

CAPITULO I.

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

La empresa REPSOL YPF en su afán de mejorar la calidad de vida de su recurso humano además del uso sostenible de los recursos naturales y conscientes de que el agua es un bien imprescindible para el desarrollo de las actividades humanas, se halla empeñada en la optimización de la calidad y el uso de este recurso en sus campamentos permanentes y temporales, comprendiendo que la calidad y el consumo de agua doméstica se optimizará debido a la adopción e implementación de políticas y una serie de medidas orientadas a este fin. Para el efecto, el Departamento de MASC (Medio Ambiente Seguridad y Calidad) de REPSOL YPF necesita evaluar la calidad y cantidad del uso del recurso agua doméstico actual.

Todo esto debido a la falta de una base de datos actualizada de la empresa REPSOL YPF Ecuador que permita determinar si la calidad del agua utilizada en el consumo doméstico garantiza la salud de su personal debido a la supuesta presencia de contaminación en las fuentes de toma, y también la falta de una base de datos para cuantificar el consumo de agua de uso doméstico en los diferentes campamentos permanentes y temporales.

1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La Evaluación de la calidad del uso del recurso agua de consumo doméstico en el Bloque 16 permitirá conocer como están actualmente las variables físico-químicas-biológicas del agua en lo referente a calidad de agua, de tal manera que se puedan tomar las medidas para garantizar la salud del personal que labora en el Bloque 16.

Además, el conocimiento de los caudales consumidos y puntos de mayor demanda de agua ayudarán a visualizar acciones que posibiliten la optimización del consumo del agua doméstica para el Bloque 16, considerando que actualmente laboran diariamente 1300 personas aprox., que se alojan en campamentos temporales y permanentes.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Realizar una Propuesta de Optimización para la evaluación de la calidad del agua de uso doméstico en el Bloque 16 de REPSOL YPF, Provincia de Orellana, mediante a la realización de análisis físico_químicos_biológicos, tomados en la fuente (río) y en los puntos de distribución de los campamentos permanentes y temporales, para contribuir al mejoramiento continuo de la gestión ambiental en el Bloque 16 de REPSOL YPF.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Realizar el análisis y caracterización del agua empleada para uso doméstico en los campamentos permanentes y un temporal.
2. Analizar los procesos de la planta de tratamiento de los campamentos permanentes para verificar si esta cumpliendo con su función.
3. Realizar la cuantificación y el respectivo análisis de los caudales de aguas domésticas por el tipo de consumo en los campamentos permanentes como temporales.
4. Generar la base de datos de la calidad y cantidad del agua empleada para uso doméstico en el Bloque 16.
5. Comparar y analizar los resultados con las normas ambientales pertinentes nacionales e internacionales.
6. Proponer acciones ambientales a corto mediano y largo plazo que permitan mejorar la gestión del agua de uso domestico.

1.4 METAS DEL PROYECTO

1. Monitoreo en los tres campamentos permanentes y un temporal, en la fuente y posterior a la planta de tratamiento, realizando tres muestreos en cada punto con diferentes periodos de tiempo., dando un total de 21 muestreos.
2. Analizar los parámetros del agua para uso doméstico de: (DBO5; DQO; Fenoles; Coliformes Fecales; pH; conductividad; temperatura; color; turbidez; dureza total; alcalinidad; sólidos totales).
3. Análisis del uso del agua doméstica con base a las concentraciones de: (TPH; HAPs; Metales (Bario, Cromo (total), Plomo (total), Mercurio, Vanadio, Cadmio, Zinc) y los volúmenes medidos de los campamentos permanentes y temporales (solo se tomará un modelo de los campamentos temporales).
4. Base de datos de caracterización y cuantificación de la aguas de uso domestico del Bloque 16.
5. Plan para la optimización de la gestión del agua empleada para uso doméstico en el Bloque 16.

1.5 ZONA DE ESTUDIO

1.5.1 Localización Geográfica

El Bloque 16 se encuentra ubicado en la Región Amazónica Ecuatoriana en pleno centro de la provincia Francisco de Orellana, cantón Aguarico, parroquia Cononaco en las parroquias Dayuma y Taracoa, comprendiendo parte del Parque Nacional Yasuní, limita con la provincia de Sucumbíos al norte, con la de Pastaza al sur, con la República del Perú al este y con la provincia de Napo al oeste.

Las estaciones de bombeo de Shushufindi se encuentran ubicados en la provincia de Sucumbios, cantón Shushufindi, parroquia Shushufindi.

En el Bloque 16, la empresa hispano-argentina REPSOL YPF tiene su centro de operaciones donde: extrae, procesa, refina, almacena y transporta el crudo, alrededor de 60 mil barriles-día, y donde se encuentran actualmente toda la actividad productiva y tienen permanencia continúa alrededor de 1300 personas cada día.

La zona de estudio tomada implica a todos los campamentos permanentes SPF, NPF y AMO 1 y un campamento temporal (AMO A), los mismos que se hallan repartidos a lo largo del B16., la localización geográfica se presenta en el gráfico 1.1.

1.5.2 Descripción de los campamentos permanentes y temporales

En el Bloque 16 donde opera REPSOL YPF, se encuentran actualmente tres campamentos permanentes y cinco campamentos temporales los que se describen a continuación:

Los campamentos permanentes SPF, NPF y AMO 1, albergan al personal que opera y trabaja en el Bloque, los campamentos tienen una capacidad variada de alojamiento de personal del orden de 150 a 200 personas al día, están compuestos por un grupo de 4 a 6 bloques de 16 y 12 habitaciones por cada uno, además se tiene la presencia de un comedor con cocina que opera las 24 horas del día, sala de juegos, gimnasio, canchas deportivas, un centro médico, y en sí, cada uno de estos campamentos presta las condiciones necesarias para el confort y bienestar del personal.

Los campamentos temporales, como su nombre los indica son temporales y comprenden Tivacuno, Capiron, Bogi, AMO A, IRO., dentro de los que se encuentran en actual funcionamiento, estos campamentos tienen a su haber campers transportables (viviendas móviles), el tamaño y capacidad de estos campamentos es variada dependiendo del tipo de trabajo que se este realizando, al igual que los campamentos permanentes tienen todas las facilidades en cuanto a alojamiento para uso propio del personal.

CAPITULO II.

MARCO DE REFERENCIA LEGAL

2.1 REGLAMENTO AMBIENTAL PARA LAS OPERACIONES HIDROCARBURÍFERAS EN EL ECUADOR (Decreto 1215) ¹

El Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas reformado se enmarca dentro de las nuevas normas constitucionales y legales que se adoptaron en el País durante los últimos años, así como de estándares ambientales aceptados a nivel nacional e internacional en la industria petrolera.

La reforma del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador, tiene como objeto principal el fortalecer la bases legales para un sistema efectivo de monitoreo y control, basado en la realidad institucional y empresarial del país. Todo esto con el objeto reducir al mínimo los posibles impactos ambientales adversos que conlleva la actividad petrolera.

2.2 LEYES PARA LA CALIDAD AMBIENTAL

El Estado protegerá el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice un desarrollo sustentable. Además velará para que este derecho no sea afectado y garantice la preservación de la naturaleza, para el efecto se establece la ley para la calidad ambiental. ²

La ley para la calidad ambiental es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental, para la Prevención y Control de la

¹ (Reglamento Sustituto del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador (Decreto No.1215).

² (Según el Art. 86. de la sección segunda del capítulo V del Medio Ambiente de la Constitución Política de la Republica del Ecuador).

contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, su aplicación es obligatoria y rige en todo el territorio nacional cuyo objeto es la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.

En lo relativo al medio físico (agua, suelo y aire), protegiendo la calidad del recurso agua para salvaguardar y preservar la integridad de las personas, de los ecosistemas y sus interrelaciones y del ambiente en general.³

Esta norma determina o establece:

- a) Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado;
- b) Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos; y,
- c) Métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua.

Otra ley que tiene mandato sobre el recurso Hídrico y en forma específica sobre la calidad del agua es la Ley de Aguas y esta señala que, prohíbese toda contaminación de las aguas que afecte a la salud humana o al desarrollo de la flora o de la fauna. ⁴

Para el efecto el Consejo Nacional de Recursos Hídricos, en colaboración con el Ministerio de Salud Pública y las demás entidades estatales, aplicará la política que permita el cumplimiento de esta disposición.

La norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes, recurso agua, se aplica a aguas de consumo humano y uso doméstico, que requiere dos tipos de tratamiento, el convencional y de desinfección. ⁵

³ Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental Decreto Supremo No. 374. RO/97 de 31 Mayo de 1976, capítulo VI. ;

⁴ Ley de Aguas que en Art. 22 (Ex. 22 del Título II Capítulo II. de la Prevención de la contaminación /Decreto Supremo No. 369. RO/69 de 30 de Mayo de 1972.

2.3 NORMATIVA PARA LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

La vigilancia sanitaria del agua de consumo humano es responsabilidad de la autoridad sanitaria que elaborará y pondrá a disposición de los gestores, el programa de vigilancia sanitaria del agua de consumo humano para su territorio, que remitirá al Ministerio de Salud Pública., además el municipio de cada localidad tomará las medidas necesarias para garantizar la realización del control de la calidad en el grifo del consumidor.

2.4 NORMATIVA PARA LA SALUD

Estándares de Calidad de Agua Potable de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

La OMS (Organización Mundial de la Salud) ha publicado periódicamente “Estándares Internacionales de Agua Potable” que luego se llamaron “Guías para la Calidad del Agua Potable”.

Estas Guías internacionales buscan mejorar la calidad del agua potable y la salud humana al ser usadas como base para la regulación de los estándares de agua potable en los países alrededor de todo el mundo.

Los estándares de agua potable son regulaciones establecidas por la legislación interna de los países para controlar el nivel de contaminantes en el agua de consumo humano de cada nación.

Los estándares nacionales de calidad de agua potable se concentran en el establecimiento de límites para regular los contaminantes que presentan un alto riesgo de afectar la salud pública, al mismo tiempo que su establecimiento se basa en su factibilidad según los recursos económicos y ambientales disponibles por cada país.

⁵ Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS), Libro VI, Anexo No. 1, clasificación.

⁶ Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108, 2006.

Para establecer los estándares adecuados para el agua potable, la OMS debe realizar una investigación y un análisis posterior que le permitan verificar si esos estándares cumplen su misión principal de proteger la salud pública. La OMS se encarga de concentrar y establecer las pautas, las cuales son adoptadas e impuestas por algunos países voluntariamente, ya que cada país es libre de establecer sus propias normas, las cuales pueden ser menores, iguales y/o más estrictas que las recomendadas por la OMS.

En el Ecuador, el Código de la Salud establece: ⁷

Libro II, De las acciones en el campo de protección de la salud.

Título I Capítulo II, Del abastecimiento de agua potable para uso humano. ⁸

Art. 13.- Agua potable es aquella que, por sus características físicas, químicas y bacteriológicas es apta para el consumo humano.

Art. 14.- Declárese de utilidad pública el suministro de agua potable.

El aprovisionamiento de agua potable en cantidad y calidad suficientes es obligación del Estado, por sí o por medio de las municipalidades, de los consejos provinciales y de otras entidades.

Art. 15.- El Ministerio de salud Pública mantendrá bajo vigilancia técnica y sanitaria todo suministro de agua potable, a fin de asegurar su pureza y calidad, pudiendo clausurar el servicio que no cumpla con las normas y disposiciones vigentes.

⁷ Publicado en el Registro Oficial N° 158, del 8 de febrero de 1971.

⁸ Decreto Supremo No. 188, Libro II, Título I, Capítulo II.

CAPITULO III.

FUNDAMENTO TEÓRICO

3.1 ASPECTOS BÁSICOS

El agua es elemento fundamental, prácticamente fuente de toda vida, constituyendo parte integrante de todos los tejidos animales y vegetales, siendo necesaria como vehículo fundamental para el proceso de las funciones orgánicas, pero, además, es indispensable para toda una serie de usos humanos que comportan un mayor bienestar, desde la salud y la alimentación, a la industria y al esparcimiento.

Después del oxígeno el agua es el elemento más importante para la vida de los seres humanos. Casi las tres cuartas partes de nuestro cuerpo (70%) está compuesto por agua.

Analizando al agua desde el punto de vista cuantitativo, cabe señalar que el agua abarca el 72% de la superficie terrestre, y que la materia viva incluye en su composición altísimos porcentajes de esta sustancia (agua).

El agua se distribuye en tres grandes conjuntos: la mayor parte se encuentra en los océanos (97,2%); el 2,8% restante se halla en los continentes formando parte de los glaciares (2,15%), agua subterránea (0,62%) lagos y ríos (0,017 %), en el planeta tierra del total del agua existente, apenas una pequeña fracción (3%) es agua dulce, o sea apta para el uso y consumo doméstico.

Del total del agua dulce que encontramos en la tierra, más del 50% se encuentra en los glaciares y nieves perpetuas exactamente el (68.9%), otra cantidad considerable de agua dulce la encontramos en el subsuelo a grandes profundidades (29.9%), otra pequeña parte

se encuentra en la humedad del suelo y del aire, y apenas una reducida cantidad de agua dulce la encontramos en la superficie terrestre (0.3%).

3.1.1 Fuentes principales de abastecimiento de agua en el B16

La fuente de agua con la cual el B16 se abastece es de origen superficial se extrae el agua de superficie de tres (3) fuentes: el Río Dicaro, y del Rió Bogi y Rió Yasuní, dichas fuentes satisfacen las necesidades de uso y consumo de los campamentos permanentes y temporales, el B16 tiene derechos a usar el agua de estas fuentes para satisfacer el consumo actual y futuro.

3.2 CONTAMINACIÓN DEL AGUA

3.2.1 Definición

Es la introducción directa o indirecta, como consecuencia o no de la actividad humana, de sustancias o calor en la atmósfera, el agua o el suelo que puedan ser perjudiciales para la salud humana o para la calidad de los ecosistemas acuáticos, o de los ecosistemas terrestres que dependen directamente de los ecosistemas acuáticos, y que causen daños a los bienes materiales o deterioren o dificulten el disfrute y otros usos legítimos del medio ambiente.⁹

3.2.2 Tipos de Contaminación

a) Natural¹⁰

Este tipo de contaminación, como su nombre lo indica se produce de forma natural en el planeta.

⁹ Ley_de_aguas_de_1-2006_de_23_junio_CAP V (España).

¹⁰ Contaminación Ambiental una visión desde la Química, varios autores, Departamento de Química E.S.P. de Burgos, pag. (varias), Parte 1 Agua.

La contaminación de las aguas procedente de fuentes naturales, normalmente es muy dispersa y no provocan concentraciones altas de polución, excepto en algunos lugares muy concretos, el agua en si, (superficial o subterránea) contiene algunas impurezas, la contaminación natural esta dada por la presencia de microorganismos (animales silvestres y tierra), radionucleidos (roca subterránea), nitratos y nitritos (compuestos de nitrógeno en la tierra).

El agua que se mueve a través de rocas y suelos sedimentarios pueden sucederse en grandes cantidades materiales y compuestos como el Magnesio, Calcio y Cloruros. Algunos acuíferos tienen altas concentraciones naturales de constituyentes disueltos como Arsénico, Boro y Selenio. Los tipos y concentraciones de impurezas naturales dependen de la naturaleza del material geológico a partir del cual se mueve el agua, y la calidad del agua de reposición.

b) Antropogénico o de origen humano ¹⁰

La contaminación de las aguas puede también proceder de actividades humanas o antropogénicas, en la actualidad la más importante, sin duda, es la provocada por el hombre. El desarrollo y la industrialización suponen un mayor uso de agua, una gran generación de residuos (muchos de los cuales van a parar al agua) y el uso de medios de transporte fluviales y marítimos que, en muchas ocasiones, son causa de contaminación de las mismas. La contaminación de origen humano, en cambio, se concentra en zonas concretas y, para la mayor parte de los contaminantes, es mucho más peligrosa que la natural.

Hay cuatro focos principales de contaminación antropogénica o de origen humano:

- **Industria.**

Según el tipo de industria se produce distintos tipos de residuos (como metales tóxicos, materia orgánica, incremento de la temperatura, radioactividad), tienen gran importancia en este proceso de contaminación los desechos de curtiembres, mataderos, fábricas e industrias petroquímicas.

- **Vertidos urbanos**

La actividad doméstica produce principalmente residuos orgánicos, los desechos urbanos orgánicos favorecen la proliferación de bacterias, virus y otros organismos que disminuyen el contenido de oxígenos de las aguas, llegando a niveles tan bajos que la vida acuática habitual no puede soportarlo.

- **Navegación**

Produce diferentes tipos de contaminación, especialmente con hidrocarburos. Los vertidos de petróleo, accidentales o no, provocan importantes daños ecológicos.

- **Agricultura y ganadería**

Los trabajos agrícolas producen vertidos de pesticidas, fertilizantes y restos orgánicos de animales y plantas que contaminan de una forma difusa pero muy notable las aguas. La contaminación con estas sustancias es característica en los sectores donde la producción agrícola-ganadera se desarrolla intensamente y con escaso o sin control alguno.

3.3 CALIDAD DEL AGUA

3.3.1 Definición

El concepto global de calidad de un agua, se debe referir a que cumpla requisitos científicos referidos a aspectos físicos, químicos y biológicos con el objeto de proteger y preservar la calidad de las aguas, para varios de sus usos más habituales, como: posibilidad de potabilización, baño, riego, vida de peces, mantenimiento de la biodiversidad de animales y plantas etc.⁹

3.3.2 Calidad del agua según diferentes usos¹⁰

La calidad del agua regenerada es función de los posteriores usos que se pretende dar a este recurso. Es importante tener en cuenta los diferentes usos del agua por el hombre, porque

tendrá una gran importancia a la hora de valorar la contaminación del agua y los tratamientos que hagan posible su utilización.

Para determinar la calidad de un agua, se señalan unos determinados límites a una serie de parámetros indicadores de contaminación que varían en número, naturaleza y valor según la utilización a la que vaya a ser destinada.

Los requisitos de calidad del agua de acuerdo a su uso se debe aplicar a las aguas destinadas a los usos siguientes:

- a) Agua para Consumo humano y uso doméstico.
- b) Agua para Preservación de Flora y Fauna.
- c) Agrícola.
- d) Pecuario.
- e) Recreativo.
- f) Industrial.
- g) Transporte.
- h) Estético.

3.3.3 Calidad del agua para consumo humano y uso doméstico

El agua para consumo humano y uso doméstico es uno de los usos más importantes que se le da al agua y es en nuestros propios hogares, comprende el agua abastecida a zonas residenciales o instalaciones comerciales, públicas y similares, espacios recreacionales, los usos a los que se destina incluyen el agua que se bebe, la usada para la limpieza, fines culinarios, evacuación de residuos, lavandería, aire acondicionado, riego de céspedes, jardines, etc.

El agua de consumo humano en términos de calidad es la más exigente para garantizar su posterior uso, en el Anexo 2 (se indica las Directrices de la OMS para la calidad del agua para beber, establecidas en Génova, 1993, son el punto de referencia internacional para el establecimiento de estándares y seguridad del agua potable.), donde observamos que el

número de parámetros a vigilar y controlar es el más representativo que el resto de las aguas según sus diferentes usos, debido a que en el agua destinada para consumo humano y para fines domésticos, no debe existir la presencia de ningún tipo de riesgo que pueda ocasionar perjuicios en la salud humana.

3.3.4 Calidad del agua para riego

Las aguas para uso de riego, utilizan una serie de recomendaciones de calidad en donde los criterios que tienen en cuenta se refieren a criterios de salinidad, modicidad y toxicidad.

- Criterio de salinidad, se mide el riesgo o peligro de salinidad del suelo mediante un índice de salinidad del agua que se relaciona con la conductividad de la misma.
- Criterio de modicidad, se utiliza el índice de adsorción de sodio (R.A.S); cuando mayor sea el valor del índice mayor será la calidad del agua para riego.
- Criterio de toxicidad, existen diversas recomendaciones y clasificaciones tanto para riego genérico como para cultivos específicos o según el tipo de suelo.

3.3.5 Calidad del agua para uso estético

Para éste uso el agua debe cumplir con los siguientes criterios:

- Ausencia de material flotante y de espumas, provenientes de actividad humana.
- Ausencia de grasas y aceites que formen película visible.
- Ausencia de sustancias que produzcan olor.

3.3.6 Calidad del agua para uso industrial

Dependiendo del empleo en cada tipo de industria concreta, los requerimientos serán más o menos estrictos; así por ejemplo, algunos de los usos que precisan, generalmente, agua de una alta calidad o pureza son:

- La elaboración de productos químicos o farmacéuticos
- Materia prima en industria alimentaría
- Lavado de circuitos impresos
- Uso de centrales nucleares

En otro extremo estarían aquellos procesos que pueden utilizar aguas de baja calidad, como las destinadas a la refrigeración y calderas.

Algunos de los componentes específicos (sales disueltas; hierro y manganeso; calcio y magnesio, cobre y mercurio, sólidos en suspensión, sabor, olor y color) de las aguas pueden causar problemas en determinadas utilidades industriales, lo que permite visualizar que el problema de la calidad de las aguas para los diferentes usos es tan variado como lo es el tipo de industria.¹⁰

3.3.7 Parámetros de calidad del agua⁶

a) Físico-Químicos

A continuación se marcan diferentes parámetros indicadores de contaminación o calidad de las aguas clasificándolos según la naturaleza de la propiedad.

- **Temperatura**

La temperatura de un agua se establece por la absorción de radiación en las capas superiores del líquido, la contaminación térmica puede alterar la solubilidad de los gases, es decir la cantidad de O_2 disuelto, a mayor temperatura menos oxígeno disuelto, del mismo modo puede ocasionar la intensificación de sabores y olores, la contaminación por calor se debe, fundamentalmente, al uso del agua como medio de refrigeración.

- **Sabor y olor**

Las fuentes de sabores y olores en un agua responden a dos orígenes: naturales y artificiales. Respecto al primero incluyen gases, sales, compuestos inorgánicos, compuestos orgánicos y compuestos procedentes de la actividad vital de los organismos acuáticos, mientras que los de origen artificial pueden ser también de orgánicos e inorgánicos, el olor es un símbolo de contaminación de las aguas y se presenta cuando hay condiciones anaeróbicas, debido al gas sulfhídrico (H_2S), este fenómeno se atribuye a la descomposición de la materia orgánica.

- **Color**

Se debe fundamentalmente, a diferentes sustancias coloreadas existentes en suspensión o disueltas en el agua. Las aguas superficiales pueden estar coloridas debido a la presencia de iones metálicos naturales (hierro y manganeso), humus, materia orgánica y contaminantes domésticos e industriales como en el caso de las industrias de papel, curtido y textil. Es necesario diferenciar entre color verdadero que es sin sustancias coloidales, y color aparente que es con sustancias coloidales, el color puede incluso provocar la turbidez en el agua, las aguas contaminadas pueden presentar diversos colores pero, en general, no se puede establecer relaciones claras entre el color y el tipo de contaminación.

- **Turbidez**

La turbidez es una medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a la presencia de material coloidal y de sólidos en suspensión (arcillas, limos, coloides orgánicos, plancton etc.), estas partículas de dimensiones variables varían desde 10 nm hasta diámetros del orden de 0,1 μm , la turbidez afecta a la luz y por lo tanto a la fotosíntesis. Desde el punto de vista del agua de consumo humano, se suelen correlacionar valores altos de turbidez con la aparición de bacterias y virus.

- **Sólidos Totales**

Corresponde a la materia total, la sumatoria de los sólidos disueltos más los sólidos en suspensión, se les asocia con la pérdida de claridad, y pueden incrementar la temperatura de las aguas debido a la mayor absorción de la radiación solar.

- **Conductividad eléctrica**

Es una medida de la habilidad de una solución acuosa de transportar corriente eléctrica, y depende de la cantidad de sales disueltas presentes en el terreno que atraviesa, el tiempo de disolución, gases disueltos, el pH y la temperatura, la unidad empleada es el Siemen (S), inverso del ohmio: para aguas muy mineralizadas se mide en mS y aguas poco mineralizadas en μ S.

Las características químicas tienden a ser más específicas en su naturaleza que algunos de los parámetros físicos y por eso son más útiles para evaluar las propiedades de una muestra.

- **pH**

Este mide la concentración de iones hidrogeno presentes en un agua, la acidez, neutralidad y basicidad de una sustancia se mide en la escala de pH, variando entre 0 y 14, el pH de un agua se debe sobre todo al equilibrio carbónico y a la actividad vital de los microorganismos acuáticos, un pH menor a 4 o mayor a 10 indica la presencia de contaminación de la aguas debido a ácidos y bases fuertes.

- **Alcalinidad**

Es la medida de la capacidad de un agua para neutralizar un ácido y esta dada por la presencia de bicarbonatos, carbonatos e hidroxidos en aguas naturales., se suele relacionar valores altos de alcalinidad con la presencia de sabores desagradables en el agua, se expresa en ppm como $CaCO_3$.

- **Dureza Total**

Esta dada por la presencia de sales, sulfatos y bicarbonatos de calcio y magnesio y se expresa como carbonato de calcio equivalente, una elevada dureza del agua puede causar fundamentalmente problemas en procesos de lavado y en calderas de vapor o cambiadores

de calor, la dureza en la aguas indica la naturaleza de las formaciones geológica con las que el agua ha estado en contacto.

b) Orgánicos

Los parámetros indicadores de contaminación por materia orgánica, reciben la denominación de sustitutos, pues abarcan muchos compuestos, son medidas globales de la materia orgánica.

- **O.D**

El (DO), es el oxígeno que esta disuelto en el agua, esto se logra por la disolución del oxígeno atmosférico, la aireación del agua que ha caído sobre saltos o rápidos; y como un producto de desecho de la fotosíntesis, el oxígeno disuelto es un elemento muy importante en el control de la calidad de agua, su presencia es fundamental para mantener las formas superiores de vida biológica, (no sólo peces también invertebrados como cangrejos, almejas, zooplancton, etc.). Además el oxígeno afecta a un vasto numero de indicadores, no solo bioquímicos, también estéticos como el olor, claridad del agua, y sabor

- **DBO**

Mide la cantidad de oxígeno necesaria para que los microorganismos aerobios presentes en un agua, oxiden la materia orgánica biodegradable, y se mide en ppm de O_2 .

- **DQO**

Mide la cantidad de oxígeno equivalente a los agentes químicos dicromato o permanganato de potasio necesarios para la oxidación de la materia orgánica de un agua, bio y no bio degradable, y se mide en ppm de O_2 .

Además de estos parámetros globales, se hace necesaria la determinación de algunas familias de compuestos orgánicos contaminantes, ya sea por su toxicidad,

biomagnificación, influencia negativa en procesos de depuración, malos olores etc., así por ejemplo: Fenoles, TPH, HAPs, PCBs, Detergentes, Grasas y Aceites etc.

- **Fenoles**

Son compuestos orgánicos derivados del benceno por sustitución de átomos de hidrogeno por grupos hidroxilo, su origen en las aguas naturales no es común, salvo en las que atraviesan o fluyen por zona turberas y aguas ricas en materias húmicas, también se las asocia a los vertidos de la industria petrolera (refinerías), química, farmacéuticas y explotaciones mineras., los fenoles pueden reaccionar con el cloro de las aguas (desinfección) formando los clorofenoles, ocasionando sabor y olor desagradables.

- **Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH)**

Son producto de la amalgama de varios compuestos químicos originados del petróleo crudo (BTX, hexano, aceites minerales, naftalina y más productos de petróleo), al petróleo crudo le corresponde una composición química muy compleja y variable según su origen, en general esta formado por sustancias hidrocarbonadas (n-alcanos, alcanos ramificado, hidrocarburos aromáticos), entran al medio por derrames de toda índole.

- **Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs)**

Son un amplio numero de compuestos orgánicos caracterizados por poseer dos o mas grupos bencénicos acoplados solos entre si o junto a otros ciclos no aromáticos con los que comparten dos o más átomos de carbono., la combustión de hidrocarburos a temperaturas relativamente elevadas (superiores a 500 °C) y con insuficiente oxigeno para la combustión completa, son condiciones propicias para la formación de HAPs, pero también pueden proceder de la biosíntesis de cierto tipo de bacterias, algas y plantas superiores., a los HAPs se los asocia como responsables de actuar como agentes cancerigenos.

Son compuestos de escasa solubilidad en agua, acumulándose adsorbidos sobre sedimentos y arcillas sobre el fondo de los cauces de agua.

c) Metales

Entre los compuestos de carácter inorgánico que se analiza en las aguas, se destacan los metales pesados (mercurio (Hg), Cadmio (Cd), Plomo (Pb)), debido básicamente a su toxicidad y su mayor presencia en el medio ambiente, pero también se consideran otros metales como el sodio o potasio, que si bien, no son tóxicos para el hombre en la cantidad que habitualmente podemos llegar a encontrarlos, si pueden ocasionar problemas en casos específicos (por ej. utilización de riego en aguas que los contienen).

A continuación se citan algunos de los metales a analizarse en las aguas potables según su peligrosidad:

Caracteres físico-químicos del agua: Ca, Mg, Na, K, Al.

Substancias no deseables: Fe, Mn, Cu, Zn, Co, Ba, Ag.

Substancias toxicas: As, Be, Cd, Cr, Hg, Ni, Pb, Sb, Se y V.

- **Cadmio**

Es uno de los metales más tóxicos y es biopersistente, el cadmio no se encuentra en estado libre en la naturaleza, casi todo el que se produce es obtenido como subproducto de la fundición y refinamiento de los minerales de zinc.

De forma natural grandes cantidades de Cadmio son liberadas al ambiente, es liberado en los ríos a través de la descomposición de rocas y algún Cadmio es liberado al aire a través de fuegos forestales y volcanes, el resto del Cadmio es liberado por las actividades humanas como son la producción de Zinc, minerales de fosfato, las bioindustrias del estiércol, la producción de fertilizantes fosfatados artificiales, el Cd puede también entrar en el aire a través de la quema de residuos urbanos y de la quema de combustibles fósiles.,

En el agua potable su presencia se debe a la corrosión de los tubos galvanizados, la toma por los humanos de Cadmio tiene lugar mayormente a través de la comida.

Un uso comercial importante del cadmio fue como cubierta electro depositada sobre hierro o acero para protegerlos contra la corrosión. La segunda aplicación es en baterías de níquel-cadmio y la tercera como reactivo químico y pigmento. Los compuestos de cadmio se emplean como estabilizadores de plásticos y en la producción de cadmio fosforado. Por su gran capacidad de absorber neutrones, se usa en barras de control y recubrimiento de reactores nucleares.

- **Cromo**

Es un metal que se halla espontáneamente en el agua, el suelo y las rocas, hay varias clases diferentes de Cromo que difieren de sus efectos sobre los organismos. El Cromo entra en el medio en forma de Cromo (III) y Cromo (VI) a través de procesos naturales y actividades humanas.

Las mayores actividades humanas que incrementan las concentraciones de Cromo (III) son el acero, las peleterías y las industrias textiles, pintura eléctrica y otras aplicaciones industriales del Cromo (VI). Estas aplicaciones incrementarán las concentraciones del Cromo en agua, a través de la combustión del carbón el Cromo será también emitido al agua y eventualmente se disolverá.

Sus principales usos son la producción de aleaciones anticorrosivas de gran dureza y resistentes al calor y como recubrimiento para galvanizados.

- **Mercurio**

Es un metal que ocurre en forma natural en el ambiente y que tiene varias formas químicas, siendo un contaminante global. El Mercurio entra de forma natural en el ambiente como resultado de la ruptura de minerales de rocas y suelos a través de la exposición al viento y agua, la mayoría del Mercurio liberado por las actividades humanas es liberado al aire, a

través de la quema de productos fósiles, minería, fundiciones y combustión de residuos sólidos., pero también puede ser liberado directamente al suelo o al agua, por ejemplo la aplicación de fertilizantes en la agricultura y los vertidos de aguas residuales industriales.

El mercurio se usa en interruptores eléctricos como material líquido de contacto, como fluido de trabajo en bombas de difusión en técnicas de vacío, en la fabricación de rectificadores de vapor de mercurio, termómetros, barómetros, tacómetros y termostatos y en la manufactura de lámparas de vapor de mercurio. Se utiliza en amalgamas para empastes de dientes.

- **Plomo**

Es un metal tóxico muy peligroso para la salud. Sus propiedades hacen que posea numerosas aplicaciones (industria química, metalúrgica y construcción). El Plomo ocurre de forma natural en el ambiente, pero las mayores concentraciones que son encontradas en el ambiente son el resultado de las actividades humanas, como la combustión del petróleo, procesos industriales, combustión de residuos sólidos, también por la aplicación del plomo en gasolinas.

El Plomo puede terminar en el agua y suelos a través de la corrosión de las tuberías de Plomo en los sistemas de transportes y a través de la corrosión de pinturas que contienen Plomo.

El uso más amplio del plomo, como tal, se encuentra en la fabricación de acumuladores, otro uso es en baterías de plomo para automóviles. Otras aplicaciones importantes son la fabricación de tetraetilplomo, forros para cables, elementos de construcción, pigmentos, soldadura suave y municiones.

- **Zinc**

Es un metal químicamente activo pero poco abundante en la corteza terrestre. El Zinc ocurre de forma natural en el aire, agua y suelo, pero las concentraciones están aumentando

por causas no naturales, debido a la adición de Zinc a través de las actividades humanas. La mayoría del Zinc es adicionado durante actividades industriales, como es la minería, la combustión de carbón y residuos y el procesado del acero.

El agua potable también contiene cierta cantidad de Zinc. La cual puede ser mayor cuando es almacenada en tanques de metal. Las fuentes industriales o los emplazamientos para residuos tóxicos pueden ser la causa del Zinc en el agua potable llegando a niveles que causan problemas., el Zinc puede también incrementar la acidez de las aguas. Los usos más importantes del zinc los constituyen las aleaciones y el recubrimiento protector de otros metales.

- **Vanadio**

Metal extendido en la naturaleza asociado al plomo, potasio, azufre y otros elementos. Su presencia en las aguas se debe a los residuos de carácter petrolífero.

- **Hierro**

El Fe presente en un agua proviene de la disolución de rocas y minerales que lo contienen, así como de las aguas residuales procedentes de la producción de acero y otros minerales., en las aguas de consumo puede deberse a dos causas: a no haber sido bien eliminado de un agua cruda a potabilizar que lo contenga, o a la presencia de contenidos residuales procedentes de los coagulantes férricos empleados en el tratamiento de agua.

- **Manganeso**

Al igual que el Fe es un elemento ampliamente difundido en la naturaleza, con relacion al agua de bebida, la existencia de relativamente bajas concentraciones de Mn está comprobado que es suficiente para provocar aparición de color y turbidez en el agua

d) Microbiológicos

Los microorganismos más importantes que podemos encontrar en las aguas son: bacterias, virus, hongos y distintos tipos de algas, la contaminación de tipo bacteriológico es debida fundamentalmente a los desechos humanos y animales, ya que los agentes patógenos como las bacterias y los virus se encuentran en las heces, orina y sangre, y son el origen de muchas enfermedades y epidemias, los parámetros microbiológicos mas comunes son:

- Coliformes totales

- Coliformes fecales

- **Coliformes Fecales**

Son microorganismos que representan una indicación de la contaminación fecal del agua, se encuentran únicamente en los intestinos de organismos de sangre caliente y llegan al ambiente a través de sus deyecciones, la especie mas representativa de coliforme fecales es *Escherichia coli*.

- **Coliformes Totales**

La presencia de bacterias coliformes en el suministro de agua es un indicio de que la fuente de agua puede estar contaminada con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición (protozoos patógenos, quistes, virus), se utiliza las bacterias coliformes como base para determinar este tipo de contaminación bacteriológica, pues son un indicador idóneo para el agua potable

3.4 Técnicas de Muestreo de Aguas ¹¹

3.4.1 Tipos de Muestras

a) Muestra Simple o puntual

Muestra recolectada en un sitio específico durante un periodo corto, de minutos a segundos, representa un instante en el tiempo y un punto en el espacio del área de muestreo.

Es adecuada para caracterizar la Calidad del Agua de corrientes y/o cursos de agua que no fluyen con regularidad, por ejemplo: procesos batch, ríos /arroyos que dependen exclusivamente de las condiciones climáticas de la región en estudio.

Los parámetros a ser analizados con este tipo de muestra pueden variar drásticamente en el tiempo por ej.: gases disueltos, Cloro residual, sulfuros solubles, aceites y grasas, parámetros microbiológicos, etc.

b) Muestra Compuesta

Implica la colecta de una serie de muestras individuales, recogidas en un mismo punto en distintos momentos estas pueden tener pesos o volúmenes iguales o diferentes acorde al criterio seleccionado para integrar las mismas (tiempo / caudal), que conforman luego una única muestra.

La mayor parte de las muestras compuestas en el tiempo se emplean para observar concentraciones promedio, usadas para calcular las respectivas cargas o la eficiencia de una planta de tratamiento de aguas residuales.

c) Muestra Integrada

Son las obtenidas por mezcla y homogeneización de muestras simples recogidas en puntos diferentes y simultáneamente. Un ejemplo de la necesidad de muestreo integrado ocurre en ríos o corrientes que varían en composición a lo ancho y profundo de su cauce. Para evaluar la composición promedio o la carga total, se usa una mezcla de muestras que representan varios puntos de la sección transversal, en proporción a sus flujos relativos.

La necesidad de muestras integradas también se puede presentar si se propone un tratamiento combinado para varios efluentes residuales separados, cuya interacción puede tener un efecto significativo en la tratabilidad o en la composición. La predicción matemática puede ser inexacta o imposible, mientras que la evaluación de una muestra integrada puede dar información más útil.

3.4.2 Requisitos del sitio de muestreo¹¹

La selección de puntos de muestreo debe considerarse individualmente para cada sistema de abastecimiento, sin embargo, existen criterios que deben tomarse en cuenta para ello, estos criterios son:

Los puntos de muestreo deben ser representativos de las diferentes fuentes de agua que abastecen el sistema es decir, que abarquen la totalidad de la zona de estudio (parte central y extremos), y que sean de fácil acceso, además el sitio/lugar debe dar las condiciones de seguridad necesarias para que la persona que realice el muestreo no presente riesgo al momento de la recolección.

Mayor cobertura del problema es decir los puntos de muestreo deben ser representativos de los lugares más susceptibles de contaminación:

- Puntos muertos,
- Zonas de baja presión,
- Zonas con antecedentes de problemas de contaminación,
- Zonas con fugas frecuentes,
- Zonas densamente pobladas y con alcantarillado insuficiente,
- Tanques de almacenamiento abiertos y carentes de protección, y
- Zonas periféricas del sistema más alejadas de las instalaciones de tratamiento.

¹¹ Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169:98. Agua: Calidad del agua, muestreo, manejo y conservación de muestras. Y Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2176:98. Agua: Calidad del agua, muestreo, técnicas de muestreo.

La distancia desde el sitio de muestreo hasta el laboratorio debe ser mínima para garantizar la confiabilidad de los resultados.

Debe haber como mínimo un punto de muestreo inmediatamente a la salida de las plantas de tratamiento.

3.4.3 Muestreo en Aguas Superficiales

El muestreo de aguas superficiales debe considerarse ser tomada en el centro del cuerpo de agua, este muestreo va a depender de su finalidad, es decir del uso posterior que se le vaya a dar al agua superficial. En este tipo de muestreo se debe considerar:

- Utilizar un cubo metálico previamente esterilizado con alcohol.
- Atar una soga limpia al cubo y sumergirle en la fuente superficial.
- Debe quitarse el papel de protección evitando que se contamine, y
- Sumergir el frasco en el agua con el cuello hacia abajo hasta una profundidad de 15 a 30 cm, abrir y enderezar a continuación con el cuello hacia arriba (en todos los casos debe evitarse tomar la muestra de la capa superficial o del fondo, donde puede haber nata o sedimento y en el caso de captación en cuerpos de agua superficiales, no deben tomarse muestras muy próximas a la orilla o muy distantes del punto de extracción); si existe corriente en el cuerpo de agua, la toma de muestra debe efectuarse con la boca del frasco en contracorriente, efectuada la toma de muestra debe colocarse el tapón, sacar el frasco del agua y colocar el papel de protección. ²

3.4.4 Muestreo en Aguas de Consumo Directo

El muestreo en aguas de consumo doméstico, está normado e indicado la forma de proceder a realizar el mismo por la normativa ambiental vigente, a continuación se indica la manera de muestrear aguas de consumo directo. ²

- Elegir grifos situados en la red de distribución.

- Limpiar el grifo con un paño limpio.
- Abrir el grifo y dejar salir agua a flujo máximo durante 3 minutos.
- Cerrar el grifo para esterilizarlo
- Esterilizar el grifo durante 1-2 minutos calentándolo con la llama de un hisopo de algodón embebido en alcohol o con un mechero.
- Abrir el grifo y que el agua fluya durante 1 o 2 minutos
- Abrir el envase esterilizado sosteniendo el frasco por la parte inferior, destapar evitando el contacto de los dedos con la boca del frasco.
- Mantener la tapa siempre en la mano y hacia abajo.
- Llenar el envase dejando un espacio de aire.
- Tapar y colocar la envoltura protectora.

El análisis debe ser lo más rápido posible con relación a la toma de muestras por lo que no deben pasar más de 24 h desde la toma de muestras hasta la llegada al laboratorio.

3.4.5 Preservación de la muestra

Es prácticamente imposible la preservación completa e inequívoca de las muestras de aguas, independientemente de la naturaleza de la muestra, nunca puede lograrse la completa estabilidad de todos sus constituyentes; en el mejor de los casos, las técnicas de preservación solamente pueden retardar los cambios químicos y biológicos, que continúan inevitablemente después de que la muestra se retira de su fuente.

Por ello es necesario, tomar ciertas precauciones con miras a su conservación y estabilización de los constituyentes, durante el tiempo que transcurra entre la toma de muestra y el análisis, no obstante, ciertos parámetros del agua requieren determinaciones "in situ" (por ejemplo, pH, temperatura, oxígeno disuelto, conductividad, etc.) o bien de forma inmediata en el laboratorio, de manera general, es necesario conservar las muestras a baja temperatura (4°C) tanto durante el transporte como en el laboratorio durante el tiempo que transcurra hasta la realización del análisis.

Los métodos de preservación incluyen las siguientes operaciones: control de pH, adición de ciertos compuestos químicos, refrigeración, filtración, los cuales facilita la conservación de las muestras durante un cierto tiempo, retardando la acción biológica, retardan la hidrólisis de los compuestos químicos, reducen la volatilidad de los constituyentes y pueden también reducir los efectos de absorción.

CAPITULO IV

METODOLOGÍA GENERAL DE ESTUDIO

4.1 METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LA CALIDAD Y CANTIDAD DEL AGUA DE USO DOMESTICO.

4.1.1 Localización de los Puntos de Muestreo y puntos de medición de los caudales

Las muestras de agua de uso doméstico se tomaron en tres fases de muestreo., en la primera fase se realizo un monitoreo de 15 días de seis puntos de muestreo, en el periodo del 11 de agosto al 16 agosto del 2007. Las muestras fueron tomadas en las fuentes de agua superficial correspondientes a los campamentos permanentes, es decir el agua cruda de los diferentes ríos, y a la salida de las plantas potabilizadoras en los puntos de distribución de las instalaciones del BLOQUE 16 de REPSOL YPF.

En un segundo periodo de muestreo realizado en el periodo del 23 de agosto al 29 de septiembre del 2007, se tomaron los mismos seis puntos analizados anteriormente y con el objetivo de obtener más y nuevos resultados y compararlos con los del primer periodo del monitoreo.

Finalmente se realizo un tercer y ultimo monitoreo en el periodo de 11 septiembre al 16 septiembre del 2007, se volvieron a tomar los mismos seis puntos analizados en los dos muestreos anteriores, incluyendo además, tres puntos adicionales tomados en los campamentos permanentes NPF y SPF respectivamente y un ultimo punto en el campamento temporal de AMO A, los dos primeros puntos extras fueron tomados posterior al ozonificador que se encuentra en los grifos de distribución del agua de la cocina, mientras que el tercer punto fue tomado en el grifo de distribución de agua para consumo doméstico directo de AMO A. (los puntos de agua de salida de los ozonificadores, fueron tomados por petición de la empresa)

Los puntos del primer y segundo periodo de muestreo de calidad de las aguas empleadas para fines domésticos se los citan en la Tablas 4.1, mientras que a los puntos del tercer periodo se describe en la Tabla 4.2.

PUNTO	TIPO DE FUENTE DE AGUA	TIPO DE AGUA	DESCRIPCIÓN
1	Agua Superficial del Río Bogi	Previa al tratamiento y uso recreativo	Planta de Captación de Agua del C.P. NPF
2	Agua Superficial del Río Dicaro		Planta de Captación de Agua del C.P. SPF
3	Agua Superficial del Río Yasuní		Planta de Captación de Agua del C.P. AMO 1
4	Agua Superficial del Río Bogi	Para	Posterior a la planta de tratamiento NPF
5	Agua Superficial del Río Dicaro	uso	Posterior a la planta de tratamiento SPF
6	Agua Superficial del Río Yasuní	directo	Posterior a la planta de tratamiento AMO 1

Tabla. 4.1. Puntos analizados en el Primer y Segundo Periodo de Muestreo
Fuente: Autor, 2007

PUNTO	TIPO DE FUENTE DE AGUA	TIPO DE AGUA	DESCRIPCIÓN
1	Agua Superficial del Río Bogi	Previa al tratamiento y uso recreativo	Planta de Captación de Agua del C.P. NPF
2	Agua Superficial del Río Dicaro		Planta de Captación de Agua del C.P. SPF
3	Agua Superficial del Río Yasuní		Planta de Captación de Agua del C.P. AMO 1
4	Agua Superficial del Río Bogi	Para	Posterior a la planta de tratamiento NPF
5	Agua Superficial del Río Dicaro	uso	Posterior a la planta de tratamiento SPF
6	Agua Superficial del Río Yasuní	directo	Posterior a la planta de tratamiento AMO 1
7	Agua Superficial del Río Yasuní	Para	Grifo de la cocina del C.T. AMO A
8	Agua Superficial del Río Bogi	consumo	Grifo cocina del Comedor NPF
9	Agua Superficial del Río Dicaro	directo	Grifo cocina del comedor SPF

Tabla. 4.2. Puntos analizados en el Tercer Periodo de Muestreo
7-9 Puntos Adicionales
Fuente: Autor, 2007

Los puntos en los cuales se midió los caudales de agua para uso doméstico son los mismos en los que se tomó las muestras para los análisis de calidad del agua potable, es decir a la salida de agua de la planta de purificación en el punto de entrada del agua a los campamentos estos puntos compartidos son el 4,5,6., esta medición se realizo de manera manual utilizando la metodología señalada por la “NORMA DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE No. 01-NT” para todos los campamentos presentes, cabe señalar que se empleo el uso de contadores para el campamento permanente de SPF., además también, se realizo mediciones de los caudales de agua en las salidas de los campamentos, aguas de descarga domésticas que son previamente tratadas en los pantanos y/o STP. En la Tabla 4.3, se indica los puntos en los cuales se midió el caudal de entrada y salida.

PUNTO	TIPO DE FUENTE DE AGUA	TIPO DE AGUA	DESCRIPCIÓN
4	Agua Superficial del Río Bogi	Para uso directo	Tubería de entrada al C.P. NPF
5	Agua Superficial del Río Dicaro	Para uso directo	Tubería de entrada al C.P. SPF y C.T. Dona Terra
6	Agua Superficial del Río Yasuní	Para uso directo	Tubería de entrada al C.P. AMO 1 y C.T. AMO A
10	Agua Superficial del Río Yasuní	Para uso directo	Tubería de entrada Comunidad Dicaro
11	Agua Superficial estero dirigido al Río Yasuní	Para descarga al medio	Tuberías de salida del C.P. AMO 1
12	Agua Superficial estero dirigido al Río Dicaro	Para descarga al medio	Tuberías de salida del C.P. SPF, C.T. Dona Terra y oficinas
13	Agua Superficial estero dirigido al Río Bogi	Para descarga al medio	Tuberías de salida del C.P. NPF y oficinas
14	Agua Superficial estero dirigido al Río Bogi	Para uso directo	Tubería de entrada al C.T. Tivacuno
15	Agua Superficial del Río SSFD	Para uso directo	Tubería de entrada al C.T. (estación de SSFD)

Tabla. 4.3. Puntos de medición de los caudales de agua
Fuente: Autor, 2007

4.1.2 Ubicación Geográfica

Los puntos de muestreo se ubicaron en la carta topográfica del Bloque 16 de REPSOL YPF escala 1:10000., con la ayuda de un GPS Maguellan se localizaron las coordenadas reales de cada punto del muestreo., Anexo 6 al 9.

4.1.3 Descripción de los Puntos de Muestreo

A continuación se describen los puntos en los cuales se realizaron muestreos para determinara la calidad y cantidad del agua de uso doméstico empleada en los campamentos del B16.

- **Punto1**

Este ubicado en las riberas orientales del Río Bogi alejado del campamento NPF unos 100 metros, este punto es de gran importancia puesto que se sabe que las petroleras aledañas ubicadas río arriba descargan sus vertidos domésticos e industriales en las aguas de este cuerpo hídrico., es de las aguas de este río que las comunidades indígenas de la zona utilizan para su bienestar y que el C.P. NPF capta su agua para el posterior tratamiento de purificación.

- **Punto2**

El segundo punto de muestreo corresponde al agua superficial del río Dicaro, del cual se extrae el agua para consumo doméstico propio y agua para diferentes usos no domésticos (agua de utilidades, sistemas contra incendios), se encuentra ubicado a unos 300 metros aproximadamente de los tanque de sedimentación de la planta de tratamiento, es un río con caudal variante según la época del año, factor que afecta a los parámetros de calidad del agua como son la turbidez, contenido de sólidos etc., cabe señalar que el agua de este río es también utilizada por las comunidades indígenas (Guaorani) propias del sector, sin ningún tipo de tratamiento previo., es un agua con un gran contenido de materia viva, propias del sector, con la presencia de un color característico café-amarillo.



Fotografía. 4.1. Río Dicaro
Fuente: autor 2007

- **Punto3**

En el tercer punto de toma de muestra es del río Yasuní, y esta agua es destinada solo para consumo doméstico del campamento permanente AMO 1 y el temporal AMO A, es el mismo recurso hídrico usado por la comunidad Guaorani de Dicaro, pero en otro tramo de toma, a unos 2 Km. de separación, este punto se encuentra a unos 150 metros de los cubetos de sedimentación de la planta de agua, el punto presenta características de difícil acceso debido a una vegetación tupida a lo largo de la ubicación de las mangueras que succionan el agua para un posterior envío a los tanques de almacenamiento.



Fotografía. 4.2. Río Yasuní
Fuente: autor 2007

Punto4

El cuarto punto se registro en los puntos de abastecimiento de agua a la salida de la planta de purificación que se encuentra en el grifo de entrada al campamento NPF, en este punto se tomaron muestras para el análisis de la calidad del agua así como se realizaron las mediciones del caudal de agua que se dirige a los puntos de distribución.

Punto5

Este quinto punto en el cual se tomaron muestras de agua para los análisis físico-químico-microbiológicos, y donde se realizaron las mediciones de los caudales, corresponde a la salida del agua potable a través de una toma, ubicada en el sitio mismo de la planta potabilizadora, es decir en la tubería de agua para uso domestica que es bombeada a los distintos puntos de distribución tanto en el campamento de SPF como en las oficinas, en este lugar de muestreo el agua sale a una presión elevada por una tubería de 4” que luego de un tramo de 50 metros se empata con una tubería de 2” la que a su vez se distribuye al C.P. SPF, al C.T DE Dona terra y a las oficinas.



Fotografía. 4.3. Planta Potabilizadora del SPF
Fuente: autor 2007

- **Punto6**

En el campamento permanente de AMO 1, también se realizo un periodo de muestreos de agua para uso domestica, las muestras fueron tomadas en el grifo de abastecimiento de agua cercano a unos 5 metros de la planta de tratamiento del agua potable, ubicado en la

parte posterior del Bloque A (habitaciones), grifo utilizado para diversas actividades de aseo, limpieza riego de jardines etc., con un diámetro de ½” pulgada, en este punto se realizo también la medición de los caudales de agua tanto para AMO 1 como para AMO A ya que debido a su cercanía comparten la misma agua potabilizada, el agua que es enviada al C.T. AMO A sale de un tramo de la tubería principal perteneciente al C.P.



Fotografía. 4.4. Grifo de agua, C.P. AMO 1
Fuente: autor 2007

- **Punto 7**

Este punto pertenece al campamento temporal de AMO A, ubicado en las tomas de agua destinadas para uso común por todo el personal que trabaja y opera en este lugar, agua que es almacenada en tanques de unos 7000 galones de capacidad provenientes del C.P. AMO 1 a través de un tanquero de agua el cual abastece al campamento cada 2 días, este sistemas de distribución del agua empleada para fines domésticos son removidos de su ubicación según las necesites del trabajo en la zona, por lo que no tienen un periodo fijo ni continuo.



Fotografías. 4.5. Izq. y 4.6. Der. Tanque de almacenamiento; grifos de abastecimiento de agua.

Fuente: autor 2007

Adicionalmente se tomaron dos puntos de muestras extras por petición de la empresa en cuestión, estos puntos fueron tomados en uno de los varios grifos que se tiene presente en las cocinas de los campamentos permanentes donde se ubicaron los ozonificadores, la implementación de estos sistemas de purificación del agua se realizó con la finalidad de mejorar las características físico-químicas del agua y asegurar una adecuada desinfección del agua para consumo directo en la preparación de alimentos.

- **Punto 8 y Punto 9**

Ubicados a un costado de las cocinas de los campamentos permanentes NPF y SPF respectivamente, este ozonificador envía el agua ozonificada a los grifos de la cocina a través de un sistema de tipo venturi, esto debido a que en la cocina se tiene un alrededor de 6-8 tomas de salida del agua, el ozono en este sistema se produce a través de una descarga de unos 20000 voltios aproximadamente teniendo como flujo de alimentación al oxígeno puro., el ozono es inyectado directamente en la tubería mediante un by-pass, esta técnica se basa, fundamentalmente, en lograr un tiempo de contacto adecuado del agua, con la cantidad adecuada de ozono. . Después de lo cual, el ozono se descompone en oxígeno tras varios minutos no dejando ningún tipo de residual.



**Fotografía. 4.7. Grifo de agua de la cocina., agua ozonificada.
Fuente: autor 2007**

- **Punto 10**

Este décimo punto donde fueron medidos los caudales solamente incluye al agua de entrada que abastece a la comunidad Guaorani de Dicaro, la cual extrae el agua del río Dicaro a través de una bomba situada en el campamento AMO A, enviada al campamento por una tubería de 2" con una longitud aproximada de 3 Km., el punto en el que se midió el caudal corresponde al primer grifo cercano al tanque de abastecimiento, se debe señalar que el agua de dotación asignada a esta comunidad no recibe ningún tipo de tratamiento previo a su uso directo es agua cruda de río.



**Fotografías. 4.8. Izq. y 4.9. der. Tanque almacenamiento y grifo de agua de la
Comunidad de Dicaro
Fuente: autor 2007**

- **Punto 11**

A este punto le corresponde el agua de salida proveniente del campamento permanente AMO 1, aguas usadas domésticamente las cuales atraviesan un proceso de degradación biológica previo a su descarga en el estero de bajo caudal sin nombre con dirección al río Yasuní, en este punto existen 2 descargas correspondientes a 2 pantanos uno a continuación del otro.



Fotografías. 4.10. Izq. y 4.11. Der. Pantanos del C.P. AMO 1
Fuente: autor 2007

- **Punto 12**

El mencionado punto corresponde a los caudales provenientes de la descarga al cuerpo receptor, es decir el agua de salida que va en dirección a dos esteros sin nombre con dirección al río Dicaro, son aguas grises y negras provenientes de las actividades domésticas del SPF, las mismas que son encaminadas a un proceso de tratamiento en los que se incluye a los pantanos y el STP., cabe señalar que la descargas se realizan en tres diferentes ubicaciones, así se tiene que, el agua procedente de las oficinas son evacuadas al STP y posteriormente descargadas en el estero sin nombre que se dirige al extremo este del río Dicaro, mientras que para las aguas provenientes del campamento estas pasan en primer lugar por los pantanos con dirección al estero sur del mismo río Dicaro, y finalmente se tiene a las descargas provenientes del campamento temporal de Dona Terra con el mismo estero de descarga que el punto anterior a unos 50 metros aproximadamente de separación entre los dos puntos. Fotografías 4.12 y 4.13 respectivamente.



Fotografías. 4.12. Izq. y 4.13. Der. Efluentes de agua doméstica C.P. SPF y C.T Dona Terra
Fuente: autor 2007

- **Punto 13**

El punto trece comprende a los caudales de salida previo tratamiento de depuración en un pantano para las aguas provenientes de las habitaciones, cocina y demás instalaciones del campamento y al STP para las descartas provenientes de las oficinas, dentro del que se incluye un último paso, que es la cloración en pastillas al agua antes de su descarga al estero sin nombre con dirección al río Bogi, son aguas procedentes de los vertidos urbanos domésticos del C.P. NPF.



Fotografías.4.14. Pantano del C.P. NPF
Fuente: autor 2007

- **Punto 14 y 15**

Estos puntos son los correspondientes al campamento temporal Tivacuno como a la estación de Shushufindi (también campamento temporal), debido a que en estos dos puntos se realizaron mediciones del caudal de agua en la entrada con la única finalidad de determinar el consumo doméstico de agua per cápita, estos puntos son abastecidos mediante un carro tanquero periódicamente con intervalos de un día y medio por recarga, donde se tiene la presencia de 1 tanque de almacenamiento por campamento con capacidad de 300 BBLs, cabe señalar que estos puntos no se realizaron mediciones de las aguas residuales domésticas puesto que estas van en el un caso directo a una fosa séptica sin condiciones para realizar mediciones, como en un segundo (estación de SSFD) directo a la alcantarilla de la ciudad del mismo nombre., resultados que se presentan en el capítulo V, Tablas 5.30 a la 5.33.

4.14 Parámetros analizados In Situ

Utilizando los equipos y los procedimientos que utiliza el personal del laboratorio de aguas del BLOQUE 16 de REPSOL YPF (NPF), se analizaron ciertos parámetros in situ para el control de calidad de aguas destinadas para uso doméstico, esta información se cita a continuación en la Tabla 4.4.

a) Parámetros Físicos y Químicos Analizados in situ

PARÁMETRO	PROCEDIMIENTO	EQUIPO UTILIZADO	RANGO DE MEDICIÓN	LIMITE DE DETECCIÓN DEL MÉTODO
Potencial de hidrogeno	APHA/AWWA/WEF 4500-H+B	Ph metro (Multi 340i)	2 a 12	
Conductividad Eléctrica	APHA/AWWA/WEF 2510	Conductivímetro (Multi 340i)	0,0 μ S/cm. a 12,1 mS	0,0 uS/cm
Temperatura Agua	APHA/AWWA/WEF 2550 B	Termómetro de Mercurio ASTM	-15 a °60 °C	
Temperatura Ambiente	APHA/AWWA/WEF 2550 B	Termómetro de Mercurio ASTM	-15 a °60 °C	
Turbidez	HACH 8237	Turbidímetro (2100P)	0 A 999 NTU	0,1 NTU
Dureza Total	HACH 8213	Testomat ECO	0,89 a 448 mg/L	0,89 mg/L(Ca CO ₃)
Alcalinidad	HACH 8203	Titulación		
Cloro residual	HACH 8021	Test kit (Chlorine, free & Total	0 a 4 mg/L	

Tabla. 4.4. Parámetros Físicos y Químicos Analizados in situ
Fuente: Manual calidad Laboratorio REPSOL YPF (NPF)

4.1.5 Parámetros analizados en Laboratorio (Laboratorio de aguas del Bloque 16 de REPSOL YPF)

Aquí se realizo análisis de carácter físico-químico y microbiológico, utilizando los métodos y equipos que se emplean en el laboratorio de aguas del Bloque 16, los mismos que se estipulan en las Tablas 4.5 a la 4.8.

Todas las muestras fueron tomadas con envases de vidrio (botellas winkler) cada uno de de 300 ml aprox. el ambiente en el que fueron preservadas incluye un Cooler con refrigerantes, todo esto debido la cercanía de distancia entre los puntos muestreados al laboratorio así como la presta y oportuna colaboración del personal del laboratorio de aguas de REPSOL YPF.

a) Parámetros Físicos

PARÁMETRO	PROCEDIMIENTO	EQUIPO UTILIZADO	RANGO DE MEDICIÓN	LIMITE DE DETECCIÓN DEL MÉTODO
Solidos totales	APHA/AWWA/WEF 2540 B	Estufa / Balanza	0 a 100%	5 mg/L
Solidos disueltos (TDS)	APHA/AWWA/WEF 2540 C	Estufa / Balanza	0 a 100%	5 mg/L
Color		Espectrofotometro		

Tabla 4.5. Parámetros Físicos Analizados en laboratorio
Fuente: Manual calidad Laboraratorio REPSOL YPF (NPF)

b) Parámetros Químicos Orgánicos

PARÁMETRO	PROCEDIMIENTO	EQUIPO UTILIZADO	RANGO DE MEDICIÓN	LIMITE DE DETECCIÓN DEL MÉTODO
Q_2 disuelto	APHA/AWWA/WEF 4500-O	Titulación	0 a 120%	0
Fenoles	APHA/AWWA/WEF 5530	Espectrofotometro Ultravioleta	0,10 a 250 mg/L	5 mg/L
TPH	EPA 481.1 ; 1664 (SGT-HEM)	Cromatografo GC		
HAPs	APHA/AWWA/WEF 6640 B	Cromatografo GC o HPLC		
DBO5	APHA/AWWA/WEF 5210 B	Titulación		
DQO	APHA/AWWA/WEF 5220	Digestor /Titulación	0 a 1000 mg/L	2 mg/L

Tabla 4.6. Parámetros Químicos, Orgánicos Analizados en laboratorio
Fuente: Manual calidad Laboraratorio REPSOL YPF (NPF)

c) Metales

PARÁMETRO	PROCEDIMIENTO	EQUIPO UTILIZADO	RANGO DE MEDICIÓN	LIMITE DE DETECCIÓN DEL MÉTODO
Bario	APHA/AWWA/WEF 3030 - Ba B	Espectrofotómetro de Absorción Atómica	0,25 a 8 mg/L	0,025 mg/L
Cadmio	APHA/AWWA/WEF 3030 - Cd B	Espectrofotómetro de Absorción Atómica	0,012 a 0,4 mg/L	0,0012 mg/L
Plomo	APHA/AWWA/WEF 3030 - Pb B	Espectrofotómetro de Absorción Atómica	0,1 a 10 mg/L	0,010 mg/L
Mercurio	APHA/AWWA/WEF 3500 - Hg B	Espectrofotómetro de Absorción Atómica		0,02 mg/L
Cromo	APHA/AWWA/WEF 3111 - Cr D	Espectrofotómetro de Absorción Atómica		0,010 mg/L
Vanadio	APHA/AWWA/WEF 3111 - V B	Espectrofotómetro de Absorción Atómica		0,05 mg/L
Zinc	APHA/AWWA/WEF 3500 - Zn B	Espectrofotómetro de Absorción Atómica		0,03 mg/L
Hierro	APHA/AWWA/WEF 3502 - Fe B	Espectrofotómetro de Absorción Atómica	0,1 a 1,8 mg/L	0,010 mg/L
Manganeso	APHA/AWWA/WEF 3536 - Mn B	Espectrofotómetro de Absorción Atómica	0,01 a 1 mg/L	0.01 mg/L

Tabla 4.7.

Parámetros Químicos, Metales Analizados en laboratorio
Fuente: Manual calidad Laboratorio REPSOL YPF (NPF)

d) Microbiológicos

PARÁMETRO	PROCEDIMIENTO	EQUIPO UTILIZADO	RANGO DE MEDICIÓN	LIMITE DE DETECCIÓN DEL MÉTODO
Coliformes Fecales	APHA/AWWA/WEF 9222	Medio selectivo	0 a contables	1 col/ml
Coliformes Totales	APHA/AWWA/WEF 9221	Medio selectivo	0 a contables	1 col/ml

Tabla. 4.8. Parámetros Microbiológicos Analizados en laboratorio
Fuente: Manual calidad Laboratorio REPSOL YPF (NPF)

Los puntos muestreados se encuentran próximos al laboratorio de aguas del campamento permanente NPF del Bloque 16, por lo que la utilización de reactivos para retardar los cambios físicos-químicos y biológicos en las muestras de los parámetros que necesitan métodos de preservación, las que incluyen ciertas medidas de acuerdo al parámetro a tratar, se describe en las Tablas 4.9a y 4.9b., información que se cita a continuación.

PARÁMETRO	Tipo de recipiente	Lugar del Análisis	Tiempo máximo de conservación	Técnicas de Conservación
FÍSICO-QUÍMICOS				
Color	P o V	En el sitio		
Temperatura Agua		En el sitio	Medida "in situ"	
Temperatura Ambiente		En el sitio	Medida "in situ"	
Sólidos Totales	P o V	Laboratorio	24 h.	Refrigerar entre 2°C Y 5°C
Sólidos Disueltos (TDS)	P o V	Laboratorio	24 h.	
Potencial de hidrogeno	P o V		Medida "in situ" o de manera inmediata	Transportar a temperatura mas baja que la inicial
Conductividad	P o V	Laboratorio	24 h.	Refrigerar entre 2°C Y 5°C
Turbidez	P o V	Laboratorio	24 h.	
Dureza Total	P o V	Laboratorio	24 h.	
Alcalinidad	P o V	Laboratorio	24 h.	Refrigerar entre 2°C Y 5°C

Tabla. 4.9.a Métodos de preservación de muestras de aguas
Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2176:98

PARÁMETRO	Tipo de recipiente	Lugar del Análisis	Tiempo máximo de conservación	Técnicas de Conservación
ORGÁNICOS				
Oxígeno disuelto	P o V		Medida "in situ" o de manera inmediata	Fijar el oxígeno en el sitio y guardar en la oscuridad
Fenoles	V	Laboratorio	24 h.	Refrigerar entre 2°C Y 5°C guardar en la oscuridad
Hidrocarburos Totales de Petróleo	V	Laboratorio	24 h.	Extraer en el sitio y refrigerar entre 2°C Y 5°C
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	V	Laboratorio	24 h.	Extraer en el sitio y refrigerar entre 2°C Y 5°C
Demanda Bioquímica de Oxígeno	P o V	Laboratorio	6 h.	Refrigerar entre 2°C Y 5°C guardar en la oscuridad
Demanda Química de Oxígeno	P o V	Laboratorio	5 días	Acidificar a pH < 2, refrigerar entre 2°C Y 5°C, guardar en la oscuridad
METALES				
Bario	P o V	Laboratorio	1 mes	Filtración en el lugar de muestreo y acidificación del filtrado a pH < 2
Cadmio	P o V	Laboratorio	1 mes	Filtración en el lugar de muestreo y acidificación del filtrado a pH < 2
Plomo	P o V	Laboratorio	1 mes	Filtración en el lugar de muestreo y acidificación del filtrado a pH < 2
Mercurio	V	Laboratorio	1 mes	Acidificar a pH < 2 con HNO ₃ y adición de K ₂ CR ₂ O ₇
Cromo	P o V	Laboratorio	1 mes	Filtración en el lugar de muestreo y acidificación del filtrado a pH < 2
Vanadio	P o V	Laboratorio	1 mes	Filtración en el lugar de muestreo y acidificación del filtrado a pH < 2
Zinc	P o V	Laboratorio	1 mes	Filtración en el lugar de muestreo y acidificación del filtrado a pH < 2
Hierro	P o V	Laboratorio	1 mes	Filtración en el lugar de muestreo y acidificación del filtrado a pH < 2
Manganeso	P o V	Laboratorio	1 mes	Filtración en el lugar de muestreo y acidificación del filtrado a pH < 2
MICROBIOLÓGICO				
Cloro residual	P o V	En el sitio		
Coliformes Fecales	Recipiente esteril	Laboratorio	8 h.	Refrigerar entre 2°C Y 5°C
Coliformes Totales	Recipiente esteril	Laboratorio	8 h.	Refrigerar entre 2°C Y 5°C

Tabla 4.9.b

Métodos de preservación de muestras de aguas

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2176:98

4.1.6 Descripción de los procesos de la planta de tratamiento

En el Bloque 16 se tiene la presencia de tres plantas de tratamiento de agua potable correspondientes a los campamentos permanentes NPF, SPF Y AMO 1, todas las plantas tienen un sistema de operación similar, teniendo diferencias en el tamaño de estas, según corresponda las dimensiones del campamento., pero todas tienen el objeto de reducir porcentualmente (o de forma absoluta) parámetros desfavorables para el consumo humano (por ejemplo, color, turbidez, materias orgánicas, hierro, manganeso, como más significativos)., en el Anexo 13 se presenta un diagrama de flujo de la planta de purificación.



Fotografía. 4.15. Planta de Tratamiento de Agua Potable
Fuente: autor 2007

Los procesos de la planta de tratamiento se describen a continuación:

1. El primer proceso que se realiza es el de coagulación-floculación y se realiza con el objeto de retirar sustancias sólidas, materias en suspensión y coloidales del agua utilizando fenómenos de coagulación-floculación, esto es, porque las miscelas o partículas coloidales presentan una carga electrostática superficial generalmente de tipo negativo produciendo una repulsión continua entre ellas lo que impide su aglomeración para una posterior sedimentación natural, de ahí que, el coagulante se utiliza con el objeto de neutralizar o desestabilizar las cargas de los sistemas coloidales permitiendo la aglomeración y la subsiguiente decantación, mientras que la función del floculante es aglomerar a las partículas coaguladas, es decir incrementar la masa de los floculos para facilitar su decantación.

El proceso de añadidura al agua de coagulante se da de la siguiente manera:

El agua es extraída del río y bombeada a través de una tubería de dos pulgadas., en el tramo inicial de la tubería se inyecta coagulante, es una adición de reactivos, cuya finalidad es dispersar completa e íntimamente el coagulante a través de toda la masa o flujo de agua, el coagulante usado, y el que es de uso común en los campamentos del B16, de nombre “QUIMIFLOC NH17” (polímero catiónico en solución)., este floculante-coagulante viene en una presentación en líquido, y es dosificado en el agua a una relación de (4500 ml por día)., el coagulante es almacenado en barriles de 20 galones del cual mediante el uso de inyector por goteo es adicionado al agua que corre rápidamente por la tubería en dirección a los tanques de almacenamiento 1 y 2 respectivamente con una capacidad de 12000 galones cada uno., cabe citar que el ajuste de la dosis se lo realiza de manera manual.



Fotografías. 4.16. Izq. y 4.17. Der. Sistema de Coagulación-Floculación
Fuente: autor 2007

2. En un segundo proceso el agua con coagulante-floculante que ha sido almacenada temporalmente por un corto periodo en los tanques 1 y 2 es bombeada al tanque de sedimentación abierto, el cual tiene cinco (5) compartimientos de paso de agua, los cuales se indican en las fotografías 4.18 a la 4.19.

Es una sedimentación después de coagulación y floculación cuyo objeto en el tratamiento de aguas para consumo humano y todo uso doméstico es la precipitación o decantación final de los agregados coloide-coagulante (sólidos sedimentables producidos por el tratamiento químico) que decantan debido a la aglomeración masiva de partículas que van

ganando masa, aquí en la sedimentación en donde en función de entre la diferente densidad entre los floculos (pesados) y el agua relativamente libre de floculos (menos densa) se produce el ascenso del agua decantada y clarificada, que se colecta desde la superficie del decantador, cabe señalar que los lodos y/o fangos que se aglomeran en estos compartimientos tienen un espesor y textura de tipo fina, y son retirados una vez por semana, mediante un lavado de tipo manual.



Fotografías: 4.18. Izq. y 4.19. Der. Tanque de Sedimentación
Fuente: autor 2007

3. El agua que sale del tanque de sedimentación es enviada al filtro de carbón activado, filtrando por este el agua decantada, el carbón activo es el adsorbente usado en las plantas potabilizadoras del B16, cuya finalidad principal es retirar el exceso de materia orgánica, olores, sabores, y microcontaminantes, el carbón actúa fijando en su superficie sólida, moléculas extraídas de la fase líquida o gaseosa en contacto con ellos.

El contacto de una sustancia adsorbente con un agua ocasiona que determinados componentes queden retenidos en la superficie sólida, permitiendo su eliminación del agua.

Se utiliza un carbón activado del tipo granular de origen mineral, activado mediante un proceso térmico, que se compone de una red de poros más o menos densa con diámetros variados de entre 10 y 2000 Å, estos poros son de tres tipos: los microporos, que adsorben gases; mesoporos, encargados de la retención de microcontaminantes y finalmente los macroporos con propiedades decolorantes.

El uso del carbón activado granular se efectúa mediante el método de percolación con columnas rellenas de GAC, las que son atravesadas por el agua que se va a tratar., el compartimiento de este filtro es un sistema de tipo cerrado y presurizado, de orden descendente, es decir el agua ingresa por la parte superior y tiene su salida en la parte posterior del filtro, el tanque filtro esta compuesto por: en orden ascendente 1 metro aprox., de piedra bola (piedra de gran tamaño), seguido de 70 a 80 cm. aproximados de grava (piedra de tamaño medio), y de ahí en adelante se hace una bicapa compuesta de chispa (piedra fina) y de carbón activado granular a una relación de 10 y 15 cm por compuesto alternado entre los dos hasta que se mantenga una altura sin relleno, es decir libre hasta el tope del tanque filtro de aproximadamente un metro.



Fotografías: 4.20. Izq. y 4.21. Der. Tanque del filtro de carbón activo
Fuente: autor 2007

4. El cuarto proceso es conocido como “microtamizado a presión”, similar al anterior por el método, es la filtración propiamente dicha a través de una filtración a presión y de tipo lenta.

Se dice lenta puesto que el filtro opera con caudales de 10-30 m³/día, filtrando el agua que sale del filtro de carbón activado granular a través de dos (2) tanques filtrantes denominados filtros de hilo (comúnmente nombrados así) de dimensiones no superiores al (1) metro de altura por cada compartimiento.

Cada sistema tiene en su interior un grupo de 12 filtros envueltos por hilo de forma tubular e independiente uno de otro, de unos 5 cm de diámetro y 60 cm de altura por unidad, este

tipo de filtración provoca la retención de las partículas en la superficie lateral de los filtros de hilo debido a que el agua llega a este proceso del tratamiento con un pequeño porcentaje de material suspendido, medido en la practica como turbiedad, compuesto de floc, suelo, metales oxidados y microorganismos.

De ahí que se considera que el propósito principal de la filtración es remover la turbiedad e impedir su interferencia con la desinfección., a todos los filtros del proceso de purificación del agua se les realiza un retrolavado ascensional una vez por día., el compartimiento del filtro de carbón como el de hilo son metálicos y están presurizados rellenos en su interior solamente por el material filtrante.



Fotografías: 4.22. Izq. y 4.23. Der. Filtros de hilo
Fuente: autor 2007

5. El ultimo proceso en el tratamiento de agua en el B16 es la desinfección del agua luego de la filtración, para esto se emplea cloro gas, el cual es dosificado directamente a la tubería de salida que se dirige a los puntos de abastecimiento directos de agua, en donde el objeto es eliminar organismos patógenos que se puedan encontrar en el agua como virus, bacterias, parásitos etc., capaces de producir enfermedades.

Este procedimiento se realiza de la siguiente manera: el cloro gas es introducido directamente al agua filtrada proveniente de un tanque de almacenamiento, agua que circula a través de una tubería en forma continua en dirección a los puntos de consumo, el proceso se lo realiza de la siguiente manera: el gas cloro (gas licuado en cilindros de 907 Kg) ingresa al clorador, el cual está dotado por reguladores de presión y vacío, accionada

por dispositivos que reducen la presión del cloro gaseoso. La presión reducida permite un flujo uniforme de gas, medido con exactitud por un rotámetro. Además, mantiene un vacío en la línea al inyector., este inyector o eyector es un aditamento de tipo venturi que hala o arrastra el cloro gaseoso dentro de un flujo corriente de agua, formando una solución fuerte de cloro en agua, finalmente esta disolución de cloro en agua es lo que se dosifica en el agua que se va a desinfectar mediante difusores que son, simplemente, tubos cortos o agujereados que dispersan uniforme y rápidamente la solución de cloro dentro del caudal de agua

La solución de cloro es transportada al punto de aplicación por tubería PVC.

Para cambiar la dosis de cloro el operador ajusta manualmente el control del rotámetro., de este modo el agua sale de la planta y es usada por las personas del B16.

También, se tiene la presencia de (2) dos ozonificadores, los cuales procesan el agua única y exclusivamente de entrada a la cocina de los dos C.P. NPF Y SPF, este ozono se genera in situ durante el proceso de tratamiento, mediante una descarga eléctrica de ≈ 20.000 voltios sobre oxígeno puro, el cual viene almacenado en tanques comprimidos, este ozono es inyectado directamente en la tubería mediante un by-pass.

A continuación se presenta las fotografías correspondientes al sistema de dosificación de cloro gaseoso en la tubería.



Fotografías: 4.24 Izq. Sup. Tanque de Cl gas y Clorador; 4.25 Der. Sup. Rotámetro
Fuente: autor 2007



Fotografías: 4.26. Izq. Inf. Inyector, Y 4.27 Der. Inf. Difusor
Fuente: autor 2007

4.1.7 Medición de los caudales consumidos en los campamentos permanentes y temporales

Las mediciones de los caudales se realizo de manera manual con el objeto de determinar el consumo per. Cápita de agua domestica empleada en el Bloque 16, la misma que se realizo en todos los campamentos permanentes y en los temporales Tivacuno, AMO 1, SSFD, estas mediciones fueron tomadas puntos de abastecimiento de la tubería de salida de la planta de potabilizadora de los respectivos campamentos.

Las lecturas experimentales fueron tomadas durante un periodo continuo diario, varios días en cada campamento, lo que se indica en el capítulo de resultados en las Tablas 5.24 a la 5.35.

El caudal medio se calculó mediante la ecuación:

$$Q_m = f * (P * D) / 86400$$

En donde:

$$Q_m = \text{Caudal medio (L/s)}$$

f = Factor de fugas, se tomó en cuenta por concepto de fugas los porcentajes considerados para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable., y dado que el B16 dispone de conexiones de abastecimiento de agua en gran medida, además de un sistema de alcantarillado sanitario completo, se tomó al 20% como valor, por porcentaje de fugas

P = Población, es la que se encuentra presente directa e indirectamente cada día por cada campamento

D = Dotación (L/hab-día), es la cantidad de agua potable consumida diariamente en promedio por cada habitante en el Bloque 16

Para calcular el consumo de agua per. Cápita (es decir la dotación), se procedió a despejar la fórmula del caudal medio.

Quedando: $D = 86400 * Q_m / (f * P)$

Además se debe señalar que el campamento permanente de SPF cuenta con dos medidores-contadores los cuales registran el volumen de agua en BBIs/día suministrada a todos los lugares donde se usa o consume agua. El medidor 1 mide el total del agua que ingresa a SPF donde se incluye (agua para utilidades, sistemas contra incendios, y destinada para potabilización)., mientras que el contador 2 solamente da las lecturas del agua doméstica.

A los datos de este contador se los comparo con los obtenidos de las mediciones manuales realizadas a los caudales Tabla 5.25 a y 5.25 b.



Fotografías: 4.28. Izq. Medidor del Agua Doméstica; 4.29. Der. Medidor del Total de Agua que Ingresa
Fuente: autor 2007

4.1.8 Detección de fugas

La detección de fugas en los campamentos se la realizo de dos maneras, la primera fue de manera visual es decir inspeccionando la tubería en todos los tramos en los que se encuentra expuesta y visualizando de manera personal dichas fugas para clasificarlas posteriormente por el tipo de fuga (Anexo 10), mientras que la segunda manera fue con ayuda del balance de aguas y aquí comparando el volumen total de agua que entra contra el volumen de agua que sale del predio.

4.1.9. Comparación de los consumos reales per. cápita con estándares nacionales e internacionales e incluso del mismo sector.

La comparación de las lecturas obtenidas en los campamentos del Bloque 16 se la realizo con los datos que ofrece la Organización Mundial de la Salud (OMS) para un uso necesario y no derrochador del agua doméstica el mismo que se estipula en 150 L/hab-día, y también se tomo en consideración a la “NORMA DE DISEÑO ECUATORIANA PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE USO DOMÉSTICO (NORMA CO 10.07602)”, la misma que presenta criterios y parámetros de diseño

sugeridos pero cuya observación no es obligatoria, fijando el valor del consumo per. Cápita de agua en 100 L/hab-día, en la comparación no se incluyo demás estándares nacionales ecuatorianos ni del mismo sector (petrolero) debido a la inexistencia de información referente al tema por parte de estos.

La comparación de los consumos domésticos de agua de cada campamento referida a la norma nacional como a la internacional se la representa en el capítulo de resultados en los gráficos 5.5 al 5.9.

4.10 Promulgación de la campaña de ahorro y uso eficiente del agua dirigida al personal del Bloque 16

En la promulgación de la campaña de ahorro y uso eficiente del agua se realizo una propuesta en la que se contempla el planteamiento de opciones viables para cada uno de los sitios donde se emplea agua para fines domésticos dentro de los campamentos del Bloque 16, permitiendo la optimización del uso del recurso hídrico doméstico.

Todo esto acompañado de una campana de educación ambiental dirigida al personal del Bloque 16, en la que se tiene representado el programa de uso eficiente del agua con la ayuda de material didáctico.

CAPITULO V.

RESULTADOS

5.1 Presentación de Resultados

La presentación de los análisis Físico-Químicos y Microbiológicos experimentales realizados a cada uno de los campamentos permanentes en el campo in situ como en el laboratorio de aguas del campamento NPF de REPSOL YPF, se los presenta en las Tablas 5.1 a la 5.7, seguido se presenta los resultados de las mediciones de los caudales de agua doméstica empleada a la entrada, como a la salida, aguas residuales domésticas.



Fotografía: 5.1. Instalaciones del campamento permanente SPF
Fuente: Autor 2007

Punto de muestreo	AMO A; SPF; NPF				
PARÁMETRO	Expresado en	UNIDAD	Muestreo		
			C.T.	Ozonificador 1	Ozonificador 2
			11 al 16/09/2007	11 al 16/09/2007	11 al 16/09/2007
FÍSICO-QUÍMICOS					
Color		UCV	incolora	incolora	incolora
Olor		varias	inodora	inodora	inodora
Temperatura Agua		° C	26	22	24
Temperatura Ambiente		° C	35	38	37
Sólidos Totales		mg/L	54	14	11
Sólidos Disueltos (TDS)		mg/L	25,28	9,97	10,11
Potencial de hidrogeno	pH	Unidad	6,86	7,01	6,94
Conductividad	CE	µS/cm	47	25	28
Turbidez		UNT	15	0,71	0,69
Dureza Total	CaCO ₃	mg/L	23	12	16
Alcalinidad	CaCO ₃	mg/L	26	16	21
ORGÁNICOS					
Oxígeno disuelto	OD	mg/L	1,41	3,73	3,27
Fenoles	Fenol	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/L	0,021	<0,020	<0,020
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	HAPs	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO ₅	mg/L	1,59	1,01	0,99
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	2,72	2,09	2,02
METALES					
Bario	Ba	mg/L	<0,025	<0,025	<0,025
Cadmio	Cd	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001
Plomo	Pb	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01
Mercurio	Hg	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01
Cromo	Cr	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05
Vanadio	V	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1
Zinc	Zn	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01
MICROBIOLÓGICOS					
Cloro residual	Cl ₂	mg/L	0,6	0,6	0,8
Coliformes Fecales		NPM/100 ml	ausencia	ausencia	ausencia
Coliformes Totales		NPM/100 ml	ausencia	ausencia	ausencia

Tabla 5.7. Análisis Físico-Químicos y Microbiológicos del Agua para consumo humano directo en los puntos de distribución de los campamentos permanentes. Fuente: autor, 2007

A continuación se presenta los datos obtenidos en las mediciones de los caudales de agua doméstica de entrada y los caudales de salida utilizada en los campamentos., las mediciones en el agua residual doméstica se las realizo solamente en los campamentos que presentaban las condiciones para efectuar dicho trabajo, Tablas (5.8 a la 5.13).

Punto de muestreo	Comuna Dicaro	
PARÁMETRO	Expresado en	Muestreo
		14/12/2007
Caudal Entrada	L/s	0,0957
	L/s	0,0820
	L/s	0,0825
	L/s	0,0922
	L/s	0,1062
	L/s	0,0536
	L/s	0,0786
	L/s	0,1382
	L/s	0,0456
	L/s	0,0514
	L/s	0,1034
	L/s	0,0521
	L/s	0,1019
	L/s	0,0895
	L/s	0,0593
	L/s	0,0746
	L/s	0,0553
	L/s	0,0621
	L/s	0,0833
	L/s	0,0982
L/s	0,0473	

Tabla 5.8. Medición de los caudales del Agua cruda de río de la Comuna Dicaro
Fuente: autor, 2007

Las mediciones realizadas a la Comuna Guaorani de Dicaro, se realizaron por petición de REPSOL YPF, para determinar la cantidad de agua que consume esta comunidad a la que se doto de una bomba, tubería y un tanque de almacenamiento de aproximadamente 5000 galones para uso propio, esta agua es de tipo cruda proveniente del río Yasuní.

Punto de muestreo	SPF Y DONA TERRA					
PARÁMETRO	Expresado en	Muestreo				
		4/12/2007	5/12/2007	6/12/2007	7/12/2007	8/12/2007
Caudal Entrada	L/s	0,1119	0,2183	0,1746	0,1830	0,2100
	L/s	0,1454	0,2394	0,2019	0,1291	0,2582
	L/s	0,1844	0,3633	0,2400	0,3841	0,2491
	L/s	0,1411	0,3297	0,2720	0,3219	0,2330
	L/s	0,1347	0,2270	0,1143	0,1263	0,2133
	L/s	0,1981	0,2609	0,1405	0,1460	0,2500
	L/s	0,2179	0,2594	0,2306	0,1459	0,2988
	L/s	0,1768	0,2818	0,1879	0,1231	0,2786
	L/s	0,2079	0,1870	0,3211	0,1577	0,4028
	L/s	0,1328	0,2220	0,2398	0,0814	0,1244
	L/s	0,1482	0,2253	0,2897	0,0831	0,2191
	L/s	0,1271	0,1887	0,2919	0,2370	0,1908
	L/s	0,1165	0,2132	0,1599	0,0853	0,1365
	L/s	0,2172	0,1916	0,3287	0,1206	0,2482
	L/s	0,1763	0,2375	0,2581	0,2135	0,2346
	L/s	0,1227	0,2231	0,1382	0,3256	0,2857
	L/s	0,1127	0,2552	0,1991	0,2174	0,2580
	L/s	-	-	0,1671	0,2210	0,2368
	L/s	-	-	-	0,1481	0,2038
	L/s	-	-	-	0,2500	0,2277
	L/s	-	-	-	0,1850	0,2323
	L/s	-	-	-	0,0875	0,1838
	L/s	-	-	-	0,1309	0,2429
L/s	-	-	-	0,1167	0,2633	
Caudal Salida	L/s	0,2731	0,3179	0,2020	0,1143	0,2776
	L/s	0,1754	0,2325	0,1243	0,1145	0,4000
	L/s	0,1473	0,2109	0,1205	0,1323	0,1347
	L/s	0,1299	0,2050	0,1931	0,1269	0,2153
	L/s	0,1295	0,2355	0,1579	0,1873	0,1905
	L/s	0,1394	0,2063	0,2389	0,1398	0,1383
	L/s	0,1478	0,2134	0,2698	0,1850	0,2400
	L/s	0,1035	0,2253	0,2227	0,2886	0,2463
	L/s	0,1100	0,1817	0,2915	0,1799	0,2758

Tabla 5.9. Medición de los caudales del Agua Doméstica del C.P. SPF y del C.T. Dona Terra
Fuente: autor, 2007

Punto de muestreo	AMO 1 Y AMO A					
PARÁMETRO	Expresado en	Muestreo				
		9/12/2007	10/12/2007	11/12/2007	12/12/2007	13/12/2007
Caudal Entrada	L/s	0,0515	0,0604	0,0635	0,1103	0,1416
	L/s	0,0688	0,0053	0,0961	0,0031	0,1148
	L/s	0,0664	0,0761	0,1026	0,0638	0,0599
	L/s	0,0703	0,0645	0,0495	0,0815	0,0913
	L/s	0,0913	0,0734	0,0954	0,0957	0,0853
	L/s	0,2123	0,1571	0,1016	0,0856	0,0682
	L/s	0,1462	0,1835	0,0909	0,0950	0,1040
	L/s	0,1370	0,1577	0,0873	0,0929	0,1013
	L/s	0,1575	0,1475	0,0938	0,0702	0,0870
	L/s	0,0711	0,0928	0,0946	0,0984	0,1013
	L/s	0,0921	0,1134	0,0888	0,0909	0,0596
	L/s	0,2067	0,0659	0,1025	0,0973	0,0717
	L/s	0,1501	0,0717	0,1034	0,1049	0,0778
	L/s	0,1336	0,0650	0,0826	0,0935	0,0978
	L/s	0,0826	0,0455	0,0909	0,0627	0,0839
	L/s	0,0975	0,0533	0,0997	0,0596	0,0733
	L/s	0,1237	0,0602	0,0857	0,1054	0,1058
	L/s	0,2176	0,0633	0,1124	0,0721	0,0644
	L/s	0,1403	0,0711	-	0,0640	0,0881
	L/s	0,1384	0,0530	-	0,0750	0,1244
L/s	-	-	-	-	0,1312	
L/s	-	-	-	-	0,1022	
L/s	-	-	-	-	0,0974	
L/s	-	-	-	-	0,0132	
Caudal Salida	L/s	0,0456	0,0521	0,0853	0,0543	0,1022
	L/s	0,0598	0,0583	0,1020	0,0796	0,0486
	L/s	0,0529	0,0218	0,0875	0,0811	0,0962
	L/s	0,0774	0,0611	0,0839	0,0735	0,0851
	L/s	0,0887	0,0957	0,0900	0,0902	0,0371
	L/s	0,2045	0,0841	0,0984	0,0937	0,1041
	L/s	0,1363	0,0973	0,0846	0,0641	0,1038
	L/s	0,0980	0,1475	0,0321	0,0897	0,0739
	L/s	0,1676	0,0921	0,0718	0,0999	0,1121

Tabla 5.10. Medición de los caudales del Agua Doméstica del C.P. AMO 1 y del C.T. AMO A
Fuente: autor, 2007

Punto de muestreo	NPF					
PARÁMETRO	Expresado en	Muestreo				
		15/12/2007	16/12/2007	17/12/2007	18/12/2007	19/12/2007
Caudal Entrada	L/s	0,0598	0,1038	0,1222	0,0932	0,1354
	L/s	0,0832	0,1127	0,1413	0,1738	0,1374
	L/s	0,0741	0,0748	0,1680	0,1410	0,1151
	L/s	0,0869	0,0888	0,1904	0,1768	0,1301
	L/s	0,1537	0,0901	0,0800	0,1185	0,1169
	L/s	0,2344	0,0755	0,0456	0,2000	0,1031
	L/s	0,1565	0,1043	0,0983	0,1480	0,1525
	L/s	0,1591	0,1038	0,1614	0,1167	0,1823
	L/s	0,1067	0,1127	0,1315	0,0985	0,1700
	L/s	0,1800	0,0748	0,2248	0,1262	0,2457
	L/s	0,0956	0,0888	0,1679	0,0652	0,0759
	L/s	0,1067	0,0901	0,2028	0,0665	0,1337
	L/s	0,0915	0,0755	0,2043	0,1896	0,1164
	L/s	0,0839	0,0853	0,1119	0,1186	0,0832
	L/s	0,1564	0,0766	0,2301	0,1017	0,1514
	L/s	0,1269	0,0950	0,1806	0,0932	0,1431
	L/s	0,0883	0,0892	0,0968	0,1738	0,1743
	L/s	0,0811	0,1021	0,1394	0,1410	0,1573
	L/s	0,1012	0,0498	0,1170	0,1768	0,1445
	L/s	0,1660	0,0877	-	0,1185	0,1243
	L/s	0,1353	0,0763	-	0,2000	0,1389
	L/s	0,2312	0,0546	-	0,1480	0,1417
	L/s	0,1727	0,0993	-	0,0700	0,1121
	L/s	-	-	-	0,1047	0,1482
L/s	-	-	-	0,0934	0,1606	
Caudal Salida	L/s	0,1912	0,1526	0,1313	0,0903	0,1666
	L/s	0,1228	0,1116	0,0808	0,0905	0,2400
	L/s	0,1031	0,1012	0,0783	0,1045	0,0808
	L/s	0,0909	0,0984	0,1255	0,1003	0,1292
	L/s	0,0907	0,1130	0,1026	0,1480	0,1143
	L/s	0,0976	0,0990	0,1553	0,1104	0,0830
	L/s	0,1035	0,1024	0,1754	0,1462	0,1440
	L/s	0,0725	0,1081	0,1447	0,2280	0,1478
	L/s	0,0770	0,0872	0,1895	0,1421	0,1655

Tabla 5.11. Medición de los caudales del Agua Doméstica del C.P. NPF
Fuente: autor, 2007

Punto de muestreo	Tivacuno		
PARÁMETRO	Expresado en	Muestreo	
		21/12/2007	22/12/2007
Caudal Entrada	L/s	0,0551	0,0423
	L/s	0,0532	0,0037
	L/s	0,0562	0,0533
	L/s	0,0730	0,0452
	L/s	0,1699	0,0514
	L/s	0,1170	0,0938
	L/s	0,1096	0,1285
	L/s	0,1260	0,0933
	L/s	0,0569	0,1033
	L/s	0,0737	0,0649
	L/s	0,1654	0,0793
	L/s	0,1201	0,0461
	L/s	0,1069	0,0502
	L/s	0,0661	0,0455
	L/s	0,0780	0,0318
	L/s	0,0990	0,0373
	L/s	0,1741	0,0421
	L/s	0,0701	0,0443
	L/s	0,1107	0,0498
	L/s	-	0,0371
Caudal Salida	L/s	0,0319	0,0365
	L/s	0,0419	0,0408
	L/s	0,0370	0,0153
	L/s	0,0542	0,0428
	L/s	0,0621	0,0670
	L/s	0,0901	0,0589
	L/s	0,0954	0,0681
	L/s	0,0686	0,1033
	L/s	0,0779	0,0645

Tabla 5.12. Medición de los caudales del Agua Doméstica del C.T. Tivacuno
Fuente: autor, 2007

Punto de muestreo	SSFD		
PARÁMETRO	Expresado en	Muestreo	
		25/12/2007	26/12/2007
Caudal Entrada	L/s	0,0577	0,0772
	L/s	0,0615	0,0428
	L/s	0,0297	0,0447
	L/s	0,0572	0,0571
	L/s	0,0610	0,0670
	L/s	0,0545	0,0599
	L/s	0,0524	0,0665
	L/s	0,0563	0,0650
	L/s	0,0568	0,0492
	L/s	0,0533	0,0689
	L/s	0,0615	0,0636
	L/s	0,0621	0,0681
	L/s	0,0495	0,0734
	L/s	0,0545	0,0655
	L/s	0,0598	0,0439
	L/s	0,0514	0,0417
	L/s	0,0675	0,0738
	L/s	-	0,0505
L/s	-	0,0448	

Tabla 5.13. Medición de los caudales del Agua Doméstica en la estación de SSFD
Fuente: autor, 2007

A los resultados expuestos anteriormente se les realizó un análisis estadístico con la finalidad de tener una mayor confiabilidad con los datos obtenidos, desechando de este modo los datos que se encuentren fuera del rango.

Para lo cual, se calculó la media aritmética de todos los valores obtenidos en los tres muestreos.

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n}$$

\bar{X} = Media aritmética

X_i = Valores

n = Tamaño de la muestra

Posterior a esto se obtuvo la desviación estándar, que representa una medida de la dispersión de los valores con respecto a la media aritmética (valor promedio):

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

S = Desviación estándar

\bar{X} = Media aritmética

X_i = Valores

n = Tamaño de la muestra

Una vez calculada la S (desviación estándar) se realizó una estimación mediante el uso de la "estimación por intervalos" o "intervalos de confianza", para saber la probabilidad (nivel de confianza) de que el rango de valores calculado en la muestra se ajuste a la realidad, para lo cual:

$$\left(\bar{X} - \frac{S * t_{(1-\alpha/2)}}{\sqrt{n}} \right) < X_i < \left(\bar{X} + \frac{S * t_{(1-\alpha/2)}}{\sqrt{n}} \right)$$

\bar{X} = Media aritmética

$\frac{t_{(1-\alpha/2)}}{\sqrt{n}}$ = Variable normalizada o referencia tipificada

S= Desviación estándar

X_i = Valores

Con este análisis estadístico lo que se busca es la identificación de valores que puedan caer fuera del rango de confianza (posibles errores), para lo cual se trabajo con un nivel de significancia del 5%, lo que quiere decir que el nivel de confianza empleado es del 95%.

Para tener un mayor entendimiento de los resultados de calidad del agua y englobarlos de una manera general, se los clasifíco en tres grupos que comprenden: Agua superficial, que implica al agua cruda de los ríos aledaños a los campamentos, captada para previo tratamiento y posterior almacenamiento para uso doméstico interno.

Agua para consumo Humano posterior a la planta de tratamiento, es decir, comprende el agua que ha sido ya tratada en procesos de potabilización y que es enviada a los puntos de distribución.

Y finalmente se tomo en consideración al agua que sale directamente para el consumo humano de los ozonificadores situados en los campamentos permanentes SPF y NPF y el agua que sale del grifo del campamento temporal AMO A.

Al realizar el tratamiento de los datos, se encontraron valores que están fuera del rango del nivel de confianza, los mismos que fueron desechados al momento de presentar los resultados finales.

A estos últimos datos que refieren al agua para consumo humano que sale directo, juntamente con los analisis de Hierro (Fe); Manganeso (Mn) y Color (método colorimétrico) no se les realizo ningún análisis de tipo estadístico, debido a que solo se hizo un muestreo en estos puntos señalados.

Para una mejor comprensión de los resultados que corresponden a la cantidad de agua doméstica empleada, se los trato de clasificar en dos grupos: el agua que es consumida por los campamentos permanentes como en los campamentos temporales., pero debido a que estos se encuentran próximos o cercanos uno del otro y a que son abastecidos por la misma tubería que sale de la planta potabilizadora compartida, se los tubo que unificar.

Los datos obtenidos en la Comuna de Dicaro no tuvieron ningún tipo de tratamiento estadístico debido a que solo se realizo un día de medición de los caudales.

Además algunos de los campamentos no pudieron ser muestreados a la salida de sus aguas residuales domésticas, debido a que las condiciones de infraestructura no lo permitían o porque las descargas se efectuaban en una fosa séptica., por tal motivo no se obtuvieron datos de los caudales en la salida de estos campamentos.

A continuación se muestra el análisis estadístico (media aritmética, desviación estándar y los intervalos de confianza al 95%) de todos los puntos y sus respectivos parámetros en los cuales se obtuvo datos de calidad del agua destinada para todo uso doméstico. (Tablas 5.14 y 5.15).

PARÁMETRO	UNIDAD	Media Aritmética	Desviación Estándar	($\bar{X} - 2,48*S$)	($\bar{X} + 2,48*S$)
FÍSICO-QUÍMICOS					
Temperatura Agua	° C	25	2	20	30
Temperatura Ambiente	° C	32	2	28	36
Sólidos Totales	mg/L	87	5	75	99
Sólidos Disueltos (TDS)	mg/L	31,08	3,39	22,68	39,49
Potencial de hidrogeno	Unidad	6,49	0,12	6,20	6,77
Conductividad	µS/cm	52	8	32	71
Turbidez	UNT	13,11	3,08	5,47	20,75
Dureza Total	mg/L	23	4	14	32
Alcalinidad	mg/L	32	7	14	49
ORGÁNICOS					
Oxígeno disuelto	mg/L	7,72	0,52	6,43	9,01
Fenoles	mg/L	0,02	0,01	0,01	0,04
TPH	mg/L	0,03	0,01	0,00	0,06
HAPs	mg/L	0,001	0,000	0,001	0,001
DBO ₅	mg/L	1,23	0,36	0,34	2,12
DQO	mg/L	2,46	0,33	1,64	3,28
METALES					
Bario	mg/L	0,04	0,01	0,02	0,05
Cadmio	mg/L	0,001	0,000	0,001	0,001
Plomo	mg/L	0,010	0,001	0,008	0,012
Mercurio	mg/L	0,01	0,00	0,01	0,01
Cromo	mg/L	0,05	0,00	0,05	0,05
Vanadio	mg/L	0,001	0,000	0,001	0,001
Zinc	mg/L	0,002	0,000	0,002	0,002
MICROBIOLÓGICOS					
Coliformes Fecales	NPM/100 ml	1067	377	130	2003
Coliformes Totales	NPM/100 ml	3100	568	1692	4508

Tabla 5.14. Análisis Estadístico del Agua Superficial del Bloque 16
Fuente: autor, 2007

PARÁMETRO	UNIDAD	Media Aritmética	Desviación Estándar	$(\bar{X} - 2,48*S)$	$(\bar{X} + 2,48*S)$
FÍSICO-QUÍMICOS					
Temperatura Agua	° C	25	2	20	30
Temperatura Ambiente	° C	32	2	28	36
Sólidos Totales	mg/L	56	9	33	78
Sólidos Disueltos (TDS)	mg/L	33,98	9,60	10,18	57,77
Potencial de hidrogeno	Unidad	6,51	0,07	6,32	6,69
Conductividad	µS/cm	59	13	28	90
Turbidez	UNT	8,22	4,49	-2,92	19,37
Dureza Total	mg/L	31	9	8	54
Alcalinidad	mg/L	43	10	18	69
ORGÁNICOS					
Oxígeno disuelto	mg/L	1,75	0,21	1,22	2,28
Fenoles	mg/L	0,001	0,000	0,001	0,001
TPH	mg/L	0,038	0,013	0,006	0,071
HAPs	mg/L	0,001	0,000	0,001	0,001
DBO ₅	mg/L	0,85	0,14	0,49	1,21
DQO	mg/L	4,09	1,65	0,01	8,17
METALES					
Bario	mg/L	0,01	0,000	0,01	0,01
Cadmio	mg/L	0,001	0,000	0,001	0,001
Plomo	mg/L	0,010	0,000	0,010	0,010
Mercurio	mg/L	0,01	0,00	0,01	0,01
Cromo	mg/L	0,05	0,00	0,05	0,05
Vanadio	mg/L	0,001	0,000	0,001	0,001
Zinc	mg/L	0,727	0,315	-0,056	1,509
MICROBIOLÓGICOS					
Cloro residual	mg/L	1,12	0,67	-0,54	2,78
Coliformes Fecales	NPM/100 ml	0	0	0	0
Coliformes Totales	NPM/100 ml	0	0	0	0

Tabla 5.15. Análisis Estadístico del Agua para consumo humano posterior a la planta Potabilizadora
Fuente: autor, 2007

El análisis estadístico también comprende a los datos obtenidos en las mediciones del caudal del agua, clasificadas por campamentos, lo cual se muestra a continuación., (Tablas 5.16 a la 5.20).

- Campamento permanente SPF y temporal Dona Terra

Muestreo	PARÁMETRO	UNIDAD	Media Aritmética	Desviación Estándar	($\bar{X} - 2,48*S$)	($\bar{X} + 2,48*S$)
4/12/2007	Caudal Entrada	L/s	0,1687	0,0368	0,0774	0,2600
5/12/2007		L/s	0,2425	0,0474	0,1249	0,3601
6/12/2007		L/s	0,2198	0,0649	0,0588	0,3808
7/12/2007		L/s	0,1758	0,0818	-0,0271	0,3787
8/12/2007		L/s	0,2367	0,0544	0,1018	0,3716
4/12/2007	Caudal Salida	L/s	0,1507	0,0506	0,0252	0,2762
5/12/2007		L/s	0,2254	0,0384	0,1302	0,3206
6/12/2007		L/s	0,2023	0,0603	0,0528	0,3518
7/12/2007		L/s	0,1632	0,0555	0,0256	0,3008
8/12/2007		L/s	0,2354	0,0811	0,0343	0,4365

Tabla 5.16. Análisis Estadístico del Caudal de Agua Doméstica del C.P. SPF y del C.T. Dona Terra
Fuente: autor, 2007

- Campamento permanente AMO 1 y temporal AMO A

Muestreo	PARÁMETRO	UNIDAD	Media Aritmética	Desviación Estándar	($\bar{X} - 2,48*S$)	($\bar{X} + 2,48*S$)
9/12/2007	Caudal Entrada	L/s	0,1113	0,0544	-0,0236	0,2462
10/12/2007		L/s	0,0878	0,0478	-0,0307	0,2063
11/12/2007		L/s	0,0912	0,0148	0,0545	0,1279
12/12/2007		L/s	0,0811	0,0242	0,0211	0,1411
13/12/2007		L/s	0,0927	0,0221	0,0379	0,1475
9/12/2007	Caudal Salida	L/s	0,1034	0,0549	-0,0328	0,2396
10/12/2007		L/s	0,0789	0,0358	-0,0099	0,1677
11/12/2007		L/s	0,0817	0,0205	0,0309	0,1325
12/12/2007		L/s	0,0807	0,0147	0,0442	0,1172
13/12/2007		L/s	0,0848	0,0265	0,0191	0,1505

Tabla 5.17. Análisis Estadístico del Caudal de Agua Doméstica del C.P. AMO 1 y del C.T. AMO A
Fuente: autor, 2007

- Campamento permanente NPF

Muestreo	PARÁMETRO	UNIDAD	Media Aritmética	Desviación Estándar	($\bar{X}-2,48*S$)	($\bar{X}+2,48*S$)
15/12/2007	Caudal Entrada	L/s	0,1274	0,0488	0,0064	0,2485
16/12/2007		L/s	0,0875	0,0163	0,0469	0,1280
17/12/2007		L/s	0,1481	0,0506	0,0225	0,2737
18/12/2007		L/s	0,1301	0,0415	0,0272	0,2331
19/12/2007		L/s	0,1398	0,0340	0,0554	0,2241
15/12/2007	Caudal Salida	L/s	0,1055	0,0354	0,0176	0,1934
16/12/2007		L/s	0,1082	0,0184	0,0625	0,1538
17/12/2007		L/s	0,1315	0,0392	0,0343	0,2287
18/12/2007		L/s	0,1289	0,0438	0,0202	0,2376
19/12/2007		L/s	0,1412	0,0487	0,0205	0,2619

Tabla 5.18. Análisis Estadístico del Caudal de Agua Doméstica del C.P. NPF
Fuente: autor, 2007

- Campamento temporal Tivacuno

Muestreo	PARÁMETRO	UNIDAD	Media Aritmética	Desviación Estándar	($\bar{X}-2,48*S$)	($\bar{X}+2,48*S$)
21/12/2007	Caudal Entrada	L/s	0,0990	0,0396	0,0008	0,1972
22/12/2007		L/s	0,0572	0,0289	-0,0145	0,1289

Tabla 5.19. Análisis Estadístico del Caudal de Agua Doméstica del C.T. Tivacuno
Fuente: autor, 2007

- Campamento temporal (estación de SSFD)

Muestreo	PARÁMETRO	UNIDAD	Media Aritmética	Desviación Estándar	($\bar{X}-2,48*S$)	($\bar{X}+2,48*S$)
25/12/2007	Caudal Entrada	L/s	0,0557	0,0081	0,0356	0,0758
26/12/2007		L/s	0,0588	0,0116	0,0300	0,0876

Tabla 5.20. Análisis Estadístico del Caudal de Agua Doméstica en la estación de SSFD
Fuente: autor, 2007

Una vez que se ha realizado el análisis de calidad de agua correspondiente a los tres periodos de muestreo, se procedió a calcular los promedios de los datos obtenidos, sin

tomar en consideración a los valores anómalos o extremos, de lo cual se obtuvo los resultados siguientes.

PARÁMETRO	Expresado en	UNIDAD	PUNTO		
			SPF	NPF	AMO 1
FÍSICO-QUÍMICOS					
Color		mg/L Pt-Co	70	46	71
Temperatura Agua		° C	25	24	25
Temperatura Ambiente		° C	32	32	32
Sólidos Totales		mg/L	83	87	90
Sólidos Disueltos (TDS)		mg/L	29,52	34,98	28,75
Potencial de hidrogeno	pH	Unidad	6,57	6,34	6,55
Conductividad	CE	μS/cm	47	48	60
Turbidez		UNT	14,23	12,89	12,20
Dureza Total	CaCO ₃	mg/L	26	23	19
Alcalinidad	CaCO ₃	mg/L	28	37	30
ORGÁNICOS					
Oxígeno disuelto	OD	mg/L	7,22	7,98	7,95
Fenoles	Fenol	mg/L	0,023	0,022	0,020
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/L	0,026	0,034	0,039
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	HAPs	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO ₅	mg/L	1,01	1,32	1,35
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	2,59	2,22	2,64
METALES					
Bario	Ba	mg/L	0,043	0,037	0,030
Cadmio	Cd	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001
Plomo	Pb	mg/L	< 0,010	< 0,010	< 0,010
Mercurio	Hg	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01
Cromo	Cr	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05
Vanadio	V	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001
Zinc	Zn	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002
Hierro	Fe	mg/L	0.57	0.65	0.80
Manganeso	Mn	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02
MICROBIOLÓGICOS					
Coliformes Fecales		NPM/100 ml	1300	933	967
Coliformes Totales		NPM/100 ml	2867	3433	3000

Tabla 5.21. Resultados del Agua Superficial del Bloque 16
Fuente: autor, 2007-2008

PARÁMETRO	Expresado en	UNIDAD	PUNTO		
			SPF	NPF	AMO 1
FÍSICO-QUÍMICOS					
Color		mg/L Pt-Co	21	14	19
Temperatura Agua		° C	25	25	25
Temperatura Ambiente		° C	32	32	32
Sólidos Totales		mg/L	63	53	51
Sólidos Disueltos (TDS)		mg/L	29,76	44,04	25,21
Potencial de hidrogeno	pH	Unidad	6,54	6,43	6,55
Conductividad	CE	µS/cm	51	75	51
Turbidez		UNT	4	9	12
Dureza Total	CaCO ₃	mg/L	28	30	35
Alcalinidad	CaCO ₃	mg/L	45	53	32
ORGÁNICOS					
Oxígeno disuelto	OD	mg/L	1,95	1,71	1,59
Fenoles	Fenol	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/L	0,031	0,045	0,040
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	HAPs	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO ₅	mg/L	0,81	0,97	0,77
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	4,81	4,65	2,81
METALES					
Bario	Ba	mg/L	<0,025	<0,025	<0,025
Cadmio	Cd	mg/L	<0,0012	<0,0012	<0,0012
Plomo	Pb	mg/L	<0,010	<0,010	<0,010
Mercurio	Hg	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01
Cromo	Cr	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05
Vanadio	V	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1
Zinc	Zn	mg/L	0,973	0,593	0,613
Hierro	Fe	mg/L	0.28	0.36	0.19
Manganeso	Mn	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02
MICROBIOLÓGICOS					
Cloro residual	Cl ₂	mg/L	1,8	0,6	0,9
Coliformes Fecales		NPM/100 ml	ausentes	ausentes	ausentes
Coliformes Totales		NPM/100 ml	ausentes	ausentes	ausentes

Tabla 5.22. Resultados del Agua para consumo humano posterior a la planta Potabilizadora
Fuente: autor, 2007-2008

PARÁMETRO	Expresado en	UNIDAD	PUNTO		
			C.T.	Ozonificador 1	Ozonificador 2
FÍSICO-QUÍMICOS					
Temperatura Agua		° C	26	22	24
Temperatura Ambiente		° C	35	38	37
Sólidos Totales		mg/L	54	14	11
Sólidos Disueltos (TDS)		mg/L	25,28	9,97	10,11
Potencial de hidrogeno	pH	Unidad	6,86	7,01	6,94
Conductividad	CE	µS/cm	47	25	28
Turbidez		UNT	15	0,71	0,69
Dureza Total	CaCO ₃	mg/L	23	12	16
Alcalinidad	CaCO ₃	mg/L	26	16	21
ORGÁNICOS					
Oxígeno disuelto	OD	mg/L	1,41	3,73	3,27
Fenoles	Fenol	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/L	0,021	<0,020	<0,020
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	HAPs	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO ₅	mg/L	1,59	1,01	0,99
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	2,72	2,09	2,02
METALES					
Bario	Ba	mg/L	<0,025	<0,025	<0,025
Cadmio	Cd	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001
Plomo	Pb	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01
Mercurio	Hg	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01
Cromo	Cr	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05
Vanadio	V	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1
Zinc	Zn	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01
MICROBIOLÓGICOS					
Cloro residual	Cl ₂	mg/L	0,6	0,6	0,8
Coliformes Fecales		NPM/100 ml	ausencia	ausencia	ausencia
Coliformes Totales		NPM/100 ml	ausencia	ausencia	ausencia

Tabla 5.23. Resultados del Agua para consumo humano directo en los puntos de distribución
Fuente: autor, 2007

De los promedios de las mediciones correspondientes a los puntos en los cuales fueron medidos los caudales de agua de uso doméstico y una vez que se han desechado los valores fuera del rango se obtuvieron los resultados que se presentan a continuación en las Tablas 5.23 a la 5.34, consecuentemente se presenta los datos obtenidos del CPAPC (consumo doméstico de agua per. cápita), datos que han sido procesados mediante la formula señalada en la metodología a través de los caudales de entrada.

- Campamento permanente SPF y campamento temporal Dona Terra.

PARÁMETRO	UNIDAD	Muestreo				
		4/12/2007	5/12/2007	6/12/2007	7/12/2007	8/12/2007
Caudal Entrada	L/s	0,1572	0,2425	0,2198	0,1758	0,2367
Caudal Salida	L/s	0,1507	0,2254	0,2023	0,1632	0,2354

Tabla 5.24. Resultados de la Medición del caudal de agua Doméstico en el C.P. SPF y C.T. Dona Terra
Fuente: Autor, 2007

Campamento Permanente SPF y C.T. Dona Terra					
Período	CDAPC	Unidad	VAC	Unidad	Hab
12/04/2007	251	L/hab-día	72,9	m ³	290
12/05/2007	283	L/hab-día	101,5	m ³	359
12/06/2007	279	L/hab-día	94,9	m ³	340
12/07/2007	232	L/hab-día	72,1	m ³	310
12/08/2007	289	L/hab-día	104,4	m ³	361

Tabla 5.25a Consumo doméstico de agua per. capita en el campamento permanente SPF y C.T. Dona Terra
Fuente: Autor, 2007

Además, también se presenta la lectura obtenida del contador ubicado en el campamento SPF, donde se puede notar la diferencia entre los resultados del indicador del CPAPC determinado mediante el calculo manual de los caudales (Tabla 5.25a) y con el uso del medidor-contador existente.(Tabla 5.25b).

Comparación del CDAPC en el C.P. SPF y C.T. Dona Terra						
Período	CDAPC sin contador	Unidad	CDAPC con contador	Unidad	Hab	Diferencia
12/04/07	251,3	L/hab-día	324	L/hab-día	290	72,7
12/05/07	282,8	L/hab-día	252	L/hab-día	359	30,8
12/06/07	279,2	L/hab-día	269	L/hab-día	340	10,2
12/07/07	232,4	L/hab-día	281	L/hab-día	310	48,6
12/08/07	289,1	L/hab-día	237	L/hab-día	361	52,1

Tabla 5.25b Comparación del consumo doméstico de agua per capita en el campamento permanente SPF y C.T. Dona Terra con y sin la utilización del contador
Fuente: Autor, 2007

- Campamento permanente AMO 1 y campamento temporal AMO A.

PARÁMETRO	UNIDAD	Muestreo				
		9/12/2007	10/12/2007	11/12/2007	12/12/2007	13/12/2007
Caudal Entrada	L/s	0,1218	0,0840	0,0912	0,0811	0,0894
Caudal Salida	L/s	0,1034	0,0789	0,0817	0,0807	0,0848

Tabla 5.26. Resultados de la Medición del caudal de agua Doméstico en el C.P. AMO 1 y del C.T. AMO A
Fuente: Autor, 2007

Campamento Permanente AMO 1 y AMO A					
Período	CDAPC	Unidad	VAC	Unidad	Hab
12/09/2007	258	L/hab-día	48,1	m ³	186
12/10/2007	207	L/hab-día	37,9	m ³	183
12/11/2007	222	L/hab-día	40,4	m ³	182
12/12/2007	202	L/hab-día	36,8	m ³	182
12/13/2007	221	L/hab-día	40,0	m ³	181

Tabla 5.27. Consumo doméstico de agua per. Cápita en el campamento permanente AMO 1 y AMO A
Fuente: Autor, 2007

- Campamento permanente NPF

PARÁMETRO	UNIDAD	Muestreo				
		15/12/2007	16/12/2007	17/12/2007	18/12/2007	19/12/2007
Caudal Entrada	L/s	0,1112	0,0913	0,1481	0,1301	0,1398
Caudal Salida	L/s	0,0947	0,1026	0,1315	0,1165	0,1289

Tabla 5.28. Resultados de la Medición del caudal de agua Doméstico en el NPF
Fuente: Autor, 2007

Campamento Permanente NPF					
Período	CDAPC	Unidad	VAC	Unidad	Hab
12/15/2007	229	L/hab-día	48,0	m ³	210
12/16/2007	196	L/hab-día	39,5	m ³	201
12/17/2007	277	L/hab-día	64,0	m ³	231
12/18/2007	243	L/hab-día	56,2	m ³	231
12/19/2007	264	L/hab-día	60,4	m ³	229

Tabla 5.29. Medición del consumo doméstico de agua per capita en el campamento permanente NPF
Fuente: Autor, 2007

- Campamento temporal Tivacuno

PARÁMETRO	UNIDAD	Muestreo	
		21/12/2007	22/12/2007
Caudal Entrada	L/s	0,0990	0,0572

Tabla 5.30. Resultados de la Medición del caudal de agua Doméstico en el C.T. Tivacuno
Fuente: Autor, 2007

Campamento Temporal Tivacuno					
Período	CDAPC	Unidad	VAC	Unidad	Hab
12/21/2007	243	L/hab-día	42,8	m ³	176
12/22/2007	176	L/hab-día	24,7	m ³	140

Tabla 5.31. Medición del consumo doméstico de agua per capita en el campamento temporal Tivacuno
Fuente: Autor, 2007

- Estacion de SSFD

PARÁMETRO	UNIDAD	Muestreo	
		25/12/2007	26/12/2007
Caudal Entrada	L/s	0,0557	0,0588

Tabla 5.32. Resultados de la Medición del caudal de agua Doméstico en la estación de SSFD
Fuente: Autor, 2007

Estación de SSFD					
Período	CDAPC	Unidad	VAC	Unidad	Hab
12/25/07	176	L/hab-día	24,1	m ³	137
12/26/07	195	L/hab-día	25,4	m ³	130

Tabla 5.33. Medición del consumo doméstico de agua per capita en la estación de SSFD
Fuente: Autor, 2007

- Comuna de Dicaro

PARÁMETRO	UNIDAD	Muestreo
		14/12/2007
Caudal Entrada	L/s	0,0787

Tabla 5.34. Resultados de la Medición del caudal de agua cruda de río en la Comuna Dicaro
Fuente: Autor, 2007

Comuna Dicaro					
Período	CDAPC	Unidad	VAC	Unidad	Hab
14/12/2007	165	L/hab-día	33,7	m ³	198

Tabla 5.35. Consumo de agua per. Cápita en la Comuna Dicaro (agua cruda)
Fuente: Autor, 2007

5.2 Interpretación de los resultados de calidad del agua Doméstica

5.2.1 Agua superficial

El agua captada para consumo humano y uso doméstico en los campamentos permanentes del Bloque 16, es de diferente fuente superficial según la ubicación del campamento., a los resultados obtenidos se los ha comparado con los límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional, de la NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA LIBRO VI, ANEXO 1 (Anexo 1).

En los tres muestreos se encontró que, para los valores de oxígeno disuelto correspondiente al agua superficial de entrada destinada al uso doméstico, previo potabilización en los campamentos permanentes, hay un cumplimiento total de la norma en todos los puntos, la cual exige que el valor de este parámetro no sea menor a 6 mg/L.

En el periodo de muestreo a los campamentos, los valores de fenoles que se encontraron en el agua superficial, se presentan en un rango que incumple a la norma del TULAS (0,002 mg/L), puesto que los valores del parámetro oscila entre 0,020 y 0,023 mg/L. (Tabla 5.36 y Gráfico 5.1)

Campamento	Fenoles (mg/L)	TULAS (mg/L)
SPF	0,023	0,002
NPF	0,022	0,002
AMO 1	0,020	0,002

Tabla 5.36. Concentración de Fenoles en el Agua Superficial del Bloque 16
Fuente: Autor, 2007

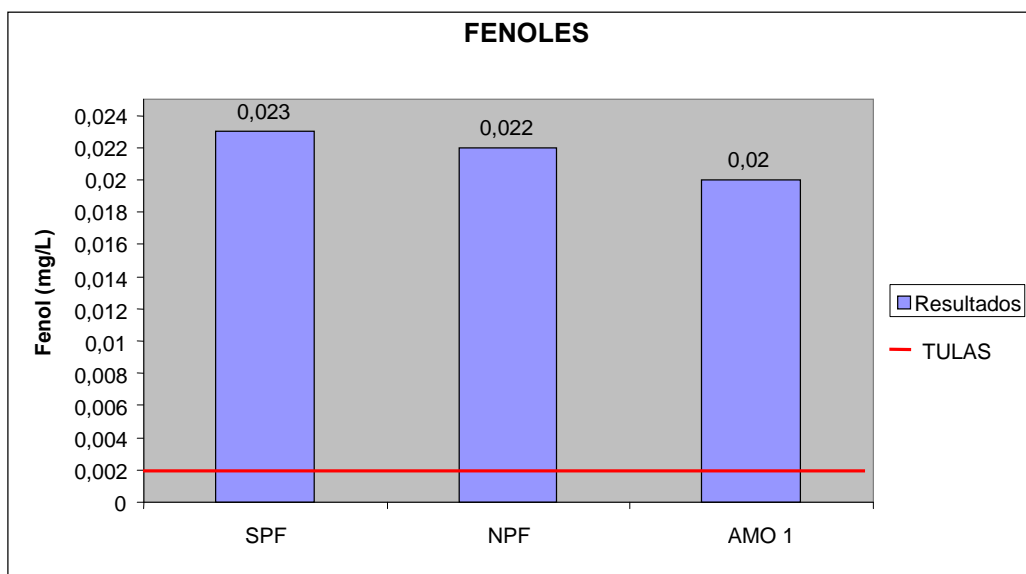


Gráfico 5.1. Concentración de Fenoles en el Agua Superficial del Bloque 16
Fuente: Autor, 2007

Se tiene además de los resultados, que los valores de TPH y HAPs, no sobrepasan la norma exigida para ninguno de los dos parámetros.

Para los resultados obtenidos, a los análisis realizados a los metales, no se encontró ninguna anomalía cuando estos son comparados con la norma de los límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieren tratamiento convencional dictada por el TULAS, a excepción del Zn y Fe que si bien no sobrepasan la norma establecida, se encontró concentraciones mínimas, producidas seguramente por la contaminación de vertidos de la industria petrolera propia del sector o por la disolución de rocas y minerales que lo contienen.

Así mismo, la explicación de que la presencia de manganeso Mn en las aguas superficiales sea baja, es porque estas se encuentran bien oxigenadas y esta especie es minoritaria en ambientes oxidantes con tasas moderadas y/o altas de oxígeno disuelto.

Cabe señalar que esta agua es usada para uso doméstico directamente sin ningún tipo de tratamiento por las comunidades aborígenes endémicas del sector, dichas comunidades se abastecen de las mismas fuentes de agua usada en los campamentos, además a los valores encontrados se los comparo con la Tabla de criterios de calidad para aguas destinadas para

finés recreativos mediante contacto primario (Anexo 4) cuya exigencia es de 0 mg/L para los metales, donde vemos que algunos valores presentados sobrepasan la norma.

En esta comparación, el valor del Bario está fuera de la norma puesto que oscila entre 0,030 y 0,043 mg/L, dado que este valor no es significativo, puede atribuirse su presencia a la erosión y lixiviado de las rocas y suelo propias del sector, ya que dicho metal es propio de la naturaleza del material geológico del oriente ecuatoriano.

Se tiene la presencia de valores de color mg/L Pt y Co elevados debido a sustancias coloreadas que se encuentran disueltas o en suspensión en las aguas

Se tiene además, que de la presencia de coliformes fecales en las fuentes de agua superficial es elevada para los tres puntos de muestreo con valores que van desde 933 a 1300 NPM/100 ml, incumpliendo la norma establecida que dictamina un valor de 600 NPM/100 ml. (Tabla 5.37 y Gráfico 5.2)

Campamento	Col. Fec. (NMP/100ml)	TULAS (mg/L)
SPF	1300	600
NPF	933	600
AMO 1	967	600

Tabla 5.37. Concentración de Coliformes Fecales en el Agua Superficial del Bloque 16

Fuente: Autor, 2007

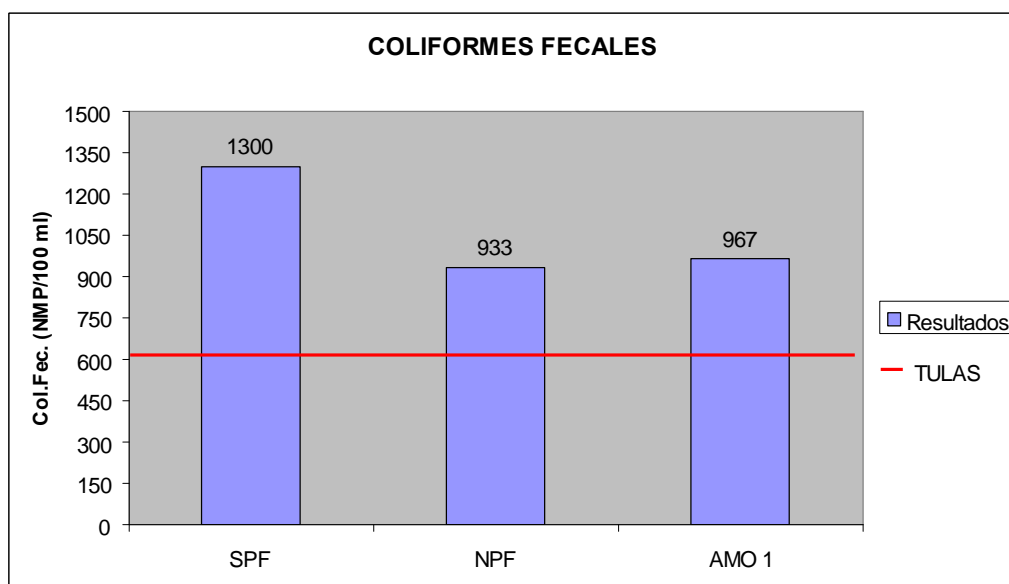


Gráfico 5.2 Concentración de Coliformes Fecales en el Agua Superficial del B 16

Fuente: Autor, 2007

El número de coliformes totales presente en el agua superficial de entrada a los campamentos, registra valores que están enmarcados dentro de la norma TULAS (3000 NPM/100 ml), el campamento AMO 1 presentan un número de coliformes totales igual a 3000 NPM/100 ml, mientras que SPF tiene 2867 NPM/100 ml, valores que están estipulados dentro de la norma, excepto el campamento NPF el cual enmarca valores que sobrepasan dicha norma con un registro de 3433 NPM/100 ml.

5.2.2 Agua para consumo humano posterior a la planta potabilizadora

Todos los resultados pertenecientes al agua empleada para consumo humano que sale de la planta de potabilización obtenidos en los tres campamentos permanentes, fueron comparados con la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108:2006 (Anexo 3), donde establece los requisitos que debe cumplir el agua potable, siendo esta agua la que se distribuye a través de los campamentos para consumo doméstico e implica agua para bebida, saneamiento, preparación de alimentos etc.

En cuanto a los parámetros obtenidos de oxígeno disuelto en el agua de consumo se tiene una reducción considerable (valores dentro de la norma) comparándola con los valores

obtenidos en el río, superior a 6 mg/L, esto según el autor puede deberse a: la presencia de vegetación algas en los tanques de retención que albergan el agua antes de pasar al tanque de sedimentación; puede ser que la sustancia química (coagulante-floculante) este reaccionando con el oxígeno presente y produzca su reducción además que la tubería que transporta el agua es de acero al carbón (la cual tiene en su composición gran cantidad de hierro), compuesto que puede estar reaccionando con el oxígeno produciendo esta baja concentración de oxígeno disuelto en los puntos de distribución del agua para consumo humano y uso doméstico, en este caso la existencia de Fe en el agua de consumo ayuda a provocar minimamente los fenómenos indeseable encontrados como son el incremento de la turbidez y color.

De los resultados obtenidos se tiene que los parámetros de calidad de agua para consumo humano y uso doméstico analizados posterior a la planta de tratamiento, cumplen con los requisitos referidos en la norma INEN 1108, salvo para el caso puntual referente a la concentración de cloro residual en el campamento SPF, el cual dio como resultado un valor de 1,8 mg/L, por lo que no cumple con el valor máximo permisible descrito en la norma de hasta (1,5 mg/L). Los valores de cloro residual se exponen a continuación. (Tabla 5.38 y Gráfico 5.3)

Campamento	Cl₂ residual (mg/L)	INEN 1108 (mg/L)	OMS (mg/L)
SPF	1.8	0.3 – 1.5	0.5 – 1.5
NPF	0.6	0.3 – 1.5	0.5 – 1.5
AMO 1	0.9	0.3 – 1.5	0.5 – 1.5

Tabla 5.38. Concentración de Cloro residual en el Agua para consumo humano posterior a la Planta potabilizadora del Bloque 16
Fuente: Autor, 2007

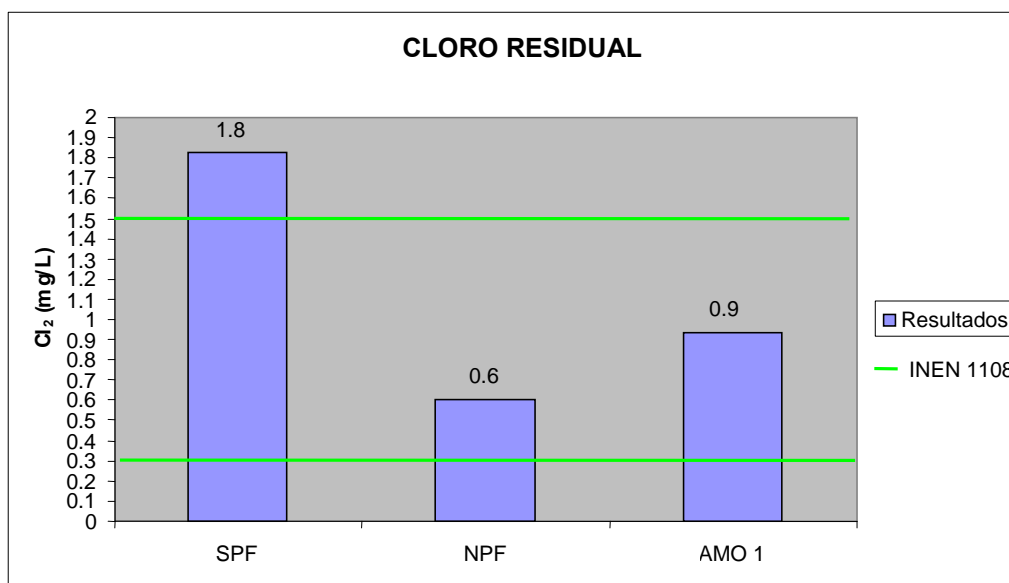


Gráfico 5.3. Concentración de Cloro residual en el Agua para consumo humano posterior a la Planta potabilizadora del Bloque 16
Fuente: Autor, 2007

Además se tiene que en el periodo de muestreos, se encontró que, para los valores de turbidez en el agua para consumo humano y todo uso doméstico existe un incumplimiento de la norma en los puntos de NPF y AMO 1 con valores registrados de 9 y 12 NTU respectivamente, esta norma exige que el valor de este parámetro no sea mayor a 5 NTU (Unidades Nefelométricas de Turbidez).

Estos valores altos de turbidez en el agua destinada para consumo propio son la causa de que el agua se encuentre coloreada con un color café-amarillo, turbiedad generada en gran medida por el material coloidal, abundante en las aguas de fuente (agua cruda) e indicativo de que los procesos de la planta de tratamiento no están cumpliendo con su función, y desde el punto de vista de consumo estos valores fuera de la norma si son un problema, pues en la practica se suele correlacionar valores altos de turbidez con la aparición de bacteria y virus, debido a que la posibilidad de microorganismos patógenos, especialmente los virus se encuentren embebidos dentro de un recubrimiento protector del material que produce turbiedad en el agua y esta es elevada. (Tabla 5.39 y Gráfico 5.4)

Campamento	Turbidez (NTU)	INEN 1108 (NTU)	OMS (mg/L)
SPF	4	5	5
NPF	9	5	5
AMO 1	12	5	5

Tabla 5.39. Concentración de Turbidez en el Agua Superficial del Bloque 16
Fuente: Autor, 2007

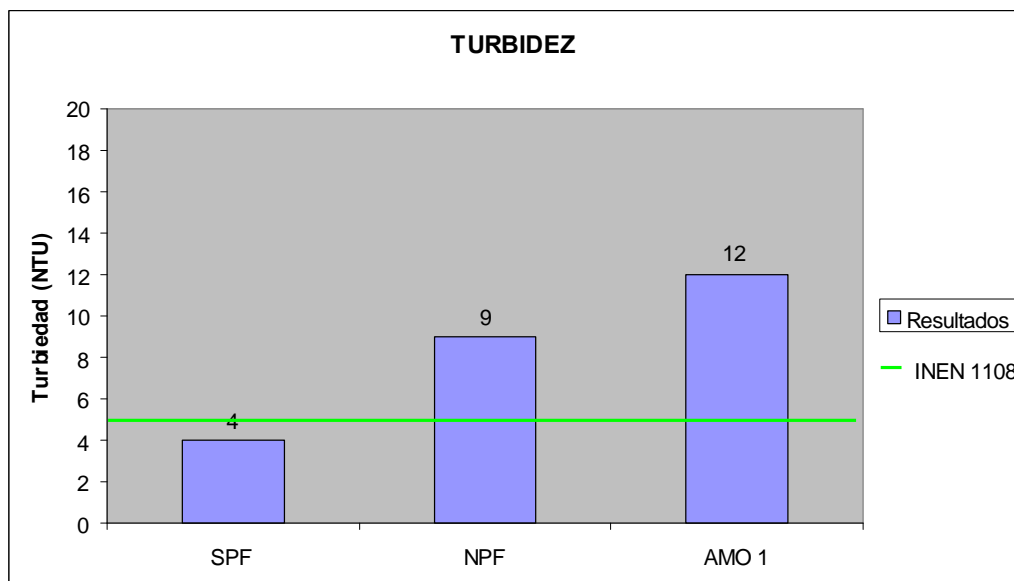


Gráfico 5.4. Concentración de Turbidez en el Agua para consumo humano posterior a la Planta potabilizadora del Bloque 16
Fuente: Autor, 2007

5.2.3 Agua para consumo humano directo en los puntos de distribución

En el último periodo de muestreo, se tomó en consideración al agua que sale de los puntos de distribución en los lugares de abastecimiento, es decir, el agua que sale directamente de los grifos de la cocina y que es utilizada a diario por las personas encargadas de preparar los alimentos (grifos de la cocina C.P. SPF y NPF), debido a que, en estos dos puntos de consumo directo se tienen implementado ozonificadores, además se incluyó un tercer punto tomado en el grifo del campamento temporal de AMO A.

Al comparar los valores obtenidos con la norma INEN 1108 para agua potable, se observa que todos los parámetros cumplen con los valores exigidos, por lo que aparentemente el agua en estos puntos está en condiciones idóneas para su uso., e incluso se encuentra

concentraciones elevadas para el parámetro de oxígeno disuelto, debido a que la descomposición del ozono produce oxígeno.

5.3 Interpretación de los resultados de la cantidad del agua Doméstica empleada en el B16

5.3.1 Consumo de agua doméstica per. Cápita en los campamentos del B16

El consumo de agua per. cápita de uso doméstico empleada en los campamentos del B16 sobrepasan los valores de referencia fijados como base para un uso sostenible y adecuado del uso del agua en 100 L/hab-día por la Norma de Diseño para Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable y de 150 L/hab-día por los organismos internacionales (OMS).

La cantidad de agua potable y para todo uso doméstico usada por las personas que operan y laboran cada día en los campamentos del B16, esta por el orden de los 225 L/hab-día, cantidad que es considerada como excesiva no sostenible y de derroche.

Este valor excesivo se debe en parte a los malos hábitos de consumo que tiene la comunidad que se encuentra en gran numero en el Bloque, así como al clima extremo que se presenta en la zona de estudio, temperaturas que bordean los 40 °C, además se tiene que el nivel de calidad del servicio presenta facilidades para un consumo de agua elevado como son los numerosos sistemas de abastecimiento, una presión de agua considerada alta (por lo que se produce un mayor consumo), se tiene la presencia de jardines, piletas, así como la presencia de lugares de abastecimiento de agua (cocina, lavandería, gimnasio) que operan las 24 horas del día y presenta varios grifos para su uso interno propio, además de que se lavan vehículos constantemente durante el día.

A continuación se presenta en los gráficos 5.5 al 5.9 la comparación entre el CDAPC vs. Periodo de toma de datos, clasificados por campamento/s analizados.

- Campamento permanente SPF y campamento temporal Dona Terra.

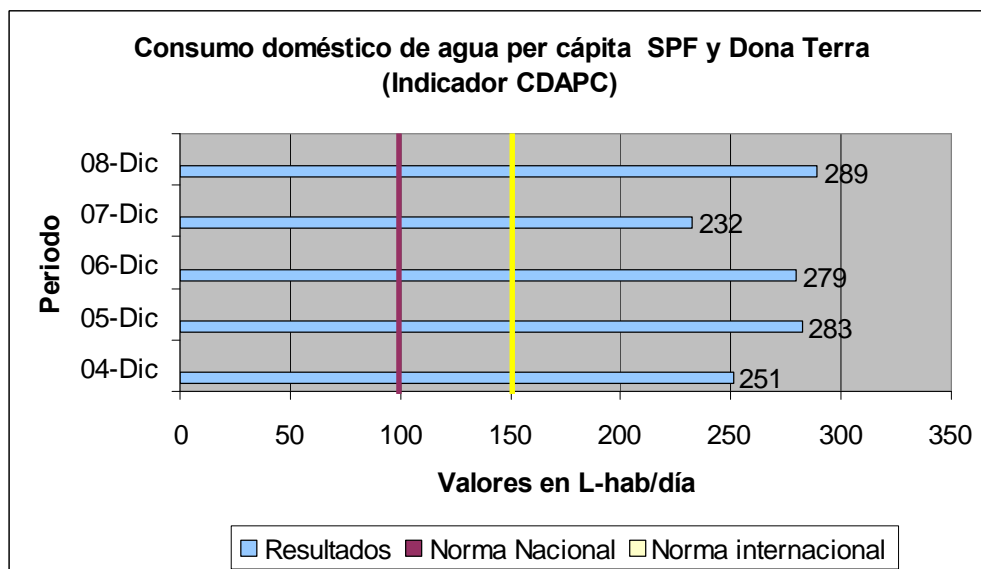


Gráfico 5.5 Consumo doméstico de agua per. Cápita vs. Periodo. C.P. SPF y C.T. Dona Terra
Fuente: Autor, 2007

- Campamento permanente AMO 1 y campamento temporal AMO A

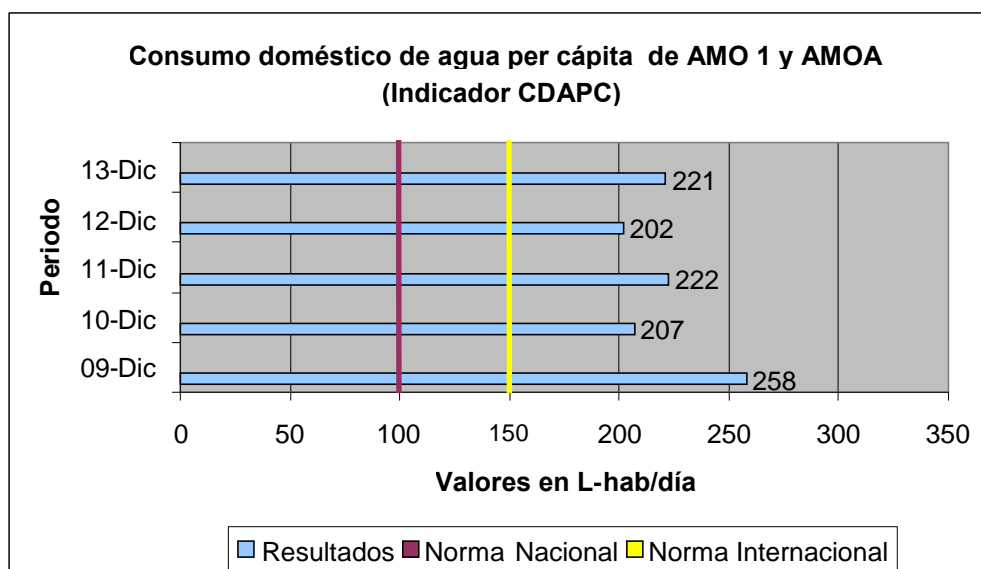


Gráfico 5.6 Consumo doméstico de agua per. Cápita vs. Periodo. C.P. AMO 1 y C.T. AMO A
Fuente: Autor, 2007

- Campamento permanente NPF

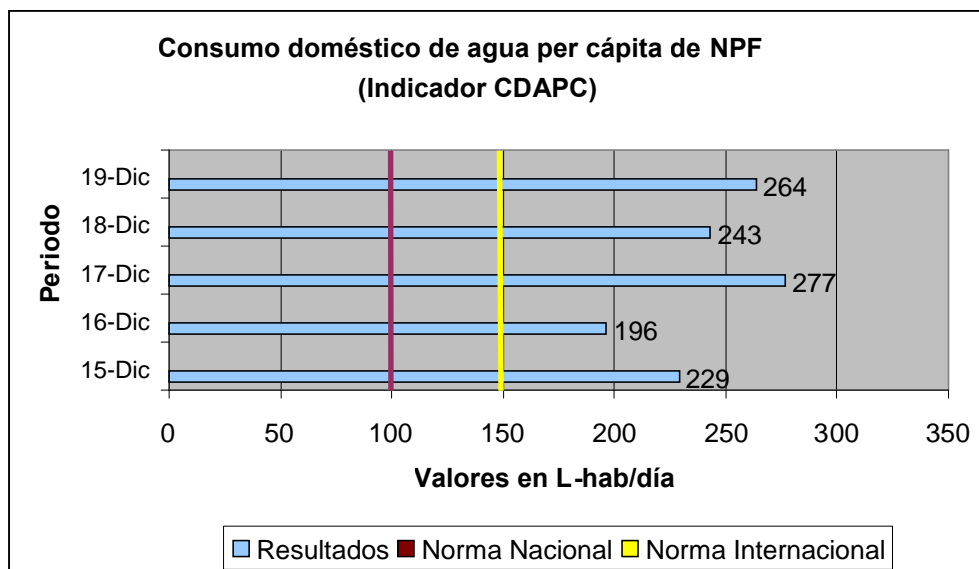


Gráfico 5.7 Consumo doméstico de agua per. Cápita vs. Periodo. C.P. NPF
Fuente: Autor, 2007

- Campamento temporal Tivacuno

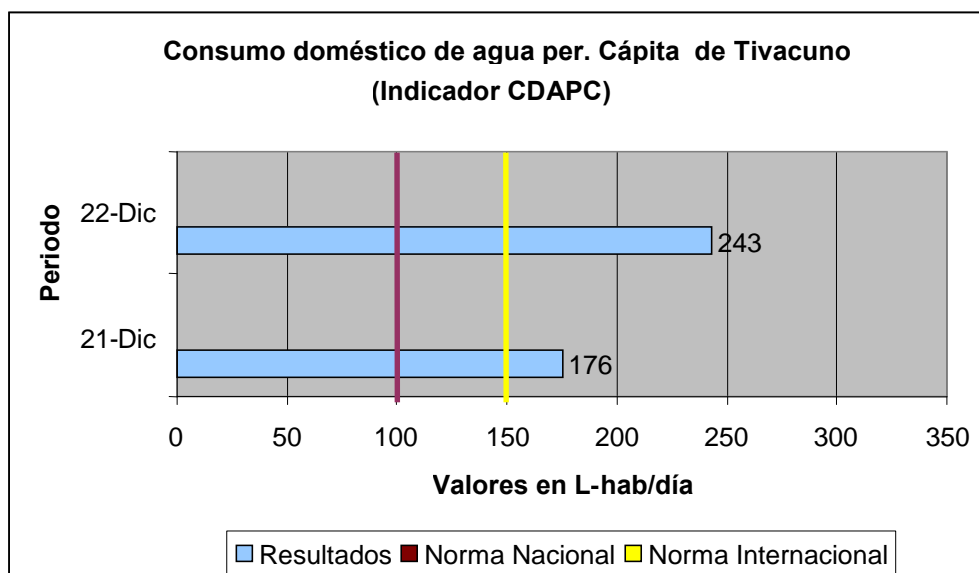


Gráfico 5.8 Consumo doméstico de agua per. Cápita vs. Periodo. C.T. Tivacuno
Fuente: Autor, 2007

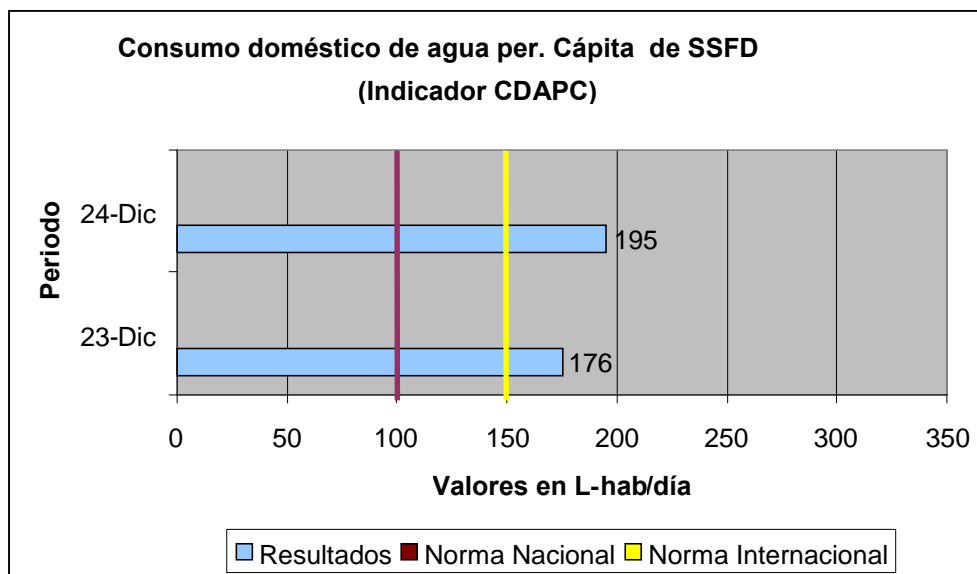
- Estación de SSFD

Gráfico 5.9 Consumo doméstico de agua per. Cápita vs. Periodo. C.T. SSFP
Fuente: Autor, 2007

Una vez que se analizo los datos de las mediciones del CPAPC por campamento/s, estos fueron englobados en un solo conjunto, es decir al B 16, de tal manera que se represente a la totalidad del agua doméstica consumida vs. campamentos muestreados en el Bloque, información que se muestra a continuación, Tabla 5.40.

CONSUMO PER-CAPITA DE AGUA B16					
Campamento	CDAPC	Valor Nacional Referencial	Valor Internacional Referencial	Unidad	Hab
SPF y Dona Terra	267	100	150	L/hab-día	332
AMO 1 y AMO A	222	100	150	L/hab-día	183
NPF	242	100	150	L/hab-día	220
Tivacuno	210	100	150	L/hab-día	158
SSFD	186	100	150	L/hab-día	134

Tabla 5.40. Resultados de la Medición del consumo de agua per. Cápita en los campamentos del B16
Fuente: Autor, 2007

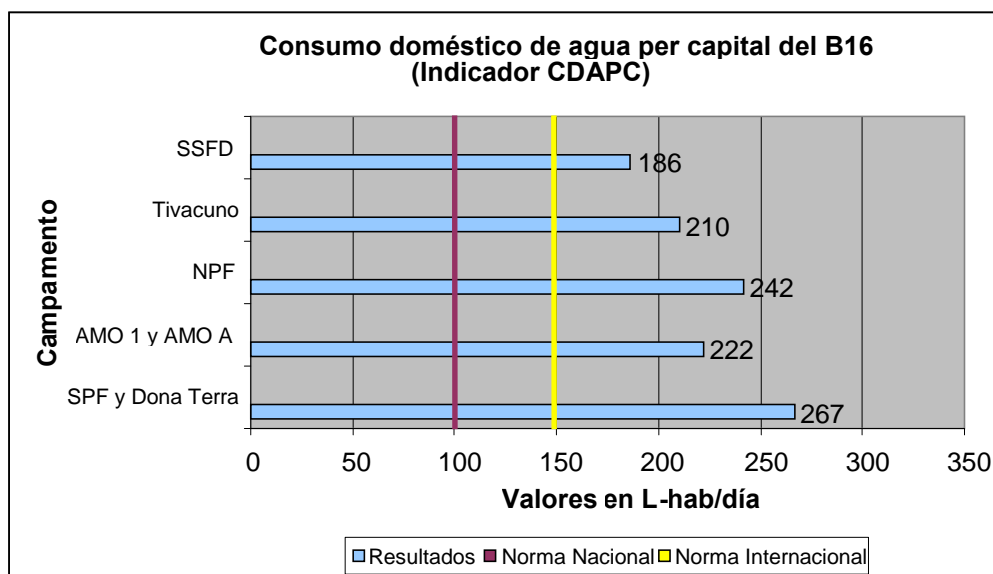


Gráfico 5.10. Consumo doméstico de agua per. Cápita vs. Periodo. Bloque 16
Fuente: Autor, 2007

5.3.2 Balance de aguas

En este punto el objetivo de realizar el balance de aguas es para detectar las posibles fugas o pérdidas que pueda presentar el sistema de distribución de agua de uso doméstico. Para el efecto se midió los caudales de agua de uso doméstico en la entrada a cada campamento y en los puntos descarga hacia el medio es decir salida del agua a través de los pantanos y del STP.

BALANCE DE AGUA DEL B16				
Campamento	VAC Entrada	VAC Salida	Diferencia	Unidad
SPF y Dona Terra	89,8	84,4	5,4	m ³
AMO 1 y AMO A	40,6	37,1	3,5	m ³
NPF	53,6	49,6	4	m ³

Tabla 5.41. Resultados del Balance de agua doméstica en el B16
Fuente: Autor, 2007

Se realizó una comparación de los resultados obtenidos, en donde se puede notar que la cantidad de agua que entra no es igual a la cantidad del agua que sale, y esto tiene su razón de ser., el desmedro de caudal de agua a la salida se da por: primeramente las aguas residuales domésticas pasan por un proceso de degradación biológica en los pantanos, de lo

cual se tiene un caudal constante sin variaciones a lo largo de todo el día, en segundo lugar las condiciones climatológicas extremas, es decir, temperatura elevadas permiten que la evaporación de las aguas a nivel general y sin discriminaciones sea marcada, y finalmente las fugas y pérdidas que se presentan en el sistema de distribución de agua, fugas pequeñas de sistemas de agua (grifos, duchas etc.) que gotean, son las razones estipuladas como las más marcadas dentro del porque el balance de agua no es igualitario.

El balance de aguas de los campamentos se esquematiza en el Anexo 12.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA PARA MEJORAR LA GESTIÓN DEL AGUA DE USO DOMÉSTICO

6.1 Planteamiento de propuestas que permitan mejorar la gestión del agua de uso doméstico en el bloque 16, seguido de una campaña de ahorro y uso eficiente de agua dirigida al personal del Bloque 16.

Los dispositivos domésticos para el uso eficiente del agua potable tienen un papel primordial para el ahorro de agua, en el B16 puede utilizarse hasta 35 % del consumo interior en los excusados, 30 % en las regaderas, 20 % en las lavadoras de ropa, entre 3 - 10 % en las llaves de fregaderos y lavados, y 5 % en las lavado de trastos.

Con el empleo de estos dispositivos ahorradores se puede conseguir un ahorro de agua duradero que refuerce nuestros hábitos de consumo, donde los primeros pasos hacia el ahorro deben estar orientados a la reparación de posibles fugas en los diferentes sistemas de distribución del agua.

A continuación se plantea opciones viables tanto mecanismos como acciones de tipo educacional para cada subsistema en donde se usa o consume agua, la misma que esta encaminada a la optimización del uso del recurso hídrico doméstico.

- **En el cuarto de baño (ducha y grifos)**

Con el 65% del uso de agua dentro del B16, es el puesto más elevado de consumo.

- Reparación fugas:

- Se recomienda utilizar algún sistema de detección de fugas de agua en las tuberías enterradas u ocultas permitiendo controlar desde el primer momento el problema y poder dar solución más rápidamente.

- Reparar los grifos que pierdan agua, con un grifo que gotea se puede perder hasta 30 litros al día, con frecuencia, las llaves de lavado, fregadero o regaderas también presentan fugas, el desgaste del empaque o las fugas por la tuerca superior se reparan con facilidad lo que propicia importantes ahorros de agua.

- Cambios de hábitos de consumo

- Siempre es mejor ducharse que bañarse

- Tome baños cortos, 5 minutos o menos.

-No dejes correr el agua y utilízala únicamente cuando realmente la necesites., por ejemplo:

- Cuando se esté bañando, recuerde cerrar la ducha mientras se enjabona y sólo abrirla para aclararse.

- Cierra el grifo mientras te enjabonas las manos, en el cepillado de dientes, utiliza un vaso cuando te cepilles los dientes (supone un ahorro de hasta 10 litros de agua.), en el afeitado basta con que tengas agua en la pila.

- Evitar usar el agua caliente, aprovecha el agua que se pierde en la espera de que salga agua caliente para otros usos; por ejemplo, regar las plantas o llenar recipientes para cocinar.

- Cambios tecnológicos

Se puede instalar un sistema de Fluido lento, a continuación se citan algunas clases de grifos que nos ayudan a economizar el agua.

-Grifos

- **Grifos con Aireador**, estos grifos disponen de aireadores que pulverizan el agua a presión continua a partir de 1 bar. de presión y sin aumentar su caudal a presiones mayores. Consiguen aumentar el volumen del agua, de forma que con menor caudal consiguen el mismo efecto, hay modelos que consiguen, según sus fabricantes, un ahorro de hasta un 90%.

- **Grifos con Regulador de Caudal**, disponen de un dispositivo que permite limitar el paso máximo de agua, algunos pueden manipularse sin desmontar el grifo, lo que puede hacerse fácilmente por el usuario, esto los convierte en especialmente indicados para lugares públicos (Comedor, grifos de las oficinas, etc.).

- **El grifo con monomando**, reemplazan a las de dos mandos para tener un control más fácil del volumen y de la temperatura del agua.

Si se tiene que cambiar de grifo, instálase un monomando; que están diseñados para evitar que goteen y no hay que volver a regular la temperatura del agua que se había elegido si los cierra mientras se lava la cabeza en la ducha, por ejemplo, su consumo de agua es de 6 a 8 litros por minuto, es un grifo mezclador en el que la apertura, cierre y mezcla del agua se efectúa mediante una sola palanca, además puede disponer de limitador de caudal (ahorro del agua) y regulador del campo de temperatura (ahorro energético), es más adecuado que el grifo anterior para usos domésticos.

Una opción que se ha explorado y que brinda excelentes resultados es la colocación de **válvulas o sensores** que hacen que salga agua sólo cuando se colocan las manos bajo de ellos., un ejemplo de esto es la *grifería con detección por infrarrojos o grifería*

electrónica, que puede ofrecer ahorros de agua y energía de hasta el 80 %, debido a que sólo se produce consumo cuando realmente se necesita, funcionan mediante infrarrojos que

se activan por proximidad, de forma que el agua cae colocando las manos bajo el grifo y cesa la salida al apartarlas.

- **La grifería temporizada**, por pulsador. Mucho más económica que la anterior, que tras pulsar para obtener agua, ésta deja de salir automáticamente tras unos 30 segundos o un tiempo establecido, debiendo pulsar de nuevo si se necesitara más agua, ideal para aseos y lavabos públicos.

- Duchas

- Se puede colocar en la entrada de los cabezales de las duchas un **reductor de caudal**, diseñado para todo tipo de duchas que no poseen una función economizadora, permite reducir el consumo en el orden del 50%, los sistemas de ducha eficientes (ya sean fijos o de tipo teléfono), reducen el caudal de salida, disponiendo de mecanismos que evitan que el usuario perciba la disminución de caudal.

- Coloque un **aireador en la ducha**, es un pequeño "truco" que, al agregar aire al agua, da la impresión de aumentar el chorro con menor cantidad de agua.

-**Interruptores de Caudal Para Duchas**, sistema economizador para intercalar entre la grifería y el flexo del teléfono ducha, son dispositivos que permiten interrumpir el caudal de la ducha mientras uno se enjabona o lava la cabeza, al dejar pasar una mínima parte de agua, la temperatura de la misma se mantiene constante, evitando tener que volver a regularla al abrir la válvula, es idóneo en duchas con grifería de dos entradas de agua (en monomandos no es necesario), ya que permite reanudar el uso de la ducha sin tener que volver a regular la temperatura del agua.

Si instalar un sistema de fluido lento no es conveniente por los costos, se podría instalar una pieza para regular el fluido de agua en las tuberías de los lavabos o duchas, para impedir que el consumo de agua exceda un consumo fijado.

Las piezas para regular el fluido de agua, se enroscan en la cabeza del grifo o ducha, estos sistemas actúan en la presión, la velocidad y la capacidad, para no reducir la calidad del servicio provisto, lo cual puede ahorrar hasta más del 50 % y continuar ofreciendo un chorro de agua abundante.

- Dispositivos economizadores

Ahorro de agua por Micronización, nombres como Eyectores, Perlizadores, Atomizadores, Economizadores, etc. son utilizados últimamente para explicar el efecto producido por un equipo que incorpora aire a las gotas de agua que salen de una ducha moderna, o del grifo de un lavabo.

- Aireadores/perlizadores, son dispositivos que incluyen aire al chorro de agua y dispersan el chorro incrementando el área de cobertura y, por lo tanto, la eficiencia de lavado, es decir su función radica en frenar el agua, manteniendo la misma presión o incluso aumentándola en comparación con los sistemas tradicionales, se pueden enroscar en los caños de los grifos o duchas y así reducir el consumo de agua en un 40-60% del inicial sin ningún perjuicio para el usuario.

- Economizadores o Reductores de caudal, son dispositivos que reducen el caudal de agua en función de la presión, se pueden incorporar en las tuberías de los lavabos o duchas, consiguen un ahorro comprobado de entre un 40% y 60%, dependiendo de la presión de la red.

• **Servicios higiénicos (WC)**

- Inodoros

- Reparación de fugas

- Averiguar si el inodoro no tiene fuga, uno de los muebles que más fugas presenta es el excusado, básicamente en los herrajes de los tanques, una forma de detectar dichas fugas es

el empleo de colorantes o tintes naturales en el agua de la cisterna y se debe esperar unos minutos a ver si el color aparece en la taza.

¡Un inodoro que tiene una fuga puede gastar 200 000 litros al año!

- Cambios de hábitos de consumo

- No emplees el inodoro como una papelerera ni como cenicero.

- Se gasta inútilmente 9 - 10 litros (la capacidad de la cisterna del inodoro) de agua cada vez que se emplea el inodoro para tirar una colilla o un papel o cualquier tipo de desperdicio en vez de emplear la papelerera, también evitarás la sobrecarga de las depuradoras de aguas residuales.

- No tires innecesariamente la cadena del inodoro.

- Se puede también ahorrar el 30% simplemente disminuyendo la cantidad de agua del estanque (artesanalmente, poniendo dentro de éste una botella o bolsa de 1-2 L. llena de agua, lo que disminuirá la cantidad de agua necesaria para llenar el estanque) Con esta simple medida, se ahorrarán entre dos y cuatro litros de agua cada vez que se utilice, o regular el cierre del flotador para que se corte antes la entrada de agua.

- Otra opción que parece viable para ahorrar agua en estos inodoros es la prolongación del sifón de descarga, lo cual reduce el consumo de agua.

- Cambios tecnológicos

Según una normativa de la Unión Europea, las cisternas deben tener una carga de 9 nueve litros pero, actualmente, existen algunas que utilizan menos carga dando el mismo nivel de prestación al usuario, existen algunos depósitos que tienen una carga de seis litros y otros en donde hay una doble carga, de acuerdo con la necesidad de su uso.

Reducir la cantidad de agua que se utiliza en la cisterna no resulta complicado. Se ha de cambiar el mecanismo de descarga para lograr diferentes tipos de caudal en función de la cantidad que se necesite. Existen varios dispositivos para reducir y ahorrar, como, por ejemplo:

- **Los inodoros de capacidad reducida con pulsador/tirador** son los más comunes de los que funcionan con gravedad, la cisterna está adosada a la taza, la descarga de 9 – 10 litros se realiza a cada uso mediante un pulsador o un tirador.

- **Sistema de doble descarga**, los inodoros con cisterna baja pueden ahorrar agua mediante la incorporación de un sistema de interrupción de descarga que permite escoger al usuario el volumen de descarga en función del uso realizado, entre dos volúmenes distintos de descarga de agua (6 - 9 litros ó 3 - 4 litros) o mediante el paro voluntario de la descarga al volver a pulsar el botón.

- **Contrapeso para cisterna**. Es un mecanismo que se acopla al mecanismo de descarga de la cisterna y funciona por efecto de la gravedad. El flujo de agua se interrumpe en cuanto deja de accionarse el tirador. Puede adaptarse tanto a cisternas elevadas como bajas.

- **Otros mecanismos**

- Existe la presencia de reductores de presión en la red principal, el caudal que fluye de los aparatos de distribución de agua depende directamente de la presión en la red.

Además en la tabla 6.1 se representa el consumo de agua para los sistemas de distribución, según el tipo de consumo fijado.

	CONSUMO DE AGUA PARA LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN		
Sistema	Consumo normal (L/min.)	Consumo eficiente (L/min.)	Consumo Bloque (L/min.)
Inodoros	16 a 20 L por descarga	6	10 a 12 L por descarga
Grifos	10 a 20	3	8 a 15
Duchas	20 a 25	7 a 12.5	17 a 25

Tabla: 6.1. Consumo de agua para los sistemas de distribución

- **La lavadora**

La lavadora representa el 20% del consumo de agua dentro del predio.

- Cambios de hábitos de consumo

- Utilizar la lavadora cuando esté llena evitando usarla con prendas sueltas o a media carga., en efecto, este programa permite ahorrar agua y energía.
- Ajuste la cantidad de agua en la lavadora de acuerdo al tamaño de la tanda de ropa, si no puede ajustar la cantidad de agua en la lavadora, lave solo cuando tenga suficiente ropa para una tanda llena.
- Utilice el ciclo más corto para tandas de ropa que no estén muy sucias; los ciclo de lavado normal y de lavado permanente utilizan más agua.
- Revise que las mangueras de la lavadora no tengan escapes de agua.
- Evitar el prelavado en la lavadora siempre que sea posible, remueva las manchas antes de lavar para evita tener que relavar.

Las lavadoras del B16 usan de 65 a 80 L. de agua por cada carga, por eso es recomendable usar sólo cuando la carga será completa (lavadora llena) y no a medias.

A veces resulta más económico lavar las pequeñas cantidades a mano.

- Ajustar el nivel de agua y la dosis adecuada de detergente
- Reducir la temperatura de lavado
- Ajustar la dosis de detergente según la dureza del agua, un agua blanda necesita menos detergente que un agua dura. La dosis de detergente en función de la dureza del agua está incluida en las recomendaciones de uso en los envases de detergentes.

- Cambios tecnológicos

- Comprar una lavadora eficiente, si se debe comprar una lavadora nueva, es bueno recordar que las de carga frontal usan un 40% menos de agua que las lavadoras de carga superior, es mejor si se puede escoger una en que el consumo de agua se corresponda con la cantidad de carga, que re-use el agua del enjuague o que tenga ciclo económico de lavado.

Según la etiqueta ecológica europea por la que se establecen y certifican los criterios ecológicos de estos aparatos (consumo de agua, eficiencia energética, eficiencia de centrifugado, ruido, prevención de un consumo excesivo de detergente, reciclado), una lavadora eficiente no debería consumir más de 12 litros de agua por kilogramo de ropa en el ciclo normal de algodón a 60°C, o sea, 60 litros por ciclo para una lavadora de 4 kilogramos de capacidad.

• En la cocina

En la cocina y restaurante se suele realizar un uso intenso durante gran cantidad de horas al día (24 horas)., por eso, cualquier mínima mejora en el uso eficiente del agua se va a traducir en una importante reducción de consumo.

Este puesto representa el 30-40% del consumo total de agua dentro del predio.

- Reparación fugas:

Averiguar si los grifos no tienen fugas.

¡El goteo de un grifo representa el despilfarro de 30 litros al día, es decir más de 10.000 litros al año!

2. Cambios de hábitos de consumo

-No descongelar alimentos bajo el chorro de agua.

- A la hora de descongelar alimentos, evita hacerlo poniéndolos bajo el chorro de agua, usa la nevera sacándolos la noche anterior.

- Almacene agua para tomar en el refrigerador en vez de abrir la pluma y esperar por agua fría.

- No lave los alimentos con el grifo abierto; utilice un recipiente para lavar las frutas, verduras y legumbres, ya que se puede utilizar esta agua para otros usos como por ejemplo regar las plantas, aseo de los predios, una medida que supone el ahorro de 10 litros de agua.

- Intente fregar los platos después de comer. Si se dejan sin fregar la comida se quedará pegada y luego se necesita mas esfuerzo y agua para quitarla.

- Usa una dosis adecuada de detergente, si abusas aumenta la cantidad de agua necesaria para aclarar e incrementar la contaminación, no abusar de la lejía, rompe el equilibrio bacteriano de las depuradoras dificultando su trabajo.

- Si friega los platos a mano, no lo haga con el grifo abierto.

- Utilice una pila para enjabonar y otra para aclarar. Si no tiene dos pilas utilice algún recipiente.

3. Cambios tecnológicos

- **Instalar aireadores y reductores de caudal en los grifos**, también se pueden enroscar en los caños de los grifos de la cocina aireadores y colocar reductores de caudal, y así reducir el consumo de agua.

- **Grifos accionados por palanca (pedal)**, estos grifos son los más eficientes para las cocinas de restaurantes y cafeterías, además de los más higiénicos.

- **El aire acondicionado**

- **Cambios de hábitos de consumo**

- No debe mantener una diferencia de temperatura superior a los 10/12°C entre la temperatura exterior y la que se produce en el interior con aire acondicionado.

- No exigir mucho frío al acondicionador de aire al momento de ponerlo en marcha. No refrescará la habitación más rápidamente, sólo gastará más energía.

- Limpiar o reemplazar los filtros periódicamente, de lo contrario el ventilador trabaja más, consume más energía y puede ser un foco de contaminación distribuyendo el polvo y la suciedad acumulados.

- Limpiar regularmente la bandeja de drenaje, para evitar también un foco de contaminación.

2. Cambios tecnológicos

- El enfriamiento se hace al utilizar el agua o el aire para condensar. Evite instalar una calefacción o acondicionador de aire de agua-a-aire, los modelos de aire-a-aire son igual de eficientes y no producen desperdicio de agua.

Los últimos son los más habituales y, por tanto, no dependen del suministro del agua y evitan así los problemas asociados con ella como incrustaciones calcáreas o corrosión.

- Tratar de usar en lo posible doble vidrio o vidrios especiales, lo cual permitirá un buen aislamiento con el medio externo, tanto en calefacción como en aire acondicionado.

- El cualquier caso, seleccione el que menos energía consuma y exija que no utilice gases que atacan la capa de ozono como los Clorofluorocarbonos (CFC: gases ya prohibidos) o los Hidroclorofluorocarbonos (HCFC: reducción progresiva de producción hasta el año 2010).

- **En los exteriores de los campamentos**

El uso del agua en los exteriores de los campamentos del B16 puede aumentar el consumo doméstico en al menos un 50%.

- **Cambios de hábitos de consumo**

- Para la limpieza del carro, la estación de lavado es la solución más eficiente con 35 litros frente a los 500 litros gastados con una limpieza manual con manguera sin corte automático.

- Si no se puede recurrir a la única lavadora presente en el B16, el uso de un cubo y una esponja permite también ahorrar agua (50 litros para una limpieza).

- La limpieza de su coche una vez al mes es ampliamente suficiente.

- **Operaciones de limpieza**

- En las tareas de limpieza influyen tanto el consumo de agua como el consumo de sustancias químicas de limpieza, dependiendo de la composición de éstas, así como su dosis de uso, se producirá una mayor o menor contaminación de las aguas.

- Utilizar productos de limpieza que no sean agresivos con el medio ambiente y detergentes sin fosfatos ni productos corrosivos.

- Emplea las cantidades recomendadas por los fabricantes, el utilizar una mayor cantidad de producto de limpieza no significa una mayor eficacia.
- Recuerda que un uso correcto de los detergentes y productos de limpieza hace que el consumo de agua necesaria para su eliminación también se vea reducido.
- Para la limpieza de las pasadizos y patio del jardín el empleo de una escoba y un recogedor permite ahorrar hasta 200 litros frente a una limpieza con manguera.
- Manchando menos también ahorrara agua; cepille y airee las mantas alfombras regularmente, y así evitara tener que lavarlas con frecuencia.

- **El jardín**

- A la hora de seleccionar las especies que formarán parte de tu jardín, es preferible tomar en consideración a las plantas autóctonas, especies que resisten muy bien a la sequía, supone un menor consumo de agua, atraen a mariposas y no exigen el uso de productos químicos para su mantenimiento.
- Es aconsejable reducir las zonas de césped porque es el gran consumidor de agua en los jardines modernos, se puede reducir la superficie dedicada al césped sustituyéndola por plantas tapizantes, o árboles y arbustos cuyas exigencias de riego son mucho menores, se pueden también recubrir superficies del jardín con materiales como piedras, gravas, cortezas de árbol, etc., es una de las técnicas más eficaces para reducir las pérdidas de agua por evaporación, al tiempo que se logra un agradable efecto estético.
- Es conveniente regar en las horas de menos calor; así se perderá menos agua por evaporación.
- Es preferible regar árboles y arbustos pocas veces aunque con generosidad, las plantas desarrollarán así mejor las raíces y se harán más resistentes a las sequías.
- Es conveniente dejar crecer el césped 5/6 cm., así necesitará menos agua.

- Cuando el agua necesaria para la operación no requiere estar potabilizada como en el caso de riego del jardín, se puede estudiar la posibilidad de emplear agua que no procede de la red de abastecimiento potable, es decir el agua empleada para procesos de utilidades.

-Se puede también emplear algunas fuentes alternativas dentro de las que se incluyen la captación y almacenamiento de agua de lluvia en barriles o bidones, agua que se utiliza en la cocina, duchas etc., para labores de limpieza de los predios, riego de jardines, lavado de carros etc.

• **CONSEJOS PRÁCTICOS PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA**

Otra forma de hacer un mejor uso del agua consiste en proteger la que tenemos al alcance, y evitar así su contaminación, de este modo, por ejemplo, podemos colaborar.

- No ensuciando el agua

- No vertiendo en el agua productos nocivos para el medio o de difícil eliminación natural o artificial: aceites de cocina, productos de limpieza, sustancias químicas de laboratorios, pinturas, disolventes o similares, etc. (un solo litro de aceite mineral puede contaminar 10.000 litros de agua)., estos productos dificultan el proceso de depuración en las plantas depuradoras de aguas residuales, de ahí que sea necesario separarlos y depositarlos en el centro de recogida más próximo, para que reciban el tratamiento adecuado.

- Empleando el desatascador tradicional (ventosa de caucho provista de un mango), en vez de productos químicos a base de sosa cáustica, ácidos y otras sustancias tóxicas. Hay productos caseros que actúan como desatascadores, como, por ejemplo el bicarbonato y el vinagre.

- Utilizando detergentes sin fosfatos, y empleando blanqueadores a base de percarbonatos, en vez de lejía.

- Utilizando pinturas, barnices y disolventes ecológicos. No obstante, tanto si se emplean productos ecológicos como si no, hay que recoger los restos de los mismos y depositarlos en el centro de recogida más próximo, donde recibirán el tratamiento adecuado.

6.1.1 Planteamiento de opciones para mejorar el proceso de la planta de purificación de agua del B16

A continuación se plantean opciones de tipo técnico para mejorar el funcionamiento de los procesos de la planta de tratamiento de agua destinada para consumo humano y todo uso doméstico, y con esto mejorar la calidad de agua que se emplea en los campamentos del B16.

- **Preoxidación**

Se puede realizar la adición de un agente químico (cloro), en esta primera etapa de la secuencia del tratamiento (preoxidación), con el objeto de oxidar:

- Los posibles iones de Fe (II) y Mn (II), para precipitarlos y eliminarlos posteriormente;
- La materia orgánica oxidable, para facilitar su eliminación en las etapas posteriores, esto porque los coloides (partículas coloidales) responsable del color y la turbidez de esta, comprenden parte importante del contenido total en materias orgánicas.
- Microorganismos (bacterias, virus, plancton), para evitar su desarrollo a lo largo del proceso.

Todo esto con la finalidad de reducir el material coloidal presente en el agua y poder realizar una mejor coagulación, para la adición se debe proceder haciendo una lechada (5 L. de agua con 12 gr. de cloro en polvo) sobre los 12000 galones aproximados del tanque de agua., se puede ir probando con la dosificación de tal modo que se obtenga un valor máximo de 2 ppm de cloro residual en el tanque de captación.

- **Coagulación**

El Floculante-Coagulante usado en los campamentos del B16 es un polímero catiónico en solución de nombre comercial (NH-17), el cual, en el momento de su empleo no tiene los resultados esperados, que es el de retirar el mayor porcentaje de material suspendido (material coloidal), debido a que no es el indicado para el tipo de agua del sector (altos contenidos de materia orgánica)., además las dosis del coagulante empleada en el

tratamiento del agua, por el personal encargado de operar la planta, no es la recomendada puesto que se las realiza de una manera no calificada.

Por tal motivo se plantea la opción de cambiar de coagulante a un “Polímero Coagulante-Floculante de tipo Aniónico” de nombre comercial (GL-260), ya que, este producto ha demostrado ser un 99% más efectivo en el proceso de coagulación porque se adapta mejor al tipo de agua presente en la zona con altos índices de turbiedad y color.

Dentro de las ventajas de este nuevo producto se tiene:

- La dosis empleada con este PAC es considerablemente menor, esta por el orden de 15 a 140 ppm., mientras que con el (NH-17) la dosis estaba por el rango de 100 a 400 ppm., lo que implica reducción de costos por tratamiento.
- Trabaja en un corto periodo de tiempo, por lo que no se requieren tiempos de contacto prolongados del agua en los diversos tanques.
- Ayuda a la formación de floculos de gran tamaño, esto representa una ventaja puesto que acelera el proceso de sedimentación.
- Trabaja sobre un amplio rango de pH, lo cual evita posibles ajustes posteriores de pH.
- No produce una post-floculación.
- Además es de fácil aplicación y con la dosis establecida por el autor y la empresa de *Global chem CIA. Ltda.*, (120 ppm) no se requiere manipular la dosis según las características del agua, puesto que, dosis excesivas podrían *estabilizar* las partículas coloidales (causantes de la turbidez y color) por inversión de carga.

- **Sedimentación**

Dentro de las paredes del tanque de sedimentación se tiene la presencia de algas y películas biológicas y esto representa un problema en el proceso de sedimentación, ya que estos crecimientos pueden causar olores y sabores en el agua para uso doméstico así como el taponamiento de los filtros.

Dichos crecimientos se pueden controlar mediante la aplicación de una mezcla de 10 gr., de sulfato de cobre y 10 gr., de cal por litro de agua sobre las paredes, con cepillo cuando se realice la limpieza de los fangos (lodos), los cuales son purgados quincenalmente del decantador.

- **Filtración**

Los filtros de carbón activo como los filtros de hilo deben ser cambiados y reemplazados con una mayor frecuencia de tiempo, así se tiene que, con un periodo de máximo 5 meses +/- 1 mes para los filtros de carbón activado, y de 2 meses +/- 15 días para los filtros de hilo., este es el tiempo prudencial de vida optima, si se quiere que el agua empleada no represente ningún tipo de riesgo para la salud.

- **Desinfección**

Para desinfectar el agua y eliminar los organismos patógenos de esta, se emplea cloro gas, el cual tiene un 100% como cloro efectivo, pero para que la operación del proceso de desinfección sea exitosa se requiere:

- Un suministro adecuado y permanente del agente desinfectante (cada cilindro dura aproximadamente 30-40 días).
- Control eficiente, continuo y exacto de la dosificación (1-1.5 lb./d), punto que viene dado directamente por el correcto funcionamiento del clorador.
- Controlar los resultados diarios de cloro residual y pH.

Para los campamentos que tienen implementado los ozonificadores se debe controlar ciertos parámetros si se quiere asegurar una desinfección segura, dentro de los que se destaca:

- Tasa de tratamiento la cual varia entre 5-15 gr. O₃/m³ agua.

- Tiempo de contacto de 4 a 10 minutos.
- Tener un ozono residual de 0,4 gr. O₃/m³ durante (4) cuatro minutos asegura la acción.
- Tener cuidado en su manipulación, porque dosis superiores a 1 ppm resulta ambientalmente peligroso.

6.2 MATERIAL DIDÁCTICO EDUCATIVO ORIENTADO AL AHORRO DEL AGUA DE USO DOMÉSTICO

El objeto en este punto es cambiar los malos hábitos de consumo promoviendo la participación ciudadana del personal del Bloque, mediante la comunicación de las medidas orientadas para realizar un ahorro y uso eficiente del agua a través de campañas publicitarias realizadas en los campamentos del B16, en donde se ha resaltado las acciones que puede efectuar cada habitante, dentro de su alcance y de forma inmediata, como el uso adecuado en jardines, excusados, regaderas, lavados, aire acondicionado, entre otros.

Los carteles de tipo educativo que se utilizo (actualmente en uso), para fomentar el mensaje de ahorro del recurso hídrico doméstico utilizado en las instalaciones del B16 se cita a continuación.

EL BUEN USO DEL AGUA

ALGUNOS DATOS COMPROMETEDORES.

El consumo medio de un habitante del B16 es de 230 litros/día (cuando la norma recomienda no sobrepasar los 150 litros por habitante al día), se calcula que el 65% de este consumo se realiza en el cuarto de baño.

“Es decir, que un habitante del suburbio de Guayaquil utiliza en 24 horas la mitad de lo que un habitante del B16 utiliza cuando desagua el inodoro”.

En África las personas tienen que caminar más de dos horas para conseguir agua potable. Con un consumo como el que tenemos, para conseguir el agua de una semana tendríamos que andar 15 días sin parar.

El consumo de 1.700 litros a la semana (230 litros/día) es el agua que consumen 16 personas en Sudán durante un mes.

Diez duchas de 5 minutos suponen una cantidad de 1.000 litros de agua. Es la cantidad que consumen 5 personas en la India en una semana.

LOS BENEFICIOS

Ambientales: Reducción del consumo de agua y energía, y por lo tanto disminución de la emisión de gases de efecto invernadero y una menor carga contaminante de agua al medio.

Económicos: Reducción en la factura de insumos necesarios para producir agua potable y insumos necesarios para operar las plantas depuradoras de aguas residuales.

Cívicos: La sociedad necesita modelos a imitar para cambiar. El B16 puede ser uno de los “modelos ejemplares” del sector petrolero.



Seguridad, Salud y Medio Ambiente



EL BUEN USO DEL AGUA

Dentro del B16, el Baño es el **puesto más elevado de consumo de agua con un 65% de uso**, por eso EN EL CUARTO DE BAÑO, DUCHA, GRIFOS y WC, recomendamos:

1. Repare las fugas de agua.
¡Un grifo con fuga puede perder hasta 30 litros agua al día!
¡Un inodoro que tiene una fuga puede gastar 200 000 litros al año!
Si detecta una fuga, avise al personal de mantenimiento.



2. No esté más de 5 minutos bajo la ducha. Es un derroche de agua y energía. Recuerde cerrar la ducha mientras se enjabona sólo ábrala para aclararse (se puede reducir el consumo en más de 150 lt. de agua por persona al día).



3. En el cepillado de dientes, utilice un vaso cuando se cepille los dientes, (supone un ahorro de hasta 10 litros de agua.), y en el afeitado basta con que tenga agua en el lavamanos.

4. No emplee el inodoro como papelerera ni como cenicero ya que se gasta 10 lt (la capacidad de la cisterna del inodoro) de agua, cada vez que se emplea el inodoro para tirar una colilla, un papel o cualquier tipo de desperdicio. No tire sin necesidad la cadena del inodoro.



5. Se puede ahorrar el 30% de agua en el WC , poniendo dentro de éste una botella o bolsa de 1 litro llena de agua, lo que disminuirá la cantidad de agua necesaria para llenar el estanque.



Seguridad, Salud y Medio Ambiente

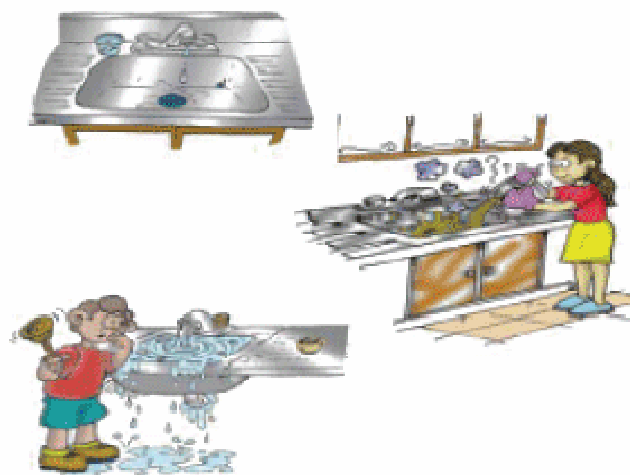


EL BUEN USO DEL AGUA

EN LA COCINA

En la cocina y restaurante se suele realizar un uso intenso durante gran cantidad de horas al día (24 horas).. por eso, cualquier mínima mejora en el uso eficiente del agua se va a traducir en una importante reducción de consumo. Este puesto representa el 30-40% del consumo total de agua dentro del predio.

1. Reparar fugas en los grifos. ¡El goteo de un grifo representa el despilfarro de 30 litros al día, es decir más de 10.000 litros al año!
2. No descongele alimentos bajo el chorro de agua. Sáquelos de la nevera la noche anterior. Almacene agua para tomar en la nevera, en vez de abrir la pluma y esperar por agua fría.
3. No lave los alimentos con el grifo abierto; utilice un recipiente para lavar las frutas y verduras. Esta agua puede servir para otros usos como: regar las plantas o el aseo de los predios. Así se ahorra 10 lt. de agua.
4. Intente fregar los platos después de comer. Si se dejan sin fregar, la comida se quedará pegada y se necesitará más agua para quitarla.
5. Use una dosis adecuada de detergente, si abusa aumenta la cantidad de agua para aclarar. No abusar de la lejía, rompe el equilibrio bacteriano de las depuradoras dificultando su trabajo.
6. Utilice una pila para enjabonar y otra para aclarar. Si no tiene dos pilas utilice algún recipiente.



Seguridad, Salud y Medio Ambiente



EL BUEN USO DEL AGUA

LA LAVADORA

La lavadora representa el 20% del consumo de agua dentro del predio, por eso recomendamos:

1. Las lavadoras del B16 usan de 65 a 80 lt. de agua por carga. Utilice la lavadora cuando esté llena evitando usarla a media carga. Así se ahorra agua y energía.
2. Ajuste la cantidad de agua en la lavadora de acuerdo al tamaño de la tanda de ropa o lave solo cuando tenga suficiente ropa para una tanda llena.
3. Utilice el ciclo más corto para ropa que no muy sucia; los ciclos de lavado normal y de lavado permanente utilizan más agua.
4. Revise que las mangueras de la lavadora no tengan escapes de agua.
5. Evite el prelavado en la lavadora, remueva las manchas antes de lavar.
6. A veces resulta más económico lavar las pequeñas cantidades a mano.
7. Ajustar el nivel de agua y la dosis adecuada de detergente.
8. Ajuste la dosis de detergente según la dureza del agua, un agua blanda necesita menos detergente que un agua dura, el agua del B16 es blanda.



Seguridad, Salud y Medio Ambiente



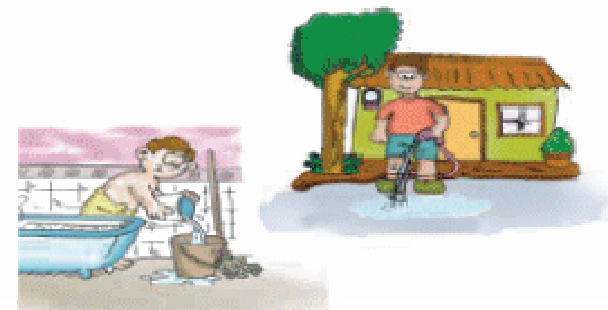
EL BUEN USO DEL AGUA EN LOS EXTERIORES DE LOS CAMPAMENTOS

El uso del agua en los exteriores de los campamentos del B16 puede aumentar el consumo doméstico en al menos un 50%, por eso recomendamos:

1. Planee la limpieza del campamento en conjunto. Limpie primero las zonas menos sucias y con esa misma agua podrá limpiar también las zonas más sucias.
2. Utilice productos de limpieza que no sean agresivos con el medio ambiente y detergentes sin fosfatos ni productos corrosivos. Verifique sus etiquetas, deben constar de algún sistema de clasificación de sustancias químicas, ej:



3. Emplee las cantidades recomendadas por los fabricantes, el utilizar una mayor cantidad de producto de limpieza no significa una mayor eficacia.
4. Recuerde que un uso correcto de detergentes y productos de limpieza, hace que el consumo de agua necesaria para su eliminación también sea reducido.
5. Para la limpieza de las pasadizos y patio del jardín, el empleo de una escoba y un recogedor permite ahorrar hasta 200 lt. frente a una limpieza con manguera.
6. Manchando menos también ahorrará agua; cepille y airee las mantas alfombras regularmente, y así evitara tener que lavarlas con frecuencia.



Seguridad, Salud y Medio Ambiente



EL BUEN USO DEL AGUA

EN EL JARDIN

Recomendamos:

1. A la hora de seleccionar las plantas que formarán parte de tu jardín, es preferible escoger plantas autóctonas que resisten muy bien la sequía. Esto supone un menor consumo de agua.
2. Es aconsejable reducir las zonas de césped porque es un gran consumidor de agua. Se lo puede sustituir por plantas tapizantes, o árboles y arbustos cuyas exigencias de riego son mucho menores. Se pueden también recubrir superficies del jardín con materiales como piedras, gravas, cortezas de árbol, etc., es una de las técnicas más eficaces para reducir las pérdidas de agua por evaporación, al tiempo que se logra un agradable efecto estético.
3. Es conveniente regar en las horas de menos calor; así se perderá menos agua por evaporación.
4. Es preferible regar árboles y arbustos pocas veces aunque con generosidad, las plantas desarrollarán así mejor las raíces y se harán más resistentes a las sequías.
5. Es conveniente dejar crecer el césped 5/6 cm., así necesitará menos agua.
6. El riego del jardín no requiere de agua potabilizada. Se puede emplear agua que no procede de la red de abastecimiento potable.
7. Se puede también emplear algunas fuentes alternativas dentro de las que se incluyen la captación y almacenamiento de agua de lluvia en barriles o bidones, agua que se utiliza en la cocina, duchas etc., para labores de limpieza de los predios, riego de jardines, lavado de carros etc.



Seguridad, Salud y Medio Ambiente



Punto de muestreo	SPF					
PARÁMETRO	Expresado en	UNIDAD	Muestreo			
			11 al 16/08/2007	23 al 29/08/2007	11 al 16/09/2007	10/03/2008
FÍSICO-QUÍMICOS						
Color		mg/L Pt-Co	Café-amarillo	Café-amarillo	Café-amarillo	70
Olor		varias	inodoro	inodoro	inodoro	-
Temperatura Agua		° C	24	26	23	-
Temperatura Ambiente		° C	30	33	33	-
Sólidos Totales		mg/L	93	82	86	-
Sólidos Disueltos (TDS)		mg/L	38,33	33,42	33,18	-
Potencial de hidrogeno	pH	Unidad	6,38	6,33	6,32	-
Conductividad	CE	µS/cm	54	46	44	-
Turbidez		UNT	16,6	6,37	15,7	-
Dureza Total	CaCO ₃	mg/L	22	24	24	-
Alcalinidad	CaCO ₃	mg/L	36	39	37	-
ORGÁNICOS						
Oxígeno disuelto	OD	mg/L	7,43	8,13	8,39	-
Fenoles	Fenol	mg/L	0,012	0,026	0,027	-
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/L	0,037	0,041	0,023	-
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	HAPs	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO ₅	mg/L	1,2	1,86	0,91	-
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	2,28	2,36	2,01	-
METALES						
Bario	Ba	mg/L	0,035	0,038	0,038	-
Cadmio	Cd	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	-
Plomo	Pb	mg/L	< 0,010	< 0,010	< 0,010	-
Mercurio	Hg	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	-
Cromo	Cr	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	-
Vanadio	V	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	-
Zinc	Zn	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	-
Hierro	Fe	mg/L	-	-	-	0,57
Manganeso	Mn	mg/L	-	-	-	<0,02
MICROBIOLÓGICOS						
Coliformes Fecales		NPM/100 ml	800	1000	1000	-
Coliformes Totales		NPM/100 ml	3000	3000	4300	-

Tabla 5.1.

Análisis Físico-Químicos y Microbiológicos del Agua Superficial del Río Dicaro, campamento permanente SPF.
Fuente: autor, 2007-2008

Punto de muestreo	NPF					
PARÁMETRO	Expresado en	UNIDAD	Muestreo			
			11 al 16/08/2007	23 al 29/08/2007	11 al 16/09/2007	10/03/2008
FÍSICO-QUÍMICOS						
Color		mg/L Pt-Co	Café-amarillo	Café-amarillo	Café-amarillo	46
Olor		varias	inodoro	inodoro	inodoro	-
Temperatura Agua		° C	24	26	23	-
Temperatura Ambiente		° C	30	33	33	-
Sólidos Totales		mg/L	93	82	86	-
Sólidos Disueltos (TDS)		mg/L	38,33	33,42	33,18	-
Potencial de hidrogeno	pH	Unidad	6,38	6,33	6,32	-
Conductividad	CE	µS/cm	54	46	44	-
Turbidez		UNT	16,6	6,37	15,7	-
Dureza Total	CaCO ₃	mg/L	22	24	24	-
Alcalinidad	CaCO ₃	mg/L	36	39	37	-
ORGÁNICOS						
Oxígeno disuelto	OD	mg/L	7,43	8,13	8,39	-
Fenoles	Fenol	mg/L	0,012	0,026	0,027	-
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/L	0,037	0,041	0,023	-
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	HAPs	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO ₅	mg/L	1,2	1,86	0,91	-
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	2,28	2,36	2,01	-
METALES						
Bario	Ba	mg/L	0,035	0,038	0,038	-
Cadmio	Cd	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	-
Plomo	Pb	mg/L	< 0,010	< 0,010	< 0,010	-
Mercurio	Hg	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	-
Cromo	Cr	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	-
Vanadio	V	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	-
Zinc	Zn	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	-
Hierro	Fe	mg/L	-	-	-	0,65
Manganeso	Mn	mg/L	-	-	-	<0,02
MICROBIOLÓGICOS						
Coliformes Fecales		NPM/100 ml	800	1000	1000	-
Coliformes Totales		NPM/100 ml	3000	3000	4300	-

Tabla 5.2.

Análisis Físico-Químicos y Microbiológicos del Agua Superficial del Río Bogi, campamento permanente NPF.

Fuente: autor, 2007-2008

Punto de muestreo	AMO 1					
PARÁMETRO	Expresado en	UNIDAD	Muestreo			
			11 al 16/08/2007	23 al 29/08/2007	11 al 16/09/2007	10/03/2008
FÍSICO-QUÍMICOS						
Color		mg/L Pt-Co	Café-amarillo	Café-amarillo	Café-amarillo	71
Olor		varias	inodoro	inodoro	inodoro	-
Temperatura Agua		° C	24	26	23	-
Temperatura Ambiente		° C	30	33	33	-
Sólidos Totales		mg/L	93	82	86	-
Sólidos Disueltos (TDS)		mg/L	38,33	33,42	33,18	-
Potencial de hidrogeno	pH	Unidad	6,38	6,33	6,32	-
Conductividad	CE	µS/cm	54	46	44	-
Turbidez		UNT	16,6	6,37	15,7	-
Dureza Total	CaCO ₃	mg/L	22	24	24	-
Alcalinidad	CaCO ₃	mg/L	36	39	37	-
ORGÁNICOS						
Oxígeno disuelto	OD	mg/L	7,43	8,13	8,39	-
Fenoles	Fenol	mg/L	0,012	0,026	0,027	-
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/L	0,037	0,041	0,023	-
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	HAPs	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO ₅	mg/L	1,2	1,86	0,91	-
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	2,28	2,36	2,01	-
METALES						
Bario	Ba	mg/L	0,035	0,038	0,038	-
Cadmio	Cd	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	-
Plomo	Pb	mg/L	< 0,010	< 0,010	< 0,010	-
Mercurio	Hg	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	-
Cromo	Cr	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	-
Vanadio	V	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	-
Zinc	Zn	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	-
Hierro	Fe	mg/L	-	-	-	0,80
Manganeso	Mn	mg/L	-	-	-	<0,02
MICROBIOLÓGICOS						
Coliformes Fecales		NPM/100 ml	800	1000	1000	-
Coliformes Totales		NPM/100 ml	3000	3000	4300	-

Tabla 5.3.

Análisis Físico-Químicos y Microbiológicos del Agua Superficial del Río Yasuní campamento permanente AMO 1.

Fuente: autor, 2007-2008

Punto de muestreo	SPF					
PARÁMETRO	Expresado en	UNIDAD	Muestreo			
			11 al 16/08/2007	23 al 29/08/2007	11 al 16/09/2007	10/03/2008
FÍSICO-QUÍMICOS						
Color		mg/L Pt-Co	incolora	incolora	incolora	21
Olor		varias	inodora	inodora	inodora	-
Temperatura Agua		° C	26	25	25	-
Temperatura Ambiente		° C	30	33	33	-
Sólidos Totales		mg/L	62	67	60	-
Sólidos Disueltos (TDS)		mg/L	20,82	33,86	34,6	-
Potencial de hidrogeno	pH	Unidad	6,49	6,52	6,61	-
Conductividad	CE	µS/cm	46	53	55	-
Turbidez		UNT	3	5	5	-
Dureza Total	CaCO ₃	mg/L	28	23	34	-
Alcalinidad	CaCO ₃	mg/L	47	51	36	-
ORGÁNICOS						
Oxígeno disuelto	OD	mg/L	1,97	2,03	1,86	-
Fenoles	Fenol	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	-
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/L	0,034	0,028	0,031	-
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	HAPs	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO ₅	mg/L	0,95	0,89	0,58	-
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	5,77	3,16	5,51	-
METALES						
Bario	Ba	mg/L	<0,025	<0,025	<0,025	-
Cadmio	Cd	mg/L	<0,0012	<0,0012	<0,0012	-
Plomo	Pb	mg/L	<0,010	<0,010	<0,010	-
Mercurio	Hg	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	-
Cromo	Cr	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	-
Vanadio	V	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	-
Zinc	Zn	mg/L	0,98	1,01	0,93	-
Hierro	Fe	mg/L	-	-	-	0,28
Manganeso	Mn	mg/L	-	-	-	<0,02
MICROBIOLÓGICOS						
Cloro residual	Cl ₂	mg/L	2,0	2,0	1,5	-
Coliformes Fecales		NPM/100 ml	ausencia	ausencia	ausencia	-
Coliformes Totales		NPM/100 ml	ausencia	ausencia	ausencia	-

Tabla 5.4.

Análisis Físico-Químicos y Microbiológicos del Agua para consumo humano posterior a la planta potabilizadora del campamento permanente SPF.

Fuente: autor, 2007-2008

Punto de muestreo	NPF					
PARÁMETRO	Expresado en	UNIDAD	Muestreo			
			11 al 16/08/2007	23 al 29/08/2007	11 al 16/09/2007	10/03/2008
FÍSICO-QUÍMICOS						
Color		mg/L Pt-Co	incolora	incolora	incolora	14
Olor		varias	inodora	inodora	inodora	-
Temperatura Agua		° C	26	25	25	-
Temperatura Ambiente		° C	30	33	33	-
Sólidos Totales		mg/L	62	67	60	-
Sólidos Disueltos (TDS)		mg/L	20,82	33,86	34,6	-
Potencial de hidrogeno	pH	Unidad	6,49	6,52	6,61	-
Conductividad	CE	µS/cm	46	53	55	-
Turbidez		UNT	3	5	5	-
Dureza Total	CaCO ₃	mg/L	28	23	34	-
Alcalinidad	CaCO ₃	mg/L	47	51	36	-
ORGÁNICOS						
Oxígeno disuelto	OD	mg/L	1,97	2,03	1,86	-
Fenoles	Fenol	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	-
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/L	0,034	0,028	0,031	-
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	HAPs	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO ₅	mg/L	0,95	0,89	0,58	-
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	5,77	3,16	5,51	-
METALES						
Bario	Ba	mg/L	<0,025	<0,025	<0,025	-
Cadmio	Cd	mg/L	<0,0012	<0,0012	<0,0012	-
Plomo	Pb	mg/L	<0,010	<0,010	<0,010	-
Mercurio	Hg	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	-
Cromo	Cr	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	-
Vanadio	V	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	-
Zinc	Zn	mg/L	0,98	1,01	0,93	-
Hierro	Fe	mg/L	-	-	-	0,36
Manganeso	Mn	mg/L	-	-	-	<0,02
MICROBIOLÓGICOS						
Cloro residual	Cl ₂	mg/L	2,0	2,0	1,5	-
Coliformes Fecales		NPM/100 ml	ausencia	ausencia	ausencia	-
Coliformes Totales		NPM/100 ml	ausencia	ausencia	ausencia	-

Tabla 5.5.

Análisis Físico-Químicos y Microbiológicos del Agua para consumo humano posterior a la planta potabilizadora del campamento permanente NPF.

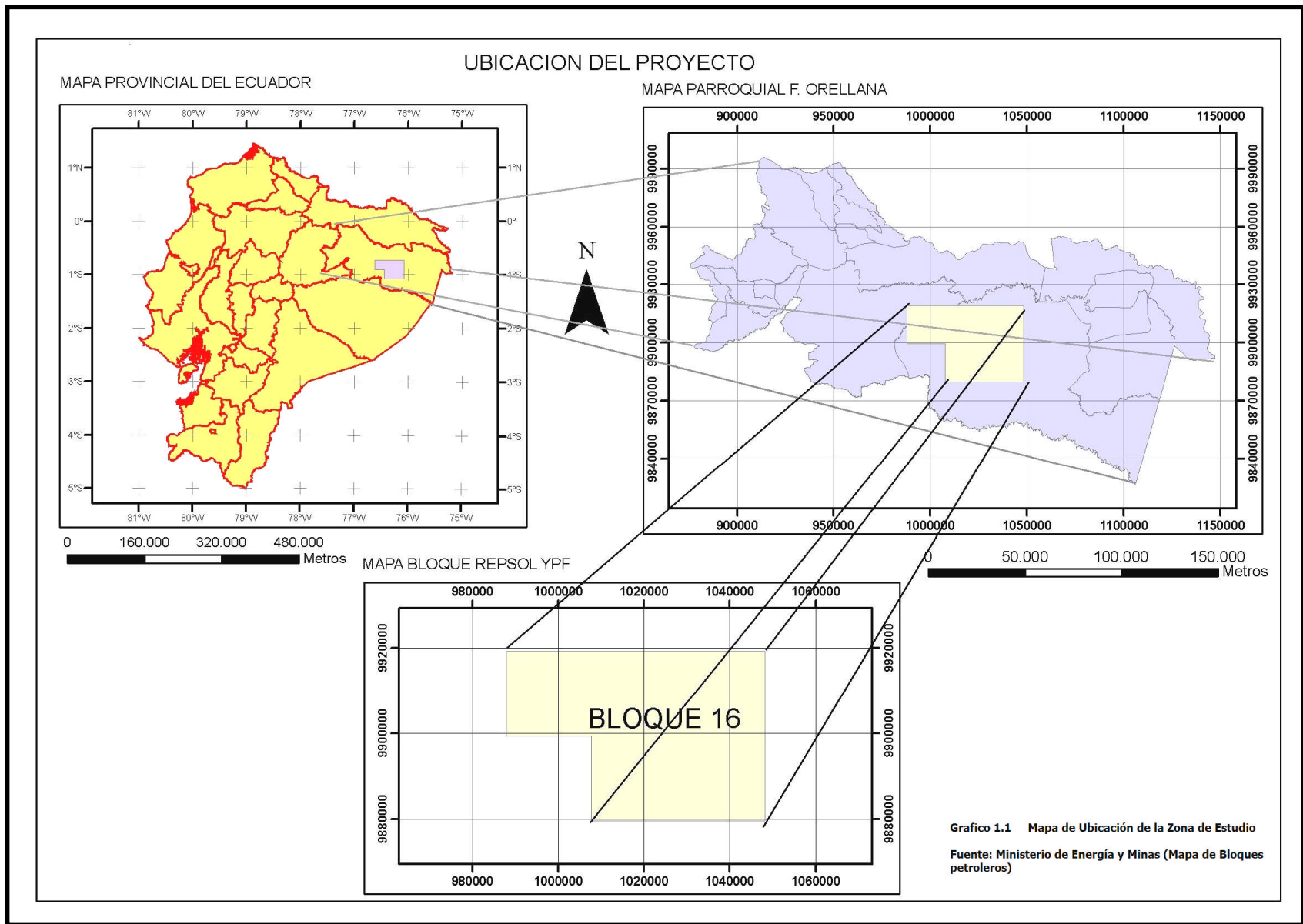
Fuente: autor, 2007-2008

Punto de muestreo	AMO 1					
PARÁMETRO	Expresado en	UNIDAD	Muestreo			
			11 al 16/08/2007	23 al 29/08/2007	11 al 16/09/2007	10/03/2008
FÍSICO-QUÍMICOS						
Color		mg/L Pt-Co	incolora	incolora	incolora	19
Olor		varias	inodora	inodora	inodora	-
Temperatura Agua		° C	26	25	25	-
Temperatura Ambiente		° C	30	33	33	-
Sólidos Totales		mg/L	62	67	60	-
Sólidos Disueltos (TDS)		mg/L	20,82	33,86	34,6	-
Potencial de hidrogeno	pH	Unidad	6,49	6,52	6,61	-
Conductividad	CE	µS/cm	46	53	55	-
Turbidez		UNT	3	5	5	-
Dureza Total	CaCO ₃	mg/L	28	23	34	-
Alcalinidad	CaCO ₃	mg/L	47	51	36	-
ORGÁNICOS						
Oxígeno disuelto	OD	mg/L	1,97	2,03	1,86	-
Fenoles	Fenol	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	-
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/L	0,034	0,028	0,031	-
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	HAPs	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO ₅	mg/L	0,95	0,89	0,58	-
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	5,77	3,16	5,51	-
METALES						
Bario	Ba	mg/L	<0,025	<0,025	<0,025	-
Cadmio	Cd	mg/L	<0,0012	<0,0012	<0,0012	-
Plomo	Pb	mg/L	<0,010	<0,010	<0,010	-
Mercurio	Hg	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	-
Cromo	Cr	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	-
Vanadio	V	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	-
Zinc	Zn	mg/L	0,98	1,01	0,93	-
Hierro	Fe	mg/L	-	-	-	0,19
Manganeso	Mn	mg/L	-	-	-	<0,02
MICROBIOLÓGICOS						
Cloro residual	Cl ₂	mg/L	2,0	2,0	1,5	-
Coliformes Fecales		NPM/100 ml	ausencia	ausencia	ausencia	-
Coliformes Totales		NPM/100 ml	ausencia	ausencia	ausencia	-

Tabla 5.6.

Análisis Físico-Químicos y Microbiológicos del Agua para consumo humano posterior a la planta potabilizadora del campamento permanente AMO 1.

Fuente: autor, 2007-2008



CAPÍTULO IX

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

9.1 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Romero Rojas, Jairo, *Purificación del Agua*, tomo 1, segunda edición, editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, Colombia, 06-2006.

Marín Galvín, Rafael, *FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA DE LOS MEDIOS ACUÁTICOS, Tratamiento y control de calida de aguas*, tomo 2, primera edición, ediciones Díaz de Santos, Madrid, 2003.

Varios Autores, *CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Una visión desde la Química*, tomo 1, primera edición, Thomson Editores, Departamento de Química Escuela Politécnica Superior Universidad de Burgos, Madrid, 2005.

Sáenz, Carlos, *INGENIERÍA DE AGUAS RESIDUALES, Caudales de aguas residuales y métodos de aforo*, tomo1, tercera edición, editorial Pratce, Madrid, 2003.

Sáenz, Carlos, *INGENIERÍA AMBIENTAL ABASTECIMIENTO DE AGUA, Cantidad de agua y aguas residuales*, tomo 1, primera edición, editorial Thomson, Madrid, 2001.

White, J. B., *Wastewater-Engineering*, editorial Edgard Arnold, Londres, 1978.

Varios autores, *Norma de Diseño para Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, Disposición de Excretas y Residuos Líquidos en el Área Rural*, Proyecto WASHED Convenio SSA-USAID No. 518 0081, primera edición, Quito, 1995.

Agua y Uso Sostenible, www.wwf.es/casadelagua/encuentro.html, 21-10-2007.

Visión Mundial del Agua, <http://www.jhuccp.org/prs/sm14edsum.stm>, 10-09-2007.

Agua para todos, http://drinkingwater.netfirms.com/el_agua_en_el_mundo.htm, 23-08-2007.

HOJA DE ENTREGA

Este Proyecto de Grado fue entregado a la Carrera de Ingeniería Geográfica y del Medio Ambiente y reposa en la Escuela Politécnica del Ejército.

Alex Raúl Carrillo Lemache

Autor

Ing. Francisco León

Coordinador de la Carrera

Dr. Mario Lozada

Secretario Académico

Sangolquí, ____ de Mayo del 2008

CAPÍTULO VIII

ANEXOS

ANEXOS DEL ESTUDIO

ANEXO 1

TABLA DE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA AGUAS DE CONSUMO HUMANO Y USO DOMÉSTICO, QUE ÚNICAMENTE REQUIEREN TRATAMIENTO CONVENCIONAL, DE LA NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA LIBRO VI, ANEXO 1

PARÁMETRO	Expresado en	UNIDAD	NORMA
			ECU TULAS
FISICO-QUIMICOS			
Color	Color real	Unidades de color	100
Temperatura Ambiente y Agua		° C	-
Sólidos Totales		mg/L	-
Sólidos Disueltos (TDS)		mg/L	1000
Potencial de hidrogeno	pH	Unidad	6--9
Conductividad	CE	µS/cm	-
Turbidez		UNT	100
Dureza Total	CaCO ₃	mg/L	500
Alcalinidad	CaCO ₃	mg/L	-
ORGÁNICOS			
Oxígeno disuelto	OD	mg/L	NO < a 6
Fenoles	Fenol	mg/L	0.002
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/L	0.3
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	HAPs	mg/L	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO ₅	mg/L	2
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	30
METALES			
Bario	Ba	mg/L	1.0
Cadmio	Cd	mg/L	0.01
Plomo	Pb	mg/L	0.05
Mercurio	Hg	mg/L	0.001
Cromo	Cr	mg/L	0.05
Vanadio	V	mg/L	0.1
Zinc	Zn	mg/L	5.0
Hierro	Fe	mg/L	2.0
Manganeso	Mn	mg/L	0.1
MICROBIOLÓGICOS			
Coliformes Fecales		NPM/100 ml	600
Coliformes Totales		NPM/100 ml	3000

ANEXO 2

TABLA DE LAS DIRECTRICES DE LA OMS PARA LA CALIDAD DEL AGUA PARA BEBER, ESTABLECIDAS EN GÉNOVA, 1993, SON EL PUNTO DE REFERENCIA INTERNACIONAL PARA EL ESTABLECIMIENTO DE ESTÁNDARES Y SEGURIDAD DEL AGUA POTABLE

PARÁMETRO	Expresado en	UNIDAD	OMS
			Valores Guía 1995
FISICO-QUIMICOS			
Color		Pt-Co	N.M
Temperatura Agua		° C	N.D.
Temperatura Ambiente		° C	N.D.
Sólidos Totales		mg/L	N.D.
Sólidos Disueltos (TDS)		mg/L	1000
Potencial de hidrogeno	pH	Unidad	N.D.
Conductividad	CE	µS/cm	E.N.A.
Turbidez		UNT	5
Dureza Total	CaCO ₃	mg/L	N.D.
Alcalinidad	CaCO ₃	mg/L	-
ORGÁNICOS			
Oxígeno disuelto	OD	mg/L	N.D.
Fenoles	Fenol	mg/L	0.001
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/L	-
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	HAPs	mg/L	0.1
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO ₅	mg/L	N.D.
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	5
METALES			
Bario	Ba	mg/L	0.7
Cadmio	Cd	mg/L	0.003
Plomo	Pb	mg/L	0.05
Mercurio	Hg	mg/L	0.001
Cromo	Cr	mg/L	0.05
Vanadio	V	mg/L	0.05
Zinc	Zn	mg/L	3
Hierro	Fe	mg/L	N.D.
Manganeso	Mn	mg/L	0.5
MICROBIOLÓGICOS			
Cloro residual	Cl ₂	mg/L	N.D.
Coliformes Fecales		NPM/100 ml	0
Coliformes Totales		NPM/100 ml	0

N.M.

No se menciona

N.D.

No hay Directriz

E.N.A.

El natural del agua

ANEXO 3

TABLA DE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMITIDOS NORMA INEN 1108 DEL AGUA POTABLE PARA CONSUMO HUMANO

PARÁMETRO	Expresado en	UNIDAD	Límite máximo permisible
			INEN 1108 2006
FISICO-QUIMICOS			
Color		Pt-Co	15
Temperatura Agua		° C	-
Temperatura Ambiente		° C	-
Sólidos Totales		mg/L	-
Sólidos Disueltos (TDS)		mg/L	< 1000
Potencial de hidrogeno	pH	Unidad	6,5 - 8,5
Conductividad	CE	µS/cm	-
Turbidez		UNT	5
Dureza Total	CaCO ₃	mg/L	300
Alcalinidad	CaCO ₃	mg/L	< 210
ORGÁNICOS			
Oxígeno disuelto	OD	mg/L	-
Fenoles	Fenol	mg/L	0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/L	0.3
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	HAPs	mg/L	0.1
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO ₅	mg/L	-
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	-
METALES			
Bario	Ba	mg/L	0.7
Cadmio	Cd	mg/L	0.003
Plomo	Pb	mg/L	0.01
Mercurio	Hg	mg/L	0
Cromo	Cr	mg/L	0.05
Vanadio	V	mg/L	0.1
Zinc	Zn	mg/L	3
Hierro	Fe	mg/L	0.8
Manganeso	Mn	mg/L	0.1
MICROBIOLÓGICOS			
Cloro residual	Cl ₂	mg/L	0,3 - 1,5
Coliformes Fecales		NPM/100 ml	0
Coliformes Totales		NPM/100 ml	0

ANEXO 4

TABLA DE LOS CRITERIOS DE CALIDAD PARA AGUAS DESTINADAS PARA FINES RECREATIVOS, MEDIANTE CONTACTO PRIMARIO.

PARÁMETRO	Expresado en	UNIDAD	Límite máximo permisible
FISICO-QUIMICOS			
Materia Flotante	Visible	mg/L	Ausente
Potencial de hidrogeno	pH	Unidad	6,5 a 8,5
ORGÁNICOS			
Oxígeno disuelto	OD	mg/L	NO < a 6
Compuestos Fenolicos	Fenol	mg/L	0.002
Residuos de petróleo	Visibles	mg/L	Ausencia
Grasa y Aceites	sustancias solubles en hexano	mg/L	0.3
METALES			
Bario	Ba	mg/L	0
Cadmio	Cd	mg/L	0
Plomo	Pb	mg/L	0
Mercurio	Hg	mg/L	0
Cromo	Cr	mg/L	0
Vanadio	V	mg/L	0
Zinc	Zn	mg/L	0
Hierro	Fe	mg/L	0
Manganeso	Mn	mg/L	0
MICROBIOLÓGICOS			
Coliformes Fecales		NPM/100 ml	200
Coliformes Totales		NPM/100 ml	1000

ANEXO 5

TABLA DE LOS LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES EN EL REGISTRO DE OPERACIONES AMBIENTALES HIDROCARBURÍFERAS (ROAH)

PARÁMETRO	Expresado en	UNIDAD	Límite máximo permisible
			ROAH 1215
FÍSICO-QUÍMICOS			
Potencial de hidrogeno	pH	Unidad	5--9
ORGÁNICOS			
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	<80
MICROBIOLÓGICOS			
Cloro residual	Cl ₂	mg/L	<2
Coliformes Fecales		NPM/100 ml	<1000

ANEXO 6

IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DONDE SE REALIZARON MUESTREOS DE CALIDAD DEL AGUA Y LA MEDICIÓN DE CAUDALES		
Campamento	NPF	
Punto No.	1	
A) Punto de muestreo (río):	Agua bruta del Río Bogi	
Coordenadas (UTM):	340 830 E	9 923 892 N
Coordenadas geográficas:	O ⁰ 59'18"S	76 ⁰ 12'50"W
Condiciones metereológicas:	Soleada	
Otras características:	Punto donde se realizaron muestreos de calidad del agua	
Punto No.	4	
B) Punto de control (afluente):	Agua para uso y consumo humano directo a la salida de la Planta Potabilizadora	
Coordenadas (UTM):	340 591 E	9 923 892 N
Coordenadas geográficas:	0 ⁰ 59'03"S	76 ⁰ 12'28"W
Otras características:	Punto donde se realizaron muestreos de calidad y medición de los caudales de agua domestica	
Punto No.	13	
C) Punto de descarga (efluente):	Agua resultante del tratamiento de aguas grises y negras - Pantanos del Campamento NPF	
Coordenadas (UTM):	340 830 E	9 923 892 N
Coordenadas geográficas:	O ⁰ 59'01" S	76 ⁰ 12'47" W
Tratamiento previo a la descarga:	Aereación , sedimentación y cloración	
Condiciones metereológicas:	Soleada	
Otras características:	Punto donde se realizaron mediciones del caudal	
Punto No.	8	
D) Punto de muestreo (campamento):	Agua Ozonificada	
Coordenadas (UTM):	340 830 E	9 923 892 N
Coordenadas geográficas:	O ⁰ 59'18"S	76 ⁰ 12'50"W
Otras características:	Punto donde se realizaron muestreos de calidad - grifo cocina	

ANEXO 7

IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DONDE SE REALIZARON MUESTREOS DE CALIDAD DEL AGUA Y LA MEDICIÓN DE CAUDALES		
Campamento	SPF y Dona Terra	
Punto No.	2	
A) Punto de muestreo (rió):	Agua bruta del Río Dicaro	
Coordenadas (UTM):	365 685 E	9 924 399 N
Coordenadas geográficas:	O ⁰ 41'02"S	76 ⁰ 25'54"W
Condiciones metereológicas:	Soleada	
Otras características:	Punto donde se realizaron muestreos de calidad del agua	
Punto No.	5	
B) Punto de control (afluente):	Agua para uso y consumo humano directo a la salida de la Planta Potabilizadora	
Coordenadas (UTM):	365 830 E	9 923 892 N
Coordenadas geográficas:	O ⁰ 41'18"S	76 ⁰ 25'50"W
Otras características:	Punto donde se realizaron muestreos de calidad y medición de los caudales de agua domestica	
Punto No.	12	
C) Punto de descarga (efluente):	Agua resultante del tratamiento de aguas grises y negras - Pantanos del Campamento SPF	
Coordenadas (UTM):	365 685 E	9 924 399 N
Coordenadas geográficas:	O ⁰ 41'02"S	76 ⁰ 25'54"W
Tratamiento previo a la descarga:	Aereación , sedimentación y cloración	
Condiciones metereológicas:	Soleada	
Otras características:	Punto donde se realizaron mediciones del caudal	
Punto No.	9	
D) Punto de muestreo (campamento):	Agua Ozonificada	
Coordenadas (UTM):	340 830 E	9 923 892 N
Coordenadas geográficas:	O ⁰ 59'11"S	76 ⁰ 11'31"W
Otras características:	Punto donde se realizaron muestreos de calidad - grifo cocina	

ANEXO 8

IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DONDE SE REALIZARON MUESTREOS DE CALIDAD DEL AGUA Y LA MEDICIÓN DE CAUDALES		
Campamento	AMO 1 y AMO A	
Punto No.	3	
A) Punto de muestreo (río):	Agua bruta del Río Yasuní	
Coordenadas (UTM):	363 521 E	9 899 995 N
Coordenadas geográficas:	0 ⁰ 51'27"S	76 ⁰ 12'33"W
Condiciones metereológicas:	Soleada	
Otras características:	Punto donde se realizaron muestreos de calidad del agua	
Punto No.	6	
B) Punto de control (afluente):	Agua para uso y consumo humano directo a la salida de la Planta Potabilizadora	
Coordenadas (UTM):	363 522 E	9 899 986 N
Coordenadas geográficas:	0 ⁰ 54'22"S	76 ⁰ 13'18"W
Otras características:	Punto donde se realizaron muestreos de calidad y medición de los caudales de agua domestica	
Punto No.	11	
C) Punto de descarga (efluente):	Agua resultante del tratamiento de aguas grises y negras - Pantanos del Campamento AMO 1	
Coordenadas (UTM):	363 163 E	9 998 213 N
Coordenadas geográficas:	0 ⁰ 54'35"S	76 ⁰ 12'25"W
Tratamiento previo a la descarga:	Aereación , sedimentación y cloración	
Condiciones metereológicas:	Soleada	
Otras características:	Punto donde se realizaron mediciones del caudal	
Punto No.	7	AMO A
D) Punto de muestreo (campamento):	Agua de grifo	
Coordenadas (UTM):	340 830 E	9 923 892 N
Coordenadas geográficas:	0 ⁰ 59'11"S	76 ⁰ 11'31"W
Otras características:	Punto donde se realizaron muestreos de calidad - grifo cocina	

ANEXO 9

IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DONDE SE REALIZARON MUESTREOS DE CALIDAD DEL AGUA Y LA MEDICIÓN DE CAUDALES			
Campamento	Tivacuno ; SSFD ; Comuna de Dicaro		
Punto No.	14	Tivacuno	
A) Punto de control (afluente):	Agua para uso y consumo humano directo		
Coordenadas (UTM):	349 367 E	9 928 550 N	
Coordenadas geográficas:	0 ⁰ 38'47"S	76 ⁰ 21'13"W	
Otras características:	Punto donde se realizo la medición de los caudales de agua domestica		
Punto No.	15	SSFD	
B) Punto de control (afluente):	Agua para uso y consumo humano directo		
Coordenadas (UTM):	316 848 E	9 978 785 N	
Coordenadas geográficas:	0 ⁰ 11'36"S	76 ⁰ 38'27"W	
Otras características:	Punto donde se realizo la medición de los caudales de agua domestica		
Punto No.	10	Comuna de Dicaro	
C) Punto de control (afluente):	Agua para uso y consumo humano directo - agua bruta del Río Yasuní		
Coordenadas (UTM):	364 194 E	9 894 348 N	
Coordenadas geográficas:	0 ⁰ 57'20"S	76 ⁰ 13'14"W	
Otras características:	Punto donde se realizo la medición de los caudales de agua domestica		

Elaborado por: Autor, 2007

ANEXO 10

TABLA PARA REPRESENTAR EL TIPO DE FUGA EN LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DEL B16

Tipo de Fuga					
Rajadura	Perforación	Rotura	Rosca Floja	Características	Sector

Elaborado por: Autor, 2007

ANEXO 11

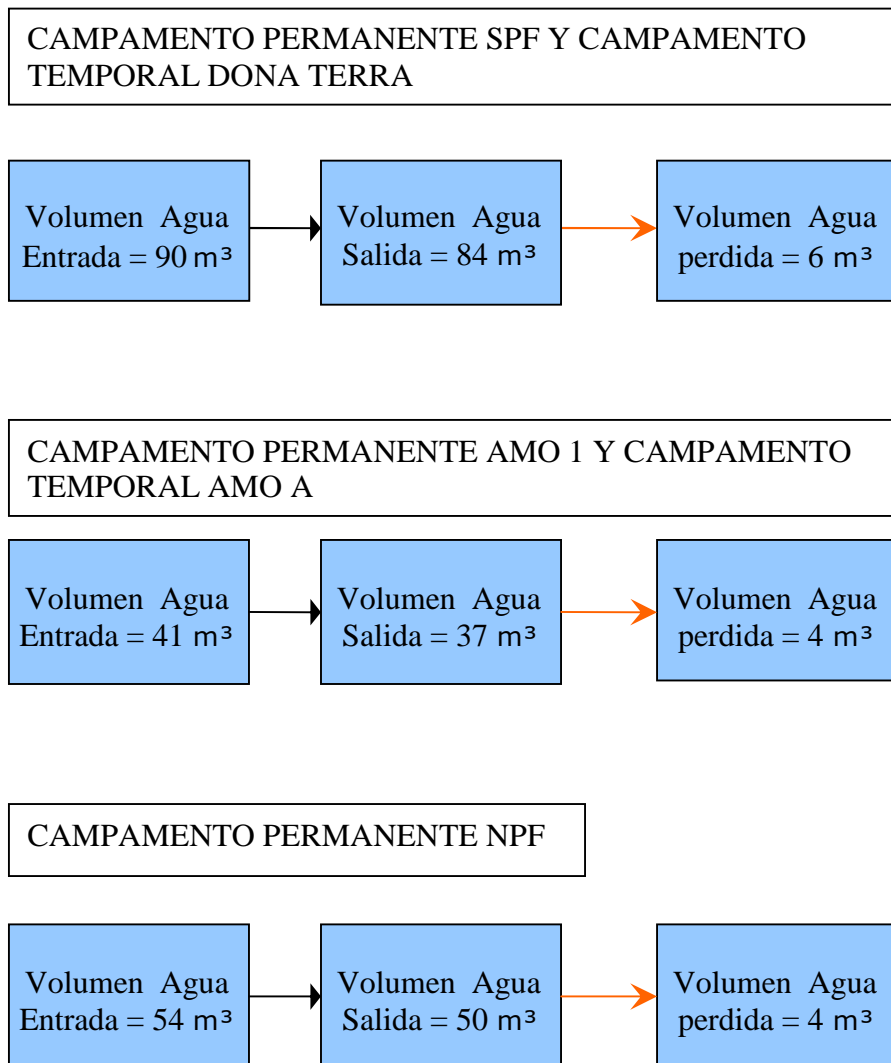
TABLA DE DISTANCIA ENTRE PUNTOS MUESTREADOS AL LABORATORIO DE AGUAS DEL B16

	UNIDAD	NPF*		AMO A	AMO 1		SPF	
		GRIFO	TOMA DE RÍO	GRIFO	GRIFO	TOMA DE RÍO	COCINA	TOMA DE RÍO
Laboratorio	Km.	0.3	1	53	56	57	78	79
Tiempo aprox.	horas	0.05	0.1	1.1	1.2	1.2	1.7	1.7

Elaborado por: Autor, 2007

ANEXO 12

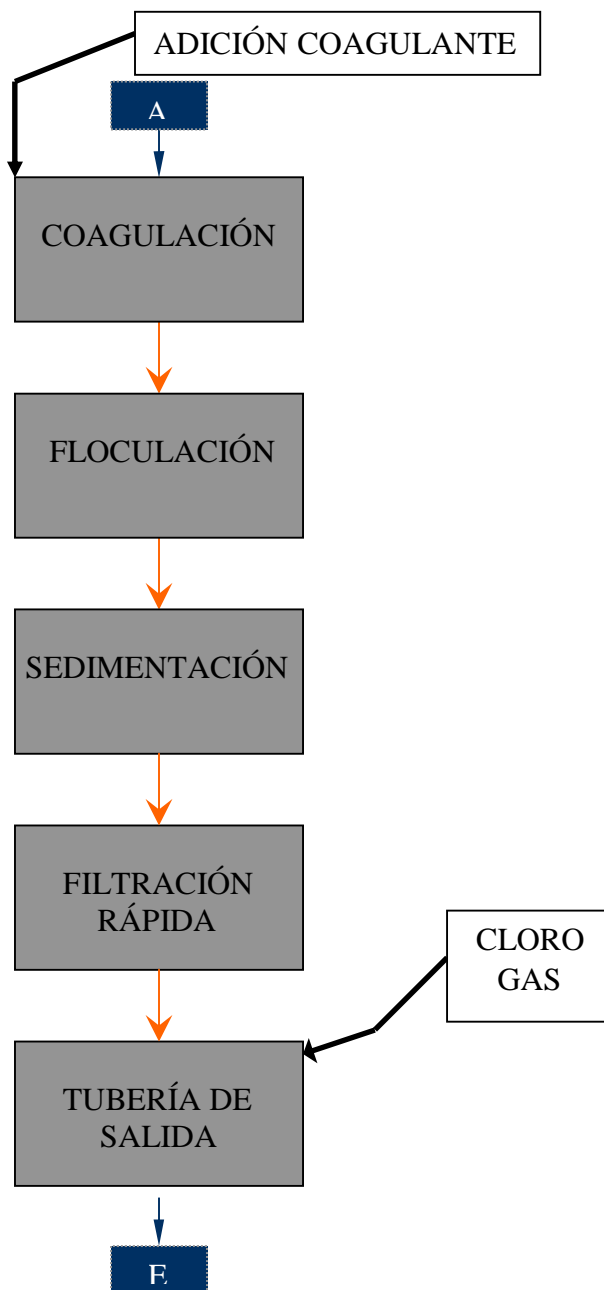
DIAGRAMA DEL BALANCE DE AGUA DE USO DOMÉSTICO DE LOS CAMPAMENTOS DEL B16



Elaborado por: Autor, 2007

ANEXO 13

DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PLANTA DE PURIFICACIÓN DEL BLOQUE 16



Elaborado por: Autor, 2007

ANEXO 14

CUESTIONARIO PARA EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE AHORRO DEL AGUA	
Lista de chequeo	
N.-1	Pág. N.-1
INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA	
NUMERO DE MUESTREO:	
TIPO DE CAMPAMENTO:	
CÓDIGO DE CAMPAMENTO:	
NUMERO TOTAL DE TRABAJADORES:	
TURNOS DE TRABAJO DIARIOS:	
TIENEN LAVANDERÍA:	
TIENE JARDINES:	
LAVAN VEHÍCULOS:	
HORA DE MUESTREO:	
ENUMERE LOS PROCESOS QUE CONSUMEN AGUA:	
Patrón de consumos diarios (continuo o por vaches):	
Fuentes y suministros:	
Variaciones estacionales en el uso del agua (horas, días, de mayor o menor consumo):	
Posee medidores de agua, cuantos:	
Posee un almacenamiento de agua, volumen	

Elaborado por: Autor, 2007

ANEXO 15

CUESTIONARIO PARA EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE AHORRO DEL AGUA			
Lista de chequeo N.-2		Pág. N.-2	
MEDICIÓN DE CAUDALES CONSUMIDOS			
		m3	m3/hr
Cantidad de agua que entra (volumen diario de agua en m3 y m3/hr):			
Cantidad de agua que sale (volumen diario de agua en m3 y m3/hr):			
Cantidad de agua que se consume en cada subsistemas en la entrada:			
		Caudal	m3
1. Cocina			
2. Lavandería			
3. Habitaciones			
4. Enfermería			
5. Oficinas			
6. HIDRANTES			
Cantidad de agua que se consume en cada subsistemas en la salida:			
		Caudal	m3
1. Cocina			
2. Lavandería			
3. Habitaciones			
4. Enfermería			
5. Oficinas			
6. HIDRANTES			

Elaborado por: Autor, 2007

ANEXO 16

PANTANOS ARTIFICIALES DEL B16

Las características de funcionamiento de los pantanos artificiales tratan de copiar a los sistemas naturales de depuración, buscando la máxima reducción de la acción humana y disminuyendo los consumos energéticos no naturales, siendo el objeto y fundamento los mismos que en una planta depuradora convencional (eliminación de sólidos en suspensión y materia orgánica)., Repsol YPF tiene en sus campamentos permanentes un sistema acuático de tratamiento para la descarga de aguas grises y negras denominados humedales o pantanos artificiales, cuyo proceso de tratamiento se da de la siguiente manera:

El sistema de tratamiento consta de 3 partes fundamentales:

1. Un tratamiento primario de las aguas residuales, mediante un Tanque Imhoff.
2. Un tratamiento secundario, mediante Pantanos Secos Artificiales o Humedales.
3. Un sistema de desinfección, en un tanque o caja.

TRATAMIENTO PRIMARIO – TANQUE IMHOFF

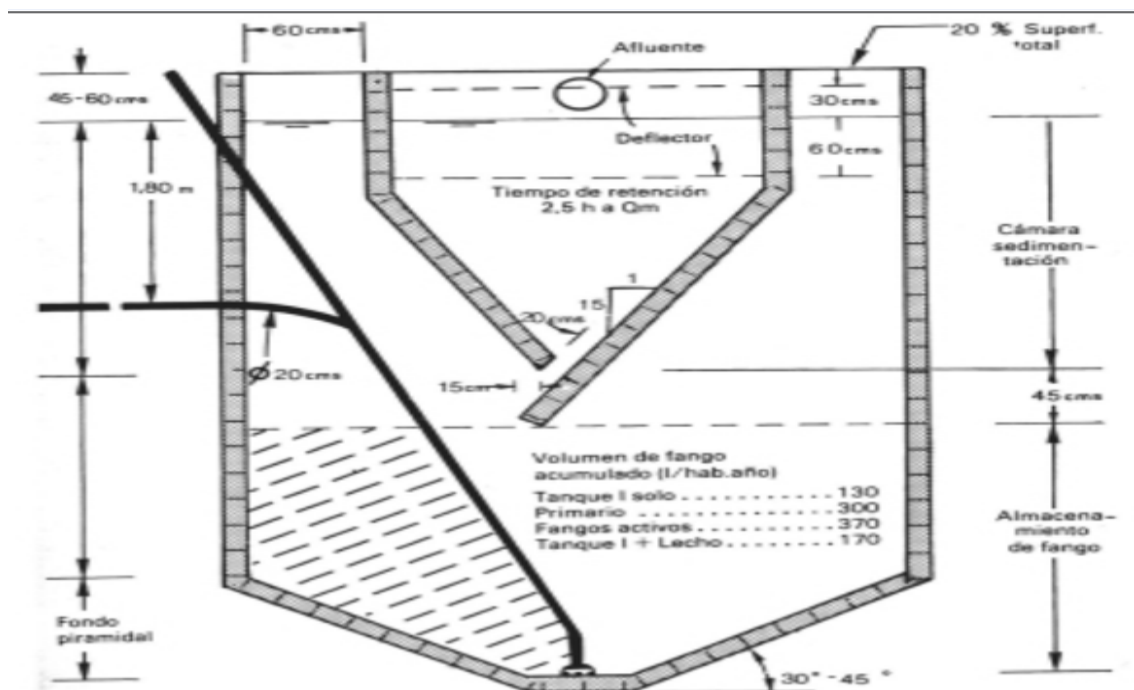


Grafico: 7.1. del Anexo 16. Tanque Imhoff
Fuente: REPSOL YPF-MASC 2008

Es una estructura donde se realiza la sedimentación (retención de sólidos sedimentables), de esta manera se baja la carga orgánica que pasa a los pantanos secos artificiales. El tanque consta de 2 cámaras, una sobre la otra. En la cámara superior ingresa el agua y se realiza la sedimentación.

En la cámara inferior se acumulan los sedimentos formando una sustancia espesa que se conoce como lodos. Los lodos deben permanecer en esta cámara por un tiempo de 2 meses para que sean digeridos por los organismos que viven en este medio, llamadas bacterias anaerobias (sin aire) que viven en ambientes sin oxígeno.

Para que la materia nueva sea digerida se requiere que en el tanque nunca se retire la totalidad de los lodos, ya que en ellos se encuentran la bacterias anaerobias. Se recomienda sacar el 85% y dejar el 15% dentro de la cámara de digestión del tanque Imhoff”

El tanque Imhoff está provisto de 3 aberturas en la parte superior con el objeto de facilitar la inspección del interior y el mantenimiento en el caso de que se requiera. Estas aberturas están cubiertas con tapas metálicas con facilidades para que sean removidas en cuanto se requiera.



Fotografía: 7.1. del Anexo 16. Tanque Imhoff
Fuente: autor 2008

El tanque tiene ductos que permiten la salida de los gases formados durante los procesos de descomposición de la materia orgánica que se encuentra en su interior, estos ductos tienen

terminales en forma de sifón invertido que evitan la entrada de objetos o animales del exterior.

TRATAMIENTO SECUNDARIO – PANTANOS SECOS ARTIFICIALES O HUMEDALES

Es un sistema de depuración de aguas a través de un ecosistema conformado por plantas y microorganismos que viven dentro de sustrato o cama de material pétreo dispuesto a manera de filtro.

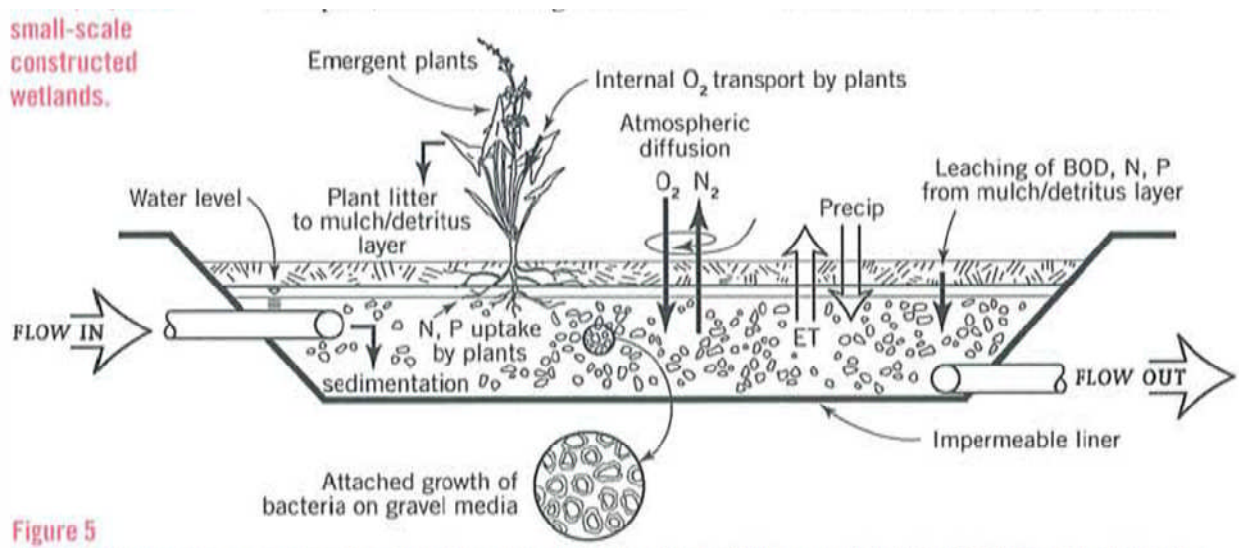


Grafico: 7.2. del Anexo 16. Esquema de los Pantanos
Fuente: REPSOL YPF-MASC 2008

El objeto es simular el proceso que tiene lugar en los pantanos naturales, en donde se regula naturalmente la contaminación que llega a ellos., el agua que ingresa a los pantanos es más limpia que la que ingresa al tanque Imhoff ya que tiene mucha menos materia orgánica, ya que una gran parte a sido retenida y digerida en el tanque Imhoff.



Fotografía: 7.2. ; 7.3 del Anexo 16. Pantanos
Fuente: autor 2008

Para que en el pantano se desarrollen los procesos esperados y funcione adecuadamente, debe permanecer con un nivel de agua entre 15 y 20 cm por debajo del nivel superior del material inerte (superficie del lecho)., este nivel es mantenido a través de un sifón colocado en la salida de cada pantano.

SISTEMA DE DESINFECCION – TANQUE DE CLORACION

En esta estructura se realiza la remoción de los parásitos que producen enfermedades (coliformes). Para ello se utiliza cloro en la presentación más conveniente, que es sólida (en pastillas), todo esto para evitar problemas de concentraciones de coliformes sobre la norma.



Fotografía: 7.4 del Anexo 16. Sistema de Desinfección
Fuente: autor 2008

ANEXO 17

Datos Efluentes

Se ha incluido también los datos de los efluentes domésticos es decir el agua que sale de los pantanos en los tres (3) campamentos permanentes con dirección a los diferentes esteros sin nombre, cabe señalar que estos datos no han sido analizados por el autor, los datos han sido tomados de la empresa (con su respectiva autorización)., datos que se presentan a continuación, comparando el agua cruda que entra del río para una previa potabilización con el agua residual domestica (grises y negras) que salen de los pantanos con los parámetros compartidos.

Punto de muestreo/Fecha		AFLUENTE				Proceso	EFLUENTE			
		pH	DQO (mg/l)	Cloro Residual (mg/l)	Coliformes Fecales (Col/100ml)		pH	DQO (mg/l)	Cloro Residual (mg/l)	Coliformes Fecales (Col/100ml)
AMO 1	11-08 al 16-09-2007	6,55	1,35	N.R.	967	6,68	76	0,1	2	
SPF	11-08 al 16-09-2007	6,57	1,01	N.R.	1300	6,35	213	0,3	4584	
NPF	11-08 al 16-09-2007	6,34	1,32	N.R.	933	6,33	58	0,2	2	

 FUERA DEL LIMITE PERMISIBLE AFLUENTE

 FUERA DEL LIMITE PERMISIBLE EFLUENTE

Tabla: 7.1. del Anexo 17. Tabla del Afluente y Efluente en el periodo de muestreo Ago-Sep del 2007
Fuente: autor 2008

En la comparación de los datos del balance de agua en el afluente tenemos la presencia de gran cantidad de coliformes fecales para los tres campamentos permanentes muestreados con valores que sobrepasan la norma como ya se ha mencionado en el capítulo de los resultados.

En cambio, en la salida de agua al medio (efluente) tenemos algunos valores de los parámetros que sobrepasan la norma especialmente en DQO y Coliformes fecales para el campamento de SPF, debido a una falta de mantenimiento adecuada (terminan las pastillas de cloro) para el caso de elevada presencia de coliformes fecales.

El caso de DQO elevado es producto de un taponamiento en los ductos de los filtros o debido también a un aumento del caudal de salida, debido seguramente a operaciones de mantenimiento en donde se procede a regular de manera no uniforme la válvula de salida de agua del tanque Imhoff hacia los pantanos lo que ocasiona que el tiempo de permanencia del agua residual sea muy breve y no se produzca una degradación biológica adecuada, motivo por el cual encontramos valores fuera del límite máximo permisible estipulado en el ROAH 1215 Tabla 5 “Registro de Operaciones Ambientales Hidrocarburíferas” (Anexo 5)

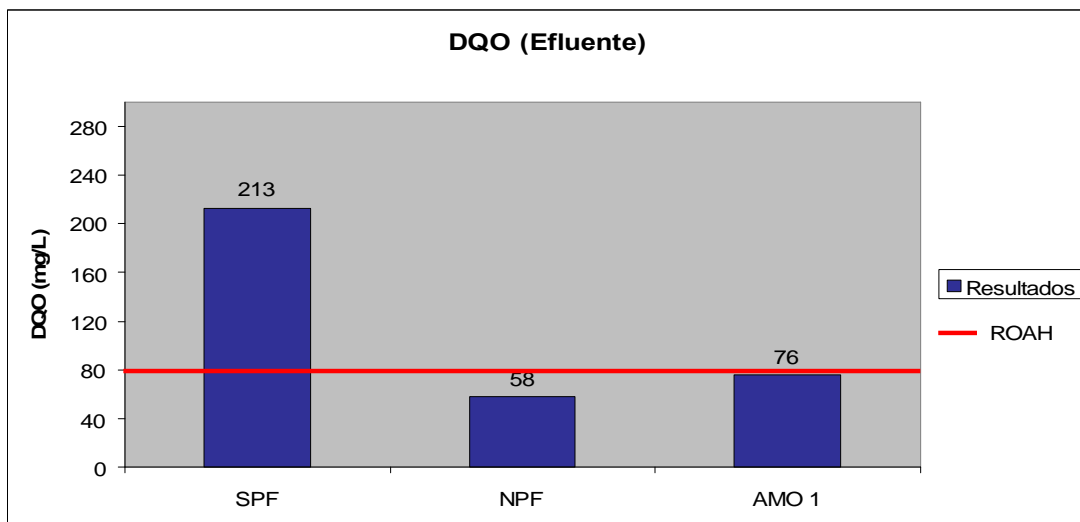


Grafico: 7.1. del Anexo 17. Concentración de DQO (Efluente)
Fuente: autor 2008

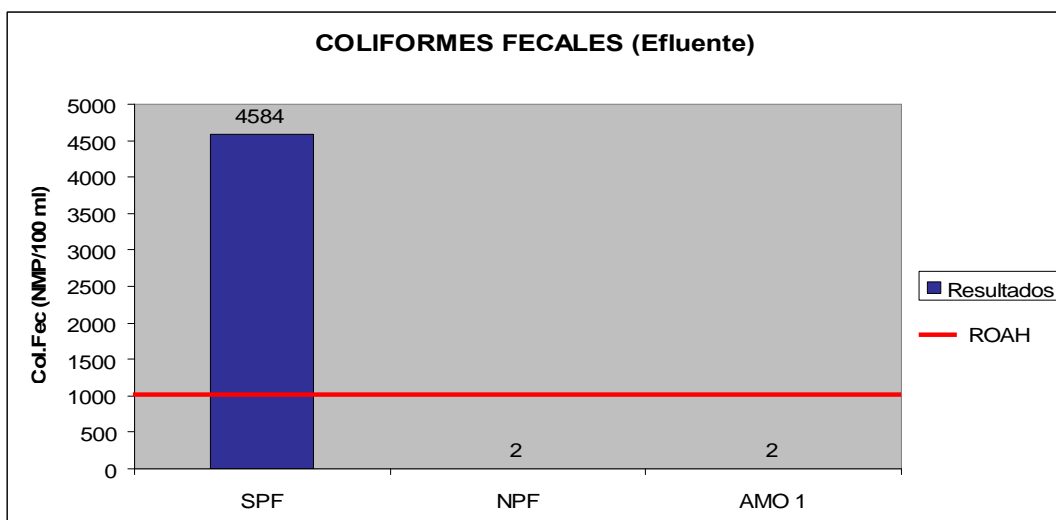


Grafico: 7.2. del Anexo 17. Concentración de Coliformes Fecales (Efluente)
Fuente: autor 2008

ANEXO 18

Resultados de Pruebas de Coagulación – Prueba de Jarras



Fotografía: 7.1 del Anexo 18. Muestra de agua cruda
Fuente: autor 2008



Fotografía: 7.2 del Anexo 18. Ensayo de Jarras 100 rpm
Fuente: autor 2008



**Fotografía: 7.3 del Anexo 18. Ensayo de Jarras Sedimentando 1 min.
Fuente: autor 2008**



**Fotografía: 7.4 del Anexo 18. Ensayo de Jarras Sedimentando 3 min.
Fuente: autor 2008**



Fotografía: 7.5 del Anexo 18. Ensayo de Jarras Sedimentando 5 min-A.
Fuente: autor 2008



Fotografía: 7.6 del Anexo 18. Ensayo de Jarras Sedimentando 5 min-B.
Fuente: autor 2008

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- ✚ Los puntos muestreados de los diferentes ríos del B16 tienen concentraciones bajas de contaminación en general bio y no bio degradable, factor que se ve favorecido por el intercambio gaseoso atmósfera-agua, como a la actividad fotosintética elevada de la zona, representado en valores altos de oxígeno disuelto.
- ✚ En el periodo de muestreo se observaron valores altos de coliformes fecales y totales en las fuentes de agua que incumplen con la norma, debido a que los asentamientos humanos de la zona (comunidades aborígenes Guaoranis) despojan directamente sus aguas residuales domésticas al río, y los puntos de donde se succiona el agua cruda de río previo tratamiento de potabilización se encuentra próximo o cercano a estos puntos.
- ✚ El cambio de coagulante (GL-260) ha sido absolutamente beneficioso para el agua de consumo humano y uso doméstico, eliminando los altos índices de turbiedad y color, debido a origen orgánico (residual de la materia orgánica), motivo a que anteriormente se utilizaba un floculante-coagulante (NH-17) el cual no era apropiado para el tipo de agua superficial de la zona de estudio, produciéndose una mala sedimentación.
- ✚ Las acciones tomadas hasta el presente han permitido hacer un correcto funcionamiento de los procesos de la planta de tratamiento, optimizando su uso, puesto que, si bien no se encontraron en el agua para consumo humano y todo uso doméstico un incremento de los niveles normales de la mayoría de los parámetros analizados, la planta de tratamiento no estaba cumpliendo su función, debido a que se encontró la

presencia de material suspendido de manera marcada y valores elevados de cloro residual para ciertos puntos muestreados.

- ✚ La manutención y operación de tipo técnica en los filtros de carbón activo como los filtros de hilo de la planta de tratamiento han permitido optimizar su funcionamiento, esto debido a que antes no recibían una manutención apropiada razón que favoreció al incremento de partículas suspendidas en el agua uso doméstico directo, ya que la presencia elevada de estas partículas desmedran su vida útil (taponan más rápido).
- ✚ La limpieza periódica sobre las paredes del tanque sedimentador ha eliminado la presencia de algas y películas biológicas de este, ayudando de esta manera a que los filtros no se taponen con mayor rapidez.
- ✚ El presente trabajo a ayudado a obtener un control eficiente, continuo y exacto de la dosificación del cloro gas a la tubería del campamento SPF y B-16, proporcionando una dosis optima 0.5 ppm de cloro residual, esto porque anteriormente a dosis de cloro gas que ingresaba a la tubería no siempre era la adecuada para mantener una acción desinfectante residual o en otros casos esta dosis es excesiva (formación de un mayor numero de THM).
- ✚ Concluyo que la implementación de los ozonificadores (fuera de uso) al final de la secuencia del tratamiento en los campamentos permanentes tiene un fin exclusivamente desinfectante, y no para eliminar la turbidez del agua, motivo por el cual fue comprado.
- ✚ El valor encontrado al parámetro de oxígeno disuelto en el suministro de agua directo a la salida de los ozonificadores es alto, y esto en parte es bueno porque esto hace que las características organolépticas mejoren, sin embargo, los niveles altos de oxígeno disuelto aumentan la velocidad de corrosión en las tuberías de agua.
- ✚ En el periodo de medición del consumo doméstico de agua per cápita en los campamentos del B16 se tiene un consumo elevado, considerado de derroche y no sostenible con valores que bordean los 225 L-hab/día.

RECOMENDACIONES

- ✚ Mantener el Flocculante-Coagulante utilizado, Polímero Coagulante Flocculante Aniónico (GL-260), puesto que, en ensayos de jarras previos y en la práctica, el polímero señalado presenta una mayor eficiencia (< 1 NTU) con niveles más bajos de dosificación, ayudando a la formación de floculos de gran tamaño lo que acelera el proceso de sedimentación.
- ✚ El personal encargado de operar la planta potable se debe preparar y capacitar con el manual de procesos y operaciones de la planta de purificación, con la finalidad que este preparado y capacitado para operar de una manera eficaz los procesos del tratamiento.
- ✚ En los filtros de carbón activo los lechos de carbón no se regeneran sino una vez por año por lo que se produce un desmedro en la calidad del agua, del mismo modo los filtros de hilo se encuentra considerablemente deteriorados, por lo que se debe dar un cambio y mantenimiento adecuado a los mismos.
- ✚ En los puntos de abastecimiento de agua donde han sido instalados los ozonificadores se debe incluir una serie de parámetros más como por Ej. Ozono residual, con el fin de asegurar la calidad de esta agua, esto se debe a que el ozono no presenta una acción residual desinfectante con duración suficiente debido a su inestabilidad, no es recomendable como desinfectante final.
- ✚ Se debe continuar con las medidas adoptadas para remover el material suspendido (turbidez) del agua, a límites enmarcados en la norma para una buena, segura y efectiva desinfección.
- ✚ Para realizar un ahorro y uso eficiente del agua se debe medir el volumen de agua consumido, por lo que se recomienda la implementación de contadores o medidores dentro de todos los campamentos donde se usa o consume agua para fines domésticos.

-
- ✚ Se recomienda continuar con el programa de educación ambiental orientado a la concienciación del ahorro del agua con el personal del B16 además de la instalación de la griferías ahorradoras, puesto que al momento se ha reducido el consumo en un 20%.

 - ✚ Se debe mantener la recomendación de rebajar la presión de agua en la entrada a campamentos de (70-80 PSI) que es elevada, a (60 PSI)., esto porque los usuarios continúan recibiendo el mismo confort y bienestar, reduciendo el consumo de agua.