DBOL del agua residual sin tratar
 L_e = DBOL del efluente
 R = relación de recirculación Q_r/Q

Ecuación de Eckenfelder. - amplió el coeficiente de Velz para incluir cierto número de factores y entre ellos el área de la superficie específica y el tiempo de contacto.

$$K = K' \left[\frac{A_s}{(1+R)Q} \right]^n [A_v \cdot D]^m = K' A_v D^m / Q'^n$$

Siendo:

- K' = constante de remoción
 A_s = área superficial del filtro m^2
 A_v = área superficial específica del medio filtrante m^2/m^3
 n, m = constantes empíricas
 Q' = carga hidráulica m^3/m^2 -día

Ecuación del NRC. - Esta ecuación es empírica y fue desarrollado en base a los registros de funcionamiento de plantas en estaciones militares.

$$E_1 = \frac{1}{1 + 0.433 \cdot \sqrt{W/(V \cdot F)}}$$

Siendo:

- E_1 = eficiencia de la eliminación de DBO, incluye recirculación y sedimentación
 W = carga de DBO al filtro en Kg/día

V = volumen del medio filtrante
 F = factor de recirculación

El factor de recirculación se calcula mediante la ecuación:

$$F = \frac{1 + R}{1 + \frac{0.433 * \sqrt{(W' / (V * F))}}{1 - E_1}}$$

Para un litro de segunda etapa la ecuación será:

$$E_2 = \frac{1}{1 + \frac{0.433 * \sqrt{(W' / (V * F))}}{1 + E_1}}$$

W' = carga de DBO al filtro de segunda fase Kg/día.

- Factores para el diseño de las instalaciones

Los factores a considerar en el diseño de los filtros percoladores son:

- sistemas de distribución
- tipo del medio filtrante
- configuración del sistema de drenaje
- ventilación
- sedimentación

a.- Sistema de distribución.- El distribuidor rotativo para la filtración ha llegado a ser el elemento estándar del proceso de tratamiento por su confiabilidad y facilidad de mantenimiento. Consiste en dos o más brazos montados sobre un

pivote en el centro del filtro y que gira en un plano horizontal. Los brazos están dotados de boquillas por la que se descarga el agua residual sobre el lecho filtrante. Normalmente el brazo es accionado por reacción dinámica del agua o por un motor eléctrico. La velocidad de rotación varía con el caudal, pero debe dar una rotación cada 10 minutos.

El espacio entre las boquillas y el lecho de piedra debe ser del orden de 15 a 25 cm. Esto permitirá que el agua residual se pueda esparcir y cubrir el lecho de manera uniforme. A su vez el espaciamiento entre boquillas es irregular, estando más cercanos en la periferie que en el centro con el fin de que la tasa de aplicación sea uniforme en toda la superficie del lecho. La pérdida de carga del distribuidor suele ser de 0.6 a 1.5 metros y se fabrican hasta de 60 metros de diámetro.

En muchas instalaciones se emplea recirculación por bombeo en las horas de mínimo caudal a fin de asegurar un caudal mínimo suficiente para hacer girar el molinete hidráulico.

b.- Medio filtrante.- El medio filtrante ideal es aquel que posea elevada área superficial por unidad de volumen, que sea económico y duradero. El material suele ser la grava triturada de 2.5 a 10 cm. La roca volcánica es sumamente adecuada para este fin. También se emplean escorias, antracita o ceniza. Material de menos de 2.5 cm, facilita la obstrucción del filtro y material de más de 7.5 cm evitan el problema de obstrucción pero sin embargo tiene un área superficial relativamente pequeña y no pueden soportar una población microbiana muy alta.

Una característica importante del medio filtrante es su durabilidad y resistencia. Recientemente se han empleado medios sintéticos que consisten en láminas plásticas

entrelazadas semejantes al de un panal de miel. Esta distribución produce medios sumamente porosos y difíciles de obstruir.

c.- Drenaje inferior.- El sistema de drenaje recolecta el agua residual filtrada conjuntamente con los sólidos descargados del medio filtrante y los lleva a un conducto que se prolonga hasta el tanque de sedimentación final. El sistema se compone de la solera del canal de recolección y de los drenes inferiores. Los drenes inferiores están constituidos por bloques de arcilla vitrificada con ranuras en la parte superior para admitir el ingreso del agua residual y soportar el medio filtrante. Los drenes se colocan sobre la solera del filtro que tienen una pendiente del 1 al 2 por ciento hacia el canal colector. Los drenes suelen estar abiertos hacia el extremo para inspeccionar la presencia de obstrucciones. Los drenes inferiores también tienen la función de ventilar el filtro.

e.- Ventilación.- La ventilación normal tiene lugar por gravedad como consecuencia de la diferencia de temperatura entre el agua residual y el aire del ambiente. El cambio de temperatura del aire dentro del filtro causa el cambio de densidad y de esta manera se establece una corriente de convección. De esta manera, el flujo de aire es descendente si la temperatura del aire es mayor que la del agua residual y en tiempo de frío será ascendente.

Las consideraciones a tener en cuenta son:

- Los drenes inferiores deben diseñarse para que trabajen a media sección.
- en ambos extremos del canal central de recolección se deben instalar registros de ventilación.
- las ranuras de la parte superior de los bloques de

los drenes inferiores no será inferior al 15 por ciento del área del filtro.

Adicionalmente, el filtro se diseñará de modo tal que pueda inundarse con agua residual y a continuación descargarse sin que se produzca rebosamiento. La inundación es un medio eficaz para lavar el filtro, corregir estancamientos y controlar las larvas de moscas.

e.-Sedimentación.- El tanque de sedimentación situado a continuación de los filtros de percolación tiene por objetivo remover el material sedimentable y la producción de un efluente clarificado. Difieren en los sedimentadores de lodos activados en razón de que no existe recirculación de lodos. Todo el lodo extraído de los sedimentadores es enviado a las instalaciones de tratamiento de lodos. El diseño es similar al de sedimentación primaria con la excepción de que la carga superficial se basa en el caudal de la planta mas el de recirculación. La carga no debe exceder de $48 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{-día}$.

6.1.3.- PROCESO DE LODOS ACTIVADOS

El proceso de lodos activados es una técnica de tratamiento por el cual el agua residual y el lodo biológico (microorganismos) son mezclados y aerados en un tanque denominado aereador, posteriormente se separan los lodos o sólidos biológicos en un tanque de sedimentación y recirculados al tanque de aereación para mantener una cantidad constante de sólidos suspendidos.

En el proceso de los lodos activados los microorganismos son completamente mezclados con la materia orgánica en el agua residual de manera que esta le sirve de alimento para su reproducción.

6.1.3.1.- Principios del proceso de lodos activados

6.1.3.1.1.- Instalación típica de una instalación y operación básica

i. Instalaciones

ii. Elementos de las instalaciones del proceso de lodos activados.

a) **Tanque de aereación:** Estructura donde el desagüe y los microorganismos (incluyen retorno de los lodos activados) son mezclados se produce reacción biológica.

b) **Tanque sedimentador:** El desagüe mezclado procedente del tanque aereador es sedimentado separando los sólidos suspendidos (lodos activados), obteniéndose un desagüe tratado clarificado.

c) **Equipo de aereación:** Inyección de oxígeno para activar las bacterias heterotróficas.

d) **Sistema de retorno de lodos:** El propósito es de mantener una alta concentración de microorganismos en el tanque de aereación. Una gran parte de sólidos biológicos sedimentados en el tanque sedimentador son retornados al tanque de aereación.

e) **Exceso de lodos y su disposición:** El exceso de lodos debido al crecimiento bacteriano en el tanque de aereación son eliminados, tratados y dispuestos.

iii Operación Básica

a) Pre-tratamiento/Ajuste de aguas residuales

a.1. Tanque de sedimentación primaria (sólidos fácilmente sedimentables)

a.2. Sustancias dañinas a la actividad microbiana (Ejemplo: Cl₂)

a.3. Aguas residuales con valores anormales de pH proceso de neutralización indispensable.

a.4. Aguas residuales con valores bajos de nutrientes .

a.5. Desagües con grandes fluctuaciones de gasto y calidad de las aguas residuales incluyendo concentración de DBO -> Tanque de igualación.

b) Remoción de DBO en un tanque de aereación

Las aguas residuales crudas mezclados con el lodo activado retornado del tanque de sedimentador final es aereado hasta obtener 2 mg/l de oxígeno disuelto o más, en este proceso una parte de materia orgánica contenida en los desagües es mineralizada y gasificada y la otra parte es asimilada como nuevas bacterias.

c) Separación sólido líquido en el tanque de sedimentación

Los lodos activados deben ser separados del licor mezclado provenientes del tanque de aereación este proceso se realiza en el tanque de sedimentación, concentrándolo por gravedad. La finalidad de este elemento es:

c.1. Conseguir un efluente clarificado con un mínimo de sólidos suspendidos.

c.2. Asegurar el lodo de retorno.

d) Descarga del exceso de lodos

Con la finalidad de mantener la concentración de los lodos activados a un determinado nivel, una parte de los lodos son eliminados del sistema.

Un aspecto relacionado con la separación de lodos es el concerniente a los flocks de lodos activados, compuestos de bacterias heterotróficas y que sirvan de elemento principal para la purificación, teniéndose dos características:

d.1. Eficiente remoción de materia orgánica

d.2. Eficiente separación de sólidos

6.1.3.2.- DESCRIPCION DE ALGUNAS VARIACIONES

- Estabilización por contacto

En este sistema el agua residual y el lodo activado es mezclado brevemente (20-30 minutos) tiempo necesario para que los microorganismos absorban los contaminantes orgánicos en solución, pero no el necesario para ellos asimilar la materia orgánica. El licor mezclado es sedimentado y derivado a otro tanque de aereación por un período de 2 a 3 horas para luego ser mezclado con el afluente ingresando al primer tanque de aereación.

- Aereación por etapas

Esta modificación consiste en que el flujo de agua residual es introducida al tanque aereador por varios puntos. En los puntos de alimentación se espera la demanda de oxígeno en el aereador, resultando una mayor eficiencia del uso del oxígeno. Es frecuente cuando una planta de tratamiento convencional quiere aumentar.

- Aereación Extendida

El diagrama de flujo es esencialmente la misma que un sistema de mezcla completa excepto que no tiene sedimentador primario. El tiempo de retención hidráulica varia de 12 - 36 horas. Este período de aereación permite que el lodo sea parcialmente digerido en tanque aereador, permitiendo su disposición sin ser necesaria una gran capacidad de digestión. Una variación del sistema de aereación extendida es la llamada zanja de oxidación.

- Mezcla Completa

Con el objetivo de obtener mejores resultados de aereación en etapas se usa el proceso de mezcla completa. En este sistema se alimenta tan uniformemente como sea posible todo lo largo del tanque de aereación de manera tal que la demanda de oxígeno sea uniforme de un extremo a otro.

Parámetros de Diseño y Control

Carga orgánica volumétrica (C1); expresado en Kg DBO/m³.d; es utilizado para efectuar dimensionamiento rápido del tanque de aereación, sólo debe tomarse para dimensionamientos preliminares.

Factor de carga (C2); conocida como la relación F/M (Alimento o substrato/masa o microorganismos); es definida como la relación de la carga orgánica del deshecho afluente (Kg DBO/d) y los microorganismos asumidos como la masa de sólidos volátiles en el tanque de aereación Kg (SSVTA).

Existe relación entre carga orgánica y factor de carga se encuentran relacionados a través de la densidad del licor mezclado con la siguiente:

$$C1 = C2 * Xv \quad \text{donde} \quad Xv = \text{SSVTA, Kg/m}^3$$

Para el cálculo del factor de carga se utilizan:

$$C2 = \frac{Q * Sa * 86.4}{V * SSTA}$$

$$C2 = \frac{Sa * 24}{SSVTA * TR}$$

$$C2 = \frac{Sa * 24}{SSVTA(1+R)TRa}$$

donde:

- Q = caudal afluente l/s
- Sa = DBO del afluente mg/l
- V = volumen del tanque de aereación
- TR = tiempo de retención teórico.h
- TRa= tiempo de retención actual.h

Edad del lodo: Según Eckenfelder, Marais y Ekama.

Se define la edad del lodo como la relación de la masa de sólidos volátiles totales en aereación a la masa de sólidos volátiles totales desechada en un día en el lodo en exceso, se expresa:

$$EL = \frac{MXv}{MXv \text{ exceso/día}}$$

$$EL = \frac{Xv * 0.001}{PLE2}$$

donde:

$$Xv = \text{SSVTA} \quad \text{Kg/m}^3$$

PLE2: Producción de lodo de exceso por volumen del tanque de aereación Kg SSV/(m³.d)

Período de retención: Es un factor de importancia para propósitos de comparación solamente, este parámetro no debe usarse nunca sólo para propósitos de diseño. Su relación con la eficiencia del proceso no es aparente.

- AEREACION PROLONGADA

Como variante del proceso de lodos activados es muy difundida y aceptada como un proceso de depuración biológica sin problemas secundarios.

La característica principal es que el exceso de lodos producidos en gran cantidad por los procesos convencionales y en algunas de sus modificaciones es mínima en la aereación prolongada.

El diagrama flujo de este proceso es esencialmente la misma que un sistema de mezcla completa excepto que no tiene sedimentador primario.

Este proceso funciona en la fase de respiración endógena de la curva de crecimiento la cual necesita una carga orgánica relativamente baja y largo período de retención.

En esta fase los microorganismos se ven forzados a metabolizar su propio protoplasma sin reposición del mismo, ya que la concentración del alimento disponible se halla en un mínimo. En esta fase, puede presentarse el fenómeno llamado Lisis, según el cual los nutrientes que quedan en las células muertas se difunden con objeto de proporcionar alimento a las células existentes crecimiento críptico.

Cuando se expresa como plantas comparadas no se refiere a un proceso en especial, sino a un equipo prefabricado que en el concepto de diseño no difiere del diseño que pueda realizar cualquier proyectista. Muchas veces el costo de elementos prefabricados (que responden a una patente determinada) es alto comparado con la construcción y equipamiento efectuados con elementos no patentados. En algunos casos como el de zonas aisladas (falta de carreteras) como son componentes es factible utilizar estos equipos patentados.

Características que hacen que el proceso de Aereación Extendida sea popular

Básicamente:

- Muy fácil operación y mantenimiento
- No existe producción de olores
- Puede construirse muy cerca o dentro de zonas habitadas
- El manejo de lodo en exceso no es significativo
- Un efluente tratado y clarificado de características aceptables.

Desventajas

- Consumo de energía (0.021 BHP/m³ - Compr. Rotativos)
- Mayor área (respecto a otros procesos de L.A.)
- Posible molestias por ruido

Criterios de diseño

- Período de retención en el tanque aereador.	18 a 36 horas (24)
- Carga ingresante al sistema	Cantidad de DBO5 en Kg ingresantes al día (Kg/día)
- Factor de carga	0.05 - 0.15
- Tasa de recirculación	100 - 150%
- Aire	400-500 PCM/1000 m ³
- Sedimentador	Fr = 3 a 4 horas
Tasa de aplicación superficial	20-30 m ³ /m ² /día
vertederos	(190-250-WPCF/ASCE)
profundidad	(124 m ³ /m/d) (2.5 a 4.0)m
- Desinfección Cámara de contacto de cloro	Fr = 15 minutos del total

CUADRO Nº 17.

6.1.4.- REACTOR ANAEROBICO DE MANTO DE LODO (UASB)**6.1.4.1.- Introducción**

El reactor Anaerobio de Manto de Lodo (UASB), es un método de tratamiento desarrollado en Holanda por Lettinga a mediados de la década de los años 1970 (Cuervo, 1988) en la búsqueda de una solución de bajo costo, operación simple, eficiente en la remoción de materia orgánica, bajo consumo de energía. El reactor UASB se desarrolló para tratar efluentes solubles de industrias.

El reactor anaerobio de flujo ascendente es un proceso de tratamiento anaerobio de aguas residuales, que se ha utilizado en varios países de Latinoamérica y del mundo con gran éxito.

Este proceso consiste básicamente de un Tanque Imhoff de flujo "al revés", su eficiencia se debe a la conformación de un lecho granular con buenas características de sedimentación y la capacidad de decantación de estos lodos favorece la retención de biomasa en el reactor. Dicha biomasa cuenta con una buena actividad matanogénica obteniéndose bajos tiempos de retención hidráulica con grandes tiempos de retención de microorganismos.

En el dimensionamiento del proceso es importante conocer: las características de las aguas residuales y las variaciones de flujo, comprender los mecanismos involucrados en el proceso anaerobio de descomposición de la materia orgánica, el papel que desempeñan los microorganismos involucrados en el proceso, y las condiciones ambientales que favorecen y estimulan la actividad microbiana anaerobia.

6.1.4.2.- Criterios Generales para Diseñar Unidades UASB

Es indispensable conocer y comprender bien las bases teóricas de la digestión anaerobia en el reactor y las causas de problemas potenciales de operación para que sea posible ejecutar un diseño objetivo y satisfactorio de unidades anaerobias UASB. En este aparte se discuten aspectos relacionados al diseño tales como: aplicabilidad de sistemas UASB, factores que intervienen en el diseño, aspectos específicos del diseño y componentes de una planta de tratamiento UASB.

6.1.4.2.1.- Aplicabilidad de Sistemas UASB

Lettinga y Hulshoff, 1989, presentan información sobre la aplicabilidad y uso de sistemas UASB, aquí se presenta un resumen de esa información: El sistema más aplicado entre aquellos de tasa elevada es el UASB, originalmente se desarrollo para efluentes solubles de industrias, con concentración media, ahora se hacen investigaciones para aplicarlo a aguas residuales municipales, en particular en el trópico, donde predominan temperaturas mayores a 20°C.

Las industrias holandesas han diseñado numerosas plantas UASB para ser construidas en Holanda y otros países, de un total de 128 plantas construidas hasta agosto de 1988, más de la mitad operan fuera de Holanda. Los efluentes de industrias que son tratados en sistemas UASB incluyen: alcohol, levadura, panadería, cervecería, dulces, conservas, químicos, ácido cítrico, café, leche y quesos, destilería, pulpa y papel, papa, mataderos, refrescos, almidón de cebada, maíz, papa y trigo, centrales azucareros, vegetales y frutas, aguas residuales domésticas, lixiviado y licor de lodos. Esta lista muestra que el proceso es aplicable a muchos desechos de industrias y municipales.

6.1.4.2.2.- Factores que intervienen en el Diseño

En el diseño de reactores UASB interviene varios factores, los más importantes son: las características de las aguas residuales, el sitio para la planta, la carga hidráulica, la carga orgánica y el sistema de separación gas-sólidos. En este aparte discuten estos factores siguiendo los conceptos formulados por Lettinga, Hulshott y Field, 1989 y Hulshoff, Lettinga, 1989.

a. Características de las Aguas Residuales

Las características de las aguas residuales son un aspecto determinante en el diseño del reactor debido a los problemas de la operación y el funcionamiento que pueden surgir. Se debe dar atención especial a las siguientes características de las aguas residuales en relación a la concentración de estos:

El contenido de Lípidos, proteínas, ácidos grasos volátiles (AGV) y carbohidratos. Los lípidos y las proteínas tienden a formar espuma en el reactor, en tanto que los AGV pueden contribuir a desestabilizar el proceso.

La biodegradabilidad de compuestos disueltos y en suspensión, puede acelerar o retardar el proceso de tratamiento.

Las sales disueltas pueden contribuir a retardar los procesos bioquímicos, cuando sus concentraciones son significativas en tanto que pueden ser esenciales en concentraciones bajas.

El nitrógeno y el fósforo son nutrientes esenciales en la reproducción de las bacterias, lo mismo que trazas de elementos, los cuales deben estar presentes en formas disponibles a las bacterias, es decir, en solución y cierto estado de oxidación.

Muchos compuestos son tóxicos a las bacterias responsables a la descomposición anaerobia, antes se hizo mención a los más importantes.

El pH y la alcalinidad al bicarbonato son importantes en cuanto a que el pH indica si el ambiente es favorable al desarrollo del proceso y la alcalinidad contribuye a

amortiguar las variaciones del pH debidas a la producción de ácidos volátiles durante la descomposición anaerobia.

La temperatura de las aguas residuales y del ambiente son determinantes de la velocidad a la cual se realizarán los procesos de descomposición, cuando no se usan fuentes externas de calor.

El flujo de agua residual determina la cantidad de desecho a tratar y las fluctuaciones en la descomposición, concentración, temperatura y flujo durante el día, la semana y el año determinan las variaciones en la carga orgánica e hidráulica a que estará sujeta la operación del reactor y los posibles problemas que puedan surgir debido a descarga del sistema.

b. El Sitio para la Planta de Tratamiento

El lugar donde se va a diseñar y construir el sistema de tratamiento influyen en el diseño general en cuanto se refiere al área disponible y la topografía o declive del terreno, puesto que estas características son determinantes del tipo de unidades, la necesidad o no de bombeo, el aumento o reducción de costos de construcción y operación y la distancia desde áreas residenciales o fuentes de aguas residuales de industrias al sitio de la planta determina el costo de transporte al lugar para el tratamiento.

c. La Carga de Diseño Hidráulico u Orgánica

La carga usada para el diseño, se establece en base a resultado de análisis de laboratorio el cual determina el tamaño o capacidad de los reactores. Además, es necesario hacer verificaciones de las variaciones esperadas en la carga orgánica e hidráulica con las fluctuaciones diarias y

estacionales de flujo, composición y concentración de las aguas residuales, de manera que no ocurran desajustes en el funcionamiento del proceso de tratamiento, conducentes a una reducción significativa de la eficiencia o al bloqueo del proceso biológico en la fase de metanogénica.

d. Normas de Calidad de Efluentes

El diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales se realiza en base a las normas establecidas por el ministerio de salud (Dirección General de Salud Ambiental) mediante la ley general de aguas en la que estipula la características de los efluentes y la masa poluente que se permite descargar a un curso de agua; Así mismo establece el tipo de tratamiento con fines de reuso.

e. Posibilidad de Uso del Biogas

El gas de la descomposición anaerobia en unidades UASB es rico en metano, en consecuencia es una fuente de energía y se puede usar para producir electricidad, para generar calor, uso doméstico en la preparación de alimentos y calentar agua y como combustible en motores de combustión. Puede ser necesario diseñar facilidades para almacenar, purificar el gas y usarlo con un propósito útil.

f. Manejo, Disposición y Uso del Lodo

Aunque la cantidad de lodo producido durante el tratamiento en un reactor anaerobio es menor, comparada con la producida en el tratamiento convencional, sin embargo es necesario proveer instalaciones para secado de lodo, transporte y disposición sobre el suelo como acondicionador y fertilizante.

g. Uso del Efluente Final

El efluente líquido contiene algún material orgánico y minerales, especialmente nitrógeno, fósforo y potasio y puede ser usado en riego en función del cultivo a regar.

h. Situación Financiera

En el diseño es importante hacer un análisis de costos del diseño realizado y un estudio financiero, a fin de encontrar un financiamiento adecuado para la ejecución del diseño.

i. Evaluación del Diseño

Una vez construido el diseño y en operación satisfactoria es indispensable llevar registros de la operación, implementar un programa de mantenimiento y evaluar el funcionamiento en función de los criterios de diseño y las cargas reales, con el propósito de identificar los problemas de operación.

6.1.4.2.3.- Aspectos Específicos del Diseño

Un reactor UASB está compuesto básicamente por tres partes, a saber:

- Sistema de distribución del afluente.
- Cámara de digestión, donde se forma y mantiene el manto del lodo.
- Sistema de separación gas-líquido-sólidos.

En este aparte se discuten estos detalles y hace referencia a criterios para diseñar el reactor.

a. Volumen o Capacidad del Reactor

La capacidad del reactor se calcula en base al período de retención hidráulica, (PRH) el cual es función de la temperatura en el reactor, debido a que las reacciones

bioquímicas son afectadas por la temperatura del proceso. Además, la fracción de S.S. en el desecho y su biodegradabilidad hacen necesario el uso de períodos de retención mayores que cuando se tratan desechos disueltos. En la siguiente cuadro, adaptada de Wildschut, 1989 y Lettinga, Hulshoff y Field 1989, se presentan criterios para el período de retención, en unidades UASB que tratan aguas residuales.

CUADRO Nº 18

TEMPERATURA °C	PRH - PERIODO DE RETENCION HIDRAULICO, HORAS		
	PROMEDIO DIARIO	MINIMO	PICO DURANTE 2 - 6 H
16 - 19 (1)	<10 - 14>	<7 - 9>	<3 - 5>
20 - 23 (2)	12	<7 - 9>	<3 - 5>
23 - 26 (2)	8	<5 - 7>	3
22 - 26 (1)	<7 - 9>	<5 - 7>	<2 - 3>
> 26' (1,2)	6	4	2,5

(1) Lettinga, Hulshoff y Field

(2) Wildschut

Los períodos de retención mínimo y pico corresponden a aquellos que ocurren debido a las fluctuaciones horarias de flujo de aguas residuales. En esta forma se usa el período medio de retención sólo cuando las fluctuaciones son mínimas, en los demás casos o se diseña en base al período de retención mínimo y se verifican los demás períodos de retención en base a las fluctuaciones reales del flujo.

$$\text{Vol reactor} = \text{PRH} \times \text{caudal}$$

b. Carga Orgánica en el Reactor

La carga orgánica en reactores UASB que tratan aguas residuales depende de la temperatura del reactor. La carga

orgánica a la cual funciona satisfactoriamente un reactor también es función del contenido de sólidos suspendidos (S.S), en este trabajo se presenta la tabla, tomada de Lettinga, Hulshoff y Field, 1989, de manera que esta información oriente al diseñador y le permita verificar la carga orgánica en una planta piloto.

CUADRO Nº 19

Carga Orgánica aplicable a reactores UASB en función de la temperatura de operación, para lodo granular.

TEMPERATURA	CARGA Kg DQO/m ³ día AGUAS RESIDUALES	
	Menos 5% SS - DQO	30 - 40% S.S - DQO
15	2 - 3	1,5-2 remoción buena de S.S.
20	4 - 6	2-3 remoción buena de S.S.
25	6 - 10	3-6 remoción razonable S.S.
30	10 - 15	6-9 remoción moderada de S.S.
35	15 - 20	9-14 remoción pobre de S.S.
40	20 - 27	14-18 remoción pobre de S.S.

c. Forma del Reactor

Es común usar reactores en forma de cubo o cilindro. Los reactores cilíndricos tienen ventajas estructurales, permiten el uso económico de los materiales, cuando hay varias unidades están separadas unas de otras. Se usan en instalaciones pequeñas con capacidades hasta de 100 m³.

En reactores grandes se acostumbra a usar la forma cúbica debido a que resulta más fácil construir el separador de gas-sólido-líquido y se obtiene suficiente área para la sedimentación.

La profundidad más comúnmente usada es de 4.5 a 6.0 metros, aunque es posible encontrar reactores más profundos, hasta de 8 metros.

El área superficial del reactor es igual a:

$$A \text{ m}^2 = V_o, \text{ m}^3/\text{H}, \text{ m.}$$

A = área, V_o = volumen, H = profundidad.

La longitud y el ancho del reactor depende de la configuración del separador de gas-sólidos-líquido o campana.

d. Separador gas-sólido-líquido

Es una estructura muy importante del reactor UASB, debido a que esta debe recolectar el gas, permitir el ascenso del líquido al sedimentador y el descenso de los sólidos separados al compartimiento de digestión.

La velocidad ascendente del agua en la ranura, la carga superficial del sedimentador y la inclinación de los lados de la campana son los criterios básicos para el diseño de la campana. La figura N° 2 muestra un reactor UASB y la disposición de dos campanas, en donde se aprecia la forma del deflector para el acceso a la cámara de sedimentación. A continuación se presentan criterios tomados de Wildschut, 1989.

- Ancho de la ranura o abertura

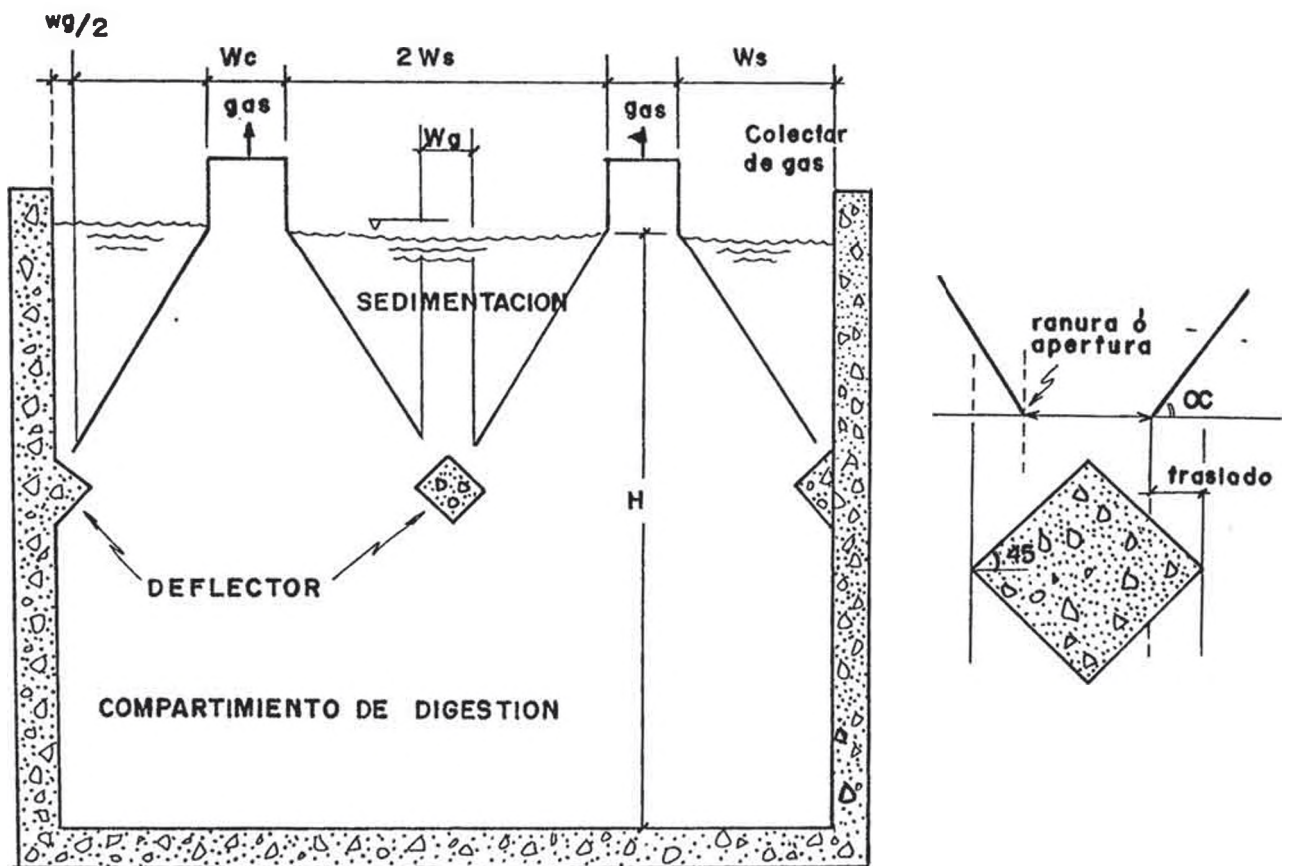
El ancho de la ranura de acceso a la cámara de sedimentación es determinado, por la velocidad máxima permitida del flujo en la ranura para que no arrastre lodo del manto cuando este se expande. La velocidad máxima permitida en la abertura es de 4 m/h para el caudal medio y de 6 m/h para el flujo máximo.

En esta forma el área mínima de la ranura, se calcula usando la expresión:

$$A, \text{ m}^2 = Q, \text{ m}^3/\text{h}/\text{velocidad en ranura, m/h}$$

y el ancho de la ranura $W_a = A/\text{longitud}$

FIGURA Nº 2



REACTOR ANAEROBICO DE FLUJO ASCENDENTE

- Traslapo vertical del deflector

El traslapeo mínimo aceptado es de 0,10 m. Además, debe ser menor a la mitad del ancho de la abertura o ranura.

- Carga superficial en la cámara de sedimentación

La máxima carga superficial aceptada en la cámara de sedimentación es de 0,8 m/h para el flujo medio y de 1,5 m/h para el flujo máximo. De esta manera el área mínima superficial total necesaria en la cámara de sedimentación se calcula usando la expresión:

$$S, m^2 = Q m^3/h / C.S. m/h$$

S = área de sedimentación, Q = caudal y C.S. = carga superficial y el ancho de la superficie del sedimentador W_s m = S/L. L es la longitud del sedimentador.

- Angulo de los lados de la campana

Se acostumbra a dar una inclinación a los lados de la campana de 45° a 60 grados con la horizontal.

- Altura de la campana

La altura de la campana se mide entre la abertura y la superficie del agua y es generalmente de 1,0 a 1,5 m. El ancho de los lados de la campana.

- El ancho mínimo de la sección de recolección de gas en la campana W_c es de 0,5 m y la altura sobre el nivel de agua (Ht) debe ser mínimo de 0,50 m. De esta manera, se facilitan las operaciones de limpieza y evitan posibles obstrucciones de la tubería de salida del gas, debidas a acumulación de material flotante.

e. Sistema de Distribución del Afluente

El sistema de distribución del afluente se diseña de manera tal que se produzca un contacto óptimo entre el agua residual y el lodo en el manto, a este efecto es indispensable evitar la formación de canalizaciones del flujo de agua residual a través del manto de lodo, de manera que no ocurran zonas muertas y corto circuitos.

El gas producido induce la mezcla y el contacto íntimo entre las aguas residuales y el lodo. En la medida en que la carga orgánica en el reactor es más baja, disminuye la producción de gas y la mezcla es menos intensa. Cuando la producción de gas es menor a $1,0 \text{ m}^3/\text{m}^3/\text{día}$ la mezcla en el reactor se ve afectada y aumenta el peligro de canalización a través del manto de lodo (Lettinga, Hulshoff y Field, 1989).

El sistema de alimentación debe ser fácil de limpiar, es decir, debe ser posible extraer las boquillas obstruidas, limpiarlas y volver a instalarlas. Además se debe proveer un medio de autolimpieza hidráulico.

Para residuos muy concentrados donde un buen mezclado es obtenido para una alta producción de gas, no se necesita tener una distribución rigurosa de tubos de alimentación, un punto de distribución para cada 7-10 M² serán suficientes.

Para residuos muy diluidos donde el gas producido no contribuye mucho en el mezclado, se necesita una mejor distribución una mejor distribución para incrementar el contacto de los microorganismos con el substrato y los puntos de distribución estarán cada 1-2 M².

f. Remoción de Espuma

En las unidades UASB y en digestores anaerobios que tratan aguas residuales que contienen lípidos, proteínas y sólidos en suspensión, se forma espuma, esta tiende a acumularse en el interior de la campana, puede llegar a obstruir el tubo de salida del gas y crear problemas de flotación de la campana u otros en la operación de la unidad UASB. Es necesario diseñar sistemas para remover o destruir la espuma. Esto se logra de una de las siguientes maneras: rociado de la espuma con líquido, sin oxígeno disuelto, de la unidad UASB, retorno del gas e inyección sobre la capa de espuma y extracción de la espuma usando tubería curvada desplazable sobre la longitud de la campana.

g. Salida de la Cámara de Sedimentación

La salida del afluente se diseña de manera tal que el canal reciba el agua clarificada tan uniformemente como sea posible y se retenga el material flotante que se pueda producir en el tanque de sedimentación. El material flotante se retiene mediante la instalación de un deflector antes de la cresta del vertedero.

El vertedero puede consistir en una lámina lisa, en ocasiones es difícil obtener la horizontalidad del vertedero y entonces, se instalan láminas provistas de vertederos espaciados en V, con sistemas de ajuste vertical, a fin de obtener la nivelación precisa de las mismas. Wildschut, afirma que en reactores UASB, la carga en el vertedero no es crítica, aunque el vertedero para tanques de sedimentación se diseña con cargas de 3 a 5 m³/mh. El mismo autor recomienda usar 4 vertederos por metro y la altura de la lámina sobre la cresta del vertedero debe ser de alrededor de 0,03 m.

h. Control del Manto de Lodo

Es indispensable prever de facilidades para extraer el exceso de lodo y mantener el manto a un nivel estable durante la operación del reactor UASB. Esto se obtiene mediante la instalación de tuberías y válvulas de distintas profundidades, según sugiere Wildschut.

- Tubería en el fondo del reactor de manera que sirva para extraer los lodos del fondo.
- A alturas de 1,0 a 1,5m del fondo para extraer exceso de lodo a la profundidad seleccionada, es útil cuando se desea extraer el lodo floculento formado por la superficie del lodo granular.
- Proveer varios puntos para muestreo del lodo de manera que se pueda conocer su concentración, actividad, apariencia, etc.

6.2.- TRATAMIENTO Y ELIMINACION DE LODOS

La eliminación de los sólidos en suspensión o disueltos, es de primordial importancia en el tratamiento de todas las aguas residuales. Su tratamiento posterior tiene también gran interés.

Cuando el sistema de eliminación de los sólidos no es el adecuado, éstos tienden a concentrarse en las unidades de tratamiento y el rendimiento final de la eliminación empieza a bajar. Por lo tanto, un correcto sistema de eliminación de los lodos aumenta.

6.2.1.- Digestión anaerobia y aerobia

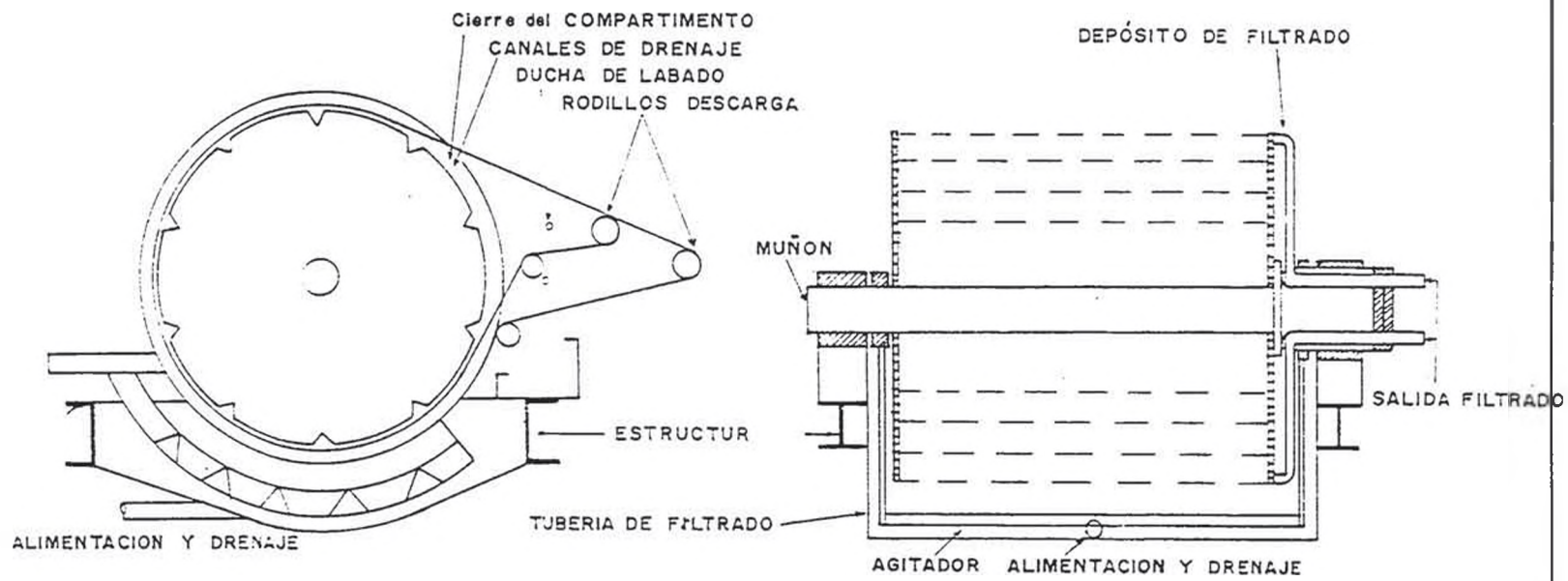
La digestión anaerobia es el método más simple de tratar los sólidos para la eliminación final. Todos los sólidos precipitados en el tratamiento primario, secundario y

otros, se bombean a digestor cerrado y estanco, donde se descomponen en una ambiente anaeróbico. La velocidad de descomposición depende, primeramente, de la siembra adecuada, del pH, composición de los sólidos, temperatura y grado de mezcla de los sólidos nuevos con el material ya digerido prácticamente. La digestión sirve los dos propósitos de hacer que los lodos puedan secar con más facilidad y convertir una parte de la materia orgánica en productos finales gaseosos. Se puede reducir así el volumen de los lodos hasta un 50 por 100. Después de la digestión, los lodos se secan, y/o se queman o se utilizan como fertilizantes o para rellenar vertederos.

6.2.2.- Filtración por vacío

La filtración por vacío es un sistema para eliminar el agua de los lodos que está utilizándose extensamente, ya que reduce el volumen de los sólidos para la eliminación final y al estar los lodos más secos, se mejora su manipulación. Se está incrementando la utilización de este método en las plantas grandes. Algunas plantas filtran lodos precipitados químicamente, mientras que otros filtran los lodos digeridos. En una unidad de filtración por vacío clásica, un cilindro poroso sobre una serie de celdas, gira sobre un eje con una velocidad periférica algo menor de 0,4 metros por minuto pasando su parte inferior por un depósito que contiene los lodos que se secan. Cuando se hace el vacío en el interior del cilindro se recoge una capa de lodos al pasar la superficie del filtro a través del depósito, incrementándose así el vacío. Cuando el cilindro ha completado $3/4$ de una revolución, se produce una pequeña presión en las celdas apropiadas, lo que ayuda a una rasqueta para desprender la fina capa de lodos. Algunas veces es necesario añadir productos químicos, como cal y cloruro férrico, como condicionantes de los lodos antes de la filtración.

FIG. N° 3



FILTRACION POR VACIO

La velocidad de filtración debe estar comprendida entre 9 y 49 kilogramos de lodo por m^2 y hora. Los filtros de vacío tienen un diámetro de hasta 6 metros con diferentes longitudes.

6.2.3.- Elutriación

Por medio de la elutriación se mejora la filtración, al lavar los lodos. Se reduce la alcalinidad (y por lo tanto la demanda de cal) como coagulante de los lodos, aumentando la calidad bioquímica del agua de éstos antes de añadir los productos químicos. Hay tres métodos prácticos de lavar los lodos; el equipo empleado en todos los casos es relativamente simple utilizando frecuentemente tanques de flujo ascendente.

a) Elutración en una sola etapa, lo que produce una descarga cada vez, es un proceso de llenado y vaciado: la decantación y sedimentación se producen en una sola etapa.

b) Elutriación en dos etapas que comprende la repetición del sistema anterior en los lodos ya tratados, utilizando agua limpia en el segundo lavado. en pequeñas plantas se pueden utilizar el mismo tanque para las dos etapas.

c) En grandes plantas (2,500 a 10,000 kilogramos de sólidos por día) se emplea, normalmente un segundo tanque, en serie con el primero. Este sistema de dos tanques puede utilizarse para lavado en contracorriente. Con este sistema el agua nueva se añade solo en la segunda etapa de lavado y el producto decantado (o el agua de la parte superior) de este tanque fluye por gravedad para mezclarse con los lodos que entran en el tanque primario.

Puesto que la concentración de productos químicos que resultan de la digestión se pueden medir convenientemente en términos de alcalinidad, los lodos elutriados, se pueden definir como

aquellos en los que se han reducido la alcalinidad de su agua, por dilución con agua de una alcalinidad menor, sedimentación y decantación. Las ventajas de la elutriación, como preliminar al secado de los lodos en filtros de vacío, incluye la eliminación de olores de amoníaco y la necesidad de utilizar carbonato cálcico para acondicionar los lodos. La elutriación puede también reducir la capacidad necesaria de los digestores secundarios (utilizados en almacenamiento y digestión adicional para asegurar la filtración óptima) y, es particularmente útil permitiendo que las plantas pequeñas utilicen los filtros de vacío con todo aprovechamiento. Genter indica que la elutriación reduce la proporción de agua en los sólidos mineralizados como lodos; por lo tanto, se reducen los productos químicos que se requieren para su acondicionamiento.

Este ahorro es cloruro férrico que se basa en datos de Genter, también expone un método para predecir la alcalinidad de los lodos elutriados. Suponiendo que $\langle a \rangle$ es el volumen de agua pura añadida a un volumen de una mezcla de lodos, se obtienen las siguientes relaciones;

$a + 1 =$ volumen total de lodos mezclados y agua clara.

$1 / (a + 1) =$ fracción de la concentración original de agente impurificante que permanece, si se permite que los sólidos precipiten hasta un volumen de lodos lavados como el original y se retira el agua.

$1 / (a + 1)^2 =$ fracción de la concentración original del agente impurificante, si se repite la misma dilución, sedimentación y técnica de decantación.

Por lo tanto, la fracción del agente original contaminante en los lodos finales, es $1 / (a^2 + 2a + 1)$, si la segunda agua de lavado se decanta para un nuevo lavado y los dos tanques de elutriación se colocan en contracorriente.

Por ejemplo si se utilizan cuatro volúmenes de agua pura para lavar unos lodos digeridos de 3,000 p.p.m. de alcalinidad, la alcalinidad que se deja en los lodos elutriados de los tanques después de un lavado en contracorriente, es

$$\frac{3,000}{(4)^2+(2 \times 4)+1} = 120 \text{ p.p.m.}$$

6.2.4.- Lechos de Secado

Los lechos de secado, eliminan la humedad de los lodos disminuyendo por lo tanto su volumen y cambiando las características fisicoquímicas, ya que los que contienen 25 por 100 de sólidos se pueden mover con una pala u orquilla de jardinero y se pueden transportar en depósitos estancos.

Los lechos de filtrado de lodos se hacen de 30 a 60 centímetros de arena gruesa, carbonilla bien preparada, o arena lavada de los areneros próximos y unos 30 centímetros de grava gruesa bajo la arena. Los siete centímetros superiores son las partículas de grava de 0.3 a 0.6 centímetros de diámetro. Debajo de la grava, el suelo de las eras se prepara con tierra inclinada hasta unas juntas abiertas con drenajes de 15 a 20 centímetros de diámetro.

Estos puntos se pueden colocar de 1,2 a 6 metros de distancia de los centros, dependiendo de la porosidad y del tamaño de las gravas. La eliminación de este líquido filtrado plantea frecuentemente gran cantidad de problemas.

No debe ser nunca eliminado sin un análisis de sus constituyentes y, normalmente, exige un cierto tratamiento. Es mejor disponer de varios lechos de secado pequeños que un gran lecho. Los lechos pueden ser cubiertos con vidrio o plástico cuando las condiciones de tiempo o demanda lo piden, en cuyo

caso se debe prever la ventilación para eliminar el aire húmedo caliente encima de los lechos de secado.

En general, los lodos frescos precipitados no drenan bien con las eras de secado de arena. Se necesita alguna forma de pre-tratamiento, (digestión y elutración u otro tratamiento químico). Los lodos bien digeridos eliminan el agua más fácilmente que lodos parcialmente digeridos. Sin embargo el almacenamiento prolongado de los lodos digeridos decrece la posibilidad de drenaje, puesto que los gases presentes inicialmente permiten mejor el drenaje de la humedad por el medio filtrante, que reduciendo el ciclo de evaporización. Un alto contenido de sólidos totales en los lodos digeridos, produce una mayor eliminación de los sólidos secos por un año en los lechos de secado.

El tiempo de secado depende de la altura de la capa de lodo, generalmente de 20 centímetros para un secado rápido, y del clima. Este naturalmente más corto en regiones de sol con poca lluvia y una humedad relativa muy baja como ciertas zonas áridas del sur, donde los veranos son largos. La velocidad del viento también afecta al tiempo de secado de los lodos. De hecho todos los factores que aumentan la evaporización serán también una ayuda en el secado de los lodos. Cox ha obtenido la siguiente ecuación para calcular la velocidad de la evaporización del agua, que también se puede aplicar al secado de los lodos, aunque el valor exacto de las constantes puede variar con la cantidad de agua en los lodos húmedos.

$$E = \frac{483 (e_s - e_a + 0,0812 \Delta T)}{272,412 + 49,266 \Delta T + W}$$

donde :

E = evaporación (mm/día)

e_s = presión del vapor saturado a la temperatura del aire (mm.de Hg).

a_v = presión real del vapor (mm. de Hg).

ΔT = Diferencia entre la temperatura media del aire y la del agua ($^{\circ}C$)

W = velocidad del viento

La fórmula de Meyer también se utiliza.

$$E = C(V-v) (1 + 0,062 W)$$

donde:

E = evaporación mensual en mm.

V = tensión de saturación del vapor a la temperatura del agua en la superficie en mm. de Hg.

v = tensión del vapor del aire por encima del terreno en mm. de Hg.

W = velocidad del viento en una estación meteorológica próxima en Km/h.

C = coeficiente cuyo valor medio es 15.

Además de la evaporación, la velocidad de secado está también influida por la acción capilar, la cual hace que el agua suba de la zona más profunda de los lodos a la superficie de evaporación.

En el caso de lodos de aguas residuales urbanas, los Ingenieros estiman que se pueden tratar de 100 a 125 kilogramos de sólidos secos por m² y año, si está proyectado adecuadamente el suelo del lecho de secado. Hamblin no está de acuerdo con esta estimación de la carga y sugiere una <<carga fuerte de lecho>> (que tiene en cuenta el número de kilogramos de sólidos aplicados por m² y 30 días de utilización real). Por ejemplo, si unos lodos con una densidad de 1.000 Kg/m³, contenido 10 por 100 de sólidos, se extiende en una capa de 30 centímetros y se eliminan después de 40 días, la carga de lodos es

$$\frac{1.000 \times 0,3 \times 0,1 \times 30}{40} = 22,5 \text{ Kg/m}^2/30 \text{ días}$$

40

Haseltine también desarrolla la siguiente relación lineal entre la carga (Y) y el porcentaje de sólidos en lodos (X) de los datos dados por 14 plantas diferentes para períodos de trabajo de hasta 14 años:

$$Y = 0,96 X - 1,75$$

La carga (Y) varía de 0 a 10 y (X) varía de 0 a 14. Concluye diciendo que en el rendimiento de los lechos tiene casi tanta importancia el contenido en sólidos de los lodos como la temperatura. La cantidad de humedad que se debe eliminar de los lodos es el factor más importante, en tercer lugar.

6.2.5.- Tratamiento de Lodos en Lagunas

Las lagunas, se pueden definir como depósitos naturales o artificiales de tierra, utilizados para tratar los lodos. Este sistema se practica cuando la economía de una determinada situación (dinero y terreno) aconseja su utilización, puesto que es un sistema relativamente barato para tratar los lodos. Sin embargo, hay otros factores a considerar: (1) la naturaleza y topografía de la zona de disposición; (2) proximidad a zonas habitadas; (3) condiciones meteorológicas, especialmente si prevalecen fuertes vientos hacia zonas habitadas; (4) condiciones del suelo; (5) composición química de los lodos, teniendo en cuenta la toxicidad y constituyentes que producen olores; (6) proximidad de abastecimientos de agua superficial o subterráneas; (7) efectos de los componentes del lodo en la porosidad del suelo; (8) medio de eliminar el líquido sobrenadante para tener más espacio en la laguna; (9) vallado y otras medidas de

seguridad, cuando las lagunas tienen una profundidad mayor de 1,5 metros; (10) molestias, como crecimientos de malezas, olores e insectos.

El sistema de lagunas de lodos en zonas de yesos es particularmente peligroso a causa de canales y cavidades que se encuentran debajo de estas formaciones. Ordinariamente el agua subterránea se mueve lentamente, algunas veces a menos de 30 centímetros por día, dependiendo de la granulometría de la arena del acuífero a través del cual se filtra y del grado de saturación de la arena. En zonas yesíferas, el agua puede pasar verticalmente a una velocidades mucho mayores, de forma que los lodos de la laguna de una zona, alta, puedan contaminar rápidamente grandes porciones de valiosos abastecimientos de agua. Frecuentemente las empresas construyen con máquinas excavadoras una laguna de lodos cada año o cada dos, dependiendo esta frecuencia de la consistencia de los lodos y condiciones del suelo.

Bloodgood indica que, por lo menos, se puede digerir 94 kilogramos de lodos sin tratar al año por m³ de laguna. Sin embargo, si las lagunas se utilizan para digestión y para eliminación del agua se requiere para 40 kilogramos de lodos sólidos sin tratar 1 m³ de laguna, incluso si los lodos secados al aire se eliminan tan pronto como sea posible recogerlos.

6.2.6.- Proceso de Combustión Húmeda

El proceso <<Zimpro>> es un sistema relativamente nuevo para tratamientos de lodos. Se funda de los siguientes principios básicos: (1) la materia orgánica contenida en la materia acuosa se puede oxidar aprovechando su valor calorífico; (2) la estación en este estado es más efectiva que si se evapora primero el agua y el residuo se utiliza como

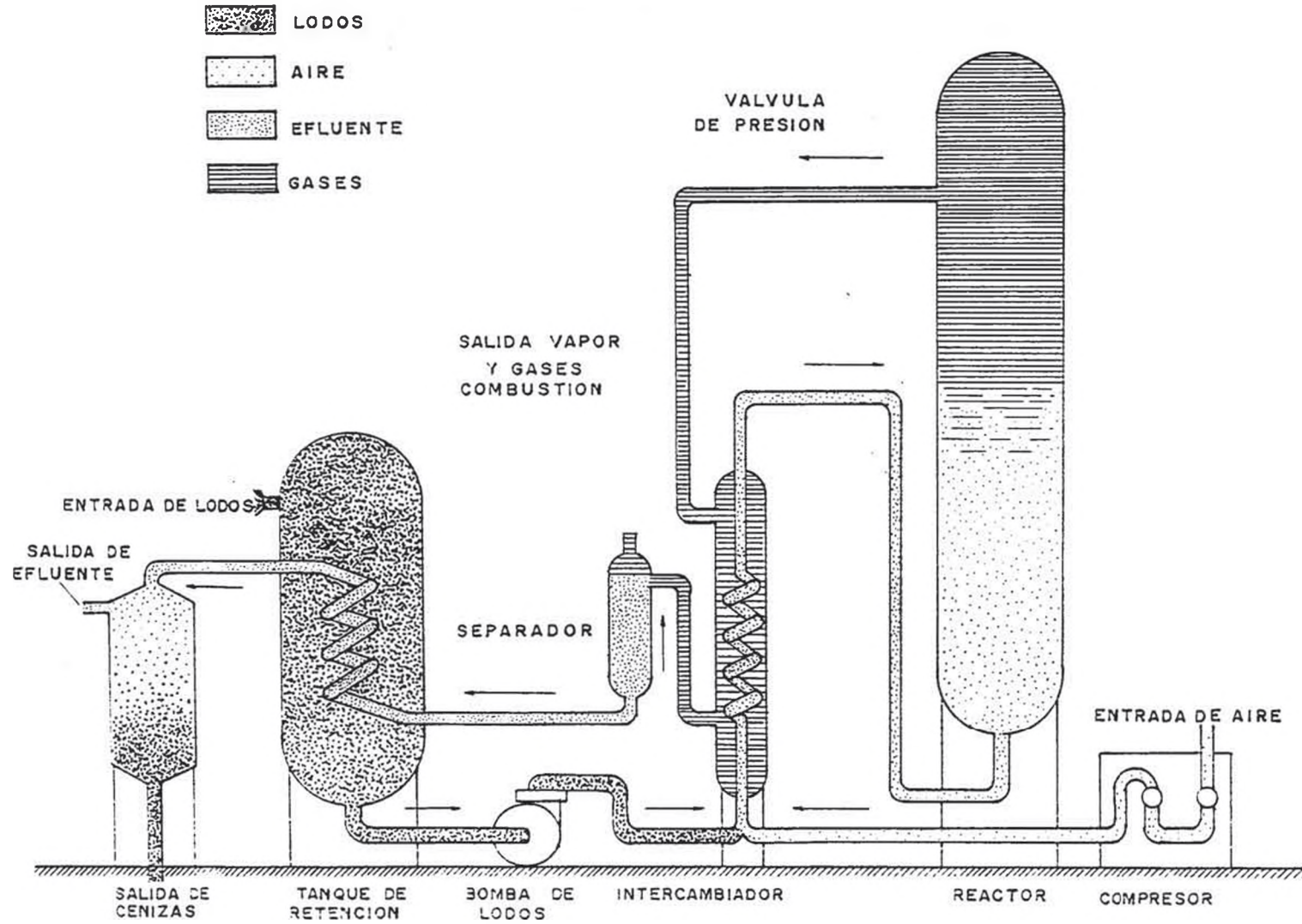
combustible en un quemador convencional. Puesto que el calor liberado es sólo debido al combustible, si se somete a combustión en presencia del aire, el proceso <<Zimpro>> depende del aire que se introduzca en el reactor. El objetivo de este proceso, es obtener el máximo de calorías de la materia orgánica de un efluente por kilogramo de aire a presión introducido en el reactor.

Como el proceso <<Zimpro>>, elimina los filtros convencionales, productos químicos o unidades de digestión de lodos, incineradores y equipo auxiliar, reduce las necesidades de espacio y de terreno. Los productos finales son vapor, nitrógeno, CO₂ y cenizas. Los gases y efluentes del reactor, una vez <<limpiados>> con agua, no contiene cenizas volantes y no tienen prácticamente olores.

En el tratamiento de los lodos de las aguas residuales, la oxidación se produce bombeando continuamente los lodos y una cantidad proporcional de aire (tanto los lodos como el aire están a temperatura y presión elevada) a un reactor. La combustión se produce cuando el oxígeno del aire comprimido se combina con la materia orgánica de los lodos para formar CO₂, N₂ y agua residual. El reactor y el proceso total también se mantienen automáticamente a una presión constante y los productos de la combustión se eliminan continuamente del reactor. Si la concentración de materia volátil es alta y la concentración de lodos de las aguas residuales es lo suficientemente grande (mayor del 5 por 100), el vapor, más los gases (CO₂ y N₂), productos de la combustión, deben contener energía más que suficiente para mover los compresores de aire y las bombas utilizadas en el proceso. El agua caliente residual de los reactores, se utiliza en los intercambiadores de calor que elevan la temperatura de los lodos que llegan y del aire lo suficiente para hacer que la oxidación empiece tan pronto como se junten en el reactor.

PROCESO DE COMBUSTION HUMEDA

FIG. N° 4



De esta forma, una vez que el proceso se ha iniciado, no es necesaria energía o calor externo para mantener la combustión.

El equipo necesario para el proceso <<Zimpro>> incluye: un compresor y depósito de aire, una bomba de gran presión para lodos, un tanque de almacenamiento de lodos con agitadores, intercambiadores de calor, reactor, un separador y un enfriador. El fabricante asegura que: Las unidades alcanzan del 80 al 90 por 100 en la reducción del contenido orgánico insoluble, de los lodos de las aguas residuales, por oxidación sin llama. Los lodos se queman sin secado o pretratamiento. La unidad trabaja continuamente a presiones de 35 a 42 atmósferas y a temperaturas de 216°C. Los productos finales son, prácticamente cenizas inorgánicas, biologicamente estables, agua residual y productos gaseosos, sin olores, de la combustión (CO₂, nitrógeno y vapor). La planta se proyecta para una operación automática con un mínimo de mantenimiento. Los únicos componentes del equipo con elementos que se muevan son: un compresor de aire y una bomba de lodos. La energía requerida es, aproximadamente, de 50 caballos por tonelada (peso seco). Las necesidades de edificios y espacio de terreno son puramente nominales. Teletzke, indica que el tratamiento a baja presión de <<Zimpro>> trabaja en la escala de 10,5 a 21 at. y aproximadamente 149°C. Recomienda este sistema a baja presión de oxidación con aire, como un método económico y capaz de obtener un producto final estéril de fácil eliminación y completamente aceptable para una última disposición.

6.2.7.- Suspensión Atomizada

La técnica de Suspensión Atomizada consiste en atomizar las aguas residuales líquidas o lodos en la parte superior de una torre cuyas paredes se mantienen a una temperatura elevada por gases calientes circulando a través de

una envoltura, método descrito por Gauvin.

No es necesario introducir aire u otros gases extraños en el equipo, lo que distingue claramente esta técnica del secado por aspersion. Los inventores aseguran que, muy cerca de la salida, las gotas finamente divididas (de 20 a 25 milímetros por diámetro) reducen rápidamente la alta velocidad inicial del atomizador a la lenta velocidad terminal y se dispersan en el vapor producido por su propia evaporación. La suspensión creada cae en el reactor con una trayectoria uniforme. Se completa así, rápidamente, la evaporación que se continúa por secado. Al final de la zona de secado, las partículas secas pueden estar sujetas a una secuencia de reacciones químicas como oxidación, reducción, nitración, sulfatación, etc. por medio de inyecciones de los gases adecuados de reacción (en presencia de un catalizador en forma de polvo, si es necesario). Cuando al final del depósito la suspensión deja el reactor, se compone de un residuo sólido (que se recupera en colectores de ciclón) grandes cantidades de vapor (que se condensan y utilizan) y gases (subproductos que se procesan, más adelante, para su recuperación o son conducidos al exterior para su eliminación).

Los partidarios de la suspensión atomizada indican que la única energía exterior necesaria es la utilizada para bombear el líquido, cantidad prácticamente despreciable. Un aspecto interesante, es la ausencia completa de soplantes o compresores, aunque estén pasando continuamente grandes volúmenes de gases y vapores a través del sistema. Su necesidad se elimina por la utilización eficiente de presión generada en el reactor durante la evaporación.

SUSPENSION ATOMOMIZADA

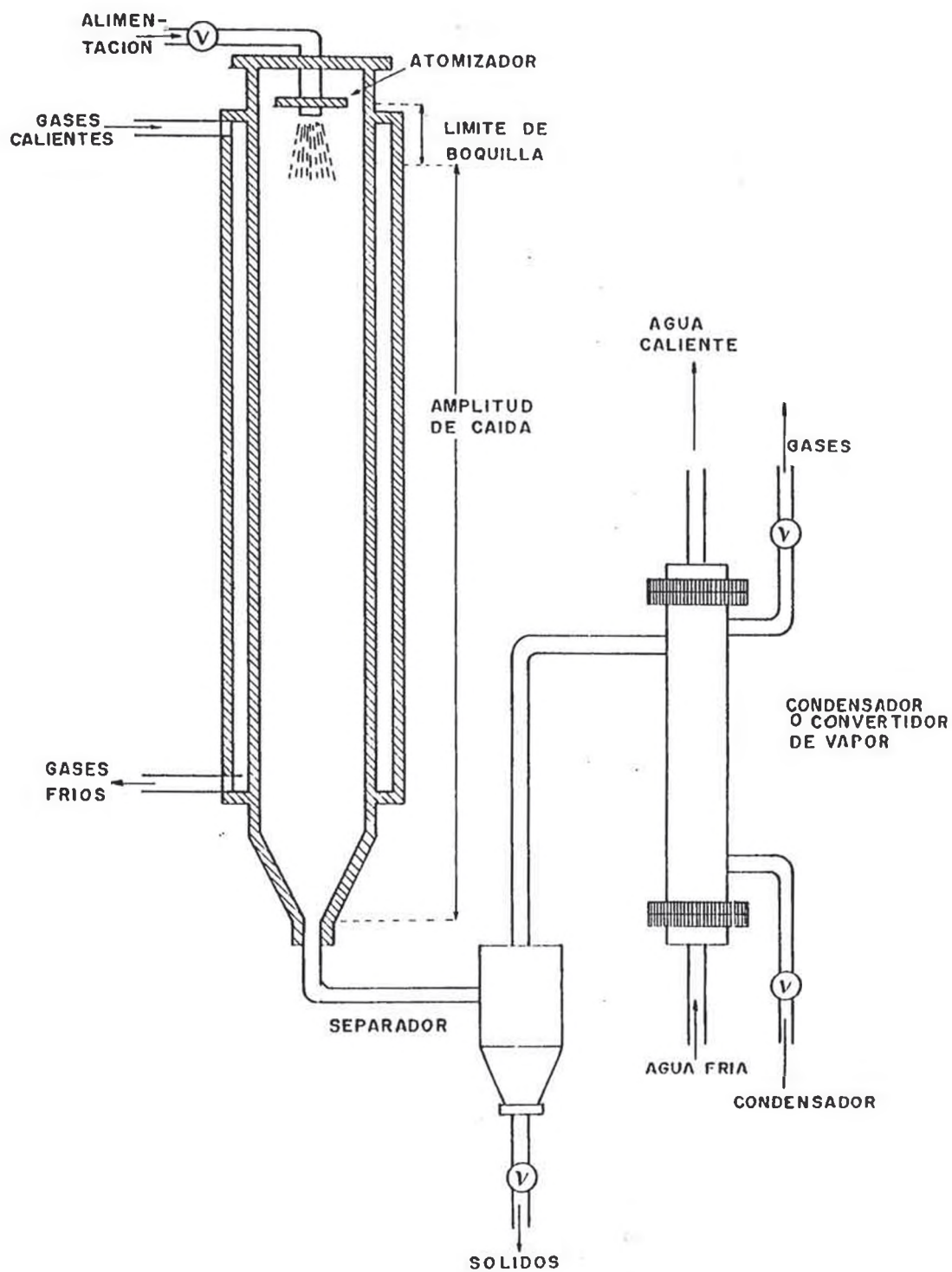
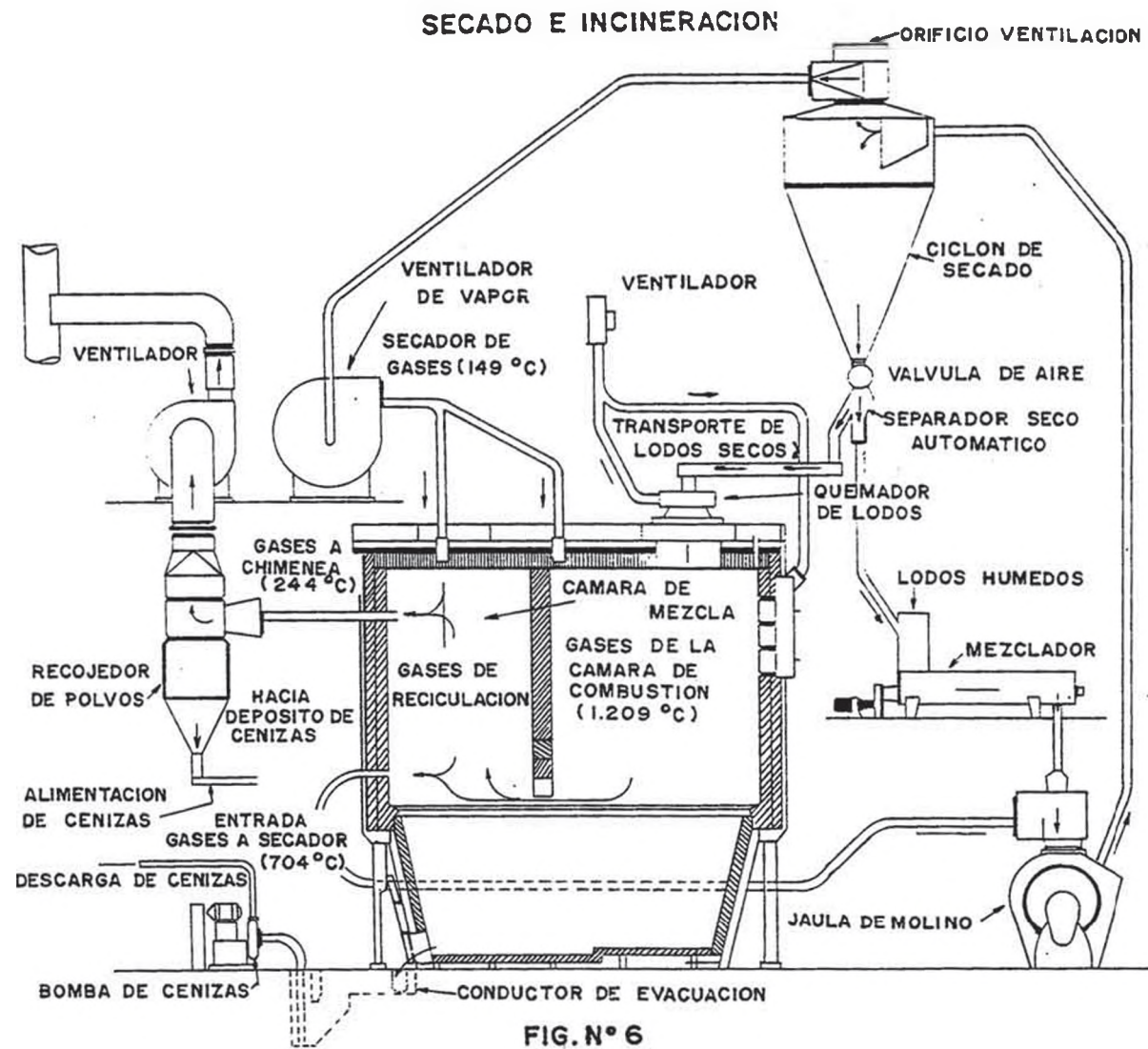


FIG. N° 5

6.2.8.- Secado e Incineración

Se puede reducir grandes volúmenes de lodos a pequeños volúmenes de cenizas, que estén libres de materia orgánica y, por lo tanto, fácilmente eliminable, por una combinación de secado en caliente e incineración. En el secado instantáneo, las partículas de lodos secos en suspensión se encuentran en una corriente de gases calientes, lo que asegura, prácticamente, una eliminación instantánea de la humedad. Cuando los gases calientes producidos en el secado y oxidación de los mismos lodos se utilizan directamente para secado, no hay pérdidas de conversión. Después del secado, el gas que contiene partículas de lodos, normalmente, pasa a los ciclones de separación, donde los lodos se separan de los gases húmedos de enfriamiento.

Los lodos secos se utilizan como fertilizantes, acondicionadores del suelo o con otros fines de interés económico. Los lodos secados y no utilizados pueden quemarse en la cámara de combustión del horno, enviándolos hasta ésta a través de un conducto. El sistema de transporte de los lodos, además de llevarlos a los hornos, también introduce la mayor parte del aire requerido para la combustión. Para eliminar los olores, los gases precalentados, después de la combustión, se devuelven a la zona de combustión de los lodos. Para eliminar las cenizas, el gas enfriado después de la combustión se pasa por un sistema selector de cenizas por medio de ventiladores de inducción, las cenizas precipitan por la acción centrífuga y se descargan automáticamente en la parte inferior del horno. Estas cenizas se pueden eliminar de vez en cuando, ya sacándolas con palas o mezclándolas con agua y bombeándolas para ser utilizadas como material de relleno.



Tanto si el propósito final es el secado de los lodos para su utilización como aditivo a los suelos o para quemarlos hasta obtener ceniza estéril, es necesario, primeramente, evaporar la humedad libre de los sólidos eliminándola en forma de gas y enviarla a la atmósfera. Este gas es la carga del evaporador. Sólo la desodorización a altas temperaturas (650 a 760°C) es efectiva para controlar los olores de los incineradores de lodos.

6.2.9.- Centrifugación

La centrifugación es un método para concentrar los lodos y facilitar la eliminación final. Uno de los factores que hizo inaceptable la concentración por centrifugación en las primeras instalaciones fue el bajo rendimiento; grandes cantidades de partículas finas se volvían al sistema con el efluente que se suponía clarificado. Instalaciones más modernas, utilizando motores de 20 caballos, pueden tratar 11,1 a 15,1 m³ por hora de lodos conteniendo del 0,5 al 0,75 por 100 de sólidos ya secados. Se requiere solamente 11 caballos una vez que la centrífuga alcanza su velocidad de régimen (6.100 r.p.m.). Los lodos resultantes se concentran a un 5 por 100 de sólidos y el efluente contiene unas 300 p.p.m. de sólidos. La fuerza centrífuga lleva el material sólido denso a la parte exterior de la centrífuga, donde se descarga, por agujeros situados en la periferia. La cesta se equipa con diferentes salidas de forma que se puedan utilizar diferente número en la descarga, dependiendo de la cantidad de sólidos, del líquido de alimentación y de los resultados que se deseen. La utilización de la centrífuga para mayores concentraciones está limitada por la capacidad de las bombas que descargan los lodos concentrados. El efluente del cual se separan los sólidos fluye hacia el centro de la centrífuga a través de discos intermedios y se descarga por la parte superior; se garantiza que se tiene aproximadamente 300 p.p.m. de sólidos.

Los lodos centrifugados se descargan en la parte inferior en un sumidero, del cual se pueden bombear a los digestores u otras unidades finales de lodos.

6.2.10.- Vertido en el Terreno

El vertido en el terreno se utiliza para enterrar residuos domésticos, materiales de desecho y lodos de una forma metódica y planificada. Es un método simple, efectivo y barato de eliminación de la materia seca, como las basuras, pero normalmente, los lodos extraídos de las aguas residuales son demasiado líquidos para este procedimiento. Sin embargo, los lodos filtrados en filtros de vacío o secados en lechos de arena, se pueden eliminar de esta forma.

La zona que se emplea para rellenar debe ser accesible fácilmente, muy lejos de la zona de abastecimiento de agua potable y de las zonas de recreo y, al mismo tiempo, un terreno no demasiado caro. La adaptación del suelo y la utilización futura de la zona son también consideraciones importantes.

Los depósitos deben situarse encima del nivel del agua y a más de 150 metros de cualquier punto de abastecimiento de agua, especialmente cuando el suelo es arenoso, con gravas, o con yesos. La zona debe ser separado por zanjas y establecer marcas dando la elevación a la cual se puede llegar y a la profundidad máxima a la que se puede excavar. Normalmente, una zanja tiene 4,5 metros de ancho y metro de profundidad. Diariamente al final de cada vertido, los lodos debe ser cubiertos y compactados por un tractor. Bacon sugiere utilizar los lodos para ganar tierras como un método económico de disposición, especialmente en tierras marginales y en zonas de minas de carbón, a cielo abierto.

6.2.11.- Bombeo de Lodos

El Bombeo de Lodos a zonas especiales (lagunas) o masas de agua, se practica en cierto número de poblaciones de los Estados Unidos. Wirts indica diferentes lugares donde lodos de varios tipos se transportan a Océanos y minas, a cielo abierto, abandonadas. El bombeo de lodos desde las plantas de tratamiento se emplea normalmente a causa de limitaciones de espacio, valor de terreno o condiciones del subsuelo. Se han utilizado colectores forzados a baja presión, que trabajan a menos de 14 atmósferas para enviar los sólidos en concentraciones mayores del 10 por 100. Birmingham, en Inglaterra, tiene una situación de interés especial para nosotros, puesto que el material que se bombea son lodos <<industriales>> de un sistema combinado de aguas residuales. En esta situación la pérdida de carga (factor importante en el bombeo de los lodos) llega a 2,6 veces la que tendría de agua. Los lodos tienen entre el 8,5 y 10,25 por 100 de sólidos y contienen el 60 por 100 de materia orgánica.

6.2.12.- Otros Métodos

Comprende diferentes sistemas como concentración de lodos, flotación y espesamiento. Sistemas biológicos ayudados sólo por un control de tiempo y temperatura se utiliza para producir la flotación de los lodos. Los sólidos resultados en concentraciones del 20 por 100 no requieren la adición de productos químicos, cuando se secan posteriormente en un filtro de vacío. Se han obtenido resultados óptimos con este método de concentración a 35°C después de un período de retención de 120 horas. Sin embargo, cierto tipo de lodos (por ejemplo, los lodos activados) no se pueden tratar. Además del control de tiempo y temperatura, los factores principales en el método de flotación para concentración de lodos sin digerir parece ser el contenido de materias volátiles y el pH.

ESPEPADOR DE LODOS

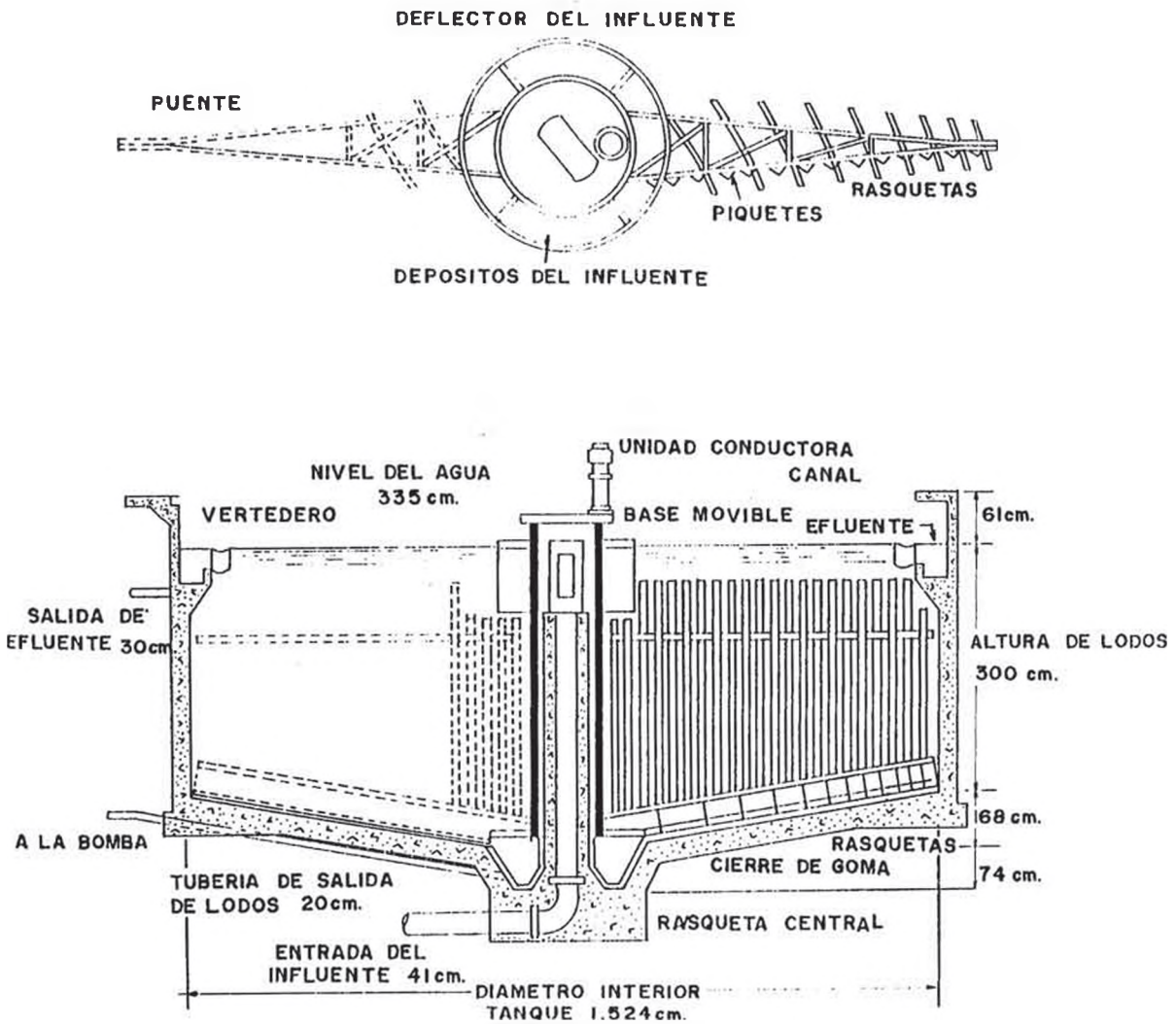


FIG. N° 7

En 1953 se ha desarrollado un método por Torpey para concentrar los lodos de forma continua sin la adición de productos químicos. Generalmente, el sistema permite que los lodos sin espesar (desde los decantadores primarios solos o combinados con lodos secundarios) pasen a la parte central del pozo del espesador. Los sólidos precipitan, se espesan en una zona definida <<manta>> y se extraen de la parte superior del tanque. El líquido en exceso, rebosa por el vertedero periférico. Los espesadores tienen un mecanismo con piquetes verticales que están unidos al brazo. Los piquetes tiene forma de V y canalizan al agua atrapada (agua que esta cogida con los lodos) y los gases a la superficie. El grado al cual pueden espesarse los lodos depende de varios factores, el principal es su procedencia. la composición de los lodos es también muy importante. Algunos lodos son de forma gelatinosa y voluminosa que impide el espesamiento a más de un cierto límite, independientemente del tiempo de retención. Otros son de forma más granular y sueltan el agua recogida cuando están sujetos a una acción física, como la mezcla lenta producida por los sistemas rotativos y los brazos.

El tratamiento conjunto de los residuos urbanos, es un método para tratar residuos sólidos que contienen del 30 al 70 por 100 de agua, en grandes montones permitiendo a los microorganismos descomponer las fracciones orgánicas, y ha sido utilizado en diferentes ocasiones para los lodos de las industrias. El proceso se acelera cuando a los depósitos se dan vueltas regularmente por medios mecánicos. Mercer encontró que era posible tratar los residuos sólidos de albaricoques y paviás de esta forma y que las condiciones aeróbicas se mantenían por medio de una vuelta diaria, inicialmente durante 5 ó 6 días, seguido de una vuelta, en días alternos, hasta que se completaba el proceso.

6.3 .- EVALUACION TECNICA ECONOMICA

6.3.1.- EVALUACION TECNICA.-Los procesos de tratamiento a emplear a los efluentes de la Industria Agraria el Escorial deben ser seleccionados con la finalidad de reducir los siguientes parámetros :

- Demanda Bioquímica de Oxígeno.
- Demanda Química de Oxígeno
- Grasas
- Coliformes Fecales.
- Coliformes Totales.

Luego de describir las cuatro posibles alternativas de tratamiento para las aguas residuales de Agraria el Escorial se ha optado por seleccionar las siguientes unidades de pretratamiento y tratamiento por cumplir con los criterios técnicos y económicos.

- Cámara de rejas.
- Trampa de grasas con inyección aire.
- Desarenador
- Medidor de caudal.
- Tanque de neutralización.
- Reactor Anaeróbico de Flujo Ascendente
- Filtro de contacto
- Cámara de contacto de cloro.

6.3.2.- EVALUACION ECONOMICA.-Se ha seleccionado para el tratamiento de las aguas residuales de Agraria el Escorial el Reactor Anaeróbico de Flujo Ascendente debido al menor costo en su construcción y operación, ocupan menor área y producen subproductos que pueden ser reutilizados en beneficio de la empresa.

La evaluación económica de los sistemas de tratamiento anteriormente descritos se puede apreciar en el gráfico N. 8

VII. DISEÑO DE LAS UNIDADES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA "INDUSTRIA AGRARIA EL ESCORIAL"

7.1.- DISEÑO DE LA TRAMPA DE GRASA CON INYECCION DE AIRE

Parámetros de diseño

$$L = 1.8$$

$$- = - - - - -$$

$$a = 1.0$$

Tasa de aplicación = 4 lts./s.m²

Tiempo de retención = 3 min

$$7 \text{ lts./seg}$$

$$\text{Area superficial} = \frac{\text{-----}}{4 \text{ lts/s.m}^2} = 1.75 \text{ mts.}^2$$

$$4 \text{ lts/s.m}^2$$

$$L = 1.8a \implies \text{Área} = 1.8a^2$$

$$1.8a^2 = 1.75 \implies a = 1 \text{ mt}$$

$$L = 1.8 \text{ mt.}$$

$$1.8 \text{ m} \times \bar{A}$$

$$\text{Tiempo de retención} = 3 \text{ min} = \frac{\text{-----}}{\text{-----}}$$

$$0.42 \text{ m}^3/\text{min}$$

A: es una sección trapezoidal

$$(1+0.2)H$$

$$A = 0.7 = \frac{\text{-----}}{\text{-----}}$$

$$2$$

$$H = 1.16 = 1.20 \text{ mts.}$$

Cantidad de Grasa en Kilogramos Producida en 15 Días=339.2 kg
 $D=M/V \implies V = 339.2/0.9 = 376.8 \text{ LTS.}$

En 15 días se producirán 5653 LTS de grasa

Para el almacenamiento de las grasas se tiene proyectado construir dos tanques rectangulares de almacenamiento de grasas

cuyas dimensiones son:

Altura..... 1.00 mts
 Largo..... 3.00 mts
 Ancho..... 2.0 mts
 Borde Libre.. 0.30 mts

7.2.- DISEÑO DEL CANAL DESARENADOR CONTROLADO POR UNA GARGANTA PARSHALL

Q_{\max} . Horario = 0.007 m³/seg.

Q_{\min} = 0.0048 m³/seg.

$$Q = 2.27 W H_a^{3/2}$$

donde: Q = caudal, m³/seg.

H_a = tirante en el punto de medición, mts.

W = ancho de la garganta, mts.

El tirante aguas arriba del Parshall (H_m) está dado por:

$$H_m = 1.1 H_a$$

$$Q = 2.27 W \{H_m/1.1\}^{3/2} \implies H_m = 1.1 \{Q/2.27W\}^{2/3}$$

$$1.1 (Q_{\max}/2.27W)^{2/3} - S \qquad Q_{\max}$$

$$Q_a = \frac{\quad}{1.1 (Q_{\min}/2.27W)^{2/3} - S}, \quad \text{Pero: } Q_a = \frac{\quad}{Q_{\min}}$$

despejando tenemos:

$$S = \frac{(Q_a^{2/3} - 1)}{(Q_a - 1)} \times 1.1 \left\{ \frac{Q}{2.27W} \right\}^{2/3}$$

$$Q_a = 1.4583$$

$$W = 15.2 \text{ ctm.}$$

obtenemos:

$$S = 0.292399519 \times 0.0818 = 0.02392$$

$$Y_{\max} = H_{\max} - S = 0.0818 - 0.02392$$

$$Y_{\max} = 0.05788 \text{ mts. } Y_{\max}: \text{tirante de agua en el canal}$$

cuyas dimensiones son:

Altura..... 1.00 mts
 Largo..... 3.00 mts
 Ancho..... 2.0 mts
 Borde Libre.. 0.30 mts

7.2.- DISEÑO DEL CANAL DESARENADOR CONTROLADO POR UNA GARGANTA PARSHALL

$Q_{\text{máx.}} \text{ Horario} = 0.007 \text{ m}^3/\text{seg.}$

$Q_{\text{min}} = 0.0048 \text{ m}^3/\text{seg.}$

$$Q = 2.27 W H_a^{3/2}$$

donde: $Q = \text{caudal, m}^3/\text{seg.}$

$H_a = \text{tirante en el punto de medición, mts.}$

$W = \text{ancho de la garganta, mts.}$

El tirante aguas arriba del Parshall (H_m) está dado por:

$$H_m = 1.1 H_a$$

$$Q = 2.27 W \{H_m/1.1\}^{3/2} \Rightarrow H_m = 1.1 \{Q/2.27W\}^{2/3}$$

$$1.1 (Q_{\text{max}}/2.27W)^{2/3} - S = Q_{\text{max}}$$

$$Q_a = \frac{1.1 (Q_{\text{max}}/2.27W)^{2/3} - S}{1.1 (Q_{\text{min}}/2.27W)^{2/3} - S}, \quad \text{Pero: } Q_a = \frac{Q_{\text{max}}}{Q_{\text{min}}}$$

$$1.1 (Q_{\text{min}}/2.27W)^{2/3} - S = Q_{\text{min}}$$

despejando tenemos:

$$S = \frac{(Q_a^{2/3} - 1)}{(Q_a - 1)} \times 1.1 \left\{ \frac{Q}{2.27W} \right\}^{2/3}$$

$$Q_a = 1.4583$$

$$W = 15.2 \text{ ctm.}$$

obtenemos:

$$S = 0.292399519 \times 0.0818 = 0.02392$$

$$Y_{\text{max}} = H_{\text{max}} - S = 0.0818 - 0.02392$$

$$Y_{\text{max}} = 0.05788 \text{ mts. } Y_{\text{max}}: \text{tirante de agua en el canal}$$

b: ancho de canal

$$b = \frac{Q_{\max}}{Y_{\max} \cdot V} = 0.4031 \text{ mts.}$$

verificamos que ocurre para $Q_{\min} = 0.0048 \text{ m}^3/\text{seg.}$

$$H_{\min} = 1.1 \left\{ \frac{0.0048}{0.34504} \right\}^{2/3} = 0.06362$$

$$Y_{\min} = 0.06362 - 0.02392 = 0.0397$$

$$V = \frac{Q_{\min}}{Y_{\min} \cdot b} = \frac{0.0048}{0.0397 \times 0.403} = 0.3 \text{ m/seg.}$$

$$L = 216 \times H = 21.6 \times 0.05788 = 1.25 \text{ mts.}$$

* Pendiente del canal desarenador

$$S = \left\{ \frac{Q \times n}{R^{2/3} \cdot A} \right\}^2 = \left\{ \frac{0.007 \times 0.015}{0.02332 \times 0.0045^{2/3}} \right\}^2 = 0.00126 \text{ m/m}$$

7.3.- DISEÑO DEL REACTOR ANAEROBICO DE FLUJO ASCENDENTE

$Q_{\max} = 7 \text{ lt/seg}$ $Q_{\max} = 604.8 \text{ m}^3/\text{dia}$ $Q_{\max} = 25.2 \text{ m}^3/\text{hora}$

Para fines de mantenimiento se diseñaran dos unidades de un caudal de tratamiento de 3.5 lt/seg.

Criterios de Diseño

- Velocidad superficial de sedimentación = 1.5 mts/hora
- Altura máxima = 6 mts.
- Altura mínima = 1.5 mts.
- Profundidad máxima del sedimentador = 1.5 mts.
- Angulo de deflexión del fondo del sedimentador = (45° - 60°)

- Carga orgánica volumétrica máxima = 20 kg DBO/m³ reactor.día
- Valor máximo del reactor = 1000 m³
- largo de la canaleta = 1 lt/seg/mt.

- Area del Sedimentador:

$$A = \frac{Q \text{ m}^3/\text{hora}}{V_s \text{ m/hora}} = 8.4 \text{ mt}^2$$

- Largo de la canaleta:

$$L = \frac{Q}{L_c} = \frac{3.5 \text{ lt/seg.}}{1 \text{ lt/seg.mt}} = 3.5 \text{ mt.}$$

Las dimensiones del sedimentador serán

$$3.5 \text{ mt} \times 2.4 \text{ mt} = 8.4 \text{ mt}^2.$$

-Velocidad en la Abertura (4m/h - 6m/h)

$$V = 6 \text{ mt/h} = 12.6 \text{ mt}^3/A \implies A = 2.1 \text{ mt}^2$$

$$A = L \cdot \text{Abertura}$$

$$\text{Abertura} = 0.6 \text{ mts}$$

Para nuestro diseño tomaremos los siguientes valores:

- Ancho de la sección de recolección de gas = 0.8 mts.
- Altura sobre el nivel de agua de la campana = 0.5 mts.

$$\text{Ancho Total} = 2.4 + 2(0.8) + 2(0.2) = 4.4 \text{ mts.}$$

Por consiguiente el área de la base del reactor será:

$$\text{Base} = 4.4 \times 3.5 = 15.4 \text{ mt}^2$$

$$\text{volumen del reactor} = 15.4 \times 5.80 = 89.32 \text{ m}^3$$

La carga volumétrica máxima por día = 534.09 Kg DBO/día

Carga orgánica volumétrica máxima

$$\text{COVM} = \frac{534.09}{89.32} = 5.97 \text{ Kg. DQO/m}^3 \text{ reactor.día}$$

$$\text{COVM} = 5.97 < 20 \text{ OKEY}$$

- Tiempo de Retención

$$\text{Tiempo de Retención} = 89.32/12.6$$

$$\text{T.R} = 7 \text{ Horas}$$

7.4.- DISEÑO DEL FILTRO DE CONTACTO

$$Q = 7 \text{ lt/seg.} = 604.8 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\text{Tasa de filtración} = 2 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{día}$$

$$\Rightarrow \text{Area de filtración} = \frac{604.8}{2} = 302.4 \text{ m}^2$$

$$\text{Se tiene 4 filtros} \Rightarrow \text{c/filtro} = \frac{302.4}{4} = 75.6 \text{ m}^2$$

Dimensiones de cada filtro de contacto:

$$L = 15 \text{ mts.}$$

$$A = 5 \text{ mts.}$$

7.5.- DISEÑO DE LA CAMARA DE CONTACTO DE CLORO

Para nuestro diseño asumiremos un periodo de contacto de 15 min.

$$\text{Caudal de tratamiento} = 0.42 \text{ m}^3/\text{mn}$$

Asumiremos las siguientes dimensiones de la cámara de contacto de cloro :

Asumiendo 0.5 para nuestro diseño

Cantidad de lodos producidos = $0.4 \times 1211.3 \text{ kg} = 484.52$
DIA

$$D = \frac{m}{V} \implies V = \frac{m}{D} = \frac{484.52}{1000} = 0.48452 \text{ m}^3 \text{ DIA}$$

En 45 días tendremos de lodos = $45 \times 0.48452 = 21.8 \text{ m}^3$

Cálculo de las dimensiones de los lechos de secado

Altura de lodos en los lechos = 0.30 mts

$$21.8 = A \times 0.30 \implies A = 72.6 \text{ m}^2$$

Largo = 10 mts

Ancho = 7 mts

Se tiene previsto construir 3 lechos de secado de los cuales 2 estarán en funcionamiento y uno estará de reserva con fines de operación y mantenimiento.

VIII.-OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LAS UNIDADES DISEÑADAS

Gran parte de la eficiencia de una Planta de Tratamiento, en este caso de las unidades antes diseñadas, se deben al grado de mantenimiento que se les prodigue.

Así, para obtener de ellas un funcionamiento continuo, efectivo y de óptimas resultados, es necesario que el personal responsable de su mantenimiento y conservación, tengan plena comprensión de las operaciones y fines de estas unidades.

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 o maniobras a que están destinadas.

Con un mantenimiento correcto, se está a salvo de emergencias o descomposturas imprevistas. Tres factores deben tomarse en cuenta para el debido mantenimiento: diseño, construcción y operación. 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.

A continuación se detallan en forma simple, sencilla y de fácil comprensión, las operaciones y mantenimiento de cada una de las unidades de tratamiento proyectadas.

8.1.- CAMARA DE REJAS

El objeto de las rejas es separar del efluente, las materias más voluminosas que flotan en la superficie o en la masa del líquido residual, tales materias están constituidas por elementos tales como pedazos de plásticos, cascaras,

pelos, pajas y otros que podrían destruir cañerías, canales, bombas u otros.

. Operación

El efluente industrial atraviesa el sistema de rejas que se opone al flujo, separando los sólidos voluminosos y sólo dejando pasar el líquido con materia de sólidos de pequeñas dimensiones y menores de 3.0 cms. de diámetro, cual es la separación entre barras. A su vez los sólidos que logran atravesar el sistema de rejas, serán posteriormente eliminados en la siguiente fase del tratamiento.

. Mantenimiento

Los sólidos atrapados en las rejas, serán eliminados en forma simple, pues bastará rastrillar éstos cuidadosamente hacia la plataforma superior de escurrimiento. Esta operación se realizará de 1 a 3 veces por día, o cuando se observe que esta sea requerida, y evitar así que se produzcan los siguientes fenómenos :

- Acción séptica, aguas arriba.
- Aumento del nivel del efluente aguas arriba.
- Cargas de flujo repentinas.

Las rejillas, deberán de lavarse diariamente, mediante agua a presión con una manguera, a fin de remover las materias orgánicas que se halla acumulado en ella. Además es necesario regar y lavar con frecuencia los pisos y paredes de la unidad, a fin de conservar el lugar siempre limpio y evitar así la polución de moscas y olores ofensivos.

8.2.- TRAMPA DE GRASAS

. Operación

Para que sean efectivas las trampas de grasa se han de operar apropiadamente limpiándose la unidad en forma regular para evitar el escape de cantidades apreciables de grasa; la limpieza se determinará por experiencia basada en la observación de períodos típicos de uso.

. Mantenimiento

- Se debe de realizar la limpieza de las rejillas periódicamente para evitar que obstruyan el paso de las grasas hacia las canaletas de recolección.
- Cada 15 días se debe de realizar la limpieza de los tanques de almacenamiento de grasas.
- Realizar la limpieza del soplador mensualmente.
- Se debe de extraer las grasas impregnadas en las paredes del canal periódicamente.

8.3.- DESARENADOR

. operación

- Los desarenadores deben limpiarse cuando las arenas depositadas llenen un 50 a 60% del espacio de almacenamiento. Esto debe vigilarse cuando menos cada diez días.
- Un olor marcado de las arenas significa que se está depositando demasiada materia orgánica en el desarenador.
- Para mantener una velocidad de flujo aproximadamente constante, se debe equipar a la cámara desarenadora con una sección de control que proporciona básicamente una nueva área en la sección transversal del canal, que está en

relación a la velocidad del flujo. Tal control se puede realizar usando un vertedero proporcional o por un canal Parshall instalados en el lado corriente abajo de la cámara.

- El método más simple para remover las arenas sedimentadas es mediante el paleado manual del fondo de la cámara. Para poder realizar esta operación, es necesario disponer de cámara de reserva para desviar a ésta las aguas residuales y sacar de operación la que requiere limpieza.
- Uno de los problemas más frecuentes en el manejo y disposición de la arena recolectada es el alto contenido de materia orgánica; su presencia es indicada por el color gris de la arena y el desprendimiento de olores. Entre las medidas correctivas se tienen: aumentar la velocidad del flujo en la cámara por cualquier forma posible; revisar los controles del influente y efluente, deflectores y el equipo mecánico ajustarlo y repararlo.

. Mantenimiento

- Se debe de realizar mensualmente el mantenimiento de las compuertas.
- Se deben de extraer las arenas acumuladas periódicamente y enterarlas.

8.4.- CAMARA DE NEUTRALIZACION

De acuerdo a los análisis de los desagües de esta industria, se pudo observar que las aguas residuales se encuentran en un rango ácido. Para el buen funcionamiento del tratamiento anaeróbico es necesario que las bacterias metanogénicas desarrollen sus procesos metabólicos satisfactoriamente en un ambiente ligeramente alcalino y valores de pH entre 6.5 y 7.5, siendo óptimas los valores del pH próximos a 7.0, es por ello que se ha diseñado esta unidad, a fin de mantenerlo dentro de los rangos permitidos.

. Operación

- El efluente ácido al pasar por esta cámara, recibe una dosis de neutralizante, en este caso de hidróxido de sodio. Para lograr que esta pueda mezclarse efectivamente con el desagüe tratado, se acciona el agitador eléctrico.
- Para determinar la cantidad de hidróxido de sodio que se deberá agregar al efluente, se tomarán muestras instantáneas a la entrada y salida de la cámara.
- La adición de hidróxido de sodio se regulará por la mayor o menor abertura de la válvula de alimentación del hidróxido.
- Una vez iniciada la operación de esta unidad, se deberá llevar un registro diario, a fin de coordinar y verificar los valores obtenidos con los diferentes procesos que se realizan en cada uno de los días, y poder así, pre-establecer las dosis requeridas por el efluente.

. Mantenimiento

- La cámara deberá mantenerse siempre limpia. El lavado se realizará con agua a presión, como se indicó para la limpieza de la cámara de rejillas, teniendo cuidado de no mojar o inundar el motor eléctrico del agitador.
- Para la conservación del motor eléctrico, se deberán seguir las recomendaciones que indique el fabricante.
- Las paletas deberán ser pintadas con pintura especial para evitar la corrosión de sus partes expuestas al agua residual.

8.5.- REACTOR ANAEROBICO DE FLUJO ASCENDENTE

8.5.1.- Inoculación

La puesta en marcha es un factor muy importante para el buen funcionamiento del reactor.

Se puede decir que el arranque comienza con la inoculación del reactor, y finaliza cuando existe una suficiente cantidad de actividad, alta velocidad de sedimentación, sedimento biológico el cual es adaptado al agua residual y es mantenido en el reactor, bajo estas condiciones, el sistema pueda ya ser expuesto a altas cargas orgánicas o a velocidades superficiales altas sin disminuir la eficiencia.

El arranque de un reactor es rápido cuando el inóculo usado es de mejor calidad y se usa la mayor cantidad posible.

Se garantiza el arranque con una cantidad de lodo granular que ocupe del 10 al 15% del total del volumen del reactor, si el lodo esta bien adaptado al substrato.

Si se cuentan con las mejores condiciones se puede conseguir arrancar el proceso en un mes, pero si el inóculo no es el apropiado, el arranque puede prolongarse a más de 6 meses.

Cuando no se tiene inóculo de buena calidad en cantidades suficientes puede utilizarse en su lugar; lodos digeridos obtenidos de digestores de lodos de aguas residuales, digestores rurales, tanques sépticos, lodo estiércol de bovino digerido; lodo de lagunas anaerobias, etc., sino se cuentan con estos materiales pueden utilizarse aguas residuales crudos, estiércol, etc.

8.5.2.- Arranque

Después de la inoculación se debe tener cuidado en el proceso con objeto de aumentar la actividad de microorganismos.

Si el residuo es concentrado, se recomienda iniciar la operación aplicando una carga orgánica volumétrica máxima de 0.5 Kg DQO/M³ día.

Es importante que el pH del lodo se encuentre entre 6.5-7.5, ajustándolo con productos químicos para su control.

La velocidad del flujo de alimentación debe ser sólo incrementada si la producción de gas y composición es satisfactoria y si la concentración de los ácidos volátiles en el lodo es bajo (<500 mg ácido acético/l), o con una clara tendencia a disminuir.

Cuando la concentración de ácidos volátiles sobrepasa del límite se tendrá que disminuir en forma inmediata la velocidad de flujo de alimentación.

Para aguas residuales diluidas, (aguas domésticas) la carga orgánica inicial tiene poca importancia.

8.5.3.- Granulación de Lodos

El proceso de granulación de lodos anaeróbicos en un substrato compuesto de una mezcla de ácidos grasos volátiles puede ser dividido en tres fases:

Fase I.- En el arranque inicial con cargas hasta de 3 Kg DQO/M³ día. Las pérdidas de lodos están limitadas a los flóculos muy finos o materia coloidal. La expansión del manto

es el resultado de la carga hidráulica y del incremento de la producción de gas.

Fase II.- Durante esta fase (cargas volumétricas hasta 5 Kg DQO/M³. día) ocurren notables pérdidas de sólidos debido a una excesiva expansión de manto de lodo, cuya naturaleza es floculenta.

Después de 40 días se forma unos gránulos que se distinguen en la parte retenida de los lodos. La carga de lodos se incrementa notoriamente en esta fase, debido a las fuertes pérdidas de inóculo en el sistema.

Por otra parte la actividad específica del lodo es incrementada como resultado del nuevo crecimiento de materia celular. Al término de esta fase, la tasa de pérdidas de sólidos en el vertimiento disminuye a través de la formación de gránulos que son fácilmente retenidos dentro del reactor. De hecho una selección entre los lodos granulares más pesados y el lodo de crecimiento disperso ocurre dentro del reactor.

Fase III.- Por encima de 5Kg DQO/M³, las pérdidas por vertimiento de los lodos floculentos dispersos comienzan a ser menores que la producción de nueva biomasa granular, y la carga orgánica puede incrementarse rápidamente. En esta fase se pueden aplicar altísimas cargas (E=90%). A estas altas cargas el lodo es predominantemente granular.

. Tipos de Lodos Granular

El tipo de lodo granular se puede obtener dependiendo de la naturaleza del inóculo, la composición del substrato y las condiciones del proceso:

Gránulos de Sarcina

Generalmente se presentan en sustratos ricos en ácido acético, posiblemente a causa de las ventajas cinéticas de la metanosarcina bajo estas condiciones de crecimiento comparado con otros organismos acetoclásticos.

Gránulos Filamentosos

Cuando se han utilizado lodos digeridos (planta aeróbica) como inóculo y una mezcla de AGV como sustrato, se han obtenido gránulos que consisten principalmente de bacterias con largos filamentos, posiblemente *Methanothrix soehngenii*. La mayoría de los gránulos filamentosos se originan en crecimientos sobre partículas inertes o pobremente biodegradados.

Gránulos Cilíndricos

La mayoría de los gránulos obtenidos en reactores a escala industrial que depuran desechos de azúcar o papa, son predominantemente fragmentos cortos cilíndricos consistentes entre 4-5 células de *Methanothrix*, en vez de filamentos largos.

Es importante recalcar la necesidad de nutrientes esenciales como fosfatos, amonio y elementos trazas en el sustrato.

El proceso de granulación se puede optimizar arrancando el reactor a 40°C.

Después de que se ha logrado el arranque y condiciones de operación deseadas, es conveniente almacenar exceso de lodo para una posible re-inoculación debido a problemas operacionales.

• Seguimiento de la Biodigestión

Las condiciones necesarias para una buena digestión anaerobia son las siguientes:

- No deben existir variaciones bruscas de temperatura.
- mantener el pH, a través de parámetros de proceso o de la adición de "nutrientes", entre 6.5 y 7.5;
- Someter el proceso a cargas orgánicas y tiempos de retención hidráulica y celular compatibles con el residuo a ser digerido y con el tipo de digester empleado.
- No existencia, en el residuo a ser digerido, de cantidades elevadas de compuestos tóxicos durante el proceso como N (NH_4^+ , NH_3), S (S^{2-}), etc.
- No ocurrencias de sobre cargas orgánicas o tóxicas además del límite soportable por el proceso.
- Existencia de cantidades de N y P en el residuo, compatibles con la cantidad de carbono.

Los principales parámetros utilizados en la evaluación de un proceso de digestión anaeróbica son los siguientes:

- Volumen y composición de gases producidos
- Temperatura
- pH
- Acidos volátiles
- Alcalinidad
- Potencial de oxido-reducción
- DBO/DQO
- Sólidos totales y volátiles
- C/N/P
- Amoniaco
- Sulfatos/sulfitos
- Metales pesados
- Metales alcalinos y alcalinotérreos

CUADRO Nº 20

RUTINA PARA CONTROL Y OPERACIONES DE REACTORES ANAEROBIOS DE FUJO ASCENDENTE

PARAMETRO Análisis Físicoquímicos	FRECUENCIA	
	Afluente	Efluente
Ph	Diario	Diario
Temperatura	Diario	Diario
DQO	Diario	Diario*
DBO5-20°C	Semanal	Semanal
S.S.T.	Diario	Diario
S.S.V.	Diario	Diario
A.G.V. (Titul)	Diario	Diario
Alcalinidad	Diario	Diario
Nutrientes (N y P)	Quincena	Quincena
Capacidad Buffer	Diario	Diario
CONTROL DEL PROCESO		
TRH	Diario	Diario
Producción de biogás	Diario	Diario
Carga aplicada	Diario	Diario
% de composición del biogás		

* Total y filtrada

. Análisis físicoquímico y microbiológicos

Análisis físicoquímicos

-Biogás

-Recolección

La recolección de biogás se puede obtener de diversas maneras, como por ejemplo, utilizándose pequeños recipientes, flexibles inflables, de PVC, de un volumen de aproximadamente 2 litros. El catálogo de Cole Palmer 1985-1986 presenta a su vez, las opciones de bolsas ("gas sampling bags") en teflón, tedlar y teflón ultra limpio, así como el uso de cilindros dotados de registros ("gas sampling bulbs"). También se menciona el uso de botellas muestreadoras conteniendo una solución alcalina acidificada (Na_2SO_4 , 25% y H_2SO_4 , 5%).

Se puede determinar la composición de biogas a través del método de cromatografía de gases, o por el método volumétrico usándose el aparato de Orsat, se describe a continuación las condiciones de cromatografía para el análisis de biogas.

Columna 1: tamiz molecular 5A, 1.8m, 1/8" diam.

Columna 2: cromosrb 102, 1.8m, 1/8" diam.

T vaporizador = 72°C

T columna = 70°C

T detector = 76°C

Detector de conductividad térmica (DCT)

Corriente en el detector = 200 mA

Integrador electrónico

Gas de arrastre: He, 60 lb/pulg², 40 ml/min.

Lettinga y colaboradores presentan las siguientes condiciones empleadas en su cromatógrafo;; columna con Porapak-8 para la detección del CO₂ y tamiz molecular 5A, para la separación de los otros gases. La temperatura de la columna fue de 60°C, la del vaporizador ("injección temperature") 75°C, y el gas de arrastre He.

- Ácidos volátiles

La cantidad de ácidos volátiles se puede determinar a través de cromatografía gaseosa o de métodos simplificados de titulación directa.

- Cromatografía gaseosa

Se acidifica la muestra con H₂SO₄ concentrado hasta pH 2, luego es centrifugada y filtrada. A una parte (alícuota) del filtrado se adiciona el patrón (se utiliza como patrón interno el ácido crotónico), y esta mezcla se inyecta en el cromatógrafo.

Se describen a continuación las condiciones del cromatógrafo para el análisis de los ácidos volátiles.

T vaporizador = 220 °C

T columna = 190°C

T detector = 200 °C

Detector de ionización de llama (DIL)

Columna: cromosorb 102, 1.8m, 1/8" diam

Amplificador - atenuación = 3 a 0.1 x 10⁻⁹, compensador de corriente = 10 - 9

Integrador electrónico

Gas de arrastre = N₂, 60 lb/pulg², 30 ml/min

Flujo de H₂ = 30 ml/min

Flujo de aire = 210 ml/min

Lettinga y colaboradores presentan las siguientes condiciones empleadas en su cromatógrafo: columna de vidrio de 1 m, con cromosorb 60-80, y N₂ como gas de arrastre saturado con ácido fórmico. La temperatura de la columna fue de 120 °C, y la temperatura del vaporizador y del detector fue 170°C, este último detector de ionización de llama.

- Método simplificado

La muestra, una vez retenida del digestor, es centrifugada y filtrada. Se agrega entonces al filtrado ácido sulfúrico 0.02 N hasta pH 4. Se anota el volumen de ácido, se baja todavía el pH hasta 3.5 y se hierve esta solución por 3 minutos para que se libere el gas carbónico. Se titula nuevamente la solución de pH 4 hasta 7 con NaOH.

$$\text{acid.vol} = \frac{\text{ml de NaOH. N. 60000}}{\text{ml de la muestra}} \quad (\text{mg/l})$$

Este método bastante aproximado para la operación de control de los digestores pues es a partir del mismo se obtiene la relación de acidez/alcalinidad, pero no es suficientemente exacto para los trabajos de investigación.

- Actividad metanogénica del lodo

El conocimiento de la actividad metanogénica del lodo (actividad específica máxima o $K_{m\acute{a}x}$), medida en Kg DQO/kg SSV.día, es de gran importancia para el cálculo de, por ejemplo, la cantidad de inóculo que se requiere para la partida de un reactor. La metodología para la determinación de esta parámetro ha sido descrita por Rodríguez. Lettinga y colaboradores citan igualmente que la actividad específica máxima del inóculo se mide en un reactor discontinuo, con una mezcla de ácidos volátiles de 600 mg/l de C₂, e igualmente de C₃ y C₄, habiéndose desarrollado el experimento a una temperatura de 30°C.

- Detección de trazadores

Se deberá buscar el mejor y más económico trazador, utilizando inicialmente el tipo ionizable como el cloruro de sodio o el de litio. El primero utiliza como método de detección la titulación y el segundo un fotómetro de llama (o un conductímetro).

- Otros análisis físico-químicos

Para efectuar los análisis de DBO, DQO y sólidos, entre otros se debe seguir la metodología descrita siempre el "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater".

. Análisis microbiológico

Los análisis microbiológicos se deberá consultar siempre el "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater".

. Mantenimiento

Se debe establecer e implementar un plan de mantenimiento permanente del reactor anaeróbico de flujo ascendente, para ello es necesario diseñar tarjetas de control donde se registra el mantenimiento realizado, la fecha y quien ejecutó el trabajo.

Debe haber un mantenimiento de rutina y reparaciones cuando ocurran daños en el equipo que exijan la reposición de partes. Es importante llevar un registro del costo del mantenimiento a fin de conocer las reparaciones más frecuentes y establecer cuales equipos son mas caros y son menos costosos de mantener y reparar.

El lodo debe descargarse tomados del centro de lodos para evitar el deterioro de la calidad físico químico del efluente.

8.6.- FILTRO DE CONTACTO

. Operación

Si la cantidad de líquido que ha de filtrarse no se clasifica automáticamente, el operario debe accionar las válvulas dispuestas en las tuberías, para conseguir las clasificaciones precisas y los períodos de reposos necesarios.

Serán necesario observar las condiciones en que se encuentra los lechos para dejarlos fuera de servicio cuando exijan reposo o limpieza. La necesidad de un reposo completo vendrá indicada por la acumulación de suciedad o el carácter séptico de las partes más bajas del filtro.

El tiempo de contacto no debe exceder de dos horas, para evitar que se produzca un proceso anaerobio, si se da lo anterior se producirá siempre algo de desoxigenación y algunos de los nitratos formados durante el período de reposo vacío se descomponían liberando nitrógeno gaseoso.

Tener cuidado de que no se levante la película orgánica, en la fase en la cual el líquido es trasladado hacia los filtros de contacto.

Mantenimiento.

Si se deposita una capa de sólidos sobre la arena, se debe rascar o limpiar. Cuando la obstrucción llega a ser más pronunciada, es necesario quitar una capa de 5 a 7.5 ctm de la parte superior de la arena y reemplazarla con material limpio o lavarlo.

8.7.- LECHOS DE SECADO

Operación

- El lodo tiene que aplicarse en camadas de 20 hasta 30 centímetros de espesor; mayor de esta altura dificulta el secado.
- El lodo no debe esparcirse en un lecho que ya contenga una carga anterior en fase de secado.
- Luego del secado el lodo se llevará a la zona de agricultura para el respectivo mejoramiento de suelos.
- Tratar de que la camada de lodos dispuestos en los lechos de secado sea uniforme.

Mantenimiento

- Deberá revisarse periódicamente el dren de recolección del efluente de los lechos de secado.

-
- Luego del proceso de tratamiento de lodos se procederá a renovar el material granulométrico la cual fue extraído con los lodos digeridos.
 - Realizar mensualmente el mantenimiento del equipo de bombeo que es utilizado para bombear lodos hacia los lechos de secado.

IX.- REUSO DEL EFLUENTE PARA LA AGRICULTURA

9.1 Marco Legal

La Ley General de Aguas D.L. 17752. establece en el Capitulo VIII Artículo 197 lo siguiente:

Art. 197° El uso de las aguas servidas en todos los casos estará sujeto a un tratamiento previo, adecuado según el tipo y utilización de los cultivos, de acuerdo a la siguiente clasificación :

- a. Cultivos Industriales, utilizados en la alimentación humana que sean sometidas a procesos de industrialización que incluyan la utilización, requeridos de tratamiento primario como mínimo, con excepción del cultivo de caña de azúcar con fines industriales (industria del azúcar) para el cual se requerirá un tratamiento mínimo en base a cámaras de rejillas.
- b. Cultivos Industriales tales como algodón, maíz y especies forestales, se permitirá el uso de aguas servidas con tratamiento primario como mínimo.
- c. Frutales de cultivo no rastreros y tubérculos, se podrá permitir el uso de aguas servidas, sometidas a tratamiento secundario.
- d. Cultivos como alfalfa, gramalote, chala etc. que se utilizan para forraje de ganado, se permitirá el uso de aguas servidas sometidas a tratamiento secundario y con absoluta prohibición de que el ganado lechero tenga acceso a los campos.

Luego de una observación del campo, se pudo comprobar que en la actualidad estas parcelas que son pocas están sembrados con especies forrajeras que se utilizan para el ganado, lo cual está contemplada en el inciso d) del Art. 197 mencionado líneas arriba.

9.2.- Criterios de Selección de Cultivos

Los criterios mas importantes en la selección de los cultivos son los que se describen a continuación :

a. Normatividad Oficial

Este factor es el primero que se debe tomar en cuenta en nuestro país, la norma vigente para el riego de áreas agrícolas se encuentra señalada en la "Ley General de Aguas". Si embargo, se hizo mención que los dispositivos contemplados no establecen específicamente límites de calidad del agua servidas con fines de irrigación, por lo que se recomiendan las directrices sugeridas por la OMS.

b. Tolerancia a la Salinidad y Al boro

Un contenido elevado de sales o de boro, tanto en el suelo como en las aguas de riego, influye en la selección de especies vegetales.

El efecto más importante de la salinidad sobre los cultivos es una reducción del proceso de absorción de agua por las raíces de las plantas. Cuanto mas salino es el suelo, mas dificultades encuentran las plantas para absorber el agua que necesitan. En caso de ocurrir este hecho las plantas adquieren un aspecto raquítico y sus hojas son diminutas y de color oscura o verde azulado. Si el contenido salino es muy alto en el suelo, las plantas morirán como consecuencia de una deficiencia extrema de humedad y no por el efecto tóxico de la salinidad. El lavado de sales contenido en el suelo - regeneración de suelos y la selección de especies

vegetales (Ver cuadro N°21) son los dos métodos mas utilizados en forma simultanea que permiten disminuir los efectos desfavorables de la salinidad.

Régimen de Suelos

En ciertas casos, un agua residual con escasa salinidad puede utilizarse para regenerar un suelo alcalino. Con la expresión "Regeneración de Suelo" suele designarse a todo el conjunto de técnicas de tratamiento de recuperación de un terreno no cultivado destinado a disminuir la salinidad del suelo mediante su lavado (en especial de la salinidad de los 60 cmt superiores de la capa de suelo), hasta alcanzar niveles aceptables para su cultivo o mediante la disminución de la salinidad del suelo mediante incorporación de sales tales como azufre, ácido sulfúrico y yeso, conjuntamente con secciones de lavado de aproximadamente de 100 a 200 mm de agua antes y después de siembra.

Las tolerancias al boro de las especies vegetales se presentan en el cuadro N°22.

c. Consideraciones Económicas

La capacidad relativa de los cultivos para producir beneficios económicos viene determinado por diversos factores, el cual depende de las condiciones de mercado local y de la rentabilidad de los cultivos. Esto viene determinado fundamentalmente por la producción de la que puede obtenerse con el, en todo caso habría que determinarse fundamentalmente la producción por Ha mínima que debería alcanzarse con determinados cultivos para cubrir las costas de producción en cada zona.

d. Exigencias Climáticas

Las condiciones climáticas tienen una influencia significativa en la selección de los cultivos por ejm. en

el caso de los forrajes, éstas pueden clasificarse como plantas perennes de estación cálida (obviamente sólo prosperan en zonas frías o cálidas). Como se nota, de no hacerse una adecuada selección de los cultivos ello involucra una disminución de la producción.

e. Características

La textura del suelo no influye directamente en la selección de los cultivos que van de regarse con agua residual tratada, sin embargo determinadas combinaciones de textura y estructuras del suelo y, en particular, la presencia de capas impermeables pueden ser un criterio de selección importante.

El laboreo cuando el suelo está húmedo o durante el riego puede verse seriamente afectado dependiendo de las características físicas del suelo. La acidez de los suelos ($\text{Ph} < 5.5$) es otra característica de ellos que se debe tomar en cuenta. Aunque es posible seleccionar especies vegetales con capacidad relativa para tolerar Ph bajos, lo práctico en la mayoría de los casos es corregir el Ph del suelo, mediante la utilización de fertilizante neutros o alcalinos.

9.3.- Selección de Cultivos

En función a las consideraciones tratadas anteriormente se recomienda el uso de las siguientes especies vegetales: Maíz Amarillo, maíz chala, maíz amiláceo, maíz híbrido, algodón, frijol, zapallo, papa, camote ají.

Para la zona del cordón ecológico se recomiendan las siguientes árboles:

Eucalipto, molle, cedro, casuarina.

CUADRO Nº 21

TOLERANCIA RELATIVA DE LOS CULTIVOS AGRICOLAS A LA SALINIDAD			
TOLERANTES	MODERADAMENTE TOLERANTE	MODERADAMENTE SENSIBLE	SENSIBLE
<u>Cultivos, productores de fibras, semillas y azúcar</u> CEBADA ALGODON JOJOBA REMOLOCHA AZUCARERA <u>Prod. Hortícolas</u> Espárragos <u>Frutales</u> Palmera datilera	<u>Cult. Prod. de Fibra</u> Avena Sorgo Trigo tierno Trigo redondillo <u>Pastos y Forrajes</u> Alfalfa, heno gris, maíz forraje avena común, forraje certero, forraje trébol, alberja. <u>Productos Hortícolas</u> Col, coliflor, maíz tierno, melón pimiento, papa, calabaza, rábano, espinaca, tomate, nabo, zandía.	 Haba, maíz, lino maní, arroz, caña de azúcar <u>Pastos y Forrajes</u> Alfalfa, heno gris, maíz, forraje, avena común forraje certero, forraje trébol, alberja. <u>Prod. Hortícolas</u> Col, coliflor, apio, maíz tierno pepino, col, rábano, espinaca, tomate, nabo, zandía <u>Frutales</u>	sésamo <u>Productos Hortícolas</u> zanahoria cebolla <u>Frutales</u> almendra, manzana, chirimoña, lima, nispero, mango, naranja, melocotón, pera, ciruela, fresa, mandarina.

CUADRO Nº 22

TOLERANCIA RELATIVA AL BORDO DE DIVERSOS CULTIVOS AGRICOLAS					
MUY SENSIBLES (<0.5 ppm)	SENSIBLES (0.5-1 ppm)	MODERADAMENTE --- SENSIBLES (1-2 ppm)	MODERADAMENTE --- TOLERANTES (2.4 ppm)	TOLERANTE (4-6 ppm)	MUY TOLERANTE (6-15 ppm)
Limón Mora	Falta Naranja Melocotón Cereza Ciruela Kaki Higo Uva Nuez Cebolla Ajo Trigo Cebada Fresa Alcachofa Maní	Pimiento Zanahoria Rábano Papa Pepino	Lechuga Col Apio Nabo Gramma Avena Maíz Tabaco Mostaza Trébol Zapallo Melón	Surgo Tomate Alfalfa	

9.4 Metodología de Riego

Antes de mencionar la metodología es bueno precisar algunas consideraciones negativas que son frecuentes en los métodos de riego y que se dan estos problemas en nuestra área de estudio; estos efectos son : el anegamiento de salinización y la alcalinización de los suelos, y el aumento de enfermedades.

El anegamiento es causado por la infiltración proveniente de los canales de riego o por la abundancia de agua cuando no hay un drenaje suficiente. Para corregir este problema habría que construir sistemas artificiales de drenaje, ya sea abriendo zanjas interceptoras colocadas a intervalos regulares en el campo o juntando y drenando el exceso del agua proveniente de los terrenos o establecer drenajes subterráneos, consistentes

en una serie de tejas perforadas o de tuberías plásticas o de concreto. El drenaje subterráneo aunque es mas costoso, tiene la ventaja de que no ocupa espacio de los cultivos, requiere menos mantenimiento y no provee habitat para microorganismos transmisores de enfermedades.

La salinización es la acumulación de calcio en las capas superiores del suelo incluyendo la zona de raíces de la planta. Una corteza o polvillo blancuzco sobre la superficie es una característica de salinización severa, aunque el rendimiento de los cultivos declino antes que aparezca dicha corteza. La llamada salinización secundaria tiene lugar cuando el agua subterránea sube de nivel, llevando las sales hacia las raíces, y la evaporación en la superficie deja las sales debajo.

Si los terrenos están bien drenados y se les aplica suficiente agua, las sales por lo general se filtrarán fuera de la zona de las raíces sin afectar el crecimiento de la planta.

La alcalinización es un problema menos común, pero mucho más serio que la salinización. El agua subterránea alcalina o las aguas para riego ricas en sodio, pueden aumentar los iones de sodio en las capas superiores del suelo mediante los mismos procesos que causan la salinización.

Los iones de sodio cambian la estructura de los suelos haciéndolos mas difíciles para la labranza y casi impermeables al agua. La alcalinización puede ser disminuida por medio de drenajes profundos en forma horizontal, con la aplicación de grandes dosis de abonos orgánicos y por el uso permanente de ácidos, pero un cuidado eficaz requiere análisis experto y tratamiento adecuado.

En esta zona del valle el riego es por surcos, esto debido a su proximidad al mar, pudiente y característicos adálficos, aunque es necesario mencionar los diferentes métodos de riego. Como mencionamos el suministro de agua, el suelo la topografía y los cultivos a regarse determinan el método correcto de riego.

Los suelos difieren mucho en su capacidad para absorber y retener el agua. algunos lo hacen en grandes cantidades, otros la absorben muy lentamente o tienen capacidad de retención muy baja.

Una vez conocida la tasa de absorción y la capacidad de retención del suelo, así como la cantidad de agua disponible y el método de riego el programa de cultivo puede ajustarse a esas condiciones. Los métodos más comúnmente empleados son:

- a. **Riego en Cuentas :** Su objetivo es llenar rápidamente con agua hasta la profundidad deseada, un área embalsada y dejar que el agua se infiltre en el suelo. Permite una aplicación muy eficiente cuando los suelos están bien nivelados y tienen las disminuciones debidas para el tipo de suelo y el suministro de agua.
- b. **Riego por Corrimiento :** Este es un medio controlado de inundar la superficie de un campo. Consiste en hacer avanzar una lámina de agua sobre una franja estrecha de tierra, limitada por camellones bajos, para que penetre en el suelo a medida que avanza.
- c. **Riego entre Bordes a Nivel :** Conocido como riego en tenazas, está adoptado a declives moderados y uniformes de suelos profundos. Las franjas o terrazas se ubican transversalmente al declive y con una inclinación controlada. Los bordes se construyen paralelos unos a otros.

- d. **Riego por Corrugación :** En este método el agua se aplica en surcos delgados para que se mueva lateralmente a través del suelo entre los surcos, humedeciendo todo el área. Está diseñados para suelos pesados que absorben el suelo lentamente y que al ser inundados pierden permeabilidad y se endurecen en la superficie. También se recomienda para cultivos de poca distancia entre plantas, en terreno inclinado u ondulado.
- e. **Riego en Surco :** Es el método más común para cultivos de hilera, el agua se aplica en los surcos entre las hileras de las plantas.
- f. **Riego en Surcos a Nivel :** Este método se aplica a surcos que corren transversalmente al sentido del declive del terreno. Los surcos tienen gradiente apenas suficiente para que el agua avance pero sin arrastrar el suelo. Pueden regarse con seguridad cultivos de hilera y surcos profundos en terrenos con declive de hasta 8%.
- g. **Riego en Surco Ancho :** En la mayoría de los suelos con declives de no más de 3% el uso de surcos de fondo ancho en vez de los surcos estrechos en "V" aumenta la tasa de absorción y reduce la erosión resultante de las variaciones de declive a lo largo de las franjas.
- h. **Riego de Aspersión :** Este método es ampliamente usado en los países desarrollados. El agua rociada sobre los cultivos o debajos de ellos utilizando pulverizadores de alta presión, los materiales por lo general importados, son costosos y requieren reemplazos frecuentes. El sistema es muy eficiente y elimina la mayoría de los riesgos para la salud. Debido a que los volúmenes de agua pueden ser regulados con mucha precisión, es muy poco probable que haya problemas de anegamiento o de salinización.

X EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL

Pese a las deficiencias de los datos ambientales se cuenta ahora con el conocimiento científico, la tecnología y los métodos de organización para prevenir o resolver muchos de los problemas ambientales; para hacerla efectiva ha sido necesario desplegar esfuerzos en todos los sectores sociales para mejorar los 4 factores principales que son indiscutibles en este tipo de trabajo, los cuales son :

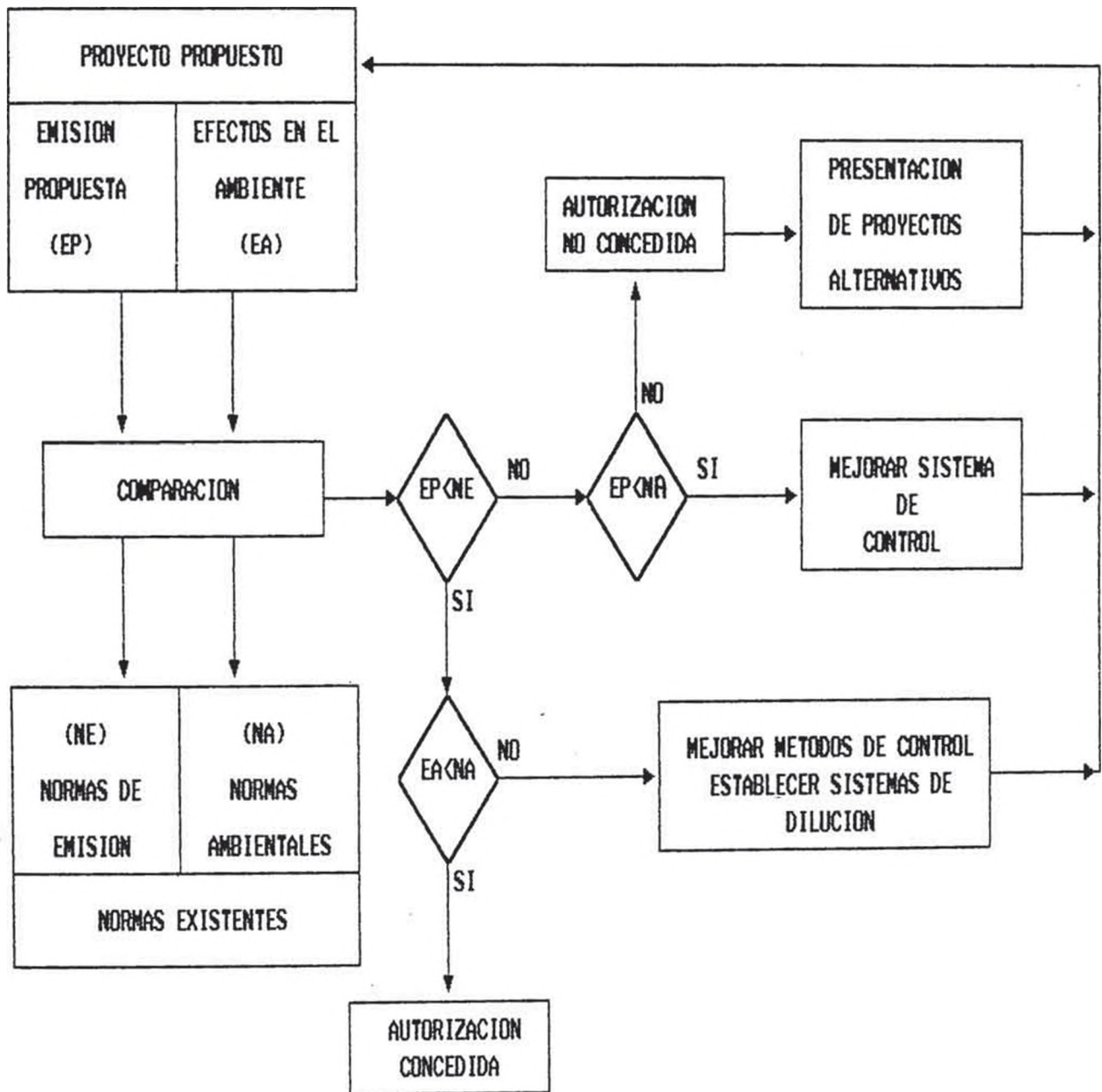
- Evaluación del Impacto Ambiental.
- Análisis de la relación Costo - eficacia de las medidas de protección ambiental.
- Análisis de Riesgo-Beneficio.
- Legislaciones Ambientales y Reglamentaciones.

Cabe mencionar que en el país no existe una política de decisión respecto a las evaluaciones de Impacto Ambiental, eso conlleva a producir diferentes sistemas oxiológicos los cuales podrán traducirse en distintas soluciones de transacción socioeconómicas.

Sabemos que la evaluación de impacto ambiental tiene por objeto sopesar las consecuencias geofísicas, biológicas y socioeconómicas, los proyectos propuestos, inclusive sus opciones; para ello es necesario desarrollar mejores métodos para preveer los efectos ecológicos y socio-económicos y de idear métodos simples, flexibles y de bajo costo

A continuación se presenta un flujograma general que emplean las entidades para elaborar los estudios de impacto ambiental.

FLUJOGRAMA DE ANALISIS AMBIENTAL DE UN PROYECTO INDUSTRIAL



10.1 Impactos Ambientales

Basados en la teoría existente y aplicados en nuestro sentido práctico, esta industria láctea en relación al impacto ambiental contempla lo siguiente:

10.1.1.- Calidad de Aire

- Debido al uso de petróleo para la generación de energía en los calderos, este aporta al aire partículas en suspensión monóxido de carbono, dióxido de azufre, hidrocarburos y óxido de nitrógeno, todos ellos en un mínimo de porcentaje de carga debido a que existe un sistema (ciclón) que hace precipitar algunas partículas de la mala combustión del petróleo.
- En relación a los posibles malos olores que se originen en la futura planta de tratamiento de aguas residuales, estos olores no causarán mayores inconvenientes, pues la dirección de los vientos predominantes en todo el año van de Sur - Oeste a Nor-Este (SW_NE), haciendo que la difusión de los posibles malos olores serán orientados hacia campo libre y cuyo radio de acción no sobrepasará 1Km, se comprueba que no existen centros poblados en el área de influencia.

10.1.2.- Calidad del Agua

- El mayor aporte de contaminación al curso de agua (canal Santa Rita), es el aporte que se origina en las diferentes etapas del proceso de producción, cito algunos de ellos :
 - * Lavado y limpieza de las tuberías, recipientes que se transporta la leche y otros equipos.
 - * Derrame de leche por fugas, sobreflujos, mal funcionamiento.

- * Desechos de los subproductos de la elaboración de quesos y Yogurt.
 - * Limpieza de las instalaciones con agua fresca.
 - * sala de ordeño (excrementos de la vaca, orina, agua de limpieza de las ubres de la vaca, derrames de la leche)
 - * Según los resultados de la dirección general de salud ambiental el canal Santa Rita presenta cierto grado de contaminación agua arriba del vertimiento de agraria el escorial
- Respecto al consumo y uso con fines industriales y domésticos lo realizan a través de un pozo profundo al cual no es sometido a ningún tratamiento previo para su uso; según los análisis de laboratorio esta es agua apta para el consumo humano y no implica ningún riesgo.

10.1.3.- Calidad del Suelo

- Respecto a los desechos sólidos y líquidos que afectan la calidad del suelo no existe tal contaminación tanto en el transporte de la leche a la planta industrial como dentro de las instalaciones.
- Los residuos sólidos derivados del proceso industrial son llevados al relleno sanitario municipal del centro poblado de Cañete (San Vicente).
- Las excretas procedentes del ganado vacuno serán separadas de los establos para su tratamiento y posterior comercialización como abono o fertilizante de los diferentes cultivos que hay en los alrededores, referente a este producto existe una gran demanda.
- De las instalaciones se tiene previsto construir un tanque séptico para el tratamiento de excretas procedentes de las

oficinas y de la planta industrial, todo ello para que no exista riesgo sanitario.

- Estas medidas deberán ser afrontadas para no tener problemas de proliferación de ratas parásitos u otros vectores que transmitan enfermedades.
- Respecto a procesos erosivos no es tan manifiesto, ya que al cambiar de uso el suelo este no es afectado en su mayoría, debido a la ocupación del complejo industrial y a los establos, que le dan cierta estabilidad al mismo. Lo que si es notorio es la compactación del suelo debido al pisoteo del ganado, esto es en un área muy restringida de 1.6 Ha que está dentro de las instalaciones de Agraria El Escorial.

10.1.4.- Toxicología en Relación a los Trabajadores

- En la pasteurización la persona que manipula la leche cruda se puede exponer a una serie de infecciones tales como brucelosis, salmonelas, shiguelosis y tuberculosis.
- En la manipulación de la soda cáustica puede producir quemaduras en la piel y los ojos caída temporal del cabello irritaciones de la nariz y garganta, así como bronquitis con esputo sanguinoliento
- El trabajador esta sujeto a cambios bruscos de temperatura que pueden provocar trastornos respiratorios.
- En la fermentación el trabajador puede respirar gases, como el amoniaco, que irrita los ojos y el tracto respiratorio.
- La máquina centrifugadora con el ruido que producen pueden provocar desde aturdimiento hasta pérdida de la audición.

Medidas Preventivas

Para evitar efectos negativos en la salud del trabajador, se tomara las siguientes medidas preventivas :

- Ventilación adecuada de las instalaciones.
- Utilización de gafas protectoras, tapones u orejeras, mascarillas con filtro químico, guantes, trajes protectores abrigados contra el frío y botas impermeables.
- Extremas medidas de higiene.
- Realizar controles médicos periódicas (trimestral) a todos los trabajadores.
- Excluir del trabajo a trabajadores que presenten enfermedades infecciosas.

10.1.5.- Calidad Ecológica

- Es evidente que el emplazamiento del complejo industrial en una zona netamente agrícola, cambie la estética paisajista del lugar. Estos cambios no representan en la actualidad un deterioro ambiental respecto al ecosistema existente.
- Todo el perímetro de la planta de tratamiento de aguas residuales de Agraria el Escorial se tiene proyectado cercar con árboles para generar un cerco ecológico y estar de acorde con la estética del lugar.

10.1.6.- Calidad de Vida

- Consolidación de Agraria El Escorial S.A. al mostrar el interés en reducir los efectos de deterioro ambiental por

el vertimiento de sus aguas residuales, residuos sólidos y malos olores.

- Poner fin a las tensiones sociales con los dueños de las parcelas adyacentes al complejo Industrial por el mejoramiento de la calidad del canal Santa Rita.
- Validación de una tecnología apropiada para el tratamiento de las aguas residuales y emisiones a la atmósfera.
- Generación de fuente de trabajo a los pobladores del lugar en todas las decisiones de la empresa dando prioridad finalmente a la construcción, operación y mantenimiento del sistema de tratamiento de las aguas residuales.

XI.- EXPEDIENTE TECNICO**11.1.- MEMORIA DESCRIPTIVA DE LAS UNIDADES QUE CONFORMAN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE AGRARIA EL ESCORIAL**

A continuación se detallan las unidades de tratamiento:

11.1.1.- CAMARA DE REJAS

Esta cámara servirá para retener los solidos gruesos y flotantes que puedan obstruir tuberías válvulas y perturbar el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales.

La cámara tiene una dimensión de :

largo.....1.80 mts.

ancho.....1.00 mts.

altura.....0.80 mts.

La cámara de rejas contara con barras de platinas de acero de 3/8" por 1 1/2" separados cada 3 ctm con inclinación de 45° con la horizontal.

Estas barras son fijadas en sus extremos por medio de soldaduras a otras barras transversales que se apoyan en el fondo del canal, en la parte superior a una plancha de acero de 3/8".

11.1.2.- TRAMPA DE GRASAS

Esta unidad servirá para separar las grasas de las aguas residuales la cual contara con dos tuberías de inyección de aire de 1/4" en el fondo de la unidad para lograr un efecto beneficioso adicional, arrastrando para la superficie

partículas muy pequeñas y coloidales, además contará con rejas para retener a los sólidos que hayan pasado de la unidad anterior; las grasas serán recolectadas mediante canales y transportadas a los tanques de almacenamiento de capacidad de 6 mts³.

11.1.3.- DESARENADOR

El desarenador tiene 1.25 de largo y 0.45 mts de ancho, la tasa hidráulica es de 0.30 mt/seg que permitirá la remoción de la arena. El caudal que atraviesa por esta unidad será medido mediante una regla, la cual estará instalado en esta unidad.

11.1.4.- CAMARA DE NEUTRALIZACION

Según los análisis efectuados a los efluentes de la industria agraria el escorial pertenecen a un rango ácido generalmente superiores a los pH permitidos para un tratamiento anaeróbico por lo que se ha diseñado una cámara de neutralización.

Esta consistirá en un tanque rectangular de 1.00 mt de lado y 1.40 mt de profundidad con una profundidad útil de 1.00mt.

En esta cámara se realizará la mezcla del desagüe industrial con la dosis determinada de neutralizante (hidróxido de sodio), con la ayuda de un motor eléctrico.

Este motor eléctrico consiste en "motorreductor coaxial trifásico de jaula de ardilla" marca HIDROSTAL y tiene las siguientes características:

- Tipo: P25-80 a 4
- Frecuencia: 60 Hz

- Potencia...: 0.5 Hp
- R.P.M.: 100

11.1.5.- REACTOR ANEAERÓBICO DE FLUJO ASCENDENTE

El tratamiento biológico y estabilización de la materia orgánica, se llevara a cabo en esta unidad, mediante un proceso anaerobio de lecho suspendido, sin necesidades de aeración. Esta constituido por dos unidades iguales en paralelo.

Cada unidad es de concreto armado $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$, el ingreso es por la parte inferior de la unidad, a través de 5 boquillas de salida de 4" de diámetro, en la parte superior del reactor se encuentra, el sedimentador secundario, que permitirá la separación de los sólidos que son arrastrados por el fluido.

El desagüe tratado se recolectará en canales de recolección luego el efluente de estas unidades, se conducirán hacia los sifones automáticos y posteriormente a los filtros de contacto.

Para retirar de la unidad, los lodos digeridos se dispondrá de una tubería de 6" de diámetro hasta los lechos de secado.

Las dimensiones de cada reactor son las siguientes:

- Largo.....: 4.4 mts
- Ancho.....: 3.5 mts
- Altura.....: 5.8 mts
- Volumen....: 95.12 m³

En cada reactor están proyectados colocar 5 tuberías de PVC ϕ 2" dispuestos cada 30 ctm para realizar las evaluaciones del contenido de lodos.

11.1.6.- FILTRO DE CONTACTO

El tratamiento del efluente líquido proveniente del reactor anaeróbico de flujo ascendente es complementado en estas unidades a fin de remover carga orgánica coliformes fecales y totales, los filtros de contacto diseñados están constituidos por cuatro (04) unidades, de 1.20 mts en promedio de profundidad y llenos de los siguientes materiales:

- Material Fino ϕ $\frac{1}{4}$ " 60 ctm
- Material Medio ϕ $\frac{1}{2}$ " a 1" 30 ctm
- Material Grueso ϕ 2" 30 ctm

cada unidad tendrá 15 mts de largo 5 mts de ancho contando con 60 ctm de borde libre para el almacenamiento de agua proveniente de los sifones.

El efluente proveniente de los sifones se descarga por medio de tubos distribuidores de 6" de diámetro colocados encima de la superficie superior del filtro.

El drenaje de fondo consiste en canaletas de 15 ctm de ancho a lo largo del filtro terminando en unas cajas registro, luego del cual son derivados hacia la cámara de contacto de cloro.

La operación y el proceso del tratamiento en el filtro de contacto se divide en las cuatro fases siguientes;

- a. Período de Llenado.- En esta fase el líquido residual previamente reposado se lleva al filtro tan rápidamente como sea posible, siempre que no arranque la película orgánica.
- b. El período en que el filtro está lleno.- Este es el período de contacto durante el cual el líquido está en contacto con

el medio filtrante recubierto con la película. Los sólidos contenidos en los líquidos residuales se adhieren a la superficie del medio filtrante, y la película orgánica absorbe en parte a los contenidos solubles. El tiempo de contacto no debe exceder de 2 horas después en caso contrario se producirá un proceso anaerobio.

- c. El período de vaciado.- Como el período de llenado, esta fase no ejerce influencia en el proceso de tratamiento, pero debe realizarse de modo que no se produzcan indebidas alteraciones de la película. Es corriente un período de vaciado de una hora.
- d. El período de reposo vacío.- Durante este período, 3 a 4 horas penetra aire en el lecho, lo que permite que las bacterias aerobias oxiden la materia orgánica depositada durante la segunda fase del ciclo.

Un ciclo completo como el esbozado, exige 8 horas por lo tanto el filtro funcionará 3 veces al día.

11.1.7.- CÁMARA DE CONTACTO DE CLORO

Esta unidad se ha diseñado para un período de contacto de 15 minutos con la finalidad de reducir la carga bacteriana.

La aplicación de la solución clorada será a través de un difusor de tubería de PVC con agujeros perforados, a través del cual dicha solución se distribuirá uniformemente en el agua residual.

Las dimensiones de esta unidad son:

- Largo..... 7.00 mts
- Ancho 1.50 mts
- Altura..... 0.60 mts
- Borde libre.. 0.60 mts

11.1.8.- LECHOS DE SECADO

Para el secado de los lodos provenientes del reactor anaeróbico del flujo ascendente, se a diseñado el respectivo lecho de secado, que consiste en una especie de filtro de arena gruesa y piedras asentadas sobre un fondo de concreto con pendiente hacia el centro donde se encuentra una canaleta con un sistema de drenaje formado por tubos de cemento de 4" de diámetro, y cuyas uniones están separadas una pulgada de tubo a tubo, teniendo un canal recolector que elimine el líquido del filtrado de los lodos a los drenes de infiltración.

El área del lecho de secado es de 210 m² y constara de 3 compartimientos de 7 mts de ancho por 10 mts de largo que corresponden a cada sistema de extracción de lodos del reactor, mediante tubería de fondo de 6", se extraerán los lodos y serán conducidos hacia las canaletas de distribución de los lechos de secado.

Los lechos de secado tendrán una altura de 0.80 mts y estará conformado por :

- Arena 0.20 mts
- Grava Fina ... 0.10 mts
- Grava Gruesa.. 0.20 mts
- Lodos..... 0.30 mts
- Borde libre .. 0.20 mts

11.2.- ESPECIFICACIONES TECNICAS

11.2.1.- REACTOR ANAEROBICO DE FLUJO ASCENDENTE

11.2.1.1 Descripción:

La estructura será de sección rectangular de 3.50 x 4.40 Mts. (medidas interiores) con una altura de 5.80 mt. Constará de las siguientes partes :

Fondo de concreto armado, muros de sección rectangular de concreto, losa de cubierta de concreto armado.

11.2.1.2.- Excavación

La excavación tendrá una profundidad de 5.80 m. en todo caso se llegará hasta terreno firme. Será bien nivelada y cualquier exceso de excavación se rellenará con concreto ciclopeo de $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$.

11.2.1.3.- Fondo

El fondo estará formado por una losa de concreto armado $f'c=175 \text{ Kg/cm}^2$, según se indica en el plano de 20 cms. de espesor perimetralmente tendrá un espesor de 10 cms. que servirá de cimiento a los muros.

El fondo deberá ser vacío monolíticamente en una sola operación; la cara superior se rellenará para facilitar la adherencia con el acabado de mortero. Para dar la pendiente de fondo, se rellenará con mortero 1:5.

11.2.1.4.- Muros

Serán de concreto armado $f'c=175 \text{ Kg/cm}^2$ según se indique en el plano, de 20 cms de espesor.

Para cruces de tuberías se instalarán, niples de mayor diámetro, debiéndose calafatear con estopa y plomo e impermeabilizar debidamente una vez instaladas las tuberías.

Se tendrá cuidado con las juntas de construcción, debiéndose picar el concreto ya endurecido y vaciado anteriormente, a fin de dejar en una superficie rugosa, libre de la película superficial de concreto, quedando apta para recibir el nuevo vaciado de concreto.

Las armaduras se empalmarán con traslapes de 60 veces de diámetro del fierro, con amarre espaciados, para permitir la envoltura de la unión por el concreto.

Será un losa maciza, de concreto armado, $f'c=175 \text{ Kg/cm}^2$ según el plano tendrá 10 cms, de espesor.

El acabado exterior se hará con una capa de mortero 1:3, de 1cm. de espesor, colocada inmediatamente sobre el concreto fresco, acabado con cemento puro.

11.2.1.5.- Concreto

El cemento deberá ser fresco, sin terrones y en buenas condiciones de establecimiento; la piedra será de los diámetros requeridos, según los espesores de concreto a vaciar; la arena a emplear será limpia.

Antes de vaciar el concreto, el Ing. Inspector deberá aprobar la colocación de la armadura de acuerdo al plano. Se evitará

la segregación de los materiales en los vaciados de altura.

Se evitará la acción directa de los rayos del sol, durante las 48 horas después del vaciado, el curado del concreto con agua, se hará directamente durante 07 días seguidos.

En climas fríos y cálidos, se tomará precauciones para la elaboración de concreto o se recurrirá al uso de aditivos especiales para este fin.

En climas fríos, con temperatura menores de 40°C, se recomienda usar agua caliente y aún en casos extremos calentar la arena y grava; debe protegerse con concreto fresco de las heladas, usando encofrado o coberturas.

En climas calurosos con temperaturas en el día mayor de 32°C, es preferible vaciar concreto durante la noche, en el entendido de que la temperatura es mucho menor.

Se recomienda enfriar los agregados y usar agua enfriada artificialmente con hielos, probablemente en partes iguales. Los agregados, así como el agua, deberán mantenerse en un lugar fresco y a la sombra.

11.2.1.6.- Encofrado

Los encofrados serán prácticamente indeformables y estos son los plazos para desencofrados, usando cemento Portland serán los siguientes:

Muros	03 días
Losa cubierta	21 días

Estos plazos podrán ser disminuidos, con resistencias análogas, empleando aceleradores de fragua.

11.2.1.7.- Instalación de Tubería

Se instalarán el sistema de tuberías indicado en el plano correspondiente.

11.2.1.8.- Prueba Hidráulica

Se llenará el RAFA de tuberías con agua y se observará atentamente si hay fugas debidas a porosidad del concreto, juntas de construcción y otros. La prueba a tanque lleno durará 24 horas. Si se producen filtraciones se harán los resanes necesarios y se repetirá la prueba hasta obtener resultados satisfactorios.

11.2.1.9.- Impermeabilidad

El preparado con impermeabilizante debe emplearse dentro de 3 a 4 horas de su preparación.

Se protegerá la impermeabilización de los efectos de desecación rápidamente por los rayos del sol por ejm. el "curado" con agua, se hará durante 4 días seguidos.

Se impermeabilizarán las superficies en contacto con el agua hasta los 10 cms. por encima del nivel del rebose.

11.2.1.10.- Varios

Por la brevedad de estas especificaciones se ha omitido varios detalles que se dan por conocido en toda buena construcción. En general los concretos, deberán ser bien elaborados con la menor relación agua-cemento que haga la mezcla trabajable, (se recomienda 0.5), lo que dará resistencia con la granulometría adecuadas para evitar porosidades.

Las secciones vaciadas no deberán sufrir vibraciones durante 3 días.

Debe tener cuidado con la retracción del concreto, para lo que se recomienda evitar la desecación rápida haciendo un cuadro energético o usar compuestos especiales.

11.2.2.- Filtro de Contacto

11.2.2.1.- Descripción

La estructura será de sección cuadrada de 15.00 x 5.00 mts. (medidas interiores) con una altura de 1.20 mt.

11.2.2.2.- Excavación

La excavación tendrá una profundidad mínima de 0.95 m. en todo caso se llegará hasta terreno firme. Será bien nivelada y cualquier exceso de excavación se rellenará con concreto ciclópeo de $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$.

11.2.2.3.- Fondo

El fondo estará formado por una losa de concreto armado $f'c=175 \text{ Kg/cm}^2$, según se indica en el plano de 20 cms. de espesor perimetralmente tendrá un espesor de 10 cms. que servirá de cimiento a los muros.

El fondo deberá ser vacío monolíticamente en una sola operación; la cara superior se rellenará para facilitar la adherencia con el acabado de mortero. Para dar la pendiente de fondo, se rellenará con mortero 1:5.

11.2.2.4.- Muros

Serán de concreto armado $f'c=175$ Kg/cm² según se indique en el plano, de 15 cms de espesor.

Para cruces de tuberías se instalarán, niples de mayor diámetro, debiéndose calafatear con estopa y plomo e impermeabilizar debidamente una vez instaladas las tuberías.

Se tendrá cuidado con las juntas de construcción, debiéndose picar el concreto ya endurecido y vaciado anteriormente, a fin de dejar en una superficie rugosa, libre de la película superficial de concreto, quedando apta para recibir el nuevo vaciado de concreto.

Las armaduras se empalmarán con traslapes de 60 veces de diámetro del fierro, con amarre espaciados, para permitir la envoltura de la unión por el concreto.

11.2.2.5.- Concreto

El cemento deberá ser fresco, sin terrones y en buenas condiciones de establecimiento; la piedra será de los diámetros requeridos, según los espesores de concreto a vaciar; la arena a emplear será limpia.

Antes de vaciar el concreto, el Ing. Inspector deberá aprobar la colocación de la armadura de acuerdo al plano. Se evitará la segregación de los materiales en los vaciados de altura.

Se evitará la acción directa de los rayos del sol, durante las 48 horas después del vaciado, el curado del concreto con agua, se hará directamente durante 07 días seguidos.

En climas fríos y cálidos, se tomará precauciones para la elaboración de concreto o se recurrirá al uso de aditivos especiales para este fin.

En climas fríos, con temperatura menores de 4°C, se recomienda usar agua caliente y aún en casos extremos calentar la arena y grava; debe protegerse con concreto fresco de las heladas, usando encofrado o coberturas aislantes.

En climas calurosos con temperaturas en el día mayor de 32°C, es preferible vaciar concreto durante la noche, en el entendido de que la temperatura es mucho menor.

Se recomienda enfriar los agregados y usar agua enfriada artificialmente con hielos, probablemente en partes iguales. Los agregados, así como el agua, deberán mantenerse en un lugar fresco y a la sombra.

11.2.2.6.- Encofrado

Los encofrados serán prácticamente indeformables y estos son los plazos para desencofrados, usando cemento Portland serán los siguientes:

Muros	03 días
Losa cubierta	21 días

Estos plazos podrán ser disminuidos, con resistencias análogas, empleando aceleradores de fragua.

11.2.2.7.- Instalación de Tubería

Se instalarán el sistema de tuberías indicado en el plano correspondiente.

11.2.2.8.- Prueba Hidráulica

Se llenará el filtro lentamente con agua y se observará atentamente si hay fugas debidas a porosidad del concreto, juntas de construcción y otros. La prueba a tanque lleno durará 24 horas. Si se producen filtraciones se harán los resanes necesarios y se repetirá la prueba hasta obtener resultados satisfactorios.

11.2.2.9.- Impermeabilidad

El preparado con impermeabilizante debe emplearse dentro de 3 a 4 horas de su preparación.

Se protegerá la impermeabilización de los efectos de desecación rápidamente por los rayos del sol por ejm. el "curado" con agua, se hará durante 4 días seguidos.

Se impermeabilizarán las superficies en contacto con el agua hasta los 10 cms. por encima del nivel del rebose.

11.2.2.10.- Varios

Por la brevedad de estas especificaciones se ha omitido varios detalles que se dan por conocido en toda buena construcción. En general los concretos, deberán ser bien elaborados con la menor relación agua-cemento que haga la mezcla trabajable, (se recomienda 0.5), lo que dará resistencia con la granulometría adecuadas para evitar porosidades.

Las secciones vaciadas no deberán sufrir vibraciones durante 3 días. Debe tener cuidado con la retracción del concreto, para lo que se recomienda evitar la desecación rápida haciendo un cuadro enérgico o usar compuestos especiales.

11.2.3.- LECHOS DE SECADO DE LODOS

11.2.3.1.- Descripción

La estructura será de sección cuadrada de 7.00 x 10.00 mts. (medidas interiores) con una altura de 1.15 mt.

Constará de las siguientes partes:

Cimiento corrido y muros de sección cuadrada de mampostería.

11.2.3.2.- Excavación de zanjas

La excavación tendrá una profundidad mínima de 0.30m. en todo caso se llegará hasta terreno firme. Será bien nivelada y cualquier exceso de excavación se rellenará con concreto ciclópeo de $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$.

11.2.3.3.- Fondo

El fondo estará formado por una concreto simple de $F'c=175 \text{ kg/cm}^2$ de espesor de 0.15 m. como se indica en el plano.

11.2.3.4.- Muros

Serán de mampostería (ladrillo de arcilla de soga). Se realizará un enlucido interior de los muros con mortero cemento arena 1:3, en un espesor de 1cm.

11.2.3.5.- Impermeabilidad

El preparado con impermeabilizante debe emplearse dentro de 3 a 4 horas de su preparación.

Se protegerá la impermeabilización de los efectos de desecación rápidamente por los rayos del sol por ejm, el "curado" con agua, se hará durante 4 días seguidos.

Se impermeabilizarán las superficies en contacto con el agua hasta los 10 cms. por encima del nivel del rebose.

11.2.3.6.- Varios

Por la brevedad de estas especificaciones se ha omitido varios detalles que se dan por conocido en toda buena construcción. En general los concretos, deberán ser bien elaborados con la menor relación agua-cemento que haga la mezcla trabajable, (se recomienda 0.5), lo que dará resistencia con la granulometría adecuadas para evitar porosidades.

Las secciones vaciadas no deberán sufrir vibraciones durante 3 días.

Debe tener cuidado con la retracción del concreto, para lo que se recomienda evitar la desecación rápida haciendo un cuadro enérgico o usar compuestos especiales.

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.1.1

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: CASETA DE GUARDIANA Y ALMACEN

UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.040	6.080	0.24
OPERARIO	H-H	0.400	5.530	2.21
OFICIAL	H-H	0.400	5.030	2.01
PEON	H-H	0.400	4.500	1.80
MATERIAL				
CLAVOS CORRIENTES DE 2 PLG	KG	0.210	2.88	0.60
MADERA PARA CARPINTERIA TORNILLO	P2	3.800	3.50	12.60
PLANCHA TRIPLAY LUPUNA 4' X8' X4mm	UND	0.760	20.00	15.20
PLANCHA CALAMINA FO GALV 1.83 X 0.83 MT	UND	0.860	16.00	10.56
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	6.27	0.19
TOTAL				45.42

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.2.1

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: TRAZO Y REPLANTEO

UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.002	6.08	0.01
OPERARIO	H-H	0.013	5.53	0.07
PEON	H-H	0.026	4.50	0.12
MATERIAL				
MADERA PARA ENCOFRADO TORNILLO	P2	0.050	3.50	0.18
TIZA EN POLVO	BOL	0.050	35.00	1.75
MAQUINA Y EQUIPO				
CORDEL DE ALGODON 50 MT.	ML	0.110	1.20	0.13
NIVEL KERN GK1	H-N	0.013	4.00	0.05
TEODOLITO WILD T1-A	H-T	0.013	5.00	0.07
JALON DE 2 MT PLEGABLE A UNO	H-J	0.026	1.00	0.03
MIRA TOPOGRAFICA DE 4 MT PLEGABLE A 1 MT	H-M	0.026	0.70	0.02
WINCHA DE ACERO DE 50 MT	H-W	0.013	0.20	0.00
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	0.20	0.01
TOTAL				2.43

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.3.11

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: EXCAVACION MANUAL DE ZANJA TN P TUB 6 UNIDA ML

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.180	6.08	0.97
PEON	H-H	1.600	4.50	7.20
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	0/0	0.030	8.17	0.25
TOTAL				8.42

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.3.12

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: REFINE NIVE Y CONFORM DE FONDOS TN PAR UNIDA ML

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.008	6.08	0.04
PEON	H-H	0.064	4.50	0.29
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	0/0	0.030	0.32	0.01
TOTAL				0.33

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.3.13

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: PREPARACION DE CAMA DE APOYO TN PARA UNIDA ML

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.005	6.08	0.03
PEON	H-H	0.053	4.50	0.24
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	0/0	0.030	0.27	0.01
TOTAL				0.28

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.3.14

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: RELLENO COMPACT ZANJA TN P TUB 6 PLG 1. UNIDA ML

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.024	6.08	0.15
OFICIAL	H-H	0.244	5.09	1.23
PEON	H-H	1.458	4.50	6.55
MATERIAL				
AGUA POTABLE	M3	0.150	1.00	0.15
MAQUINARIA Y EQUIPO				
COMPAC VIBR DE PLANCHA TIPO RANA 7HP	H-M	0.244	6.00	1.48
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	7.93	0.24
TOTAL				9.78

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.3.15

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: ELIMINACION DE MATERIAL SOBRENTE TN P T UNIDA ML

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.005	6.08	0.03
PEON	H-H	0.055	4.50	0.25
MAQUINARIA Y EQUIPO				
CAMION VOLQUETE DE 6 M3	H-M	0.005	25.30	0.13
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	0.28	0.01
TOTAL				0.41

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.3.21

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: SUM.TENDIDO Y COLOCACION TUB CSN 06 PL UNIDA ML

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.011	6.08	0.07
OPERARIO	H-H	0.107	5.53	0.59
PEON	H-H	0.533	4.50	2.40
MATERIAL				
TUB CSN DE D=6"	ML	1.000	7.00	7.00
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	3.06	0.09
TOTAL				10.15

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.3.22

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: DOBLE PRUEBA HIDRAULICA Y RESANE TN TU UNIDA ML

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.002	6.08	0.01
OFICIAL	H-H	0.026	5.03	0.13
PEON	H-H	0.020	4.50	0.09
MATERIAL				
ARENA GRUESA	M3	0.001	15.70	0.02
LADRILLO ARC KING KONG FAB MANO 9x18x24	UND	0.020	0.27	0.01
CEMENTO PORTLAND # I BOLSA 42.5 KG.	BOL	0.001	9.00	0.01
AGUA POTABLE	M3	0.160	1.00	0.16
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	0.23	0.01
TOTAL				0.43

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.3.31

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: BUZON TIPO A H=1.5 M.

UNIDA UND

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	1.958	6.08	11.89
OPERARIO	H-H	12.568	5.53	69.49
OFICIAL	H-H	4.484	5.03	22.55
PEON	H-H	24.663	4.50	110.53
MATERIAL				
ALAMBRE DE PUAS # 8	ML	0.544	1.44	0.78
CLAVOS CORRIENTES DE 3 PLG	KG	0.184	2.88	0.53
FO CORRUG CL 60 FY=4200 KG/cm2 1/2 PLG	KG	19.000	1.00	19.00
ARENA GRUESA	M3	0.904	15.70	14.19
PIEDRA CHANCADA 1/2 PLG	M3	1.761	15.70	27.65
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	15.530	9.00	139.77
AGUA POTABLE	M3	0.989	1.00	0.99
MADERA PARA ENCOFRADO TORNILLO	P2	7.539	3.50	26.39
MARCO TAPA FO FDO P BZ 0.60 D 125 KG	UND	1.000	8.60	8.60
MEZCL CONCRT TIP TAMBOR 20 HP 9-11 P3	H-M	1.297	4.30	5.58
ENCOFRADO METALICO P BUZONES 1.20x1.0 MT	UND	1.500	12.00	18.00
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	214.47	6.43
TOTAL				481.78

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.4.11

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: EXCAV MANUAL T N

UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.029	6.08	0.18
PEON	H-H	2.286	4.50	10.29
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	10.46	0.31
TOTAL				10.78

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.4.12

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION TN UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.016	6.08	0.10
OFICIAL	H-H	0.160	5.03	0.80
PEON	H-H	0.160	4.50	0.72
MAQUINARIA Y EQUIPO				
COMPAC VIBR DE PLANCHA TIPO RANA 7HP	H-M	0.160	6.00	0.96
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	1.62	0.05
TOTAL				2.63

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.4.13

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: ACARREO Y ELIMINACION DE DESMONTE UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.080	6.08	0.49
PEON	H-H	0.800	4.50	3.60
MAQUINARIA Y EQUIPO				
CAMION VOLQUETE DE 8 M3	H-M	0.133	25.30	3.36
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	4.09	0.12
TOTAL				7.57

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.4.2011

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: CONCRETO DE RELLENO F' C=140 KG/CM2

UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.067	6.08	0.41
OPERARIO	H-H	0.670	5.53	3.71
OFICIAL	H-H	1.333	5.03	6.70
PEON	H-H	5.330	4.50	23.99
MATERIAL				
HORMIGON GRUESO	M3	0.940	15.70	14.76
PIEDRA DE RIO O CANTERA, MEDIANA	M3	0.910	15.70	4.87
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	3.950	9.00	30.15
AGUA POTABLE	M3	0.100	1.00	0.10
MAQUINAS Y EQUIPOS				
MEZCL. CONCRT TIP TAMBOR 20 HP 9-11 P3	H-M	0.670	4.30	2.88
VIBRADOR GASOLINA DE 3 HP 1 PLG	H-M	0.670	0.56	0.98
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	34.80	1.04
TOTAL				68.98

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.4.2111

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: LOSA DE FONDO CONCRETO $f_c=175 \text{ KG/cm}^2$ UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.080	6.08	0.49
OPERARIO	H-H	0.800	5.53	4.42
OFICIAL	H-H	0.800	5.03	4.02
PEON	H-H	3.200	4.50	14.40
MATERIAL				
ARENA GRUESA	M3	0.500	15.70	7.85
PIEDRA CHANCADA 1/2 PLG	M3	0.740	15.70	11.62
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	8.100	9.00	72.90
AGUA POTABLE	M3	0.180	1.00	0.18
MAQUINAS Y EQUIPOS				
MEZCL CONCRT TIP TAMBOR 20 HP 9-11 P3	H-M	0.400	4.30	1.72
VIBRADOR GASOLINA DE 3 HP 1 PLG	H-M	0.400	0.56	0.22
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	23.33	0.70
TOTAL				118.53

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.4.2112

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: LOSA DE FONDO ENCOFRADO Y DEENCOFRA UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.070	6.08	0.43
OPERARIO	H-H	0.305	5.53	1.69
OFICIAL	H-H	0.305	5.03	1.53
MATERIAL				
MADERA PARA ENCOFRADO TORNILLO	P2	1.180	3.60	4.13
CLAVOS CORRIENTES DE 3 PLG	KG	0.080	2.88	0.23
ALAMBRE NEGRO DE 8 AWG	KG	0.130	2.00	0.26
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	3.65	0.11
				8.98

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.4.2113

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: LOSA DE FONDO ACERO $f_c = 4200$ KG/CM2 UNIDA KG

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.004	6.08	0.02
OPERARIO	H-H	0.040	5.53	0.22
OFICIAL	H-H	0.040	5.03	0.20
MATERIAL				
FO CORRUG CL 60 FY=4200 KG/cm2 1/2 PLG	KG	1.050	1.00	1.05
ALAMBRE NEGRO DE 16 AWG	KG	0.080	2.00	0.12
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	0.45	0.01
TOTAL				1.63

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.4.2121

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: MURO REFORZADO CONCRETO $f_c = 175 \text{ KG/c}$ UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.080	6.08	0.49
OPERARIO	H-H	0.800	5.53	4.42
OFICIAL	H-H	1.600	5.03	8.05
PEON	H-H	6.400	4.50	28.80
MATERIAL				
ARENA GRUESA	M3	0.500	15.70	7.85
PIEDRA CHANCADA 1/2 PLG	M3	0.740	15.70	11.62
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	8.100	9.00	72.90
AGUA POTABLE	M3	0.180	1.00	0.18
MAQUINARIA Y EQUIPO				
MEZCL CONCRT TIP TAMBOR 20 HP 9-11 P3	H-M	0.800	4.30	3.44
VIBRADOR GASOLINA DE 3 HP 1 PLG	H-M	0.800	0.56	0.45
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	41.76	1.25
TOTAL				139.45

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.4.2122

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: MUROS REFORZADOS ENCOFRADO Y DESENC UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.067	6.08	0.41
OPERARIO	H-H	0.667	5.53	3.69
OFICIAL	H-H	0.667	5.03	3.36
MATERIAL				
CLAVOS CORRIENTES DE 4 PLG	KG	0.350	2.88	1.01
ALAMBRE NEGRO DE 8 AWG	KG	0.120	2.00	0.24
MADERA PARA ENCOFRADO TORNILLO	P2	2.230	3.50	7.81
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	7.45	0.22
TOTAL				16.73

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.4.2123

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: MUROS REFORZADOS ACERO $f_y = 4200$ KG/cm UNIDA KG

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.004	6.08	0.02
OPERARIO	H-H	0.040	5.53	0.22
OFICIAL	H-H	0.040	5.03	0.20
MATERIAL				
ALAMBRE NEGRO DE 16 AWG	KG	0.060	2.00	0.12
FO CORRUG CL 60 FY=4200 KG/cm ² 1/2 PLG	KG	1.050	1.00	1.05
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	0.45	0.01
TOTAL				1.63

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.4.221

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: TARRAJEO LOSA DE FONDO C/IMP M=1:1:2 C/ UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.027	6.08	0.16
OPERARIO	H-H	0.267	5.53	1.48
PEON	H-H	0.134	4.50	0.60
MATERIAL				
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	0.235	9.00	2.12
ARENA FINA	M3	0.008	15.70	0.13
ARENA GRUESA	M3	0.013	15.70	0.20
IMPERMEAB. CHEMA 1 POLVO DE MORTERO	KG	0.118	5.10	0.60
REGLAS DE MADERA CEDRO 1 1/2"X4"X8'	UND	0.020	2.00	0.04
AGUA POTABLE	M3	0.005	1.00	0.01
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	2.24	0.07
TOTAL				5.40

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.4.222

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: TARRAJEO INTERIOR M=1:1:2 C/AJA+IMPERM UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.067	6.08	0.41
OPERARIO	H-H	0.667	5.53	3.69
PEON	H-H	0.333	4.50	1.50
MATERIAL				
CLAVOS CORRIENTES DE 3 PLG	KG	0.001	2.88	0.00
ARENA FINA	M3	0.015	15.70	0.24
CEMENTO PORTLAND # I BOLSA 42.5 KG.	BOL	0.161	9.00	1.45
IMPERMEAB. CHEMA BITUMEN POLVO	KG	0.081	5.10	0.41
AGUA POTABLE	M3	0.004	1.00	0.00
MADERA PARA ANDAMIO	P2	0.220	3.50	0.77
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	5.59	0.17
TOTAL				8.64

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.4.223

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: TARRAJEO MURO EXT ACABADO FF M=1:2 C/ UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.067	6.08	0.41
OPERARIO	H-H	0.667	5.53	3.69
PEON	H-H	0.333	4.50	1.50
MATERIAL				
CEMENTO PORTLAND # I BOLSA 42.5 KG.	BOL	0.162	9.00	1.46
ARENA FINA	M3	0.010	15.70	0.16
CLAVOS CORRIENTES DE 3 PLG	KG	0.003	2.88	0.01
REGLA DE MADERA CEDRO DE 1"X3"X8'	UND	0.002	2.00	0.00
AGUA POTABLE	M3	0.003	1.00	0.00
MADERA PARA ANDAMIO	P2	0.630	3.50	2.21
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	5.59	0.17
TOTAL				9.60

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.4.31

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: SUMINISTRO E INST. DE REJAS

UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ OPERARIO	H-H	0.004	6.08	0.02
	H-H	0.040	5.53	0.22
MATERIAL				
PLATINA 3/8"X1/2"	KG	10.000	17.00	170.00
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	0/0	0.030	0.25	0.01
TOTAL				170.25

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.4.32

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: SUMINISTRO E INST. DE PLACA METALICA

UNIDA UND

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ OPERARIO	H-H	0.004	6.08	0.02
	H-H	0.040	5.53	0.22
MATERIAL				
PLACA METALICA DE 0.50 X 0.70	UND	1.000	89.00	89.00
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	0/0	0.030	0.25	0.01
TOTAL				89.25

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.5.11

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: EXCAV MANUAL T N

UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.029	6.08	0.18
PEON	H-H	2.288	4.50	10.29
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	0/0	0.030	10.46	0.31
TOTAL				10.78

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.5.12

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION TN

UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.018	6.08	0.10
OFICIAL	H-H	0.160	5.03	0.80
PEON	H-H	0.180	4.50	0.72
MAQUINARIA Y EQUIPO				
COMPAC VIBR DE PLANCHA TIPO RANA 7HP	H-M	0.160	6.00	0.96
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	0/0	0.030	1.62	0.05
TOTAL				2.63

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.5.13

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: ACARREO Y ELIMINACION DE DESMONTE

UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.080	6.08	0.49
PEON	H-H	0.800	4.50	3.60
MAQUINARIA Y EQUIPO				
CAMION VOLQUETE DE 6 M3	H-M	0.133	25.30	3.36
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	0/0	0.030	4.09	0.12
TOTAL				7.57

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.5.2111

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: LOSA DE FONDO CONCRETO $f_c=175$ KG/cm² UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.080	6.08	0.49
OPERARIO	H-H	0.800	5.53	4.42
OFICIAL	H-H	0.800	5.03	4.02
PEON	H-H	3.200	4.50	14.40
MATERIAL				
ARENA GRUESA	M3	0.500	15.70	7.85
PIEDRA CHANCADA 1/2 PLG	M3	0.740	15.70	11.62
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	8.100	9.00	72.90
AGUA POTABLE	M3	0.180	1.00	0.18
MAQUINAS Y EQUIPOS				
MEZCL CONCRT TIP TAMBOR 20 HP 9-11 P3	H-M	0.400	4.30	1.72
VIBRADOR GASOLINA DE 3 HP 1 PLG	H-M	0.400	0.56	0.22
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	23.33	0.70
TOTAL				118.59

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.5.2112

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: LOSA DE FONDO ENCOFRADO Y DESENCOFRA UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.070	6.08	0.43
OPERARIO	H-H	0.305	5.53	1.69
OFICIAL	H-H	0.305	5.03	1.53
MATERIAL				
MADERA PARA ENCOFRADO TORNILLO	P2	1.180	3.50	4.13
CLAVOS CORRIENTES DE 3 PLG	KG	0.080	2.88	0.23
ALAMBRE NEGRO DE 8 AWG	KG	0.130	2.00	0.26
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	3.65	0.11
TOTAL				8.38

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.5.2113

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: LOSA DE FONDO ACERO $f_c = 4200$ KG/CM2 UNIDA KG

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.004	6.08	0.02
OPERARIO	H-H	0.040	5.53	0.22
OFICIAL	H-H	0.040	5.03	0.20
MATERIAL				
FO CORRUG CL 60 FY=4200 KG/cm2 1/2 PLG	KG	1.050	1.00	1.05
ALAMBRE NEGRO DE 18 AWG	KG	0.080	2.00	0.12
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	0.45	0.01
TOTAL				1.63

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.5.2121

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: MURO REFORZADO CONCRETO $f_c = 175$ KG/c UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.080	6.08	0.49
OPERARIO	H-H	0.800	5.53	4.42
OFICIAL	H-H	1.800	5.03	8.05
PEON	H-H	6.400	4.50	28.80
MATERIAL				
ARENA GRUESA	M3	0.500	15.70	7.85
PIEDRA CHANCADA 1/2 PLG	M3	0.740	15.70	11.62
CEMENTO PORTLAND # I BOLSA 42.5 KG.	BOL	8.100	9.00	72.90
AGUA POTABLE	M3	0.180	1.00	0.18
MAQUINARIA Y EQUIPO				
MEZCL CONCRT TIP TAMBOR 20 HP 9-11 P3	H-M	0.800	4.30	3.44
VIBRADOR GASOLINA DE 3 HP 1 PLG	H-M	0.800	0.56	0.45
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	41.76	1.25
TOTAL				139.45

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.5.2122

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: MUROS REFORZADOS ENCOFRADO Y DESENC UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.087	6.08	0.41
OPERARIO	H-H	0.887	5.53	3.69
OFICIAL	H-H	0.667	5.03	3.36
MATERIAL				
CLAVOS CORRIENTES DE 4 PLG	KG	0.350	2.88	1.01
ALAMBRE NEGRO DE 8 AWG	KG	0.120	2.00	0.24
MADERA PARA ENCOFRADO TORNILLO	P2	2.230	3.50	7.81
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	7.45	0.22
TOTAL				16.73

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.5.2123

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: MUROS REFORZADOS ACERO fy= 4200 KG/cm UNIDA KG

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.004	6.08	0.02
OPERARIO	H-H	0.040	5.53	0.22
OFICIAL	H-H	0.040	5.03	0.20
MATERIAL				
ALAMBRE NEGRO DE 16 AWG	KG	0.060	2.00	0.12
FO CORRUG CL 60 FY=4200 KG/cm2 1/2 PLG	KG	1.050	1.00	1.05
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	0.45	0.01
TOTAL				1.63

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.5.221

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: TARRAJEO LOSA DE FONDO C/MP M=1:1:2 C/ UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.027	6.08	0.16
OPERARIO	H-H	0.267	5.53	1.48
PEON	H-H	0.134	4.50	0.60
MATERIAL				
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	0.235	9.00	2.12
ARENA FINA	M3	0.008	15.70	0.13
ARENA GRUESA	M3	0.013	15.70	0.20
IMPERMEAB. CHEMA 1 POLVO DE MORTERO	KG	0.118	5.10	0.60
REGLAS DE MADERA CEDRO 1 1/2"X4"X8'	UND	0.020	2.00	0.04
AGUA POTABLE	M3	0.005	1.00	0.01
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	2.24	0.07
TOTAL				5.40

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.5.222

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: TARRAJEO INTERIOR M=1:1:2 C/A/A+IMPERM UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.067	6.08	0.41
OPERARIO	H-H	0.667	5.53	3.69
PEON	H-H	0.333	4.50	1.50
MATERIAL				
CLAVOS CORRIENTES DE 3 PLG	KG	0.001	2.88	0.00
ARENA FINA	M3	0.015	15.70	0.24
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	0.161	9.00	1.45
IMPERMEAB. CHEMA BITUMEN POLVO	KG	0.081	5.10	0.41
AGUA POTABLE	M3	0.004	1.00	0.00
MADERA PARA ANDAMIO	P2	0.220	3.50	0.77
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	5.59	0.17
TOTAL				8.64

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.5.223

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: TARRAJEO MURO EXT ACABADO FF M=1:2 C/ UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.087	6.08	0.41
OPERARIO	H-H	0.667	5.53	3.69
PEON	H-H	0.333	4.50	1.50
MATERIAL				
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	0.162	9.00	1.46
ARENA FINA	M3	0.010	15.70	0.16
CLAVOS CORRIENTES DE 3 PLG	KG	0.003	2.88	0.01
REGLA DE MADERA CEDRO DE 1"X3"X8'	UND	0.002	2.00	0.00
AGUA POTABLE	M3	0.003	1.00	0.00
MADERA PARA ANDAMIO	P2	0.630	3.50	2.21
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	5.59	0.17
TOTAL				9.60

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.6.11

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: EXCAV MANUAL T N

UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.029	6.08	0.18
PEON	H-H	2.286	4.50	10.29
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	10.46	0.31
TOTAL				10.78

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.6.12

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION TN UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.018	6.08	0.10
OFICIAL	H-H	0.160	5.03	0.80
PEON	H-H	0.160	4.50	0.72
MAQUINARIA Y EQUIPO				
COMPAC VIBR DE PLANCHA TIPO RANA 7HP	H-M	0.160	6.00	0.96
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	1.62	0.05
TOTAL				2.63

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.6.13

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: ACARREO Y ELIMINACION DE DESMONTE UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.080	6.08	0.49
PEON	H-H	0.800	4.50	3.60
MAQUINARIA Y EQUIPO				
CAMION VOLQUETE DE 6 M3	H-M	0.133	25.30	3.36
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	4.09	0.12
TOTAL				7.57

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.6.2111

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: LOSA DE FONDO CONCRETO $f_c=175$ KG/cm² UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.080	6.08	0.49
OPERARIO	H-H	0.800	5.53	4.42
OFICIAL	H-H	0.800	5.03	4.02
PEON	H-H	3.200	4.50	14.40
MATERIAL				
ARENA GRUESA	M3	0.500	15.70	7.85
PIEDRA CHANCADA 1/2 PLG	M3	0.740	15.70	11.62
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLBA 42.5 KG.	BOL	8.100	9.00	72.90
AGUA POTABLE	M3	0.180	1.00	0.18
MAQUINAS Y EQUIPOS				
MEZCL CONCRT TIP TAMBOR 20 HP 9-11 P3	H-M	0.400	4.30	1.72
VIBRADOR GASOLINA DE 3 HP 1 PLG	H-M	0.400	0.58	0.22
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	23.33	0.70
TOTAL				118.53

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.6.2112

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: LOSA DE FONDO ENCOFRADO Y DESENCOFRA UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.070	6.08	0.43
OPERARIO	H-H	0.305	5.53	1.69
OFICIAL	H-H	0.305	5.03	1.53
MATERIAL				
MADERA PARA ENCOFRADO TORNILLO	P2	1.180	3.50	4.13
CLAVOS CORRIENTES DE 3 PLG	KG	0.080	2.88	0.23
ALAMBRE NEGRO DE 8 AWG	KG	0.130	2.00	0.26
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	3.65	0.11
TOTAL				8.98

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.6.2112

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: LOSA DE FONDO ACERO $f_c = 4200$ KG/CM2 UNIDA KG

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.004	8.08	0.02
OPERARIO	H-H	0.040	5.53	0.22
OFICIAL	H-H	0.040	5.03	0.20
MATERIAL				
FO CORRUG CL 60 FY=4200 KG/cm2 1/2 PLG	KG	1.050	1.00	1.05
ALAMBRE NEGRO DE 16 AWG	KG	0.060	2.00	0.12
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	0.45	0.01
TOTAL				1.63

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.6.2121

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: MURO REFORZADO CONCRETO $f_c = 175$ KG/c UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.080	8.08	0.49
OPERARIO	H-H	0.800	5.53	4.42
OFICIAL	H-H	1.600	5.03	8.05
PEON	H-H	6.400	4.50	28.80
MATERIAL				
ARENA GRUESA	M3	0.500	15.70	7.85
PIEDRA CHANCADA 1/2 PLG	M3	0.740	15.70	11.62
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	8.100	9.00	72.90
AGUA POTABLE	M3	0.180	1.00	0.18
MAQUINARIA Y EQUIPO				
MEZCL CONCRT TIP TAMBOR 20 HP 9-11 P3	H-M	0.800	4.30	3.44
VIBRADOR GASOLINA DE 3 HP 1 PLG	H-M	0.800	0.56	0.45
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	41.76	1.25
TOTAL				139.45

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.6.2122

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: MUROS REFORZADOS ENCOFRADO Y DEBENC UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.067	6.08	0.41
OPERARIO	H-H	0.667	5.53	3.69
OFICIAL	H-H	0.667	5.03	3.36
MATERIAL				
CLAVOS CORRIENTES DE 4 PLG	KG	0.350	2.88	1.01
ALAMBRE NEGRO DE 8 AWG	KG	0.120	2.00	0.24
MADERA PARA ENCOFRADO TORNILLO	P2	2.230	3.50	7.81
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	7.45	0.22
TOTAL				16.73

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.6.2123

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: MUROS REFORZADOS ACERO fy= 4200 KG/cm UNIDA KG

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.004	6.08	0.02
OPERARIO	H-H	0.040	5.53	0.22
OFICIAL	H-H	0.040	5.03	0.20
MATERIAL				
ALAMBRE NEGRO DE 16 AWG	KG	0.060	2.00	0.12
FO CORRUG CL 80 FY=4200 KG/cm2 1/2 PLG	KG	1.050	1.00	1.05
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	0.45	0.01
TOTAL				1.63

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.6.221

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: TARRAJEO LOSA DE FONDO C/MP M=1:1:2 C/ UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.027	6.08	0.16
OPERARIO	H-H	0.267	5.53	1.48
PEON	H-H	0.134	4.50	0.60
MATERIAL				
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	0.235	9.00	2.12
ARENA FINA	M3	0.008	15.70	0.13
ARENA GRUESA	M3	0.013	15.70	0.20
IMPERMEAB. CHEMA 1 POLVO DE MORTERO	KG	0.118	5.10	0.60
REGLAS DE MADERA CEDRO 1 1/2"X4"X8'	UND	0.020	2.00	0.04
AGUA POTABLE	M3	0.005	1.00	0.01
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	2.24	0.07
TOTAL				5.40

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.6.222

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: TARRAJEO INTERIOR M=1:1:2 C/A/A+IMPERM UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.067	6.08	0.41
OPERARIO	H-H	0.667	5.53	3.69
PEON	H-H	0.333	4.50	1.50
MATERIAL				
CLAVOS CORRIENTES DE 3 PLG	KG	0.001	2.88	0.00
ARENA FINA	M3	0.015	15.70	0.24
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	0.161	9.00	1.45
IMPERMEAB. CHEMA BITUMEN POLVO	KG	0.081	5.10	0.41
AGUA POTABLE	M3	0.004	1.00	0.00
MADERA PARA ANDAMIO	P2	0.220	3.50	0.77
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	5.59	0.17
TOTAL				8.64

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.6.223

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: TARRAJEO MURO EXT ACABADO FF M=1:2 C/ UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.067	6.08	0.41
OPERARIO	H-H	0.667	5.53	3.69
PEON	H-H	0.333	4.50	1.50
MATERIAL				
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	0.162	9.00	1.46
ARENA FINA	M3	0.010	15.70	0.16
CLAVOS CORRIENTES DE 3 PLG	KG	0.003	2.88	0.01
REGLA DE MADERA CEDRO DE 1"X3"X8'	UND	0.002	2.00	0.00
AGUA POTABLE	M3	0.003	1.00	0.00
MADERA PARA ANDAMIO	P2	0.630	3.50	2.21
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	5.59	0.17
TOTAL				9.60

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.6.31

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: SUMINISTRO E INST. DE REJAS

UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.004	6.08	0.02
OPERARIO	H-H	0.040	5.53	0.22
MATERIAL				
PLATINA 3/8"X1/2"	KG	10.000	17.00	170.00
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	0.25	0.01
TOTAL				170.25

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No. 8.32

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: SUM. E INST. DE TUB PVC D=1/2"

UNIDA ML

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.050	6.08	0.30
OPERARIO	H-H	0.500	5.53	2.77
PEON	H-H	0.500	4.50	2.25
MATERIAL				
TUB PVC D=1/2"	ML	1.020	1.34	1.37
PEGAMENTO PARA TUB	GLN	0.002	129.80	0.26
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	5.32	0.16
TOTAL				7.10

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No. 8.33

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: SUM. E INST. DE TUB PVC D=1/4"

UNIDA ML

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
OPERARIO	H-H	0.500	5.53	2.77
PEON	H-H	0.500	4.50	2.25
MATERIAL				
TUB PVC D=1/4"	ML	1.020	1.45	1.48
PEGAMENTO PARA TUB	GLN	0.002	129.80	0.26
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	5.02	0.15
TOTAL				6.90

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No. 6.34

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: SUM. E INST. DE INYECTOR DE AIRE

UNIDA UND

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.057	6.08	0.35
OPERARIO	H-H	0.570	5.53	3.15
MATERIAL				
INYECTOR DE AIRE	UND	1.000	259.80	259.80
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	3.50	0.10
TOTAL				263.20

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No. 6.351

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: INSTAL VALVULA COMPUERTA FO FDO BB 6 P UNIDA UND

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.040	6.08	0.24
OPERARIO	H-H	0.400	5.53	2.21
PEON	H-H	0.800	4.50	3.60
MATERIAL				
VALV. COMP. BB D=6 PLG.	UND	1.000	600.00	600.00
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	6.06	0.18
TOTAL				606.24

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.6.352

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: SUM E INST TRANSICION FO FDO BB PVC 6 PL UNIDA UND

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.057	6.08	0.35
OPERARIO	H-H	0.571	5.53	3.16
OFICIAL	H-H	0.571	5.03	2.87
PEON	H-H	1.143	4.50	5.14
MATERIAL				
TRANSI FO FDO PVC 06 PLG	UND	1.000	150.00	150.00
HERRAMIENTAS				
ESTUCHE DE HERRAMIENTAS P MECANICO	H-E	0.571	11.52	6.58
TOTAL				168.10

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.6.353

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: SUM E INSTAL CODO PVC 6"X90 GR.

UNIDA UND

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.040	6.08	0.24
OPERARIO	H-H	0.400	5.53	2.21
PEON	H-H	0.800	4.50	3.60
MATERIAL				
CODO PVC 6 X90 GR	UND	1.000	53.73	53.73
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	6.06	0.18
TOTAL				59.97

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.6.354

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: SUM E INSTAL CODO PVC 6"X22.5 GR.

UNIDA UND

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.040	6.08	0.24
OPERARIO	H-H	0.400	5.53	2.21
PEON	H-H	0.800	4.50	3.60
MATERIAL				
CODO PVC 6 X22.5 GR	UND	1.000	53.73	53.73
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	6.06	0.18
TOTAL				59.97

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.6.355

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: SUM E INST. CODO PVC 1/4" X90 GR

UNIDA UND

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.040	6.08	0.24
OPERARIO	H-H	0.400	5.53	2.21
PEON	H-H	0.800	4.50	3.60
MATERIAL				
CODO PVC 1/4" X90 GR	UND	1.000	2.50	2.50
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	6.06	0.18
TOTAL				8.74

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No. 6.356

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: SUM. E INST. TEE PVC 1/4" X1/4"

UNIDA UND

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.040	6.08	0.24
OPERARIO	H-H	0.400	5.53	2.21
PEON	H-H	0.800	4.50	3.60
MATERIAL				
TEE PVC 1/4" X1/4"	UND	1.000	0.65	0.65
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	0/0	0.030	6.08	0.18
TOTAL				6.89

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No. 6.357

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: SUM E INST. TEE PVC 1/4" X1/2"

UNIDA UND

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.040	6.08	0.24
OPERARIO	H-H	0.400	5.53	2.21
PEON	H-H	0.800	4.50	3.60
MATERIAL				
TEE PVC 1/4" X1/2"	UND	1.000	0.65	0.65
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	0/0	0.030	6.08	0.18
TOTAL				6.89

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.6.358

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: SUM. E INST. REDUCCION PVC 1/4"X1/2"

UNIDA UND

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.040	6.08	0.24
OPERARIO	H-H	0.400	5.53	2.21
PEON	H-H	0.800	4.50	3.60
MATERIAL				
REDUCCION PVC 1/4"X1/2"	UND	1.000	2.30	2.30
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	6.06	0.18
TOTAL				8.54

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.7.11

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: EXCAV MANUAL T N

UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.029	6.08	0.18
PEON	H-H	2.286	4.50	10.29
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	10.46	0.31
TOTAL				10.78

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.7.12

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION TN

UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.016	6.08	0.10
OFICIAL	H-H	0.160	5.03	0.80
PEON	H-H	0.160	4.50	0.72
MAQUINARIA Y EQUIPO				
COMPAC VIBR DE PLANCHA TIPO RANA 7HP	H-M	0.160	6.00	0.96
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	1.62	0.05
TOTAL				2.63

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.7.13

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: ACARREO Y ELIMINACION DE DESMONTE

UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.080	6.08	0.49
PEON	H-H	0.800	4.50	3.60
MAQUINARIA Y EQUIPO				
CAMION VOLQUETE DE 6 M3	H-M	0.133	25.30	3.36
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	4.09	0.12
TOTAL				7.57

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.7.2111

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: LOSA DE FONDO CONCRETO $f_c=175$ KG/cm² UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.080	6.08	0.49
OPERARIO	H-H	0.800	5.53	4.42
OFICIAL	H-H	0.800	5.03	4.02
PEON	H-H	3.200	4.50	14.40
MATERIAL				
ARENA GRUESA	M3	0.500	15.70	7.85
PIEDRA CHANCADA 1/2 PLG	M3	0.740	15.70	11.62
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	8.100	9.00	72.90
AGUA POTABLE	M3	0.180	1.00	0.18
MAQUINAS Y EQUIPOS				
MEZCL CONCRT TIP TAMBOR 20 HP 9-11 P3	H-M	0.400	4.30	1.72
VIBRADOR GASOLINA DE 3 HP 1 PLG	H-M	0.400	0.56	0.22
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	23.33	0.70
TOTAL				118.53

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.7.2112

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: LOSA DE FONDO ENCOFRADO Y DEBENCOFRA UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.070	6.08	0.43
OPERARIO	H-H	0.305	5.53	1.69
OFICIAL	H-H	0.305	5.03	1.53
MATERIAL				
MADERA PARA ENCOFRADO TORNILLO	P2	1.180	3.50	4.13
CLAVOS CORRIENTES DE 3 PLG	KG	0.080	2.88	0.23
ALAMBRE NEGRO DE 8 AWG	KG	0.130	2.00	0.26
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	3.65	0.11
TOTAL				8.98

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.7.2113

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: LOSA DE FONDO ACERO $f_c = 4200 \text{ KG/CM}^2$ UNIDA KG

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.004	6.08	0.02
OPERARIO	H-H	0.040	5.53	0.22
OFICIAL	H-H	0.040	5.03	0.20
MATERIAL				
FO CORRUG CL 60 FY=4200 KG/cm ² 1/2 PLG	KG	1.050	1.00	1.05
ALAMBRE NEGRO DE 16 AWG	KG	0.060	2.00	0.12
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	0.45	0.01
TOTAL				1.63

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.7.2114

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: MURO REFORZADO CONCRETO $f_c = 175 \text{ KG/c}$ UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.080	6.08	0.49
OPERARIO	H-H	0.800	5.53	4.42
OFICIAL	H-H	1.600	5.03	8.05
PEON	H-H	6.400	4.50	28.80
MATERIAL				
ARENA GRUESA	M3	0.500	15.70	7.85
PIEDRA CHANCADA 1/2 PLG	M3	0.740	15.70	11.62
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	8.100	9.00	72.90
AGUA POTABLE	M3	0.180	1.00	0.18
MAQUINARIA Y EQUIPO				
MEZCL CONCRT TIP TAMBOR 20 HP 9-11 P3	H-M	0.800	4.30	3.44
VIBRADOR GASOLINA DE 3 HP 1 PLG	H-M	0.800	0.56	0.45
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	41.76	1.25
TOTAL				139.45

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.7.2115

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: MUROS REFORZADOS ENCOFRADO Y DESENC UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.067	6.08	0.41
OPERARIO	H-H	0.667	5.53	3.69
OFICIAL	H-H	0.667	5.03	3.36
MATERIAL				
CLAVOS CORRIENTES DE 4 PLG	KG	0.350	2.88	1.01
ALAMBRE NEGRO DE 8 AWG	KG	0.120	2.00	0.24
MADERA PARA ENCOFRADO TORNILLO	P2	2.230	3.50	7.81
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	7.45	0.22
TOTAL				16.73

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.7.2116

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: MUROS REFORZADOS ACERO $f_y = 4200 \text{ KG/cm}$ UNIDA KG

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.004	6.08	0.02
OPERARIO	H-H	0.040	5.53	0.22
OFICIAL	H-H	0.040	5.03	0.20
MATERIAL				
ALAMBRE NEGRO DE 16 AWG	KG	0.060	2.00	0.12
FO CORRUG CL 60 FY=4200 KG/cm ² 1/2 PLG	KG	1.050	1.00	1.05
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	0.45	0.01
TOTAL				1.63

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.7.221

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: TARRAJEO LOSA DE FONDO C/MP M=1:1:2 C/ UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.027	6.08	0.16
OPERARIO	H-H	0.267	5.53	1.48
PEON	H-H	0.134	4.50	0.60
MATERIAL				
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	0.235	9.00	2.12
ARENA FINA	M3	0.008	15.70	0.13
ARENA GRUESA	M3	0.013	15.70	0.20
IMPERMEAB. CHEMA 1 POLVO DE MORTERO	KG	0.118	5.10	0.60
REGLAS DE MADERA CEDRO 1 1/2"X4"X8'	UND	0.020	2.00	0.04
AGUA POTABLE	M3	0.005	1.00	0.01
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	2.24	0.07
TOTAL				5.40

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.7.222

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: TARRAJEO INTERIOR M=1:1:2 C/A/A+IMPERM UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.067	6.08	0.41
OPERARIO	H-H	0.667	5.53	3.69
PEON	H-H	0.333	4.50	1.50
MATERIAL				
CLAVOS CORRIENTES DE 3 PLG	KG	0.001	2.88	0.00
ARENA FINA	M3	0.015	15.70	0.24
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	0.181	9.00	1.45
IMPERMEAB. CHEMA BITUMEN POLVO	KG	0.081	5.10	0.41
AGUA POTABLE	M3	0.004	1.00	0.00
MADERA PARA ANDAMIO	P2	0.220	3.50	0.77
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	5.59	0.17
TOTAL				8.64

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.7.223

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: TARRAJEO MURO EXT ACABADO FF M=1:2 C/ UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.067	6.08	0.41
OPERARIO	H-H	0.667	5.53	3.69
PEON	H-H	0.333	4.50	1.50
MATERIAL				
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	0.162	9.00	1.46
ARENA FINA	M3	0.010	15.70	0.16
CLAVOS CORRIENTES DE 3 PLG	KG	0.003	2.88	0.01
REGLA DE MADERA CEDRO DE 1"X3"X8'	UND	0.002	2.00	0.00
AGUA POTABLE	M3	0.003	1.00	0.00
MADERA PARA ANDAMIO	P2	0.630	3.50	2.21
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	5.59	0.17
TOTAL				9.60

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.7.31

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: SUM .E INST. DE REGLA GRADUADA

UNIDA UND

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
PEON	H-H	0.040	4.50	0.18
MATERIAL				
REGLA GRADUADA DE 0.60 M.	UND	1.000	10.00	10.00
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	0.18	0.01
TOTAL				10.19

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.8.11

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: EXCAV MANUAL T N

UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.029	6.08	0.18
PEON	H-H	2.286	4.50	10.29
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	10.48	0.31
TOTAL				10.78

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.8.12

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION TN

UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.016	6.08	0.10
OFICIAL	H-H	0.160	5.03	0.80
PEON	H-H	0.160	4.50	0.72
MAQUINARIA Y EQUIPO				
COMPAC VIBR DE PLANCHA TIPO RANA 7HP	H-M	0.160	6.00	0.96
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	1.62	0.05
TOTAL				2.63

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No. B. 13

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: ACARREO Y ELIMINACION DE DESMONTE

UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.080	6.08	0.49
PEON	H-H	0.800	4.50	3.60
MAQUINARIA Y EQUIPO				
CAMION VOLQUETE DE 6 M3	H-M	0.133	25.30	3.36
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	4.09	0.12
TOTAL				7.57

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No. B. 2111

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: LOSA DE FONDO CONCRETO $f_c=175$ KG/cm² UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.080	6.08	0.49
OPERARIO	H-H	0.800	5.53	4.42
OFICIAL	H-H	0.800	5.03	4.02
PEON	H-H	3.200	4.50	14.40
MATERIAL				
ARENA GRUESA	M3	0.500	15.70	7.85
PIEDRA CHANCADA 1/2 PLG	M3	0.740	15.70	11.62
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	8.100	9.00	72.90
AGUA POTABLE	M3	0.180	1.00	0.18
MAQUINAS Y EQUIPOS				
MEZCL CONCRT TIP TAMBOR 20 HP 9-11 P3	H-M	0.400	4.30	1.72
VIBRADOR GASOLINA DE 3 HP 1 PLG	H-M	0.400	0.56	0.22
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	23.33	0.70
TOTAL				118.53

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.8.2112

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: LOSA DE FONDO ENCOFRADO Y DEENCOFRA UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENT	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.070	6.08	0.43
OPERARIO	H-H	0.305	5.53	1.69
OFICIAL	H-H	0.305	5.03	1.53
MATERIAL				
MADERA PARA ENCOFRADO TORNILLO	P2	1.180	3.50	4.13
CLAVOS CORRIENTES DE 3 PLG	KG	0.080	2.88	0.23
ALAMBRE NEGRO DE 8 AWG	KG	0.130	2.00	0.26
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	3.65	0.11
TOTAL				8.98

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.8.2113

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: LOSA DE FONDO ACERO $f_c = 4200 \text{ KG/CM}^2$ UNIDA KG

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENT	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.004	6.08	0.02
OPERARIO	H-H	0.040	5.53	0.22
OFICIAL	H-H	0.040	5.03	0.20
MATERIAL				
FO CORRUG CL 60 FY=4200 KG/cm2 1/2 PLG	KG	1.050	1.00	1.05
ALAMBRE NEGRO DE 16 AWG	KG	0.060	2.00	0.12
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	0.45	0.01
TOTAL				1.63

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.8.2121

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: MURO REFORZADO CONCRETO $f_c=175$ KG/c UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.080	6.08	0.49
OPERARIO	H-H	0.800	5.53	4.42
OFICIAL	H-H	1.600	5.03	8.05
PEON	H-H	6.400	4.50	28.80
MATERIAL				
ARENA GRUESA	M3	0.500	15.70	7.85
PIEDRA CHANCADA 1/2 PLG	M3	0.740	15.70	11.62
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	8.100	9.00	72.90
AGUA POTABLE	M3	0.180	1.00	0.18
MAQUINARIA Y EQUIPO				
MEZCL CONCRT TIP TAMBOR 20 HP 9-11 P3	H-M	0.800	4.30	3.44
VIBRADOR GASOLINA DE 3 HP 1 PLG	H-M	0.800	0.56	0.45
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	41.78	1.25
TOTAL				139.45

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.8.2122

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: MUROS REFORZADOS ENCOFRADO Y DESENC UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.067	6.08	0.41
OPERARIO	H-H	0.667	5.53	3.69
OFICIAL	H-H	0.667	5.03	3.38
MATERIAL				
CLAVOS CORRIENTES DE 4 PLG	KG	0.350	2.88	1.01
ALAMBRE NEGRO DE 8 AWG	KG	0.120	2.00	0.24
MADERA PARA ENCOFRADO TORNILLO	P2	2.230	3.50	7.81
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	7.45	0.22
TOTAL				16.73

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.8.2123

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: MUROS REFORZADOS ACERO $f_y = 4200 \text{ KG/cm}$ UNIDA KG

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.004	6.08	0.02
OPERARIO	H-H	0.040	5.53	0.22
OFICIAL	H-H	0.040	5.03	0.20
MATERIAL				
ALAMBRE NEGRO DE 16 AWG	KG	0.060	2.00	0.12
FO CORRUG CL 60 FY=4200 KG/cm2 1/2 PLG	KG	1.050	1.00	1.05
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	0.45	0.01
TOTAL				1.63

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.8.211

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: TARRAJEO LOSA DE FONDO C/IMP M=1:1:2 C/ UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.027	6.08	0.16
OPERARIO	H-H	0.267	5.53	1.48
PEON	H-H	0.134	4.50	0.60
MATERIAL				
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	0.235	9.00	2.12
ARENA FINA	M3	0.008	15.70	0.13
ARENA GRUESA	M3	0.013	15.70	0.20
IMPERMEAB. CHEMA 1 POLVO DE MORTERO	KG	0.118	5.10	0.60
REGLAS DE MADERA CEDRO 1 1/2"X4"X8'	UND	0.020	2.00	0.04
AGUA POTABLE	M3	0.005	1.00	0.01
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	2.24	0.07
TOTAL				5.40

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.8.212

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: TARRAJEO INTERIOR M=1:1:2 C/A/A+IMPERM UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.067	6.08	0.41
OPERARIO	H-H	0.667	5.53	3.69
PEON	H-H	0.333	4.50	1.50
MATERIAL				
CLAVOS CORRIENTES DE 3 PLG	KG	0.001	2.88	0.00
ARENA FINA	M3	0.015	15.70	0.24
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	0.161	9.00	1.45
IMPERMEAB. CHEMA BITUMEN POLVO	KG	0.081	5.10	0.41
AGUA POTABLE	M3	0.004	1.00	0.00
MADERA PARA ANDAMIO	P2	0.220	3.50	0.77
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	5.59	0.17
TOTAL				8.64

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.8.213

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: TARRAJEO MURO EXT ACABADO FF M=1:2 C/ UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.067	6.08	0.41
OPERARIO	H-H	0.667	5.53	3.69
PEON	H-H	0.333	4.50	1.50
MATERIAL				
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	0.162	9.00	1.46
ARENA FINA	M3	0.010	15.70	0.16
CLAVOS CORRIENTES DE 3 PLG	KG	0.003	2.88	0.01
REGLA DE MADERA CEDRO DE 1"X9"X8'	UND	0.002	2.00	0.00
AGUA POTABLE	M3	0.003	1.00	0.00
MADERA PARA ANDAMIO	P2	0.630	3.50	2.21
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	5.59	0.17
TOTAL				9.60

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.8.31

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: SUM . E INST. PLANCHA DE ACERO 3/8"

UNIDA UND

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.040	6.08	0.24
OPERARIO	H-H	0.400	5.53	2.21
PEON	H-H	0.800	4.50	3.60
MATERIAL				
PLANCHA DE ACERO 3/8"	UND	1.000	75.00	75.00
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	6.08	0.18
TOTAL				81.24

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.8.32

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: SUM. E INST. TANQUE DE 250 LTS.

UNIDA UND

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
OPERARIO	H-H	0.040	5.53	0.22
PEON	H-H	0.400	4.50	1.80
MATERIAL				
TANQUE DE 250 LTS.	UND	1.000	92.85	92.85
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	2.02	0.06
TOTAL				94.93

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.9.11

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: EXCAVACION MANUAL DE ZANJA TN P TUB 6 UNIDA ML

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.180	6.08	0.97
PEON	H-H	1.600	4.50	7.20
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	8.17	0.25
TOTAL				8.42

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.9.12

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: REFINE NIVE Y CONFORM DE FONDOS TN PAR UNIDA ML

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.006	6.08	0.04
PEON	H-H	0.064	4.50	0.29
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	0.32	0.01
TOTAL				0.33

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.9.13

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: PREPARACION DE CAMA DE APOYO TN PARA UNIDA ML

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.005	6.08	0.03
PEON	H-H	0.053	4.50	0.24
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	0.27	0.01
TOTAL				0.28

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.9.14

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: RELLENO COMPACT ZANJA TN P TUB 6 PLG 1. UNIDA ML

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.024	6.08	0.15
OFICIAL	H-H	0.244	5.03	1.23
PEON	H-H	1.456	4.50	6.55
MATERIAL				
AGUA POTABLE	M3	0.150	1.00	0.15
MAQUINARIA Y EQUIPO				
COMPAC VIBR DE PLANCHA TIPO RANA 7HP	H-M	0.244	6.00	1.46
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	7.93	0.24
TOTAL				9.78

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.9.15

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: ELIMINACION DE MATERIAL SOBRANTE TN P T UNIDA ML

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.005	6.08	0.03
PEON	H-H	0.055	4.50	0.25
MAQUINARIA Y EQUIPO				
CAMION VOLQUETE DE 6 M3	H-M	0.005	25.30	0.13
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	0.28	0.01
TOTAL				0.41

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.9.21

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: SUM.TENDIDO Y COLOCACION TUB CSN 06 PL UNIDA ML

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.011	6.08	0.07
OPERARIO	H-H	0.107	5.53	0.59
PEON	H-H	0.533	4.50	2.40
MATERIAL				
TUB CSN DE D=6"	ML	1.000	7.00	7.00
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	3.06	0.09
TOTAL				10.15

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.9.22

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: DOBLE PRUEBA HIDRAULICA Y RESANE TN TU UNIDA ML

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.002	6.08	0.01
OFICIAL	H-H	0.028	5.03	0.13
PEON	H-H	0.020	4.50	0.09
MATERIAL				
ARENA GRUESA	M3	0.001	15.70	0.02
LADRILLO ARC KING KONG FAB MANO 9x18x24	UND	0.020	0.27	0.01
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	0.001	9.00	0.01
AGUA POTABLE	M3	0.160	1.00	0.16
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	0.23	0.01
TOTAL				0.43

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.10.11

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: EXCAVACION MANUAL T6

UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.002	6.08	0.01
OFICIAL	H-H	0.026	5.03	0.13
PEON	H-H	0.020	4.50	0.09
MATERIAL				
ARENA GRUESA	M3	0.001	15.70	0.02
LADRILLO ARC KING KONG FAB MANO 9x18x24	UND	0.020	0.27	0.01
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	0.001	9.00	0.01
AGUA POTABLE	M3	0.160	1.00	0.16
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	0.23	0.01
TOTAL				0.43

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.10.12

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: DRENAJE C/BOMBEO

UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.002	6.08	0.01
OFICIAL	H-H	0.026	5.03	0.13
MAQUINARIAS Y EQUIPOS				
MOTOBOMBA DE 10 HP DE 4PLG	H-M	0.313	0.70	0.22
TOTAL				0.36

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.10.13

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: ELIMINACION DE DESMONTE TS

UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.020	6.08	0.12
PEON	H-H	0.220	4.50	0.99
MAQUINARIAS Y EQUIPOS				
CAMION VOLQUETE DE 6 M3	H-M	0.02	25.30	0.51
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	1.11	0.03
TOTAL				1.65

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.10.211

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: FALSO PISO DE CIMENTACION F'C=100 KG/C UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.010	6.08	0.06
OPERARIO	H-H	0.200	5.53	1.11
OFICIAL	H-H	0.100	5.03	0.50
PEON	H-H	0.600	4.50	2.70
MATERIAL				
HORMIGON GRUESO	M3	0.121	15.70	1.90
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	0.437	9.00	3.93
AGUA POTABLE	M3	0.016	1.00	0.02
MAQUINAS Y EQUIPOS				
MEZCL CONCRT TIP TAMBOR 20 HP 9-11 P3	H-M	0.100	4.30	0.43
REGLAS DE MADERA DE CEDRO	UND	0.002	6.00	0.01
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	4.37	0.13
TOTAL				10.79

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.10.212

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: CONCRETO DE RELLENO F' C=140 KG/CM2 UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.067	6.08	0.41
OPERARIO	H-H	0.670	5.53	3.71
OFICIAL	H-H	1.333	5.03	6.70
PEON	H-H	5.330	4.50	23.99
MATERIAL				
HORMIGON GRUESO	M3	0.940	15.70	14.76
PIEDRA DE RIO O CANTERA, MEDIANA	M3	0.310	15.70	4.87
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	3.350	9.00	30.15
AGUA POTABLE	M3	0.100	1.00	0.10
MAQUINAS Y EQUIPOS				
MEZCL CONCRT TIP TAMBOR 20 HP 9-11 P3	H-M	0.670	4.30	2.88
VIBRADOR GASOLINA DE 3 HP 1 PLG	H-M	0.670	0.56	0.38
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	34.80	1.04
TOTAL				88.98

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.10.213

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: DADOS DE CONCRETO F'C=140 KG/CM2

UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.070	6.08	0.43
OPERARIO	H-H	0.640	5.53	3.54
OFICIAL	H-H	0.320	5.03	1.61
PEON	H-H	2.560	4.50	11.52
MATERIAL				
ARENA GRUESA	M3	0.470	15.70	7.38
PIEDRA CHANCADA DE 1/2 PLG	M3	0.930	15.70	14.60
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	7.570	9.00	68.13
AGUA POTABLE	M3	0.184	1.00	0.18
MAQUINAS Y EQUIPOS				
MEZCL CONCRT TIP TAMBOR 20 HP 9-11 P3	H-M	0.320	4.30	1.38
VIBRADOR GASOLINA DE 3 HP 1 PLG	H-M	0.320	0.56	0.18
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	17.09	0.51
TOTAL				109.46

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.10.214

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: DADOS DE CONCRETO(APOYO), ENCOF.Y DES UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.135	6.08	0.82
OPERARIO	H-H	0.707	5.53	3.91
OFICIAL	H-H	0.707	5.03	3.56
MATERIAL				
MADERA PARA ENCOFRADO TORNILLO	P2	5.660	3.50	19.81
CLAVOS CORRIENTES DE 3 PLG	KG	0.150	2.88	0.43
ALAMBRE NEGRO DE 8 AWG	KG	0.300	2.00	0.60
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	8.29	0.25
TOTAL				29.38

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.10.2211

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: LOSA DE FONDO CONCRETO $f_c=175$ KG/cm² UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.080	6.08	0.49
OPERARIO	H-H	0.800	5.53	4.42
OFICIAL	H-H	0.800	5.03	4.02
PEON	H-H	3.200	4.50	14.40
MATERIAL				
ARENA GRUESA	M3	0.500	15.70	7.85
PIEDRA CHANCADA 1/2 PLG	M3	0.740	15.70	11.62
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	8.100	9.00	72.90
AGUA POTABLE	M3	0.180	1.00	0.18
MAQUINAS Y EQUIPOS				
MEZCL CONCRT TIP TAMBOR 20 HP 9-11 P3	H-M	0.400	4.30	1.72
VIBRADOR GASOLINA DE 3 HP 1 PLG	H-M	0.400	0.56	0.22
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	23.33	0.70
TOTAL				118.53

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.10.2212

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: LOSA DE FONDO ENCOFRADO Y DESENCOFRA UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.070	6.08	0.43
OPERARIO	H-H	0.305	5.53	1.69
OFICIAL	H-H	0.305	5.03	1.53
MATERIAL				
MADERA PARA ENCOFRADO TORNILLO	P2	1.180	3.50	4.13
CLAVOS CORRIENTES DE 3 PLG	KG	0.080	2.88	0.23
ALAMBRE NEGRO DE 8 AWG	KG	0.130	2.00	0.26
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	3.65	0.11
TOTAL				8.38

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.10.2213

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: LOSA DE FONDO ACERO $f_c=4200$ KG/CM2 UNIDA KG

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.004	6.08	0.02
OPERARIO	H-H	0.040	5.53	0.22
OFICIAL	H-H	0.040	5.03	0.20
MATERIAL				
FO CORRUG CL 60 FY=4200 KG/cm2 1/2 PLG	KG	1.050	1.00	1.05
ALAMBRE NEGRO DE 16 AWG	KG	0.060	2.00	0.12
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	0.45	0.01
TOTAL				1.63

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.10.2221

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: VIGA CONCRETO $f_c=175$ KG/cm2 UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.080	6.08	0.49
OPERARIO	H-H	0.800	5.53	4.42
OFICIAL	H-H	0.800	5.03	4.02
PEON	H-H	4.000	4.50	18.00
MATERIAL				
ARENA GRUESA	M3	0.500	15.70	7.85
PIEDRA CHANCADA 1/2 PLG	M3	0.740	15.70	11.62
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	8.100	9.00	72.90
AGUA POTABLE	M3	0.180	1.00	0.18
MAQUINAS Y EQUIPOS				
MEZCL CONCRT TIP TAMBOR 20 HP 9-11 P3	H-M	0.400	4.30	1.72
VIBRADOR GASOLINA DE 3 HP 1 PLG	H-M	0.400	0.56	0.22
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	26.93	0.81
TOTAL				122.23

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.10.2222

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: VIGA ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.100	6.08	0.61
OPERARIO	H-H	1.000	5.53	5.53
OFICIAL	H-H	1.000	5.09	5.03
MATERIAL				
MADERA PARA ENCOFRADO TORNILLO	P2	4.620	3.50	16.17
CLAVOS CORRIENTES DE 3 PLG	KG	0.100	2.88	0.29
ALAMBRE NEGRO DE 8 AWG	KG	0.240	2.00	0.48
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	11.17	0.34
TOTAL				28.44

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.10.2223

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: VIGA ACERO $f_c = 4200$ KG/CM2

UNIDA KG

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.004	6.08	0.02
OPERARIO	H-H	0.040	5.53	0.22
MATERIAL				
FO CORRUG CL 60 FY=4200 KG/cm2 1/2 PLG	KG	1.050	1.00	1.05
ALAMBRE NEGRO DE 16 AWG	KG	0.060	2.00	0.12
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	0.25	0.01
TOTAL				1.42

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.10.2231

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: MURO REFORZADO CONCRETO $f_c = 175$ KG/c UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.080	6.08	0.49
OPERARIO	H-H	0.800	5.53	4.42
OFICIAL	H-H	1.600	5.03	8.05
PEON	H-H	6.400	4.50	28.80
MATERIAL				
ARENA GRUESA	M3	0.500	15.70	7.85
PIEDRA CHANCADA 1/2 PLG	M3	0.740	15.70	11.62
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	8.100	9.00	72.90
AGUA POTABLE	M3	0.180	1.00	0.18
MAQUINARIA Y EQUIPO				
MEZCL CONCRT TIP TAMBOR 20 HP 9-11 P3	H-M	0.800	4.30	3.44
VIBRADOR GASOLINA DE 3 HP 1 PLG	H-M	0.800	0.58	0.45
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	41.76	1.25
TOTAL				139.45

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.10.2232

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: MUROS REFORZADOS ENCOFRADO Y DESENC UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.067	6.08	0.41
OPERARIO	H-H	0.667	5.53	3.69
OFICIAL	H-H	0.667	5.03	3.36
MATERIAL				
CLAVOS CORRIENTES DE 4 PLG	KG	0.350	2.88	1.01
ALAMBRE NEGRO DE 8 AWG	KG	0.120	2.00	0.24
MADERA PARA ENCOFRADO TORNILLO	P2	2.230	3.50	7.81
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	7.45	0.22
TOTAL				16.73

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.10.2233

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: MUROS REFORZADOS ACERO $f_y = 4200$ KG/cm UNIDA KG

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.004	6.08	0.02
OPERARIO	H-H	0.040	5.53	0.22
OFICIAL	H-H	0.040	5.03	0.20
MATERIAL				
ALAMBRE NEGRO DE 16 AWG	KG	0.060	2.00	0.12
FO CORRUG CL 60 FY=4200 KG/cm ² 1/2 PLG	KG	1.050	1.00	1.05
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	0.45	0.01
TOTAL				1.63

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.10.231

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: TARRAJEO LOSA DE FONDO C/MP M=1:1:2 C/ UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.027	6.08	0.16
OPERARIO	H-H	0.267	5.53	1.48
PEON	H-H	0.134	4.50	0.60
MATERIAL				
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	0.235	9.00	2.12
ARENA FINA	M3	0.008	15.70	0.13
ARENA GRUESA	M3	0.013	15.70	0.20
IMPERMEAB. CHEMA 1 POLVO DE MORTERO	KG	0.118	5.10	0.60
REGLAS DE MADERA CEDRO 1 1/2"X4"X8'	UND	0.020	2.00	0.04
AGUA POTABLE	M3	0.005	1.00	0.01
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	2.24	0.07
TOTAL				5.40

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.10.232

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: TARRAJEO INTERIOR M=1:1:2 C/A/A+IMPERM UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.067	6.08	0.41
OPERARIO	H-H	0.667	5.53	3.69
PEON	H-H	0.333	4.50	1.50
MATERIAL				
CLAVOS CORRIENTES DE 3 PLG	KG	0.001	2.88	0.00
ARENA FINA	M3	0.015	15.70	0.24
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	0.161	9.00	1.45
IMPERMEAB. CHEMA BITUMEN POLVO	KG	0.081	5.10	0.41
AGUA POTABLE	M3	0.004	1.00	0.00
MADERA PARA ANDAMIO	P2	0.220	3.50	0.77
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	5.59	0.17
TOTAL				8.64

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.10.233

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: TARRAJEO MURO EXT ACABADO FF M=1:2 C/ UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.067	6.08	0.41
OPERARIO	H-H	0.667	5.53	3.69
PEON	H-H	0.333	4.50	1.50
MATERIAL				
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	0.162	9.00	1.46
ARENA FINA	M3	0.010	15.70	0.16
CLAVOS CORRIENTES DE 3 PLG	KG	0.003	2.88	0.01
REGLA DE MADERA CEDRO DE 1"X3"X8'	UND	0.002	2.00	0.00
AGUA POTABLE	M3	0.003	1.00	0.00
MADERA PARA ANDAMIO	P2	0.630	3.50	2.21
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	5.59	0.17
TOTAL				9.60

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.10.31

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: SUM. E INST. DE TUB PVC D=2"

UNIDA ML

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.050	6.08	0.30
OPERARIO	H-H	0.500	5.53	2.77
PEON	H-H	0.500	4.50	2.25
MATERIAL				
TUB PVC D=2"	ML	1.020	2.23	2.27
PEGAMENTO PARA TUB	GLN	0.002	129.80	0.26
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	5.32	0.16
TOTAL				8.01

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.10.32

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: SUM. E INST. DE TUB PVC D=4"

UNIDA ML

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.050	6.08	0.30
OPERARIO	H-H	0.500	5.53	2.77
PEON	H-H	0.500	4.50	2.25
MATERIAL				
TUB PVC D=4"	ML	1.020	6.06	6.18
PEGAMENTO PARA TUB	GLN	0.002	129.80	0.26
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	5.32	0.16
TOTAL				11.92

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.10.33

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: SUM. E INST. DE TUB PVC D=6"

UNIDA ML

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.050	6.08	0.30
OPERARIO	H-H	0.500	5.53	2.77
PEON	H-H	0.500	4.50	2.25
MATERIAL				
TUB PVC D=6"	ML	1.020	15.90	16.22
PEGAMENTO PARA TUB	GLN	0.002	129.80	0.26
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	5.32	0.16
TOTAL				21.96

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.10.341

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: INSTAL VALVULA COMPUERTA FO FDO BB 6 P UNIDA UND

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.040	6.08	0.24
OPERARIO	H-H	0.400	5.53	2.21
PEON	H-H	0.800	4.50	3.60
MATERIAL				
VALV. COMP.BB D=6 PLG.	UND	1.000	600.00	600.00
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	6.06	0.18
TOTAL				606.24

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.10.342

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: SUM E INST TRANSICION FO FDO BB PVC 6 PL UNIDA UND

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.057	6.08	0.35
OPERARIO	H-H	0.571	5.53	3.18
OFICIAL	H-H	0.571	5.03	2.87
PEON	H-H	1.143	4.50	5.14
MATERIAL				
TRANSI FO FDO PVC 06 PLG	UND	1.000	150.00	150.00
HERRAMIENTAS				
ESTUCHE DE HERRAMIENTAS P MECANICO	H-E	0.571	11.52	6.58
TOTAL				168.10

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.10.343

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: SUM E INSTAL CODO PVC 6"X90 GR. UNIDA UND

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.040	6.08	0.24
OPERARIO	H-H	0.400	5.53	2.21
PEON	H-H	0.800	4.50	3.60
MATERIAL				
CODO PVC 6 X90 GR	UND	1.000	53.73	53.73
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	6.06	0.18
TOTAL				59.97

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.11.11

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: EXCAV MANUAL T N

UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.029	6.08	0.18
PEON	H-H	2.288	4.50	10.29
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	10.46	0.31
TOTAL				10.78

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.11.12

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION TN UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.016	6.08	0.10
OFICIAL	H-H	0.160	5.03	0.80
PEON	H-H	0.160	4.50	0.72
MAQUINARIA Y EQUIPO				
COMPAC VIBR DE PLANCHA TIPO RANA 7HP	H-M	0.160	6.00	0.96
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	1.62	0.05
TOTAL				2.63

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.11.19

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: ACARREO Y ELIMINACION DE DESMONTE

UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.080	6.08	0.49
PEON	H-H	0.800	4.50	3.60
MAQUINARIA Y EQUIPO				
CAMION VOLQUETE DE 6 M3	H-M	0.133	25.30	3.36
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	4.09	0.12
TOTAL				7.57

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.11.211

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: FALSO PISO DE CIMENTACION F'C=100 KG/C UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.010	6.08	0.06
OPERARIO	H-H	0.200	5.53	1.11
OFICIAL	H-H	0.100	5.03	0.50
PEON	H-H	0.600	4.50	2.70
MATERIAL				
HORMIGON GRUESO	M3	0.121	15.70	1.90
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	0.437	9.00	3.93
AGUA POTABLE	M3	0.016	1.00	0.02
MAQUINAS Y EQUIPOS				
MEZCL CONCRT TIP TAMBOR 20 HP 9-11 P3	H-M	0.100	4.30	0.43
REGLAS DE MADERA DE CEDRO	UND	0.002	6.00	0.01
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	4.37	0.13
TOTAL				10.79

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.11.2211

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: LOSA DE FONDO CONCRETO $f_c=175$ KG/cm² UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENT	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.080	6.08	0.49
OPERARIO	H-H	0.800	5.53	4.42
OFICIAL	H-H	0.800	5.03	4.02
PEON	H-H	3.200	4.50	14.40
MATERIAL				
ARENA GRUESA	M3	0.500	15.70	7.85
PIEDRA CHANCADA 1/2 PLG	M3	0.740	15.70	11.62
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	8.100	9.00	72.90
AGUA POTABLE	M3	0.180	1.00	0.18
MAQUINAS Y EQUIPOS				
MEZCL CONCRT TIP TAMBOR 20 HP 9-11 P3	H-M	0.400	4.30	1.72
VIBRADOR GASOLINA DE 3 HP 1 PLG	H-M	0.400	0.56	0.22
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	23.33	0.70
TOTAL				118.53

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.11.2212

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: LOSA DE FONDO ENCOFRADO Y DESENCOFRA UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENT	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.070	6.08	0.43
OPERARIO	H-H	0.305	5.53	1.69
OFICIAL	H-H	0.305	5.03	1.53
MATERIAL				
MADERA PARA ENCOFRADO TORNILLO	P2	1.180	3.50	4.13
CLAVOS CORRIENTES DE 3 PLG	KG	0.080	2.88	0.23
ALAMBRE NEGRO DE 8 AWG	KG	0.130	2.00	0.26
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	3.65	0.11
TOTAL				8.38

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.11.2219

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: LOSA DE FONDO ACERO $f_c = 4200 \text{ KG/CM}^2$ UNIDA KG

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.004	6.08	0.02
OPERARIO	H-H	0.040	5.53	0.22
OFICIAL	H-H	0.040	5.03	0.20
MATERIAL				
FO CORRUG CL 60 FY=4200 KG/cm ² 1/2 PLG	KG	1.050	1.00	1.05
ALAMBRE NEGRO DE 16 AWG	KG	0.060	2.00	0.12
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	0.45	0.01
TOTAL				1.63

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.11.2221

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: MURO REFORZADO CONCRETO $f_c = 175 \text{ KG/c}$ UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.080	6.08	0.49
OPERARIO	H-H	0.800	5.53	4.42
OFICIAL	H-H	1.600	5.03	8.05
PEON	H-H	6.400	4.50	28.80
MATERIAL				
ARENA GRUESA	M3	0.500	15.70	7.85
PIEDRA CHANCADA 1/2 PLG	M3	0.740	15.70	11.62
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	8.100	9.00	72.90
AGUA POTABLE	M3	0.180	1.00	0.18
MAQUINARIA Y EQUIPO				
MEZCL CONCRT TIP TAMBOR 20 HP 9-11 P3	H-M	0.800	4.30	3.44
VIBRADOR GASOLINA DE 3 HP 1 PLG	H-M	0.800	0.56	0.45
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	41.76	1.25
TOTAL				139.45

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.11.2222

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: MUROS REFORZADOS ENCOFRADO Y DESENC UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.067	6.08	0.41
OPERARIO	H-H	0.667	5.53	3.69
OFICIAL	H-H	0.667	5.03	3.36
MATERIAL				
CLAVOS CORRIENTES DE 4 PLG	KG	0.350	2.88	1.01
ALAMBRE NEGRO DE 8 AWG	KG	0.120	2.00	0.24
MADERA PARA ENCOFRADO TORNILLO	P2	2.230	3.50	7.81
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	0/0	0.030	7.45	0.22
TOTAL				16.73

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.11.2223

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: MUROS REFORZADOS ACERO $f_y = 4200$ KG/cm UNIDA KG

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.004	6.08	0.02
OPERARIO	H-H	0.040	5.53	0.22
OFICIAL	H-H	0.040	5.03	0.20
MATERIAL				
ALAMBRE NEGRO DE 16 AWG	KG	0.060	2.00	0.12
FO CORRUG CL 60 $FY = 4200$ KG/cm ² 1/2 PLG	KG	1.050	1.00	1.05
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	0/0	0.030	0.45	0.01
TOTAL				1.63

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.11.2231

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: CAJA DE REUNION CONCRETO $f_c = 175$ KG/c UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.080	6.08	0.49
OPERARIO	H-H	0.800	5.53	4.42
OFICIAL	H-H	1.600	5.03	8.05
PEON	H-H	6.400	4.50	28.80
MATERIAL				
ARENA GRUESA	M3	0.500	15.70	7.85
PIEDRA CHANCADA 1/2 PLG	M3	0.740	15.70	11.62
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	8.100	9.00	72.90
AGUA POTABLE	M3	0.180	1.00	0.18
MAQUINARIA Y EQUIPO				
MEZCL CONCRT TIP TAMBOR 20 HP 9-11 P3	H-M	0.800	4.30	3.44
VIBRADOR GASOLINA DE 3 HP 1 PLG	H-M	0.600	0.58	0.45
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	41.76	1.25
TOTAL				139.45

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.11.2232

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: CAJA DE REUNION ENCOFRADO Y DESENCOF UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.067	6.08	0.41
OPERARIO	H-H	0.667	5.53	3.69
OFICIAL	H-H	0.667	5.03	3.36
MATERIAL				
CLAVOS CORRIENTES DE 4 PLG	KG	0.350	2.88	1.01
ALAMBRE NEGRO DE 8 AWG	KG	0.120	2.00	0.24
MADERA PARA ENCOFRADO TORNILLO	P2	2.230	3.50	7.81
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	7.45	0.22
TOTAL				16.73

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.11.2233

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: CAJA DE REUNION ACERO $f_y = 4200 \text{ KG/cm}^2$ UNIDA KG

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENT	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.004	6.08	0.02
OPERARIO	H-H	0.040	5.53	0.22
OFICIAL	H-H	0.040	5.03	0.20
MATERIAL				
ALAMBRE NEGRO DE 16 AWG	KG	0.060	2.00	0.12
FO CORRUG CL 60 $FY = 4200 \text{ KG/cm}^2$ 1/2 PLG	KG	1.050	1.00	1.05
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	0.45	0.01
TOTAL				1.63

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.11.231

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: TARRAJEO LOSA DE FONDO C/MP M=1:1:2 C/ UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENT	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.027	6.08	0.16
OPERARIO	H-H	0.267	5.53	1.48
PEON	H-H	0.134	4.50	0.60
MATERIAL				
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	0.235	9.00	2.12
ARENA FINA	M3	0.008	15.70	0.13
ARENA GRUESA	M3	0.013	15.70	0.20
IMPERMEAB. CHEMA 1 POLVO DE MORTERO	KG	0.118	5.10	0.60
REGLAS DE MADERA CEDRO 1 1/2"X4"X8'	UND	0.020	2.00	0.04
AGUA POTABLE	M3	0.005	1.00	0.01
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	2.24	0.07
TOTAL				5.40

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.11.232

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: TARRAJEO INTERIOR M=1:1:2 C/A/A+IMPERM UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.067	6.08	0.41
OPERARIO	H-H	0.667	5.53	3.69
PEON	H-H	0.333	4.50	1.50
MATERIAL				
CLAVOS CORRIENTES DE 3 PLG	KG	0.001	2.88	0.00
ARENA FINA	M3	0.015	15.70	0.24
CEMENTO PORTLAND # I BOLSA 42.5 KG.	BOL	0.161	9.00	1.45
IMPERMEAB. CHEMA BITUMEN POLVO	KG	0.081	5.10	0.41
AGUA POTABLE	M3	0.004	1.00	0.00
MADERA PARA ANDAMIO	P2	0.220	3.50	0.77
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	5.59	0.17
TOTAL				8.64

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.11.233

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: TARRAJEO MURO EXT ACABADO FF M=1:2 C/ UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.067	6.08	0.41
OPERARIO	H-H	0.667	5.53	3.69
PEON	H-H	0.333	4.50	1.50
MATERIAL				
CEMENTO PORTLAND # I BOLSA 42.5 KG.	BOL	0.162	9.00	1.46
ARENA FINA	M3	0.010	15.70	0.16
CLAVOS CORRIENTES DE 3 PLG	KG	0.003	2.88	0.01
REGLA DE MADERA CEDRO DE 1"X3"X8'	UND	0.002	2.00	0.00
AGUA POTABLE	M3	0.003	1.00	0.00
MADERA PARA ANDAMIO	P2	0.630	3.50	2.21
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	5.59	0.17
TOTAL				9.60

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.11.31

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: SUM E INST. TUB PVC D=6" C/PLASTICO

UNIDA ML

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.040	6.08	0.24
OPERARIO	H-H	0.400	5.53	2.21
PEON	H-H	0.800	4.50	3.60
MATERIAL				
TUB. PVC D=6"	ML	1.020	15.85	16.17
PLASTICO DE ANCHO=15 CM.	ML	0.600	0.50	0.30
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	6.06	0.18
TOTAL				22.70

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.11.32

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: SUM. Y APLIC. DE GRAVA ZARAN. E=1/4"

UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	2.000	6.08	12.16
PEON	H-H	2.000	4.50	9.00
MATERIAL				
GRAVA SEL. ZARAN.3 VECES E=1/4"	M3	1.000	15.70	15.70
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	21.16	0.63
TOTAL				37.49

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.11.33

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: SUM. Y APLIC. DE GRAVA ZARAN. E=1/2"-1" UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	2.000	6.08	12.16
PEON	H-H	2.000	4.50	9.00
MATERIAL				
GRAVA SEL. ZARAN.3 VECES E=1/2"-1"	M3	1.000	15.70	15.70
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	0/0	0.030	21.16	0.63
TOTAL				37.49

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.11.34

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: SUM. Y APLIC. DE GRAVA ZARAN. E=2" UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	2.000	6.08	12.16
PEON	H-H	2.000	4.50	9.00
MATERIAL				
GRAVA SEL. ZARAN.3 VECES E=2"	M3	1.000	15.70	15.70
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	0/0	0.030	21.16	0.63
TOTAL				37.49

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.11.35

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: SUM. TENDIDO Y COLOCACION TUB CSN 06 P UNIDA ML

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.011	6.08	0.07
OPERARIO	H-H	0.107	5.53	0.59
PEON	H-H	0.533	4.50	2.40
MATERIALES				
TUB. DE CSN DE 6"	ML	1.020	7.00	7.14
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	3.08	0.09
TOTAL				10.29

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.11.36

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: INSTAL VALVULA COMPUERTA FO FDO BB 6 P UNIDA UND

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.040	6.08	0.24
OPERARIO	H-H	0.400	5.53	2.21
PEON	H-H	0.800	4.50	3.60
MATERIAL				
VALV. COMP.BB D=6 PLG.	UND	1.000	600.00	600.00
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	6.08	0.18
TOTAL				606.24

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.11.37

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: SUM E INST. REDUCC. PVC 8"-6"

UNIDA UND

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.040	6.08	0.24
OPERARIO	H-H	0.400	5.53	2.21
PEON	H-H	0.800	4.50	3.60
MATERIAL				
REDUCC. PVC 8"-6"	UND	1.000	41.28	41.28
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	6.06	0.18
TOTAL				47.51

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.11.38

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: BUZON TIPO A H=1.5 M.

UNIDA UND

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	1.956	6.08	11.89
OPERARIO	H-H	12.566	5.53	69.49
OFICIAL	H-H	4.484	5.03	22.55
PEON	H-H	24.583	4.50	110.53
MATERIAL				
ALAMBRE DE PUAS # 8	ML	0.544	1.44	0.78
CLAVOS CORRIENTES DE 3 PLG	KG	0.184	2.88	0.53
FO CORRUG CL 60 FY=4200 KG/cm2 1/2 PLG	KG	19.000	1.00	19.00
ARENA GRUESA	M3	0.904	15.70	14.19
PIEDRA CHANCADA 1/2 PLG	M3	1.781	15.70	27.85
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	15.530	9.00	139.77
AGUA POTABLE	M3	0.389	1.00	0.39
MADERA PARA ENCOFRADO TORNILLO	P2	7.539	3.50	26.39
MARCO TAPA FO FDO P EZ 0.60 D 125 KG	UND	1.000	8.60	8.60
MEZCL CONCRT TIP TAMBOR 20 HP 9-11 P3	H-M	1.297	4.30	5.58
ENCOFRADO METALICO P BUZONES 1.20x1.0 MT	UND	1.500	12.00	18.00
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	214.47	6.43
TOTAL				481.78

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.12.11

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: EXCAV MANUAL T N

UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.029	6.08	0.18
PEON	H-H	2.286	4.50	10.29
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	10.48	0.31
TOTAL				10.78

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.12.12

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION TN

UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.016	6.08	0.10
OFICIAL	H-H	0.160	5.03	0.80
PEON	H-H	0.160	4.50	0.72
MAQUINARIA Y EQUIPO				
COMPAC VIBR DE PLANCHA TIPO RANA 7HP	H-M	0.160	6.00	0.96
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	1.62	0.05
TOTAL				2.63

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.12.13

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: ACARREO Y ELIMINACION DE DESMONTE

UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.080	6.08	0.49
PEON	H-H	0.800	4.50	3.60
MAQUINARIA Y EQUIPO				
CAMION VOLQUETE DE 6 M3	H-M	0.133	25.30	3.36
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	4.09	0.12
TOTAL				7.57

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.12.211

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: FALSO PISO DE CIMENTACION F'C=100 KG/C UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.010	6.08	0.06
OPERARIO	H-H	0.200	5.53	1.11
OFICIAL	H-H	0.100	5.03	0.50
PEON	H-H	0.800	4.50	2.70
MATERIAL				
HORMIGON GRUESO	M3	0.121	15.70	1.90
CEMENTO PORTLAND # I BOLSA 42.5 KG.	BOL	0.437	9.00	3.93
AGUA POTABLE	M3	0.016	1.00	0.02
MAQUINAS Y EQUIPOS				
MEZCL CONCRT TIP TAMBOR 20 HP 9-11 P3	H-M	0.100	4.30	0.43
REGLAS DE MADERA DE CEDRO	UND	0.002	6.00	0.01
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	4.37	0.13
TOTAL				10.79

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.12.2211

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: LOSA DE FONDO CONCRETO $f_c=175$ KG/cm² UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.080	6.08	0.49
OPERARIO	H-H	0.800	5.53	4.42
OFICIAL	H-H	0.800	5.03	4.02
PEON	H-H	3.200	4.50	14.40
MATERIAL				
ARENA GRUESA	M3	0.500	15.70	7.85
PIEDRA CHANCADA 1/2 PLG	M3	0.740	15.70	11.62
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	8.100	9.00	72.90
AGUA POTABLE	M3	0.180	1.00	0.18
MAQUINAS Y EQUIPOS				
MEZCL CONCRT TIP TAMBOR 20 HP 9-11 P3	H-M	0.400	4.30	1.72
VIBRADOR GASOLINA DE 3 HP 1 PLG	H-M	0.400	0.56	0.22
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	23.33	0.70
TOTAL				118.53

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.12.2212

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: LOSA DE FONDO ENCOFRADO Y DESENCOFRA UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.070	6.08	0.43
OPERARIO	H-H	0.305	5.53	1.69
OFICIAL	H-H	0.305	5.03	1.53
MATERIAL				
MADERA PARA ENCOFRADO TORNILLO	P2	1.180	3.50	4.13
CLAVOS CORRIENTES DE 3 PLG	KG	0.080	2.88	0.23
ALAMBRE NEGRO DE 8 AWG	KG	0.130	2.00	0.26
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	3.65	0.11
TOTAL				8.38

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.12.2213

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: LOSA DE FONDO ACERO $f_c = 4200$ KG/CM2 UNIDA KG

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.004	6.08	0.02
OPERARIO	H-H	0.040	5.53	0.22
OFICIAL	H-H	0.040	5.03	0.20
MATERIAL				
FO CORRUG CL 60 FY=4200 KG/cm2 1/2 PLG	KG	1.050	1.00	1.05
ALAMBRE NEGRO DE 16 AWG	KG	0.060	2.00	0.12
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	0.45	0.01
TOTAL				1.63

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.12.2221

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: MURO REFORZADO CONCRETO $f_c = 175$ KG/c UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.080	6.08	0.49
OPERARIO	H-H	0.800	5.53	4.42
OFICIAL	H-H	1.800	5.03	8.05
PEON	H-H	6.400	4.50	28.80
MATERIAL				
ARENA GRUESA	M3	0.500	15.70	7.85
PIEDRA CHANCADA 1/2 PLG	M3	0.740	15.70	11.62
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	8.100	9.00	72.90
AGUA POTABLE	M3	0.180	1.00	0.18
MAQUINARIA Y EQUIPO				
MEZCL CONCRT TIP TAMBOR 20 HP 9-11 P3	H-M	0.800	4.30	3.44
VIBRADOR GASOLINA DE 3 HP 1 PLG	H-M	0.800	0.56	0.45
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	41.76	1.25
TOTAL				139.45

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.12.2222

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: MUROS REFORZADOS ENCOFRADO Y DESENC UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.067	6.08	0.41
OPERARIO	H-H	0.667	5.53	3.69
OFICIAL	H-H	0.667	5.03	3.36
MATERIAL				
CLAVOS CORRIENTES DE 4 PLG	KG	0.350	2.88	1.01
ALAMBRE NEGRO DE 8 AWG	KG	0.120	2.00	0.24
MADERA PARA ENCOFRADO TORNILLO	P2	2.230	3.50	7.81
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	7.45	0.22
TOTAL				16.73

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.12.2223

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: MUROS REFORZADOS ACERO fy= 4200 KG/cm UNIDA KG

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.004	6.08	0.02
OPERARIO	H-H	0.040	5.53	0.22
OFICIAL	H-H	0.040	5.03	0.20
MATERIAL				
ALAMBRE NEGRO DE 16 AWG	KG	0.060	2.00	0.12
FO CORRUG CL. 60 FY=4200 KG/cm2 1/2 PLG	KG	1.050	1.00	1.05
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	0.45	0.01
TOTAL				1.63

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.12.231

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: BRUÑADO

UNIDA ML

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.032	6.08	0.19
OPERARIO	H-H	0.320	5.53	1.77
PEON	H-H	0.110	4.50	0.50
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.				
	O/O	0.030	2.46	0.07
TOTAL				2.53

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.12.232

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: TARRAJEO LOSA DE FONDO C/MP M=1:1:2 C/ UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.027	6.08	0.16
OPERARIO	H-H	0.267	5.53	1.48
PEON	H-H	0.134	4.50	0.60
MATERIAL				
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	0.235	9.00	2.12
ARENA FINA	M3	0.008	15.70	0.13
ARENA GRUESA	M3	0.013	15.70	0.20
IMPERMEAB. CHEMA 1 POLVO DE MORTERO	KG	0.118	5.10	0.60
REGLAS DE MADERA CEDRO 1 1/2"X4"X8'	UND	0.020	2.00	0.04
AGUA POTABLE	M3	0.005	1.00	0.01
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.				
	O/O	0.030	2.24	0.07
TOTAL				5.40

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.12.233

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: TARRAJEO INTERIOR M=1:1:2 C/A/A+IMPERM UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.067	6.08	0.41
OPERARIO	H-H	0.667	5.53	3.69
PEON	H-H	0.333	4.50	1.50
MATERIAL				
CLAVOS CORRIENTES DE 3 PLG	KG	0.001	2.88	0.00
ARENA FINA	M3	0.015	15.70	0.24
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	0.181	9.00	1.45
IMPERMEAB. CHEMA BITUMEN POLVO	KG	0.081	5.10	0.41
AGUA POTABLE	M3	0.004	1.00	0.00
MADERA PARA ANDAMIO	P2	0.220	3.50	0.77
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	5.59	0.17
TOTAL				8.64

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.12.234

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: TARRAJEO MURO EXT ACABADO FF M=1:2 C/ UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.067	6.08	0.41
OPERARIO	H-H	0.667	5.53	3.69
PEON	H-H	0.333	4.50	1.50
MATERIAL				
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	0.162	9.00	1.46
ARENA FINA	M3	0.010	15.70	0.16
CLAVOS CORRIENTES DE 3 PLG	KG	0.003	2.88	0.01
REGLA DE MADERA CEDRO DE 1"X3"X8'	UND	0.002	2.00	0.00
AGUA POTABLE	M3	0.003	1.00	0.00
MADERA PARA ANDAMIO	P2	0.630	3.50	2.21
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	5.59	0.17
TOTAL				9.60

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.12.31

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: SUM. E INST. TUB PVC D=6"

UNIDA ML

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.040	6.08	0.24
OPERARIO	H-H	0.400	5.53	2.21
PEON	H-H	0.800	4.50	3.60
MATERIAL				
TUB. PVC D=6"	ML	1.020	15.85	16.17
PEGAMENTO PARA TUB. PVC	GLN	0.002	129.80	0.26
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	6.06	0.18
				22.66

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.12.32

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: SUM. E INST. TUB. PVC D=4"

UNIDA ML

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.040	6.08	0.24
OPERARIO	H-H	0.400	5.53	2.21
PEON	H-H	0.800	4.50	3.60
MATERIAL				
TUB. PVC D=4"	ML	1.020	6.00	6.12
PEGAMENTO PARA TUB. PVC	GLN	0.002	129.80	0.26
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	6.06	0.18
				12.62

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

NO.12.331

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: SUM. E INST. TEE PVC 4"X4"

UNIDA UND

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.040	6.08	0.24
OPERARIO	H-H	0.400	5.53	2.21
PEON	H-H	0.800	4.50	3.60
MATERIAL				
TEE PVC 4"X4"	UND	1.000	6.49	6.49
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	6.06	0.18
TOTAL				12.73

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

NO.12.332

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: SUM E INST. REDUCC. PVC 8"-6"

UNIDA UND

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.040	6.08	0.24
OPERARIO	H-H	0.400	5.53	2.21
PEON	H-H	0.800	4.50	3.60
MATERIAL				
REDUCC. PVC 8"-6"	UND	1.000	41.28	41.28
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	6.06	0.18
TOTAL				47.51

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

NO.12.333

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: SUM E INST. CRUZ . PVC 4" X 4"

UNIDA UND

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.040	6.08	0.24
OPERARIO	H-H	0.400	5.53	2.21
PEON	H-H	0.800	4.50	3.60
MATERIAL				
CRUZ PVC 4" X 4"	UND	1.000	19.50	19.50
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	6.06	0.18
				25.74

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.12.41

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: SUM. E INST. PLANCHAS 1.6 X 0.5 M. DE A. UNIDA UND

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.133	6.08	0.81
OPERARIO	H-H	1.330	5.53	7.35
PEON	H-H	1.330	4.50	5.99
MATERIAL				
PLANCHA DE 1.6 X 0.5 M E=5 MM A.C.	UND	1.000	13.30	13.30
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	14.15	0.42
				27.87

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.12.42

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: SUM. E INST. TANQUE DE 250 LTS.

UNIDA UND

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
OPERARIO	H-H	0.040	5.53	0.22
PEON	H-H	0.400	4.50	1.80
MATERIAL				
TANQUE DE 250 LTS.	UND	1.000	92.85	92.85
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	2.02	0.06
TOTAL				94.93

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.13.11

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: EXCAV MANUAL T N

UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.029	6.08	0.18
PEON	H-H	2.286	4.50	10.29
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	10.46	0.31
TOTAL				10.78

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.13.12

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION TN UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENT	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.016	6.08	0.10
OFICIAL	H-H	0.160	5.03	0.80
PEON	H-H	0.160	4.50	0.72
MAQUINARIA Y EQUIPO				
COMPAC VIBR DE PLANCHA TIPO RANA 7HP	H-M	0.160	6.00	0.96
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	1.62	0.05
TOTAL				2.63

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.13.13

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: ACARREO Y ELIMINACION DE DESMONTE UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENT	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.080	6.08	0.49
PEON	H-H	0.800	4.50	3.60
MAQUINARIA Y EQUIPO				
CAMION VOLQUETE DE 6 M3	H-M	0.133	25.30	3.36
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	4.09	0.12
TOTAL				7.57

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.13.2111

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: LOSA DE FONDO CONCRETO $f_c=175$ KG/cm² UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.080	6.08	0.49
OPERARIO	H-H	0.800	5.53	4.42
OFICIAL	H-H	0.800	5.03	4.02
PEON	H-H	3.200	4.50	14.40
MATERIAL				
ARENA GRUESA	M3	0.500	15.70	7.85
PIEDRA CHANCADA 1/2 PLG	M3	0.740	15.70	11.62
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	8.100	9.00	72.90
AGUA POTABLE	M3	0.180	1.00	0.18
MAQUINAS Y EQUIPOS				
MEZCL CONCRT TIP TAMBOR 20 HP 9-11 P3	H-M	0.400	4.30	1.72
VIBRADOR GASOLINA DE 3 HP 1 PLG	H-M	0.400	0.55	0.22
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	23.33	0.70
TOTAL				118.53

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.13.2112

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: LOSA DE FONDO ENCOFRADO Y DESENCOFRA UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.070	6.08	0.43
OPERARIO	H-H	0.305	5.53	1.69
OFICIAL	H-H	0.305	5.03	1.53
MATERIAL				
MADERA PARA ENCOFRADO TORNILLO	P2	1.180	3.50	4.13
CLAVOS CORRIENTES DE 3 PLG	KG	0.080	2.88	0.23
ALAMBRE NEGRO DE 8 AWG	KG	0.130	2.00	0.26
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	3.65	0.11
TOTAL				8.38

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.13.2113

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: LOSA DE FONDO ACERO $f_c = 4200$ KG/CM2 UNIDA KG

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.004	6.08	0.02
OPERARIO	H-H	0.040	5.53	0.22
OFICIAL	H-H	0.040	5.03	0.20
MATERIAL				
FO CORRUG CL 60 FY=4200 KG/cm2 1/2 PLG	KG	1.050	1.00	1.05
ALAMBRE NEGRO DE 16 AWG	KG	0.060	2.00	0.12
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	0/0	0.030	0.45	0.01
TOTAL				1.63

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.13.2121

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: MURO REFORZADO CONCRETO $f_c = 175$ KG/c UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.080	6.08	0.49
OPERARIO	H-H	0.800	5.53	4.42
OFICIAL	H-H	1.600	5.03	8.05
PEON	H-H	6.400	4.50	28.80
MATERIAL				
ARENA GRUESA	M3	0.500	15.70	7.85
PIEDRA CHANCADA 1/2 PLG	M3	0.740	15.70	11.62
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	8.100	9.00	72.90
AGUA POTABLE	M3	0.180	1.00	0.18
MAQUINARIA Y EQUIPO				
MEZCL CONCRT TIP TAMBOR 20 HP 9-11 P3	H-M	0.800	4.30	3.44
VIBRADOR GASOLINA DE 3 HP 1 PLG	H-M	0.800	0.56	0.45
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	0/0	0.030	41.76	1.25
TOTAL				139.45

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.13.2122

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: MUROS REFORZADOS ENCOFRADO Y DESENC UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.067	6.08	0.41
OPERARIO	H-H	0.667	5.53	3.69
OFICIAL	H-H	0.667	5.03	3.36
MATERIAL				
CLAVOS CORRIENTES DE 4 PLG	KG	0.350	2.88	1.01
ALAMBRE NEGRO DE 8 AWG	KG	0.120	2.00	0.24
MADERA PARA ENCOFRADO TORNILLO	P2	2.230	3.50	7.81
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	7.45	0.22
TOTAL				16.73

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.13.2123

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: MUROS REFORZADOS ACERO fy= 4200 KG/cm UNIDA KG

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.004	6.08	0.02
OPERARIO	H-H	0.040	5.53	0.22
OFICIAL	H-H	0.040	5.03	0.20
MATERIAL				
ALAMBRE NEGRO DE 16 AWG	KG	0.060	2.00	0.12
FO CORRUG CL 60 FY=4200 KG/cm2 1/2 PLG	KG	1.050	1.00	1.05
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	0.45	0.01
TOTAL				1.63

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.13.2131

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: LOSA DE TECHO CONCRETO $f_c=175$ KG/cm² UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.120	6.08	0.73
OPERARIO	H-H	1.200	5.53	6.64
OFICIAL	H-H	1.200	5.03	6.04
PEON	H-H	4.800	4.50	21.60
MATERIAL				
ARENA GRUESA	M3	0.500	15.70	7.85
PIEDRA CHANCADA 1/2 PLG	M3	0.740	15.70	11.62
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	8.100	9.00	72.90
AGUA POTABLE	M3	0.180	1.00	0.18
MAQUINAS Y EQUIPOS				
MEZCL CONCRT TIP TAMBOR 20 HP 9-11 P3	H-M	0.600	4.30	2.58
VIBRADOR GASOLINA DE 3 HP 1 PLG	H-M	0.600	0.56	0.34
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	35.00	1.05
TOTAL				131.52

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.13.2132

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: LOSA DE TECHO ENCOFRADO Y DESENCOFRA UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.080	6.08	0.49
OPERARIO	H-H	0.400	5.53	2.21
OFICIAL	H-H	0.400	5.03	2.01
MATERIAL				
MADERA PARA ENCOFRADO TORNILLO	P2	1.180	3.50	4.13
CLAVOS CORRIENTES DE 3 PLG	KG	0.080	2.88	0.23
ALAMBRE NEGRO DE 8 AWG	KG	0.120	2.00	0.26
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	4.71	0.14
TOTAL				9.47

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.13.2133

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: LOSA DE TECHO ACERO $f_c = 4200 \text{ KG/CM}^2$ UNIDA KG

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.004	6.08	0.02
OPERARIO	H-H	0.040	5.53	0.22
OFICIAL	H-H	0.040	5.03	0.20
MATERIAL				
FO CORRUG CL 60 FY=4200 KG/cm ² 1/2 PLG	KG	1.050	1.00	1.05
ALAMBRE NEGRO DE 16 AWG	KG	0.060	2.00	0.12
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	0.45	0.01
TOTAL				1.63

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.12.232

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: TARRAJEO LOSA DE FONDO C/MP M=1:1:2 C/ UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.027	6.08	0.16
OPERARIO	H-H	0.267	5.53	1.48
PEON	H-H	0.134	4.50	0.60
MATERIAL				
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	0.235	9.00	2.12
ARENA FINA	M3	0.008	15.70	0.13
ARENA GRUESA	M3	0.013	15.70	0.20
IMPERMEAB. CHEMA 1 POLVO DE MORTERO	KG	0.118	5.10	0.60
REGLAS DE MADERA CEDRO 1 1/2"X4"X8'	UND	0.020	2.00	0.04
AGUA POTABLE	M3	0.005	1.00	0.01
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	2.24	0.07
TOTAL				5.40

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.12.233

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: TARRAJEO INTERIOR M=1:1:2 C/A/A+IMPERM UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.067	6.08	0.41
OPERARIO	H-H	0.667	5.53	3.69
PEON	H-H	0.333	4.50	1.50
MATERIAL				
CLAVOS CORRIENTES DE 3 PLG	KG	0.001	2.88	0.00
ARENA FINA	M3	0.015	15.70	0.24
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	0.161	9.00	1.45
IMPERMEAB. CHEMA BITUMEN POLVO	KG	0.081	5.10	0.41
AGUA POTABLE	M3	0.004	1.00	0.00
MADERA PARA ANDAMIO	P2	0.220	3.50	0.77
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	5.59	0.17
TOTAL				8.64

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.12.234

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: TARRAJEO MURO EXT ACABADO FF M=1:2 C/ UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.067	6.08	0.41
OPERARIO	H-H	0.667	5.53	3.69
PEON	H-H	0.333	4.50	1.50
MATERIAL				
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	0.162	9.00	1.46
ARENA FINA	M3	0.010	15.70	0.16
CLAVOS CORRIENTES DE 3 PLG	KG	0.003	2.88	0.01
REGLA DE MADERA CEDRO DE 1"X3"X8'	UND	0.002	2.00	0.00
AGUA POTABLE	M3	0.003	1.00	0.00
MADERA PARA ANDAMIO	P2	0.630	3.50	2.21
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	5.59	0.17
TOTAL				9.60

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.12.235

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: TARRAJEO LOSA DE TECHO C/MP M=1:1:2 C/ UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.040	6.08	0.24
OPERARIO	H-H	0.800	5.53	4.42
PEON	H-H	0.800	4.50	3.60
MATERIAL				
CEMENTO PORTLAND # I BOLSA 42.5 KG.	BOL	0.235	9.00	2.12
ARENA FINA	M3	0.008	15.70	0.13
ARENA GRUESA	M3	0.013	15.70	0.20
IMPERMEAB. CHEMA 1 POLVO DE MORTERO	KG	0.118	5.10	0.60
REGLAS DE MADERA CEDRO 1 1/2"X4"X8'	UND	0.020	2.00	0.04
AGUA POTABLE	M3	0.005	1.00	0.01
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	8.27	0.25
TOTAL				11.61

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.13.31

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: SUM. E INST. TUB PVC D=6"

UNIDA ML

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.040	6.08	0.24
OPERARIO	H-H	0.400	5.53	2.21
PEON	H-H	0.800	4.50	3.60
MATERIAL				
TUB. PVC D=6"	ML	1.020	15.85	16.17
PEGAMENTO PARA TUB. PVC	GLN	0.002	129.80	0.26
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	6.06	0.18
				22.65

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.13.32

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: SUM E INST SIFON C/ACC2

UNIDA UND

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.200	6.08	1.22
OPERARIO	H-H	2.000	5.53	11.06
OFICIAL	H-H	2.000	5.03	10.06
MATERIAL				
SIFON C/ACCESORIOS	UND	1.000	340.00	340.00
HERRAMIENTAS				
ESTUCHE DE HERRAMIENTAS P ELECTRICISTA	H-E	2.000	22.34	44.67
				407.01

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.13.331

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: SUM E INSTAL CODO PVC 8"X90 GR.

UNIDA UND

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.040	6.08	0.24
OPERARIO	H-H	0.400	5.53	2.21
PEON	H-H	0.800	4.50	3.60
MATERIAL				
CODO PVC 8"X90 GR	UND	1.000	91.35	91.35
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	6.06	0.18
				97.59

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No. 13.332

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: SUM E INSTAL TEE PVC 8"X 8".

UNIDA UND

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.040	6.08	0.24
OPERARIO	H-H	0.400	5.53	2.21
PEON	H-H	0.800	4.50	3.60
MATERIAL				
TEE PVC 8"X 8"	UND	1.000	125.00	125.00
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	6.06	0.18
				131.24

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No. 14.11

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: EXCAV MANUAL T N

UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.029	6.08	0.18
PEON	H-H	2.286	4.50	10.29
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	10.46	0.31
TOTAL				10.78

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.14.12

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION TN UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.016	6.08	0.10
OFICIAL	H-H	0.160	5.03	0.80
PEON	H-H	0.160	4.50	0.72
MAQUINARIA Y EQUIPO				
COMPAC VIBR DE PLANCHA TIPO RANA 7HP	H-M	0.160	6.00	0.96
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	1.62	0.05
TOTAL				2.63

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.14.13

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: ACARREO Y ELIMINACION DE DESMONTE UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.080	6.08	0.49
PEON	H-H	0.800	4.50	3.60
MAQUINARIA Y EQUIPO				
CAMION VOLQUETE DE 6 M3	H-M	0.133	25.30	3.36
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	4.09	0.12
TOTAL				7.57

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.14.211

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: FALSO PISO DE CIMENTACION F C=100 KG/C UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.010	6.08	0.06
OPERARIO	H-H	0.200	5.53	1.11
OFICIAL	H-H	0.100	5.03	0.50
PEON	H-H	0.600	4.50	2.70
MATERIAL				
HORMIGON GRUESO	M3	0.121	15.70	1.90
CEMENTO PORTLAND # I BOLSA 42.5 KG.	BOL	0.437	9.00	3.93
AGUA POTABLE	M3	0.016	1.00	0.02
MAQUINAS Y EQUIPOS				
MEZCL CONCRT TIP TAMBOR 20 HP 9-11 P3	H-M	0.100	4.30	0.43
REGLAS DE MADERA DE CEDRO	UND	0.002	6.00	0.01
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	4.37	0.13
TOTAL				10.79

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.14.2211

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: LOSA DE FONDO CONCRETO $f_c=175$ KG/cm² UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.080	6.08	0.49
OPERARIO	H-H	0.800	5.53	4.42
OFICIAL	H-H	0.800	5.03	4.02
PEON	H-H	3.200	4.50	14.40
MATERIAL				
ARENA GRUESA	M3	0.500	15.70	7.85
PIEDRA CHANCADA 1/2 PLG	M3	0.740	15.70	11.62
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	8.100	9.00	72.90
AGUA POTABLE	M3	0.180	1.00	0.18
MAQUINAS Y EQUIPOS				
MEZCL CONCRT TIP TAMBOR 20 HP 9-11 P3	H-M	0.400	4.30	1.72
VIBRADOR GASOLINA DE 3 HP 1 PLG	H-M	0.400	0.56	0.22
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	23.33	0.70
TOTAL				118.53

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.14.2212

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: LOSA DE FONDO ENCOFRADO Y DESENCOFRA UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.070	6.08	0.43
OPERARIO	H-H	0.305	5.53	1.69
OFICIAL	H-H	0.305	5.03	1.53
MATERIAL				
MADERA PARA ENCOFRADO TORNILLO	P2	1.180	3.50	4.13
CLAVOS CORRIENTES DE 3 PLG	KG	0.080	2.88	0.23
ALAMBRE NEGRO DE 8 AWG	KG	0.130	2.00	0.26
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	3.65	0.11
TOTAL				8.38

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.14.2213

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: LOSA DE FONDO ACERO $f_c = 4200$ KG/CM2 UNIDA KG

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.004	6.08	0.02
OPERARIO	H-H	0.040	5.53	0.22
OFICIAL	H-H	0.040	5.03	0.20
MATERIAL				
FO CORRUG CL 60 FY=4200 KG/cm2 1/2 PLG	KG	1.050	1.00	1.05
ALAMBRE NEGRO DE 16 AWG	KG	0.060	2.00	0.12
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	0.45	0.01
TOTAL				1.63

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.14.2221

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: MURO REFORZADO CONCRETO $f_c = 175$ KG/c UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.080	6.08	0.49
OPERARIO	H-H	0.800	5.53	4.42
OFICIAL	H-H	1.600	5.03	8.05
PEON	H-H	6.400	4.50	28.80
MATERIAL				
ARENA GRUESA	M3	0.500	15.70	7.85
PIEDRA CHANCADA 1/2 PLG	M3	0.740	15.70	11.62
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	8.100	9.00	72.90
AGUA POTABLE	M3	0.180	1.00	0.18
MAQUINARIA Y EQUIPO				
MEZCL CONCRT TIP TAMBOR 20 HP 9-11 P3	H-M	0.800	4.30	3.44
VIBRADOR GASOLINA DE 3 HP 1 PLG	H-M	0.800	0.56	0.45
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	41.76	1.25
TOTAL				139.45

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.14.2222

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: MUROS REFORZADOS ENCOFRADO Y DESENC UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.067	6.08	0.41
OPERARIO	H-H	0.667	5.53	3.69
OFICIAL	H-H	0.667	5.03	3.36
MATERIAL				
CLAVOS CORRIENTES DE 4 PLG	KG	0.350	2.88	1.01
ALAMBRE NEGRO DE 8 AWG	KG	0.120	2.00	0.24
MADERA PARA ENCOFRADO TORNILLO	P2	2.230	3.50	7.81
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	7.45	0.22
TOTAL				16.73

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.14.2223

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: MUROS REFORZADOS ACERO $f_y = 4200$ KG/cm UNIDA KG

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.004	6.08	0.02
OPERARIO	H-H	0.040	5.53	0.22
OFICIAL	H-H	0.040	5.03	0.20
MATERIAL				
ALAMBRE NEGRO DE 16 AWG	KG	0.060	2.00	0.12
FO CORRUG CL 60 $FY = 4200$ KG/cm ² 1/2 PLG	KG	1.050	1.00	1.05
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	0.45	0.01
TOTAL				1.63

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.14.2231

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: CANAL DE RECOLECC. CONCRETO $f_c=175$ K UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.080	6.08	0.49
OPERARIO	H-H	0.800	5.53	4.42
OFICIAL	H-H	1.600	5.03	8.05
PEON	H-H	6.400	4.50	28.80
MATERIAL				
ARENA GRUESA	M3	0.500	15.70	7.85
PIEDRA CHANCADA 1/2 PLG	M3	0.740	15.70	11.62
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	8.100	9.00	72.90
AGUA POTABLE	M3	0.180	1.00	0.18
MAQUINARIA Y EQUIPO				
MEZCL CONCRT TIP TAMBOR 20 HP 9-11 P3	H-M	0.800	4.30	3.44
VIBRADOR GASOLINA DE 3 HP 1 PLG	H-M	0.800	0.56	0.45
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	41.76	1.25
TOTAL				139.45

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.14.2232

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: CANAL DE RECOLECC. ENCOFRADO Y DESEN UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.067	6.08	0.41
OPERARIO	H-H	0.667	5.53	3.69
OFICIAL	H-H	0.667	5.03	3.36
MATERIAL				
CLAVOS CORRIENTES DE 4 PLG	KG	0.350	2.88	1.01
ALAMBRE NEGRO DE 8 AWG	KG	0.120	2.00	0.24
MADERA PARA ENCOFRADO TORNILLO	P2	2.230	3.50	7.81
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	7.45	0.22
TOTAL				16.73

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.14.2233

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: CANAL DE RECOLECC. ACERO fy= 4200 KG/c UNIDA KG

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.004	6.08	0.02
OPERARIO	H-H	0.040	5.53	0.22
OFICIAL	H-H	0.040	5.03	0.20
MATERIAL				
ALAMBRE NEGRO DE 16 AWG	KG	0.060	2.00	0.12
FO CORRUG CL 60 FY=4200 KG/cm2 1/2 PLG	KG	1.050	1.00	1.05
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	0.45	0.01
TOTAL				1.63

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.14.231

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: TARRAJEO LOSA DE FONDO C/MP M=1:1:2 C/ UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.027	6.08	0.16
OPERARIO	H-H	0.267	5.53	1.48
PEON	H-H	0.134	4.50	0.60
MATERIAL				
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	0.235	9.00	2.12
ARENA FINA	M3	0.008	15.70	0.13
ARENA GRUESA	M3	0.013	15.70	0.20
IMPERMEAB. CHEMA 1 POLVO DE MORTERO	KG	0.118	5.10	0.60
REGLAS DE MADERA CEDRO 1 1/2"X4"X8'	UND	0.020	2.00	0.04
AGUA POTABLE	M3	0.005	1.00	0.01
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	2.24	0.07
TOTAL				5.40

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.14.232

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: TARRAJEO INTERIOR M=1:1:2 C/A/A+IMPERM UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.067	6.08	0.41
OPERARIO	H-H	0.667	5.53	3.69
PEON	H-H	0.333	4.50	1.50
MATERIAL				
CLAVOS CORRIENTES DE 3 PLG	KG	0.001	2.88	0.00
ARENA FINA	M3	0.015	15.70	0.24
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	0.181	9.00	1.45
IMPERMEAB. CHEMA BITUMEN POLVO	KG	0.081	5.10	0.41
AGUA POTABLE	M3	0.004	1.00	0.00
MADERA PARA ANDAMIO	P2	0.220	3.50	0.77
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	0/0	0.030	5.59	0.17
TOTAL				8.64

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.14.233

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: TARRAJEO MURO EXT ACABADO FF M=1:2 C/ UNIDA M2

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.067	6.08	0.41
OPERARIO	H-H	0.667	5.53	3.69
PEON	H-H	0.333	4.50	1.50
MATERIAL				
CEMENTO PORTLAND # 1 BOLSA 42.5 KG.	BOL	0.162	9.00	1.46
ARENA FINA	M3	0.010	15.70	0.16
CLAVOS CORRIENTES DE 3 PLG	KG	0.003	2.88	0.01
REGLA DE MADERA CEDRO DE 1"X3"X8'	UND	0.002	2.00	0.00
AGUA POTABLE	M3	0.003	1.00	0.00
MADERA PARA ANDAMIO	P2	0.630	3.50	2.21
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	0/0	0.030	5.59	0.17
TOTAL				9.60

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.14.31

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: SUM. E INST. TUB PVC D=6"

UNIDA ML

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.040	6.08	0.24
OPERARIO	H-H	0.400	5.53	2.21
PEON	H-H	0.800	4.50	3.60
MATERIAL				
TUB. PVC D=6"	ML	1.020	15.85	16.17
PEGAMENTO PARA TUB. PVC	GLN	0.002	129.80	0.26
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	6.06	0.18
				22.66

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.14.32

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: SUM. E INST. COMP. DE PLANCHA DE F. E=1/4 UNIDA UND

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.040	6.08	0.24
OPERARIO	H-H	0.400	5.53	2.21
PEON	H-H	0.800	4.50	3.60
MATERIAL				
COMP. DE PLANCHA DE FIERRO E=1/4"	UND	1.000	115.00	115.00
TIRADOR DE FIERRO DE 3/8"	UND	1.000	3.50	3.50
GUIA METALICA DE 3/8"	UND	1.000	3.00	3.00
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	6.06	0.18
				127.74

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.14.33

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: SUM. Y APLIC. DE ARENA

UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	2.000	6.08	12.16
PEON	H-H	2.000	4.50	9.00
MATERIAL				
ARENA	M3	1.000	15.70	15.70
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	0/0	0.030	21.16	0.63
TOTAL				37.49

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.14.34

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: SUM. Y APLIC. DE GRAVA FINA

UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIENTO	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	2.000	6.08	12.16
PEON	H-H	2.000	4.50	9.00
MATERIAL				
GRAVA FINA	M3	1.000	15.70	15.70
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	0/0	0.030	21.16	0.63
TOTAL				37.49

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.14.35

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: SUM. Y APLIC. DE GRAVA GRUESA

UNIDA M3

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	2.000	6.08	12.16
PEON	H-H	2.000	4.50	9.00
MATERIAL				
GRAVA GRUESA	M3	1.000	15.70	15.70
HERRAMIENTAS				
HERRAMIENTAS 3% M.O.	O/O	0.030	21.16	0.63
TOTAL				37.49

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO

No.14.36

FECHA JULIO-1994

PARTIDA: SUM E INST ELECTRO BOMBA CENTR. 1/2 HP

UNIDA UND

MANO DE OBRA	UNIDA	RENDIMIEN	PRECIO	PARCIAL
CAPATAZ	H-H	0.200	6.08	1.22
OPERARIO	H-H	2.000	5.53	11.06
OFICIAL	H-H	2.000	5.03	10.06
MATERIAL				
ELECTRO BOMBA CENTRIFUGA 0.6 HP	UND	1.000	175.00	175.00
HERRAMIENTAS				
ESTUCHE DE HERRAMIENTAS P ELECTRICISTA	H-E	2.000	22.34	44.67
				242.01

PRESUPUESTO

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESAGUES

FECHA JULIO-1994

No.	DESCRIPCION	UNIDAD	P.UNIT.	METRADO	TOTAL
1.00	OBRAS PROVISIONALES				
1.10	CASETA DE GUARDIANIA Y ALMACEN	M2	45.20	40.00	1,808.00
2.00	TRABAJOS PRELIMINARES				
2.10	TRAZO Y REPLANTEO	M2	2.43	1,048.93	2,548.90
3.00	COLECTOR				
3.10	MOVIMIENTOS DE TIERRA				
3.11	EXCAVACION DE ZANJA MANUAL TN TUB D=6" H=.0.8 M.	ML	8.42	325.00	2,736.50
3.12	REFINE , NIVELACION Y CONFORMACION DE FONDOS D=6"	ML	0.33	325.00	107.25
3.13	PREPARACION DE CAMA DE APOYO	ML	0.26	325.00	91.00
3.14	RELLENO Y COMPACTACION CON MATERIAL PROPIO	ML	9.78	325.00	3,178.50
3.15	ELIMINACION DE DESMONTE D=6"	ML	0.71	325.00	230.75
3.20	SUMINISTRO Y PRUEBA HIDRAULICA				
3.21	SUMINISTRO E INSTALACION TUB D=6"	ML	10.15	325.00	3,298.75
3.22	DOBLE PRUEBA HIDRAULICA TUB D=6"	ML	0.43	325.00	139.75
3.30	BUZONES				
3.31	BUZONES TIPO I H=1.2 M.	UND	481.78	3.00	1,445.34
4.00	CAMARA DE REJAS				
4.10	MOVIMIENTOS DE TIERRA				
4.11	EXCAVACION MANUAL TN	M3	10.78	5.60	60.37
4.12	REFINE,NIVELACION Y COMPACTACION	M2	2.63	4.60	12.10
4.13	ELIMINACION DE DESMONTE	M3	7.57	7.00	52.99
4.20	OBRAS CIVILES				
4.201	CONCRETO SIMPLE				
4.2011	RELLENO DE CONCRETO FC=140 KG/CM2	M3	88.98	0.90	80.08
4.21	CONCRETO ARMADO				
4.211	LOSA DE FONDO				
4.2111	CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2	M3	118.53	0.69	81.79
4.2112	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	8.38	1.52	12.74
4.2113	ACERO FY=4200 KG/CM2	KG	1.63	48.00	78.24
4.212	MUROS LATERALES				
4.2121	CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2	M3	139.45	1.03	143.63
4.2122	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	16.73	14.30	239.24
4.2123	ACERO FY=4200 KG/CM2	KG	1.63	52.40	85.41
4.22	TARRAJEO				
4.221	TARRAJEO DE LOSA DE FONDO	M2	5.40	1.44	7.78
4.222	TARRAJEO DE MUROS INTERIORES	M2	8.64	9.16	79.14
4.223	TARRAJEO DE MUROS EXTERIORES	M2	9.60	3.74	35.90
4.30	OBRAS COMPLEMENTARIAS				
4.31	SUMINISTRO E INSTALACION DE REJAS	M2	170.25	1.02	173.66
4.32	SUMINISTRO E INSTALACION DE PLAT. METALICA 07." .50	UND	1.00	89.25	89.25

PRESUPUESTO

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESAGUES

FECHA JULIO-1994

No.	DESCRIPCION	UNIDAD	P.UNIT.	METRADO	TOTAL
5.00	CAJA DE DISTRIBUCION				
5.10	MOVIMIENTOS DE TIERRA				
5.11	EXCAVACION MANUAL TN	M3	10.78	11.76	126.77
5.12	REFINE,NIVELACION Y COMPACTACION	M2	2.63	9.84	25.88
5.13	ELIMINACION DE DESMONTE	M3	7.57	14.70	111.28
5.20	OBRAS CIVILES				
5.21	CONCRETO ARMADO				
5.211	LOSA DE FONDO				
5.2111	CONCRETO DE F' C=175 KG/CM2	M3	118.53	1.90	225.21
5.2112	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	8.38	4.18	35.03
5.2113	ACERO FY=4200 KG/CM2	KG	1.63	95.80	156.15
5.212	MUROS LATERALES				
5.2121	CONCRETO DE F' C= 175 KG/CM2	M3	139.45	3.02	421.14
5.2122	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	16.73	28.56	477.81
5.2123	ACERO FY=4200 KG/CM2	KG	1.63	162.80	265.36
5.22	TARRAJEO				
5.221	TARRAJEO DE LOSA	M2	5.40	3.10	16.74
	TARRAJEO DE MUROS INTERIORES	M2	8.64	35.00	302.40
	TARRAJEO DE MUROS EXTERIORES	M2	9.60	26.00	249.60
6.00	TRAMPA DE GRASA				
6.10	MOVIMIENTOS DE TIERRA				
6.11	EXCAVACION MANUAL TN	M3	10.78	22.70	244.71
6.12	REFINE,NIVELACION Y COMPACTACION	M2	2.63	12.82	33.72
6.13	ELIMINACION DE DESMONTE	M3	7.57	26.82	203.03
6.20	OBRAS CIVILES				
6.21	CONCRETO ARMADO				
6.211	LOSA DE FONDO				
6.2111	CONCRETO DE F' C=175 KG/CM2	M3	118.53	0.59	69.93
6.2112	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	8.38	1.22	10.22
6.2113	ACERO FY=4200 KG/CM2	KG	1.63	29.50	48.09
6.212	MUROS LATERALES				
6.2121	CONCRETO DE F' C=175 KG/CM2	M3	139.45	5.89	821.36
6.2122	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	16.73	24.50	409.89
6.2123	ACERO FY=4200 KG/CM2	KG	1.63	312.90	510.03
6.22	TARRAJEO				
6.221	TARRAJEO DE LOSA	M2	5.40	18.00	97.20
6.222	TARRAJEO DE MUROS INTERIORES	M2	8.64	29.80	257.47
6.223	TARRAJEO DE MUROS EXTERIORES	M2	9.60	26.00	249.60
6.30	INSTALACIONES HIDRAULICAS				
6.310	SUMINISTRO E INSTALACION DE REJAS	M2	170.25	2.88	490.32
6.320	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUB D=1/2"	ML	7.10	9.80	69.58
6.330	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUB D=1/4"	ML	6.90	12.40	85.56
6.340	SUMINISTRO E INSTALACION DE UN INYECT. DE AIRE	UND	263.20	1.00	263.20
6.350	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS				

PRESUPUESTO

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESAGUES

FECHA JULIO-1994

No.	DESCRIPCION	UNIDAD	P.UNIT.	METRADO	TOTAL
6.351	VALVULA DE COMP. FF DE D=6"	UND	606.24	4.00	2,424.96
6.352	TRANSICION DE FF- PVC D=6"	UND	168.10	8.00	1,344.80
6.353	CODO PVC D=6"X90 GR.	UND	59.97	2.00	119.94
6.354	CODO PVC D=6"X22.5 GR.	UND	59.97	4.00	239.88
6.355	CODO PVC D=1/4"X90 GR.	UND	8.74	4.00	34.96
6.356	TEE PVC 1/4"X1/4"	UND	6.89	8.00	55.12
6.357	TEE PVC 1/4"X1/2"	UND	6.89	8.00	55.12
6.358	REDUCCION PVC 1/4"X1/2"	UND	8.54	8.00	68.32
7.00	DESARENADOR-MEDIDOR DE CAUDAL				
7.10	MOVIMIENTOS DE TIERRA				
7.11	EXCAVACION MANUAL TN	M3	10.78	2.18	23.50
7.12	REFINE,NIVELACION Y COMPACTACION	M2	2.63	3.56	9.36
7.13	ELIMINACION DE DESMONTE	M3	7.57	2.73	20.67
7.20	OBRAS CIVILES				
7.21	CONCRETO ARMADO				
7.211	LOSA DE FONDO				
7.2111	CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2	M3	118.53	0.75	88.90
7.2112	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	8.38	5.60	46.93
7.2113	ACERO FY=4200 KG/CM2	KG	1.63	36.20	59.01
7.212	MUROS LATERALES				
7.2121	CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2	M3	139.45	7.80	1,087.71
7.2122	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	16.73	17.00	284.41
7.2123	ACERO FY=4200 KG/CM2	KG	1.63	418.45	682.07
7.22	TARRAJEO				
7.221	TARRAJEO DE LOSA	M2	5.40	6.70	36.18
	TARRAJEO DE MUROS INTERIORES	M2	8.64	24.00	207.36
	TARRAJEO DE MUROS EXTERIORES	M2	9.60	13.40	128.64
7.30	OBRAS COMPLEMENTARIAS				
7.31	SUMINISTRO E INSTALACION DE REGLA GRADUADA DE ME	UND	10.19	1.00	10.19
8.00	TANQUE DE NEUTRALIZACION				
8.10	MOVIMIENTOS DE TIERRA				
8.11	EXCAVACION MANUAL TN	M3	10.78	2.06	22.21
8.12	REFINE,NIVELACION Y COMPACTACION	M2	2.63	1.96	5.15
8.13	ELIMINACION DE DESMONTE	M3	7.57	2.58	19.53
8.20	OBRAS CIVILES				
8.21	CONCRETO ARMADO				
8.211	LOSA DE FONDO				
8.2111	CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2	M3	118.53	0.58	68.75
8.2112	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	8.38	1.36	11.40
8.2113	ACERO FY=4200 KG/CM2	KG	1.63	29.00	47.27
8.212	MUROS LATERALES				
8.2121	CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2	M3	139.45	1.00	139.45

PRESUPUESTO

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESAGUES
FECHA JULIO-1994

No.	DESCRIPCION	UNIDAD	P.UNIT.	METRADO	TOTAL
8.2122	ENCOFRADO Y DESENCOFADO	M2	16.73	8.19	137.02
8.2123	ACERO FY=4200 KG/CM2	KG	1.63	53.50	87.21
8.21	TARRAJEO				
8.211	TARRAJEO DE LOSA	M2	5.40	1.36	7.34
8.212	TARRAJEO DE MUROS INTERIORES	M2	8.64	4.20	36.29
8.213	TARRAJEO DE MUROS EXTERIORES	M2	9.60	5.04	48.38
8.30	OBRAS COMPLEMENTARIAS				
8.31	SUMINISTRO E INSTALACION DE PLANCHA DE ACERO DE 3	UND	81.24	2.00	162.48
8.32	SUMINISTRO DE TANQUE DE 250 LTS.	UND	94.93	1.00	94.93
9.00	LINEAS DE DISTRIBUCION				
9.10	MOVIMIENTOS DE TIERRA				
9.11	EXCAVACION DE ZANJA MANUAL TN TUB D=6" H=.0.8 M.	ML	8.42	24.00	202.08
9.12	REFINE , NIVELACION Y CONFORMACION DE FONDOS D=6"	ML	0.33	24.00	7.92
9.13	PREPARACION DE CAMA DE APOYO	ML	0.28	24.00	6.72
9.14	RELLENO Y COMPACTACION CON MATERIAL PROPIO	ML	9.78	24.00	234.72
9.15	ELIMINACION DE DESMONTE D=6"	ML	0.41	24.00	9.84
9.20	SUMINISTRO Y PRUEBA HIDRAULICA				
9.21	SUMINISTRO E INSTALACION TUB D=6"	ML	10.15	24.00	243.60
9.22	DOBLE PRUEBA HIDRAULICA TUB D=6"	ML	0.43	24.00	10.32
10.00	REACTOR ANAEROBICO DE FLUJO ASCENDENTE				
10.10	MOVIMIENTOS DE TIERRA				
10.11	EXCAVACION MANUAL TS	M3	0.43	116.06	49.91
10.12	DRENAJE C/BOMBEO	M3	0.36	82.37	29.65
10.13	ELIMINACION DE DESMONTE TS	M3	1.65	145.08	239.38
10.20	OBRAS CIVILES				
10.21	CONCRETO SIMPLE				
10.211	LOSA DE CIMENTACION FC=100 KG/CM2	M3	10.79	3.5	37.77
10.212	CONCRETO DE RELLENO F' C=140 KG/CM2	M3	88.98	1.50	133.47
10.213	DADOS DE CONCRETO F' C=140 KG/CM2	M3	109.46	0.24	26.27
10.214	DADOS DE CONCRETO ENCOFR. Y DESENC.	M2	29.38	0.72	21.15
10.22	CONCRETO ARMADO				
10.221	LOSA DE FONDO				
10.2211	CONCRETO DE F' C=175 KG/CM2	M3	118.53	3.74	443.30
10.2212	ENCOFRADO Y DESENCOFADO	M2	8.38	3.32	27.82
10.2213	ACERO FY=4200 KG/CM2	KG	1.63	167.34	272.76
10.222	VIGA				
10.2221	CONCRETO DE F' C=175 KG/CM2	M3	122.23	0.35	42.78
10.2222	ENCOFRADO Y DESENCOFADO	M2	28.44	4.68	133.10
10.2223	ACERO FY=4200 KG/CM2	KG	1.42	63.00	89.46
10.223	MUROS LATERALES				
10.2231	CONCRETO DE F' C=175 KG/CM2	M3	139.45	26.10	3,639.65
10.2232	ENCOFRADO Y DESENCOFADO	M2	16.73	132.71	2,220.24

PRESUPUESTO

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESAGUES
FECHA JULIO-1994

No.	DESCRIPCION	UNIDAD	P.UNIT.	METRADO	TOTAL
10.2233	ACERO FY=4200 KG/CM2	KG	1.63	1,412.46	2,302.31
10.23	TARRAJEO				
10.231	TARRAJEO DE LOSA DE FONDO	M2	5.40	3.43	18.52
10.232	TARRAJEO DE MUROS INTERIORES	M2	8.64	132.71	1,146.61
10.233	TARRAJEO DE MUROS EXTERIORES	M2	9.60	140.00	1,344.00
10.30	INSTALACIONES HIDRAULICAS				
10.31	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUB PVC D=2"	ML	8.01	4.00	32.04
10.32	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUB PVC D=4"	ML	11.92	3.50	41.72
10.33	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUB PVC D=6"	ML	21.96	3.00	65.88
10.34	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS				
10.341	VALVULA DE COMP. D=6"	UND	606.24	1.00	606.24
10.342	TRANSICION DE PVC-FF D=6"	UND	168.10	2.00	336.20
10.343	CODO PVC DE 6"X90 GR.	UND	59.97	2.00	119.94
10.344	CODO PVC DE 4"X90 GR.	UND	59.97	5.00	299.85
10.345	TEE PVC 4"X4"	UND	12.73	3.00	38.19
11.00	FILTRO DE CONTACTO				
11.10	MOVIMIENTOS DE TIERRA				
11.11	EXCAVACION MANUAL TN	M3	10.78	184.00	1,983.52
11.12	REFINE,NIVELACION Y COMPACTACION	M2	2.63	315.00	828.45
11.13	ELIMINACION DE DESMONTE	M3	7.57	230.00	1,741.10
11.20	OBRAS CIVILES				
11.21	CONCRETO SIMPLE				
11.211	FALSO PISO DE GIMENTACION F'C=100 KG/CM2	M3	10.79	47.25	509.83
11.22	CONCRETO ARMADO				
11.221	LOSA DE FONDO				
11.2211	CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2	M3	118.53	61.80	7,325.15
11.2212	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	8.38	14.24	119.33
11.2213	ACERO FY=4200 KG/CM2	KG	1.63	3,090.00	5,036.70
11.222	MUROS LATERALES				
11.2221	CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2	M3	139.45	17.43	2,430.61
11.2222	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	16.73	186.00	3,111.78
11.2223	ACERO FY=4200 KG/CM2	KG	1.63	940.35	1,532.77
11.23	TARRAJEO				
11.231	TARRAJEO DE LOSA	M2	5.40	235.00	1,269.00
11.232	TARRAJEO DE MUROS INTERIORES	M2	8.64	120.00	1,036.80
11.233	TARRAJEO DE MUROS EXTERIORES	M2	9.60	70.00	672.00
11.30	OBRAS COMPLEMENTARIAS				
11.31	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUB PVC D=6" C/PLASTIC	ML	22.70	200.00	4,540.00
11.32	SUMINISTRO DE GRAVA DE E=1/4"	M3	37.49	135.00	5,061.15
11.33	SUMINISTRO DE GRAVA DE E=1/2"-1"	M3	37.49	67.75	2,539.95
11.34	SUMINISTRO DE GRAVA DE E=2"	M3	37.49	67.75	2,539.95
11.35	SUMINISTRO DE INSTALACION DE TUB CSN D=6"	ML	10.29	20.00	205.80
11.36	SUMINISTRO INST. VALV. COMP. FF D=6"	UND	606.24	2.00	1,212.48
11.37	REDUCC. 8"-6"	UND	47.51	4.00	190.04
11.38	BUZONES TIPO I H=1.2 M.	UND	481.78	4.00	1,927.12

PRESUPUESTO

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESAGUES

FECHA JULIO-1994

No.	DESCRIPCION	UNIDAD	P.UNIT.	METRADO	TOTAL
12.00	CAMARA DE CONTACTO DE CLORO				
12.10	MOVIMIENTOS DE TIERRA				
12.11	EXCAVACION MANUAL TN	M3	10.78	11.00	118.58
12.12	REFINE,NIVELACION Y COMPACTACION	M2	2.63	13.20	34.72
12.13	ELIMINACION DE DESMONTE	M3	7.57	13.75	104.09
12.20	OBRAS CIVILES				
12.21	CONCRETO SIMPLE				
12.211	FALSO PISO DE CIMENTACION F'C= 100 KG/CM2	M3	10.79	1.58	17.05
12.22	CONCRETO ARMADO				
12.221	LOSA DE FONDO				
12.2211	CONCRETO DE F'C= 175 KG/CM2	M3	118.53	2.52	298.70
12.2212	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	8.38	3.52	29.50
12.2213	ACERO FY=4200 KG/CM2	KG	1.63	128.00	208.64
12.222	MUROS LATERALES				
12.2221	CONCRETO DE F'C= 175 KG/CM2	M3	139.45	2.90	404.41
12.2222	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	16.73	30.60	511.94
12.2223	ACERO FY=4200 KG/CM2	KG	1.63	157.78	257.18
12.23	TARRAJEO				
12.231	BRUÑADO	ML	2.53	12.60	31.88
12.232	TARRAJEO DE MUROS INTERIORES	M2	8.64	25.80	222.91
	TARRAJEO DE MUROS EXTERIORES	M2	9.60	20.02	192.19
12.30	INSTALACIONES HIDRAULICAS				
12.31	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUB PVC D=5"	ML	22.66	1.00	22.66
12.32	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUB PVC D=4"	ML	12.62	6.20	78.24
12.33	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS				
12.331	TEE PVC 4"X4"	UND	12.73	4.00	50.92
12.332	REDUCCION EXCEN. PVC 6-4"	UND	47.51	1.00	47.51
12.333	CRUZ PVC 4"X4"	UND	25.74	1.00	25.74
12.4	OBRAS COMPLEMENTARIAS				
12.41	PLANCHAS DE A.C. E=5 MM. 1.6X0.5 M.	UND	27.87	17.00	473.79
12.42	SUMINISTRO DE TANQUE DE 250 LTS.	UND	94.93	1.00	94.93
13.00	SIFON				
13.10	MOVIMIENTOS DE TIERRA				
13.11	EXCAVACION MANUAL TN	M3	10.78	153.60	1,655.81
13.12	REFINE,NIVELACION Y COMPACTACION	M2	2.63	155.75	409.62
13.13	ELIMINACION DE DESMONTE	M3	7.57	192.00	1,453.44
13.20	OBRAS CIVILES				
13.21	CONCRETO ARMADO				
13.211	LOSA DE FONDO				
13.2111	CONCRETO DE F'C= 175 KG/CM2	M3	118.53	28.50	3,378.11
13.2112	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	8.38	29.20	244.70
13.2113	ACERO FY=4200 KG/CM2	KG	1.63	1,425.60	2,323.73

PRESUPUESTO

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESAGUES

FECHA JULIO-1994

No.	DESCRIPCION	UNIDAD	P.UNIT.	METRADO	TOTAL
13.212	MUROS LATERALES				
13.2121	CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2	M3	139.45	9.50	1,324.78
13.2122	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	16.73	46.80	782.96
13.2123	ACERO FY=4200 KG/CM2	KG	1.63	518.20	844.67
13.213	LOSA DE TECHO				
13.2131	CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2	M3	131.52	27.78	3,653.63
13.2132	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	9.47	131.50	1,245.31
13.2133	ACERO FY=4200 KG/CM2	KG	1.63	1,389.00	2,264.07
13.22	TARRAJEO				
13.221	TARRAJEO DE LOSA DE FONDO	M2	5.40	132.60	716.04
	TARRAJEO DE MUROS INTERIORES	M2	8.64	84.00	725.76
	TARRAJEO DE MUROS EXTERIORES	M2	9.60	87.00	835.20
13.222	TARRAJEO DE LOSA DE TECHO	M2	11.61	256.00	2,972.16
13.30	INSTALACIONES HIDRAULICAS				
13.31	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUB PVC D=8"	ML	22.66	11.00	249.26
13.32	SUMINISTRO E INST. SIFON	UND	407.01	2.00	814.02
13.33	SUMINISTRO Y ACCESORIOS				
13.331	CODO DE 6"X90	UND	97.49	4.00	389.96
13.332	TEE DE 8X8"	UND	131.24	2.00	262.48
14.00	LECHOS DE SECADO				
14.10	MOVIMIENTO DE TIERRA				
14.11	EXCAVACION MANUAL TN	M3	10.78	115.20	1,241.86
14.12	REFINE, NIVELACION Y COMPACTACION	M2	2.63	253.00	665.39
14.13	ELIMINACION DE DESMONTE	M3	7.57	144.00	1,090.08
14.20	OBRAS CIVILES				
14.21	CONCRETO SIMPLE				
14.211	FALSO PISO DE CIMENTACION F'C=100 KG/CM2	M3	10.79	24.50	264.36
14.22	CONCRETO ARMADO				
14.221	LOSA DE FONDO				
14.2211	CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2	M3	118.53	33.75	4,000.39
14.2212	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	8.38	18.48	154.86
14.2213	ACERO FY=4200 KG/CM2	KG	1.63	1,687.50	2,750.63
14.222	MUROS LATERALES				
14.2221	CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2	M3	139.45	16.49	2,299.53
14.2222	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	16.73	15.00	250.95
14.2223	ACERO FY=4200 KG/CM2	KG	1.63	900.00	1,467.00
14.223	CANAL DE RECOLECCION				
14.2231	CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2	M3	139.45	1.80	251.01
14.2232	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	16.73	18.00	301.14
14.2233	ACERO FY=4200 KG/CM2	KG	1.63	98.20	160.07
14.23	TARRAJEO				
14.231	TARRAJEO DE LOSA	M2	5.40	232.00	1,252.80
	TARRAJEO DE MUROS INTERIORES	M2	8.64	48.00	414.72
	TARRAJEO DE MUROS EXTERIORES	M2	9.60	40.00	384.00

PRESUPUESTO

OBRA: PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESAGUES

FECHA JULIO-1994

No.	DESCRIPCION	UNIDAD	P.UNIT.	METRADO	TOTAL
14.30	OBRAS COMPLEMENTARIAS				
14.31	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUB PVC D=6"	ML	22.66	30.00	679.80
14.32	SUMINISTRO E INST. COMP. DE PLANCHA DE FIERRO DE 1/4"	UND	127.74	5.00	638.70
14.33	SUMINISTRO DE ARENA	M3	37.49	50.60	1,896.99
14.34	SUMINISTRO DE GRAVA FINA	M3	37.49	25.30	948.50
14.35	SUMINISTRO DE GRAVA GRUESA	M3	37.49	50.60	1,896.99
14.36	SUMINISTRO E INST. ELCTROB. 0.5 HP	UND	242.01	1.00	242.01
				TOTAL PARCIAL	144,319.72
				GASTOS Y UTILIDADE	28,863.94
				TOTAL GENERAL	173,183.66

FORMULA POLINOMICA

PRESUPUESTO BASE : S/.173,183.66

FECHA BASE : JULIO-1994

$$K = 0.315 \begin{matrix} MO_o \\ MO_r \end{matrix} + 0.140 \begin{matrix} CE_o \\ CE_r \end{matrix} + 0.378 \begin{matrix} FC_o \\ FC_r \end{matrix} + 0.167 \begin{matrix} GU_o \\ GU_r \end{matrix}$$

MO : Mano de Obra
 CE : Cemento
 FC : Fierro Corrugado
 GU : Gastos generales y utilidades

CONCLUSIONES

- El costo de construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales de la Industria Agraria el Escorial asciende a 173,183.66 nuevos soles
- La eficiencia de la planta de tratamiento proyectada en cuanto a remoción de carga orgánica es del 96.23 %
- La cantidad de biogas que se va a producir en los reactores es aproximadamente de 91.6 m³/día
- En el diseño de reactores anaeróbicos de flujo ascendente debe tomarse en cuenta no solamente los aspectos relacionados con el tratamiento, sino también los relacionados con la hidráulica, las estructuras, la recuperación de subproductos (lodos, gas) y los aspectos de operación y mantenimiento.
- Es imprescindible que cada sistema construido incluya un manual de operación y mantenimiento para el caso particular, preparado por el consultor, que debe ser complementado con la capacitación del personal encargado del manejo de la planta
- Considerando el valor promedio del DQO de 5302 mg/lt se tiene que el efecto de la carga orgánica expresado en población equivalente representa 59382 hab/día.
- El suero proveniente del procesamiento de quesos se puede utilizar para alimentación de cerdos, lo cual eliminaría la contaminación producida por este residuo en las lecherías; también es posible su utilización para elaborar otros productos alimenticios de consumo humano como por ejemplo algunos tipos de refrescos, lo que reduciría el volumen del

suero en la descarga y haría el tratamiento de los efluentes mas fácil.

- La selección del reactor anaeróbico de flujo ascendente como una unidad de tratamiento ha sido seleccionado en base a que han existido plantas pilotos para tratamiento de aguas residuales de industria láctea (ejemplo la industria láctea localizada en el municipio de san José de Pinhais, próximo a Curitiba)

RECOMENDACION

- Cuando entre en funcionamiento la planta de tratamiento de aguas residuales de Industria agraria el escorial se tiene que seguir todos los pasos mencionados para la operación y mantenimiento
- Se debe de entregar un manual de operación para el personal de la planta de tratamiento de aguas residuales
- para minimizar los recursos humanos y económicos en la operación y mantenimiento de la planta de tratamiento es necesario que el proyectista continúe el seguimiento del sistema al menos durante 6 meses después de su puesta en marcha
- Es necesario que el proyectista optimice el diseño del sistema de separación gas sólido con el fin de minimizar el arrastre del lodo con el efluente
- La campana escogida para la recolección de gas debe garantizar el acceso para el mantenimiento interno con el fin de remover el material flotante.

- Es importante que exista un sistema de medición para verificar la cantidad de lodos a purgar y definir en cada caso particular los periodos para remoción de lodos, criterio que debe estar directamente relacionado con las eficiencias obtenibles y con la estabilidad del sistema.
- Se recomienda medir regularmente los siguientes parámetros como mínimo:
 - ph - control diario
 - producción de gas - control diario
 - DQO - tres veces por semana
 - DBO - una vez por semana
 - S.S. totales y volátiles - tres veces por semana
- Se recomienda utilizar una frecuencia fija de descarga acorde con la frecuencia de operación de los lechos de secado
- Se recomienda descargar lodos a partir del centro del manto de lodos para evitar variar la calidad físico química del efluente
- Se recomienda relacionar los datos de DBO, DQO Y S.S a lo largo de un periodo de muestreos periodicos.
- una vez construida la planta de tratamiento y entre en funcionamiento se tiene que determinar la dosis óptima de la solución clorada a adicionar al efluente de la planta de tratamiento para reducir la carga bacteriana.

ANEXOS

1.0. RELACION DE PLANOS

PLANO N°1	UBICACION
PLANO N°2	PLANTA GENERAL
PLANO N°3	GEOLOGICO
PLANO N°4	GEOMORFOLOGICO
PLANO N°5	PARSELACION
PLANO N°6	DIRECCION DE LOS VIENTOS
PLANO N°7	PRETRATAMIENTO
PLANO N°8	DESARENADOR Y MEDIDOR DE CAUDAL
PLANO N°9	REACTOR ANAEROBICO DE FLUJO ASCENDENTE
PLANO N°10	FILTRO DE CONTACTO
PLANO N°11	CAMARA DE CONTACTO DE CLORO
PLANO N°12	LECHOS DE SECADO
PLANO N°13	PLANTA DE TRATAMIENTO

2.0. RELACION DE FIGURAS

FIGURA N°1	POSICION DE TUBERIAS PARA MEDIR LAS COORDENADAS Y DETERMINAR LA VELOCIDAD Y EL CAUDAL
FIGURA N°2	REACTOR ANAEROBICO DE FLUJO ASCENDENTE
FIGURA N°3	FILTRACION POR VACIO
FIGURA N°4	PROCESO DE COMBUSTION HUMEDA
FIGURA N°5	SUSPENSION ATOMIZADA
FIGURA N°6	SECADO E INCINERACION
FIGURA N°7	ESPESADOR DE LODOS
FIGURA N°8	COSTOS DE CONSTRUCCION PARA PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN DOLARES

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1.0 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y REUSO
AUTOR: METCALF Y EDDY
- 2.0 AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES
AUTOR: NELSON L. NEMEROW
- 3.0 AGUAS RESIDUALES. AGRICULTURA Y ALIMENTACION EN LA GRAN
LIMA
AUTOR: JOSE MATOS MAR
RUBEN MATOS LAGOS
- 4.0 TRATAMIENTO DE ESGOTOS POR DIGESTION ANAEROBICA
AUTOR: MIGUEL MANSUR AISSE
NICOLAS LEOPOLDO OBLADEN
- 5.0 ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS
AUTOR: HAROLD E. BABITT.
E. ROBERT BAUMAN
- 6.0 ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADO
AUTOR: ERNEST W. STEEL
- 7.0 DESAGÜES DE LA INDUSTRIA LACTEA
AUTOR: RADZYMINSKI DE SEGAL, AIDA, BELDOMENICO.
HORACIO
- 8.0 INGENIERIA EN DETALLE DEL TRATAMIENTO DEL SUERO
AUTOR: DR. P. KOLBUSCH
- 9.0 TRATAMIENTO DE RESIDUOS LACTEOS MEDIANTE FILTROS
PERCOLADORES
AUTOR: ZAMBRANO ALFONSO N.

- 10.0 TRATAMIENTO DE DESAGÜES DOMESTICOS EN REACTORES ANAEROBICOS DE FLUJO ASCENDENTE, EN MANTO DE LODOS
AUTOR: AISSE MIGUEL MANSUR
- 11.0 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN REACTORES ANAEROBICOS DE FLUJO ASCENDENTE EN MANTO DE LODOS
AUTOR: AISSE MIGUEL MANSUR
- 12.0 EMPLEO DEL REACTOR ANAEROBICO DE FLUJO ASCENDENTE EN DESECHOS DE UNA INDUSTRIA DE CONSERVAS
AUTOR: CAMPOS JOSE ROBERTO
AKUTSU JORGE
- 13.0 POSTRATAMIENTO DEL EFLUENTE DE UN REACTOR UASB TRATANDO DESECHOS LIQUIDOS
AUTOR: WILDSCHUT LOUW R.
HEYNCKAMP CORNELIS E.
RODRIGUEZ GUILLERMO
- 14.0 APLICACION DEL PROCESO UASB PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES: EXPERIENCIAS Y RESULTADOS DE LA PLANTA PILOTO DE CALI. TRABAJOS PRESENTADOS AL SEMINARIO LATINOAMERICANO SOBRE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. CALI, **ACODAL**
AUTOR: KOIJMANS
- 15.0 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS Y INDUSTRIALES CON EL TRATAMIENTO UASB EJECUTADO POR **SANEPAR**- BRASIL INCLUYENDO DIGESTION ANAEROBICA CON PRODUCCION Y PRODUCCION DE BIOGAS
AUTOR: GOMES CARLOS SOVELI
- 16.0 ARRANQUE Y OPERACION DE SISTEMAS DE FLUJO ASCENDENTE CON MANTO DE LODO UASB
AUTOR: CALI; UNIVALLE

- 17.0 PARAMETROS DE DISEÑO Y OPERACION DE UN REACTOR
ANAEROBICO DE FLUJO ASCENDENTE Y MANTO DE LODOS
AUTOR: RICO MARTINEZ MAURICIO
SANCHEZ CRUZ M. A.
FIGUEROA MENDIVIL A.
- 18.0 ARRANQUE Y OPERACION DE REACTORES UASB
AUTOR: HULSHOFF POL LOOK W.
- 19.0 OPERACION Y MANTENIMIENTO DE UNA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
AUTOR: WILDSCHUT
- 20.0 DIMENSIONAMIENTO DE REACTORES ANAEROBICOS DE MANTOS
DE LODOS (UASB)
AUTOR: CUBILLAS Z. ARMANDO
- 21.0 CRITERIOS DE DISEÑO DE REACTORES ANAEROBIOS
AUTOR: RICO MARTINEZ MAURICIO
ESCALANTE ESTRADA VIOLETA
- 22.0 SEMINARIO INTERNACIONAL DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES Y SU IMPACTO AMBIENTAL
ORGANIZADO: PUEBLO SANO- UNI (FACULTAD DE INGENIERIA
AMBIENTAL)
- 23.0 TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE EFLUENTES LÍQUIDOS
INDUSTRIALES
AUTOR: JACQUES ANDRE CONCHON
- 24.0 POTENCIAL IMPACTO AMBIENTAL DE LAS INDUSTRIAS EN EL
ECUADOR.
AUTOR: FUNDACION NATURA

25.0 ESTUDIO COMPARATIVO DE COSTOS DE CONSTRUCCION,
OPERACION Y MANTENIMIENTO PARA DIFERENTES TIPOS DE
PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA
POBLACIONES DE 1000 A 150000 HABITANTES.
AUTOR: ING DIETHAR SIEBER H.

26.0 TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS Y DESECHOS INDUSTRIALES
AUTOR: GEORGE E. BARNES

27.0 LEGISLACION SANITARIA TOMO I Y II