



**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE
BAJA CALIFORNIA**

**ESCUELA DE INGENIERIA
UNIDAD ENSENADA**

TEMA:
**PLANTA DE TRATAMIENTO Y SISTEMA
DE REUSO DE AGUA PARA CASA HABITACIÓN**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

PRESENTAN.
**ADRIANA FILATOFF TOLEDO
JOSÉ ALEJANDRO SZOKE BUELNA**

ENSENADA, B. C. OCTUBRE DE 1997

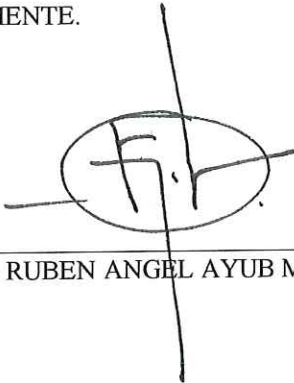


ASUNTO: EMISION DE VOTOS APROBATORIOS
TRABAJO DE TESIS PROFESIONAL.

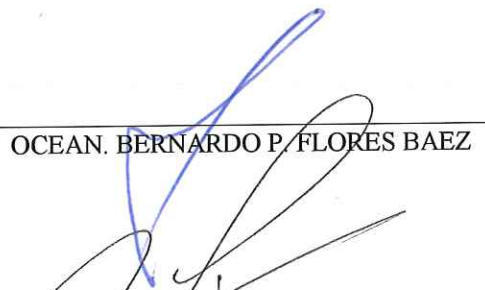
M.C. HUMBERTO CERVANTES DE AVILA
SUBDIRECTOR ACADEMICO
ESCUELA INGENIERIA ENSENADA
PRESENTE.

DESPUES DE HABER EFECTUADO UNA REVISION MINUCIOSA SOBRE EL TRABAJO DE TESIS PRESENTADO POR LA C. ADRIANA FILATOFF TOLEDO Y EL C. JOSE ALEJANDRO SZOKE BUELNA, PARA PODER PRESENTAR SU EXAMEN PROFESIONAL Y OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL, NOS PERMITIMOS COMUNICARLE QUE LE HEMOS DADO NUESTROS VOTOS APROBATORIOS, SOBRE SU TRABAJO TITULADO: "PLANTA DE TRATAMIENTO Y SISTEMA DE REUSO DE AGUA PARA CASA HABITACION".

ESPERANDO RECIBA DE CONFORMIDAD, QUEDAMOS DE USTED MUY ATENTAMENTE.



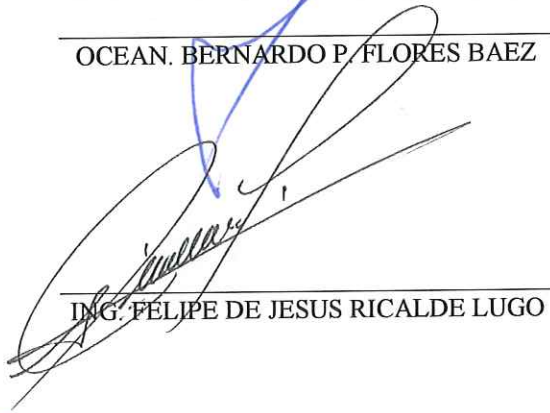
ING. RUBEN ANGEL AYUB MARTINEZ



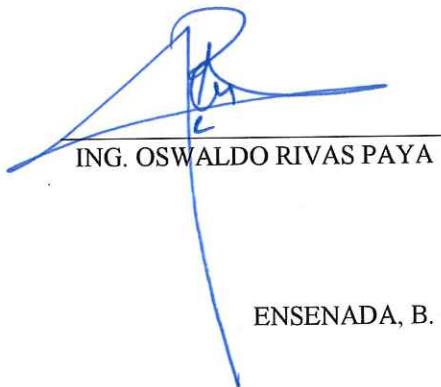
OCEAN. BERNARDO P. FLORES BAEZ



ING. HERMINIO ESTRADA ALVARADO



ING. FELIPE DE JESUS RICARDE LUGO



ING. OSWALDO RIVAS PAYA

ENSENADA, B. C. A 29 DE SEPTIEMBRE DE 1997

AGRADECIMIENTOS

Nuestro mas sincero agradecimiento a todas los maestros y amigos que nos apoyarán en la realización de esta Tesis Profesional, especialmente a Ingeniero Cesar Obregon M-Sanz y Nuestros Sinodales Ingenieros Ruben A. Ayub M., Oswaldo Rivas P., Hermino Estrada A., Felipe de Jesus Ricalde L. y al Oceanologo Bernardo Primitivo Flores B. por resolver todas nuestras dudas durante nuestra tesis y toda nuestra formacion e informacion profesional.

Y a todos nuestros compañeros que incondicionalmente nos apoyarán en todo.

G R A C I A S

Adriana Filatoff Toledo
José Alejandro Szoke Buelna

DEDICATORIA

A mis Padres por el apoyo y aliento que me brindaron para que pudiera cumplir con satisfacción este objetivo y por enseñarme a ser una persona responsable y honesta.

A mis Hermanas por el cariño que me brindan, esperando que esto sea un ejemplo para ellas y que tomen para su vida solo lo mejor de mi.

A todos mis Amigos, tanto de la escuela como fuera de ella, por su cariño, amistad y comprensión.

Adriana Filatoff Toledo

A mis Padres y Hermanos por el apoyo y cariño familiar, que me ayudaron a lograr este paso tan importante en mi vida.

A mis Tios y Familiares que nunca dudaron de mi capacidad para lograr esta meta.

José Alejandro Szoke Buelna

CONTENIDO

| | |
|---|-----------|
| I.- ANTECEDENTES | 1 |
| II.- OBJETIVOS | 2 |
| III.- DESCRIPCION DEL PROYECTO | 3 |
| IV.- EL RECURSO NATURAL AGUA. | |
| 4.1.-ORIGEN | 5 |
| 4.1.1.-CICLO HIDROLOGICO. | 6 |
| 4.1.2.-HIDROLOGÍA. | 18 |
| 4.1.3.-GEOHIDROLOGÍA. | 18 |
| 4.2.-APROVECHAMIENTOS HIDRÁULICOS. | 19 |
| V.- EL AGUA EN ENSENADA. | |
| 5.1.-PROGRAMA GENERAL DE INVESTIGACIONES. | 21 |
| 5.2.-ANALISIS DE ESTADISTICAS DE AGUA POTABLE Y REDES DE ALCANTARILLADO. | 22 |
| 5.3.-ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE ALCANTARILLADO. | 22 |
| 5.3.1.-MODOS DE ABASTECIMIENTO, EFICIENCIA. | 23 |
| 5.3.2.-LUGARES DE ABASTECIMIENTO Y TRATAMIENTO. | 27 |
| 5.3.3.-DOTACIÓN A LA POBLACIÓN, REDES DE DRENAJE Y SATISFACCIONES. | 27 |
| 5.3.4.-CALIDAD DEL AGUA. | 31 |
| 5.3.5.-CONSIDERACIONES SOCIO-ECONOMICAS. | 34 |

| | |
|---|-----------|
| 5.4.-TIPOS DE AGUAS. | 36 |
| 5.4.1.-DEFINICIÓN DE TIPOS DE AGUAS. | 36 |
| 5.4.2.-USOS Y REUSOS DE TIPOS DE AGUAS. | 36 |
| | |
| VI.-EVALUACION AMBIENTAL | |
| 6.1.-IMPORTANCIA DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL Y NORMAS PARA EVALUAR EL MEDIO AMBIENTE. | 37 |
| 6.2.-LEGISLACIÓN AMBIENTAL EN MÉXICO Y BAJA CALIFORNIA. | 41 |
| 6.3.-DEFINICIÓN DE INGENIERÍA AMBIENTAL. | 42 |
| | |
| VII.-TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES | |
| 7.1.-TIPOS DE AGUAS DE DESECHO. | 43 |
| 7.2.- TIPOS DE TRATAMIENTO. | 45 |
| 7.3.-PRE-TRATAMIENTO. | 46 |
| 7.4.-TRATAMIENTO PRIMARIO. | 47 |
| 7.5.-TRATAMIENTO SECUNDARIO. | 49 |
| 7.6.-TRATAMIENTO TERCARIO. | 51 |
| 7.7.-DESINFECCIÓN. | 52 |
| 7.8.- CALIDAD DEL AGUA DEL EFLUENTE. | 54 |
| 7.9.-ESTIMACIÓN DEL COSTO DEL PROCESO. | 54 |
| | |
| VIII.-DISEÑO, OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO. | |
| 8.1.-DISEÑO DE LA PLANTA. | 56 |
| 8.1.1.-TIPOS DE PLANTAS. | 57 |
| 8.1.2.-TAMAÑO DE LAS PLANTAS EXISTENTES EN LA LOCALIDAD. | 58 |
| 8.1.3.-EFICIENCIAS DE PLANTAS EXISTENTES. | 59 |

| | |
|---|-----|
| 8.1.4.-DISEÑO DE LA MICROPLANTA. | 60 |
| 8.1.4.1.- BASES DE DISEÑO. | 61 |
| 8.1.4.2.- DISEÑO. | 62 |
| 8.2.-ESTIMACIÓN DEL COSTO DEL PROCESO. | 68 |
| 8.2.1.-REPERCUSIÓN ECONOMICA. | 69 |
| 8.3.-DIAGRAMAS DE OPERACIÓN. | 70 |
| 8.4.-PRINCIPIOS Y EQUIPOS. | 73 |
| 8.5.-MANTENIMIENTO PREVENTIVO. | 74 |
| 8.6.-MANTENIMIENTO CORRECTIVO. | 78 |
| 8.6.1.-EMERGENCIAS. | 79 |
| 8.6.2.-MEDIDAS DE SEGURIDAD. | 83 |
| 8.7.-MANUAL DE OPERACIÓN DE LA MICROPLANTA. | 84 |
| 8.8.-PROTOTIPO DE LABORATORIO. | 86 |
| | |
| IX.- UBICACION DE MICROPLANTA DE TRATAMIENTO DOMESTICO. | |
| 9.1.-CUENCAS Y ZONAS DE LA CIUDAD. | 88 |
| 9.2.-LOCALIZACIÓN DE COLONIA Y LOTE. | 90 |
| 9.3.-LOCALIZACIÓN DE SISTEMA DE REUSO. | 92 |
| | |
| X.- DISEÑO DEL SISTEMA Y CONSTRUCCION. | |
| 10.1.-MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN. | 93 |
| 10.2.-DISEÑO DEL SISTEMA DE REUSO. | 93 |
| 10.2.1.-DISEÑO ESTRUCTURAL. | 95 |
| 10.2.2.-CIMENTACIONES. | 99 |
| 10.3.-EQUIPAMIENTO. | 101 |
| 10.4.-METODO DE CONSTRUCCIÓN. | 102 |
| 10.5.-COSTOS DE CONSTRUCCIÓN. | 104 |

| | |
|--|------------|
| XI.-PROYECTO DE INVERSION | 109 |
| 11.1.-DISEÑO DE OPERACIÓN DEL PROYECTO DE INVERSION | 109 |
| XII.- CONCLUSIONES. | 122 |
| XIII.- GLOSARIO. | 124 |
| XIV.- BIBLIOGRAFIA. | 127 |

ANTECEDENTES

El drenaje sanitario es uno de los equipamiento fundamentales en el desarrollo urbano. Para su implementación intervienen cuantiosos recursos económicos y todas las ciudades y poblados de nuestro Estado, presentan rezagos, con el agravante de estar implicada la construcción y operación de complicadas plantas de tratamiento a atenuar los terribles efectos de la contaminación en aguas, tierra y atmósfera.

Solamente en nuestro Estado se generan 75 millones de metros cubicos anuales de aguas residuales (dato proporcionado Comisión Nacional del Agua), que dañan el ambiente pero que, en nuestra opinion, son aún más graves por su falta de la aplicación de ingeniería para el reciclamiento o reuso del agua.

En Ensenada, la cobertura del servicio de drenaje presenta el mayor atraso en servicios básicos y se agrava en zonas altamente pobladas con condiciones topográficas desfavorables, cuencas diferentes a los servicios generales y que, ya contando con servicios de luz, agua, telefono y aún accesos pavimentados, están en larga espera para sus redes de drenaje, que por su localización requerirán de una gran inversión para dotarlos de este vital servicio. Similar situación, en mucho mayor volumen, tienen todas las cabeceras delegacionales del Municipio.

La salud, la educación higiénica y la cultura sobre el ahorro del agua y su economía, no deben de esperar procedimientos de equipamiento tradicional, para poder abatir este gran rezago que prevalece en nuestro Estado.

OBJETIVO

Implementar una nueva aplicación tecnológica para dar al agua residual doméstica, un tratamiento confiable, eficiente y económico, que permita su reciclamiento.

Con la aplicación de la ingeniería en tratamiento de aguas residuales, los métodos de construcción tanto procedimientos y ejecución, evaluación de proyectos, hidrología, hidráulica, distribución de agua potable y sistemas de alcantarillado, se pretende realizar una amplia investigación sobre el agua residual y llegar a la propuesta de construcción de un prototipo y evaluar, analizar y concluir sobre los posibles usos de las diferentes clasificaciones del agua, como aguas blancas, aguas grises y aguas negras (tratadas), para poder ser empleada en el aseo de la casa habitación, reuso para sanitarios, riego de plantas de ornato y jardines, lavado de autos, etc.

Finalmente se propone una solución tecnológica, contribuir con la educación y cultura en nuestra población sobre el uso del agua y su balance en nuestra zona.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El elemento más importante del proyecto es EL AGUA, reto principal del Estado de Baja California y de la Region Noroeste del país, para su distribución a todos los que en el habitan, y a cuyo balance práctico y económico, debemos abocar todas las instancias científicas, tecnológicas y de ingeniería. Dentro de este gran desafío, se encuentra el aprovechamiento de las llamadas aguas residuales, que es abordado en su célula elemental: el reciclado doméstico donde, además de proveer un sistema de drenaje donde no hay servicio municipal y deben cumplirse reglas y cultura de salud indispensables, multiplican el uso del agua doméstica, con un considerable ahorro económico por el alto costo que tiene este vital líquido.

Con la implementación de la nueva tecnología en Plantas de Tratamiento Domésticas, se pretende darle a la comunidad una cultura sobre el reuso del agua.

El proyecto consiste en la construcción de un doble sistema de reuso; reuso de agua gris y reuso de agua residual tratada. El agua gris es el agua “usada” que proviene de la regadera, lavamanos y lavadero (o lavadora). Agua residual tratada, es el agua que se ha usado en el sanitario y en el sink.

El sistema de reuso de agua gris, consiste en darle a esta un tratamiento para quitarle las espumas, una vez que se han removido estas, el agua es enviada al tanque de descarga del sanitario; cuando esta agua se ha reusado se envia a la planta de tratamiento de aguas residuales.

El agua residual (sanitario y sink) llega a la planta de tratamiento, en la planta se le da un tratamiento en donde se remueven todos los sólidos y las bacterias; tambien se le da un tratamiento de desinfección por medio de cloro. Esta agua se envia a un sistema de irrigación al jardin; tambien puede ser reusada en lavado de autos o inyectada al subsuelo.

El proceso de tratamiento es un proceso biológico con microorganismos aerobios, llamados lodos activados que se describirá en el capítulo que corresponde.

Todo esto es con el fin de darle al agua un máximo aprovechamiento y devolverla a su lugar de origen para reabastecer el manto freático; ya que el agua es un recurso que se está acabando día a día en el mundo y no es renovable.

IV.- EL RECURSO NATURAL AGUA

4.1. ORIGEN

El hombre cuando emigro a regiones semiaridas, en donde el agua era escasa y por lo tanto imposible de subsistir sin ella, tuvo la necesidad de aprender a obtener agua del subsuelo. Tan pronto aprendio como y donde encontrar el vital líquido del subsuelo, su modo de vida se modificó y mejoró.

En la actualidad, el aprovechamiento de las aguas es de vital importancia para la subsistencia del hombre, en nuestros tiempos y en el futuro será uno de los principales problemas que se presenten, debido a la disminución de las reservas de aguas subterranas y el aumento de la población.

En la República Mexicana existe el problema de la escasez del agua debido en parte a la irregular distribución de las lluvias en el territorio. En la región de Baja California, la distribución del agua se ha convertido en un verdadero reto para sus habitantes, en las inmensas inversiones de capital para la construcción de las únicas formas posibles de distribución: "LOS ACUEDUCTOS".

Pero los recursos de aguas freáticas tampoco garantizan un abastecimiento seguro y permanente, las condiciones climaticas y precipitación hacen más difícil la acumulación natural del agua en los mantos freáticos de nuestra zona.

4.1.1. CICLO HIDROLOGICO

La forma de reabastecer los mantos freáticos es principalmente por la precipitación que el ciclo hidrológico de la zona nos ofrece

La temporada de precipitación de nuestra zona es principalmente en invierno variando de 50 mm/año en el desierto y 300 mm/año a lo largo de la costa y hasta 450 mm/año en las zonas montañosas.

Nuestra zona de estudio situada principalmente en la Ciudad y Puerto de Ensenada, donde a continuación mostramos unas tablas y gráficas de datos estadísticos sobre precipitaciones máximas mensuales y en 24 horas obtenidas en la estación Ensenada.

En las gráficas se muestra la gran variación de precipitación que hemos tenido en 44 años de ciclos hidrológicos, en la gráfica de lluvia (mm) total por año, podemos notar un período de casi 10 años donde nuestra precipitación no llega ni al promedio de nuestra zona.

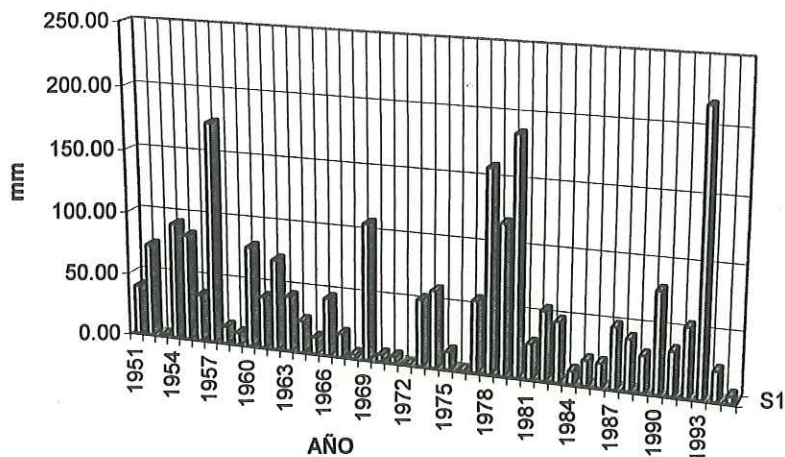
Y en las gráficas de lluvia máxima en 24 horas notamos que en los meses de verano escazamente las gráficas nos indican años donde ni siquiera llega a la precipitación máxima en 24 horas en todo el mes

PLANTA DE TRATAMIENTO Y SISTEMA DE REUSO
DE AGUA PARA CASA HABITACION

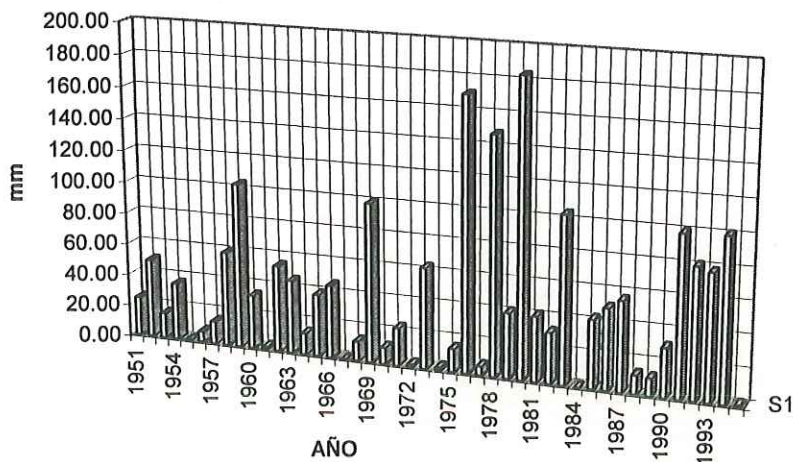
Precipitaciones Máximas Mensuales en Ensenada

| Año | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Total |
|------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| 1951 | 39.40 | 24.60 | 10.90 | 65.80 | 1.50 | 0.00 | 0.50 | 21.00 | 0.40 | 16.50 | 41.10 | 106.20 | 327.90 |
| 1952 | 74.20 | 49.80 | 131.30 | 42.20 | 0.00 | 0.00 | 0.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 80.20 | 77.50 | 455.50 |
| 1953 | 1.00 | 15.70 | 2.00 | 38.80 | 5.80 | 6.23 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 16.00 | 1.20 | 86.73 |
| 1954 | 92.80 | 35.90 | 117.50 | 1.00 | 0.20 | 0.10 | 3.00 | 5.50 | 0.00 | 0.00 | 14.30 | 11.00 | 281.30 |
| 1955 | 84.50 | 0.50 | 3.50 | 25.20 | 12.30 | 0.20 | 0.00 | 6.00 | 0.00 | 0.00 | 13.50 | 12.00 | 157.70 |
| 1956 | 37.30 | 6.90 | 0.00 | 23.00 | 9.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 16.50 | 0.00 | 5.60 | 98.80 |
| 1957 | 175.80 | 14.20 | 27.60 | 19.00 | 9.00 | 6.00 | 0.00 | 0.50 | 0.00 | 47.00 | 10.50 | 22.00 | 331.60 |
| 1958 | 13.60 | 59.50 | 111.70 | 60.50 | 3.50 | 0.00 | 0.00 | 0.50 | 1.50 | 0.00 | 17.20 | 2.80 | 270.80 |
| 1959 | 9.50 | 103.70 | 0.00 | 3.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 10.00 | 3.80 | 1.00 | 35.30 | 166.30 |
| 1960 | 80.50 | 33.50 | 3.90 | 8.80 | 5.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7.50 | 38.00 | 13.20 | 190.90 |
| 1961 | 41.00 | 2.00 | 44.70 | 0.00 | 9.00 | 0.00 | 0.00 | 11.50 | 0.00 | 1.80 | 4.00 | 51.00 | 165.00 |
| 1962 | 72.20 | 54.40 | 42.80 | 0.00 | 5.10 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 15.20 | 189.80 |
| 1963 | 43.90 | 45.80 | 32.90 | 13.70 | 0.50 | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 26.50 | 9.20 | 37.70 | 12.80 | 224.50 |
| 1964 | 25.40 | 13.40 | 58.60 | 11.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 19.80 | 23.50 | 152.20 |
| 1965 | 13.40 | 38.80 | 34.30 | 106.90 | 0.00 | 0.00 | 4.10 | 0.00 | 5.00 | 0.00 | 119.60 | 123.30 | 445.40 |
| 1966 | 45.80 | 45.60 | 9.90 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.80 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | 26.00 | 62.50 | 190.70 |
| 1967 | 18.70 | 0.00 | 19.40 | 62.00 | 3.60 | 2.00 | 0.00 | 2.50 | 1.90 | 0.00 | 62.70 | 50.70 | 223.50 |
| 1968 | 3.60 | 12.30 | 16.20 | 18.50 | 0.90 | 0.10 | 5.30 | 0.00 | 0.30 | 2.50 | 10.70 | 22.50 | 92.90 |
| 1969 | 108.20 | 99.70 | 33.00 | 3.90 | 8.30 | 0.80 | 0.00 | 4.30 | 0.40 | 0.00 | 18.80 | 9.30 | 286.70 |
| 1970 | 5.50 | 10.50 | 52.70 | 5.90 | 0.00 | 1.40 | 0.00 | 0.30 | 0.00 | 1.60 | 27.60 | 44.80 | 150.30 |
| 1971 | 5.40 | 23.50 | 5.50 | 17.00 | 20.00 | 0.00 | 0.00 | 7.70 | 4.10 | 11.60 | 6.50 | 54.00 | 155.30 |
| 1972 | 0.00 | 2.00 | 0.00 | 2.10 | 3.50 | 11.00 | 0.00 | 0.00 | 7.20 | 41.10 | 46.00 | 30.70 | 143.60 |
| 1973 | 53.20 | 63.00 | 118.30 | 7.70 | 3.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 25.80 | 3.10 | 274.50 |
| 1974 | 61.10 | 2.10 | 41.30 | 4.60 | 1.50 | 0.00 | 2.40 | 0.00 | 6.10 | 44.80 | 2.70 | 39.60 | 206.20 |
| 1975 | 14.20 | 14.60 | 74.30 | 78.60 | 0.30 | 2.50 | 0.20 | 0.00 | 1.20 | 1.10 | 17.10 | 10.30 | 214.40 |
| 1976 | 0.50 | 170.60 | 21.40 | 34.80 | 9.20 | 0.00 | 0.30 | 0.30 | 52.50 | 3.30 | 78.00 | 42.50 | 413.40 |
| 1977 | 56.80 | 5.90 | 24.70 | 10.80 | 13.70 | 1.20 | 0.00 | 27.30 | 0.00 | 10.90 | 0.70 | 85.10 | 237.10 |
| 1978 | 159.60 | 148.10 | 165.90 | 40.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.90 | 4.80 | 71.20 | 86.10 | 677.20 |
| 1979 | 118.60 | 40.60 | 126.30 | 1.00 | 9.30 | 0.00 | 1.30 | 0.50 | 0.00 | 3.50 | 10.10 | 4.80 | 316.00 |
| 1980 | 186.30 | 184.10 | 60.20 | 29.90 | 2.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.20 | 0.00 | 14.00 | 477.80 |
| 1981 | 28.00 | 40.50 | 104.70 | 14.90 | 0.20 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | 2.00 | 5.00 | 68.50 | 20.00 | 283.90 |
| 1982 | 54.80 | 31.60 | 82.70 | 5.50 | 0.30 | 0.10 | 0.00 | 1.50 | 5.00 | 4.00 | 84.50 | 46.40 | 316.40 |
| 1983 | 47.80 | 104.10 | 202.60 | 61.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.60 | 42.70 | 36.00 | 69.00 | 22.10 | 588.70 |
| 1984 | 10.50 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 13.20 | 0.00 | 0.50 | 18.90 | 3.50 | 11.00 | 23.10 | 127.80 | 209.50 |
| 1985 | 20.00 | 42.50 | 21.50 | 3.10 | 0.00 | 1.00 | 1.30 | 0.00 | 8.80 | 29.90 | 71.40 | 16.50 | 216.00 |
| 1986 | 19.10 | 50.20 | 79.10 | 3.20 | 0.00 | 0.00 | 3.50 | 1.00 | 16.50 | 6.00 | 9.00 | 24.20 | 211.80 |
| 1987 | 48.40 | 55.70 | 45.10 | 12.60 | 0.60 | 0.00 | 1.30 | 0.00 | 1.10 | 104.50 | 79.00 | 69.70 | 418.00 |
| 1988 | 40.40 | 12.00 | 24.00 | 78.20 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.90 | 22.80 | 34.50 | 213.40 |
| 1989 | 28.80 | 11.00 | 34.20 | 3.50 | 0.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.90 | 6.50 | 0.00 | 13.90 | 101.30 |
| 1990 | 79.40 | 30.30 | 16.80 | 16.20 | 9.50 | 1.10 | 0.00 | 0.20 | 0.00 | 0.00 | 23.10 | 29.00 | 205.60 |
| 1991 | 34.60 | 99.50 | 103.50 | 0.00 | 0.70 | 0.00 | 2.60 | 0.00 | 5.00 | 21.50 | 7.00 | 48.30 | 322.70 |
| 1992 | 54.30 | 80.70 | 135.80 | 10.00 | 3.00 | 0.00 | 0.00 | 2.00 | 0.00 | 4.50 | 0.50 | 101.90 | 392.70 |
| 1993 | 217.50 | 78.00 | 34.70 | 0.00 | 0.00 | 2.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.20 | 22.60 | 15.00 | 373.50 |
| 1994 | 23.20 | 100.60 | 49.30 | 27.50 | 0.90 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.19 | 0.22 | 0.95 | 202.86 |
| 1995 | 5.48 | 1.27 | 4.24 | 1.44 | 0.30 | 0.55 | | | | | | | 13.27 |

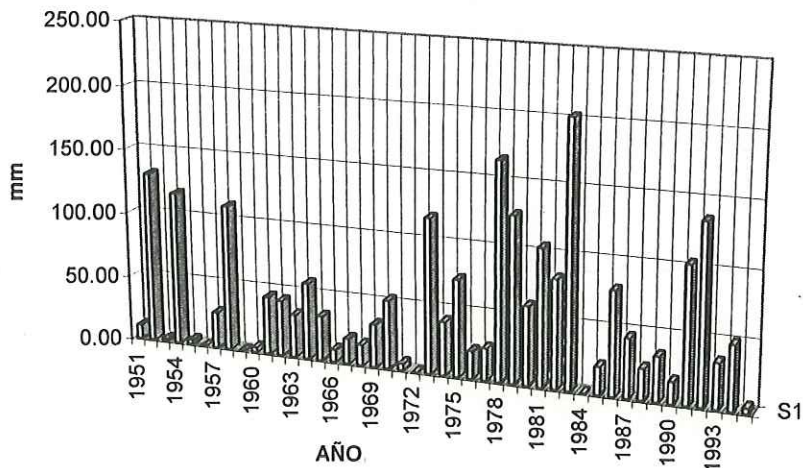
Precipitación en (mm) Mes de Enero



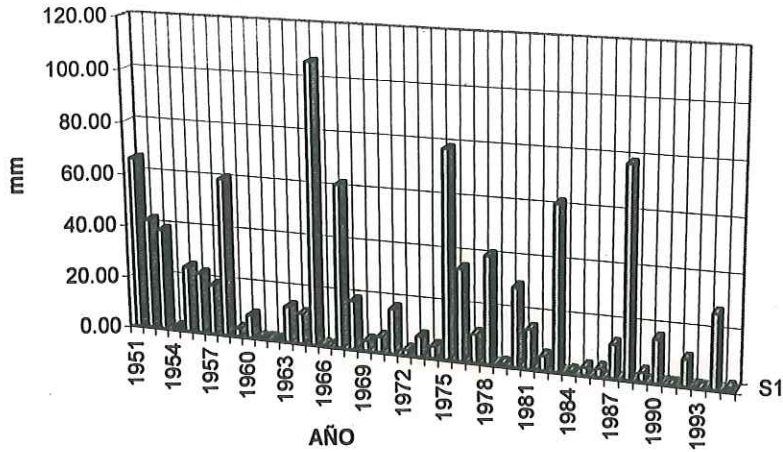
Precipitación en (mm) Mes de Febrero



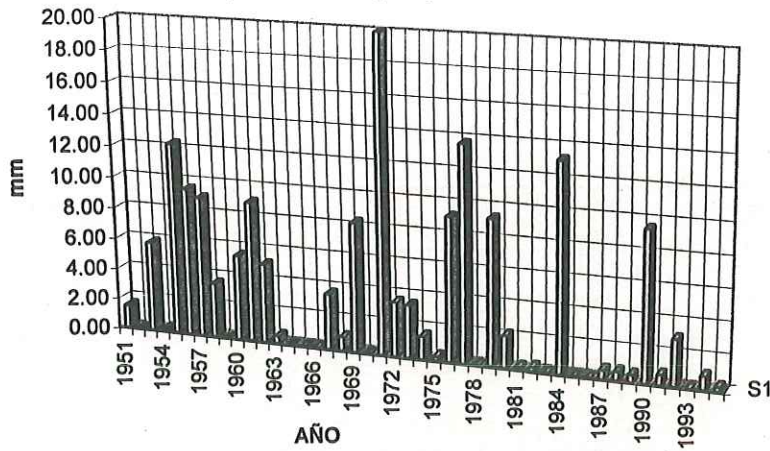
Precipitación en (mm) Mes de Marzo



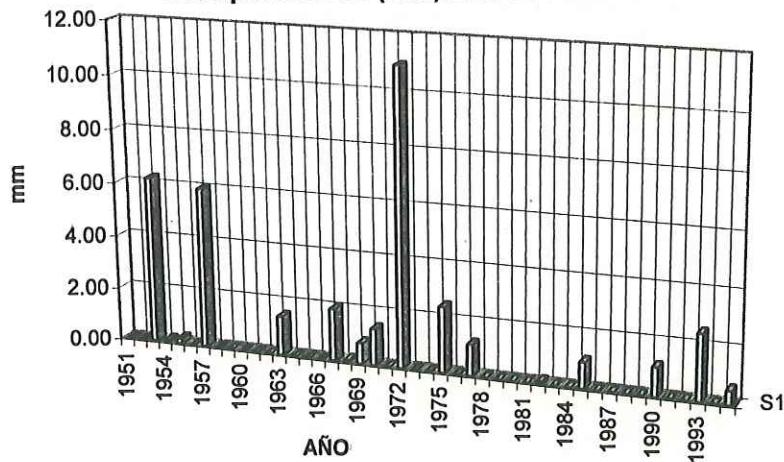
Precipitación en (mm) Mes de Abril



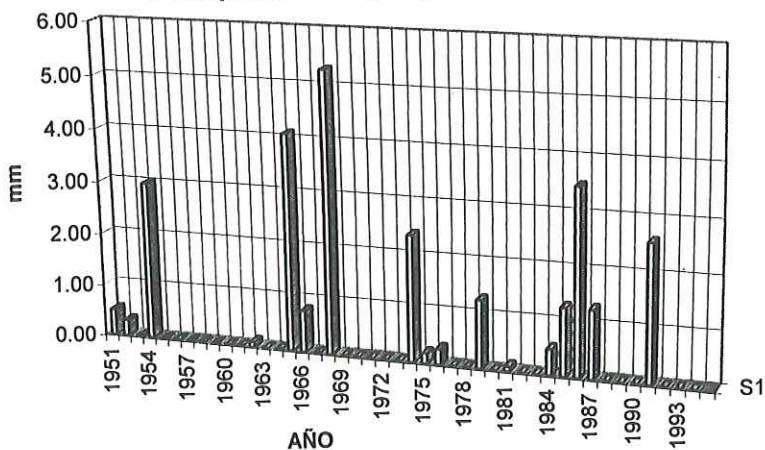
Precipitación en (mm) Mes de Mayo



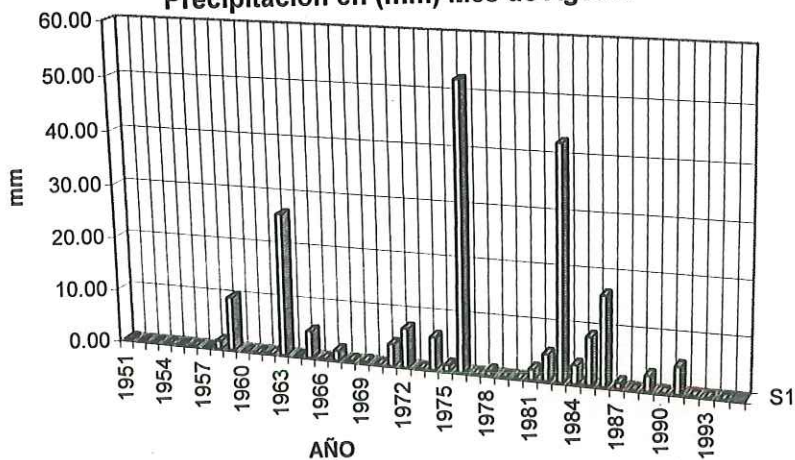
Precipitación en (mm) Mes de Junio



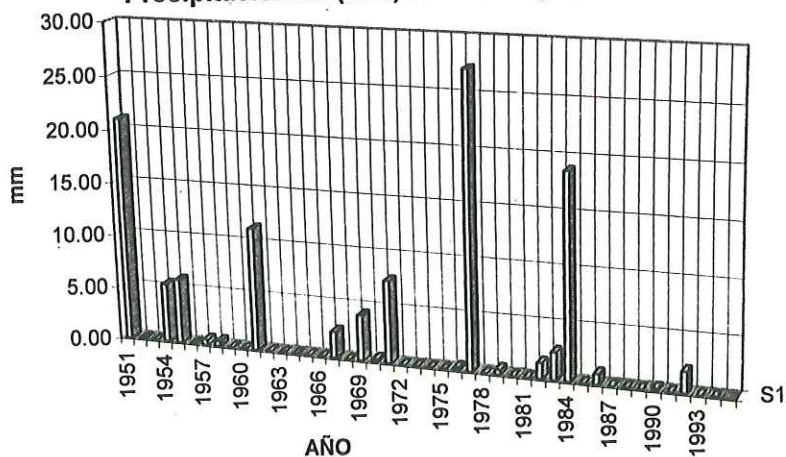
Precipitación en (mm) Mes de Julio



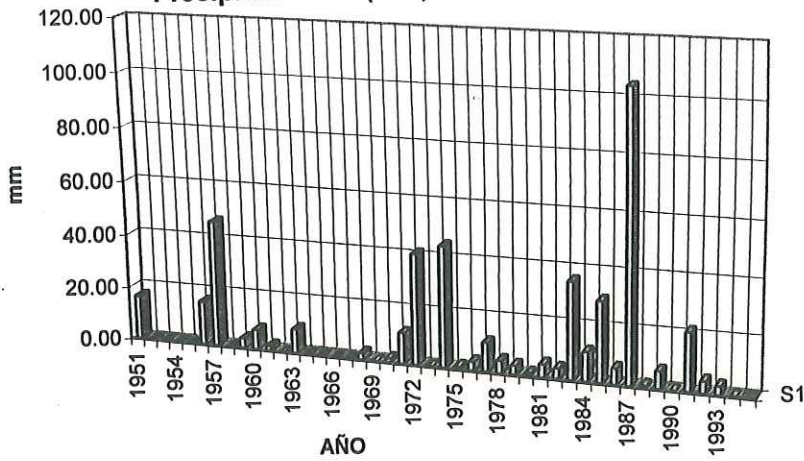
Precipitación en (mm) Mes de Agosto



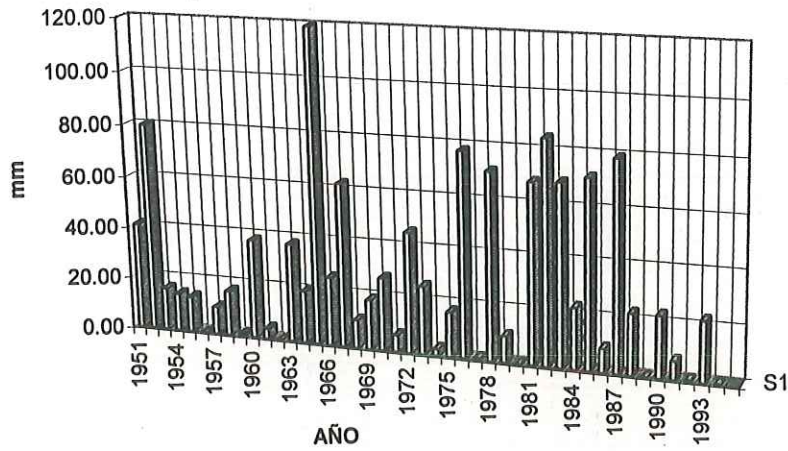
Precipitación en (mm) Mes de Septiembre



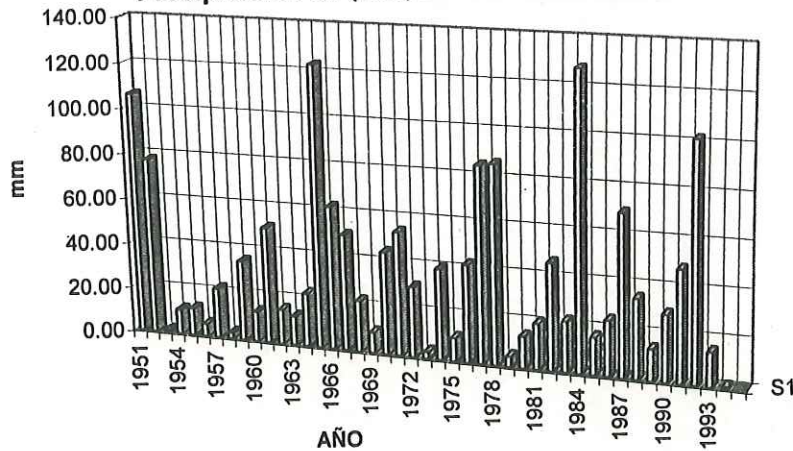
Precipitación en (mm) Mes de Octubre



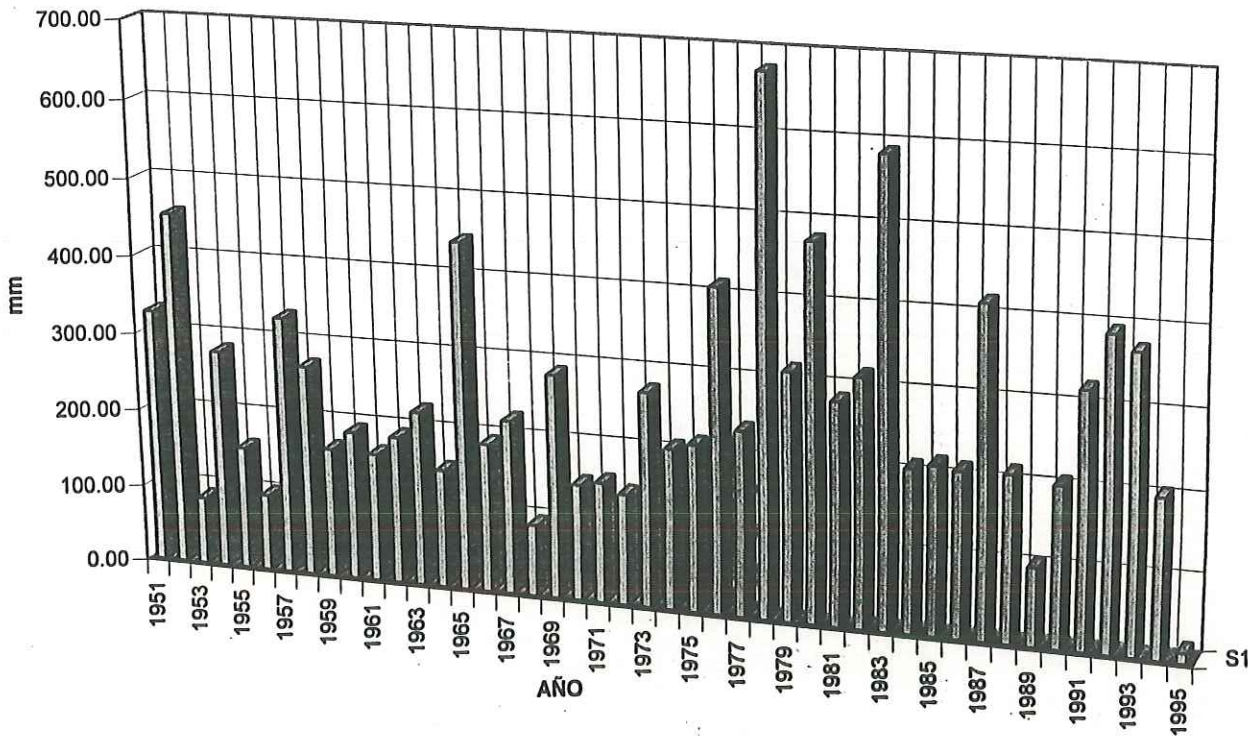
Precipitación en (mm) Mes de Noviembre



Precipitación en (mm) Mes de Diciembre



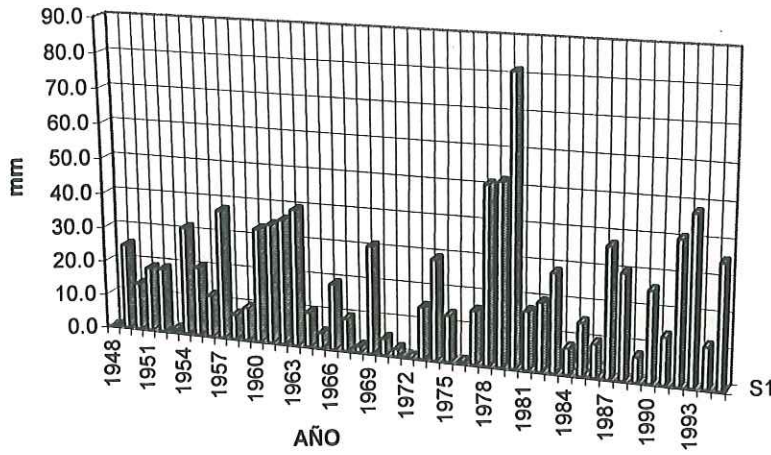
Precipitación en (mm) por Año



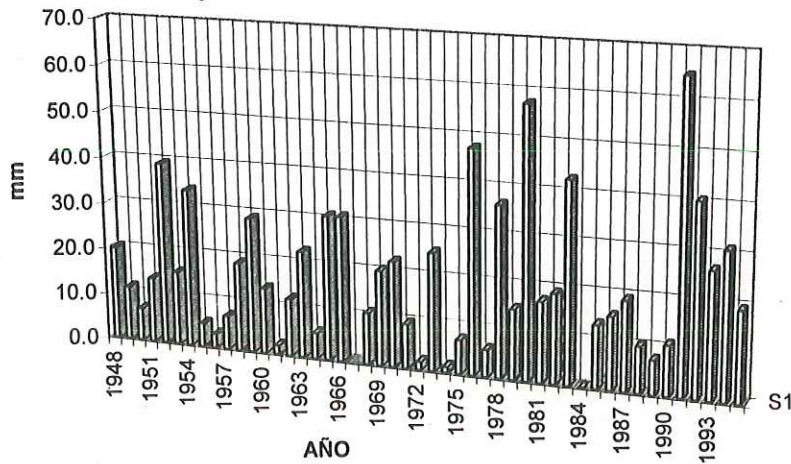
PLANTA DE TRATAMIENTO Y SISTEMA DE REUSO
DE AGUA PARA CASA HABITACION

| Año | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1948 | 0.0 | 20.0 | 16.0 | 2.3 | 0.0 | INAP | INAP | 0.0 | INAP | 32.0 | | 21.3 |
| 1949 | 24.9 | 11.4 | 11.3 | 0.5 | 0.0 | INAP | 0.5 | 0.0 | INAP | 5.1 | 0.0 | 31.0 |
| 1950 | 13.5 | 6.9 | 15.0 | 6.8 | 5.8 | 0.0 | INAP | INAP | 0.1 | 0.1 | 13.5 | 2.5 |
| 1951 | 18.6 | 13.9 | 10.9 | 23.2 | 1.5 | 0.0 | 0.5 | 10.6 | 0.3 | 16.5 | 22.0 | 29.9 |
| 1952 | 18.6 | 39.4 | 36.2 | 16.0 | INAP | 0.0 | 0.3 | 0.0 | INAP | 0.0 | 35.7 | 20.0 |
| 1953 | 1.0 | 15.7 | 2.0 | 16.0 | 13.6 | INAP | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 12.0 | 1.2 |
| 1954 | 31.5 | 34.0 | 36.0 | 5.0 | 0.2 | 0.1 | 3.0 | 5.5 | INAP | INAP | 13.5 | 10.8 |
| 1955 | 20.0 | 5.0 | 2.5 | 15.2 | 11.5 | 0.2 | 0.0 | 4.5 | 0.0 | 0.0 | 8.5 | 10.0 |
| 1956 | 12.0 | 3.0 | | 10.5 | 7.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 14.5 | 0.0 | 4.0 |
| 1957 | 37.4 | 7.2 | 8.0 | 12.5 | 3.0 | 6.9 | 0.0 | 0.5 | 0.0 | 14.0 | 6.0 | 8.5 |
| 1958 | 7.1 | 19.0 | 27.0 | 22.0 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 1.0 | INAP | 11.5 | 2.0 |
| 1959 | 9.5 | 29.0 | 0.0 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 10.0 | 3.8 | 1.0 | 12.5 |
| 1960 | 33.0 | 14.0 | 3.7 | 5.0 | 4.0 | INAP | INAP | 0.0 | INAP | 5.5 | 15.0 | 8.5 |
| 1961 | 34.5 | 2.0 | 20.5 | 0.0 | 5.0 | 0.0 | INAP | 11.5 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 11.5 |
| 1962 | 36.2 | 12.3 | 25.5 | 0.0 | 1.6 | INAP | 0.1 | INAP | 0.0 | INAP | INAP | 6.5 |
| 1963 | 39.4 | 22.8 | 22.0 | 6.3 | 0.5 | 1.5 | INAP | INAP | 21.5 | 9.2 | 23.0 | 11.7 |
| 1964 | 10.0 | 5.6 | 15.7 | 4.7 | INAP | 0.0 | INAP | INAP | 0.0 | INAP | 12.9 | 20.0 |
| 1965 | 4.4 | 31.0 | 25.8 | 23.7 | 0.0 | 0.0 | 4.1 | 0.0 | 4.7 | 0.0 | 49.0 | 22.8 |
| 1966 | 19.0 | 31.0 | 5.8 | 0.0 | 0.0 | INAP | 0.8 | 0.0 | 0.1 | INAP | 24.0 | 15.5 |
| 1967 | 9.3 | | 8.7 | 34.0 | 2.8 | 1.0 | INAP | 2.0 | 1.9 | INAP | 21.0 | 40.0 |
| 1968 | 1.7 | 11.0 | 13.0 | 17.0 | 0.9 | 0.1 | 2.4 | INAP | 0.3 | 2.5 | 10.5 | 11.0 |
| 1969 | 31.0 | 20.3 | 7.5 | 3.3 | 5.3 | 0.5 | 0.0 | 4.3 | 0.4 | 0.0 | 12.0 | 7.6 |
| 1970 | 4.7 | 22.5 | 26.5 | 2.6 | 0.0 | 1.4 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 1.5 | 20.3 | 19.0 |
| 1971 | 2.2 | 9.5 | 5.5 | 8.9 | 10.3 | 0.0 | 0.0 | 5.5 | 3.8 | 4.0 | 6.0 | 15.0 |
| 1972 | 0.0 | 1.8 | 0.0 | 1.2 | 2.4 | 4.5 | 0.0 | 0.0 | 7.0 | 19.8 | 15.5 | 15.0 |
| 1973 | 14.9 | 25.2 | 21.5 | 5.1 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 12.5 | 2.8 |
| 1974 | 28.9 | 1.4 | 19.2 | 3.7 | 1.1 | 0.0 | 2.2 | 0.0 | 3.5 | 25.5 | 2.2 | 17.6 |
| 1975 | 13.3 | 7.4 | 25.2 | 36.5 | 0.2 | 2.5 | 0.2 | 0.0 | 1.0 | 1.1 | 2.9 | 8.8 |
| 1976 | 0.5 | 47.7 | 13.6 | 11.4 | 9.0 | 0.0 | 0.3 | 0.3 | 38.1 | 2.0 | 59.0 | 30.6 |
| 1977 | 15.3 | 5.9 | 9.2 | 9.8 | 7.0 | 0.2 | 0.0 | 25.5 | 0.0 | 9.7 | 0.7 | 26.7 |
| 1978 | 51.0 | 36.5 | 30.5 | 15.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.0 | 4.0 | 20.0 | 43.8 |
| 1979 | 52.0 | 15.0 | 31.0 | 0.7 | 6.0 | 0.0 | 1.3 | 0.5 | 0.0 | 2.0 | 10.0 | 2.2 |
| 1980 | 81.5 | 57.5 | 16.5 | 14.3 | 1.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.9 | 0.0 | 12.4 |
| 1981 | 16.7 | 17.2 | 30.0 | 12.2 | 0.2 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 1.0 | 3.5 | 50.0 | 18.1 |
| 1982 | 19.5 | 19.1 | 28.2 | 5.5 | 0.3 | 4.0 | 0.0 | 1.5 | 3.5 | 4.0 | 32.0 | 16.0 |
| 1983 | 28.2 | 42.8 | 46.1 | 15.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.5 | 29.3 | 36.0 | 21.5 | 9.5 |
| 1984 | 7.5 | 0.0 | 1.0 | 7.6 | 0.0 | 0.0 | 0.3 | 18.1 | 3.0 | 10.0 | 10.0 | 43.0 |
| 1985 | 15.0 | 13.5 | 10.0 | 1.5 | 0.0 | 1.0 | 1.3 | 0.0 | 5.6 | 15.7 | 35.8 | 9.5 |
| 1986 | 9.5 | 15.5 | 41.0 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 1.0 | 12.5 | 6.0 | 9.0 | 13.5 |
| 1987 | 37.0 | 19.1 | 20.5 | 11.4 | 0.5 | 0.0 | 0.9 | 0.0 | 1.0 | 43.6 | 53.0 | 36.0 |
| 1988 | 29.9 | 10.0 | 24.0 | 31.0 | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.9 | 16.5 | 12.8 |
| 1989 | 7.0 | 7.4 | 26.8 | 3.0 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.9 | 3.8 | 0.0 | 10.4 |
| 1990 | 25.8 | 10.8 | 10.2 | 7.3 | 8.3 | 0.6 | 0.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 15.5 | 12.0 |
| 1991 | 13.3 | 65.0 | 21.5 | 0.0 | 7.0 | 0.0 | 2.0 | 0.0 | 3.5 | 20.0 | 4.5 | 16.0 |
| 1992 | 40.5 | 40.5 | 38.5 | 10.0 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 0.0 | 3.0 | 0.5 | 40.5 |
| 1993 | 47.7 | 26.8 | 17.0 | 0.0 | 0.0 | 2.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.2 | 6.3 | 8.5 |
| 1994 | 11.8 | 31.1 | 15.4 | 9.2 | 0.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.1 | 2.4 | 20.0 |
| 1995 | 35.1 | 19.3 | 43.8 | 16.5 | 7.2 | 6.0 | | | | | | |

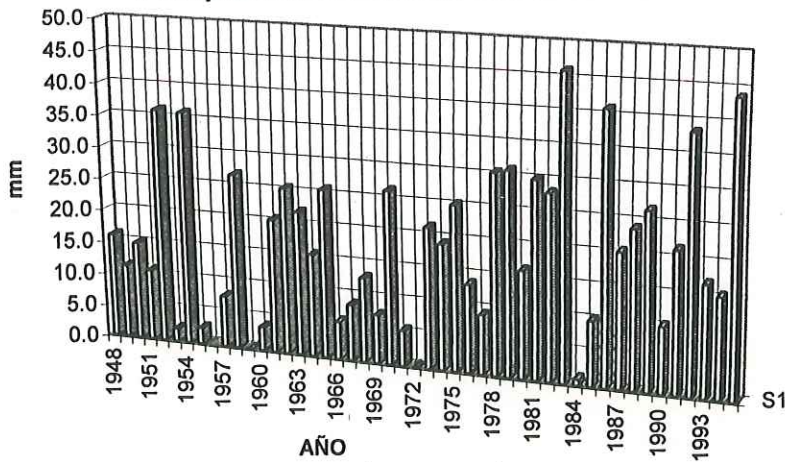
Precipitación en 24 horas Mes de Enero



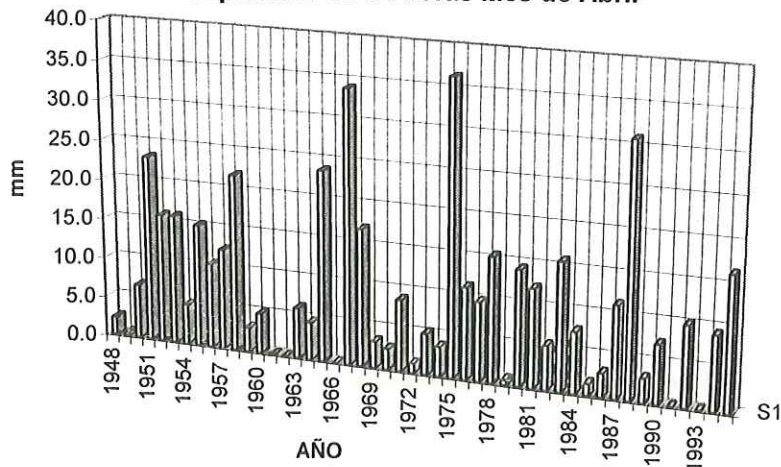
Precipitación en 24 horas Mes de Febrero



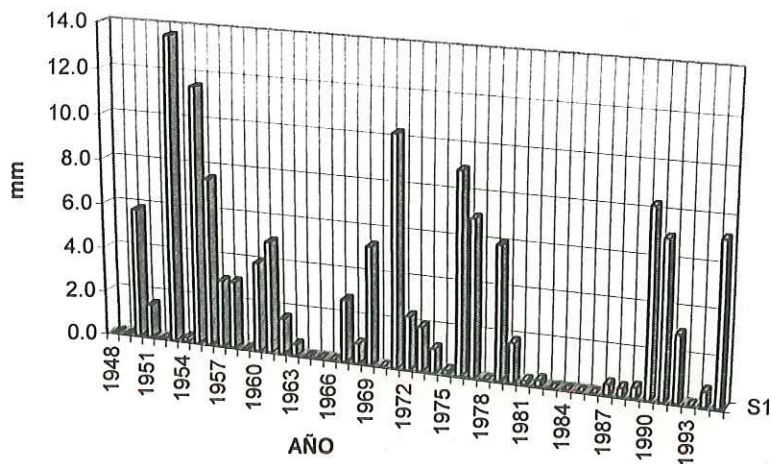
Precipitación en 24 horas Mes de Marzo



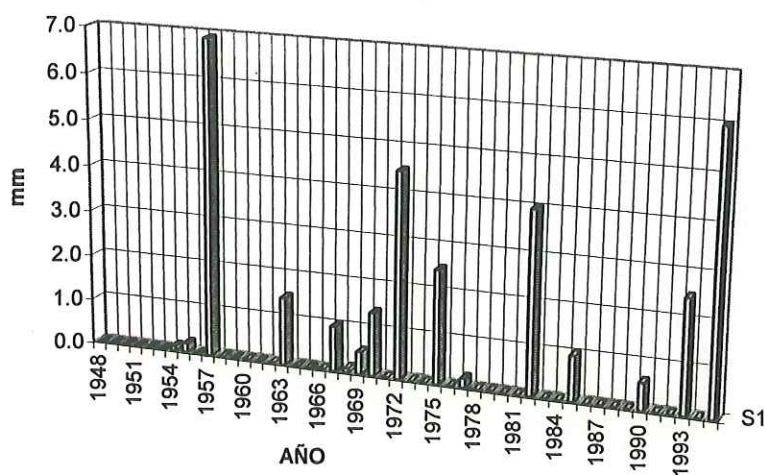
Precipitación en 24 horas Mes de Abril



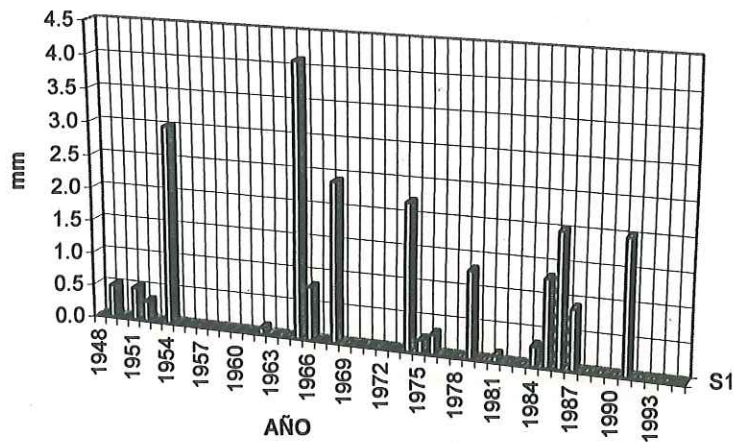
Precipitación en 24 horas Mes de Mayo



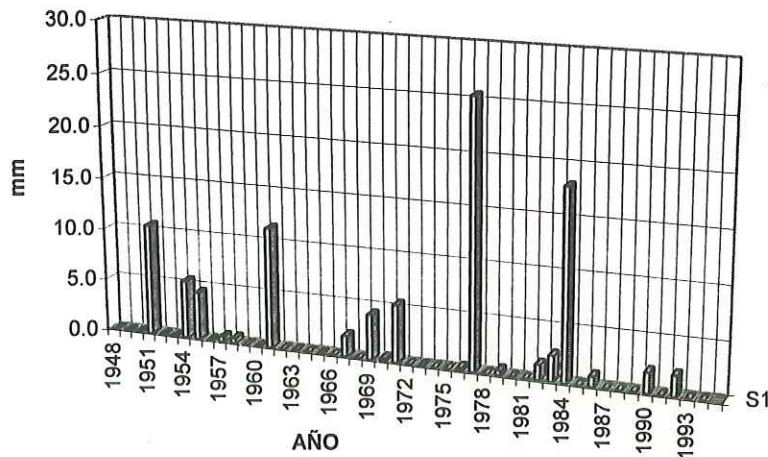
Precipitación en 24 horas Mes de Junio



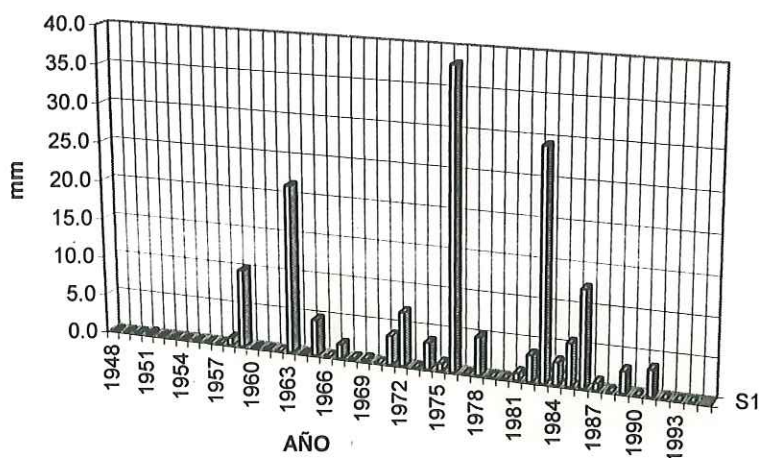
Precipitación en 24 horas Mes de Julio



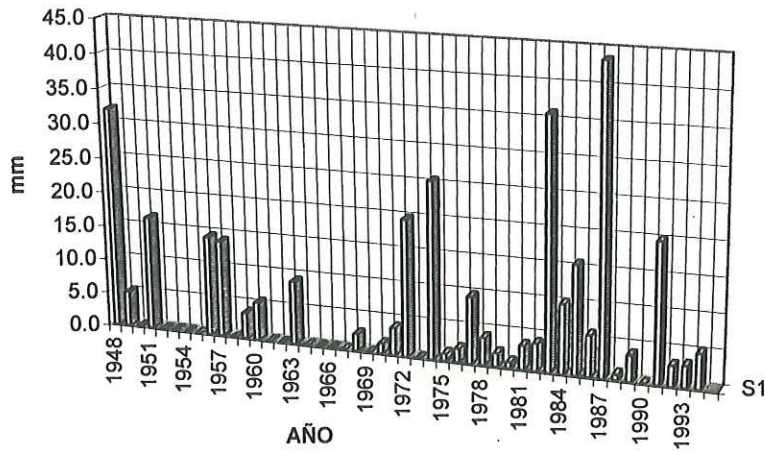
Precipitación en 24 horas Mes de Agosto



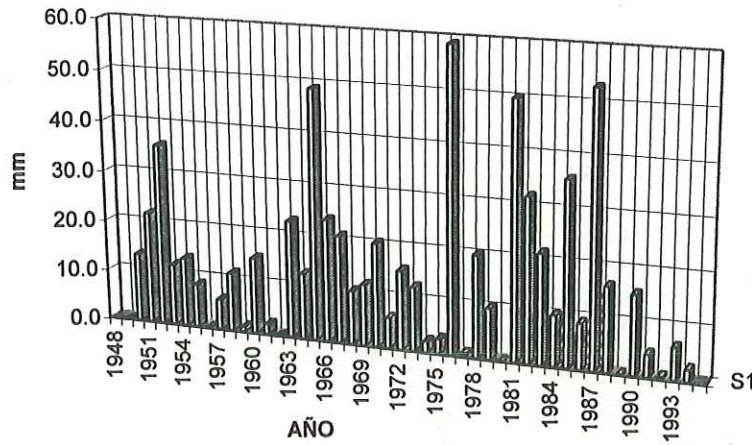
Precipitación en 24 horas Mes de Septiembre



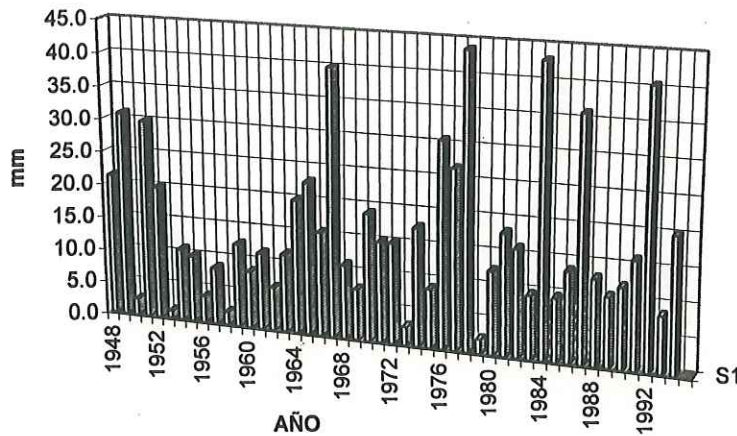
Precipitación en 24 horas Mes de Octubre



Precipitación en 24 horas Mes de Noviembre



Precipitación en 24 horas Mes de Diciembre



4.1.2. HIDROLOGIA

Evaporación : la evaporación en cuerpos de agua con superficie expuesta, es de gran significación en las regiones semiaridas como la nuestra.

Estudios realizados anteriormente llevados a cabo en el lago Mead (Estudio Geohidrológico de la Costa del Pacífico entre Tijuana y San Quintín, B.C. Secretaría de Recursos Hidráulicos 1966), esta en el orden de 140 mm, muy por arriba de la precipitación promedio al año en esta misma zona.

Los únicos cuerpos de agua superficiales de gran importancia para nuestra zona, que son la Presa Abelardo L. Rodríguez, la Presa Emilio L. Zamora y las lagunas de Hanson; tienen evaporación anual de 1.40 m.

En las presas tienen un promedio de Evaporación de 20% del volumen almacenado y en las lagunas llega hasta secarse completamente.

Infiltración: La principal recarga de las aguas subterráneas será por esta cualidad de las rocas, ya sea a través de infiltración directa sobre la zona o bien indirectamente a lo largo de los contactos con los acuíferos.

El nivel freático varía de acuerdo con las explotaciones y las recargas esporádicas que nos proporcionan las precipitaciones.

Donde la recarga de los mantos en mm por año es de 5-50 esto asegura una producción por pozos de 10 a 100 litros por segundo.

4.1.3. GEOHIDROLOGIA

Nuestra zona está considerada a nivel nacional dentro de la Provincia Hidrológica de México como PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA (Ingeniería Hidráulica de México 1992).

Donde contamos con valles relativamente planos que tienen como base gruesos depositos de aluvión separados por montañas alineadas, compuestas por rocas sedimentarias y metamórficas de edad mesozoica y rocas volcánicas del cenozoico.

La península, en lo general, es un gran bloque de falla que esta separado de la parte continental de México. Sus acuíferos, a excepción del de Mexicali son pequeñas áreas de captación,

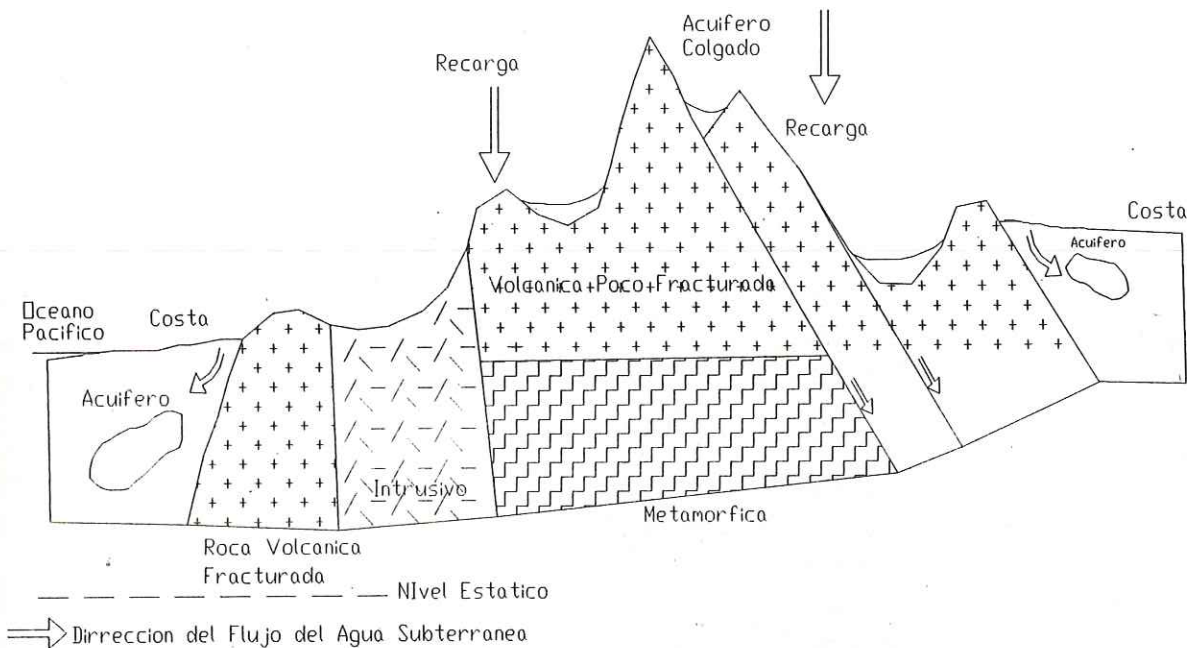


Figura 4.1 Corte Transversal de la Península de Baja California

4.2. APROVECHAMIENTOS HIDRAULICOS

Por lo estudiado anteriormente los aprovechamientos para la zona de Ensenada, los almacenamientos no son proporcionales al área de las cuencas, escurrimiento y precipitaciones y capacidades de infiltración, sino a sus condiciones geológicas locales que nos llevan a las condiciones favorables para la explotación de aguas subterráneas con caudales y volúmenes aprovechables.

Como son los que tenemos en los tres acueductos importantes que abastecen a la Ciudad de vital líquido: Acueducto Morelos (Valle de Guadalupe), Acueducto La Mision y Acueducto Valle de Maneadero.

V.- EL AGUA EN ENSENADA

5.1 PROGRAMA GENERAL DE INVESTIGACIONES

En México, según la revisión que realizó la Organización de las Naciones Unidas en 1994 la población en ese año es de 68.69 millones de personas y para el 2025 el país contará con 117.22 millones de personas en las zonas urbanas, lo que representa 74.8% para 1994 y 85.8% para 2025 de la población del país.

Estos datos nos indican el crecimiento que posiblemente sufrirá el país y al cual se le debe dotar de agua potable y red de alcantarillado para garantizar la sanidad de la población.

En Ensenada la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Ensenada (CESPE), a través de su Departamento de Proyectos, realizan año con año investigaciones sobre el crecimiento de la mancha urbana y las necesidades de dotación de Agua Potable y Aportación de Aguas residuales en sus sistemas de alcantarillado.

5.2 ANALISIS DE ESTADISTICAS DE AGUA POTABLE Y REDES DE ALCANTARILLADO

De los datos proporcionados por la Comision Estatal de Servicios Publicos de Ensenada a Enero de 1994 se tiene lo siguiente:

| | 1989 | 1994 |
|---------------------------|--------|---------|
| Tomas Domiciliarias | 34,246 | 52,255 |
| Km. Tubería Agua Potable | 423 | 508 |
| Km. Tubería Atarjeas | 278 | 334 |
| Capacidad de Tratamiento | 22 lps | 400 lps |
| Plantas de Tratamiento | 1 | 2 |
| Cobertura de Agua Potable | 74% | 94% |
| Cobertura de Drenaje | 62% | 87% |

Tabla 5.1

Con relación a los datos proporcionados podemos notar que nuestra zona urbana cuenta con alto grado de urbanización en los servicios que anteriormente revisamos.

5.3 ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y REDES DE ALCANTARILLADO

El abastecimiento de Agua Potable, se refiere a el gasto de dotación de agua potable que ofrece los sistemas de suministro a la población.

Y con Redes de Alcantarillado nos referimos a la cantidad de Atarjeas y sus redes que la Ciudad cuenta para conducir las aguas residuales a las Plantas de tratamiento.

5.3.1 MODOS DE ABASTECIMIENTO, EFICIENCIA

La Ciudad y Puerto de Ensenada cuenta con los siguientes suministros de Agua Potable:

| | |
|------------------------------|------------------------|
| 1.- Acueducto Morelos | 200 litros por segundo |
| 2.- Acueducto Maneadero | 300 litros por segundo |
| 3.- Acueducto La Mision | 120 litros por segundo |
| 4.- Pozos del Sistema Urbano | 150 litros por segundo |

La población no abastecida por Agua Potable entubada -aproximadamente el 6% de la población- se abastece por medio de pipas . Tambien la Ciudad cuenta con el suministro repentino de agua de la Presa Emilio López Zamora, la cual deberiamos considerar como fuente de suministro de Emergencia, puesto que la finalidad de la Presa no es el de captación de agua para abastecimiento.

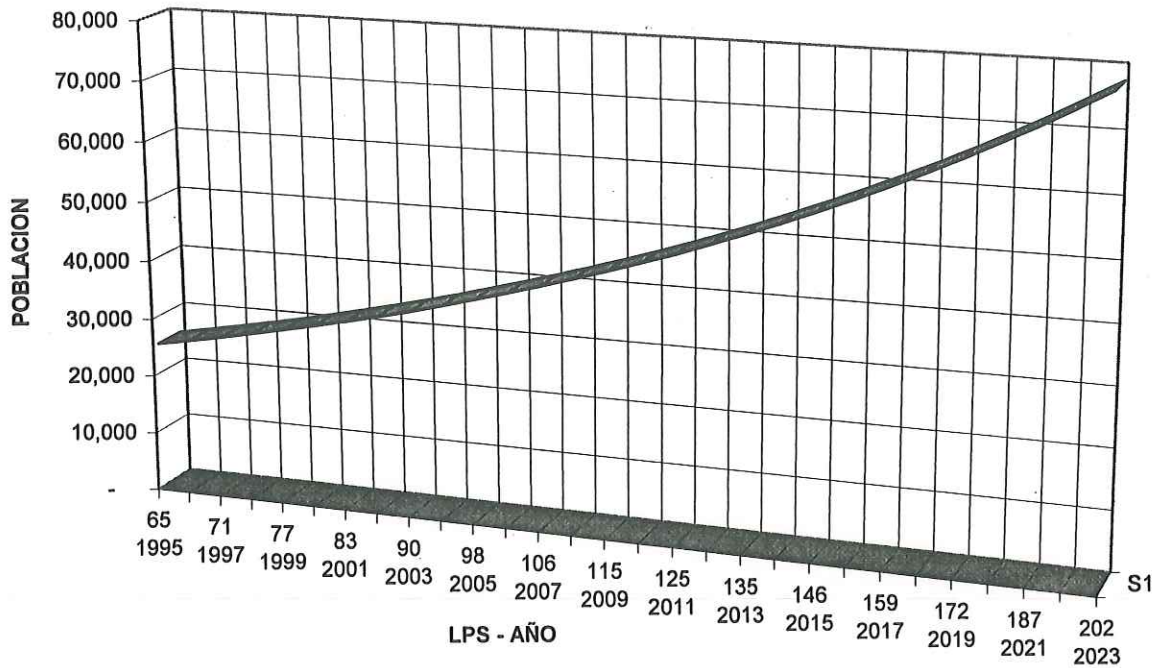
De lo anterior podemos decir que la Ciudad cuenta con 770 litros por segundo. La demanda de agua la podemos ver en la siguiente gráfica donde se proyecta desde 1993 hasta el 2010 en las principales cuencas de la Ciudad. tomando en cuenta un suministro de 225 litros habitante día y una tasa de crecimiento de 4.11% (CONEPO)

Demanda de agua Potable en Ensenada.

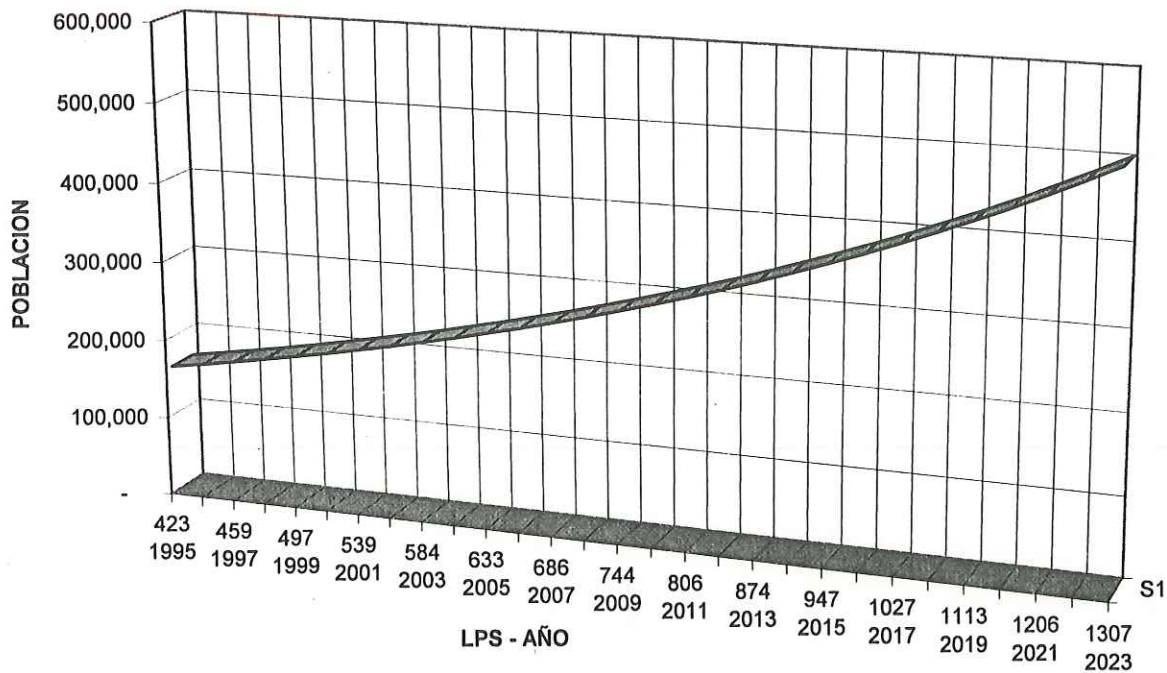
| AÑO | CUENCA | | CUENCA | | CUENCA | | TOTAL | |
|------|--------------------|---------------|--------------------|---------------|--------------------|---------------|--------------------|---------------|
| | EL SAUZAL | | EL GALLO | | CHAPULTEPEC | | ENSENADA | |
| | POBLACION (HAB) | QMED (LPS) | POBLACION (HAB) | QMED (LPS) | POBLACION (HAB) | QMED (LPS) | POBLACION (HAB) | QMED (LPS) |
| 1995 | 25,136 | 65 | 162,518 | 423 | 28,164 | 73 | 215,818 | 562 |
| 1996 | 26,169 | 68 | 169,197 | 441 | 29,322 | 76 | 224,688 | 585 |
| 1997 | 27,245 | 71 | 176,152 | 459 | 30,527 | 79 | 233,923 | 609 |
| 1998 | 28,364 | 74 | 183,391 | 478 | 31,781 | 83 | 243,537 | 634 |
| 1999 | 29,530 | 77 | 190,929 | 497 | 33,088 | 86 | 253,546 | 660 |
| 2000 | 30,744 | 80 | 198,776 | 518 | 34,447 | 90 | 263,967 | 687 |
| 2001 | 32,007 | 83 | 206,946 | 539 | 35,863 | 93 | 274,816 | 716 |
| 2002 | 33,323 | 87 | 215,451 | 561 | 37,337 | 97 | 286,111 | 745 |
| 2003 | 34,693 | 90 | 224,306 | 584 | 38,872 | 101 | 297,870 | 776 |
| 2004 | 36,118 | 94 | 233,525 | 608 | 40,469 | 105 | 310,113 | 808 |
| 2005 | 37,603 | 98 | 243,123 | 633 | 42,133 | 110 | 322,858 | 841 |
| 2006 | 39,148 | 102 | 253,115 | 659 | 43,864 | 114 | 336,128 | 875 |
| 2007 | 40,757 | 106 | 263,518 | 686 | 45,667 | 119 | 349,943 | 911 |
| 2008 | 42,432 | 111 | 274,349 | 714 | 47,544 | 124 | 364,325 | 949 |
| 2009 | 44,176 | 115 | 285,625 | 744 | 49,498 | 129 | 379,299 | 988 |
| 2010 | 45,992 | 120 | 297,364 | 774 | 51,532 | 134 | 394,888 | 1,028 |
| 2011 | 47,882 | 125 | 309,586 | 806 | 53,650 | 140 | 411,118 | 1,071 |
| 2012 | 49,850 | 130 | 322,309 | 839 | 55,855 | 145 | 428,015 | 1,115 |
| 2013 | 51,899 | 135 | 335,556 | 874 | 58,151 | 151 | 445,607 | 1,160 |
| 2014 | 54,032 | 141 | 349,348 | 910 | 60,541 | 158 | 463,921 | 1,208 |
| 2015 | 56,253 | 146 | 363,706 | 947 | 63,029 | 164 | 482,988 | 1,258 |
| 2016 | 58,565 | 153 | 378,654 | 986 | 65,620 | 171 | 502,839 | 1,309 |
| 2017 | 60,972 | 159 | 394,217 | 1,027 | 68,317 | 178 | 523,506 | 1,363 |
| 2018 | 63,478 | 165 | 410,419 | 1,069 | 71,125 | 185 | 545,022 | 1,419 |
| 2019 | 66,087 | 172 | 427,287 | 1,113 | 74,048 | 193 | 567,422 | 1,478 |
| 2020 | 68,803 | 179 | 444,849 | 1,158 | 77,091 | 201 | 590,743 | 1,538 |
| 2021 | 71,631 | 187 | 463,132 | 1,206 | 80,260 | 209 | 615,023 | 1,602 |
| 2022 | 74,575 | 194 | 482,167 | 1,256 | 83,558 | 218 | 640,300 | 1,667 |
| 2023 | 77,640 | 202 | 501,984 | 1,307 | 86,993 | 227 | 666,617 | 1,736 |

Tabla 5.2

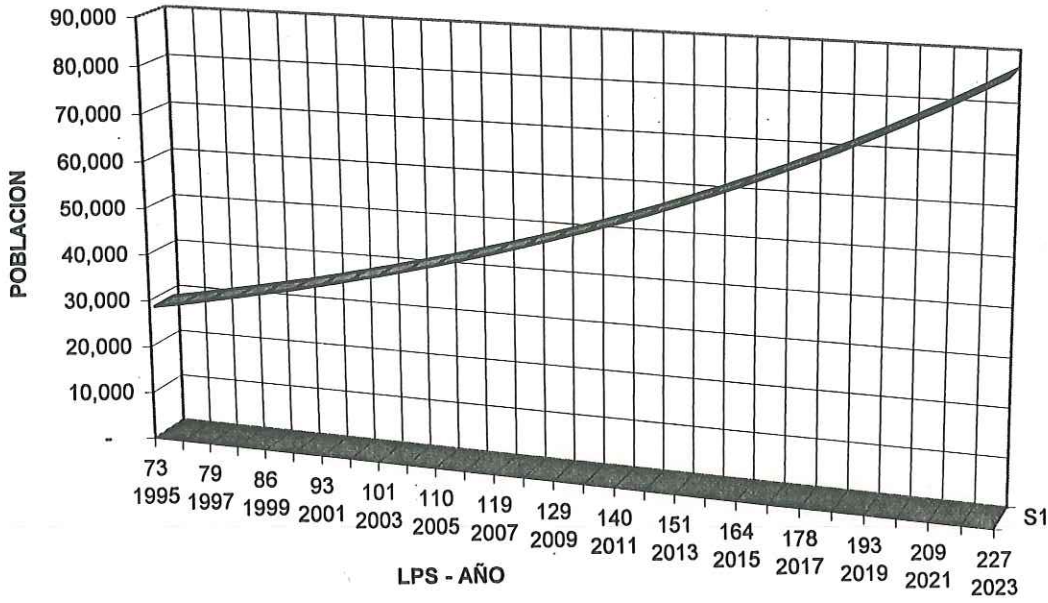
Demanda de Agua Potable Zona del Sauzal



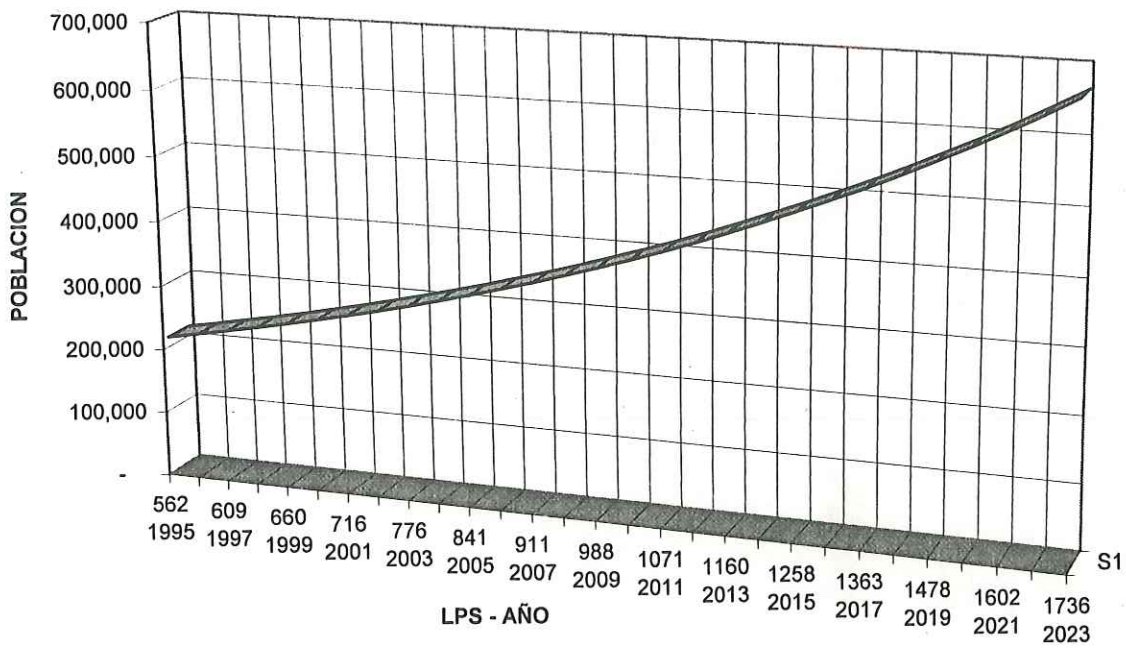
Demanda de Agua Potable Zona de Ensenada



Demanda de Agua Potable Zona de Ej. Chapultepec



Demanda de Agua Potable en la Ciudad de Ensenada



En las gráficas podemos notar que la suma de la demanda para el año 2025 no es ni la mitad de agua garantizada en estos momentos; con el suministro de agua garantizada por los diferentes sistemas de abastecimiento la Ciudad cuenta con agua Potable hasta el año 2002.

5.3.2 LUGARES DE ABASTECIMIENTO Y TRATAMIENTO

Los lugares de abastecimiento son los mencionados anteriormente: Acueducto Morelos, Acueducto Maneadero, Acueducto La Misión y Sistema de Pozos de la Ciudad.

En ninguno de los sistemas mencionados tienen un tratamiento excepto el agua suministrada por la Presa Emilio López Zamora. El agua generada por la planta Potabilizadora “Emilio López Zamora” es utilizada en la red de agua de la Ciudad, con un gasto de agua tratada y potabilizada de 150 litros por segundo, que se distribuye principalmente en las colonias Popular I, Popular II y Fraccionamiento Valle Verde.

El agua de esta planta no es un abastecimiento seguro durante todo el año.

5.3.3 DOTACION A LA POBLACION, REDES DE DRENAJE Y SATISFACCIONES

La dotación o aportación de Aguas Residuales de la población a la Red de Alcantarillado Municipal se calculó, como el 80% del suministro de Agua Potable por habitante (dotación).

$$\text{Aportación} = \text{Dotación agua Potable} \times 80\%$$

$$\text{Aportación} = 225 \text{ litros/segundo (80\%)}$$

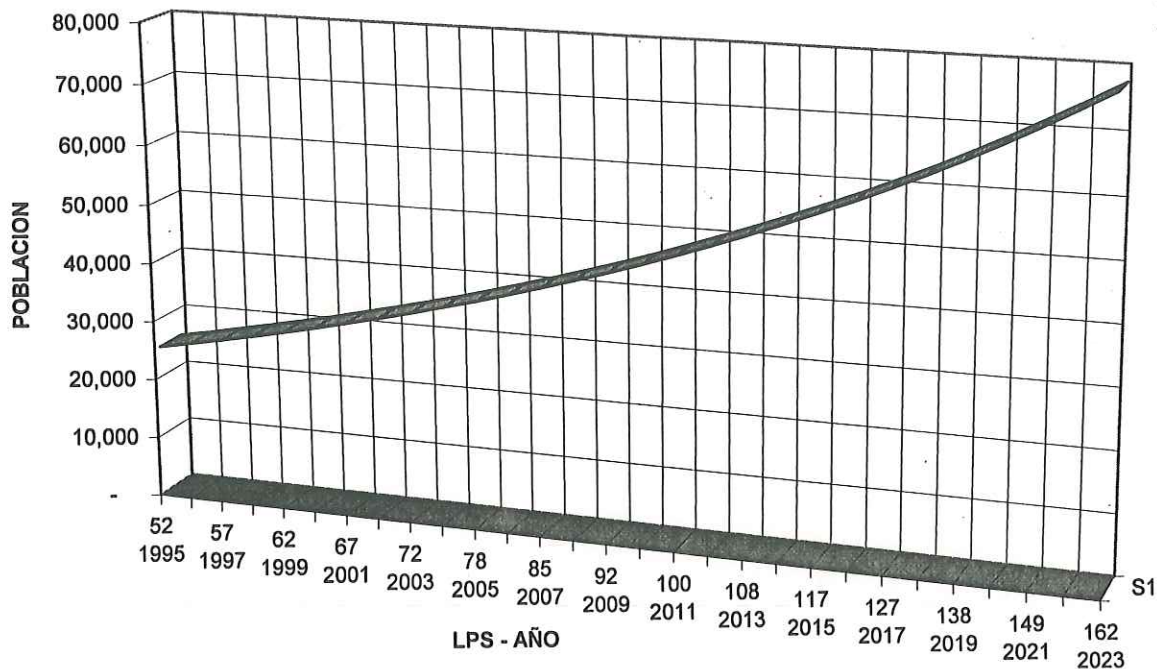
$$\text{Aportación} = 180 \text{ litros/segundo Aguas Residuales}$$

Aportacion de Aguas Residuales generada para Ensenada, B. C.

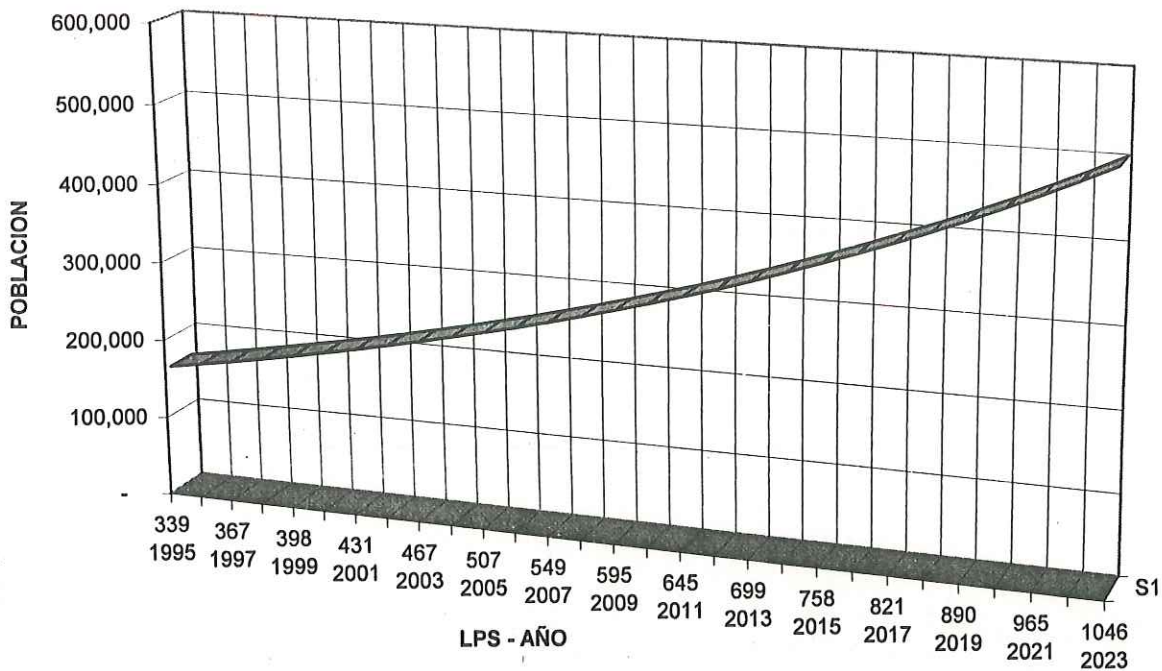
| AÑO | CUENCA | | CUENCA | | CUENCA | | TOTAL | |
|------|--------------------|---------------|--------------------|---------------|--------------------|---------------|--------------------|---------------|
| | EL SAUZAL | | EL GALLO | | CHAPULTEPEC | | ENSENADA | |
| | POBLACION (HAB) | QMED (LPS) | POBLACION (HAB) | QMED (LPS) | POBLACION (HAB) | QMED (LPS) | POBLACION (HAB) | QMED (LPS) |
| 1995 | 25,136 | 52 | 162,518 | 339 | 28,164 | 59 | 215,818 | 450 |
| 1996 | 26,169 | 55 | 169,197 | 352 | 29,322 | 61 | 224,688 | 468 |
| 1997 | 27,245 | 57 | 176,152 | 367 | 30,527 | 64 | 233,923 | 487 |
| 1998 | 28,364 | 59 | 183,391 | 382 | 31,781 | 66 | 243,537 | 507 |
| 1999 | 29,530 | 62 | 190,929 | 398 | 33,088 | 69 | 253,546 | 528 |
| 2000 | 30,744 | 64 | 198,776 | 414 | 34,447 | 72 | 263,967 | 550 |
| 2001 | 32,007 | 67 | 206,946 | 431 | 35,863 | 75 | 274,816 | 573 |
| 2002 | 33,323 | 69 | 215,451 | 449 | 37,337 | 78 | 286,111 | 596 |
| 2003 | 34,693 | 72 | 224,306 | 467 | 38,872 | 81 | 297,870 | 621 |
| 2004 | 36,118 | 75 | 233,525 | 487 | 40,469 | 84 | 310,113 | 646 |
| 2005 | 37,603 | 78 | 243,123 | 507 | 42,133 | 88 | 322,858 | 673 |
| 2006 | 39,148 | 82 | 253,115 | 527 | 43,864 | 91 | 336,128 | 700 |
| 2007 | 40,757 | 85 | 263,518 | 549 | 45,667 | 95 | 349,943 | 729 |
| 2008 | 42,432 | 88 | 274,349 | 572 | 47,544 | 99 | 364,325 | 759 |
| 2009 | 44,176 | 92 | 285,625 | 595 | 49,498 | 103 | 379,299 | 790 |
| 2010 | 45,992 | 96 | 297,364 | 620 | 51,532 | 107 | 394,888 | 823 |
| 2011 | 47,882 | 100 | 309,586 | 645 | 53,650 | 112 | 411,118 | 856 |
| 2012 | 49,850 | 104 | 322,309 | 671 | 55,855 | 116 | 428,015 | 892 |
| 2013 | 51,899 | 108 | 335,556 | 699 | 58,151 | 121 | 445,607 | 928 |
| 2014 | 54,032 | 113 | 349,348 | 728 | 60,541 | 126 | 463,921 | 967 |
| 2015 | 56,253 | 117 | 363,706 | 758 | 63,029 | 131 | 482,988 | 1,006 |
| 2016 | 58,565 | 122 | 378,654 | 789 | 65,620 | 137 | 502,839 | 1,048 |
| 2017 | 60,972 | 127 | 394,217 | 821 | 68,317 | 142 | 523,506 | 1,091 |
| 2018 | 63,478 | 132 | 410,419 | 855 | 71,125 | 148 | 545,022 | 1,135 |
| 2019 | 66,087 | 138 | 427,287 | 890 | 74,048 | 154 | 567,422 | 1,182 |
| 2020 | 68,803 | 143 | 444,849 | 927 | 77,091 | 161 | 590,743 | 1,231 |
| 2021 | 71,631 | 149 | 463,132 | 965 | 80,260 | 167 | 615,023 | 1,281 |
| 2022 | 74,575 | 155 | 482,167 | 1,005 | 83,558 | 174 | 640,300 | 1,334 |
| 2023 | 77,640 | 162 | 501,984 | 1,046 | 86,993 | 181 | 666,617 | 1,389 |

Tabla 5.3

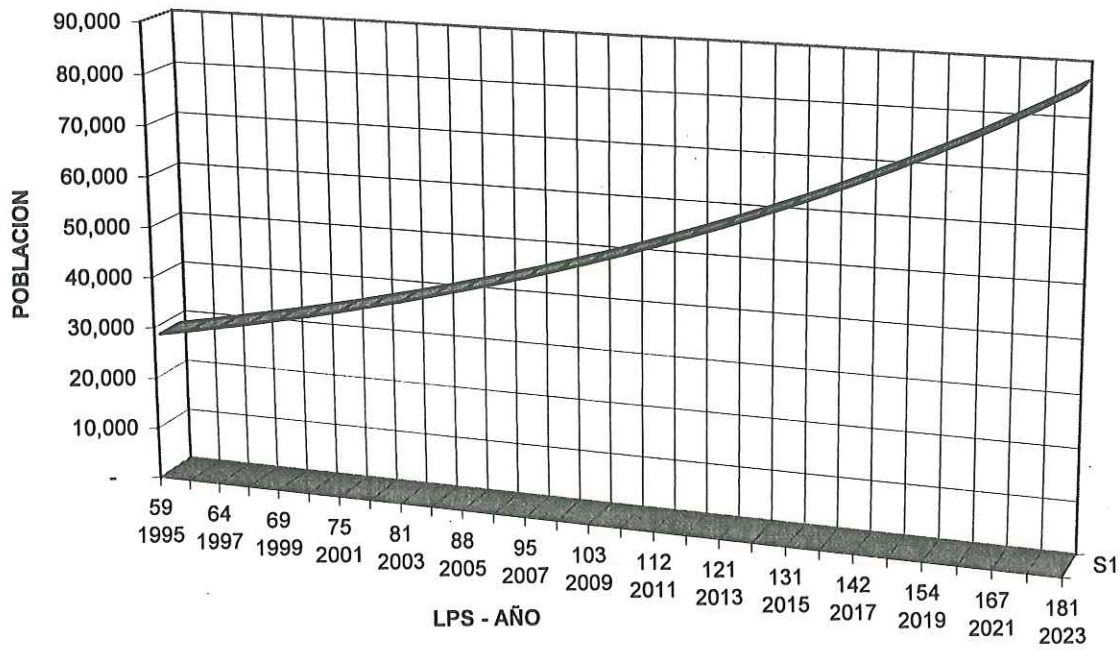
Aportación de Agua Residual Zona del Sauzal



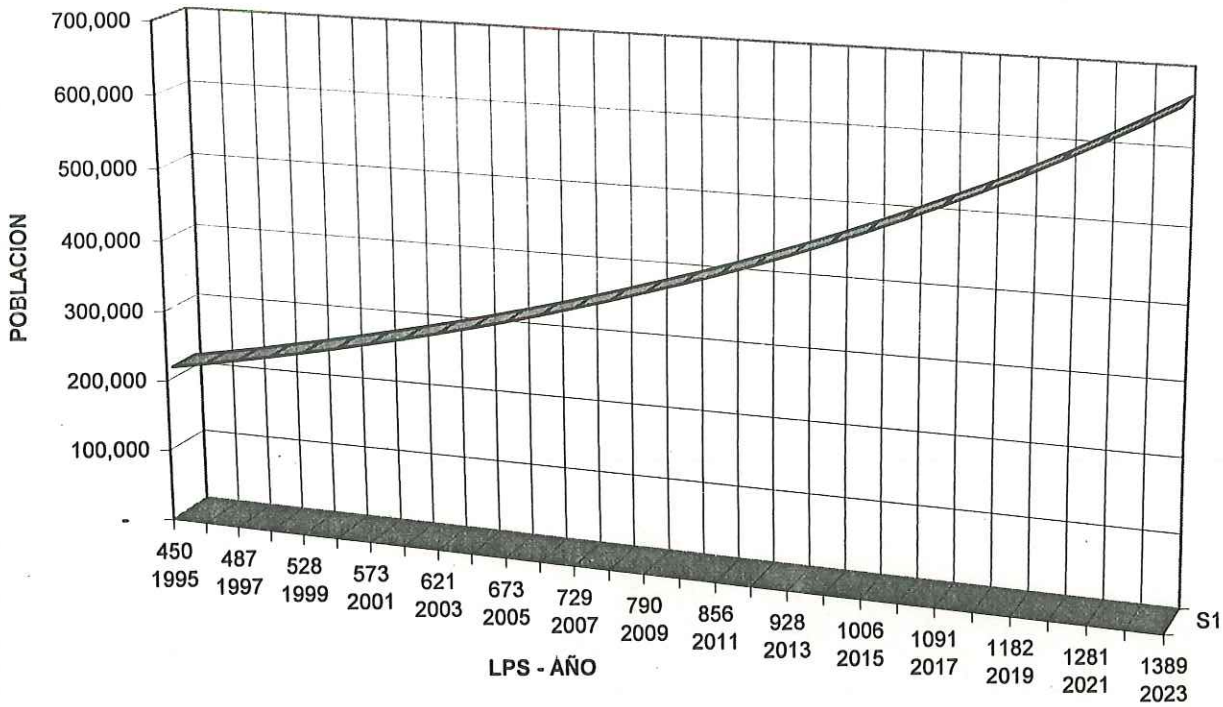
Aportación de Agua Residual Zona de Ensenada



Aportación de Agua Residual Zona de Ej. Chapultepec



Aportación de Agua Residual en la Ciudad de Ensenada



La Ciudad cuenta hasta 1994 con el 80% de cobertura de red de alcantarillado municipal, y una capacidad de tratamiento de aguas residuales en dos plantas de 400 litros/segundo.

De la tabla 5.3, podemos notar que el 88% de las aguas residuales son tratadas en la Planta el Gallo, en esta planta se tiene una capacidad máxima de tratamiento de 250 litros/segundo que no es suficiente para tratar el agua de las cuencas el Gallo y Chapultepec.

5.3.4 CALIDAD DEL AGUA

En el control de la calidad del agua intervienen todas las fases de la administración técnica de las obras hidráulicas. Se inicia con la preparación, supervisión y mantenimiento de las áreas de captación de las fuentes abastecedoras; continua a travez de los ductos, plntas de purificación y sistemas de distribución; y alcanza hasta los accesorios domésticos y equipos de manufactura a los que se suministra el agua.

En la escala de la calidad de las aguas se encuentran en un extremo, los objetivos y normas para el agua potable que se abastece a la ciudad; y en el otro extremo los requisitos de calidad para los efluentes de aguas usadas y de aguas residuales que se descargan en las masa receptoras de agua (cárcamos de bombeo, plantas de tratamiento). entre ambos extremos estan los criterios de calidad para aguas de balnearios, cultivo de moluscos, irrigación y fábricas.

En coordinación con el control de la calidad, además, debe existir una información adecuada sobre la naturaleza y capacidad de las fuentes naturales de agua, su hidrología y su geología y aun más importante su calidad física, química y biológica.

Sin embargo, aún hoy en día, las fallas humanas y mecánicas, ya sea por separado o combinadas, disminuyen las barreras establecidas contra la buena calidad del agua , y contamina los suministros que por largo tiempo se han reconocido como seguras. Es por

esto que la calidad y cuidado del agua constituyen la responsabilidad más esencial e indiscutible de las autoridades respectivas: desde ingenieros y personal en general.

La calidad del agua potable en nuestra Ciudad en la única planta potabilizadora de la Ciudad es de un 80-90% (CESPE 1996).

Con respecto a la calidad del agua en las plantas de tratamiento de aguas residuales, los parámetros de entrada y salida son los siguientes:

| CONCEPTO | UNIDAD | ENTRADA PLANTA | SALIDA PLANTA |
|-------------------------------|-----------|----------------|---------------|
| | | EL GALLO | EL GALLO |
| Temperatura muestra | C | 19.52 | 19.63 |
| pH | -- | 7.45 | 7.10 |
| D.Q.O. | mg/L | 1,331.43 | 386.67 |
| D.B.O.5 | mg/L | 456.06 | 128.27 |
| Nitrógeno total | mg/L | 54.85 | 39.28 |
| Sólidos totales | mg/L | 1,649.43 | 1,565.60 |
| Sólidos totales fijos | mg/L | 1,271.58 | 1,271.33 |
| Sólidos totales volátiles | mg/L | 398.35 | 462.67 |
| Sólidos suspendidos totales | mg/L | 140.36 | 118.9296 |
| Sólidos suspendidos volátiles | mg/L | 115.95 | 92.96 |
| Sólidos suspendidos fijos | mg/L | 26.65 | 27.33 |
| Sólidos disueltos totales | mg/L | 1,526.14 | 1,563.67 |
| Sólidos disueltos volátiles | mg/L | 307.16 | 394.20 |
| Sólidos sedimentables | mg/L | 0.95 | huellas |
| S.A.A.M. | mg/L | 1.20 | 0.45 |
| Grasas y aceites | mg/L | 144.83 | 114.90 |
| Alcalinidad total | mg/L | 417.43 | 365.00 |
| Coliformes totales | NMP/100ml | 111,000.00 | 71,000.00 |
| Temperatura ambiente | C | 16.57 | 16.61 |
| Color | U.APHA | 33.57 | 22.86 |
| Conductividad eléctrica | umhos/cm | 2,230.00 | 2,207.29 |
| Oxígeno disuelto | mg/L | 0.00 | 2.50 |
| Fenoles | mg/L | 0.00044 | 0.00036 |
| Magnesio | mg/L | 0.34 | 0.069 |
| Plomo | mg/L | 0.00 | 0.00 |
| Zinck | mg/L | 0.20 | 0.122 |
| Cromo total | mg/L | < 0.001 | < 0.001 |
| Fosforo de Fos | mg/L | 9.09 | 5.05 |
| Cadmio | mg/L | 0.00033 | 0.00 |

Tabla 5.4

5.3.5 CONSIDERACIONES SOCIO-ECONOMICAS

Realizando un estudio sobre el costo de un metro cúbico de agua, tenemos analizando recibos de agua de diferentes hogares como se muestra en la siguiente tabla.

| Numero | Fecha | Consumo (m ³) | Importe (\$) | P.U. (\$/m ³) |
|--------|-------|---------------------------|--------------|---------------------------|
| 1 | 93/1 | 12.00 | \$ 9.94 | \$ 0.83 |
| 2 | 93/3 | 38.00 | \$ 79.62 | \$ 2.10 |
| 3 | 94/1 | 31.00 | \$ 54.59 | \$ 1.76 |
| 4 | 94/1 | 31.00 | \$ 54.59 | \$ 1.76 |
| 5 | 94/3 | 15.00 | \$ 14.97 | \$ 1.00 |
| 6 | 94/7 | 11.00 | \$ 9.60 | \$ 0.87 |
| 7 | 94/11 | 15.00 | \$ 15.58 | \$ 1.04 |
| 8 | 94/12 | 10.00 | \$ 8.61 | \$ 0.86 |
| 9 | 94/12 | 36.00 | \$ 97.36 | \$ 2.70 |
| 10 | 95/1 | 19.00 | \$ 22.29 | \$ 1.17 |
| 11 | 95/1 | 22.00 | \$ 29.59 | \$ 1.35 |
| 12 | 95/2 | 15.00 | \$ 15.60 | \$ 1.04 |
| 13 | 95/6 | 28.00 | \$ 46.49 | \$ 1.66 |
| 14 | 95/8 | 15.00 | \$ 26.75 | \$ 1.78 |
| 15 | 95/9 | 56.00 | \$ 186.41 | \$ 3.33 |
| 16 | 95/10 | 47.00 | \$ 145.98 | \$ 3.11 |
| 17 | 95/11 | 5.00 | \$ 5.75 | \$ 1.15 |
| 18 | 96/1 | 28.00 | \$ 61.92 | \$ 2.21 |
| 19 | 96/1 | 15.00 | \$ 24.49 | \$ 1.63 |
| 20 | 96/2 | 13.00 | \$ 21.07 | \$ 1.62 |
| 21 | 96/3 | 14.00 | \$ 22.78 | \$ 1.63 |

Tabla 5.5

Revisando los datos tenemos que el promedio de gasto de agua potable en una familia de 4 personas (promedio Ensenada) es de 22.67 m³ y el costo de un metro cúbico de agua, además de los cargos que se hicieron por construcción del Acueducto La Misión en Julio de 1995 a Marzo de 1996 que fue de \$5.50, el metro cúbico costo en promedio durante 3 años \$1.65, pero el costo de agua fluctúa dependiendo de los metros cúbicos suministrados para una casa de 5 personas con jardín pequeño y un gasto aproximado de arriba de 30 m³ el costo por m³ será de alrededor de \$3.20/m³.

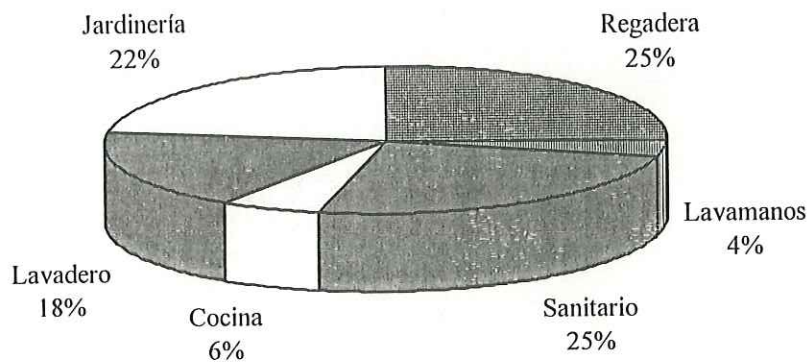
Y los gastos de agua en los diferentes muebles de una casa, sin contar riego de jardines es:

Porcentaje de gasto de agua por muebles en una casa habitación.

| MUEBLE | PORCENTAJE | LITROS/DIA |
|------------|------------|------------|
| Regadera | 25% | 193.00 |
| Lavamanos | 4% | 28.00 |
| Sanitario | 25% | 186.00 |
| Cocina | 6% | 44.00 |
| Lavadero | 18% | 135.00 |
| Jardinería | 22% | 169.67 |
| Total | 100% | 755.67 |

Tabla 5.6

% (REWATER USA 1996)



Gráfica 5.9

Podemos concluir que en una casa de las condiciones mencionadas anteriormente se gastan \$37.41 al mes, y reusando el agua de la regadera y lavamanos habría un ahorro de

25% al mes en el consumo de agua, dándole un tratamiento a el agua residual restante habría un ahorro en el riego de jardines de 22%.

5.4 TIPOS DE AGUAS

5.4.1 DEFINICION DE TIPOS DE AGUAS

-Agua Potable: agua exenta de contaminación objetable, minerales e inocua, y que se considera satisfactoria para el consumo doméstico.

-Agua Residual: es el agua suministrada a una población, que habiéndose aprovechado para diversos usos ha quedado impurificada. Desde el punto de vista de su origen, es una combinación de líquido o desechos arrastrados por el agua de las casa habitacion, edificios comerciales e instutuciones, con los procedentes de los establecimientos industriales a los que se agregan las aguas subterráneas, las superficiales y las de lluvia.

5.4.2 USOS Y REUSOS DE TIPOS DE AGUA.

Los usos que se le puede dar al agua potable, es unicamente como su nombre lo dice, líquido el cual se puede beber. El agua potable se utiliza generalmente para cocinar, bañarse, lavar cubiertos y accesorios de cocina los cuales tiene un contacto directo con el ser humano, etc.

El agua residual cruda no es posible usarla sino dándole un tratamiento, ya sea biológico o químico, esta agua se convierte en agua tratada y se puede usar en el riego de jardines principalmente.

Existe otro tipo de agua que es el agua gris, a la cual dándole un tratamiento para quitarle los detergentes se puede utilizar en el sanitario, el cual el ser humano no tiene un contacto fisico directo con el agua.

VI.- EVALUACION AMBIENTAL.

6.1. IMPORTANCIA DE LA EVALUACION AMBIENTAL Y NORMAS PARA EVALUAR EL MEDIO AMBIENTE

Se define como Medio Ambiente al conjunto de elementos naturales o inducidos por el hombre que interactúan en un espacio y momento determinado.

La evaluación ambiental tiene como objetivos prevenir, preservar y restaurar el equilibrio ecológico y mejorar el ambiente en el territorio. Otro objetivo es el del aprovechamiento racional de uno de los recursos naturales: "EL AGUA".

Las normas para evaluar el medio ambiente están regidas por la Ley de Ecología y Protección al Medio Ambiente para el Estado de Baja California, esta ley en su Capítulo II Título Cuarto que trata del Aprovechamiento Racional del Agua, del Suelo y sus Recursos en la Sección II dedicada al Aprovechamiento y Uso Racional del Agua en sus 11 artículos nos habla de las disposiciones en las organizaciones competentes para la regulación y aprovechamiento del agua.

En la Sección III (del capítulo citado anteriormente) se habla de la participación ciudadana en el uso racional del agua, se incita la participación de la ciudadanía a través de estímulos en la recaudación de las cuotas a las personas que utilicen sistemas para reutilizar y aprovechar de una mejor forma sus aguas grises y negras.

Para el control del medio ambiente se cuenta con el Capítulo 3 Título Quinto de la ley citada anteriormente que trata de la Prevención y Control de la Contaminación del Agua y el Suelo, en este capítulo se habla de los deberes de las empresas y de toda persona que deseché algún tipo de contaminante en el agua.

México cuenta con un gran número de Normas Oficiales, para establecer los máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales provenientes de las diferentes industrias o cualquier inmueble que tenga descarga de aguas residuales.

A continuación se listan algunas de las más importantes:

| | |
|-----------------------|--|
| NOM-CCA-001-ECOL/1993 | Centrales Termoelectricas Convencionales |
| NOM-CCA-002-ECOL/1993 | Industria productora de Azúcar de caña |
| NOM-CCA-003-ECOL/1993 | Industria de Refinación de Petroleo y Petroquímica |
| NOM-CCA-004-ECOL/1993 | Industria de Fabricación de Fertilizantes |
| NOM-CCA-005-ECOL/1993 | Industria de Fabricación de Productos Plasticos y Polimeros Sinteticos |
| NOM-CCA-006-ECOL/1993 | Industria de Fabricación de Harinas |
| NOM-CCA-007-ECOL/1993 | Industria de la Cerveza y Malta |
| NOM-CCA-008-ECOL/1993 | Industria de Fabricación de Asbestos de Construcción |
| NOM-CCA-009-ECOL/1993 | Industria Elaboradora de Leche y sus derivados |
| NOM-CCA-010-ECOL/1993 | Industria de Manufactura de Vidrio plano y de Fibra de Vidrio |
| NOM-CCA-011-ECOL/1993 | Industria de Productos de Vidrio Prensado y Soplado |
| NOM-CCA-012-ECOL/1993 | Industria Hulera |
| NOM-CCA-013-ECOL/1993 | Industria del Hierro y del Acero |
| NOM-CCA-014-ECOL/1993 | Industria Textil |
| NOM-CCA-015-ECOL/1993 | Industria de la Celulosa y el Papel |
| NOM-CCA-016-ECOL/1993 | Industria de Bebidas Gaseosas |
| NOM-CCA-017-ECOL/1993 | Industria de Acabados Metálicos |
| NOM-CCA-018-ECOL/1993 | Industria de Laminación, Extrusión y Estiraje de Cobre y sus Aleaciones |
| NOM-CCA-019-ECOL/1993 | Industria de Impregnación de Productos de Aserradero |

| | |
|-----------------------|--|
| NOM-CCA-020-ECOL/1993 | Industria de Asbestos Textiles, Materiales de Fricción y Selladores |
| NOM-CCA-021-ECOL/1993 | Industria de Curtido y Acabado en Pieles |
| NOM-CCA-022-ECOL/1993 | Industria de Matanza de Animales y Empacado de Cárnicos |
| NOM-CCA-023-ECOL/1993 | Industria de Envasado de Conservas Alimenticias |
| NOM-CCA-024-ECOL/1993 | Industria Elaboradora de Papel a partir de Celulosa Virgen |
| NOM-CCA-025-ECOL/1993 | Industria Elaboradora de Papel a partir de Fibra Celulósica Reciclada |
| NOM-CCA-026-ECOL/1993 | Restaurantes u Hoteles |
| NOM-CCA-027-ECOL/1993 | Industria del Beneficio del Café |
| NOM-CCA-028-ECOL/1993 | Industria de Producción de Harina y Aceite de Pescado |
| NOM-CCA-029-ECOL/1993 | Hospitales |
| NOM-CCA-030-ECOL/1993 | Industria de Jabones y Detergentes |
| NOM-CCA-031-ECOL/1993 | A los Sistemas de Drenaje y Alcantarillado Urbano o Municipal |
| NOM-CCA-032-ECOL/1993 | A.R. Urbanas o Municipales para su disposición mediante Riego Agrícola |

Las normas a las que más nos vamos a apoyar para nuestro estudio es la NOM-CCA-031-ECOL/1993 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en la descargas de aguas residuales provenientes de la industria, actividades agroindustriales, de servicios y tratamiento de aguas residuales a los sistemas de drenaje y alcantarillado urbano o municipal.

Estos límites máximos permisibles los podemos ver en la siguiente tabla (6.1).

| PARAMETROS | PROMEDIO DIARIO | INSTANTANEO |
|---|--------------------|---------------|
| Temperatura (°C) | - | 40°C (313 °K) |
| pH (unidades de pH) | 6 a 9 | 6 a 9 |
| Sólidos Sedimentables (ml/l) | 5 | 10 |
| Grasas y Aceites (mg/l) | 60 | 100 |
| Conductividad Electrica (micromhos/cm) | 5,000 | 8,000 |
| Aluminio (mg/l) | 10 | 20 |
| Arsénico (mg/l) | 0.5 | 1 |
| Cadmio (mg/l) | 0.5 | 1 |
| Cianuro (mg/l) | 1.0 | 2 |
| Cobre (mg/l) | 5 | 10 |
| Cromo hexavalente (mg/l) | 0.5 | 1 |
| Cromo total (mg/l) | 2.5 | 5 |
| Fluoruros (mg/l) | 3 | 6 |
| Mercurio (mg/l) | 0.001 | 0.02 |
| Níquel (mg/l) | 4 | 8 |
| Plata (mg/l) | 1 | 2 |
| Plomo (mg/l) | 1 | 2 |
| Zinc (mg/l) | 6 | 12 |
| Fenoles (mg/l) | 5 | 10 |
| Sustancias activas al azul de metileno (mg/l) | 30 | 60 |

Tabla 6.1

Y la norma NOM-CCA-026-ECOL/1993, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua residuales a cuencas receptoras provenientes de restaurantes o de hoteles (tabla 6.2).

| PARAMETROS | PROMEDIO DIARIO | INSTANTANEO |
|--|--------------------|-------------|
| pH (unidades de pH) | 6-9 | 6-9 |
| DBO (mg/l) | 30 | 45 |
| Grasas y Aceites (mg/l) | 15 | 20 |
| Sólidos suspendidos (mg/l) | 30 | 45 |
| Sustancia activas al azul de metileno (mg/l) | 3 | 6 |
| Coliformes fecales (NMP/100 ml) | 1,000 | 2,000 |

Tabla 6.2

6.2 LEGISLACION AMBIENTAL EN MEXICO Y BAJA CALIFORNIA

Tanto la República Mexicana como el Estado de Baja California cuenta con suficientes Reglamentos y Leyes, para el control de los contaminantes en el agua.

La Comisión Nacional de Agua en 1991 publica la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua, donde en sus capitulo XIV, nos habla de los derechos por uso o aprovechamiento de Bienes del Dominio Público de la Nación como cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales.

Este capítulo nos habla principalmente de las cuotas y como se determina el derecho y uso por volumen de descarga de aguas residuales; dependiendo la zona, la cantidad de demanda química de oxígeno, la cantidad de sólidos suspendidos, etc.; según sea el caso.

Esta ley en el artículo 282 nos dice, que no estarán obligados al pago del Derecho Federal, a los usuarios que cumplan con las normas técnicas ecológicas y los usuarios a quienes no se les hayan fijado normas de concentración máxima permisible en su descarga, pero que la concentración promedio de demanda química de oxígeno en sus descarga sea igual o inferior a 300 miligramos por litro y la concentración de sólidos suspendidos totales sea igual o inferior a 30 miligramos por litro.

Existen otros Reglamentos y Decretos como el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación de Agua, Ley que Reglamenta el Servicio de Agua Potable en el Estado de Baja California. Ambas nos hablan de las calidades que deben cumplir las aguas residuales y del encargado de sancionar, verificar, proveer de agua potable, supervisar y monitorear la calidad del agua residual en sus descargas tanto Estatal como Federal.

6.3 INGENIERIA AMBIENTAL, DEFINICION

Por lo que hemos estudiado anteriormente en este capítulo podemos definir a la Ingeniería Ambiental, como el conjunto de conocimientos y de técnicas necesarias que permiten utilizar el saber científico, mediante inversiones y construcciones útiles para el hombre y el ambiente y así poder conservarlo y utilizarlo racionalmente.

VII.- TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

7.1.-TIPOS DE AGUAS DE DESECHO.

Las aguas de desecho son la emisión líquida de una comunidad. Esta agua ya usada es una combinación de los desechos líquidos y acarreados por el agua, provenientes de las residencias, edificios comerciales, plantas industriales e instituciones, además del agua subterránea, el agua superficial o el agua pluvial.

Las aguas de desecho pueden agruparse en cuatro clases, según su procedencia:

Clase 1.

Emisiones que no son tóxicas ni directamente contaminantes, pero capaces de modificar la naturaleza física del agua en que se reciben; pueden mejorarse por medios físicos. Incluye emisiones como el agua de enfriamiento de las plantas generadoras de energía.

Clase 2.

Emisiones que no son tóxicas pero sí contaminantes, debido a que contienen elementos orgánicos con una alta demanda de oxígeno. Pueden tratarse por métodos biológicos para eliminar las sustancias dañinas. El principal constituyente de esta clase de emisión son, en general las aguas negras domésticas. Pero esta clase incluye también las aguas pluviales y los desechos de las plantas de productos lácteos y de otras fábricas de alimentos.

Clase 3.

Emisiones que contienen materiales venenosos y que también pueden ser tóxicos. Pueden tratarse por métodos químicos. Cuando están presentes, generalmente acompañan a los desechos industriales; por ejemplo, los que proceden de plantas de refinado de metales.

Clase 4 .

Emisiones contaminantes debido a su contenido orgánico con una alta demanda de oxígeno y que, además, son tóxicos. su tratamiento requiere de una combinación de procesos químicos y biológicos. Cuando están presentes, generalmente acompañan a los desechos industriales; por ejemplo, los procedentes de la industria del curtido.

A las aguas residuales tambien se les puede clasificar de otra forma más particular:

-Aguas Añejas: aguas negras que cotienen muy poco o nada de oxígeno disuelto pero que aún no entran en putrefacción.

-Aguas Crudas: las aguas negras antes de recibir cualquier tratamiento.

-Aguas Domésticas: aguas negras derivadas principalmente de las casas habitación, edificios comerciales, instituciones y similares (pueden o no contener aguas subterrneas, aguas superficiales o agua de lluvia).

-Aguas Estables: aguas negras en las que la materia orgánica ha sido estabilizada.

-Aguas Frescas: aguas negras de origen reciente que aún contienen oxígeno disuelto en el momento de su examen.

-Aguas Industriales: aguas negras en las que predominan los desechos industriales.

-Aguas Sanitarias: 1.- Aguas negras domésticas que no estan mezcladas con aguas de lluvia o aguas superficiales.

2.- Aguas negras que por conveniencia sanitaria son descargadas de las casa habitación (incluyendo casas de apartamentos y hoteles), edificios de oficinas, fábricas o instituciones.

3.- El agua suministrada a una población despues de haber sido usada y descargada a las alcantarillas.

-Aguas Sépticas: aguas negras en estado de putrefacción bajo condiciones anaeróbias.

-Aguas Sedimentadas: aguas negras en la que la mayor parte de sus sólidos sedimentables han sido eliminados por sedimentación.

-Agua Alcalina: agua que contiene cantidad suficiente de sustancias alcalinas para elevar el pH por encima de 7.0.

7.2.- TIPOS DE TRATAMIENTO.

En general, el problema de evacuación de las aguas negras hace necesario algún tipo de tratamiento para el mismo.

El tratamiento de las aguas negras es cualquier proceso al que se someten las aguas negras para eliminar o alterar sus constituyentes dañinos y hacerlos así menos agresivos o peligrosos.

Los tipos de tratamiento para aguas residuales son:

- a) Tratamiento Aeróbico; el principio básico del proceso consiste en que las aguas residuales se pongan en contacto con una población microbiana mixta, en forma de suspensión flocculante en un sistema aireado y agitado. La materia en suspensión y la coloidal se elimina rápidamente de las aguas residuales por absorción y aglomeración en los flóculos microbianos.
- b) Tratamiento Anaeróbico; la materia orgánica se descompone por la acción de los microorganismos en la ausencia de oxígeno y se producen metano y anhídrido carbónico.

El tratamiento es llevado a cabo en dos etapas:

- 1.- En la primera etapa los compuestos complejos de los residuos se hidrolizan y transforman en subunidades, mediante un conjunto heterogéneo de bacterias facultativas, y anaeróbicas a esta primera etapa se le conoce como fermentación ácida.
- 2.- La segunda etapa se conoce como fermentación de metano

c) Tratamiento Anóxico; Este tratamiento se utiliza para la eliminación de nitratos y nitritos, que se descomponen en compuestos gaseosos de nitrógeno, gas nitrógeno, óxidos nitrosos y nítricos y se efectúa por microorganismos que usan nitratos en su mecanismo respiratorio a fin de sustituir el oxígeno, en condiciones de baja disponibilidad de oxígeno.

La mayoría de los organismos nitrificantes son heterotróficos y oxidan sustancias orgánicas, y existen ciertas bacterias autotróficas que realizan la desnitrificación por medio de una fuente inorgánica de energía. Una amplia variedad de organismos facultativos pueden efectuar las desnitrificación.

Cualquier proceso de tratamiento se puede dividir en varios métodos de tratamiento. Los diferentes métodos son los siguientes: tratamiento preliminar o pretratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario y tratamiento terciario completo, según sea el grado de procesamiento, al cual se quiera obtener la calidad de agua que cumpla con las normas de calidad mexicanas.

También los tratamientos van a depender del tipo de agua a tratar producida por las industrias, o agua residual urbana.

7.3.- TRATAMIENTO PRELIMINAR O PRE-TRATAMIENTO.

Este tratamiento puede ser el acondicionamiento de los desechos industriales antes de su descarga para eliminar o neutralizar sustancias dañinas para las alcantarillas y los procedimientos de tratamiento, o pueden ser operaciones unitarias con el fin de preparar los desechos para un tratamiento importante.

Consiste en separar de las aguas negras aquellos constituyentes que pudiesen obstruir o dañar las bombas ó alcantarillas. Por lo tanto los dispositivos para el tratamiento preliminar se diseñan para:

- a) Separar o disminuir el tamaño de los sólidos orgánicos grandes que flotan o están suspendidos. Estos sólidos constituyen generalmente trozos de madera, telas, papel, basura, junto con algo de materia fecal.
- b) Separar los sólidos orgánicos pesados, como la arena, la grava e incluso objetos metálicos.
- c) Separar cantidades excesivas de aceites y grasas.

Para lograr estos propósitos se usa un equipo muy variado:

- Rejas y cribas de barras
- Cribas finas
- desmenuzadores
- Desarenadores
- Tanques de preaeración:
 - a) Obtener una mayor eliminación de los sólidos suspendidos en tanques de sedimentación.
 - b) Ayudar a eliminar grasas y aceites.
 - c) Refrescar las aguas negras sépticas antes de llevar a cabo el tratamiento
 - d) Disminuir la DBO.

7.4.-TRATAMIENTO PRIMARIO.

Este tratamiento está diseñado para retirar de las aguas negras los sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables mediante un proceso físico de sedimentación.

El tratamiento primario constituye el primero, y a veces el único tratamiento de las aguas negras. Por este proceso se separan o eliminan la mayoría de los sólidos flotantes y los sólidos en suspensión, tanto finos como gruesos de las aguas negras, o sea aproximadamente de 40-60%. Si la planta provee solamente un tratamiento primario, se considera que el efluente sólo ha sido parcialmente tratado.

En el tratamiento primario la velocidad del flujo del agua se reduce hasta uno o dos cm/seg en un tanque de asentamiento o sedimentación, durante el tiempo suficiente para dejar que se depositen la mayor parte de los sólidos sedimentables, separandose de las corrientes de la aguas.

Los principales dispositivos para el tratamiento primario son los tanques de sedimentación, son diversos los tipos de tanques que se usan en este proceso:

- **Tanque Séptico**

Diseñado para mantener las aguas negras a una velocidad muy baja y bajo condiciones anaerobias, por un tiempo de 12-24 horas, en este periodo de tiempo se efectúa la eliminación de un gran porcentaje de sólidos sedimentables; estos sólidos se descomponen en el fondo del tanque, produciendose gases que arrastran los sólidos y los obligan a subir a la superficie, formandose una nata hasta que escapa el gas y vuelven a sedimentarse.

Este tipo de tanque dificulta el tratamiento secundario, debido a que las aguas residuales salen en una condición séptica.

- **Tanques de Doble Acción (Tanques Imhoff)**

Estos tanques se diseñaron para corregir los defectos del tanque séptico:

1.- Evitar que los sólidos que se han separado de las aguas residuales se mezclen de nuevo con ellas, permitiendo la retención de los sólidos para su descomposición dentro del mismo tanque.

2.- Proveer un efluente adaptable a un tratamiento fuera del tanque.

Pueden ser rectangulares o circulares, y se dividen en tres cámaras, que son:

1. Cámara de derrame continuo o compartimento de sedimentación.
2. Cámara de digestión de lodos.
3. Respiradero y cámara de natas.

- Tanques de Sedimentación Simple

La función principal de estos tanques consiste en separar los sólidos sedimentables de las aguas negras por medio de un proceso de sedimentación. Los sólidos sedimentados se extraen constantemente, para no dar tiempo a que se desarrolle la descomposición y se formen gases.

Existe otros tipo de tratamiento, que se considera un tratamiento intermedio, ya que los resultados obtenidos con él son mejores que los de un tratamiento primario, pero no tan buenos como los de un tratamiento secundario; a este tipo de tratamiento se le conoce como Tratamiento Químico. Este tratamiento es uno de los más antiguos tratamientos de aguas negras, pero no se usa muy frecuentemente ya que el costo de los reactivos es relativamente alto comparado con un proceso de tratamiento biológico. Tiene aplicación en el tratamiento de desechos industriales que no son fáciles de atacar biológicamente, y donde las condiciones de las aguas receptoras exigen un grado de tratamiento mayor al tratamiento primario y que no justifican un tratamiento secundario.

El tratamiento químico consiste en agregar reactivos a las aguas negras para así crear un floculo que absorbe la materia coloidal envolviendo a los sólidos suspendidos no sedimentables y ayudándolos a precipitarse rápidamente. Los reactivos que se utilizan más frecuentemente son el sulfato de aluminio o alumbre, el sulfato ferroso con cal, el sulfato férrico y el cloruro férrico con o sin cal.

7.5.-TRATAMIENTO SECUNDARIO.

El tratamiento secundario aplica métodos biológicos al efluente del tratamiento primario. La materia orgánica todavía presente se estabiliza con procesos aerobios.

En este tipo de tratamiento se emplean cultivos biológicos para llevar a cabo una descomposición aeróbica u oxidación del material orgánico, transformándolo en

compuestos más estables, lograndose un mayor grado de tratamiento que el que se obtiene con solo una sedimentación primaria.

Existen dos metodos básicos de tratamiento secundario:

- Filtros goteadores

Son dispositivos que ponen en contacto a las aguas negras sedimentadas con cultivos biológicos, los organismos estan adheridos al medio filtrante y hacia ellos va el material orgánico sobre el cual tienen que trabajar; como en todas la unidades de tipo biológico, la temperatura les afecta. Estos filtros ocupan grandes superficies y su construcción es muy costosa.

Por economía debe realizarse antes del tratamiento con filtros una sedimentación primaria equipada con separadores de natas, para aprovechar al máximo la capacidad de los filtros haciendo fácilmente sedimentables a los sólidos no sedimentables. Los filtros goteadores deben utilizarse antes de realizar una sedimentación secundaria, para eliminar definitivamente los sólidos de las aguas residuales.

- Lodos activados

Este es un proceso biológico de contacto, en el que los organismos vivos aeróbios y los sólidos orgánicos de las aguas negras, se mezclan en un medio favorable para la descomposición aeróbica de los sólidos. Como el medio esta formado por las mismas aguas negras, la virtud del proceso depende de que se mantenga continuamente oxígeno disuelto en las aguas durante todo el tratamiento.

Sin embargo, el medio, por sí solo no logra mucho a no ser que este poblado por suficientes organismos vivientes. Las aguas negras contienen algunos de estos organismos pero su número es muy pequeño para que puedan llevar a cabo el tratamiento requerido, por lo tanto hay que “sembrar” más organismos y distribuirlos bien por todo el medio, antes de que el proceso pueda empezar a trabajar eficazmente.

En las aguas negras existen sólidos suspendidos y coloidales, que al ser agitados en presencia de aire , los sólidos suspendidos forman núcleos sobre los cuales se desarrolla la

vida biológica pasando a formar partículas más grandes de sólidos que se conocen como “Lodos Activados”. Estos lodos consisten principalmente en materia orgánica - poblada de bacterias y otras formas de vida biológica - procedente de las aguas negras que forman flóculos que tienen la capacidad de absorber la materia orgánica coloidal, incluyendo el amoníaco de las aguas negras con lo que disminuye la cantidad de sólidos suspendidos.

Estos lodos recirculan constantemente para estar absorbiendo los coloidales convirtiéndolos en sólidos insolubles no putresibles. La excesiva acumulación de lodos, se retira continuamente del proceso y se acondicionan para su disposición final. Se puede disponer de tres formas del exceso de lodos:

1.- Enterrarlos

2.- Utilizarlos para relleno, ya sea mojados o parcialmente deshidratados.

3.- Aplicarlos como fertilizante o acondicionadores de suelos, ya que contienen muchos elementos esenciales para la vida vegetal; como nitrógeno, fósforo, potasio y nutrientes menores que son indispensables para el crecimiento de las plantas; además de proporcionar alimento a los vegetales, beneficia el suelo aumentando su capacidad de retención de agua y mejorando su calidad para el cultivo. También disminuye la erosión del suelo.

7.6.-TRATAMIENTO TERCIARIO.

A este tratamiento también se le llama tratamiento completo, elimina un alto porcentaje de materias en suspensión, coloidales y orgánicas. También puede quedar desinfectado y hasta puede llegar a su reuso en la vivienda.

La eficacia del tratamiento depende de la calidad de diseño y operación de la planta y del tipo y concentración de las aguas negras.

7.7.- DESINFECCION.

La desinfección de las aguas, no se logra a través de medios biológicos, sino físicos y químicos; la desinfección química ofrece mayores posibilidades de éxito que la desinfección física. Los patógenos de todos tipos son removidos del agua residual, por la mayoría de los procesos de tratamiento, y una gran parte de ellos mueren (se destruyen).

La desinfección de las aguas tiene la misión específica de matar, los organismos vivientes que pueden propagar infecciones a través del agua o en ella; por fortuna existen desinfectantes que pueden lograrlo.

Para que sean de provecho, los desinfectantes deben tener las siguientes propiedades:

- a) Destruir las clases y números de patógenos que se pueden introducir a las aguas.
- b) En las concentraciones necesarias no deben ser tóxicos al hombre ni a los animales, ni de sabor desagradable.
- c) Se deben aplicar a un costo razonable, ser seguros y fáciles de transportar, aplicar y almacenar
- d) Su concentración en el agua debe ser fácil y rápidamente determinable, y de ser posible automáticamente.

El agua se puede desinfectar de diferentes formas, las más prácticas son el calor, la luz y los agentes químicos.

1.- Desinfección por Calor

Al elevar la temperatura del agua hasta su punto de ebullición, se lleva a cabo la desinfección; esta es una forma segura y recomendable cuando hay dudas sobre el agua potable.

2.- Desinfección por medio de Luz

La luz del Sol es un desinfectante natural, básicamente como agente desecante, no deja residuos de desinfectante identificable.

3.- Desinfección con Agentes Químicos

Exponer el agua, durante un tiempo suficiente a productos químicos, en concentraciones adecuadas, dará por resultado su desinfección. Los productos químicos se clasifican en:

- Productos químicos oxidantes
- Iones metálicos
- Alcalis y ácidos

- Los productos químicos oxidantes comprenden:

- a) Los halógenos: El cloro gaseoso o en pastillas de cierta concentración es el más útil y económico, el bromo se emplea en la desinfección de agua de albercas, y el yodo se utiliza en la desinfección de piscinas y pequeñas cantidades de agua potable en el campo.
- b) Ozono: es un buen desinfectante pero muy costoso, tiene la propiedad de destruir olores desagradables y blanquear el color en forma efectiva.
- c) Permanganato de pótasio: es un desinfectante relativamente caro.
- d) Peróxido de hidrógeno: es un oxidante fuerte pero de muy pobre desinfección.

- Entre los iones metálicos se utilizan los de plata y los de cobre. Los iones de plata no destruyen los virus, pero si las bacterias, además son muy costosos en las concentraciones requeridas; los iones de cobre son muy algicidas pero muy poco bactericidas.

- Los alcalis y ácidos tienen la propiedad de llevar el pH del agua a valores muy altos (11) o muy bajos (3). Un ejemplo es la destrucción de bacterias con cal cáustica utilizada para suavizar el agua..

El tipo de desinfección más usada es la que se realiza por medio de cloro, en la tabla 7.1 se indican las cantidades de Cl (cloro) requeridas según el tipo de agua.

Cantidades de Cloro Requeridas para Producir un Residual de 0.5 mg/litro

| Tipo de Agua Negra o Efluente | Cantidades de Cloro (mg/l) |
|---|----------------------------|
| Aguas negras crudas, según su concentración y añejamiento | 6-24 |
| Aguas negras sedimentadas, según su concentración y añejamiento | 3-18 |
| Aguas negras precipitadas químicamente, según su concentración | 3-12 |
| Efluente de los filtros goteadores, según el comportamiento | 3-9 |
| Efluente de los lodos activados, según el comportamiento | 3-9 |
| Efluente de filtros de arena, según el comportamiento | 1-6 |

Tabla 7.1

7.8.- CALIDAD DEL AGUA DEL EFLUENTE

- Pretratamiento: en este proceso se logra la eliminación de sólidos suspendidos de 50-60%.
- Tratamiento Primario: en este se logra eliminar de sólidos sedimentable un 90-95%, sólidos suspendidos del 40-60%, de DBO de 25-35% y bacterias entre 50-95%.
- Tratamiento Secundario: reduce el DBO de 80-85%.
- Tratamiento Terciario: elimina el DBO restante.
- Desinfección: elimina los patógenos.

7.9.- ESTIMACION DEL COSTO DEL PROCESO

Para poder estimar el costo del proceso de tratamiento de las plantas de tratamiento y sus diferentes tipos de tratamiento, sería necesario saber el costo de la planta y el volumen

de agua a tratar o gasto de aguas negras a tratar, para poder dar el costo de tratamiento de un litro de agua; por ejemplo:

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales "El Sauzal", podemos decir:

- Costo de la planta (inversion) \$3'000,000.00 dlls.
- Volumen de tratamiento 1'000,000 galones/día
- Vida útil 20 años

El costo de un galon de agua tratad sería:

$$3'000,000 / (20) (1'000,000) = 0.15$$

$$\text{costo} = \$0.15\text{dlls/galon o } \$0.31 \text{ pesos/litro}$$

Este sería el costo de un litro o galon de agua durante la vida útil de la planta de tratamiento, al costo por litro de agua faltaría agregarle el costo e mantenimiento y funcionamiento pero como es mínimo no afectaría el costo de tratamiento de un litro de agua.

VIII.-DISEÑO, OPERACION Y MANTENIMIENTO DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO.

8.1.-DISEÑO DE LA PLANTA.

Para poder diseñar una planta de tratamiento de aguas residuales, es necesario identificar el tipo de agua a tratar para así poder seleccionar el o los procesos a realizar para tratar el agua y cumplir con las normas que solicita la Comisión Nacional del Agua , (CNA) o Comisión Estatal de Servicios Públicos de Ensenada (CESPE), según sea su caso y este en jurisdicción del cuerpo receptor de agua tratada.

A el agua tratada se le deben identificar los siguientes parametros:

- Sólidos Orgánicos: en general son de origen animal o vegetal. Estan sujetos a degradación o descomposición por la actividad de las bacterias y otros organismos vivos; además son combustibles (pueden ser calcinados).
- Sólidos Inorgánicos: son sustancias inertes que no están sujetas a la degradación, a estos se les conoce comunmente como sustancias minerales; arena, grava y sales minerales. No son combustibles.
- Sólidos Suspendidos: son aquellos que están en suspensión y son perceptibles a simple vista en el agua. Los sólidos suspendidos se dividen en dos: sólidos sedimentables y sólidos coloidales.

- Sólidos Sedimentables; son de proporción tal que su tamaño y su peso suficiente para que se sedimenten en un periodo determinado, generalmente se sedimentan en una hora.

- - Sólidos Coloidales; su composición es orgánica en una o dos terceras inorgánica en el resto; están sujetas a una rapida degradación y son un factor importante en el tratamiento y disposición de las aguas residuales.

- **Sólidos Disueltos:** De los sólidos disueltos totales aproximadamente un 90% esta verdaderamente disuelto y un 10% esta en estado coloidal. El total de sólidos disueltos esta compuesto por un 40% de materia orgánica y un 60% de materia inorgánica.

Una vez determinado el contenido de sólidos totales, que es la suma de los diferentes sólidos anteriormente citados; el factor importante para el diseño de una planta es el volumen de agua a tratar, esto nos dará las dimensiones de la planta.

Haciendo un resumen para el diseño de una planta de tratamiento debemos identificar:

- Contenido de sólidos totales.
- Procedencia de las aguas residuales.
- Volumen de agua a tratar.

Con estos parametros se puede realizar el diseño de la planta tratadora.

8.1.1.-TIPOS DE PLANTAS.

Existe una gran variedad de plantas de tratamiento dependiendo del agua a tratar o de las necesidades que se tengan, una planta puede estar compuesta por uno o varios procesos de tratamiento, ya sea primario, secundario, terciario, etc., y tambien dentro de los tratamientos existen diferentes tecnologias para optimizar el proceso y obtner excelentes resultados en el tratamiento de las aguas residuales.

Dentro de las plantas de tratamiento más comunes podemos citar, en el tratamiento biológico las siguientes:

- Lodos Activados
- Filtros Percoladores
- Discos

- Reactores

De los anteriores procesos, el de lodos activados es el más común y utilizado en el tratamiento de las aguas residuales industriales o domésticas. Dentro de las tecnologías implementadas en este tratamiento podemos mencionar los siguientes tipos de plantas:

- 1.- Barrera Total - Consiste en detener por medio de una barrera el flujo de agua durante el tratamiento y la forma de inyección de oxígeno es a base de una turbina y un sifón, durante la agitación del agua se llega a inyectar 12 mg/l de oxígeno.
- 2.- Aereación Extendida - Consiste en aplicar o inyectar oxígeno a todo lo largo del proceso de tratamiento previo al proceso de clarificación.
- 3.- Bote Clarificador (Clear Boat) - Esta especialmente es una estructura implantada en una planta como las anteriores para clarificar el agua, y consiste en una especie de bote por el cual entra agua por la popa y en el transcurso de popa a proa se sedimentan los sólidos y se clarifica el agua.
- 4.- Lagunas de Oxidación - Este tipo de plantas pueden ser con sistema de tratamiento aeróbico, anaeróbico o facultativo. Este tipo de planta cuenta con grandes lagunas donde ocurre el proceso.
- 5.- Batch (Tandas) - Consiste en dar tratamiento a el agua residual por tandas o por volúmenes cada vez, no es un proceso constante como los anteriores, o sea se trata un volumen y no entra otro volumen al tratamiento hasta que termina el volumen anterior.
- 6.- Cascada - En este tipo de planta, lo que se trata es de aerear el agua por el proceso de cascada, agitando el agua por el proceso de choque por diferencia de alturas.

8.1.2.-TAMAÑO DE LAS PLANTAS EXISTENTES EN LA LOCALIDAD.

En la zona de Ensenada, se cuenta con tres plantas de tratamiento administradas por la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Ensenada (CESPE).

| | |
|--|---------|
| - Planta de tratamiento El Gallo | 250 lps |
| - Planta de tratamiento El Sauzal | 60 lps |
| - Planta de tratamiento Hogares del Puerto | ??? lps |

Tambien contamos con diferentes plantas de orden privado, las cuales ayudan al tratamiento de sus propias aguas residuales. Por citar algunos de estos lugares tenemos:

| | |
|---|----------------|
| - U.A.B.C. Campus Ensenada | 60,000 galones |
| - Hotel Punta Morro | 30,000 galones |
| - Condominios El Morro | 500 galones |
| - Conjunto Residencial Porticos del Mar | 60,000 galones |
| - Hospital General | 30,000 galones |
| - Algunas Casas particulares en el Sauzal | |

Estas plantas son pequeñas, pero son lo suficientemente adecuadas para darle un tratamiento a sus aguas de desecho.

8.1.3.-EFICIENCIAS DE PLANTAS EXISTENTES.

Para poder dar una opinion de la eficiencia de las plantas de la localidad, nos basaremos en dos parametros, el primero es el volumen el cual están tratando y el segundo el análisis del agua en el influente y efluente de la plantas.

De la planta de tratamiento El Sauzal, en las gráficas mostradas en el capitulo V punto 5.3.3 tabla 5.3 observamos la aportación probable da aguas residuales a esa planta, para 1997 la aportación es de 57 lps, y la planta tiene una capacidad de 60 lps, lo que nos indica que la planta esta trabajando abajo de su limite máximo de tratamiento.

Concluimos que, la planta El Sauzal trabajando abajo de su nivel y con la tecnología avanzada con que cuenta (tipo barrera total) , esta trabajando bien, y la calidad del agua en inspección a simple vista no se nota que tenga sólidos suspendidos en ella.

En la planta de tratamiento El Gallo revisando la misma tabla (5.3) para 1997, la planta trata 367 lps de la Ciudad de Ensenada y 64 lps de la zona de Chapultepec al sur de la Ciudad, por lo que tenemos 431 lps en total. La planta tiene una capacidad de 250 lps en estos momentos, esto nos dice que la planta esta trabajando al 172% de su capacidad. Es imposible que la calidad del agua sea aceptado por las normas de calidad.

Este comentario lo podemos corroborar con la tabla 5.4 que nos muestra el análisis promedio de agua de entrada y el agua de salida y comparandola con la norma oficial mexicana NOM-CCA-031-ECOL/1993 y NOM-CCA-026-ECOL/1993 no cumple los requerimientos de un agua residual tratada. Por ejemplo: el DBO5 (demanda bioquímica de oxígeno) la planta tiene de salida 128.27 mg/l y las normas nos indican un promedio de 30 mg/l, por lo que esta 427% excedida en su descarga.

Con respecto a las demas plantas no se tienen datos como para emitir una conclusión y observar si la eficiencia de ellas es buena o mala.

8.1.4.-DISEÑO DE LA MICROPLANTA.

Para poder diseñar una planta de tratamiento (microplanta), nos podemos apoyar en los conceptos de los capitulos anteriores para poder diseñarla y comparar la eficiencia, costo y mantenimiento de la misma.

8.1.4.1.- BASES DE DISEÑO.

- Capacidad de la Planta (5 personas)
- Volumen de agua
- Aportación 180 litros por día por persona

$$\text{Aportación Total} = 180 \text{ l/día/persona} (5 \text{ personas}) = 900 \text{ litros/ día}$$

- Tipo de agua a tratar: doméstica media
- Sólidos Totales (PPM)

| | | | | |
|---------------------------------------|-------------|---------------|-------------|-----|
| | | Sedimentables | Orgánicos | 90 |
| | Suspendidos | 120 | Inorgánicos | 30 |
| | 200 | Coloidales | Orgánicos | 55 |
| | | 80 | Inorgánicos | 25 |
| Sólidos | | | | |
| Totales | | | | |
| 600 | | | | |
| | | Disueltos | Orgánicos | 125 |
| | Disueltos | 360 | Inorgánicos | 235 |
| | 400 | Coloidales | Orgánicos | 30 |
| | | 40 | Inorgánicos | 10 |
| Sólidos Totales 600 PPM = 0.54 litros | | | | |

| Capacidad (galones) | DBO5 (lb/día) | CFM |
|---------------------|---------------|-----|
| 250 | 0.5 | 2 |
| 500 | 1.0 | 6 |
| 1000 | 2.0 | 10 |
| 2000 | 4.0 | 14 |
| 3000 | 6.0 | 18 |

Tabla 8.1

El contenido de DBO en lb/día, basado aproximadamente en 15 lbs. en 5 días de DBO por 1000 pies cúbicos de agua en el tanque de aereación, y basandonos en la tabla

8.1 es de:

$$250 \text{ galones} = 0.5 \text{ lb / día}$$

$$285.31 \text{ galones} = X$$

$$X = (0.5) (285.31) / 250 ;$$

$$X = 0.57 \text{ lb / día}$$

$$0.57 \text{ lb / día} (0.454 \text{ kg / 1 lb }) = 0.26 \text{ kg / día}$$

$$0.26 \text{ kg/día} / 1080 \text{ lts/día} = 0.0002396 \text{ kg/litro} = 239.6 \text{ mg/litro}$$

$$\text{Aportación DBO total} = 239.6 \text{ mg/litro}$$

8.1.4.2.- DISEÑO.

- Tratamiento : Secundario Biológico (lodos activados)
- Tipo de Planta: Aireación extendida

- Capacidad : 900 litros = 0.90 m³

NOTA: Recomendamos 20% más por posibles sobre-gastos

- Capacidad total: 0.90 m³ (1.20) = 1.08 m³ / día
- Dimensionamiento

1.- Tanque Aereador

Se recomienda que la longitud del tanque sea 2 veces el ancho, y la profundidad no sea mayor a 4 m.

$$L = 2B$$

TANQUE DE AEREACION

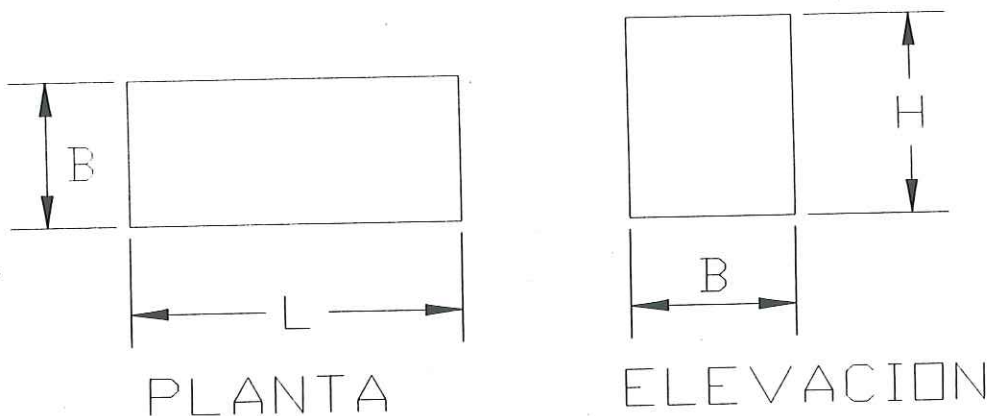


Figura 8.1

L = longitud

B = base

H = altura

Se propone $B = 0.8 \text{ m}$

$L = 2(0.8)$; $L = 1.60 \text{ m}$

$H = \text{Volumen Total} / \text{Area de la Planta}$

Volumen = Capacidad Total; $V = 1.08 \text{ m}^3$

Area de la Planta = $L \times B$; $\text{Area} = (1.60)(0.8) = 1.28 \text{ m}^2$

$H = 1.08 \text{ m}^3 / 1.28 \text{ m}^2$; $H = 0.84 \text{ m}$

Por cuestion de colocación de tubería para difusores de aire, la altura se incrementará en 26 cm, hasta $H_t = 1.10 \text{ m}$.

TANQUE DE AEREACION

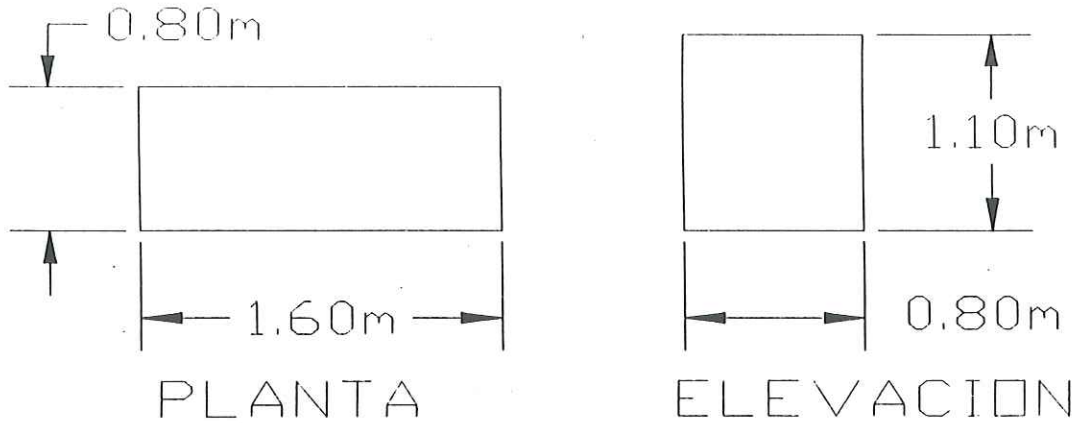


Figura 8.2

2.- Tanque de Sedimentación

El tanque de sedimentación tipo como Imhoff, debe tener por lo menos 1/3 del volumen de agua del tanque de aereación y las pendientes en sus paredes deben ser como mínimo de 60°.

Por facilidad constructiva el cono de sedimentación es de la forma y dimensiones como se muestra en la figura 8.4.

CONO SEDIMENTADOR

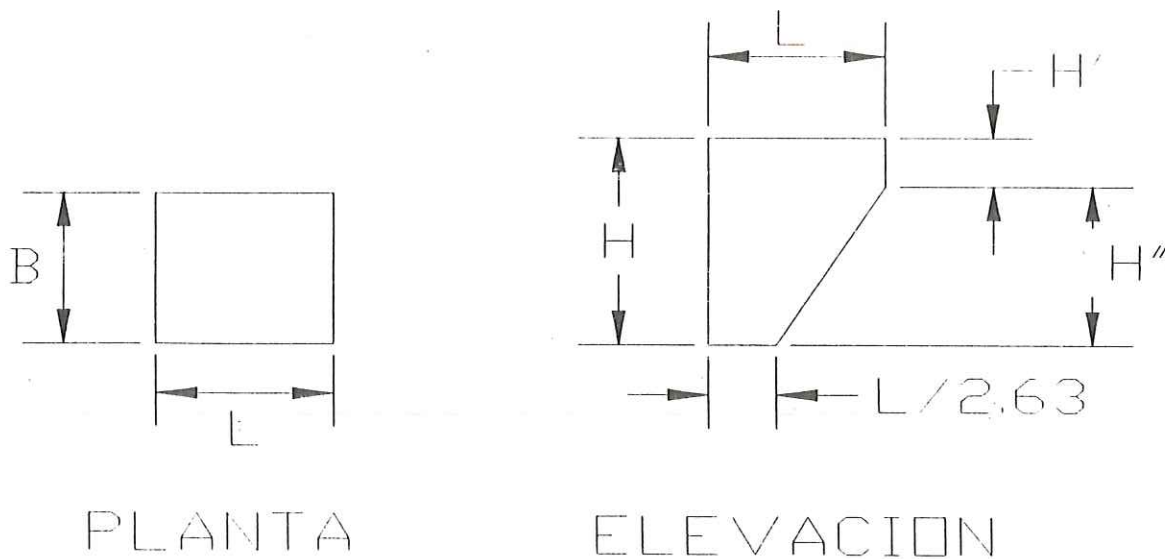


Figura 8.3

Volumen Total = 1/3 volumen tanque aereador

$$V = 1.08 / 3 ; V = 0.36 \text{ m}^3$$

B = base tanque aereador; B = 0.80 m.

$$H = H_t - H'$$

H_t = altura tanque aereador; H_t = 1.10 m

H' altura de colocación de tubería; H' = 0.26 m.

$$H = 1.10 - 0.26; \qquad H = 0.84 \text{ m.}$$

$$L = 1.45 V / H B$$

$$L = 1.45 (0.36) / (0.84) (0.80); \qquad L = 0.78 \text{ m.}$$

Se obtuvo la fórmula anterior para poder lograr que la pared inclinada obtuviera 60° de inclinación, por lo tanto el cono de sedimentación nos queda de la siguiente forma.

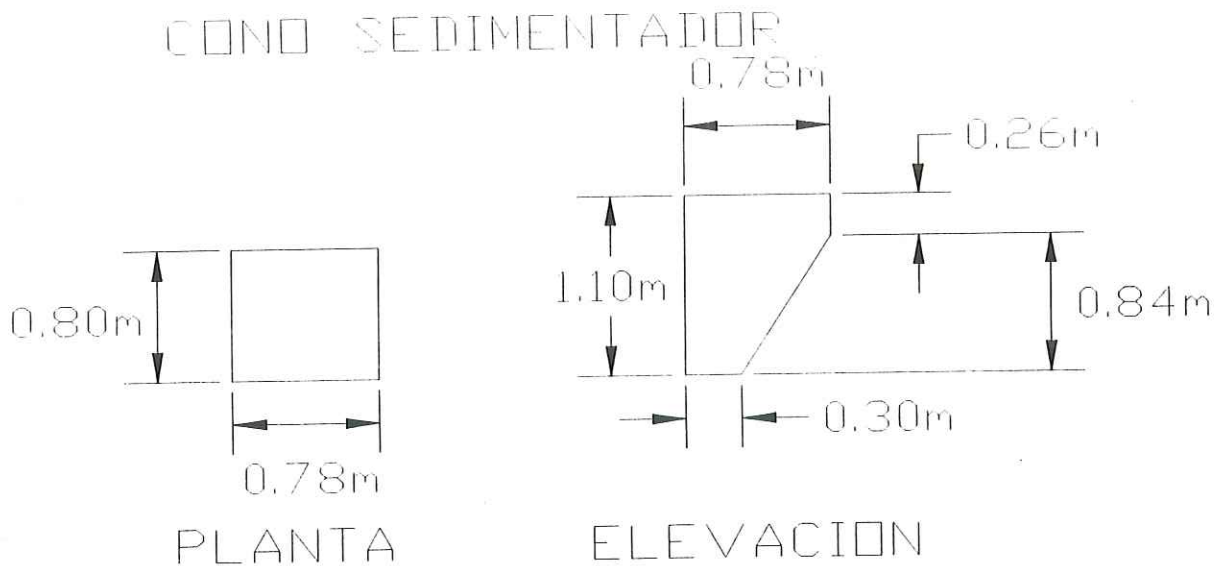
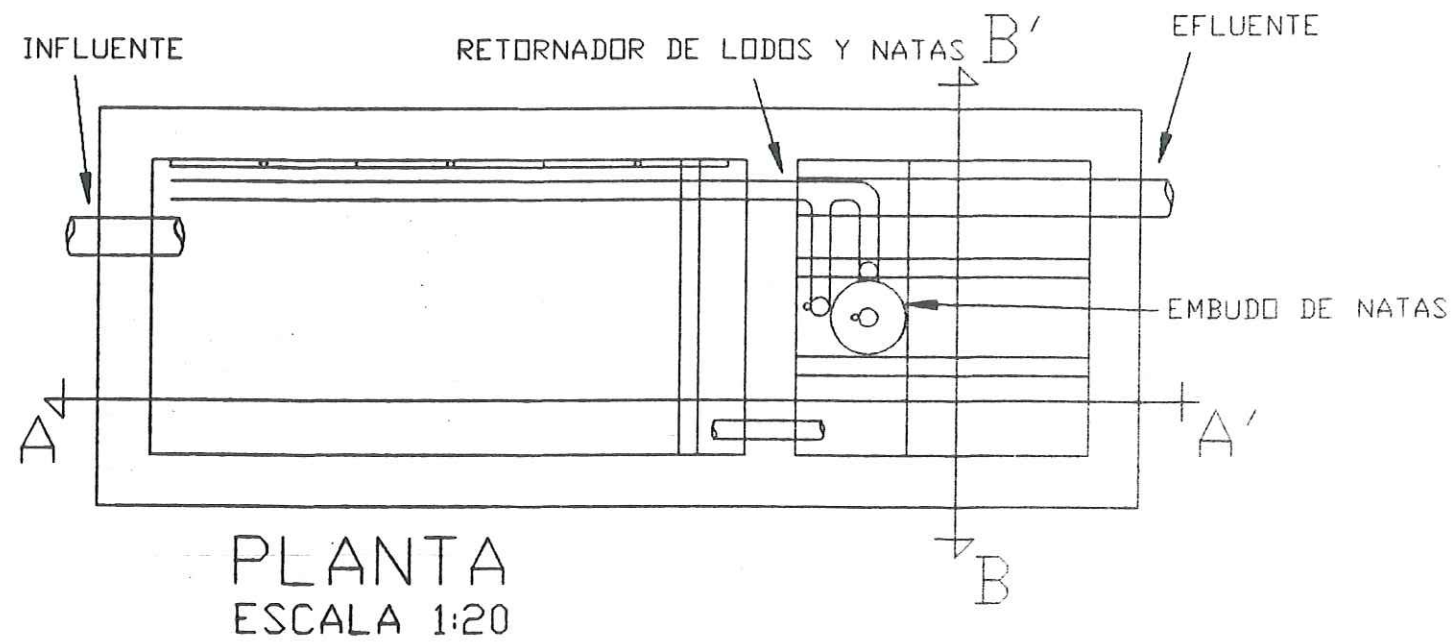
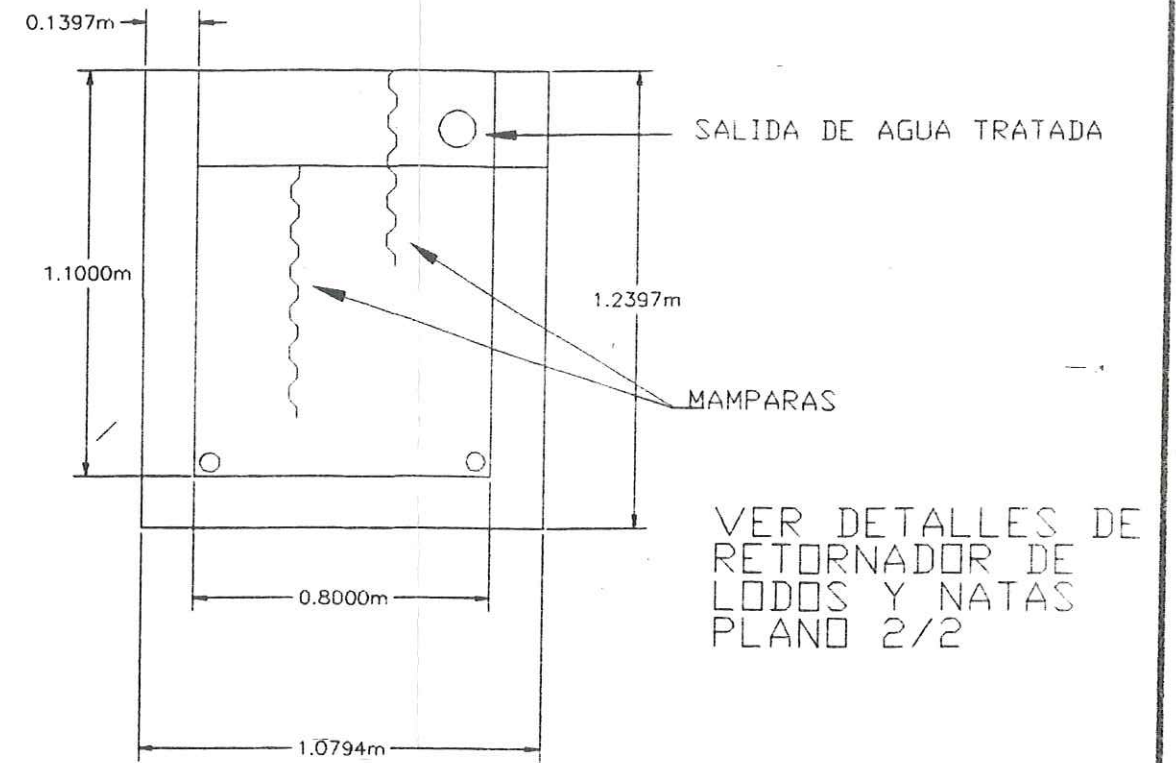


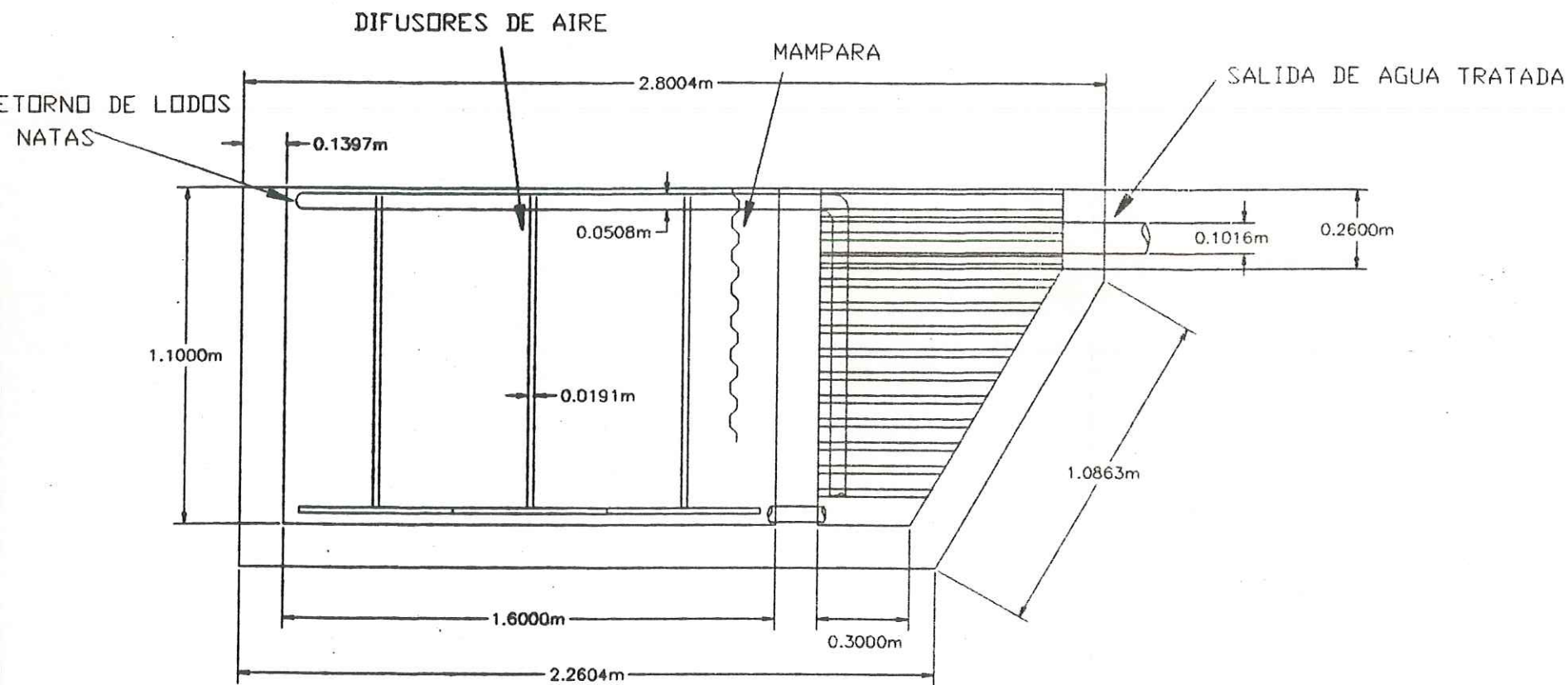
Figura 8.4



PLANTA
ESCALA 1:20



CORTE ELEVACION B-B'
ESCALA 1:20

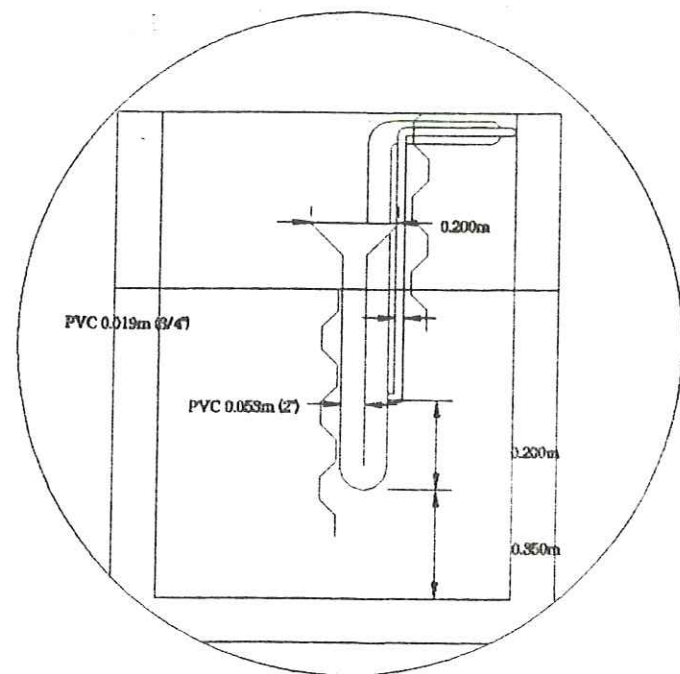
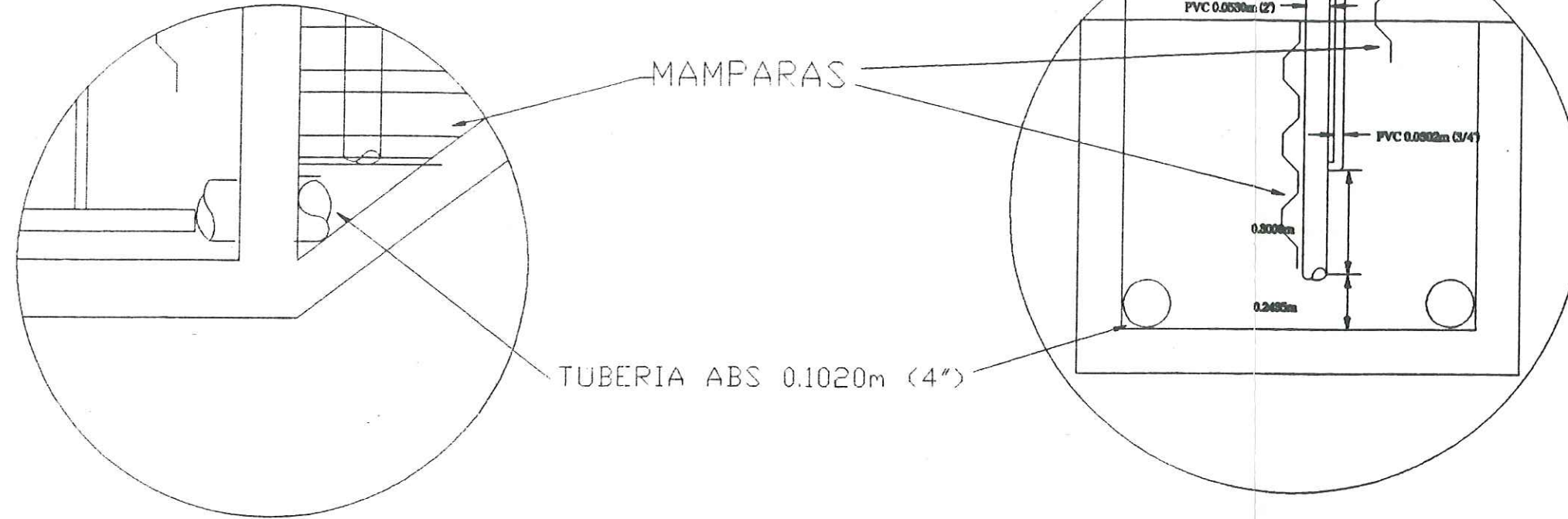


CORTE ELEVACION A-A'
ESCALA 1:20

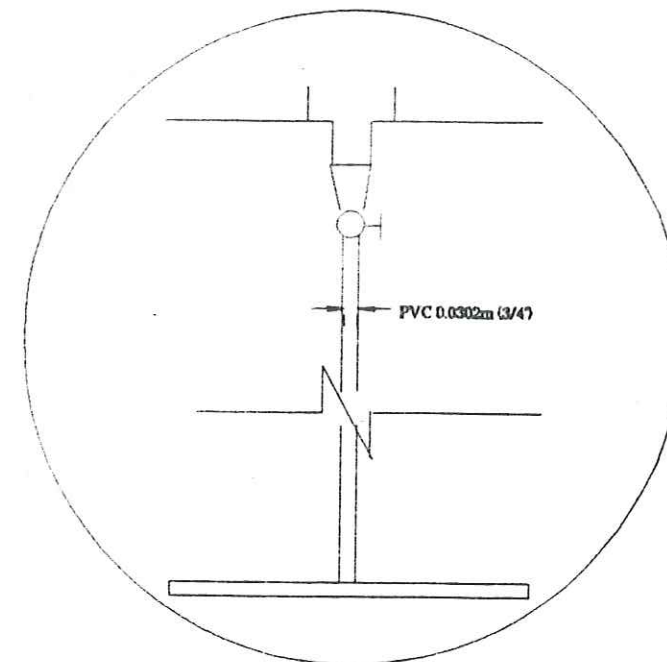
ACOTACIONES EN METROS

| | | |
|--|---|---------------|
| UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA UNIDAD ENSENADA | | |
| TESIS PROFESIONAL | | |
| TEMA: PLANTA DE TRATAMIENTO Y REISO DE AGUA PARA CASA HABITACION | | |
| TESISTAS: ADRIANA FILATOFF TOLEDO JOSE ALEJANDRO SZOKE BUELNA | CONTENIDO: MEROPLANTA DE TRATAMIENTO PLANTA Y ELEVACIONES | |
| DIRECTORES DE TESIS: OC. BERNARDO PRIMITIVO FLORES BAEZ ING. RUBEN ANGEL AYUB MARTINEZ | ESCALAS: INDICADAS | PLANO: 1/2 |
| | FECHA: MAYO DE 1997 | |

DETALLE RETORNADORES DE LODOS



DETALLE RETORNADOR DE NATAS



DETALLE AIREADORES

ACOTACIONES EN METROS

| | | |
|--|--|---------------|
| UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA | | |
| PROYECTO DE TESIS PROFESIONAL | | |
| TEMA: PLANTA DE TRATAMIENTO Y REUSO DE AGUA PARA CASA HABITACION | | |
| TESISTAS: ADRIANA FILATOFF TOLEDO JOSE ALEJANDRO SZOKE BUELNA | CONTENIDO: DETALLES MICROPLANTA DE TRATAMIENTO DOMESTICA | |
| DIRECTORES DE TESIS: OC. BERNARDO PRIMITIVO FLORES BAEZ ING. RUBEN ANGEL AYUB MARTINEZ | ESCALAS: SIN ESCALAS FECHA: MAYO DE 1997 | PLANO: 2/2 |

3.- Equipo Electromecánico

Para la obtención del tamaño de la bomba y soplador para la planta la calculamos mediante la siguiente formula y datos:

$$P = (144 / 33,000) (n / n-1) P_o Q [(P / P_o)^{(n-1)/n} - 1]$$

donde:

P = potencia necesaria

n = cortante para presión a nivel del mar

P_o = presión atmosférica (nivel del mar)

Q = pies cúbicos de oxígeno por minuto (pcm)

$$P = P_o + P_a + P_f$$

P_a = presión de columna de agua = $H \gamma_{\text{agua}}$

P_f = perdidas de presión por fricción de tubería

Datos:

$$n = 1.4$$

$$P_o = 1 \text{ kg/cm}^2 = 14.7 \text{ lbs/plg}^2$$

$$H = 0.84 \text{ m}$$

$$\gamma_{\text{agua}} = 1 \text{ ton/m}^3$$

* Perdidas por Presión por Fricción

Diámetro de la tubería (D) = 3/4"

Longitud 80 pies

-Presión Absoluta del Aire = $P_o + P_a$

$$P_a = H \gamma_{\text{agua}} = 0.84 \text{ m} (1 \text{ ton/m}^3) = 0.84 \text{ ton/m}^2 = 0.084 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_a = 1.19 \text{ lb/plg}^2$$

$$p = P_o + P_a = 14.7 + 1.19 = 15.89 \text{ lb/plg}^2$$

- Temperatura del Aire

$$T = 520 (p / P_o)^{0.283}$$

$$T = 520 (15.89 / 14.70)^{0.283} = 531.58^\circ \text{ R}$$

- Friccion de la Tubería (Fritsche) (Weisbach-Darcy)

$$f = 0.048 D^{0.027} / Q^{0.148}$$

De la tabla 8.1 tenemos

$$250 \text{ galones} = 2 \text{ CFM}$$

$$285.31 \text{ galones} = Q$$

$$Q = 2.28 \text{ CFM}$$

$$f = 0.048 (3/4)^{0.027} / (2.28)^{0.148} = 0.042$$

- Resistencia de la Tubería

$$\Delta p = f L T Q^2 / 38 \times 10^3 p D^5$$

$$\Delta p = (0.042)(80)(531.6)(2.28)^2 / 38 \times 10^3 (15.89)(3/4)^5$$

$$\Delta p = 0.065 \text{ lb/plg}^2 = P_f$$

Las perdida por codos accesorios (codos, tees, yees, valvulas de globo, etc.) son tan pequeñas que no afectan ni aumentan considerablemente las pérdida por fricción.

$$P_f = 0.065 \text{ lb/plg}^2$$

$$P = 14.7 + 1.19 + 0.065 = 15.955 \text{ lb/plg}^2$$

$$P = (144 / 33,000) (1.4 / 1.4-1) 14.7(2.28) [(15.955/ 14.7)^{(1.4-1) / 1.4} - 1]$$

$$P = 0.0121 \text{ HP teorico}$$

Se necesita aumentar a la potencia teórica el 25% para obtener el caballaje real, para que al reducirle la eficiencia obtengamos la potencia teórica.

$$\text{Eficiencia de los motores} = 80\%$$

$$P = 0.0152 \text{ HP real}$$

Comercialmente no hay bombas tan pequeñas, por lo que usaremos una bomba de 1/4 HP que nos garantiza la agitación y el suministro de oxígeno necesario.

8.2.-ESTIMACIÓN DEL COSTO DEL PROCESO.

Con el equipo neumático que es el gasto que se generará durante el proceso, tenemos lo siguiente:

Potencia del motor aereador = 1/4 HP

1 HP equivale a 746 vatios (watts)

Por lo tanto tenemos $1/4 (746) = 186.50$ watts o 0.187 kw.

El costo de 1 kw/hora en una casa ensenadense es aproximadamente \$0.22 /kw para Abril de 1997.

| No. | Fecha | Importe | Consumo (kw) | P.U. |
|-----|---------|---------|--------------|------|
| 1 | 1993/01 | 40 | 246 | 0.12 |
| 2 | 1995/10 | 44 | 196 | 0.15 |
| 3 | 1996/07 | 27 | 99 | 0.19 |
| 4 | 1996/08 | 32 | 117 | 0.20 |
| 5 | 1996/12 | 51 | 173 | 0.20 |
| 6 | 1997/03 | 94 | 297 | 0.21 |
| 7 | 1997/04 | 114 | 347 | 0.22 |

Tabla 8.2

En el proceso de tratamiento, la bomba aereadora operará en intervalos de 4 horas, por lo que planta trabaja 12 horas al día en total, el costo del trabajo es:

$$0.187 \text{ kw / hora (12 horas/día) = 2.24 kw / día}$$

$2.24 \text{ kw} / \text{día} (\$0.22 / \text{kw}) = \$0.49 / \text{día}$ de energía eléctrica.

El costo de tratamiento de un litro de agua con relación al gasto de energía es :

$\$0.49/\text{día} / 1080 \text{ litros/día} = \$0.00046 / \text{litro}$

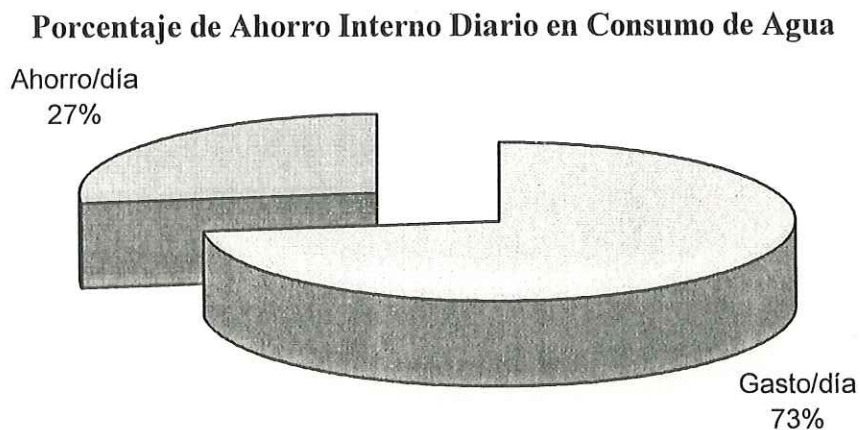
Falta incluir a este costo de tratamiento el costo de desinfección.

8.2.1.-REPERCUSIÓN ECONOMICA.

Para poder analizar la repercusión económica en el tratamiento de aguas residuales domésticas, analizaremos el costo de tratamiento y el ahorro que se tendría en el reuso del agua dentro del sistema.

Una casa tiene un gasto de 755.67 litros al día, de los cuales con el reuso del agua gris y agua tratada tenemos un ahorro del 47% del agua, por lo que reducimos el gasto de \$2.42/día a \$1.28/día. Tenemos un ahorro diario de \$1.14 pesos diarios.

Restándole a \$1.14 pesos diarios el gasto de operación de la planta que es de \$0.49, obtenemos un saldo a favor de \$0.65/día.



Gráfica 8.1

8.3.- DIAGRAMAS DE OPERACION

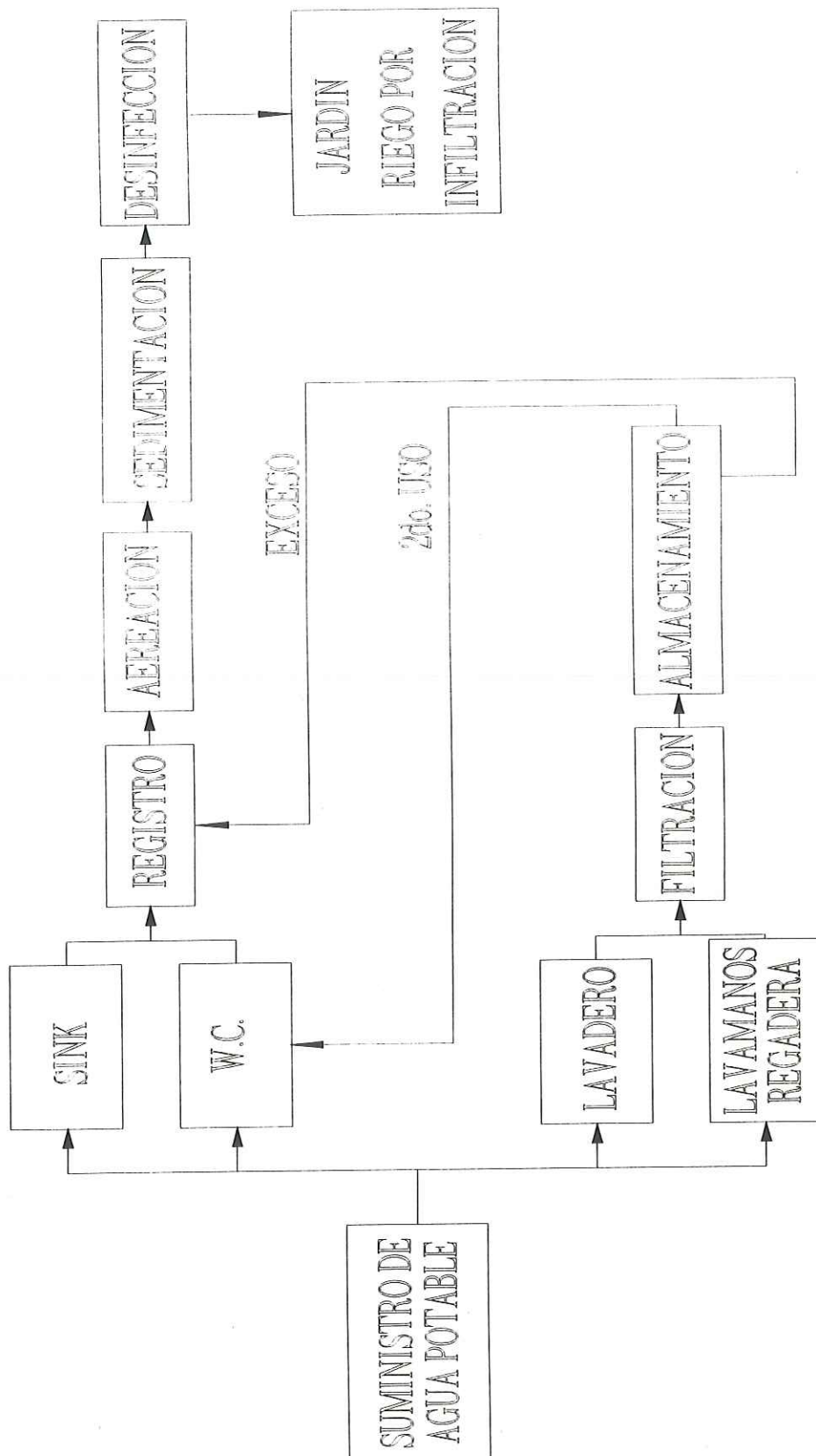


DIAGRAMA 8.3.1 USO DEL AGUA Y SISTEMA DE REUSO



DIAGRAMA 8.3.2 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

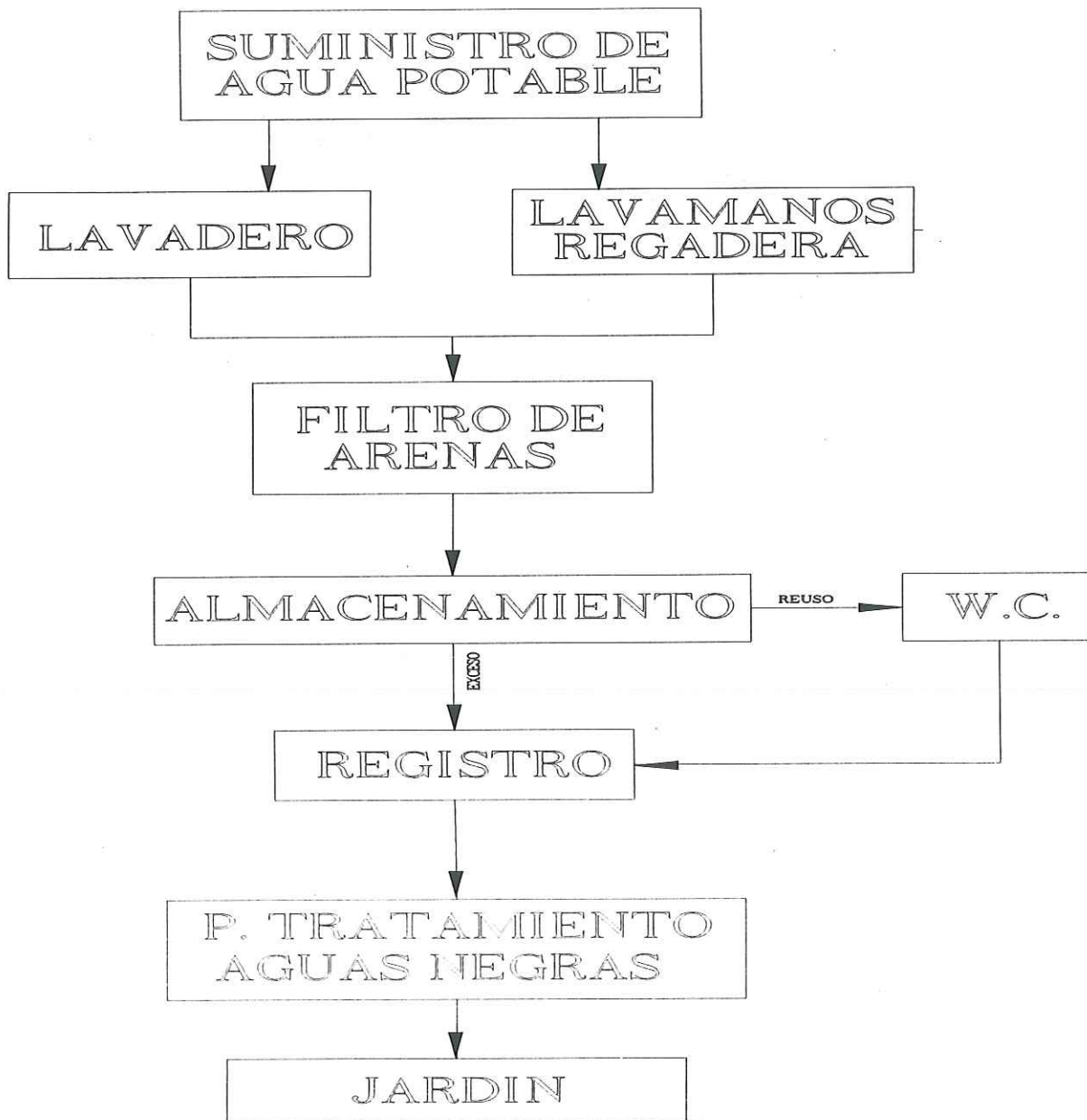


DIAGRAMA 8.3.3 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES

8.4.-PRINCIPIOS Y EQUIPOS.

La planta de tratamiento de aguas residuales domésticas que se diseñó en el punto 8.1.4.2 trabaja con el sistema de tratamiento biológico de lodos activados (microorganismos aeróbicos). Este tipo de tratamiento consiste en la degradación de la materia orgánica con el apoyo de microorganismos, estos microorganismos necesitan la ayuda de un factor importante para “comerse” la materia orgánica, esta ayuda la proporciona el oxígeno.

La planta de tratamiento consiste en dos tanques, uno de aireación y el otro de sedimentación. El agua residual entra a la planta directamente del sistema de evacuación (drenaje sanitario) de la casa por medio de tubería ABS de 4”.

En el tanque de aireación se le proporciona a las bacterias la ayuda (oxígeno) por medio de burbujas de aire que proporcionan unos difusores, estos difusores de aire están conectados a un compresor; la entrada de aire se regula con válvulas.

Una vez que el agua ha permanecido aproximadamente 24 horas en el tanque de aireación pasa al tanque sedimentador, donde los microorganismos se aglomeran formando flóculos, estas aglomeraciones se sedimentan rápidamente por acción de la gravedad. Estos sedimentos se llaman lodos activados y regresan al tanque de aireación para seguir siendo degradados, en la superficie se forman aglomeraciones que no alcanzan a sedimentarse, a estas se les llama natas, estas natas también regresan al tanque de aireación.

El agua que resulta de este proceso de sedimentación es agua clara sin olor, que se envía directamente a un proceso de desinfección a base de cloro en pastillas.

Una vez que el agua sale de la desinfección se realizan análisis físicos, químicos y biológicos para asegurar que si cumple con las normas exigidas y las necesidades requeridas para darle uso en irrigación.

Dentro de los equipos utilizados en esta planta de tratamiento se necesita el inyector de aire, que es un compresor con un motor de una potencia de 1/4 H.P., este “aireador” trabaja en intervalos de 4 horas cada uno, o sea trabaja 4 horas si y 4 horas no, por lo que

trabaja 12 horas en total al día. Se utilizan otros equipos, pero son solamente de mantenimiento o bien para realizar análisis físicos, químicos y biológicos.

8.5.-MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

El mantenimiento preventivo es la inspección periódica de equipos y mecanismos para descubrir fallas o posibles fallas que lleven a la descompostura o deterioro de los equipos, y realizar acciones para corregir a tiempo dichas fallas.

La descompostura de una parte de la planta puede causar que falle todo el proceso. El mantenimiento preventivo, cuando se lleva a cabo adecuadamente, reduce los costos del mantenimiento correctivo e incrementa la eficiencia y vida de los equipos. Una buena planeación del mantenimiento preventivo consiste básicamente en dos partes:

- 1.- Inspección periódica, lubricación, ajuste y otros servicios al equipo y estructura.
- 2.- Registro de reparaciones, alteraciones y reemplazos.

Es importante que el mantenimiento de una planta de tratamiento sea eficiente por varias razones:

- La ausencia de operación y mantenimiento pueden hacer fallar todo el proceso.
- Los procesos biológicos son sumamente vulnerables a los cambios de gasto y carga.
- Incrementar el cuidado a los equipos.
- Minimizar interrupciones del proceso.
- Controlar los costos de operación y mantenimiento.
- Proporcionar seguridad a la planta.
- Incrementar el funcionamiento de la planta al mantener los equipos en condiciones óptimas.

Se debe realizar un programa de mantenimiento para el buen funcionamiento del sistema, para evitar las posibles fallas que puedan llegar a ocurrir, ya sea del proceso en si, o de los equipos.

Todos los fabricantes de equipo proporcionan información básica que normalmente esta respaldada por años de experiencia y debe ser observada cuidadosamente por el operador de la planta, la información incluye:

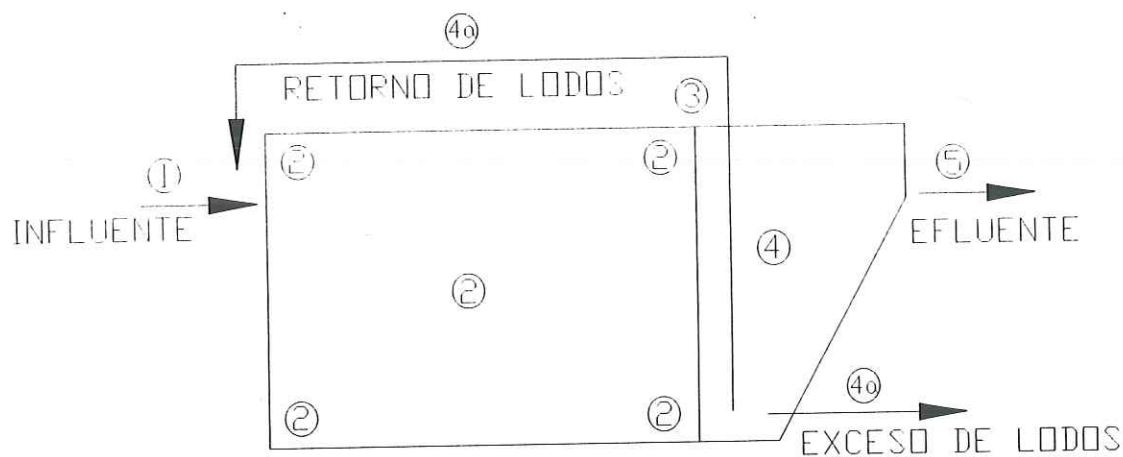
- 1.- Instrucciones para instalación.
- 2.- Instrucciones para lubricación.
- 3.- Instrucciones de operación
- 4.- Procedimientos para armar y desarmar.
- 5.- Lista de partes e instrucciones para reparaciones.

Al realizar un mantenimiento preventivo tambien se realizarán las siguientes inspecciones visuales:

- Color: es indicativo de un lodo viejo o saludable, un lodo saludable presenta un color café chocolate, un lodo obscuro o negro indica que no hay suficiente oxígeno en el tanque de aereación.
- Olor: el olor indica si la planta está trabajando bien, una planta bien operada no genera olores.
- Espumas: la espuma indica que las cantidades de sólidos no son los adecuados, o que los lodos no tienen la edad requerida.
 - Espuma blanca: alta concentración de sólidos.
 - Espuma: lodos viejo, extraer exceso de lodos.
 - Mucha espuma: lodo joven.
- Algas: estas indican altos niveles de nutrientes en el sistema.
- Rocío en aereadores: estos deben sumergirse a una profundidad adecuada, si existe poco rocío es que la profundidad no es adecuada, las bajas concentraciones de oxígeno pueden deberse a esta misma causa.

- Claridad del efluente: un efluente turbio es un indicador de problemas operacionales, puede ocurrir a causa de vertedores desnivelados, o lodos de sedimentación pobres.
- Material flotante: las grandes cantidades de espumas indican niveles altos de grasa y aceites y/o sobreaereación.
- Acumulación de sólidos: esta acumulación de sólidos indica un mezclado ineficiente en el tanque de aereación.
- Turbulencia: zonas de baja turbulencia se deben generalmente a difusores obstruidos.

Dentro del mantenimiento preventivo tambien se realizan los análisis físicos, químicos y biológicos de las aguas. En la siguiente figura se muestran los puntos recomendados para realizar muestreos.



EL PUNTO ③ INDICA
EL PASO DEL AGUA DE
UN TANQUE A OTRO.

Figura 8.5

En la tabla se muestran los valores esperados para los parámetros importantes del proceso, según su punto de muestreo.

| Parámetro | Punto de Muestreo | Valor Esperado |
|--------------------------|-------------------|----------------|
| DBO5 influente | 1 | 1-300 mg/l |
| DBO5 efluente | 5 | 5-30 mg/l |
| DQO influente | 1 | 3-900 mg/l |
| DQO efluente | 5 | 15-90 mg/l |
| Oxígeno disuelto | 2 | 1.5-4 mg/l |
| SSLM | 2, 3 | Variable |
| SSLVM | 2, 3 | 70-80% SSLM |
| SS influente | 1 | Variable |
| SS efluente | 5 | 5-30 mg/l |
| SS recirculación y purga | 4a | Variable |
| DBO5 / DQO | 1 | ± 5 |
| pH | 2, 5 | 6.5-8.5 |
| Sedimentabilidad | 3 | Graficar |
| Manto de lodos | 4 | 0.3-1.0 m |

Tabla 8.3

Es importante mantener un balance adecuado de la cantidad de DBO5 (alimento), para formar un buen lodo en el aereador y que se logre un buen porcentaje de remoción de DBO. Este balance se controla con la relación de alimento-microorganismo (F/M), esta relación varía de acuerdo al proceso de tratamiento. Se calcula de la siguiente manera:

$$F/M = \text{kg de DBO influente/diario} / \text{kg. de SSVLM (en el aereador)}$$

El alimento (F) no se puede controlar, los microorganismos (M) se pueden controlar mediante una buena recirculación de lodos. Si la relación F/M es alta hay que disminuir la purga de lodos y aumentar la recirculación de estos, si por el contrario la relacion es baja hay que aumentar la purga.

8.6.-MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

Todas las plantas de tratamiento presentan problemas ocasional o continuamente; algunas veces no afectan en cantidad al proceso, otras veces el funcionamiento de la planta es afectado por causas continuas.

Si no se ha realizado un mantenimiento preventivo al proceso con anterioridad, es muy probable que ocurra una falla y que afecte todo el proceso de tratamiento.

El principal objetivo de cualquier intento de resolver problemas es identificar la causa del problema, solamente después de identificar la verdadera causa se puede dar solución óptima. Esto parece obvio, pero es comun que en las plantas de tratamiento se aplique remedio a lo que llamamos prueba y error, sin identificar la causa del problema.

El mantenimiento correctivo debe ser aplicado en el menor tiempo posible a partir de que se ha localizado la falla ya sea en el sistema o en el equipo.

En la siguiente tabla se mencionan algunos problemas típicos en el sedimentador secundario (cono Imhoff).

| Tipo de Problema | Sintomas | Causa |
|---------------------------|--|---|
| Abultamiento de Lodos | Flóculo grande distribuido en todo el sedimentador, pobre compactación del manto de lodos. | Sobrecarga orgánica, deficiencia de nutrientes. |
| Flotación de lodos | Sólidos biológicos flotan en la superficie del sedimentador. | Demasiado tiempo de retención en el sedimentador. |
| Defloculación | Pequeño flóculo flotante, sobrenadante turbio. | Toxicidad, deficiencia de nutrientes, exceso de carga orgánica, condiciones anaerobias. |
| Flóculo disperso | Flóculo pequeño y ligero, sobrenadante claro | Edad de lodos baja |
| Flóculo cabeza de alfiler | Flóculo pequeño y pesado, efluente turbio, floculo de rápida sedimentación. | Edad de lodos alta. |
| Arrastre de sólidos | Flóculo saludable que es empujado sobre el vertedor. | Vertedores desnivelados, sobrecarga desnivelada, sobrecarga hidráulica. |

Tabla 8.4

8.6.1.- MEDIDAS DE EMERGENCIA.

En las siguientes tablas se puede observar las diversasa causa por la que una planta no esta uncionado correctamente, asi como sus causas y la forma de arreglarlo.

8.6.1 MEDIDAS DE EMERGENCIA

PROBLEMAS QUE PUEDEN OCURRIR

| CAUSA | O.D. ALTO | O.D. BAJO | pH ALTO/BAJO | LODO VIEJO | LODO JOVEN | MANTO DE LODOS ALTO | MANTO DE LODOS BAJO | F/M BAJO | F/M ALTO | EDAD DE LODOS ALTA | EDAD DE LODOS BAJA | NUTRIENTES INSUFICIENTES | FOSFORO ALTO | CHOQUE DE CARGA ORGANICA | CHOQUE DE CARGA HIDRAULICA | MEZCLA POBRE |
|--|-----------|-----------|--------------|------------|------------|---------------------|---------------------|----------|----------|--------------------|--------------------|--------------------------|--------------|--------------------------|----------------------------|--------------|
| 1.-SEDIMENTO POBRE EN EL CLARIFICADOR | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1.a Abundamiento lodo filamentosos | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.2.b Abundamiento lodo no filamentosos | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.2 Lodo Acendriente | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.3 Desfloculación | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.4 Floculo Disperso | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.5 Floculo Fino | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2. ARRASTRE DE LODOS EN EL CLAFICADOR | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3. ESPUMA EXCESIVA EN EL AERADO | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.1 Espuma Blanca | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.2 Espuma Café Oscuro Gruesa | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4. REDUCIDA DEMANDA DE O.D. EN EL AERADOR | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5. ALTA DEMANDA DE O.D. EN EL AERADOR | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6. OLORES EN EL AERADOR Y CLARIFICADOR | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7. LODO SEPTICO | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8. NATAS EN EXCESO EN EL CLARIFICADOR | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9. CRECIMIENTO EXCESIVO DE ALGAS EN LAS PAREDES Y VERTEDORES DEL CLARIFICADOR | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10. BAJO O.D. EN EL AERADOR | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11. ALTO O.D. EN EL AERADOR | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12. ALTO/BAJO pH EN EL AERADOR | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13. REMOCION BAJA DE DBO | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14. CONCENTRACION BAJA DE SS EN EL GASTO EXTRAIDO DE LA TOLVA DEL SEDIMENTADOR | | | | | | | | | | | | | | | | |

8.6.1 MEDIDAS DE EMERGENCIA

PROBLEMAS QUE PUEDEN OCURRIR

CAUSA

| PROBLEMA | TOXICIDAD | ACUMULACION DE SOLIDOS EN EL AERADOR | CORTO CIRCUITO | EXCESO DE O.D. | DIFUSORES OBSTRUIDOS | TRANSFERENCIA INADECUADA DE OXIGENO | VERTEDORES | DESNIVELADOS | DESCARGA TIPO INDUSTRIAL | TEMPERATURA BAJA | SSVLM INSUFICIENTE | TIEMPO DE RETENCION BAJO | SEPTICIDAD EN EL AERADOR | SEPTICIDAD EN EL SEDIMENTADOR | DESNITRIFICACION | INFLUENTES ANORMALES |
|--|-----------|--------------------------------------|----------------|----------------|----------------------|-------------------------------------|------------|--------------|--------------------------|------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------|----------------------|
| 1.-SEDIMENTO POBRE EN EL CLARIFICADOR | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1.a Abundamiento lodo filamentososo | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.2.b Abundamiento lodo no filamentososo | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.2 Lodo Acendnente | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.3 Desfloculación | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.4 Floculo Disperso | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.5 Floculo Fino | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2. ARRASTRE DE LODOS EN EL CLAFICADOR | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3. ESPUMA EXCESIVA EN EL AERADO | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.1 Espuma Blanca | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.2 Espuma Café Oscuro Gruesa | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4. REDUCIDA DEMANDA DE O.D. EN EL AERADOR | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5. ALTA DEMANDA DE O.D. EN EL AERADOR | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6. OLORES EN EL AERADOR Y CLARIFICADOR | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7. LODO SEPTICO | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8. NATAS EN EXCESO EN EL CLARIFICADOR | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9. CRECIMIENTO EXCESIVO DE ALGAS EN LAS PAREDES Y VERTEDORES DEL CLARIFICADOR | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10. BAJO O.D. EN EL AERADOR | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11. ALTO O.D. EN EL AERADOR | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12. ALTO/BAJO pH EN EL AERADOR | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13. REMOCION BAJA DE DBO | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14. CONCENTRACION BAJA DE SS EN EL GASTO EXTRAIDO DE LA TOLVA DEL SEDIMENTADOR | | | | | | | | | | | | | | | | |

8.6.2.-MEDIDAS DE SEGURIDAD.

“LOS ACCIDENTES NO SE PRODUCEN SINO QUE SON PRODUCIDOS”.

La prevención de accidentes es el resultado de una profunda meditación, así como de la aplicación de principios básicos y el conocimiento de los peligros.

Los principales riesgos en una planta de tratamiento son:

- 1.- Daños físicos
- 2.- Infecciones corporales.
- 3.- Peligros ocasionados por gases nocivos.

La prevención de los daños físicos empieza por tener un buen orden; las herramientas, las piezas de repuesto, y otros objetos no deben dejarse dondequiera. Las señales de advertencia nos protegen contra tuberías, tanques abiertos, etc. También debe tenerse cuidado con las descargas eléctricas, aunque los interruptores que están cubiertos son bastante seguros, aun así no debemos hacer confianza de ellos y aun más que se encuentran cercanos a cuerpos de agua. Es esencial conectar a tierra todo el equipo.

Las personas que manejan aguas residuales, están expuestas a todos los peligros que originan las enfermedades de origen hídrico, como la fiebre tifoidea, paratifoidea, disenteria amibiana, ictericia infecciosa, etc. También deben protegerse contra las infecciones cutáneas y el tétanos.

Las infecciones intestinales o cualquier contacto de un agua residual con la piel o alguna herida deben recibir atención médica. Los guantes de algodón recubiertos de hule son baratos y proporcionan buena seguridad a las manos.

Los gases nocivos son aquellos que directa o indirectamente perjudican o destruyen la salud de los seres humanos. Los gases que producen las aguas residuales son una mezcla de gases originados por la descomposición de la materia orgánica, en esta mezcla podemos

encontrar bióxido de carbono, metano, hidrógeno, ácido sulfhídrico y un poco de oxígeno. Estos gases pueden ocasionar quemaduras, envenenamiento y explosiones.

8.7.-MANUAL DE OPERACIÓN DE LA MICROPLANTA.

Planta Tratadora de Aguas Residuales tipo Aerobica para Aguas Domésticas con una capacidad de 1.08 m³.

Descripción:

- 1.- Tipo de Agua a tratar: Doméstica.
- 2.- Sistema de Tratamiento: Tratamiento Biológico Tipo Aeróbico.
- 3.- Material de Construcción: TRIDIPANEL y Tubería PVC y ABS.
- 4.- Dimensiones:
 - Tanque Aereador Rectangular
Largo = 1.60m Ancho = 0.80 m Alto = 1.10m.
 - Tanque Sedimentador Conico
Largo = 0.78 m Ancho = 0.80 m Alto = 1.10 m Base = 0.30 m

Características de la Planta:

- * La planta consta de dos Tanques:
 - 1.-Tanque de Aereación Extendida .
 - 2.- Conos Sedimentador (Imhoff).
- * Sistema de Aereación por Compresor acoplado a Motor Eléctrico.
- * Sistema de Desinfección con Postclorinador.
- * Sistema Integral de Difusores.
- * Regresadores de Lodos y Desnatador.

Información Técnica:

- 1.- Capacidad de Tratamiento: 285.31 galones (1,080 litros)
- 2.- Carga Organica: 239 mg/l
- 3.- Tiempo de Retención en Tanque de Aereación: 24 horas.
- 4.- Número de Habitantes: 5 máximo.
- 5.- Equipo Electromecánico: Motor 1/4 H.P.
Energía 110 volts

Mantenimiento Preventivo:

- Extracción de sólidos suspendidos y grasas.
- Mantenimiento de Motor según manuales del fabricante.
- Análisis de Parámetros Físicos, Químicos y Bacteriológicos.
- Extracción y Desecación de Lodos según cuando exista un exceso (ver tabla 8.ª hoja oficio).
- Clorinación de acuerdo a especificaciones.
- Añadir licor de acuerdo con los datos Físico-Químico-Biológicos.

Proceso de Tratamiento:

1. Las aguas residuales llegan al sistema de tratamiento por el influente de 4", proveniente del sistema de drenaje (registro) de la casa.
2. Esta agua entra al tanque de aereación, en este tanque las aguas residuales se retienen durante un tiempo de 24 horas.
3. En este tanque se le suministra oxígeno al agua residual para permitir la descomposición de la materia orgánica y su conversión a sustancias minerales fijas.
4. El licor proveniente de este proceso pasa al tanque cónico donde se sedimenta los lodos activados sobrantes, estos lodos se regresan por medio de los tubos regresadores hacia el tanque aereador, donde se les continúa suministrando oxígeno.
5. La aereación continúa por tiempo indefinido para que las bacterias digieran a los sólidos existentes en el agua residual.
6. La mezcla que resulta del proceso de lodos activados pasa al tanque sedimentador, en donde las bacterias flocculan y convierten los sólidos en materia sedimentable.
7. Estos sólidos se envían por los regresadores y las natas por el desnatador hacia el tanque aereador; el agua clarificada pasa por debajo de los baffles que evitan el paso de las natas.
8. El agua clarificada sale por el efluente donde se coloca el postclorinador, y se efectúa la desinfección.
9. Una vez que el agua sale del tanque de desinfección se le debe efectuar al agua un análisis físico-químico-bacteriológico para determinar si es apta para ser reutilizada en el riego de áreas verdes.
10. El equipo electromecánico trabaja en intervalos de 4 horas, o sea 3 intervalos al día o 12 horas en total.

Operación de la Microplanta:

La microplanta de tratamiento está totalmente automatizada, trabaja a base de un reloj que activa el compresor de aire a una hora determinada, para dejarlo trabajar 4 horas y

luego desactivarlo durante otras 4 horas; en total la bomba trabaja 12 horas al día, y descansa otras 12 horas.

La entrada de agua residual a la planta esta conectada directamente al registro principal de la casa. A este registro llega el agua residual del sanitario y del sink (lavatrastos). Una vez que el agua residual ha sido tratada esta sale de la planta hacia el sistema de irrigación del jardín de la casa.

También existe un filtro para las aguas grises, el agua pasa por este filtro de gravas y arenas donde se retienen las espumas provenientes de la regadera, el lavamanos y el lavadero o lavadora. El agua que se trata en este filtro es enviada al baño para ser reusada en el sanitario, cada vez que esta agua se usa en descargas se va hacia la planta de tratamiento de aguas residuales.

A este filtro le entra el agua por gravedad y esta es enviada de regreso al tanque del sanitario por medio de una bomba.

Como se observa la planta de tratamiento y el filtro de espumas no requieren de una operación especializada, puesto que el sistema practicamente trabaja solo, solamente se requiere llevar a cabo un mantenimiento preventivo cada cierto tiempo que se maneja bajo una programación, este mantenimiento es con el fin de descubrir fallas existentes o fallas que pudieran llegar a ocurrir y ocasionar el colapso del sistema.

En caso de que algun elemento del tratamiento llegará a fallar se aplicará un mantenimiento correctivo. A este mantenimiento correctivo tambien se le puede llamar emergencias y estas son citadas en el punto 8.6.1.

8.8.-PROTOTIPO DE LABORATORIO.

Se trato de analizar la efectividad de un prototipo de laboratorio, en el cual se pudiera ver y detectar los pros y los contras del funcionamiento de este tipo de tratamiento y tipo de planta (aereación extendida).

El prototipo se diseño para un gasto de 20 litros/día, se trato de hacer lo más real posible, utilizando los elementos que el mercado nos ofrece.

El prototipo esta conformado con paredes de cristal y plastico acrilico transparente, esto es con la finalidad de poder observar el funcionamiento y circulación del agua en el

tanque aereador y sedimentador, se trato de seguir las condiciones de diseño indicadas en el punto 8.1.4.1.

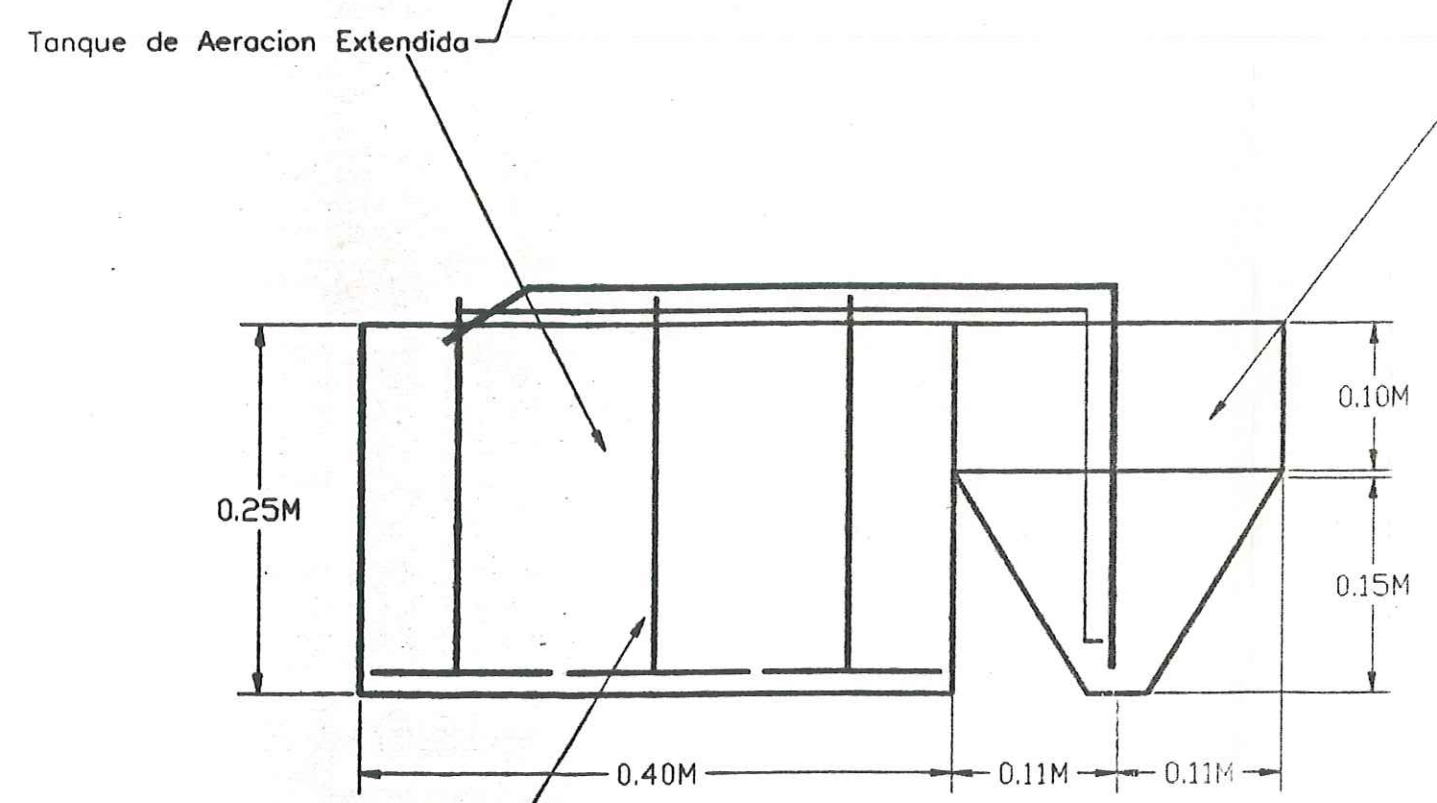
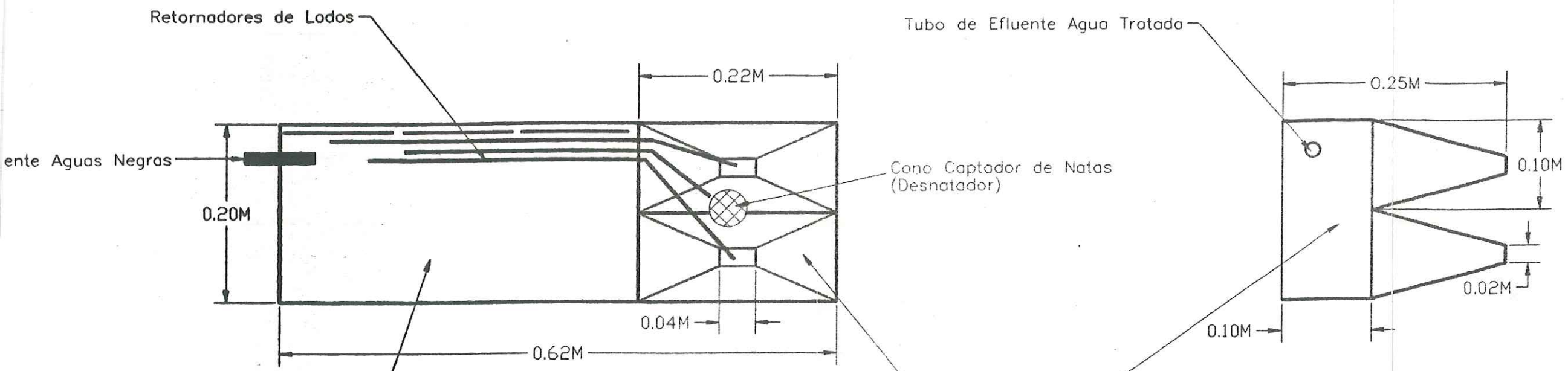
El problema más significativo que se encontro fue el requerimiento de aire, que se debia proporcionar para darle una agitación y aereación necesaria que requieren los microorganismos que nos ayudan a la degradación de la materia orgánica.

Los componentes neumáticos utilizados para el prototipo fueron de material utilizado en la industria de la Acuicultura Doméstica (acuarios), la inyección de aire (oxígeno) se logro por medio de bombas para pecera.

El funcionamiento de la planta durante un tiempo, al parecer da buen resultado, pero notamos que transcurridas 24 horas la agitación del tanque aereador no era lo suficiente para el lodo existente.

De esta posible falla revisando las tablas de medidas de emergencia observamos:

- Remoción baja de DBO
- Posible obstrucción de difusores.
- Edad de lodos alta.
- Lodo viejo.
- Exceso de lodos.



Tanque de Sedimentacion (Doble Cono)

Muros y Pisos de Cristal y Acrilico Transparente
 Tuberia de Retornadores de Lodos de ABS 1/4"
 Tuberia de Aire y Difusores de Tubos para Pecera (Plastico)

| | | |
|--|---|---------------|
| UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA | | |
| UNIDAD ENSENADA | | |
| TESIS PROFESIONAL | | |
| TEMA: PLANTA DE TRATAMIENTO Y REUSO DE AGUA PARA CASA HABITACION | | |
| TESIS AS: ADRIANA FILATOFF TOLEDO JOSE ALEJANDRO SZOKE BUELNA | CONTENIDO: PROTOTIPO DE LABORATORIO | |
| DIRECTORES DE TESIS: CC. BERNARDO PRIMITIVO FLORES BAEZ ING. RUBEN ANGEL AYUB MARTINEZ | ESCALAS: 1:5 FECHA: MAYO DE 1997 | PLANO: 1/1 |

IX.- UBICACION DE MICROPLANTA DE TRATAMIENTO DOMESTICO.

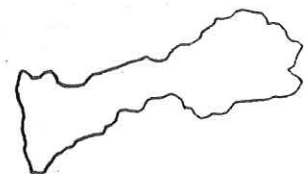
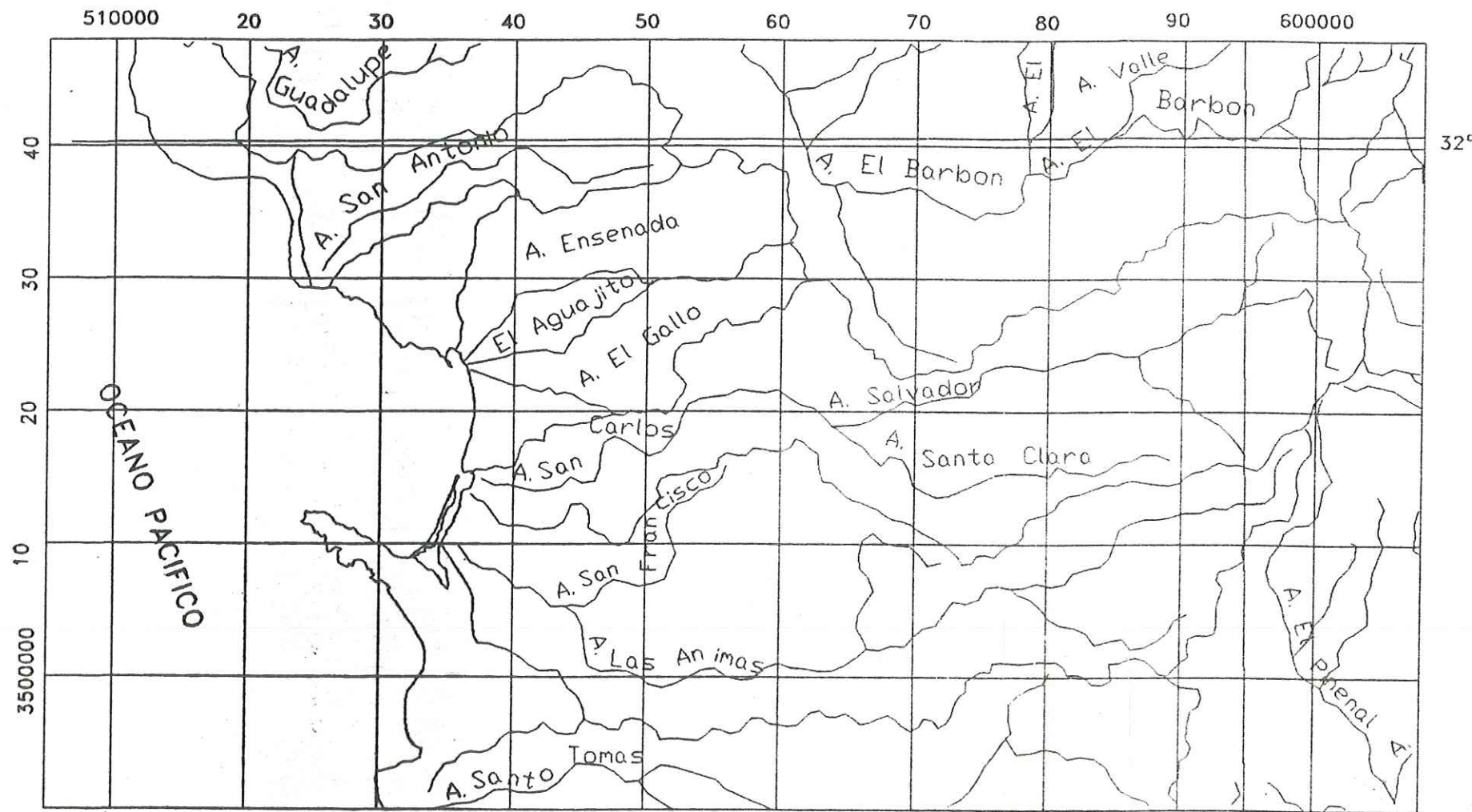
9.1.-CUENCAS Y ZONAS DE LA CIUDAD.

En la Ciudad y Puerto de Ensenada, existen varias corrientes pluviales que se pueden localizar por sus notables afluentes en temporada de lluvias, y que por el hecho de ser cuencas sean necesarios sistemas de bombeo (cárcamos) de agua residual a los sitios o plantas de tratamiento de las mismas.

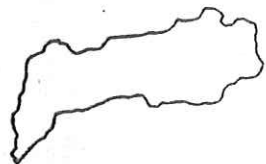
Dentro de la Bahía podemos notar varias cuencas predominantes:

| CUENCA | AREA (m ²) |
|--------------------|------------------------|
| Arroyo San Antonio | 197'438,618.63 |
| Arroyo Ensenada | 178'252,840.54 |
| Arroyo El Aguajito | 43'853,048.67 |
| Arroyo El Gallo | 120'662,284.32 |
| Arroyo San Carlos | 835'247,884.88 |
| Arroyo Las Animas | 860'930,235.72 |

CUENCAS HIDROGRAFICAS DE LA BAHIA DE TODOS SANTOS



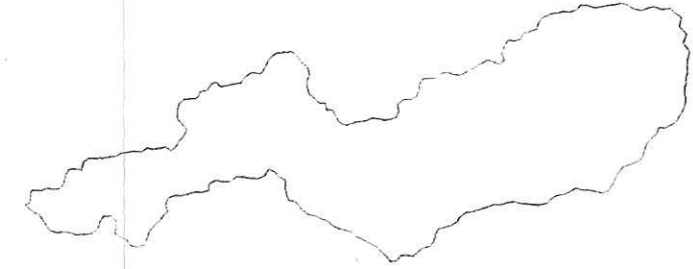
A. San Antonio 197'438,618.6344 m²
Longitud aprox. 30.3 km



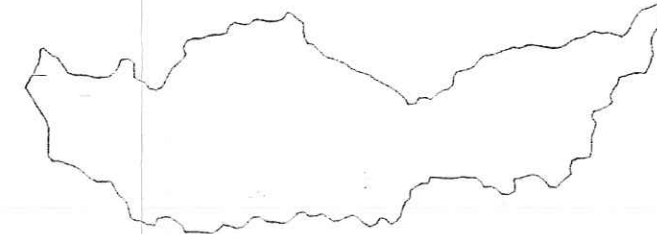
A. Ensenada 178'252,840.5468 m²
Longitud aprox. 28.7 km



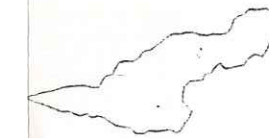
El Aguajito 43'853,048.6768 m²
Longitud aprox. 14.2 km



A. San Carlos 835'247,884.8823 m²
Longitud aprox. 71.0 km



A. Las Animas 860'930,235.2282 m²
Longitud aprox. 68.8 km



A. El Gallo 120'662,284.3246 m²
Longitud aprox. 26.6 km

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

PROYECTO DE TESIS PROFESIONAL

TEMA:
PLANTA DE TRATAMIENTO Y REUSO DE AGUA EN CASA HABITACION

| | |
|---|--|
| TESISTAS: ADRIANA FILATOFF TOLEDO JOSE ALEJANDRO SZOKE BUELNA | CONTENIDO: CUENCAS HIDROGRAFICAS DE LA BAHIA DE TODOS SANTOS |
|---|--|


| | | |
|--|------------------------|---------------|
| DIRECTORES DE TESIS: CC. BERNARDO PRIMITIVO FLORES BAEZ ING. RUBEN ANGEL AYUB MARTINEZ | ESCALAS: INDICADAS | PLANO: 1/1 |
| | FECHA: MAYO DE 1997 | |


Dentro de las cuencas que comprenden la mancha urbana de la Ciudad de Ensenada se encuentran numerosas cuencas pequeñas por el posible gasto de agua pluvial pero importantes para el diseño de las redes de drenaje de agua residuales, las cuales callendo dentro de estas cuencas se tengan que diseñar y construir cárcamos de bombeo para poder hacer llegar el agua residual a las plantas de tratamiento, dentro de las cuencas que se encuentran dentro de la Ciudad que hacemos notar son:


| CUENCA | AREA (m ²) |
|-----------------|------------------------|
| VI Ayuntamiento | 4'349,691.68 |
| La Moderna | 3,573,869.48 |
| Doña Petra | 17'830,614.03 |
| Arroyo Ensenada | 178'282,840.54 |
| Ira. Sección | 3'376,156.22 |
| El Aguajito | 43'853,048.67 |
| Diamante | 7'516,572.46 |
| El Gallo | 120'662,284.32 |
| Valle Dorado | 9'043,936.28 |
| El Naranja | 16'766,315.52 |

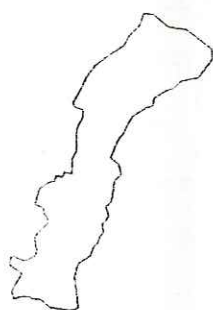
CUENCAS HIDROGRAFICAS DE LA CIUDAD DE ENSENADA

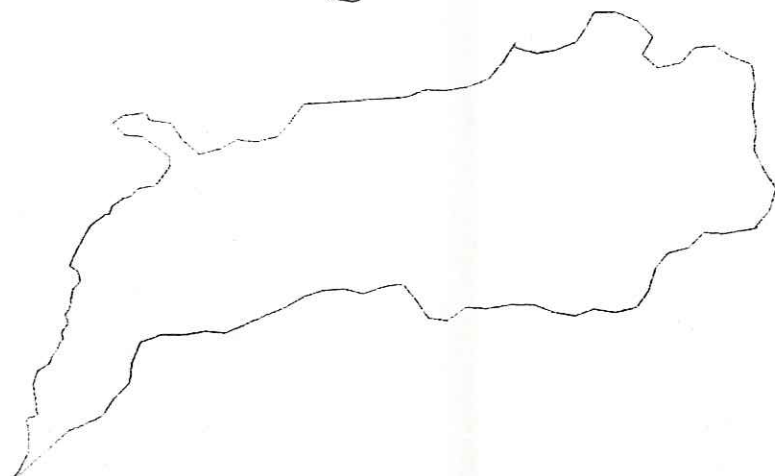


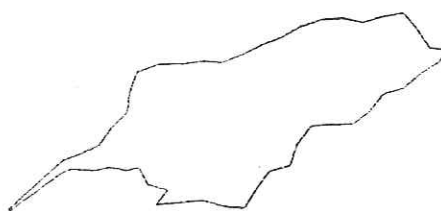
 CUENCA 6TO AYNTAMIENTO
AREA 4'349,691.68 m²

 CUENCA COLONIA MODERNA
AREA 3'573,869.48 m²

 CUENCA PRIMERA SECCION
AREA 3'376,156.22 m²


 CUENCA CANON DE DONA PETRA
AREA 17'830,614.03 m²


 CUENCA ARROYO ENSENADA
AREA 178'282,840.54 m²

 CUENCA ARROYO EL AGUAJITO
AREA 43'853,048.67 m²

 CUENCA AVE. DIAMANTE
AREA 7'516,572.46 m²

 CUENCA ARROYO EL GALLO
AREA 120'662,284.32 m²

 CUENCA FRACC. VALLE DORADO
AREA 9'043,936.28 m²

 CUENCA EL NARANJO
AREA 16'766,315.52 m²

| | | |
|---|--|--------------|
| UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA UNIDAD ENSENADA | | |
| TESIS PROFESIONAL | | |
| TEMA PLANTA DE TRATAMIENTO Y REUSO DE AGUA PARA CASA HABITACION | | |
| TITULAS: ADRIANA FILATOFF TOLEDO JOSE ALEJANDRO SZOKE BUELAN | CONTENIDO: CUENCAS DE LA CIUDAD DE ENSENADA | |
| DIRECTORES DE TESIS: OC. BERNARDO PRIMITIVO FLORES BAEZ ING. RUBEN ANGELO AYUB MARTINEZ | RECALAS: SIN ESCALAS | PLAN: 1/1 |
| FECHA: MAYO DE 1997 | | |

9.2.-LOCALIZACIÓN DE COLONIA Y LOTE.

Para poder localizar el sitio donde colocar el prototipo de la Microplanta de Tratamiento y el sistema de reuso de agua, sea realizó un convenio entre Inmobiliaria Estatal de Ensenada (IEE) y la Universidad Autonoma de Baja California (UABC).

Aprovechando el convenio, se realizaron visitas a las colonias y fraccionamientos posesión de Inmobiliaria.

- Porción del Sauzal de Rodriguez.
- Colonia 6to. Ayuntamiento
- Fraccionamiento Popular '89
- Colonia Morelos I
- Colonia Morelos II
- Asentamiento Cañon Buena Vista

Los factores que se tomarón en cuenta para llegar a obtener el sitio adecuado donde colocar el prototipo, fuerón:

1. Abastecimiento de agua potable.
2. Red de drenaje sanitario.
3. Dimensiones del terreno.
4. Topografía del terreno.
5. Cultura sobre sanidad de la población.
6. Socioeconomía de la población.

Revisando cada una de las colonias y los factores anteriores, tenemos:

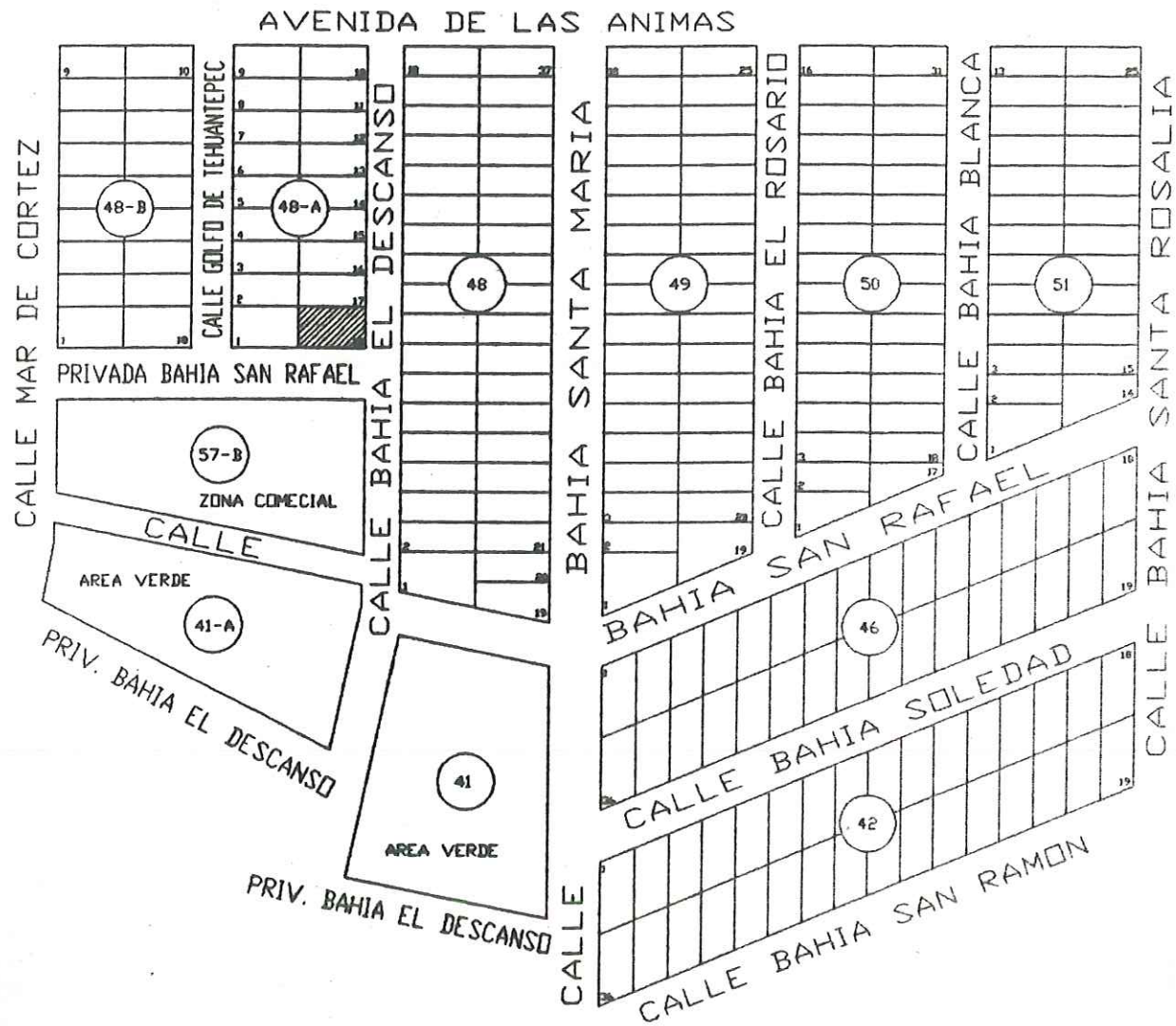
| Colonia | A.P | R.D.S | Terreno | Topografía | Cultura | Socioeco -nomia | Disponi -bilidad |
|-------------------|-----|-------|---------|------------|---------|--------------------|---------------------|
| Sauzal | SI | SI | G | Abrupta | R | M-Baja | NO |
| 6to. | SI | NO | G | Abrupta | R | M-Baja | NO |
| Ayuntamiento | | | | | | | |
| Popular '89 | SI | NO | M | P. Suave | R | M-Baja | SI |
| Morelos I | SI | NO | M | P. Suave | RB | M-Baja | NO |
| Morelos II | SI | NO | M | Suave | RB | M-Baja | NO |
| Cañon Buena Vista | SI | NO | G | Plana | B | Baja | SI |

A.P = Agua Potable R.D.S = Red de Drenaje Sanitario.

De las colonias con probabilidades se encontraron la Colonia Popular '89 y el Cañon Buena Vista. De las dos descartamos el Cañon Buena Vista por no tener abastecimiento de agua potable, por lo que nos queda la Colonia Popular '89.

Dentro de la Colonia Popular '89, se recorrieron y se clasificaron 5 posibles casas, de estas escogimos la situada en la manzana 48-A, lote 18; las demás se descartaron por su situación legal con Inmobiliaria del Estado.

LOCALIZACION DEL TERRENO
DENTRO DE LA COLONIA AMP. POPULAR 89

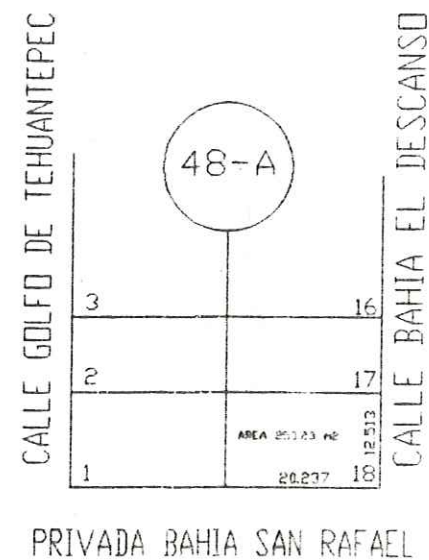


LOCALIZACION DE LA COLONIA
DENTRO DE LA CIUDAD Y PUERTO DE ENSENADA



LA COLONIA AMPLIACION POPULAR 89 SE ENCUENTRA SITUADA AL NORESTE DEL PUERTO DE ENSENADA APROXIMADAMENTE A 8.1 KM PERTENECIENDO A LA CUENCA DEL ARROYO ENSENADA A UNA ALTURA DE 160 M.S.N.M. (METROS SOBRE NIVEL DE MAR)

LOCALIZACION DEL TERRENO
DENTRO DE LA MANZANA



| | | |
|--|---|---------------|
| UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA | | |
| UNIDAD ENSENADA | | |
| TESIS PROFESIONAL | | |
| TEMA: PLANTA DE TRATAMIENTO Y REUSO DE AGUA PARA CASA HABITACION | | |
| TESISTAS: ADRIANA FILATOFF TOLEDO JOSE ALEJANDRO SZOKE BUELNA | CONTENIDO: LOCALIZACION DEL TERRENO | |
| DIRECTORES DE TESIS: CC. BERNARDO PRIMITIVO FLORES BAEZ ING. RUBEN ANGEL AYUB MARTINEZ | ESCALAS: SIN ESCALAS FECHA: MAYO DE 1997 | PLANO: 1/1 |

9.3.-LOCALIZACIÓN DE SISTEMA DE REUSO.

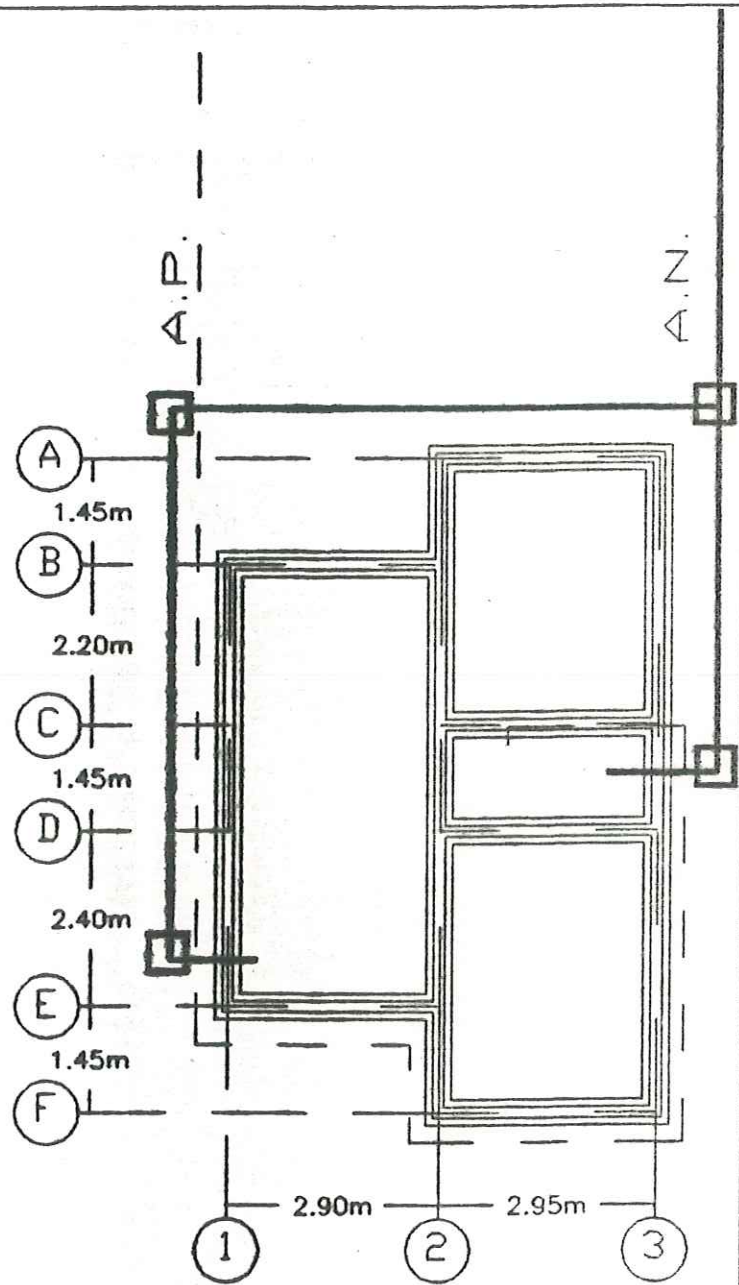
Para la localización del sistema de reuso y tratamiento, hay que tomar en cuenta un factor que es muy importante, como es la topografía; el tratar de ahorrar aprovechando la tubería existente de la casa, y zonas de irrigación.

El reuso de las aguas grises es de la siguiente forma: se ubicará el fitro de arena cerca del baño para no tener que extender la tubería de reuso y retorno de carga del tanque del sanitario.

El reuso, es aprovechar el agua de la regadera, lavadero y lavamanos dandole un tratamiento para quitarle las espumas y mandarla al baño para las descargas del sanitario. Ver diagrama 8.3.3

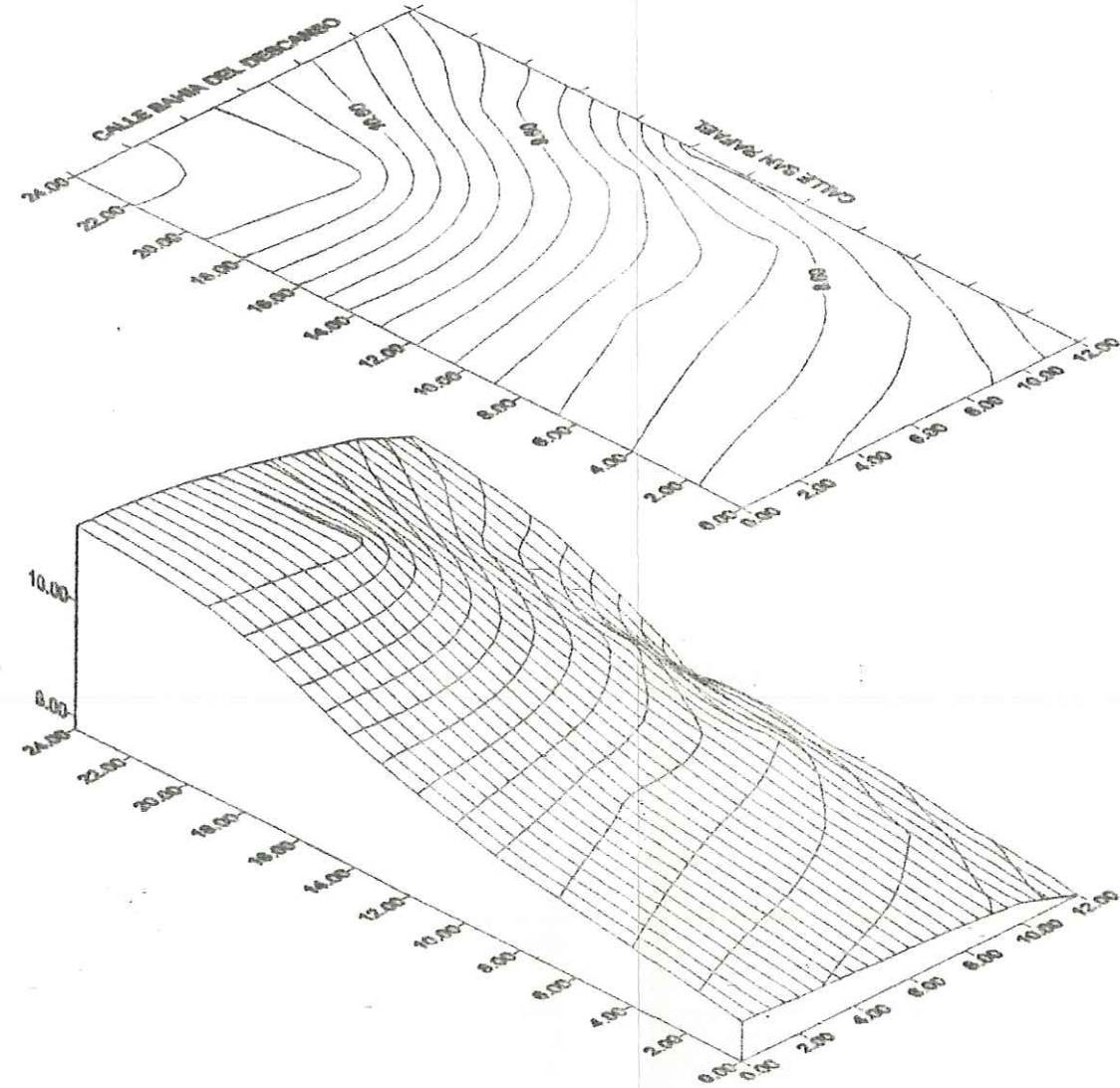
En la localización del reuso de agua tratada y de la microplanta, se tomarón factores como los del agua gris, para aprovechar toda la tubería existente y la topografía; el flujo del agua se puede observar en el diagrama 8.3.2.

CALLE BAHIA DEL DESCANSO



CALLE SAN RAFAEL

TOPOGRAFIA DEL TERRENO



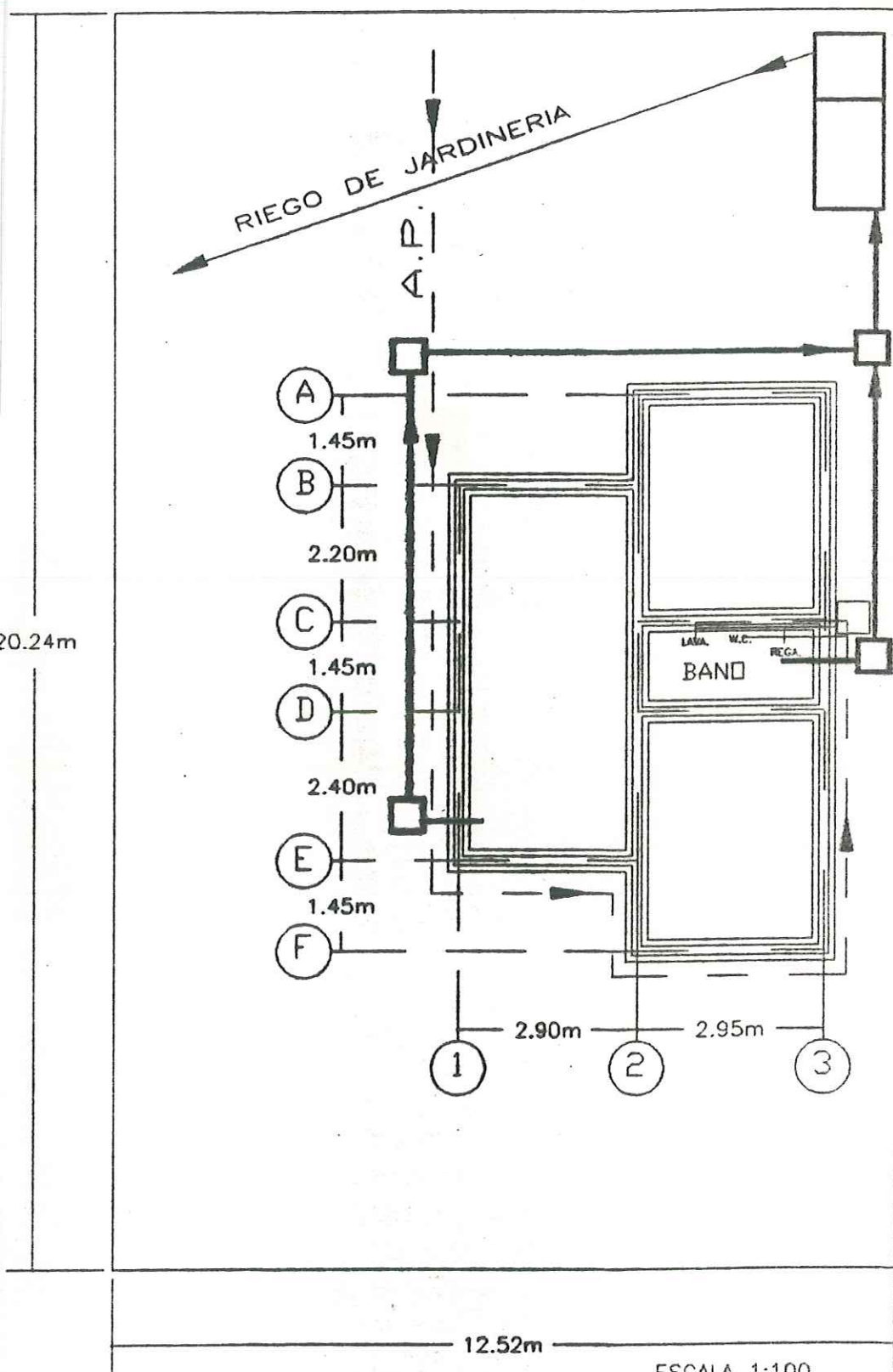
| SIMBOLOGIA | |
|------------|----------------------|
| | TUBERIA AGUA POTABLE |
| | TUBERIA AGUAS NEGRAS |
| | REGISTRO |

ESCALA 1:100

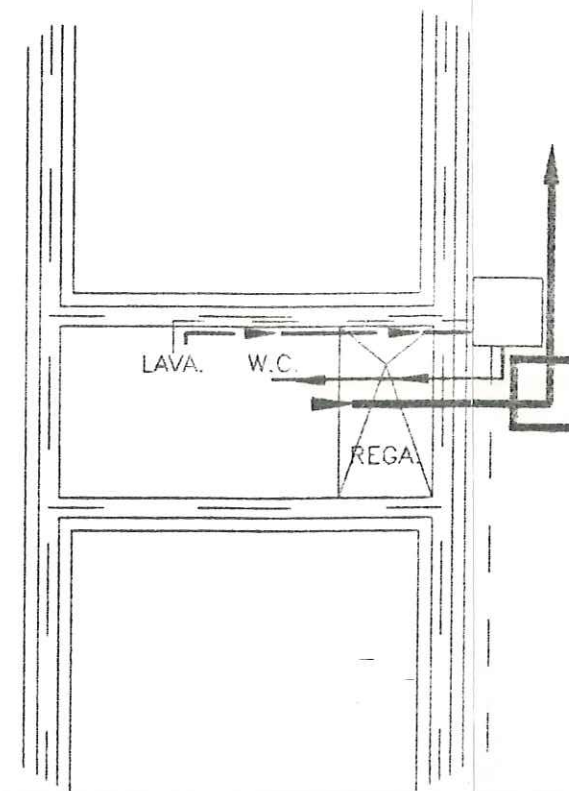
| | | |
|--|--|------------------------|
| UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA UNIDAD ENSENADA | | |
| TESIS PROFESIONAL | | |
| TEMA: PLANTA DE TRATAMIENTO Y REJEO DE AGUA PARA CASA HABITACION | | |
| TESISTAS: ADRIANA FILATOFF TOLEDO JOSE ALEJANDRO SZOKIS BUELNA | CONTENIDO: LOCALIZACION TUBERIA POTABLE Y SANITARIA TOPOGRAFIA DEL TERRENO | PLANO: 1/1 |
| DIRECTORES DE TESIS: CC. BERNARDO PRIMITIVO FLORES BAEZ ING. RUBEN ANGEL AYUB MARTINEZ | ESCALAS: INDICADAS | FECHA: MAYO DE 1997 |

LOCALIZACION DE MICROPLANTA Y REUSO DE AGUA TRATADA

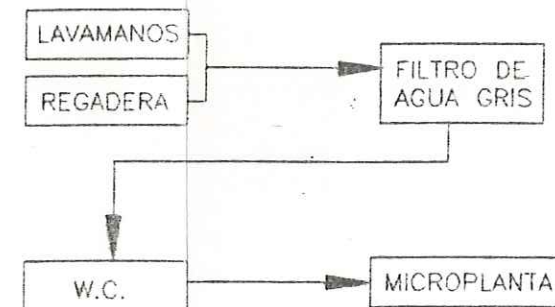
CALLE BAHIA DEL DESCANSO



LOCALIZACION DE REUSO AGUA GRIS



CROQUIS DE FLUJO DE AGUA GRIS



CALLE SAN RAFAEL

SIMBOLOGIA

| | |
|--|--------------------------------|
| | TUBERIA AGUA POTABLE |
| | TUBERIA AGUAS NEGRAS |
| | REGISTRO |
| | FILTRO DE ARENA PARA AGUA GRIS |
| | MICROPLANTA DE TRATAMIENTO |
| | FLUJO DE AGUA |

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA
UNIDAD ENSENADA

TESIS PROFESIONAL

TEMA:
PLANTA DE TRATAMIENTO Y REUSO DE AGUA PARA CASA HABITACION

| | |
|--|--|
| TESISTAS: ADRIANA FILATOFF TOLEDO JOSE ALEJANDRO SZOKE BUELNA | CONTENIDO: LOCALIZACION DEL SISTEMA DE REUSO Y LA MICROPLANTA |
| DIRECTORES DE TESIS: CC. BERNARDO PRIMITIVO FLORES BAEZ ING. RUBEN ANGEL AYUB MARTINEZ | ESCALAS: INDICADAS FECHA: MAYO DE 1997 |
| PLANO: 1/1 | |

X.- DISEÑO DEL SISTEMA Y CONSTRUCCION.

10.1.-MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.

Los materiales que se utilizarán para construir la planta de tratamiento serán los siguientes:

- Estructura de la Microplanta
 - Muros y Pisos
3D Tridipanel 2.5" malla calibre 14
 - Emplaste
Concreto $f'c= 150 \text{ kg/cm}^2$ agregado 1/8"
- Cimentación
 - Plantilla
Concreto $f'c= 100 \text{ kg/cm}^2$ agregado 3/4"
 - Macizo de Concreto Simple
Concreto $f'c= 150 \text{ kg/cm}^2$ agregado 3/4"
- Equipo Neumático
 - Tubería PVC 3/4"
 - Tubería PVC 2"
 - Tubería PVC 4"
- Equipo Neumático
 - Motor Electrico 1/4 H.P.

10.2.-DISEÑO DEL SISTEMA DE REUSO.

Datos de diseño

- Dimensiones de la Planta
 - Tanque Aereador

Base 1.60 x 0.80 m
Con muros 1.88 x 1.08 m
Altura 1.10 m

- Tanque Sedimentador

Base inferior 1.60 x 0.80 m
Con muros 1.88 x 1.08 m
Base superior 1.60 x 0.80 m
Con muros 1.88 x 1.08 m
Altura 1.10 m

• Cargas

- Capacidad total de Agua 1.44 m³

- Peso de Muros y Piso

(segun Manual Tecnico de Diseño Estructural de 3-D Tridipanel)

Peso por m² = 171.50 kg

* Area del Tanque Aereador base 2.03 m²

muros 4.14 m²

1.76 m²

Total 7.93 m²

Peso total Aereador = (7.93 m²)(171.50 kg/m²) = 1,359.99 kg

* Area del Tanque Sedimentador base 1.52 m²

muros 2.60 m²

Total 4.12 m²

Peso total Sedimentador = (4.12 m²)(171.50 kg/m²) = 706.58 kg

- Peso Total

Por empuje de Agua 1,000 kg/m³ (1.44 m³) = 1,440.00 kg

| | | |
|----------------|---------------------|---------------------|
| Por Estructura | 1,359.99 + 706.58 = | <u>2,066.57 kg.</u> |
| | Total | 3,506.57 kg |

10.2.1.-DISEÑO ESTRUCTURAL.

Debido a que el sistema Tridipanel tiene capacidad estructural para resistir esfuerzos y cargas así como salvar claros en losas de entrepiso y cubierta, que ningún otro sistema similar puede sin refuerzo adicional.

El material consiste principalmente de tableros de Tridipanel, compuestos por poliestireno de 2 ½" de espesor y malla de alambre calibre 14, la estructura va emplastada con concreto de 1 ½" (3.81 cm) de espesor.

Cargas actuantes

$$p = h \times \gamma$$

donde:

p = presión del agua

h = altura o tirante del agua = 0.84 m.

γ = peso volumetrico del agua = 1 ton/m³

$$p = 0.84 \text{ m} (1 \text{ ton/m}^3) = 0.84 \text{ ton/m}^2$$

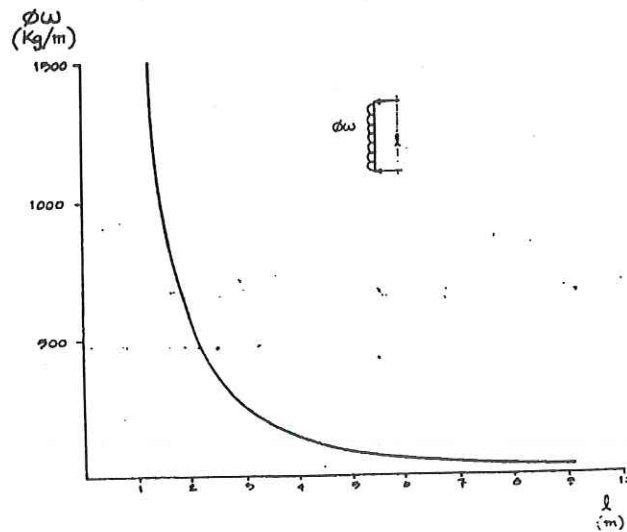
Analizando 1 m (unitario) de las paredes, para obtener la resistencia lateral es:

$$\begin{aligned} \text{Empuje} &= p \times 1 \text{ m} \\ &= (0.84 \text{ ton/m}^2)(1 \text{ m}) = 0.84 \text{ ton/m} \end{aligned}$$

Revisando de las gráficas de carga horizontal máxima que el fabricante de 3-D panel tiene en su Manual Tecnico de Diseño Estructural, tenemos que con los datos del

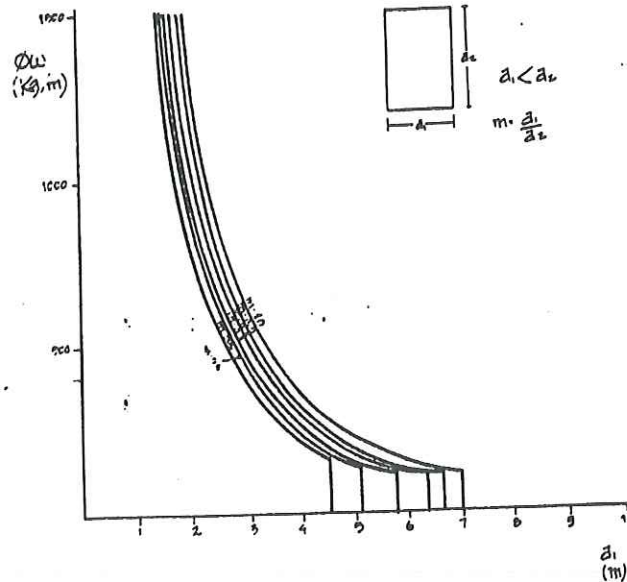
tablero utilizado y la altura máxima del tirante del agua la carg resistente, es en esas condiciones es mayor a 1,500 kg/m, por lo que si pasa la resistencia de las paredes.

CARGA HORIZONTAL MAXIMA
Malla de alambre cal. 14, espesor de mortero 1 1/2" (3.81 cms.)
Espesor de Poliestireno 2 1/2" (6.35 cms.)
(Distancia entre mallas = 10 cms.)



Para la revisión de las cargas verticales sobre el piso de la microplanta de tratamiento fabricada con el mismo material que el de las paredes, tenemos de la gráfica Carga Vertical Máxima, tablero interior por ser la gráfica más desfavorable aunque este apoyada.

CARGA VERTICAL MAXIMA
Malla de alambre cal. 14, espesor de mortero 1 1/2" (3.81 cms.)
TABLERO AISLADO
(Distancia entre mallas = 10 cms.)



De lo anterior tenemos:

$$a_1 < a_2 \quad a_1 = 0.80$$

$$a_2 = 1.60$$

$$m = a_1 / a_2 ; \quad m = 0.80 / 1.60 ; \quad m = 0.50$$

Esta relación no toca la gráfica, esto nos indica que, resiste y cumple con las cargas actuantes.

- Revisión de flexión

Para secciones rectangulares doblemente armadas utilizamos el reglamento ACI 318-83.

Tenemos:

$$\phi M_n = \phi A_s f_y (d - a/2)$$

donde $a = (A_s f_y) / (0.85 f'_c b) \leq t_c$

t_c = espesor de concreto en el emplaste

Datos

$$F_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$$

$$d = 12.065 \text{ cm.}$$

$$F'_c = 180 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_s = 0.65 \text{ cm}^2 / \text{m (malla cal 14)}$$

$$B = 100 \text{ cm}$$

$$t_c = 1 \frac{1}{2}'' (3.81 \text{ cm})$$

$$\phi = 0.90$$

$$a = ((0.65)(4200)) / ((0.85)(180)(100)) = 0.2141 \text{ cm}$$

$$0.2141 \leq t_c$$

Momento Resistente

$$\phi M_n = (0.90)(0.65)(4200)(12.065 - (0.2141/2)) = 29,380.68 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$= 293.81 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Momento Actuante

Se supone el analisis como una viga simplemente apoyada

$$M = \omega L^2 / 8$$

Donde $\omega = 1,000.00 \text{ kg/m}$

$$L = 1.0 \text{ m}$$

$$M = (1000)(1)^2 / 8 = 125.00 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Por lo tanto el momento actuante es menor al momento resistente la seccion pasa por flexión.

- Revisión del Cortante

$$\phi V_n = \phi b d 0.13 (f'_c)^{1/2}$$

$$\phi = 0.85$$

NOTA: Este esfuerzo es menor al permitido por el ACI 318-83, pero basado en pruebas realizadas por el fabricante analizando 100 cm^2

$$f'_c = 150 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi V_n = 0.85 (10)(10) 0.13 (150)^{1/2}$$

$$\phi V_n = 135 \text{ kg}$$

$$V_n = 135 / 0.85 = 115.03 \text{ kg}$$

Se tiene una presión en 100 cm^2 o 0.01 m^2 de:

$$\gamma = 1 \text{ ton/m}^3$$

$$\text{Area} = 0.01 \text{ m}^2$$

$$h = 0.84$$

$$p = A h \gamma$$

$$p = (0.01 \text{ m}^2)(0.84 \text{ m})(1 \text{ ton/m}^3)$$

$$p = 0.0084 \text{ ton} = 8.4 \text{ kg}$$

$V_n > p$ por lo tanto si pasa

10.2.2.-CIMENTACIONES.

Por ser una pieza que estará apoyada en toda su base en el suelo, la cimentaremos por medio de una losa de concreto; por lo que la capacidad de carga del suelo (q_a) será:

$$q_a = (N_{\text{corr}} - 3) / 5, \text{ en kg.}$$

Donde N_{corr} es el número de golpes de penetración después de 15 cm. hasta 30 cm.

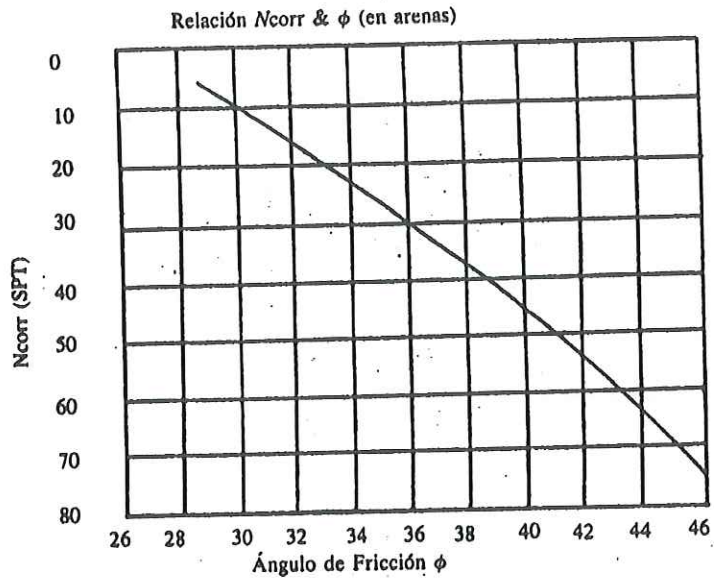


Figura 11.16

Trabajaremos con una arena media, obtenemos su ángulo de fricción interna de la siguiente tabla:

Tabla 11.2

| N | En arenas | | ϕ Ángulo de fricción interna | E kg/cm^2 |
|---------|-------------|---------------------|--------------------------------------|---------------|
| | Descripción | Compacidad relativa | | |
| 0 – 4 | Muy floja | 0 – 15% | 28° | 100 |
| 5 – 10 | Floja | 16 – 35% | 28 – 30 | 100 – 250 |
| 11 – 30 | Media | 36 – 65% | 30 – 36 | 250 – 500 |
| 31 – 50 | Densa | 66 – 85% | 36 – 41 | 500 – 1000 |
| > 50 | Muy densa | 86 – 100% | > 41 | > 1000 |

$$\phi = 30^\circ$$

$$N_{corr} = 10$$

por lo tanto

$$q_a = (10 - 3) / 5 ; \quad q_a = 1.40 \text{ kg/cm}^2$$

- Dimensiones de la Cimentación

$$\text{base} = \text{Carga actuante} / q_a$$

$$\text{base} = 3,506.57 \text{ kg} / 1.40 \text{ kg/cm}^2 = 2,504.69 \text{ cm}^2 = 0.25 \text{ m}^2$$

Puesto que el area requerida para soportar la carga actuante por la microplanta es menor que el area de contacto no es necesario extender más el area para soportarla.

La planta tendrá un piso construido con el mismo material que el de las paredes, revisando el cortante en el piso en el análisis estructural, tenemos que soporta el cortante y se propone como cimentación, nada más colocaremos una plantilla de concreto pobre de 5 cm. para garantizar la distribución correcta de la carga.

10.3.-EQUIPAMIENTO.

Para la realización de la construcción de la microplanta de tratamiento no se requiere de grandes maquinarias y equipos, solamente necesitamos para un proceso doméstico equipo conocido en el medio constructivo, como es herramienta menor que pueden ser palas, cucharas, picos, revolvedora de un saco de cemento, carretillas y el equipo de protección que los trabajadores necesiten para la realización del trabajo.

Para la realización más automatizada de una producción en serie se necesitaría como maquinaria una planta de concreto y una maquina lanzadora de concreto para aumentar el rendimiento en el proceso de emplastado de la microplanta.

10.4.-METODO DE CONSTRUCCIÓN.

El metodo de construcción es sencillo, lo consideramos como una construcción normal donde tenemos actividades normales, que se pueden realizar en combinación de otras y actividades que no se podrán realizar al mismo tiempo.

Actividades y Tiempos

| No. | Actividad | Rendimiento |
|-----|---|-----------------------|
| | | Jornada |
| 1 | Trazo y nivelación del terreno | 333.00 m ² |
| 2 | Excavación para colocación de planta | 4.00 m ³ |
| 3 | Colocación de plantilla en excavación | 16.10 m ² |
| 4 | Armado de microplanta | 0.35 pza |
| 5 | Armado del sistema electromecánico | 0.67 pza |
| 6 | Demolición y retiro de tubería | 6.02 m ² |
| 7 | Colocación de tubería de AN, AG y AT | 11.00 m |
| 8 | Colocación de microplanta en excavación | 0.75 pza |
| 9 | Conección de microplanta al sistema de tuberías | 1.00 pza |

Secuencia de Actividades

| No. | Actividad | Anterior | Simultanea | Posterior |
|-----|---|----------|---------------|-----------|
| 1 | Trazo y nivelación del terreno | - | 4, 5, 6 | 2 |
| 2 | Excavación para colocación de planta | 1 | 4, 5, 6 | 3 |
| 3 | Colocación de plantilla en excavación | 2 | 4, 5, 6 | - |
| 4 | Armado de microplanta | - | 5, 6, 1, 2, 3 | 8 |
| 5 | Armado del sistema electromecánico | - | 4, 6, 1, 2, 3 | 8 |
| 6 | Demolición y retiro de tubería | - | 4, 5, 1, 2, 3 | 7, 8 |
| 7 | Colocación de tubería AN, AG y AT | 6 | 8 | 9 |
| 8 | Colocación de microplanta en excavación | 6 | - | 9 |
| 9 | Conección de microplanta al sistema de tuberías | 8, 7 | - | - |

Valuación de Tiempo

| i | j | Actividad | U | CO | RG | JG | NG | DN | DN final |
|---|---|-----------|----------------|--------|--------------------------|------|----|------|----------|
| 1 | 2 | 1 | m ² | 127.00 | 333 m ² /jor | 0.38 | 1 | 0.38 | 0.50 |
| 2 | 3 | 2 | m ² | 3.39 | 4 m ³ /jor | 0.85 | 1 | 0.85 | 1.00 |
| 3 | 4 | 3 | m ² | 2.44 | 16.1 m ² /jor | 0.15 | 1 | 0.15 | 0.25 |
| 1 | 4 | 4 | pza | 1.00 | 0.35 pza/jor | 2.86 | 2 | 1.43 | 1.50 |
| 1 | 4 | 5 | pza | 1.00 | 0.67 pza/jor | 1.49 | 2 | 0.75 | 0.75 |
| 1 | 5 | 6 | m ² | 2.50 | 6.02 m ² /jor | 0.42 | 1 | 0.42 | 0.50 |
| 5 | 6 | 7 | m | 25.00 | 11 m/jor | 2.27 | 3 | 0.76 | 0.75 |
| 4 | 6 | 8 | pza | 1.00 | 0.75 pza/jor | 1.33 | 2 | 0.67 | 0.75 |
| 6 | 7 | 9 | pza | 1.00 | 1 pza/jor | 1.00 | 2 | 0.50 | 0.50 |

AN = aguas negras AG = aguas grises AT = aguas tratadas

Lo analizado anteriormente nos muestra que podemos realizar la construcción e instalación de una microplanta y sistema de reuso de agua para una casa habitación en 3

días, trabajando 8 horas por día, pero, implementando dos turnos de 8 horas se podría contruir e instalar una microplanta y su reuso en un día y medio.

10.5.-COSTOS DE CONSTRUCCIÓN.

En la obtencion de los costos de construcción, y poder realizar un analizis del costo mas economico se realizo un estudio de mercadeo que, consistio en cotizar los precios de los materiales a utilizar en diferentes distribuidores, tiendas y comerciantes del ramo de la construccion.

Del analisis encontramos lo siguiente :

| CONCEPTO | TIENDA #1 | TIENDA #2 | TIENDA #3 |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|
| Codo ABS 2" x 45 | 9.00 | 9.15 | 9.30 |
| Codo ABS 2" x 90 | 6.55 | 6.50 | 6.60 |
| Codo ABS 4" x 45 | 33.50 | 33.62 | 33.55 |
| Codo ABS 4" x 90 | 39.25 | 40.05 | 39.50 |
| Adapter Macho ABS 2" | 8.25 | 8.50 | 8.00 |
| Anillo de 4" | 25.00 | 24.65 | 24.00 |
| Coladera de 2' | 14.00 | 13.70 | 13.85 |

Como podemos notar los productos en el mercado es muy competitivo, los vendedores manejan gran variedad en sus precios para poder estar dentro de la competencia, en costo total de la Micro Planta de Tratamiento lo podemos ver en el siguiente presupuesto por precios unitarios del costo total de construccion e instalación de la misma.

PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN

| CONCEPTO | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | IMPORTE |
|---|--------|----------|----------|------------------|
| PQ.1 SISTEMA DE REUSO DE AGUAS GRISES | | | | |
| 01.01 DEMOLICION DE LOSA DE CONCRETO SIMPLE CON UN ESPESOR DE 10 CM, INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO NECESARIOS. | M2 | 8.000 | \$ 4.87 | \$ 38.96 |
| 01.02 REMOCION DE TUBERIA EXISTENTE Y MUEBLES DE BAÑO, INCLUYE: MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO NECESARIO. | LOTE | 1.000 | \$ 10.15 | \$ 10.15 |
| 01.03 COLOCACION DE TUBERIA EN SISTEMA DE REUSO DE AGUAS GRISES, CON TUBERIA DE ABS, INCLUYE: CODOS, TEES, COPLES, MANO DE OBRA, MATERIALES DE CONSUMO Y EQUIPO. | LOTE | 1.000 | \$ 30.39 | \$ 30.39 |
| 01.03 COLOCACION DE TUBERIA EN SISTEMA DE AGUAS NEGRAS, CON TUBERIA DE ABS, INCLUYE: CODOS, TEES, COPLES, MANO DE OBRA, MATERIALES DE CONSUMO Y EQUIPO. | LOTE | 1.000 | \$ 40.10 | \$ 40.10 |
| 01.04 CONSTRUCCION DE FILTRO PARA AGUAS GRISES A BASE DE BLOCK COMUN 15X20X40 CMS, Y CAMAS DE ARENAS Y GRAVAS, INCLUYE: MATERIALES DE CONSUMO, MANO DE OBRA Y EQUIPO NECESARIO. | PZA | 1.000 | \$ 32.92 | \$ 32.92 |
| 01.05 TENDIDO DE CONCRETO DE F'C=150 KG/CM2 EN LOSA DE BAÑO, INCLUYE: SUMINISTRO DE CONCRETO, MANO DE OBRA, ACABADO PULIDO Y HERRAMIENTA NECESARIA. | M2 | 8.000 | \$ 12.18 | \$ 97.40 |
| 01.06 COLACION DE MUEBLES DE BANO, INCLUYE: LAVAMANOS, UN SANITARIO Y COLADERA EN REGADERA. | LOTE | 1.000 | \$ 22.50 | \$ 22.50 |
| TOTAL DE CAPITULO | | | | \$ 272.42 |

| CONCEPTO | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | IMPORTE |
|----------|--------|----------|------|---------|
|----------|--------|----------|------|---------|

PQ.2 MICRO PLANTA DE TRATAMIENTO

02.01 TRAZO Y NIVELACION DE TERRENO PARA LOCALIZACION DE MICRO PLANTA DE TRATAMIENTO, INCLUYE: MANO DE OBRA Y MATERIALES DE CONSUMO.

| | | | | | |
|----|---------|----|------|----|------|
| M2 | 253.000 | \$ | 0.03 | \$ | 6.63 |
|----|---------|----|------|----|------|

02.02 EXCAVACION DE CEPA DE 1.10X2.40X1.10 DE PROFUNDIDAD EN MATERIAL TIPO II, INCLUYE: MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA NECESARIA.

| | | | | | |
|------|-------|----|-------|----|-------|
| LOTE | 1.000 | \$ | 24.41 | \$ | 24.41 |
|------|-------|----|-------|----|-------|

02.03 PLANTILLA DE CONCRETO POBRE DE F'C=100 KG/CM2 DE 5 CM. DE ESPESOR, NIVELADO, INCLUYE: MANO DE OBRA, MATERIALES DE CONSUMO Y HERRAMIENTA NECESARIA.

| | | | | | |
|----|-------|----|------|----|-------|
| M2 | 2.640 | \$ | 5.06 | \$ | 13.37 |
|----|-------|----|------|----|-------|

02.04 CONSTRUCCION DE ESTRUCTURA DE MICRO PLANTA A BASE DE TRIDIPANEL DE 2.5" DE ESPESOR MALLA CAL 14, SEGÚN PLANOS, INCLUYE: EMPLASTADO DE SUPERFICIE CON CONCRETO F'C=150 KG/CM2, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA NECESARIA.

| | | | | | |
|------|-------|----|--------|----|--------|
| LOTE | 1.000 | \$ | 894.82 | \$ | 894.82 |
|------|-------|----|--------|----|--------|

02.05 COLOCACION DE PLANIA DE TRATAMIENTO EN EXCAVACION Y RELLENO DE ESPACIOS SOBANTES CON MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION, INCLUYE: MANO DE OBRA, MATERIALES Y HERRAMIENTA NECESARIA.

| | | | | | |
|------|-------|----|-------|----|-------|
| LOTE | 1.000 | \$ | 86.35 | \$ | 86.35 |
|------|-------|----|-------|----|-------|

| | | | | | |
|--------------------------|--|--|--|-----------|-----------------|
| TOTAL DE CAPITULO | | | | \$ | 1,025.58 |
|--------------------------|--|--|--|-----------|-----------------|

| CONCEPTO | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | IMPORTE |
|--|--------|----------|-----------|------------------|
| PQ.3 SISTEMA HIDRONEUMATICO | | | | |
| 03.01 CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA NEUMATICO, A BASE DE TUBERIA PVC, INCLUYE: BOMBA C/AERADOR, RELOJ CONTROLADOR, VALVULAS, MANO DE OBRA, INSTALACION EN MICRO PLANTA, Y HERRAMIENTA NECESARIA. | LOTE | 1.000 | \$ 702.00 | \$ 702.00 |
| TOTAL DE CAPITULO | | | | \$ 702.00 |

RESUMEN DE PRESUPUESTO

| | |
|---------------------------------------|--------------------|
| PQ.1 SISTEMA DE REUSO DE AGUAS GRISES | \$ 272.42 |
| PQ.2 MICRO PLANTA DE TRATAMIENTO | \$ 1,025.58 |
| PQ.3 SISTEMA HIDRONEUMATICO | \$ 702.00 |
| TOTAL DE PRESUPUESTO | \$ 2,000.00 |

IMPORTE TOTAL \$2,000.00 (DOS MIL DOLARES 00/100 US.)

XI.- PROYECTO DE INVERSION.

11.1.-DISEÑO Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO DE INVERSIÓN.

INTRODUCCION

La Ciudad de Ensenada en la última década ha registrado un notable crecimiento, esto a conducido a que su población se ha extendido en toda su periferia, donde a muy corto plazo los asentamientos daran lugar a una gran lotificación de colonias y fraccionamientos, los cuales tardaran varios años en contar con una red de Agua Potable y aun más con una de Drenaje Sanitario.

Estos servicios son dos de los principales equipamentos fundamentales en el desarrollo de una población, ya que con ellas podemos conservar la salud y tener una educación higienica de nuestra familia y nuestra casa.

En este caso nos enfocaremos a la necesidad de Drenaje Sanitario y pretendemos que cada casa-habitación que no cuente con este servicio adquiera una **MICRO PLANTA** y tener la facilidad de tratar su agua residual en casa y tambien contar con un sistema de reuso de esa agua tratada para darle a su familia y a su propiedad una buena salud y buena limpieza respectivamente, sin tener que estar conectados con una Red de Alcantarillado Municipal

Nuestra empresa se inclina darle a las zonas de la Ciudad en donde este equipamento urbano aun no llega, un sistema de tratamiento compacto que será eficiente, confiable y económico. Estas zonas representan aproximadamente un 15% del municipio de Ensenada.

En **MICRO PLANTA** ofrecemos esas ventajas, ademas de la instalación y mantenimiento de su sistema.

En **MICRO PLANTA** le brindamos una solución para un problema, que ha tenido rezagos desde hace un par de años y que provoca daño a la salud de las personas de nuestra Ciudad, la falta de Drenaje Sanitario.

MICRO PLANTA le ofrece esta solución con el fin de brindarle un servicio que le va ser de gran utilidad.

Con la versatilidad de nuestro sistema podemos instalar una planta en poco tiempo solamente realizando una pequeña excavación para colocarla y conectandola a su sistema de salida de agua residual.

MICRO PLANTA cuenta con la infraestructura necesaria para crecer en el futuro en diferentes tipos, modelos y tamaños de plantas de acuerdo a la necesidad del cliente.

FACTIBILIDAD TECNICO OPERATIVA

MICRO PLANTA es una fábrica de plantas de tratamiento; diseñadas y construidas por gente profesional.

MICRO PLANTA cuenta con la superficie suficiente para abastecer el mercado Ensenadense, contamos también con el control de calidad de nuestro producto y diseño estructural.

Para la realización de nuestro producto contamos con la maquinaria necesaria, tanto para la producción como para la instalación; todo esto atendido por gente totalmente capacitada para el trabajo. Y todo realizado con materiales de primera calidad producidos en Ensenada.

Planta de Tratamiento para Agua Residual Doméstica tipo Aeróbica. Capacidad de Tratamiento 1.08 m³

Descripción

Tipo de Agua a tratar: Doméstica. (exclusivamente)
Sistema de Tratamiento: Biológico Tipo Aeróbico (lodos activados).
Material de Construcción: 3D-panel (estructura de la planta).
Tubería PVC y ABS (dif. diámetros).

Dimensiones (estructura):

*Tanque Aereador Rectangular

Largo = 1.60m Ancho = 0.80 m Alto = 1.10m.

Tanque Sedimentador Conico

*Largo = 0.78 m Ancho = 0.80 m Alto = 1.10 m Base = 0.30 m

Características de la Planta:

La planta consta de dos Tanques:

1.-Tanque de Aereación Extendida .

El tanque de aereación cuenta con un sistema de difusores para inyección de aire, conectados a un compresor acoplado a motor eléctrico.

2.- Conos Sedimentador (Imhoff).

Este tanque cuenta con un sistema de retorno de lodos y natas.

La desinfección se realiza en el efluente de agua tratada, a la salida del tanque de sedimentación, por medio de cloro.

Información Técnica:

Capacidad de Tratamiento: 285.31 galones (1,080 litros)

Carga Organica: 239 mg/l

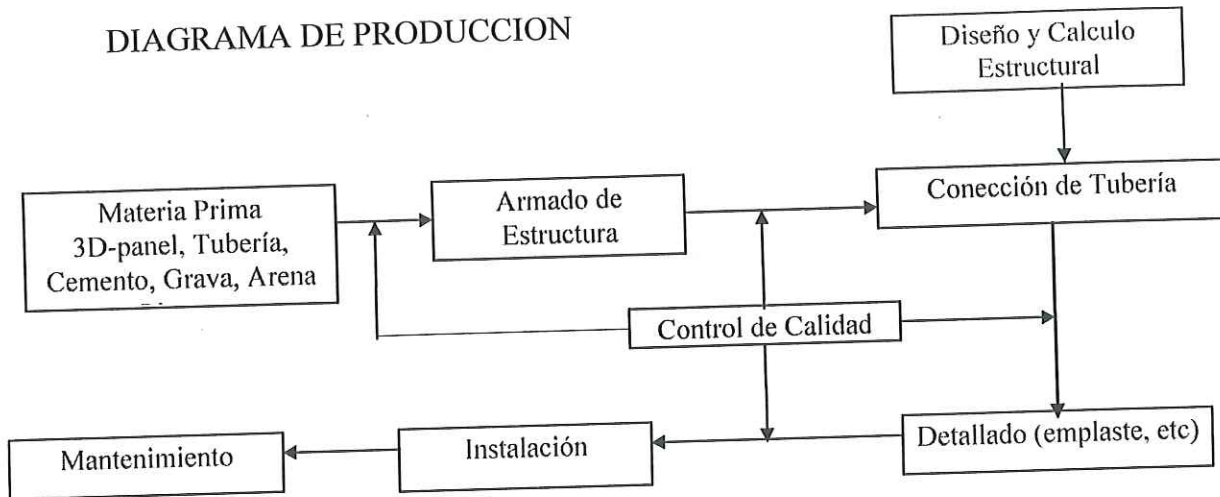
Tiempo de Retención en Tanque de Aereación: 24 horas.

Número de Habitantes: 5 máximo.

Equipo Electromecánico: Motor 1/4 H.P.

Energía 110 volts

DIAGRAMA DE PRODUCCION



Desarrollo de la Producción:

- El proceso productivo de esta empresa tiene su inicio desde el abastecimiento de la materia prima a la fabrica.
- El principal insumo son el 3D-panel y las tuberias, estos maetriaes son abastecidos por empresas reconocidas de la localidad. Se lleva a cabo el armado de la estructura de la planta y el armado del sistema hidráulico (tubería)
- Los agregados del concreto (arena y grava) para el aplanado (emplaste) son suministrados a la planta por medio de camiones volteo que descargan volúmenes de 6-10 m³ en áreas determinadas para este fin, haciendo cumulos no mayores de 60 m³ diarios.
- Una vez que se tiene la materia prima se abastece la planta de concreto por medio de un pequeño cargador frontal (bob-cat).
- Una vez que está listo el concreto se emplasta la estructura de la planta.
- Cuando esta fraguado se prueba para revisar posibles fugas de agua (control de calidad).
- Una vez que pasa esta revisión se procede a la conección del sistema hidráulico que se ha armado previamente.
- Mientras en otra sección se esta habilitando y armando el sistema electromecánico

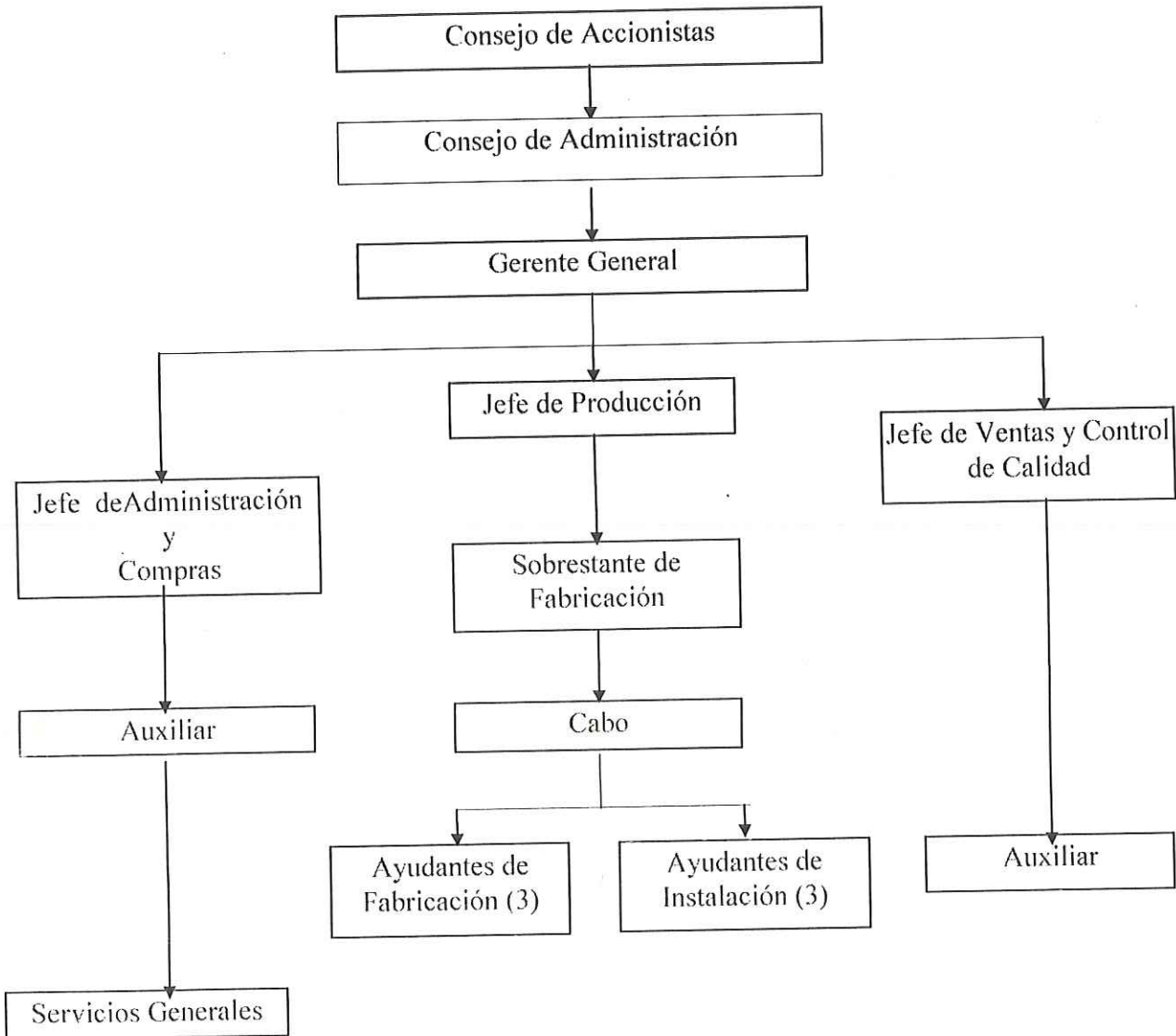
- Una vez que se tiene armada la estructura de la planta, tuberías y sistema electromecánico y han pasado el control de calidad requerido, se puede proceder a la instalación de la **MICRO PLANTA**.

MICRO PLANTA esta dividida en tres departamentos que dependen de un Gerente General, éste depende de un Consejo de Administración y éste Consejo depende a su vez de un Consejo de Accionistas. El primer departamento es el encargado de la Administración y Compras, se realiza la contabilidad y administración de la empresa y también aquí se llevan a cabo los pedidos de materiales a los diferentes distribuidores. El segundo departamento se encarga de la Producción; es en donde se realiza el diseño y la construcción de nuestras plantas. El tercer y último departamento es el de Ventas y Control de Calidad, aquí se encargan de la mercadotecnia y publicidad del producto y se verifica la calidad del proceso desde el ensamble de la materia prima hasta el montado e instalación; cuando una pieza no pasa el control de calidad se retira de la producción y no entra al mercado.

Se cuentan con siete categorías de personal. El salario de cada categoría se basa en el salario mínimo regional (SMR) que es de 3.40 US\$ (\$26.20 M.N.)

| | | |
|-------------|---|---------|
| Categoría 1 | Gerente General. | 9 SMR |
| Categoría 2 | Jefe de Producción, Jefe de Ventas. | 7 SMR |
| Categoría 3 | Jefe de Administración. | 6 SMR |
| Categoría 4 | Sobrestante de Fabricación. | 4.5 SMR |
| Categoría 5 | Auxiliar de Administración y Cabo. | 4 SMR |
| Categoría 6 | Ayudantes de Fabricación, Ayudantes de Instalación y Auxiliar de Ventas | 3 SMR |
| Categoría 7 | Servicios Generales | 2.5 SMR |

ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA



ESTUDIO DE MERCADO

MICRO PLANTA no nada más vende una simple planta de tratamiento sino un servicio que ayuda a darle un aspecto limpio y saludable a su casa y a su familia.

Nuestras plantas puede removerse sin producir ninguna pérdida de inversión, porque puede reutilizarse, lo que no pasaría con una planta de mayor tamaño, que al tratar de removerse, se tiene que demoler y se perdería la inversión.

En cuanto a la demanda de nuestro producto es el de un mercado regido por la Ley de Desarrollo Urbano de la Ciudad que nos ayuda a comercializar nuestro producto gracias a que el desarrollo de Ciudad siempre estará en frecuente crecimiento en la periferia y los servicios no llegan al mismo tiempo que los urbanizadores.

A través de la misma Ley de Desarrollo de algunos años atrás nos podemos dar cuenta de las colonias a las que aun no les ha sido concedido este servicio, ya sea por ser de difícil acceso o por el gran costo que este representa para las instituciones gubernamentales encargadas de dar este servicio y aun para la mismas personas que viven en estas colonias.

De datos proporcionados por la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Ensenada (CESPE) se conoce que en 30 colonias de la Ciudad aun no existe el Drenaje Sanitario y estas colonia representan 18,000 casas-habitacion que necesirtan deshacerse de sus aguas residuales de una manera eficiente y segura. Esta es una cifra que nos da la factibilidad de que nuestra empresa cuente con trabajo seguro 5 años.

Dando espacio a que la periferia de la ciudad se desarrolle en la creación de nuevos fraccionamientos ó colonias no contemplados a la fecha, y así crecer el mercado para **MICRO PLANTA**.

Analizando el costo de venta al público, nuestra empresa llegó a un costo de \$2,000.00 dlls. por planta , lo que significa un 35% mas barato que la construcción de una fosa séptica, y comparando con un planta de gran tamaño y que sería pagada por todos los colonos llegamos a la conclusión que aunque el precios sería un poco menor, no se compara en la eficiencia de trabajo de la planta y el ahorro de dinero que habrá en

casa por consecuencia del reuso de aguas grises y aguas negras tratadas que ofrece una **MICRO PLANTA.**

La plan de mercadotecnia que se planea realizar es:

- Anuncios en el periódico.
- A travez de folletos.
- Y ofreciendo nuestros productos con con una póliza de limpieza y mantenimiento.

ESTUDIO ECONOMICO FINANCIERO

Para integrar la Inversión de **MICRO PLANTA** se considero la compra de los siguientes Bienes:

- Predio.
- Construcción de Oficinas
- Cercado del Predio.
- 3 Pick-up.
- Equipo de Oficina.
- Maquinaria Pesada para la Fabricación de Módulos :
 - Mini Planta de Concreto Bob Cat
 - Monta Cargas
- Herramienta.
- Equipo de Laboratorio de Control de Calidad.

En las siguientes tablas se detalla:

- 1.- Retorno de la Inversión (PAY BACK).

- Inversión.
- Depreciaciones (5, 10 y 33 años).
- Costos (Admón , Operación y Ventas).
- Gastos (Fijos y Variables).

2.- Estado de Resultados.

- Ingresos.
- Utilidad Marginal.
- Utilidad Bruta.
- Impuestos y Reparto de Utilidades.
- Utilidad Neta.
- Reinversión.
- Flujo de Efectivo.

3.- Punto de Equilibrio.

En la tabla de Retorno de la Inversión podemos observar que la inversión que se realiza al inicio de la empresa se recupera al pasar 4.69 años, es decir 4 años y 8 meses.

En la gráfica de Puntos de Equilibrio se indica la cantidad de unidades que tenemos que vender para no tener pérdidas en nuestra empresa, a partir de esta cantidad en adelante la empresa empezará a tener ganancias ; o bien si vendemos las 85 plantas requeridas no se gana pero tampoco se pierde dinero, a esto es a lo que se le llama Punto de Equilibrio.

BALANCE FINANCIERO

| CONCEPTO | INVERSION | DEPRECIACION | | | COSTOS | | | GASTOS | | |
|-------------------------|-----------|--------------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|-----------|---------|
| | | 33 ANOS | 10 ANOS | 5 ANOS | ADMN. | OPERAC. | VENTAS | FIJOS | VARIABLES | |
| GENERAL | | | | | | | | | | |
| Predio | 100,000 | | | | | | | | | |
| Oficinas | 15,840 | 480 | | | 160 | 160 | 160 | 480 | | |
| Cerco | 7,200 | 218 | | | 218 | | | 218 | | |
| Pick-Up | 12,000 | | | 2,400 | 1,200 | | 1,200 | 2,400 | | |
| Inst. Telefonica | | | | | 320 | | 320 | | 640 | |
| Mano de Obra | | | | | 19,021 | 26,983 | 8,847 | 54,850 | | |
| Publicidad | | | | | | | 10,000 | | 10,000 | |
| Equipo de Oficina | 1,500 | | | 300 | 300 | | | 300 | | |
| Energía Electrica | | | | | | 1,500 | | | 1,500 | |
| Agua | | | | | | 1,100 | | | 1,100 | |
| Seguros | | | | | 4,841 | | | 4,841 | | |
| PROCESO | | | | | | | | | | |
| Mezcladora de Concreto | 15,000 | | 1,500 | | | 1,500 | | 1,500 | | |
| Agregados para Concreto | | | | | | 4,806 | | | 4,806 | |
| BobCat | 10,000 | | | 2,000 | | 2,000 | | 2,000 | | |
| Tridipanel de 2.5" | | | | | | 37,403 | | | 37,403 | |
| Material de Plomería | | | | | | 5,000 | | | 5,000 | |
| Monta Cargas | 12,000 | | | 2,400 | | 2,400 | | 2,400 | | |
| Camión Grua | 12,000 | | | 2,400 | | 2,400 | | 2,400 | | |
| Herramientas | 2,000 | | | 400 | | 400 | | 400 | | |
| Combustibles | | | | | 1,000 | 1,000 | 1,000 | | 3,000 | |
| Mantenimiento | | | | | | 4,000 | | 4,000 | | |
| Permisos | | | | | | | | | | |
| Laboratorios | 5,000 | | | 1,000 | | 1,000 | | 1,000 | | |
| | | 192,540 | 698 | 1,500 | 10,900 | 27,060 | 91,651 | 21,527 | 76,789 | 63,448 |
| | | | | | 13,098 | | | | 140,238 | 140,238 |

ADRIANA FILATOFF TOLEDO

119

JOSE ALEJANDRO SZOKE BUELINA

PLANTA DE TRATAMIENTO Y SISTEMA DE REUSO DE AGUA PARA CASA HABITACION

ESTADO DE RESULTADOS

| | |
|------------------------------|---|
| INGRESOS | \$ 200,000.00 (10% Mercado Total) |
| COSTO DE OPERACION | \$ 91,651.08 |
| | <u>\$ 108,348.92</u> UTILIDAD MARGINAL |
| COSTO DE ADMINISTRACION | \$ 27,059.70 |
| COSTO DE VENTAS | \$ 21,526.75 |
| | <u>\$ 59,762.46</u> UTILIDAD BRUTA |
| I.S.R. (35 %) | \$ 20,916.86 |
| REPARTO DE UTILIDADES (10 %) | \$ 5,976.25 |
| | <u>\$ 32,869.35</u> UTILIDAD NETA |
| REINVERSION (15 %) | \$ 4,930.40 |
| | <u>\$ 27,938.95</u> UTILIDAD DE REPARTO |
| DEPRECIACION | \$ 13,098.18 |
| | <u>\$ 41,037.13</u> FLUJO DE EFECTIVO |

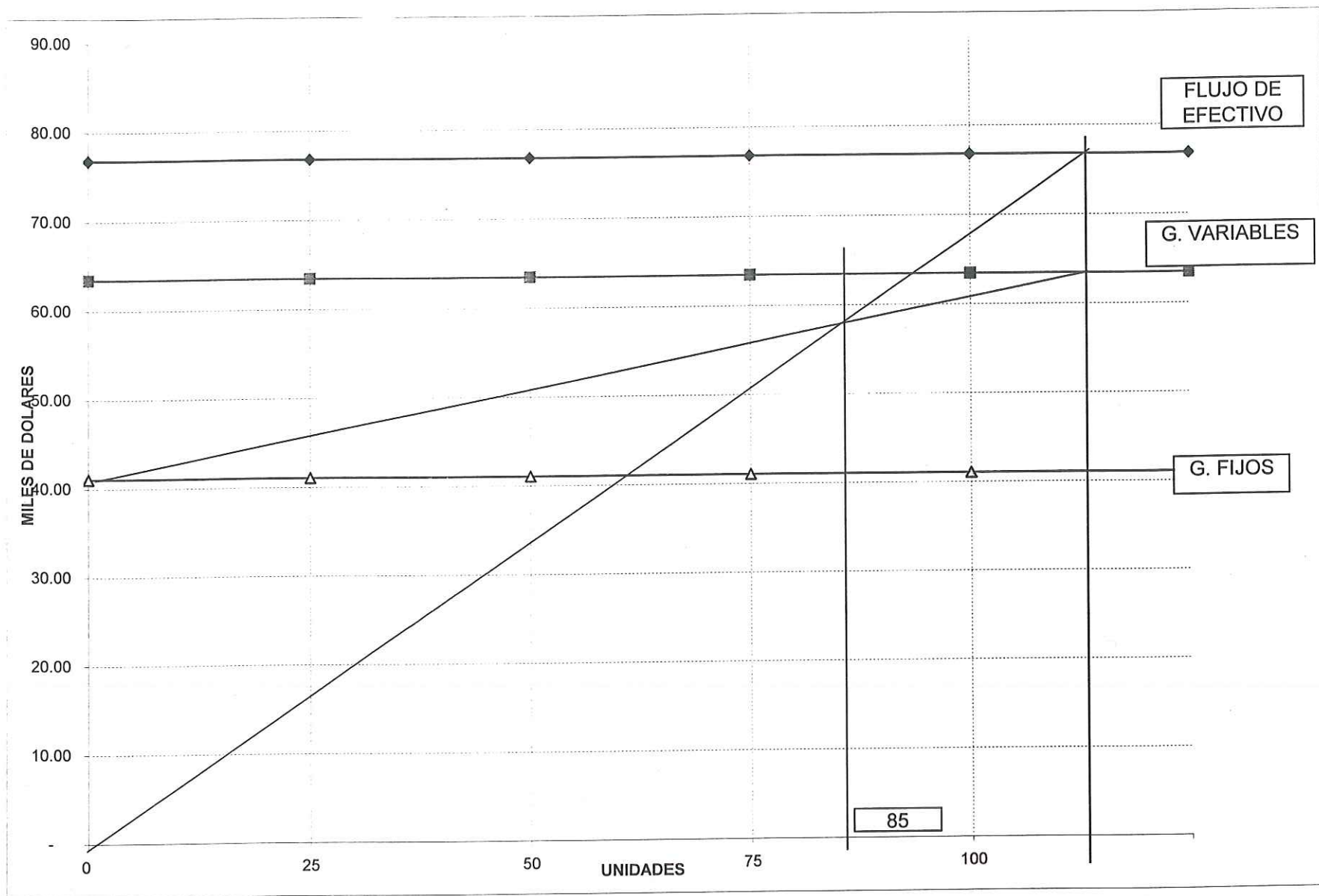
PAY BACK 4.69 AÑOS

PUNTO DE EQUILIBRIO

ADRIANA FLATOFF TOLEDO

121

JOSE ALEJANDRO SZOKE BUELNA



XII.- CONCLUSIONES

Con respecto al los capitulos IV y V de esta tesis, notamos que el vital líquido es escaso en nuestra zona, en las gráficas del ciclo hidrológico el promedio de lluvia en 43 años es de 271.18 milímetros de precipitación pluvial, muy debajo del promedio nacional, lo que hace mas difícil la captacion de agua en las cuencas acuíferas de la región y aun mas difícil el abastecimiento de agua a la población.

A pesar de los grandes esfuerzos por parte del gobierno estatal para abastecer de agua a la población, el agua en nuestro estado es el de mayor costo en la república. Y la calidad de agua que se obtiene de los acuíferos de nuestra zona no cumplen con las normas de calidad para considerarla AGUA POTABLE con en muchos de los estados del país, por lo que la adquisición de agua potable pasada por otros procesos de purificación encarecen aun mas el costo del vital líquido.

Al analizar los tipos de aguas nos encontramos con el AGUA GRIS que no se considera dañina para el hombre por su contacto físico, pero si para el consumo, esta agua la le podemos dar otro uso. Esta tipo de agua se puede utilizar en el sanitario, y así ahorrar el agua “potable” que se utilizaba en este mueble de baño.

Con respecto a la evaluación ambiental, se encontro un muy diversa cantidad de normas, leyes, y reglamentos, que protegen y regulan el buen uso del agua y su destino final ya como agua residual, pero desafortunadamente estas normas, son imposibles de cumplir con la tecnología que nuestro país utiliza, y en muchos casos no se pueden modernizar plantas de tratamiento por falta de recursos.

Las técnicas que existen para el tratamiento de las Aguas Residuales, son diversas y muy eficientes, mientras mayor es la calidad del agua mayor es la tecnología y costo de tratamiento que se utiliza, pero en nuestro país no tenemos la cultura para

aplicar correctamente el buen uso de las aguas tratadas y la aplicación de sistemas avanzados en el tratamiento de las aguas residuales.

En esta tesis, utilizamos la tecnología e ingenio necesario para implementar un sistema de reuso y tratamiento de los diferentes tipos de agua, y poder dar a la sociedad una cultura diferente con respecto al buen uso del este recurso.

Al implementar una MICRO PLANTA de tratamiento en una casa habitación, se logra un ahorro interno familiar, al reducir el consumo de agua potable y dar conciencia a la familia sobre la importancia del ahorro familiar el buen uso del agua y la utilización racional de este vital líquido.

El análisis de diversos métodos, técnicas y materiales construcción, nos llevó a la obtención de un costo de \$2,000.00 dólares por una Micro Planta de tratamiento, lo que implica \$2.00 dólares por litro, comparado con los datos de costo de una planta de las mismas características pero construida con diferentes materiales, se logró bajar el costo de construcción vs. Flujo de agua tratada en 30%. Lo que nos lleva a que con una poca de investigación y el buen uso del raciocineo humano podremos innovar tecnología la el buen uso y tratamiento del "AGUA".

Como se pudo apreciar, en el planteamiento de las ideas básicas de este proyecto tienen como prioridad, el tener un ahorro de agua en la vivienda, así como reusar gran parte del agua que se gasta ; y por lo tanto tener un ahorro monetario ya que el consumo de agua bajará en un 47%.

También hay otra idea básica en este proyecto, es la de reducir las contaminación y las enfermedades producidas por las aguas residuales que al no tener a donde mandarse simplemente se tiran a la calle o al mismo predio, causando que afecte a las personas que transitan por allí y también al medio ambiente.

XIII.- GLOSARIO.

Aereación: Contacto del agua con el aire, conseguido por diferentes medios: rociando el líquido en el aire, burbujeo de aire en el agua, o agitación del líquido en contacto con el aire.

Agua residual doméstica: agua de desecho originadas principalmente en casas habitación, oficinas e instituciones. No contiene agua subterránea, agua superficial ni agua de lluvia.

Agua residual: agua usada y desechada por la comunidad o por la industria, y que posee materia disuelta y en suspensión.

Alcalinidad total: es la capacidad de las aguas para neutralizar los ácidos, varía con el lugar de procedencia del agua. La alcalinidad se debe a la presencia de hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos, entre otros. Se expresa en ppm de carbonato de calcio.

Bacterias: Grupo de organismos de una sola célula que realizan procesos de tratamiento biológicos, como: oxidación biológica, digestión de lodos, nitrificación y desnitrificación.

Cloración: aplicación de cloro.

Cloro residual: cantidad total de cloro que permanece en el agua, al final de un período de contacto, después de la aplicación del cloro.

Coagulación: es la aglomeración de materia suspendida, por un proceso biológico, por la adición al líquido de un coagulante químico, o por otros medios.

Coliformes totales: son báculos cortos no esporulados, aeróbios y anaeróbios facultativos, están siempre en el intestino humano y de los animales de sangre caliente, y son eliminados por medios de las heces. Su ausencia es evidencia de un agua bacteriológicamente segura

Color: el color de un agua es la propiedad que tiene esta de transmitir la luz. Generalmente el agua es bien aceptada cuando no existe presencia de algún color en ella, pero existen aguas de las que se puede disponer que tienen una ligera coloración.

Conductividad eléctrica: es la capacidad de una muestra para conducir la corriente eléctrica, esta relacionada con la concentración de sustancias ionizadas en el agua.

D.B.O.5: cantidad de oxígeno disuelto que se necesita para oxidar la materia orgánica de un agua residual en 5 días de incubación.

D.Q.O.: indica la cantidad de oxígeno que es equivalente a la porción de materia orgánica, presente en una muestra de agua. Es importante para determinar el grado de contaminación de las corrientes y aguas residuales; indica la presencia de sustancias tóxicas y orgánicas resistentes biológicamente.

Difusores: placas porosas o tubos perforados a través de los cuales el aire es inyectado y dividido en pequeñas burbujas para su difusión en líquidos.

Efluente: líquido que fluye fuera de un proceso o espacio confinado.

Exceso de lodos: lodos removidos del sistema de lodos activados para evitar el crecimiento excesivo de la masa biológica.

Flóculo: masa gelatinosa formada en un líquido por medio de un proceso bioquímico, por la adición de coagulantes, o por simple aglomeración.

F/M: relación alimento-microorganismos

Grasas y aceites: son las grasas propiamente dichas que se encuentran en un agua residual, o bien un agua tratada, en ellas se incluye: ceras, ácidos grasos libres, jabones de calcio y magnesio, aceites minerales y otras sustancias.

Licor mezclado: mezcla de lodos activados y aguas residuales que se encuentran en el tanque de aereación, durante el tratamiento de lodos activados.

Licor: cualquier líquido.

Microorganismos: organismos vegetales o animales diminutos, invisibles o apenas visibles a simple vista.

Oxidación: proceso mediante el cual y por la acción de microorganismos vivos en presencia de oxígeno, la materia orgánica de las aguas residuales se convierte a forma más estable.

Oxígeno disuelto: la cantidad de oxígeno disuelto en un agua, determina el tipo de transformaciones biológicas que tienen lugar en el agua. Previene o reduce el inicio de la putrefacción y la producción de sulfuros y compuestos de mal olor. Oxígeno disuelto en baja concentración implica aguas de baja calidad.

PH: expresa la concentración de iones hidrógeno, varía del 0 (muy ácido) al 14 (muy alcalino). El 7 indica la neutralidad exacta a 25°C.

Recirculación de lodos: lodos activados sedimentados que son regresados al tanque de aereación y mezclados con el agua cruda o sedimentada influente.

Retorno de natas: remoción de grasa flotante y natas en la superficie de un tanque.

Sedimentación: proceso mediante el cual se asienta y deposita la materia suspendida en las aguas residuales, por la acción de la gravedad.

Sólido: es la materia que permanece como residuo después de evaporar una muestra de agua y secarla a una temperatura definida.

Sólidos disueltos: son los sólidos que se encuentran en solución en el licor mezclado.

Sólidos sedimentables: son los sólidos en suspensión que se sedimentan por si solos bajo la influencia de la gravedad en un período de tiempo aproximadamente de 1 hora.

Sólidos suspendidos volátiles (SSVLM): fracción de los sólidos suspendidos en el licor mezclado del proceso de lodos activados. Son indicadores de la concentración de microorganismos para realizar la oxidación biológica.

Sólidos suspendidos: es la cantidad de materia que se deposita al filtrar una cantidad de agua a través de una capa de asbesto.

Sólidos totales: suma de los sólidos filtrables y suspendidos presentes en el agua o agua residual.

Substancias Activas al Azul de Metileno (detergentes) : sustancias que tienen la propiedad de reducir la tensión superficial del líquido en el cual se encuentran disueltos.

Temperatura: propiedad termodinámica que determina el equilibrio térmico entre dos o más sistemas. Influye en las características físicas y químicas de los cuerpos de agua.

Tiempo de retención: tiempo en el que el flujo del agua es retenido en un tanque para llevar a cabo reacciones biológicas, físicas o químicas; también se conoce como tiempo de contacto.

Tratamiento: proceso para modificar la condición de la materia.

Virus: es la forma de vida más pequeña capaz de producir infecciones y enfermedades al hombre y a los animales.

Volatil: capacidad de una sustancia para ser evaporada a baja temperatura.

XIV.- BIBLIOGRAFIA.

- Apuntes de la Materia "Tratamiento de Aguas Residuales"
Oceanologo Bernardo P. Flores Baez.
U.A.B.C.

- Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación de las Aguas
SRH - SSA

- Ley que Reglamenta el Servicio de Agua Potable en el Estado de Baja
California.
Comisión Estatal de Servicios Públicos de Ensenada (CESPE)

- Legislación Relativa al Agua y su Contaminación
Secretaría de Recursos Hidráulicos (SRH)

- Ley Federal de Derechos en Materia de Agua
Comisión Nacional del Agua 1997

- Normas Oficiales Mexicanas
NOM-CCA-026-ECOL/1993
NOM-CCA-031-ECOL/1993
Ed. Diario Oficial de la Federación.

- XI Censo General de Población y Vivienda
Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)

- Purificación de aguas y Tratamiento y Remoción de Aguas Residuales
(Ingeniería Sanitaria y de Aguas Residuales)
Tomos I y II
Fair - Geyer y Okun
Ed. Limusa 1984

- Manual de Tratamiento de Aguas Negras
Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York
Ed. Limusa 1993

- Tratamiento Biloógico de Aguas de Desecho
Winkler Michael A.
Ed. LIMUSA 1986

- Ingeniería Sanitaria y de Aguas Residuales
Volumen 2 y 4
Fair, Geyer y Okun
Ed. Ciencia y Técnica 1987

- Manual de Análisis de Aguas y Aguas de Desecho
Volumen II y III
SARH Secretaría de Planeación

- Manual de Practicas: Aguas Residuales
Báes Vázquez Mario
U.A.B.C. 1990

- Manual Técnico para el Diseño Estructural de Tridipanel
INSTEEL PANELMEX, S.A. DE C.V.

- Periódico Oficial del Estado de Baja California
Reglamento de la Ley de Edificaciones del Estado
Talleres Gráficos del Gobierno del Estado 1992

- Abastecimiento de Agua y Alcantarillado
Steel-Mc Ghee
Editorial Gustavo Gili 1981

- Manual del Ingeniero Civil
Frederick S. Merritt
Ed. McGraw Hill 1986

- Uso de Medios Filtrantes en Ingeniería Sanitaria y Mecánica de Suelos
Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos A.C.1982

- Manual de Aguas Para Usos Industriales.
Powell Shepard.
Ed. Ciencia..

- Standard Methods for the Examination of Water and Wastwater.
APHA-AWWA-WAFC 1980
Ed. Mac Graw Hill

- Ingenieria de Proyectos.
Miguel A. Corzo.
Ed. Limusa.

- Evaluación de Proyectos.
G Baca Urbina ed. Mac Graw Hill.

-Preparación y Evaluación de Proyectos.

Nassir Sapag Ch. ed. Mac Graw Hill.

- Mecánica de Suelos y Cimentaciones

Carlos Crespo Villalaz

Ed. Limusa

- Costo y Tiempo en Edificación

Suárez Salazar

Ed. Limusa

- Ingeniería de Cimentaciones

Peck, Hanson y Thornburn

Ed. Limusa

