

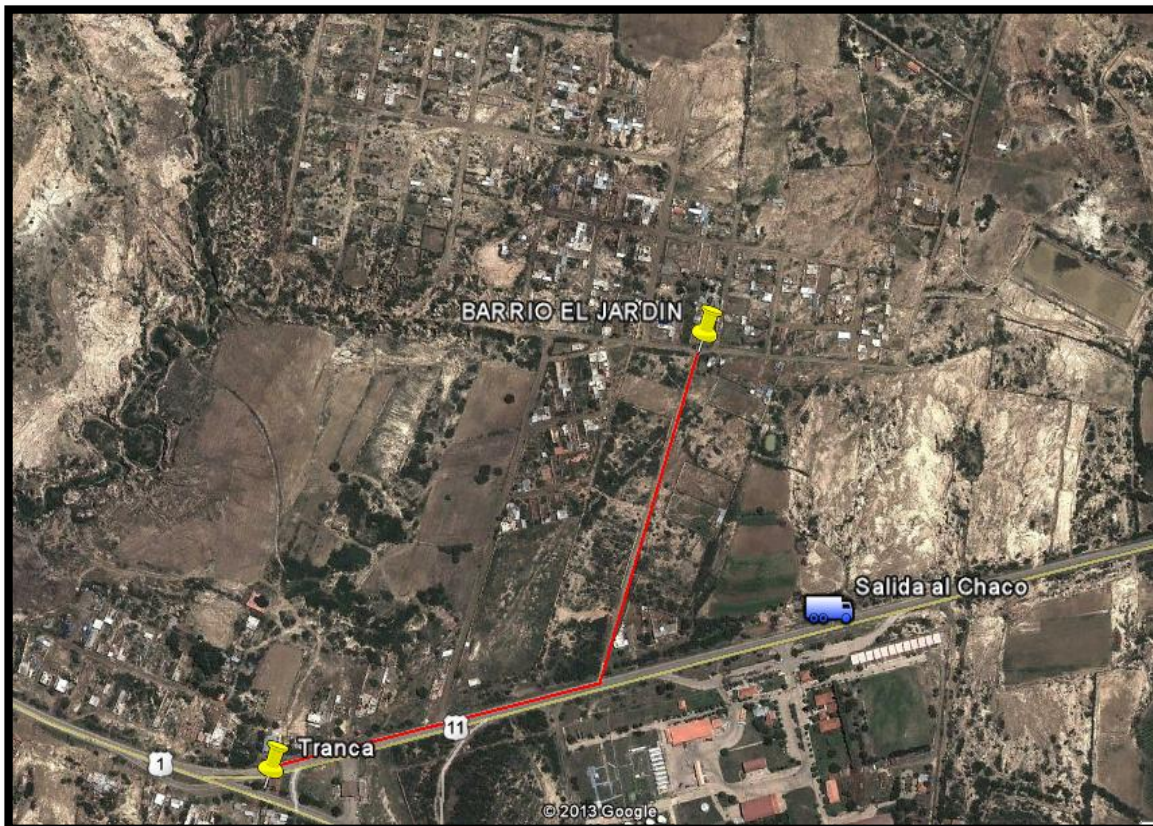
CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Selección y definición del tema del proyecto.

1.1.1 Ubicación geográfica del proyecto de grado.

Figura 1.1 Ubicación geográfica del lugar del proyecto



FUENTE: GOOGLE EARTH

1.1.2 Latitud y longitud.

La comunidad “El Jardín- Portillo”, se encuentra ubicada en la ciudad de Tarija, está ubicado al Este de la ciudad, camino al Chaco.

Entre las coordenadas geodésicas: 21° 33' 32''- 21° 33' 57'' Latitud SUR y 64° 40'13''- 64° 39' 48'' Longitud OESTE; a 1865 m.s.n.m. como altitud promedio.

1.1.3 Límites territoriales.

Tiene como límites a los siguientes espacios geográficos:

- Al Norte: Lomas Blancas.
- Al Sur: La carretera al Chaco.
- Al Oeste: La quebrada Cabeza de Toro.
- Al Este: Camino Vecinal.

1.2 Problema actual.

El ciclo natural del agua es relativamente simple: el agua de los mares, ríos y lagos se evapora por acción del sol y se convierte en estado gaseoso (nubes). Por efecto de cambios de temperatura en la atmósfera, el agua se condensa y cae en forma de lluvia, nieve o granizo. El agua se precipita a la tierra alimentando nuevamente los ríos, lagos y mares. El agua que se insume en la tierra alimenta los acuíferos subterráneos.

El volumen de agua que existe en la tierra es aproximadamente 1400 millones de Km³. Esta cantidad de agua ya existía durante la formación del planeta y se mantiene constante desde entonces. La mayor parte del agua se encuentra en los mares (agua salada) y en los casquetes polares (en forma de hielo); quedando menos del 1% del agua disponible para el ser humano. En otras palabras, existe una cantidad fija de agua que se transporta constantemente de un lado a otro gracias al ciclo natural del agua. No podría existir la vida como la conocemos si el ciclo del agua se detuviera. La contaminación del agua ocurre cuando combinamos ambos ciclos; cuando utilizamos baños con agua (baños con arrastre hidráulico) estamos usando el agua como medio de transporte para sacar las excretas de las viviendas.

Por un lado, las excretas contienen Nitrógeno, Potasio y Fosforo que pueden y deben ser devueltos a la tierra, pero por otro lado contienen otros agentes dañinos para la salud como ser: virus, bacterias, parásitos y huevos de gusanos.

<p>1 gramo de heces contiene:</p> <p>10.000.000 de virus 1.000.000 de bacterias 1.000 parásitos 100 huevos de gusano</p>

Al combinar las heces fecales y otros contaminantes domésticos como ser jabones, grasas, químicos, etc. Estamos contaminando el agua.

Como vimos anteriormente, menos del 1% del agua del planeta es aprovechable, por lo tanto debemos cuidar el agua al máximo y una vez contaminada nuestra responsabilidad es descontaminarla para devolverla a la tierra en su estado natural. De esta manera reducimos el impacto ambiental y aseguramos que haya agua disponible para futuras generaciones. Es decir el disponible que existe en el planeta está cada vez más contaminada y deja de ser adecuada para consumo humano.

1.2.1 Planteamiento del problema.

Si bien la comunidad “El Jardín- Portillo” es relativamente nueva, sus necesidades siempre han estado presentes y cada vez van en incremento, la falta de un sistema de alcantarillado sanitario y un sistema de tratamiento de aguas residuales se ha convertido en un tema de preocupación para los habitantes.

En la actualidad las familias que viven en esta creciente comunidad algunas cuentan con pozos sépticos y las demás botan las aguas residuales a las calles, mismos que son focos de explosión de enfermedades creadas por los microorganismos presentes en los desechos humanos esto origina problemas de salud en la población, como: la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, las cuales son drenadas sin ningún tratamiento provocando malos olores y la proliferación de moscas y zancudos.

Se sabe que los desechos humanos sin un tratamiento apropiado, eliminados en su punto de origen o recolectados y transportados, presentan un peligro de infección parasitaria mediante el contacto directo con la materia fecal provocando enfermedades gastrointestinales, incluyendo el cólera y la tifoidea; mediante la contaminación de la

fuente de agua, el hábitat para la vida acuática es afectada por la acumulación de los sólidos, ya que se reduce el oxígeno por la descomposición de la materia orgánica.

Para la solución a todos estos problemas se nos hace necesario presentar alternativas de plantas de tratamientos de aguas residuales domésticas, ya sea para descontaminar estas aguas o para reusarlas para el riego agrícola u ornamental después del tratamiento de aguas respectivo.

1.2.2 Formulación del problema.

¿Es importante la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales en la comunidad “El Jardín-Portillo”?

Una planta de tratamiento de aguas residuales para esta comunidad es una clara necesidad y solución del problema de contaminación del agua a mediano y corto plazo, ya que particularmente todas estas zonas piensan en oponerse a la construcción de la nueva planta de tratamiento para el departamento cercana a ellos por las malas experiencias que se tiene con las lagunas, entonces hay que ver la forma de construir estas plantas de tratamientos de aguas residuales pequeñas, ya que la comunidad no puede esperar todo este tiempo hasta que se dé una solución.

A través del diseño de estos sistemas de tratamiento de aguas residuales, se logrará dar comodidades a todos los vecinos de la comunidad con un servicio eficiente logrando elevar la calidad de vida, sanear el agua y reusarla para las áreas verdes y ornamentales.

1.2.3 Sistematización del problema.

- *¿Una planta de tratamiento de aguas residuales reducirá de algún modo las enfermedades bacteriológicas y de virus creados en los pozos sépticos?*
- *¿Qué ventajas podría traer una planta de tratamiento de aguas residuales de estas características en la comunidad “El Jardín-Portillo”?*
- *¿En cuanto a lo económico, será más conveniente la aplicación de esta tecnología de diseño de planta de tratamiento de aguas residuales?*

1.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO.

1.3.1 Objetivo general.

- Mejorar la calidad de vida de la comunidad “El Jardín- Portillo”, mediante una planta de tratamiento de aguas residuales.

1.3.2 Objetivos específicos.

- Implementar una planta independiente de aguas residuales para la comunidad “El Jardín- Portillo” que cumpla las condiciones sanitarias exigidas por normativas.
- Reducir enfermedades bacteriológicas y virus.
- Evitar malos olores producido por las aguas residuales.
- Diseñar una planta de tratamiento con tecnología anaerobia y analizar las posibilidades de reúso del agua residual para riego.

1.4 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.

“El saneamiento básico es considerado un importante indicador para medir la pobreza, por incluir al acceso a los servicios de saneamiento”

De acuerdo con el informe del Ministerio de Medio Ambiente y la OMS para el año 2012, el área urbana de Bolivia hay una cobertura tan solo del 54 %, y sumado con el porcentaje del área rural, se tiene en total 55% de personas con acceso a un servicio de alcantarillado sanitario, pero de este porcentaje solo un 24,5% cuenta con la debida atención al tratamiento de las aguas residuales.

Estas cifras alarmantes, se plasman en la realidad que vive esta comunidad ubicado en las afueras de la ciudad considerada una zona periférica:

- Presentando un bajo nivel de vida, tanto en higiene y salud.
- Un elevado índice de vulnerabilidad ante enfermedades infecciosas.

1.4.1 Justificación académica.

Con la realización de este proyecto, se busca profundizar y aumentar los conocimientos en el área de la ingeniería sanitaria, relacionado con el tratamiento y

depuración de las aguas residuales, ya que el saneamiento básico es el primer problema tanto en Tarija como en Bolivia, además se busca generar conciencia acerca de la problemática del agua, evitar la contaminación e inculcar en los jóvenes nuevas ideas y emprendimientos para este tema tan poco visto y estudiado en nuestro medio, tenga trascendencia.

1.4.2 Justificación técnica.

La alternativa viable para este proyecto estará en función de los resultados obtenidos de los análisis de calidad del agua y la selección de alternativa; además la de planta de tratamiento será más rentable tanto técnica como económicamente, encontrando la alternativa cuya aplicación y factibilidad se aplique al medio.

1.4.3 Justificación social.

Contribuir en la solución adecuada a la problemática de las aguas residuales domésticas de la comunidad “El Jardín-Portillo”, diseñando una planta de tratamiento de aguas residuales que evitará futuros problemas con enfermedades, contribuirá a mejorar la calidad de vida de las personas y evitar el daño al medio ambiente reusándola para riego ornamental.

1.4.4 Justificación institucional.

Investigar nuevas técnicas de sustentabilidad en una planta de tratamiento de aguas residuales, ya que en nuestro medio no existe mucho conocimiento sobre su diseño y no se las aprovecha en su totalidad.

Concientizar a la gente sobre estas plantas de tratamientos, con tecnologías nuevas que no trae malos olores y son muy necesarias para nuestra ciudad.

En países como México más del 70% de agua utilizada, es agua residual tratada por sistemas de tratamiento e incluso ahora a partir de las aguas residuales piensan generar energía eléctrica por medio del metano producido en estas aguas.

1.5 Marco de referencia.

En general el proyecto de grado a desarrollar comprende lo siguiente:

1.5.1 Marco teórico.

- PARTES DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO

- Tratamiento preliminar de aguas residuales.

El tratamiento preliminar de las aguas residuales se define como el proceso de eliminación de los constituyentes de las aguas residuales cuya presencia pueda provocar problemas de mantenimiento y funcionamiento de los diferentes procesos, operaciones y sistemas auxiliares.

Algunos ejemplos pueden ser: desbaste y dilaceración para eliminar sólidos gruesos y trapos, flotación para eliminar grasas y aceites y el desarenado para la eliminación de la materia en suspensión gruesa.

- Tratamiento primario de aguas residuales:

En el tratamiento primario se elimina una fracción de los sólidos en suspensión y de la materia orgánica. Suele llevarse a cabo mediante sedimentación y tamizado. El efluente del tratamiento primario suele contener una cantidad considerable de materia orgánica y una DBO alta. Cabe destacar que aunque en muchos lugares el tratamiento primario es el único que se le da al agua residual, este es únicamente un tratamiento previo al secundario.

- Tratamiento secundario convencional:

El tratamiento secundario está principalmente encaminado a la eliminación de los sólidos en suspensión y de los compuestos orgánicos biodegradables, aunque a menudo se incluye la desinfección como parte del tratamiento. Se llama tratamiento secundario convencional a la combinación de diferentes procesos para la eliminación de estos constituyentes, e incluye el tratamiento biológico con lodos activados, reactores de lecho fijo, los sistemas de lagunaje y la sedimentación.

- Tratamiento terciario o avanzado/ Recuperación del agua residual:

El tratamiento avanzado se define como el nivel de tratamiento necesario, más allá del tratamiento secundario convencional, para la eliminación de constituyentes de las aguas

residuales que merecen especial atención, como los nutrientes los compuestos tóxicos y los excesos de materia orgánica o de sólidos en suspensión. Además de los procesos de eliminación de nutrientes, otros procesos u operaciones unitarias habitualmente empleadas en los tratamientos avanzados son la coagulación química, floculación y sedimentación seguida de filtración y carbono activado.

Cuadro 1.1 Mecanismos predominantes

MECANISMOS PREDOMINANTES					
Nivel de Tratamiento	Preliminar	Primario	Primario Avanzado	Secundario	Terciario
Procesos	Físico	Físico	Físico y Químico	Biológico o Químico	Biológico o Químico

Fuente: Elaboración Propia

- TIPOS DE TRATAMIENTOS.
- Tratamiento anaerobio: Consiste en una serie de procesos microbiológicos, dentro de un recipiente hermético, dirigidos a la digestión de la materia orgánica con producción de metano. Es un proceso en el que pueden intervenir diferentes tipos de microorganismos pero que está dirigido principalmente por bacterias. Presenta una serie de ventajas frente a la digestión aerobia: generalmente requiere de instalaciones menos costosas, no hay necesidad de suministrar oxígeno por lo que el proceso es más barato y el requerimiento energético es menor. Por otra parte se produce una menor cantidad de lodo (el 20% en comparación con un sistema de lodos activos), y además este último se puede disponer como abono y mejorador de suelos.
- Tratamientos Aerobios: En este tipo de tratamiento se llevan a cabo procesos catabólicos oxidativos. Como el catabolismo oxidativo requiere la presencia de un oxidante de la materia orgánica y normalmente este no está presente en las aguas residuales, él requiere ser introducido artificialmente.

1.5.2 Marco conceptual.

- *Sólidos Totales*.- Peso de las partículas sólidas suspendidas en un volumen de agua, retenidas en papel filtro N° 42.

- *Aguas naturales*.- Aquellas cuyas propiedades originales no han sido modificadas por la actividad humana, y se clasifican en:

Tabla 1.1 Tipos de agua

TIPOS DE AGUA	
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	mg/l
Dulce	<1.500
Salobre	De 1.500 a 10.000
Salina	De 10.000 a 34.000
Marina	De 34.000 a 36.000
Hiperhalina	De 36.000 a 70.000

Fuente: Ley de Medio ambiente 1333

- *Oxígeno Disuelto*.- En un cuerpo de agua se produce y a la vez se consume oxígeno. La producción de oxígeno está relacionada con la fotosíntesis, mientras el consumo dependerá de la respiración, descomposición de sustancias orgánicas y otras reacciones químicas. También puede intercambiarse oxígeno con la atmósfera por difusión o mezcla turbulenta. La concentración total de oxígeno disuelto (OD) dependerá de todos los fenómenos disueltos.
- *DQO*: Demanda Química de Oxígeno en mg/l. Es la cantidad de oxígeno necesaria para descomponer químicamente la materia orgánica e inorgánica, se determina en laboratorios por un proceso de digestión en un lapso de 3 horas.
- *DBO₅*: Demanda Bioquímica de Oxígeno en mg/l. Es la cantidad de oxígeno necesaria para descomponer biológicamente la materia orgánica carbonácea, se determina en laboratorio a una temperatura de 20 °C y en 5 días.
- *Lixiviados*.- Líquido resultante del proceso de disolución de los metales por efecto de la lluvia y agentes químicos y/o biológicos.
- *pH*.- El pH es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución. El pH indica la concentración de iones hidronio [H₃O⁺] presentes en determinadas sustancias.
- *Aguas residuales crudas*.- Aguas procedentes de usos domésticos, comerciales, agropecuarios y de procesos industriales, o una combinación de ellas, sin tratamiento posterior a su uso.

- *Aguas residuales tratadas.*- Aguas procesadas en plantas de tratamiento para satisfacer los requisitos de calidad en relación a la clase de cuerpo receptor a que serán descargadas.
- *Población servida:* Número de habitantes que son servidos por un sistema de recolección y evacuación de aguas residuales.
- *Afluente:* Agua residual que ingresa a un proceso de tratamiento.
- *Efluente:* Es el líquido que sale del sistema de tratamiento o alguno de sus elementos en particular.

1.5.3 Marco espacial.

La comunidad “El Jardín-Portillo” junto a todos sus habitantes.

1.5.4 Marco temporal.

Todos los datos de información recogidos son del año 2013.

1.6 Alcance.

El presente proyecto de grado abarcará:

- Recolección de información necesaria por parte del proponente.
- Visita técnica del área beneficiaria.
- Recopilación y obtención los estudios de calidad de agua residual urbana de Tarija.
- Análisis técnico del sistema de tratamiento elegido.
- Análisis de aguas efluentes, la eficiencia del sistema de tratamiento para reutilizarlas en riego ornamental u otras.
- Propuesta de solución.
- Planos a detalle del sistema de tratamiento seleccionado.
- Normas sobre la recuperación y reúso de efluentes.

CAPÍTULO VI

DESINFECCIÓN

6.1 Introducción

El objetivo primordial de los procesos de desinfección, como parte del tratamiento de aguas residuales es la desactivación o destrucción de los microorganismos patógenos que estén en el agua residual. No todos los organismos se destruyen durante el proceso, a diferencia de la esterilización, proceso que conduce a la destrucción total de los organismos.

En el tratamiento de aguas residuales, las tres categorías de organismos entéricos de origen humano de mayores consecuencias en la producción de enfermedades son las bacterias, los virus y los quistes amebianos. Es de suma importancia que las aguas residuales sean tratadas adecuadamente antes de realizarse las actividades de desinfección para que la acción de cualquier desinfectante sea eficaz.

En la tabla (6.1) se muestran los microorganismos que más comúnmente se pueden encontrar en las aguas residuales domésticas, así como las enfermedades que producen.

Tabla 6.1 Microorganismos comúnmente encontrados en el agua residual municipal y sus correspondientes enfermedades.

ORGANISMOS	ENFERMEDAD CAUSADA
Bacterias	
<i>Escherichia coli</i> (entero toxígeno)	Gastroenteritis
<i>Letospira</i> (spp)	Leptospirosis
<i>Salmonella typhi</i>	Fiebre tifoidea
<i>Salmonella</i> (2,100 serotipos)	Salmonelosis
<i>Shigella</i> (4 spp)	Shigellosis (disentería bacilar)
<i>Vibrio cholerae</i>	Cólera

Fuente: EPA, 1999

Tabla 6.1 Microorganismos comúnmente encontrados en el agua residual municipal y sus correspondientes enfermedades (Continuación)

ORGANISMOS	ENFERMEDAD CAUSADA
Protozoarios	
<i>Balantidium coli</i>	Balantidiasis
<i>Cryptosporidium Parvum</i>	Cryptosporidiasis
<i>Entamoeba histolytica</i>	Amebiasis (disentería amoebica)
<i>Giardia Lamblia</i>	Giardiasis
Helmintos	
<i>Áscaris lumbricoides</i>	Ascariasis
<i>T. solium</i>	Teniasis
<i>Trichuris trichiura</i>	Tricuriasis
Virus	
Enteroviruses(72 tipos); por ejemplo: viruses echo y coxsackie del polio	Gastroenteritis, anomalías del corazón y meningitis
<i>Hepatitis A</i>	Hepatitis de tipo infeccioso
<i>Agente de Norwalk</i>	Gastroenteritis
<i>Rotavirus</i>	Gastroenteritis

Fuente: EPA, 1999

6.2 Métodos de desinfección

La desinfección del agua puede llevarse a efecto por diferentes procesos: con agentes químicos o con medios físicos.

Cada uno de ellos tiene sus ventajas y sus desventajas y se emplean uno u otro método según sean las circunstancias.

Tabla 6.2 MÉTODOS DE DESINFECCIÓN

<i>Métodos químicos</i>	<i>Comentarios</i>	<i>Ejemplos</i>
Cloro y sus derivados	Los mas empleados, tiene efecto residual	Compuestos de cloro, cloro gaseoso, dióxido de cloro
Bromo y derivados	Ocasionalmente se emplea	Bromo, óxidos de bromo
Yodo y derivados	Raras veces empleado	Yodo, hipoyodatos, yodatos
Peroxido de hidrogeno	Es una opción a la desinfección con cloro	Peroxido de hidrógeno
Sales metálicas	Se emplea para desinfectar alimentos, raras veces para desinfección de agua	Cobre, plata
Ácidos y Alcalis	Se emplea en procesos tales como proceso cal/soda ash y en reciclado de aguas	Cal, hidróxido de sodio, ácido sulfúrico, ácido clorhídrico
Ozono	Después de la cloración es el método de desinfección mas frecuentemente empleado	gas ozono generado in situ
<i>Métodos Físicos</i>	<i>Comentarios</i>	
Radiación Ultravioleta	Producida por lámparas que emiten radiación con una frecuencia de 254 nm	
Calor	Sistema muy empleado en procesos de pasteurización o en desinfección casera	
Radiación gamma	Solo se emplea para esterilización de equipo, no para desinfección de aguas.	

FUENTE: EPA, 1999

Haciendo un resumen comparativo de los diferentes métodos de desinfección tenemos:

Tabla 6.3 TABLA COMPARATIVA

Desinfectante	Microorganismos	Dosis (mg/L)	T (min)	log	Referencia
Desinfectantes convencionales					
Cloro	Coliformes fecales	10 a 20	15- 30	4	US EPA, 1999a
UV	Coliformes fecales	100-260 mWs/cm ²	0.5	5	Liberti et al., 2000
Ozono	Coliformes fecales Residual pretratada	15 25-30	5-10 30	5 ND	Liberti y Notamicola, 1999 US EPA, 1999c
Desinfectantes no convencionales					
Ácido peracético	Coliformes fecales	400	20	5.2	Liberti et al.,
Peróxido de Hidrógeno (H ₂ O ₂)	Coliformes fecales	30	120	2	Liberti et al., 2000
Plata	Coliformes fecales	0.03	120	0.7	Liberti et al., 2000
Cobre	Coliformes fecales	0.25	120	NE	Liberti et al., 2000

NE: No es efectivo, log: Inactivación logarítmica, ND no se determinó.

FUENTE: AQUAFORUM

6.3 Análisis de los factores que influyen en la acción de los desinfectantes

6.3.1 Tiempo de contacto

Es la variable más importante en el proceso de desinfección. Se ha observado que para una concentración dada de desinfectante, la mortalidad de los microorganismos aumenta cuanto mayor sea el tiempo de contacto. Esto se puede observar en forma diferencial en la ley de Chick-Watson:

$$\frac{dN}{dt} = -kCN$$

Donde:

N= Numero de organismos vivos en el instante t

C= Concentración de desinfectante, masa / volumen

t= Tiempo

k= Constante, tiempo⁻¹

Si “N₀” es el número de organismos en el instante inicial, t=0, la ecuación anterior se puede integrar para obtener:

$$\int_{N_0}^N \frac{dN}{N} = - \int_0^t kC dt$$

Entonces si resolvemos:

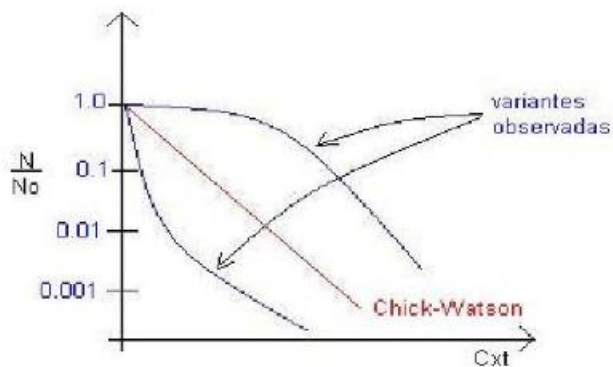
$$\ln \frac{N}{N_0} = -kCt$$

O

$$\frac{N}{N_0} = e^{-kCt}$$

Las desviaciones respecto a esta ley son frecuentes. Se ha comprobado que la cinética de inactivación de los microorganismos (relación entre N/N_0 y Ct) no siempre sigue la ecuación propuesta por Chick-Watson. Algunas desviaciones típicas se muestran en la figura 6.1

Figura 6.1 Desviaciones típicas de los microorganismos con respecto a la ley Chick-Watson



6.3.2 Tipo y concentración del agente químico

Se ha comprobado que la efectividad del desinfectante químico está relacionada con su concentración. El efecto de la concentración se ha formulado empíricamente con la siguiente expresión:

$$C^n t_p = constante$$

Donde:

C= Concentración de desinfectante.

n= Constante.

t_p = Tiempo necesario para alcanzar un porcentaje de mortalidad constante.

Las constantes de la ecuación anterior se pueden determinar representando la concentración frente al tiempo necesario para alcanzar un porcentaje dado de mortalidad en un papel doblemente logarítmico. El producto ($C \times t$) se conoce como “dosis” de desinfección y, de acuerdo a lo supuesto anterior, la aplicación de cualquier combinación de C y t que resulte

en un valor constante tendrá asociada un nivel de inactivación microbiana único. Esto se ha llamado comúnmente “Concepto $C \times t$ ” en el campo de la desinfección de agua.

6.4 Desinfección con cloro

El cloro puede ser usado como desinfectante en forma de gas comprimido bajo presión o en soluciones de agua, soluciones de hipoclorito de sodio, o de hipoclorito de calcio sólido. Las tres formas son químicamente equivalentes gracias al rápido equilibrio que existen entre el gas molecular disuelto y los productos disociados de compuestos de hipoclorito.

Aplicabilidad

El cloro es el desinfectante más usado para el tratamiento del agua residual doméstica porque destruye los organismos a ser inactivados mediante la oxidación del material celular. El cloro puede ser suministrado en muchas formas que incluyen el gas de cloro, las soluciones de hipoclorito y otros compuestos clorinados en forma sólida o líquida. Algunas de las alternativas de desinfección incluyen la ozonización y la desinfección con radiación Ultravioleta (UV). La selección de un desinfectante adecuado para una instalación de tratamiento depende de los siguientes criterios:

- La capacidad de penetrar y destruir los gérmenes infecciosos en condiciones normales de operación.
- La facilidad y seguridad en el manejo, el almacenamiento y el transporte.
- La ausencia de residuos tóxicos y de compuestos mutagénicos o carcinógenos.
- Costos razonables de inversión de capital y de operación y mantenimiento (O/M).

Ventajas y desventajas

El cloro es un desinfectante que tiene ciertos limitantes en términos de salubridad y seguridad, pero al mismo tiempo tiene un largo historial como un desinfectante efectivo. Antes de decidir si el cloro reúne las condiciones para su uso por parte de una municipalidad es necesario entender las ventajas y desventajas de este producto.

Ventajas

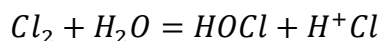
- La cloración es una tecnología bien establecida.
- En la actualidad la cloración es más eficiente en términos de costo que la radiación UV o la desinfección con ozono (excepto cuando la descloración y el cumplimiento con requisitos de la prevención de incendios son requeridos).
- El cloro residual que permanece en el efluente del agua residual puede prolongar el efecto de desinfección aún después del tratamiento inicial, y puede ser medido para evaluar su efectividad.
- La desinfección con cloro es confiable y efectiva para un amplio espectro de organismos patógenos.
- El cloro es efectivo en la oxidación de ciertos compuestos orgánicos e inorgánicos.
- La cloración permite un control flexible de la dosificación.

Desventajas

- El cloro residual es inestable en presencia de altas concentraciones de materiales con demanda de cloro, por lo cual pueden requerirse mayores dosis para lograr una desinfección adecuada.
- Algunas especies parásitas han mostrado resistencia a dosis bajas de cloro, incluyendo los oocistos de *Cryptosporidium Parvum*, los quistes de *Entamoeba histolytica* y *Giardia Lamblia*, y los huevos de gusanos parásitos.
- Se desconocen los efectos a largo plazo de la descarga de compuestos de la descloración al medio ambiente.

6.4.1 Reacciones del cloro en agua

Cuando el cloro gas se absorbe en agua ocurren dos reacciones: hidrólisis e ionización. La hidrólisis se puede definir de la siguiente forma:

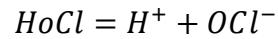


La constante de Henry K_h para esta reacción es

$$K = \frac{(HOCl)(H^+)(Cl^-)}{(Cl_2)} \approx 4.5 \times 10^{-4} \text{ a } 25^\circ C$$

La disolución en agua de grandes cantidades de cloro. Debido a su elevada solubilidad es posible la disolución en agua de grandes cantidades de cloro.

La ionización se puede describir de la siguiente manera:

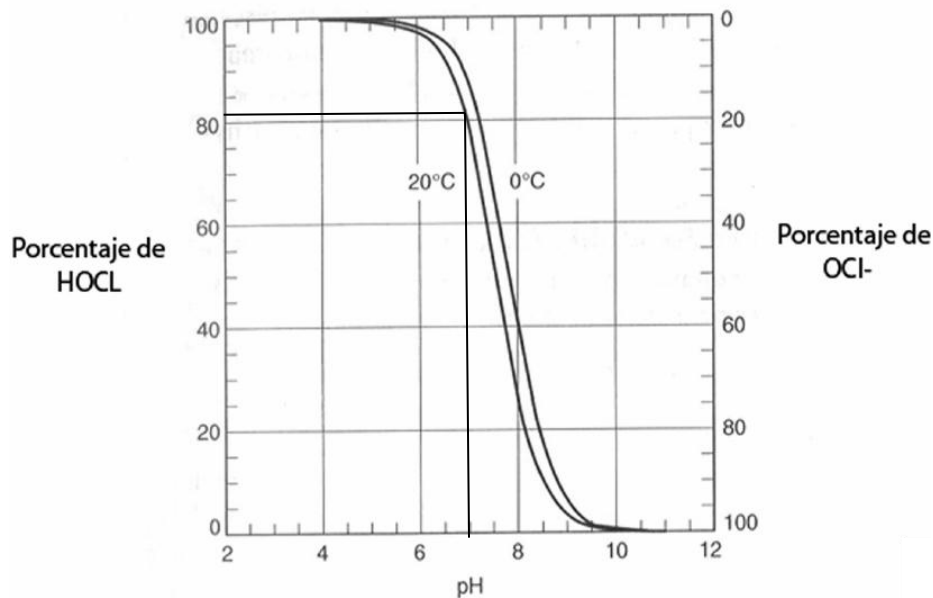


La constante de la reacción de ionización es:

$$K_i = \frac{(H^+)(OCl)}{(HOCl)} = 2.9 \times 10^{-8} \text{ a } 25^\circ C$$

A la cantidad total de Cl_2 , OCl^- y $HOCl$ presente en el agua se denomina “cloro libre”. La distribución relativa de estas dos especies (que se muestra en la siguiente grafica) es muy importante, ya que la capacidad de destrucción de organismos del $HOCl$ es entre 40 a 80 veces mayor a la del OCl^- . La distribución porcentual del $HOCl$ en función del pH se puede estimar de la figura 6.2

Figura 6.2 Porcentajes de $HOCl$ y OCl^- con respecto a su pH



Fuente: Metcalf & Eddy, 2003

6.4.2 Determinación de la concentración y tiempo de contacto

Para determinar los porcentajes de HOCl y OCl⁻ del cloro total que se aplicará, se necesita saber el pH del agua a tratar. En el anexo 2, donde se describieron las características del agua residual, tomaremos como parámetro medio el de las lagunas de pH de 7; este valor se utilizara para calcular los porcentajes de HOCl y OCl⁻.

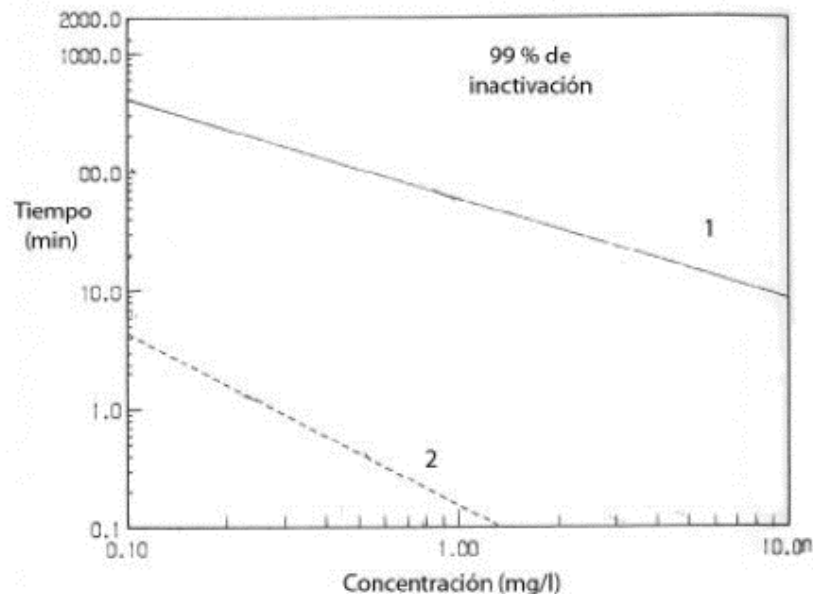
Para determinar las fracciones de HOCl y OCl⁻ que corresponden al pH del agua, se observa la figura 6.2 y se leen los siguientes porcentajes para un pH de 7:

HOCl= 82 % del cloro libre total

OCl⁻= 18 % del cloro libre total

Para calcular el CT (concentración y tiempo de contacto) requerido para inactivar el 99% (2 ciclos logarítmicos) de coliformes fecales, se puede observar la figura 6.3, la cual indica que:

Figura 6.3 Concentración de cloro por tiempo



En donde la línea 2 representa la aplicación de cloro a los coliformes totales y la línea 1 representa la aplicación de cloro a Giardia

A un pH de 8.5, el Ct es de:

$$CT = \frac{1mg}{l} \times 0.2 \text{ min}$$

$$CT = 0.2mg - \text{min}/l$$

Sin embargo, en la figura 6.2 se observa que a un pH de 8.5, los porcentajes de HOCl y OCl⁻ son de 10% y 90% respectivamente. Por lo que se necesita saber qué cantidad de C_{HOCl} por tiempo se requiere con un porcentaje de 82% de HOCl. Por lo que:

$$C_{HOCl}t = 0.1 \left(\frac{1mg}{l} \right) \times 0.2 \text{ min}$$

$$C_{HOCl}t = 0.02 \text{ mg} - \text{min}/l$$

Entonces se sabe que se debe tener un C_{HOCl}t=0.02 mg-min/l, y suponiendo un tiempo de 30 minutos, se obtiene que:

$$0.02 \text{ mg} * \frac{\text{min}}{l} = 0.82(C_{total}) \times (t)$$

$$0.02 \text{ mg} * \frac{\text{min}}{l} = 0.82(C_{total}) \times (30\text{min})$$

Despejando:

$$C_{total} = \frac{0.02mg * \frac{\text{min}}{l}}{(0.82 \times 30 \text{ min})} = 0,0008 \text{ mg}/l$$

Este valor C_{total}= 0.0008 mg/l, es la dosis que se requiere aplicar a un pH de 7 para inactivar el 99% de los coliformes presentes. Como se observa, este valor es muy pequeño, prácticamente mínimo. Lo cual indica que los coliformes son poco resistentes a la aplicación de cloro, y es muy fácil controlarlos utilizando este método.

A continuación se realizará el mismo procedimiento para inactivar el 99% de *Giardia Lamblia*. En la misma grafica 6.2, se puede observar que a un pH de 6.0 se puede obtener un producto de:

$$CT = \frac{1mg}{l} \times 70min$$

$$CT = 70mg - min/l$$

La figura 6.1 muestra que a un pH de 6.0, el porcentaje de HOCl, es prácticamente el 100%

Por lo que se tiene:

$$C_{HOCl}t = \left(\frac{1mg}{l} \times 1\right) \times 70min$$

$$C_{HOCl}t = 70mg - min/l$$

Con el pH de 7 de las aguas residuales que se deben tratar, y suponiendo un tiempo de contacto de 30 min, se tiene que:

$$70mg * \frac{min}{l} = 0.82(C_{total}) \times t$$

$$70mg * \frac{min}{l} = 0.82(C_{total}) \times 30 min$$

$$C_{total} = 2,8 mg/l$$

Este valor de $C_{total} = 2.8 mg/l$, es la concentración de cloro libre que se requiere aplicar a un pH de 7 para inactivar el 99% de la *Giardia Lamblia* presente. Este valor ya no es tan bajo como el que se obtuvo para inactivar los coliformes, sin embargo, es un valor razonable, y se puede aplicar sin ningún problema.

Por último, se realiza el mismo procedimiento para inactivar el 99% de *Cryptosporidium Parvum*. Se sabe que a un pH de 6.0, el CT requerido es de 3500 mg-min/l. Entonces:

$$3500 \text{ mg} * \frac{\text{min}}{\text{l}} = 0.83(C_{\text{total}}) \times 30 \text{ min}$$

$$C_{\text{total}} = 140,56 \text{ mg/l}$$

Como se observa, el valor de $C_{\text{total}} = 140,56 \text{ mg/l}$ es exageradamente alto, y no se puede aplicar una cantidad tan grande de cloro al agua. Por lo que para la eliminación del *Cryptosporidium Parvum* se requiere una desinfección por rayos UV, ya que el *C. Parvum* no es muy resistente a esta radiación y es fácil eliminarlo con ese método.

En conclusión, dejaremos un tiempo de contacto de **30 minutos**, y una concentración total de cloro de **10 mg/l**, ya que los criterios de diseño aconsejan una dosis de 10 a 20 mg/l y un tiempo de contacto de 15 a 30 minutos para garantizar una reducción de 10^4 de Coliformes fecales, la cual inactiva perfectamente el 99% de los coliformes y de la *Giardia Lamblia*, pero no garantiza la eliminación del *Cryptosporidium Parvum* como se demuestra a continuación.

$$C_{\text{HOCl}}t = 0.82 \left(\frac{10 \text{ mg}}{\text{l}} \right) \times 30 \text{ min}$$

$$C_{\text{HOCl}}t = 246 \text{ mg} - \text{min/l}$$

$$\frac{246 \text{ m} * \frac{\text{min}}{\text{l}}}{3500 \text{ mg} * \frac{\text{min}}{\text{l}}} = 0.07$$

Esto quiere decir que solamente el 7 % aproximadamente del *Cryptosporidium Parvum* podría ser eliminado aplicando 10 mg/l por 30 min, lo cual es muy pequeño, y confirma la necesidad de aplicar desinfección por medio de rayos UV para poder eliminar el *Cryptosporidium Parvum*.

CAPÍTULO IX

PRESUPUESTO

9.1 Introducción

El presupuesto es el cálculo anticipado del costo de una obra, o de una de sus partes. Es la predicción de un hecho futuro cuya magnitud debe representarse con toda la exactitud con que ella pueda determinarse.

9.2 Cómputos métricos

Por medio del cómputo métrico, se miden las estructuras que forman parte de una obra de ingeniería, con el objeto de:

- Establecer el costo de la misma, o de una de sus partes.
- Determinar la cantidad de materiales necesarios para ejecutarla.

El cómputo métrico es un problema de medición de longitudes, áreas y volúmenes, que requiere el manejo de fórmulas geométricas, computar es entonces medir, cómputo, medición y cubicación son palabras equivalentes.

El cómputo métrico supone el conocimiento de los procedimientos constructivos de la práctica y su éxito depende en gran medida de una experiencia sólida. El trabajo de medición puede ser ejecutado de dos maneras que son: sobre la obra misma, o sobre los planos.

- Cómputo en plano.- Significa realizar los trabajos de medición en los planos del proyecto con la ayuda de un escalímetro teniendo mucho cuidado en la observación de las escalas.
- Cómputo en obra.-Este trabajo se lo efectúa en el lugar de la obra, cuando esta se encuentra en ejecución con la ayuda de una cinta métrica un flexómetro.

El desarrollo de los cómputos métricos se encuentra en el Anexo 5.

9.3 Precios unitarios

El precio unitario es la remuneración que recibe el contratista por las operaciones que realiza y los materiales que emplea en la ejecución de las distintas partes de una obra, considerando la unidad que de acuerdo con las especificaciones respectivas, se fija para efectos de medición de la ejecución.

9.3.1 Materiales

Los materiales son los recursos que se utilizan en cada una de las actividades o ítems de la obra. Los materiales están determinados por las especificaciones técnicas, donde se define la calidad, cantidad, marca, procedencia, color, forma, o cualquier otra característica necesaria para su identificación.

Este componente tiene su importancia en la estructura de costos, su magnitud y cantidad dependen de la definición técnica y las características propias de cada uno de los materiales que integran el ítem.

El costo de los materiales consiste en una cotización adecuada de los materiales a utilizar en una determinada actividad o ítem, esta cotización debe ser diferenciada por el tipo de material y buscando al proveedor más conveniente. El precio a considerar debe ser el puesto en obra, por lo tanto, este proceso puede ser afectado por varios factores tales como: costo de transporte, formas de pago, volúmenes de compra, ofertas del momento, etc.

9.3.2 Mano de Obra

Este componente presenta una dicotomía en su aplicación, siendo la primera el tiempo de ejecución de la unidad de obra expresada en rendimiento, factor este difícil de determinarse, el mismo que se halla ligado a la experiencia de la empresa, la metodología de trabajo y la parte más importante, la educación de los obreros en el campo constructivo.

La segunda corresponde a los salarios a pagar a los obreros que ejecutan un ítem, que deberá ser calculada considerando todas las incidencias conforme demandan las leyes vigentes en nuestro país.

El rendimiento de la mano de obra se puede definir como la cantidad de unidades iguales que un obrero puede hacer en un periodo fijo o alternativamente el tiempo que se requiere de un obrero para hacer una unidad de obra; dicho en forma resumida, el rendimiento es:

- La cantidad de obra hecha en la unidad de tiempo, o
- El tiempo necesario para hacer una unidad de obra.

Para hacer un análisis del rendimiento de la mano de obra, se debe tomar en cuenta el tiempo total de permanencia de un trabajador en una obra se aprovecha sólo parcialmente, pudiendo hacerse una subdivisión de su trabajo de la siguiente manera:

- **Trabajo productivo:** actividad que aporta directamente a la producción, por ejemplo: la colocación de encofrado, hormigonado, vibrado, etc.
- **Trabajo contributivo:** actividades de apoyo que deben ser realizadas para que el trabajo productivo se pueda hacer, por ejemplo: traslado del encofrado a su lugar, limpieza de superficies para el hormigonado, etc.
- **Trabajo no contributivo:** son todas las demás acciones que no se encuentran dentro las mencionadas anteriormente y que representan tiempos desaprovechados, por ejemplo: espera de materiales faltantes, conversación entre trabajadores, etc.

Por otra parte, el rendimiento de la mano de obra, varía de acuerdo a la experiencia del obrero, es decir, mientras más experimentado sea el obrero, los rendimientos serán más altos. Otro de los factores que influyen en el rendimiento de la mano de obra, es el sistema de trabajo por el cual se realizará la obra; estos sistemas de trabajo son por contrato y por jornal.

El sistema de jornal, es aquel por el cual se paga un determinado valor por jornada diaria de trabajo, en el cual se obtienen rendimientos bajos pero la calidad del trabajo es buena. Por el otro lado, el sistema de contrato es aquel por el cual se paga una determinada suma por la unidad de obra ejecutada; en este sistema se obtiene una disminución de la calidad en la ejecución de la obra, pero se obtiene rendimientos más altos.

El cálculo del rendimiento de la mano de obra es muy complicado, pero la determinación de éste factor puede hacerse de dos formas, una de las cuales es el cronometrado de tiempos empleados por diferentes obreros para la ejecución de un mismo tipo de ítem, tomando como rendimiento el término medio de éstos. Y el segundo método será resultado de los valores invertidos en mano de obra de la construcción terminada.

Por ejemplo, en el caso de que se tenga que cumplir en un determinado tiempo una construcción, es decir que se tenga un plazo fijo en la realización de la obra, se puede obtener un rendimiento de mano de obra adecuado, o mejor dicho un rendimiento teórico el cual permitirá la conclusión de la obra en dicho tiempo, como se muestra a continuación.

9.3.3 Maquinaria y equipo

En lo que se refiere a obras de mayor magnitud el equipo que se utilizará en un determinado ítem toma una gran importancia en los precios unitarios, dado que como se tratan de obras más grandes, desde el punto de vista ingenieril, se tendrá una serie de movimiento de tierras en el transcurso de la obra, lo que quiere decir, que en la obra se hará una serie de transportes, excavaciones, compactaciones, etc. para la ejecución de la obra.

9.3.4 Utilidades

Las utilidades deben ser calculadas en base a la política empresarial de cada empresa, al mercado de la construcción, a la dificultad de ejecución de la obra y a su ubicación geográfica (urbana o rural).

Para fines de cálculo se toma como base el 5-10% del costo sub total, que resulta de la suma del costo directo más los gastos generales.

9.3.5 Impuestos

En lo que se refiere a los impuestos, se toma el Impuesto al Valor Agregado (IVA) y el Impuesto a las Transacciones (IT). El impuesto IVA grava sobre toda compra de bienes, muebles y servicios, estando dentro de estos últimos la construcción, su costo es el del 14,94 % sobre el costo total neto de la obra y debe ser aplicado sobre los componentes de la estructura de costos.

El IT grava sobre ingresos brutos obtenidos por el ejercicio de cualquier actividad lucrativa, su valor es el del 3,09% sobre el monto de la transacción del contrato de obra, pero el IT puede ser compensado con el importe pagado por el impuesto sobre las utilidades de las empresas (IUE) en la gestión anterior.

El desarrollo de los precios unitarios se encuentra en el Anexo 6.

9.4 Presupuesto general

En el caso en que el presupuesto significa el compromiso de la ejecución, es necesario determinar el costo con la máxima aproximación, en este caso es recomendable el sistema analítico por el cual el calculista en base a los pliegos de condiciones y especificaciones y a los planos a diseño final, calcula los precios unitarios de cada una de las actividades que forman parte de la obra como asimismo los correspondientes volúmenes de obra. Este método permite establecer el costo total de la obra como resultado de la suma de los costos parciales por ítems, además de facilitar la determinación de las cantidades de materiales y mano de obra a emplearse en la obra.

TABLA 9.1 PRESUPUESTO GENERAL

Nº	Descripción	Und	Cant	Unitario	Parcial (Bs)
MÓDULO 1 - OBRAS PRELIMINARES Y COMPUERTA PARA EL EMISARIO					4.200,87
1	INSTALACIÓN DE FAENAS	m ²	12	334,79	4.017,48
2	PROVISIÓN Y COLOCACIÓN DE COMPUERTA ALUMINIO REGULABLE	m ²	0,13	1.410,7	183,39
MÓDULO 2 - CANAL DEL CRIBADO AL DESARENADOR					1.119,75
3	REPLANTEO DE ESTRUCTURAS Y EDIFICACIONES	m ²	1,2	3,67	4,4
4	EXCAVACIÓN MANUAL TERRENO COMÚN 0-2 MTS.	m ³	1,2	71,46	85,75
5	BASE DE HORMIGÓN POBRE	m ³	0,06	808,5	48,51
6	HORMIGÓN SIMPLE	m ³	0,27	2.263,1	611,03
7	REVOQUE INTERIOR MORTERO DE CEMENTO (1:5)	m ²	1,6	95,6	152,96
8	REVOQUE EXTERIOR MORTERO DE CEMENTO (1:5)	m ²	2	90,47	180,94
9	PROVISIÓN Y COLOCACIÓN REJILLA ACERO	m ²	0,11	328,71	36,16
MÓDULO 3 - DESARENADOR					7.815,47
10	REPLANTEO DE ESTRUCTURAS Y EDIFICACIONES	m ²	6,74	3,67	24,74
11	EXCAVACIÓN MANUAL TERRENO COMÚN 0-2 MTS.	m ³	6,74	71,46	481,64
12	BASE DE HORMIGÓN POBRE	m ³	0,34	808,5	274,89
13	HORMIGÓN SIMPLE	m ³	2,29	2.263,1	5.182,43
14	REVOQUE INTERIOR MORTERO DE CEMENTO (1:5)	m ²	11,08	95,6	1.059,25
15	REVOQUE EXTERIOR MORTERO DE CEMENTO (1:5)	m ²	8,76	90,47	792,52
MÓDULO 4 - CANAL DE APROXIMACIÓN AL PARSHALL					265,61
16	REPLANTEO DE ESTRUCTURAS Y EDIFICACIONES	m ²	0,32	3,67	1,17
17	EXCAVACIÓN MANUAL TERRENO COMÚN 0-2 MTS.	m ³	0,32	71,46	22,87
18	BASE DE HORMIGÓN POBRE	m ³	0,02	808,5	16,17
19	HORMIGÓN SIMPLE	m ³	0,07	2.263,1	158,41
20	REVOQUE INTERIOR MORTERO DE CEMENTO (1:5)	m ²	0,36	95,6	34,42
21	REVOQUE EXTERIOR MORTERO DE CEMENTO (1:5)	m ²	0,36	90,47	32,57
MÓDULO 5 - PARSHALL W=6"					593,04
22	REPLANTEO DE ESTRUCTURAS Y EDIFICACIONES	m ²	0,84	3,67	3,08
23	EXCAVACIÓN MANUAL TERRENO COMÚN 0-2 MTS.	m ³	0,75	71,46	53,59
24	BASE DE HORMIGÓN POBRE	m ³	0,07	808,5	56,6
25	HORMIGÓN SIMPLE	m ³	0,12	2.263,1	271,57
26	REVOQUE INTERIOR MORTERO DE CEMENTO (1:5)	m ²	1,08	95,6	103,25
27	REVOQUE EXTERIOR MORTERO DE CEMENTO (1:5)	m ²	1,16	90,47	104,95
MÓDULO 6 - CANAL DE APROXIMACIÓN AL DESGRASADOR					274,96
28	REPLANTEO DE ESTRUCTURAS Y EDIFICACIONES	m ²	0,32	3,67	1,17

29	EXCAVACIÓN MANUAL TERRENO COMÚN 0-2 MTS.	m ³	0,32	71,46	22,87
30	BASE DE HORMIGÓN POBRE	m ³	0,02	808,5	16,17
31	HORMIGÓN SIMPLE	m ³	0,07	2.263,1	158,41
32	REVOQUE INTERIOR MORTERO DE CEMENTO (1:5)	m ²	0,42	95,6	40,15
33	REVOQUE EXTERIOR MORTERO DE CEMENTO (1:5)	m ²	0,4	90,47	36,19
MÓDULO 7 - DESGRASADOR					2.049,72
34	REPLANTEO DE ESTRUCTURAS Y EDIFICACIONES	m ²	0,63	3,67	2,31
35	EXCAVACIÓN MANUAL TERRENO COMÚN 0-2 MTS.	m ³	0,76	71,46	54,31
36	BASE DE HORMIGÓN POBRE	m ³	0,03	808,5	24,25
37	HORMIGÓN SIMPLE	m ³	0,52	2.263,1	1.176,80
38	Ho Ao H-25	m ³	0,06	4.073,0	244,38
39	REVOQUE INTERIOR MORTERO DE CEMENTO (1:5)	m ²	3,06	95,6	292,54
40	REVOQUE EXTERIOR MORTERO DE CEMENTO (1:5)	m ²	2,82	90,47	255,13
MÓDULO 8 - CANALES DE DISTRIBUCIÓN EN EL UASB					9.769,71
41	REPLANTEO DE ESTRUCTURAS Y EDIFICACIONES	m ²	0,5	3,67	1,83
42	EXCAVACIÓN MANUAL TERRENO COMÚN 0-2 MTS.	m ³	0,49	71,46	35,02
43	BASE DE HORMIGÓN POBRE	m ³	0,02	808,5	16,17
44	Ho Ao H-25	m ³	0,07	4.073,0	285,11
45	HORMIGÓN SIMPLE	m ³	1,23	2.263,1	2.783,58
46	REVOQUE INTERIOR MORTERO DE CEMENTO (1:5)	m ²	22,19	95,6	2.121,36
47	REVOQUE EXTERIOR MORTERO DE CEMENTO (1:5)	m ²	12,31	90,47	1.113,69
48	VERTEDERO TRIANGULAR	m ²	13,44	253,94	3.412,95
MÓDULO 9 - REACTOR UASB Y BIÓFILTRO					804.867,85
49	REPLANTEO DE ESTRUCTURAS Y EDIFICACIONES	m ²	46,46	3,67	170,51
50	EXCAVACIÓN C/MAQUINARIA	m ³	504,9	27,46	13.864,83
51	BASE DE HORMIGÓN POBRE	m ³	2,32	808,5	1.875,72
52	Ho Ao H-25	m ³	134,4	4.073,0	547.331,08
53	REVOQUE INTERIOR MORTERO DE CEMENTO (1:5)	m ²	298,7	95,6	28.562,41
54	REVOQUE EXTERIOR MORTERO DE CEMENTO (1:5)	m ²	161,8	90,47	14.638,05
55	PROV. Y TENDIDO TUB. DE PVC D=4" ESQ.40	m	165,7	140,01	23.203,86
56	PROV. Y TENDIDO TUB. CAPTACIÓN DE BIOGÁS FG D=2"	m	2,8	159,27	445,96
57	PROV. COLOCACIÓN DE QUEMADOR DE GAS	pza	1	16.233,71	16.233,71
58	SOPORTES DE FONDO PARA TUB. PVC ESQ. 40 D=4"	pza	4	75,14	300,56
59	PROV. Y TENDIDO TUB. DESCARTE DE LODOS FFD D=6"	m	62,23	664,52	41.353,08
60	PROV. Y COLOCACIÓN VÁLVULA TIPO CORTINA FFD D=6"	pza	9	4.695,20	42.256,80
61	ACCESORIOS	glb	1	74.631,28	74.631,28
MÓDULO 10 - CÁMARA Y CLARIFICADOR					188.271,78
62	REPLANTEO DE ESTRUCTURAS Y EDIFICACIONES	m ²	5,2	3,67	19,08

63	EXCAVACIÓN MANUAL TERRENO COMÚN 0-2 MTS.	m ³	129,6	71,46	9.263,36
64	BASE DE HORMIGÓN POBRE	m ³	1,16	808,5	937,86
65	Ho Ao H-25	m ³	32,56	4.073,01	132.617,21
66	HORMIGÓN SIMPLE	m ³	2,28	2.263,07	5.159,80
67	REVOQUE INTERIOR MORTERO DE CEMENTO (1:5)	m ²	88,68	95,6	8.477,81
68	REVOQUE EXTERIOR MORTERO DE CEMENTO (1:5)	m ²	10,32	90,47	933,65
69	PROV. Y TENDIDO TUB. DESCARTE DE LODOS FFD D=6"	m	24,56	664,52	16.320,61
70	PROV. E INSTALACIÓN BOMBA DE ACHIQUE	pza	1	7.278,85	7.278,85
71	ACCESORIOS	glb	1	7.263,55	7.263,55
MÓDULO 11 - LECHO DE SECADO DE LODOS					159.876,78
72	REPLANTEO DE ESTRUCTURAS Y EDIFICACIONES	m ²	12,06	3,67	44,26
73	EXCAVACIÓN C/MAQUINARIA	m ³	144,6	27,46	3.971,81
74	BASE DE HORMIGÓN POBRE	m ³	3,3	808,5	2.668,05
75	Ho Ao H-25	m ³	20,5	4.073,01	83.496,71
76	HORMIGÓN SIMPLE	m ³	3,41	2.263,07	7.717,07
77	REVOQUE INTERIOR MORTERO DE CEMENTO (1:5)	m ²	46,21	95,6	4.417,68
78	REVOQUE EXTERIOR MORTERO DE CEMENTO (1:5)	m ²	33	90,47	2.985,51
79	PROV. Y TENDIDO TUB. DESCARTE DE LODOS FFD D=6"	m	17,15	664,52	11.396,52
80	PROV/TENDIDO DE TUBERÍAS PVC DE DESAGÜE D=4	m	74,9	56,3	4.216,87
81	PROV. E INSTALACIÓN BOMBA DE ACHIQUE	pza	1	7.278,85	7.278,85
82	PISO LADRILLO GAMBOTE RUSTICO-JUNTAS 1CM	m ²	54	106,02	5.725,08
83	MEDIO FILTRANTE (GRAVA)	m ³	115,9	181,72	21.059,53
84	MEDIO FILTRANTE (ARENA)	m ³	5,4	181,72	981,29
85	CÁMARA DE INSPECCIÓN (60X60) DE Ho.Co.	pza	3	909,18	2.727,54
86	ACCESORIOS	glb	1	1.190,01	1.190,01
MÓDULO 12 – CASETA DE CLORACIÓN					29.924,25
87	REPLANTEO DE ESTRUCTURAS Y EDIFICACIONES	m ²	8,41	3,67	30,86
88	EXCAVACIÓN TERRENO COMÚN 0-2 M	m ³	3,36	71,46	240,11
89	BASE DE HORMIGON POBRE	m ³	0,46	808,5	371,91
90	HORMIGON CICLÓPEO (50% P.D.) CIMIENTO	m ³	0,97	842,29	817,02
91	HORMIGON CICLÓPEO (50% P.D.) SOBRECIMIENTO	m ³	0,32	842,29	269,53
92	HORMIGON ARMADO VIGA Y MESÓN	m ³	0,72	2.978,30	2.144,38
93	MURO LADRILLO HUECO (6) 18 CM.	m ²	29,92	137,31	4.108,32
94	BOTAGUAS DE LADRILLO GAMBOTE (21H.) H=12 CM	m	1	99,34	99,34
95	CUB. CALAMINA GALVANIZADA	m ²	11,32	491,98	5.569,21
96	CONTRAPISO DE PIEDRA Y CEMENTO(HO 1:3:4)	m ²	6,25	123,27	770,44
97	PISO CERÁMICO NAL. COMÚN S/CONTRAPISO	m ²	6,25	163,58	1.022,38
98	ZÓCALO DE CERÁMICO	m	9	55,42	498,78

99	REVOQUE EXTERIOR (CAL-CEMENTO)	m ²	31,42	98,47	3.093,93
100	REVOQUE INTERIOR (CAL-CEMENTO)	m ²	29,06	102,37	2.974,87
101	PROV Y COL.PUERTAS MADERA CEDRO C/MARCO 2X3	m ²	2	794,03	1.588,06
102	PROV.COLOC.VENTANAS MADE. CEDRO C/MARCO 2X3	m ²	1	641,59	641,59
103	QUINCALLERÍA PUERTA INC/CHAPA EXTERIOR	pza	1	285,47	285,47
104	QUINCALLERÍA VENTANA	pza	1	86,54	86,54
105	PROV Y COLOC VIDRIOS DOBLES	m ²	1	115,98	115,98
106	PINTURA INTERIOR - LÁTEX	m ²	29,06	30,96	899,7
107	PINTURA EXTERIOR - LÁTEX	m ²	31,42	31,68	995,39
108	PINTURA ACEITE SOBRE CARPINTERÍA MADERA	m ²	3	34,95	104,85
109	ILUMINACIÓN FLUORESCENTE (C/LUMINA 2X40W)	pto	1	263,08	263,08
110	TOMA CORRIENTE SIMPLE	pto	1	176,39	176,39
111	PROV/COLOCACIÓN HIPOCLORADOR	pza	1	2.756,12	2.756,12
MÓDULO 13 - CIERRE PERIMETRAL					73.661,34
112	REPLANTEO Y CONTROL TOPOGRÁFICO	km	0,11	1.365,50	150,21
113	EXCAVACIÓN MANUAL TERRENO COMÚN 0-2 MTS.	m ³	6,18	71,46	441,62
114	CIMIENTOS Ho.Co. (1:3:4- 50% P.D.)	m ³	6,18	1.016,70	6.283,21
115	SOBRECIMENTOS Ho.Co. (1:2:3- 50% P.D.)	m ³	4,24	1.155,59	4.899,70
116	CERCO MALLA OLÍMPICA C/POSTES FG=2 C/2.5 M H=2.0 M	ML	106	473,87	50.230,22
117	PROV. Y COLOC. DE ALAMBRE DE PÚAS	m	318	14,43	4.588,74
118	PORTÓN DE MALLA OLÍMPICA C/CUADRO FG=2" D/PUERTAS	pza	1	5.731,57	5.731,57
119	PUERTA DE MALLA OLÍMPICA C/MARCO FG=1" B=1 H=2.0	pza	1	1.336,07	1.336,07
TOTAL DE PRESUPUESTO:				1.283.415,31	

Son: Un Millón(es) Doscientos Ochenta y Tres Mil Cuatrocientos quince con 31/100 Bolivianos