

CAPÍTULO I

EL PROYECTO

1.1 INTRODUCCIÓN

Tarija es una ciudad del sur de Bolivia, capital del departamento homónimo, y la única sección municipal de la provincia Cercado. Se encuentra a orillas del río Guadalquivir, o Nuevo Guadalquivir, en el centro de un ameno valle y a 1.854 msnm. El municipio tiene una población de 508.757 habitantes (INE 2012), de los cuales el 85 % aproximadamente está concentrado en la ciudad de Tarija.

La principal actividad económica del Municipio es la industria vitivinícola. Se producen vinos y singanis de gran calidad para el consumo nacional y la exportación. La ciudad tiene también plantas de procesamiento de derivados lácteos, industrias madereras, fábricas de cerámica roja y envasadoras de frutas. La mayoría de estos productos tienen mercados dentro y fuera de Bolivia.

La empresa de vinos “ARANJUEZ”, fue fundada en 1976 por la familia Castellanos se ubica en la localidad de Santa Ana al sureste de Tarija, viñedos de 64 hectáreas.

Actualmente tiene una capacidad de 342792 de litros anuales.

Debido a la creciente demanda de sus productos dicha empresa, decidió incrementar su producción en aproximadamente un 100 % más que la actual, para lo cual procedió a la construcción de una nueva ala en el sector derecho de la fábrica, la misma que tendrá una capacidad de almacenamiento de 2700 m³.

Ante tal incremento de producción el caudal de agua para mantenimiento de áreas de servicio y tanques de almacenamiento de mosto también incrementó, por lo

que se hizo necesario realizar un diseño nuevo del Alcantarillado Sanitario interno de las nuevas instalaciones.

1.2 ASPECTOS GENERALES

Nombre del proyecto, localización.

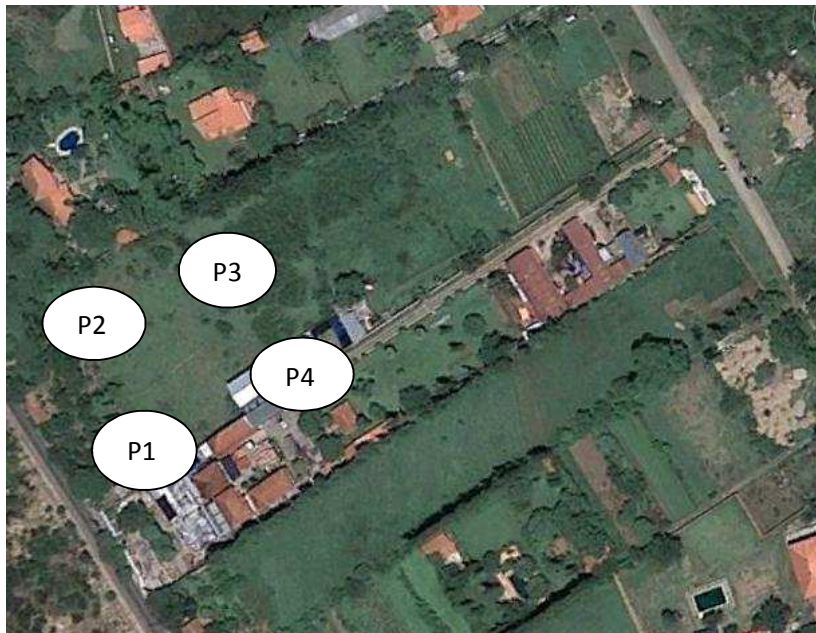
Título del Proyecto:

“Diseño Hidráulico del Alcantarillado Sanitario Interno Nuevas Instalaciones Bodegas MILCAST CORP”.

Localización: Las instalaciones de las bodegas MILCAST, se encuentran ubicadas en distrito 8 del municipio de Tarija, de la provincia Cercado del departamento de Tarija.

Figura I.1

Fotografía satelital ubicación bodegas MILCAST CORP en la ciudad



Fuente: elaboración propia

Se encuentra entre las siguientes coordenadas:

Altura promedio: 1850 m.s.n.m.

Cuadro I.1

Coordenadas de ubicación geográfica

PUNTOS	LATITUD	LONGITUD
P1	21°31'46.86"S	64°44'49.28"O
P2	21°31'46.85"S	64°44'49.26"O
P3	21°31'46.82"S	64°44'49.25"O
P4	21°31'46.79"S	64°44'49.23"O

Fuente: *elaboración propia*

1.3.- PROBLEMÁTICA ACTUAL

Actualmente el Alcantarillado Sanitario interno de las Bodegas MILCAST CORP funciona al 100 % de su capacidad.

Se decidió implementar una nueva nave de instalaciones con una capacidad de infraestructura y producción un 100% más que la actual, por lo que se necesita realizar un diseño nuevo del Alcantarillado Sanitario interno de las Bodegas MILCAST CORP.

Las fotografías mostradas en el anexoA representan el actual alcantarillado sanitario interno de las BODEGAS MILCAST COPR.

1.3.1.-PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El incremento de la demanda vitivinícola ha aumentado de gran manera en estos últimos años.

En la actualidad las Bodegas MILCAST CORP produce anualmente 342792 litros de vinos de diferentes variedades, sin embargo la demanda local, nacional e internacional es mucho mayor que la oferta. Por lo que la empresa decidió implementar una nueva nave de instalaciones con una capacidad de infraestructura y producción 100% más que la actual.

El sistema de alcantarillado interno actual no soportaría un incremento de caudal de aguas residuales tan significativo por lo que llegaría a colapsar, por este motivo se necesita realizar un nuevo diseño del Alcantarillado Sanitario

Interno para las Bodegas MILCAST CORP para conectarse a la red de alcantarillado sanitario de la ciudad de Tarija.

1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Hace falta un nuevo Alcantarillado Sanitario Interno para las Bodegas MILCAST CORP, que evacúe con facilidad la cantidad de agua residual industrial que generen las nuevas instalaciones?

Un nuevo sistema de Alcantarillado Sanitario Interno para las Bodegas MILCAST CORP, que evacúe fácilmente la cantidad de agua residual industrial que generen las nuevas instalaciones de las Bodegas MILCAST es de evidente necesidad, ya que elimina riesgo de colapso y rebalse del actual sistema de alcantarillado sanitario interno.

Mediante el diseño de un nuevo sistema de alcantarillado sanitario interno, se pretende encarar el problema citado garantizando la evacuación de aguas residuales industriales generadas en las nuevas instalaciones de las Bodegas MILCAST.

1.3.3.- SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué problemas conlleva la falta de un nuevo sistema de Alcantarillado Sanitario Interno para las Bodegas MILCAST?

¿El nuevo sistema de Alcantarillado Sanitario Interno para las Bodegas MILCAST, elimina riesgos de colapso y rebalse del actual sistema de alcantarillado sanitario interno?

1.4.- OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.4.1.- OBJETIVO GENERAL

Realizar el “**Diseño Hidráulico del Alcantarillado Sanitario Interno Nuevas Instalaciones Bodegas MILCAST CORP**” de acuerdo a la NB 688.

1.4.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilación de información.
- Determinación de niveles y cotas del lugar.
- Caracterizar las aguas residuales.
- Diseño hidráulico alcantarillado sanitario interno nuevas instalaciones bodegas MILCAST CORP en base a la normativa vigente.

1.5.- JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El Alcantarillado sanitario dentro de las industrias es indispensable para la evacuación de aguas residuales industriales generadas en sus diferentes tipos de procesos y así evitar focos de infecciones y enfermedades en el lugar.

1.5.1.-JUSTIFICACIÓN ACADEMICA

Aplicar los conocimientos adquiridos sobre diseño de sistemas de alcantarillado sanitario, de manera de interactuar el campo teórico con la aplicación práctica que conlleva el “**Diseño Hidráulico del Alcantarillado Sanitario Interno Nuevas Instalaciones Bodegas MILCAST CORP**”.

1.5.2.- JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

Realizar el “**Diseño Hidráulico del Alcantarillado Sanitario Interno Nuevas Instalaciones Bodegas MILCAST CORP**”. Determinando la ubicación de los componentes del sistema como el cálculo correspondiente al diseño de los mismos, buscando que el sistema sea económico y técnicamente aceptable.

1.5.3.- JUSTIFICACIÓN SOCIAL

El Alcantarillado Sanitario Interno es un servicio básico y obligatorio dentro de las industrias, todas éstas necesitan llevar un buen desarrollo de limpieza y salubridad en sus diferentes tipos de procesos.

Es en este sentido que el “**Diseño Hidráulico del Alcantarillado Sanitario Interno Nuevas Instalaciones Bodegas MILCAST CORP**”, servirá a la mencionada empresa como un diseño final para la ejecución inmediata.

1.5.4.- JUSTIFICACIÓN INSTITUCIONAL

En marco a la misión que sigue nuestra casa superior de estudios “Universidad Autónoma Juan Misael Saracho”, dando a promocionar profesionales idóneos y capaces de afrontar las problemáticas de la sociedad, mediante la aplicación del conocimiento científico y tecnológico adquiridos en un proceso de formación universitaria.

Por tanto el presente proyecto va a representar el producto final buscado, mediante el: “**Diseño Hidráulico del Alcantarillado Sanitario Interno Nuevas Instalaciones Bodegas MILCAST CORP**”, siendo éste una solución a la necesidad de evacuar aguas residuales, de las instalaciones de las bodegas, paralelamente dará al estudiante paso a una evaluación de: su capacidad para servir a la sociedad.

1.6.- MARCO DE REFERENCIA

Para desarrollar la presente propuesta, es necesario definir los alcances y la metodología a emplear. Para lo cual se debe contar con la debida información y sobre todo definir todas las variables que limitarán el perfil del proyecto.

1.7.-ALCANCE DE LA PROPUESTA

El presente proyecto de grado contemplará:

La obtención y recopilación de toda la información necesaria para el diseño hidráulico del Alcantarillado Sanitario Interno Nuevas Instalaciones Bodegas MILCAST CORP y una planificación de obra que nos proporcione el costo y tiempo necesarios para invertir en la materialización de esta propuesta.

- **Recopilación de toda la información necesaria.**- Éste será el primer paso antes de entrar al diseño hidráulico, buscar una buena información que garantice buenos resultados será lo primordial, para ello se plantea:
 - Planos de instalaciones y niveles.- Que nos permitirá conocer el número de ambientes y lo niveles en que éstos se encuentran.
 - Análisis de la calidad del agua.- Se tomará una muestra en algún punto del emisor, para el posterior análisis físico-químico, bacteriológico y determinar si la calidad del agua es apta para su evacuación a la red de alcantarillado sanitario de la ciudad.
 - Cuantificación de caudales.- Con los cuales se realizará el diseño hidráulico de colectores.
- **El diseño hidráulico.**- En base a toda la información se procederá al dimensionamiento de las estructuras comprometidas al sistema:
 - Colectores.
 - Cámaras de inspección.

- Orificio sumergido.
 - Emisario.
- **La planificación de obra.-** Una vez concluida la etapa de diseño hidráulico, se procederá a la planificación de obra que comprenderá:
 - Un presupuesto de obra.- El mismo permitirá saber el costo que se requiere para la construcción del sistema, mostrando en detalle de precios unitarios, cálculos métricos, como un resumen de materiales necesarios.
- **Documentación final.-** Todo el trabajo será debidamente documentado y representado gráficamente por planos del diseño hidráulico:
 - Plano general vista en planta.
 - Planos de cámaras.
 - Planos de detalles.
- **Especificaciones técnicas.-** Se realizarán especificaciones técnicas de cada ítem que comprende la construcción del “Alcantarillado Sanitario Interno Nuevas Instalaciones Bodegas MILCAST CORP”.

CAPÍTULO II

PARÁMETROS DE DISEÑO Y CARACTERIZACIÓN DEL AGUA

2.1 Fórmulas utilizadas para el diseño

La técnica de cálculo admite el escurrimiento en el régimen permanente y uniforme, donde el caudal y la velocidad media permanecen constantes en una determinada longitud de conducto.

Para los cálculos hidráulicos, podrán ser utilizadas las siguientes fórmulas:

2.1.1 Fórmula de colebrook - white

Desarrollada a partir de la fórmula de Darcy – Weisbach con la siguiente expresión:

$$V = - 2,0 \log \left(\frac{2,51 \nu}{D \sqrt{2g D S}} + \frac{K/D}{3,71} \right) \sqrt{2g D S}$$

Donde:

V= Velocidad (m/s)

D= Diámetro (m)

S= Pendiente (m/m)

K/D= Rugosidad relativa de la pared de la tubería (m/m)

ν = Viscosidad cinemática (m²/s) (varía con la temperatura del líquido)

g= Aceleración de la gravedad = 9,81(m/s²)

2.1.2 Fórmula de manning

Tiene la siguiente expresión:

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

V= Velocidad (m/s)

n= Coeficiente de rugosidad (adimensional)

R= Radio hidráulico (m)

S= Pendiente (m/m)

Para tuberías con sección llena:

Velocidad:
$$V = \frac{0,397}{n} D^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

Continuidad:
$$Q = VA$$

Donde: Q = Caudal (m³/s)

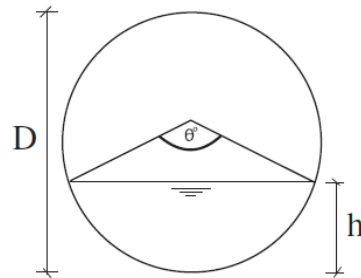
A = Área de la sección circular (m²)

Caudal:
$$Q = \frac{0,312}{n} D^{\frac{8}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

Para tuberías con sección parcialmente llena:

- El ángulo central θ° (en grado sexagesimal):

$$\theta^\circ = 2 \arccos \left(1 - \frac{2h}{D} \right)$$



- Radio hidráulico:
$$R = \frac{D}{4} \left(1 - \frac{360 \operatorname{sen} \theta^\circ}{2\pi\theta^\circ} \right)$$

- Velocidad:
$$V = \frac{0,397}{n} D^{\frac{2}{3}} \left(1 - \frac{360 \operatorname{sen} \theta^\circ}{2\pi\theta^\circ} \right)^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

- Caudal:
$$Q = \frac{D^{\frac{8}{3}}}{7\,257,15 n (2\pi\theta^\circ)^{\frac{2}{3}}} (2\pi\theta^\circ - 360 \operatorname{sen} \theta^\circ)^{\frac{5}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

2.2 Coeficiente de rugosidad

El coeficiente de rugosidad “n” de la fórmula de Manning será de 0,013 en alcantarillas sanitarias, para cualquier tipo de material de la tubería.

2.3 Criterio de la tensión - tractiva

La pendiente del colector será calculada con el criterio de la tensión tractiva, según la siguiente expresión:

$$S = \frac{\tau}{\rho g R}$$

Donde:

V= Velocidad (m/s)

τ = Tensión tractiva o tensión de arrastre en pascal (Pa)

ρ = Densidad del agua = 1000 Kg/m³

g= Aceleración de la gravedad = 9,81(m/s²)

R= Radio hidráulico (m)

Pendiente para tuberías con sección parcialmente llena:

$$S = \frac{\tau}{\rho g \frac{D}{4} \left(1 - \frac{360 \text{ sen } \theta^\circ}{2\pi\theta^\circ} \right)}$$

La tensión tractiva mínima para los sistemas de alcantarillado sanitario será:

$$\tau_{min} = 1\text{Pa}$$

En los tramos iniciales la verificación de la tensión tractiva mínima no podrá ser inferior a 0,6 Pa,

2.4 Pendiente mínima

La pendiente mínima será determinada para garantizar la condición de auto limpieza, desde la etapa inicial del proyecto, de acuerdo a la siguiente relación de caudales.

$$\frac{Q_{mi}}{Q_{II}} = 0,10 \text{ a } 0,15 \quad (10\% \text{ a } 15\%)$$

Donde:

Q_{mi} = Caudal de aporte medio diario en la etapa inicial (sección parcialmente llena)

Q_{II} = Capacidad de la tubería para conducir el caudal de diseño futuro (Q_d) (sección llena)

Otras relaciones de caudal deberán ser justificadas con información correspondiente a caudales de aporte presente y sus proyecciones.

2.5 Pendiente mínima admisible

La pendiente mínima admisible será determinada para las condiciones de flujo establecidas en el numeral 2.3 para una tensión tractiva media de 1 Pa.

$$\frac{Q_{mi}}{Q_{II}} = 0,10 \Rightarrow \frac{h}{D} = 0,2136; \quad \theta^\circ = 2 \arccos \left(1 - \frac{2h}{D} \right) = 110,11^\circ; \quad R_p = 0,1278 D$$

Pendiente mínima:

$$S_{min} = \frac{\tau_{min}}{\rho g R_p} = \frac{\tau_{min}}{\rho g 0,1278 D} \quad (m/m)$$

$$\frac{Q_{mi}}{Q_{II}} = 0,15 \Rightarrow \frac{h}{D} = 0,2618; \quad \theta^\circ = 2 \arccos \left(1 - \frac{2h}{D} \right) = 123,10^\circ; \quad R_p = 0,1525 D$$

Pendiente mínima:

$$S_{min} = \frac{\tau_{min}}{\rho g R_p} = \frac{\tau_{min}}{\rho g 0,1525 D} \quad (m/m)$$

Tabla II.1

PENDIENTE MINIMA PARA $Q_{mi}/Q_{II} = 0,10$

Diámetro	Pendiente (Smin)	Sección Llena	
		Velocidad	Caudal
m	o/oo	m/s	l/s
0,10	7,98	0,59	4,61
0,15	5,32	0,63	11,11
0,20	3,99	0,66	20,71
0,25	3,19	0,68	33,59
0,30	2,66	0,71	49,86
0,35	2,28	0,72	69,63
0,40	1,99	0,74	93,00
0,45	1,77	0,75	120,03
0,50	1,60	0,77	150,81
0,55	1,45	0,78	185,41
0,60	1,33	0,79	223,87
0,65	1,23	0,80	266,27
0,70	1,14	0,81	312,65
0,75	1,06	0,82	363,06
0,80	1,00	0,83	417,54
0,85	0,94	0,84	476,15
0,90	0,89	0,85	538,93
0,95	0,84	0,85	605,91
1,00	0,80	0,86	677,13

Fuente: NB698-bovilia (norma técnica de diseño para sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales)

Tabla II.2

PENDIENTE MINIMA PARA $Q_{mi}/Q_{II} = 0,15$

Diámetro	Pendiente (Smin)	Sección Llena	
		Velocidad	Caudal
m	o/oo	m/s	l/s
0,10	6,68	0,54	4,22
0,15	4,46	0,58	10,17
0,20	3,34	0,60	18,96
0,25	2,67	0,63	30,75
0,30	2,23	0,65	45,65
0,35	1,91	0,66	63,75
0,40	1,67	0,68	85,13
0,45	1,49	0,69	109,88
0,50	1,34	0,70	138,06
0,55	1,22	0,71	169,73
0,60	1,11	0,72	204,94
0,65	1,03	0,73	243,75
0,70	0,95	0,74	286,21
0,75	0,89	0,75	332,36
0,80	0,84	0,76	382,42
0,85	0,79	0,77	435,89
0,90	0,74	0,78	493,36
0,95	0,70	0,78	554,67
1,00	0,67	0,79	619,87

Fuente: NB698-bovilia (norma técnica de diseño para sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales)

2.6 Pendiente mínima admisible para diferentes relaciones de caudal

Tabla II.3

PENDIENTE MINIMA, VELOCIDAD Y CAUDAL PARA DIFERENTES RELACIONES DE CAUDAL
(Para diámetros de 0,10 a 2,60 m) - n=0.013

Criterios de diseño				Pendiente mínima	Flujo a sección llena	
Q_{mi}/Q_{II}	h/D	R/D	$\tau_{min} (Pa)$	$S_{min} (o/oo)$	$V_{II} (m/s)$	$Q_{II} (m^3/s)$
0,10	0,2136	0,1278	1,0	$0,7976 D^{-1}$	$0,8622 D^{0,1667}$	$0,6771 D^{2,1667}$
0,15	0,2618	0,1525	1,0	$0,6684 D^{-1}$	$0,7892 D^{0,1667}$	$0,6199 D^{2,1667}$
0,25	0,3408	0,1895	1,0	$0,5379 D^{-1}$	$0,7080 D^{0,1667}$	$0,5561 D^{2,1667}$
0,35	0,4084	0,2175	1,0	$0,4687 D^{-1}$	$0,6609 D^{0,1667}$	$0,5190 D^{2,1667}$

Fuente: NB698-bovilia (norma técnica de diseño para sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales)

2.7 Diámetro mínimo

El diámetro mínimo de los colectores de alcantarillado sanitario será de 0,15 m (6")

2.8 Pendiente máxima admisible

La máxima pendiente admisible será para una velocidad final $V_f = 5$ m/s.

Cuando la velocidad final (V_f) sea superior a la velocidad crítica (V_c), la altura máxima de lámina líquida admisible debe ser 0,5 del diámetro del colector, asegurando la ventilación del tramo. La velocidad crítica es definida por:

$$V_c = 6 \sqrt{gR}$$

Donde:

V_c = Velocidad crítica (m/s)

g = Aceleración de la gravedad (m/s^2)

R = Radio hidráulico (m)

2.9 Tirante de agua

Los tirantes de agua para colectores primarios, secundarios, interceptores y emisarios deben ser siempre calculados admitiendo que el escurrimiento sea en régimen uniforme y permanente, siendo su máximo valor para caudal de diseño (Q_d) correspondiente al fin del periodo de diseño, igual o inferior al 75% del diámetro interno del colector.

2.10 Caracterización de aguas residuales

Como se muestra en la tabla y las gráficas a continuación, los resultados de los monitoreos mensuales de aguas residuales realizados por COSAALT, indican que casi todo el tiempo, las cargas orgánicas expresadas como DQO y DBO, así como los sólidos totales ST, están por encima del límite de los valores máximos permisibles por el Reglamento de sobre Lanzamiento de Efluentes Industriales al Alcantarillado

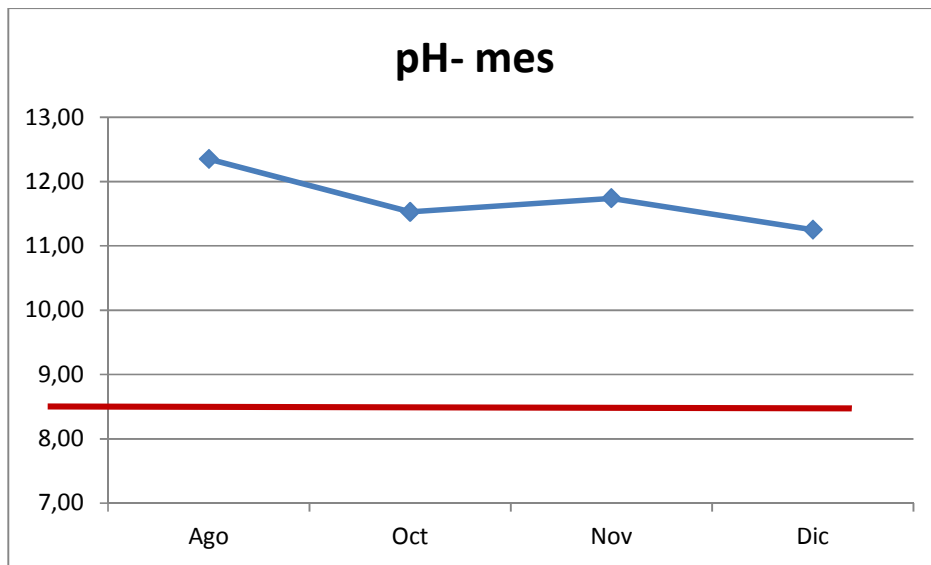
Sanitario de COSSALT y los establecidos por la clausula cuarta del Convenio por Servicio de Alcantarillado Sanitario Industrial establecido.

Tabla II.4
Resultados del auto monitoreo de aguas residuales

Mes	pH	SS (mg/L)	ST (mg/L)	DBO5 (mg/L)	DQO (mg/L)
Ago	12,35	288,00	2158,00	361,00	444,00
Oct	11,53	154,00	1846,00	378,00	475,20
Nov	11,74	376,00	2568,00	318,00	415,84
Dic	11,25	46,00	1534,00	396,00	554,46
Promedio	11,72	216,00	2026,50	363,25	472,38
Max. Permisible	8,5	500	2000	300	375

Fuente: Informe ambiental anual – 2011 bodegas milcast Corp.

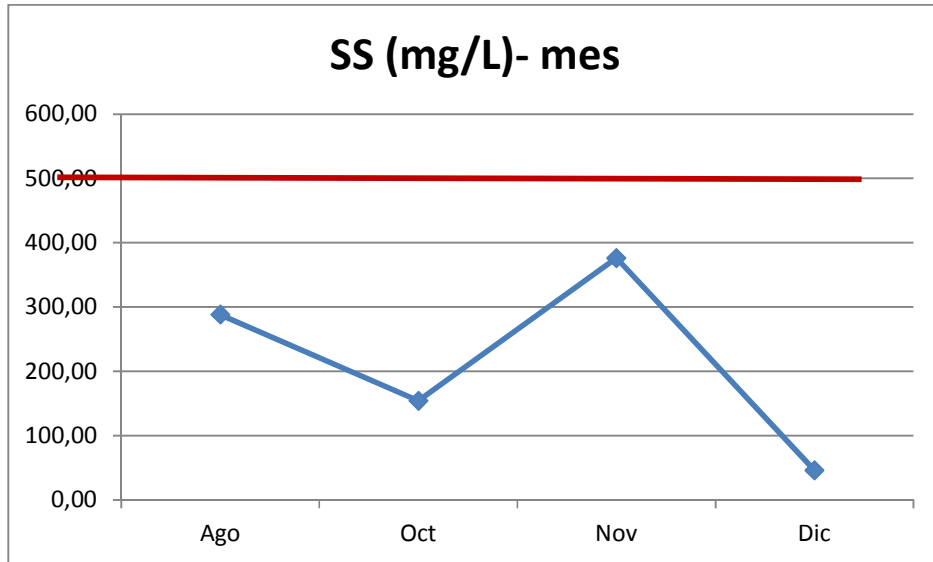
Gráfica II.1
pH por mes en aguas residuales



Fuente: Informe ambiental anual – 2011 bodegas milcast Corp.

Gráfica II.2

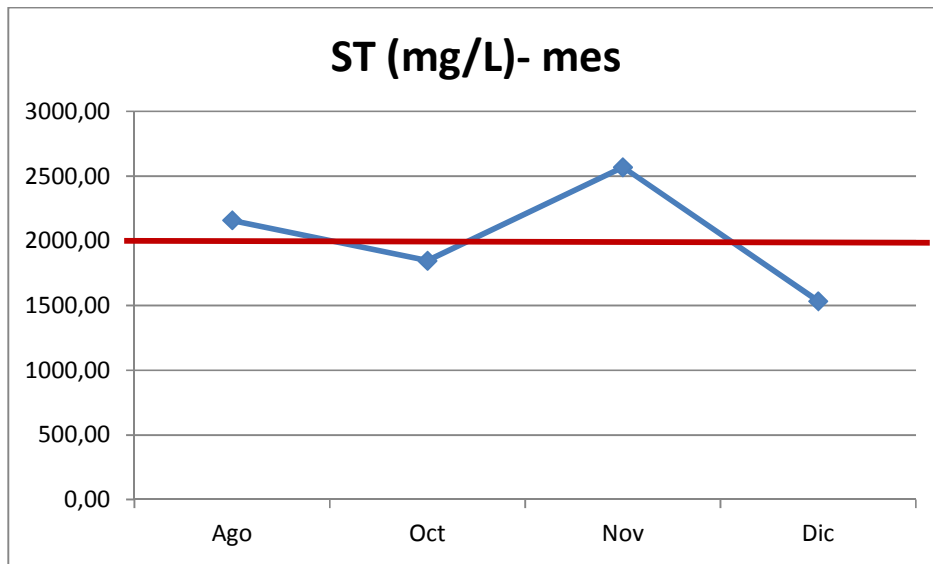
Sólidos suspendidos (SS) por mes en aguas residuales



Fuente: Informe ambiental anual – 2011 bodegas milcast Corp.

Gráfica II.3

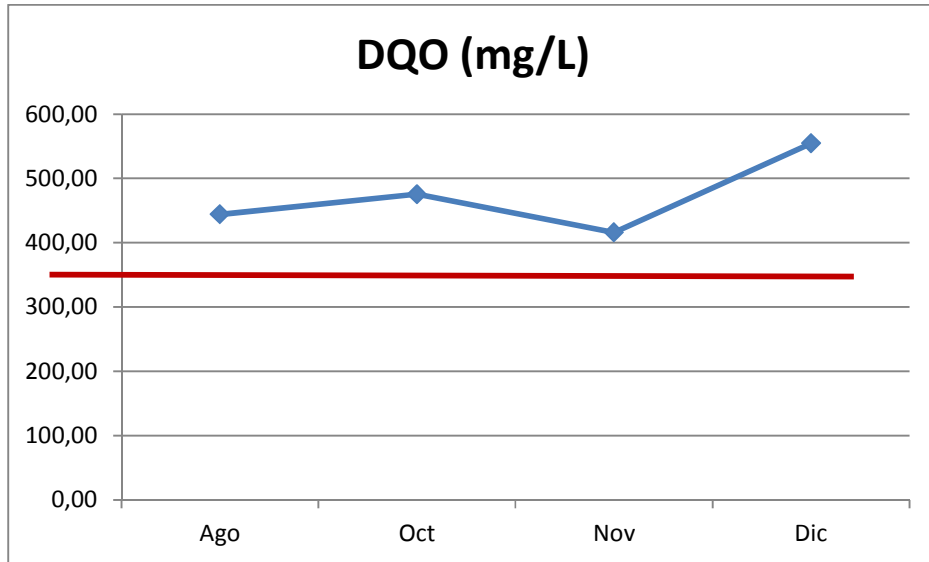
Sólidos totales (ST) por mes en aguas residuales



Fuente: Informe ambiental anual – 2011 bodegas milcast Corp.

Gráfica II.4

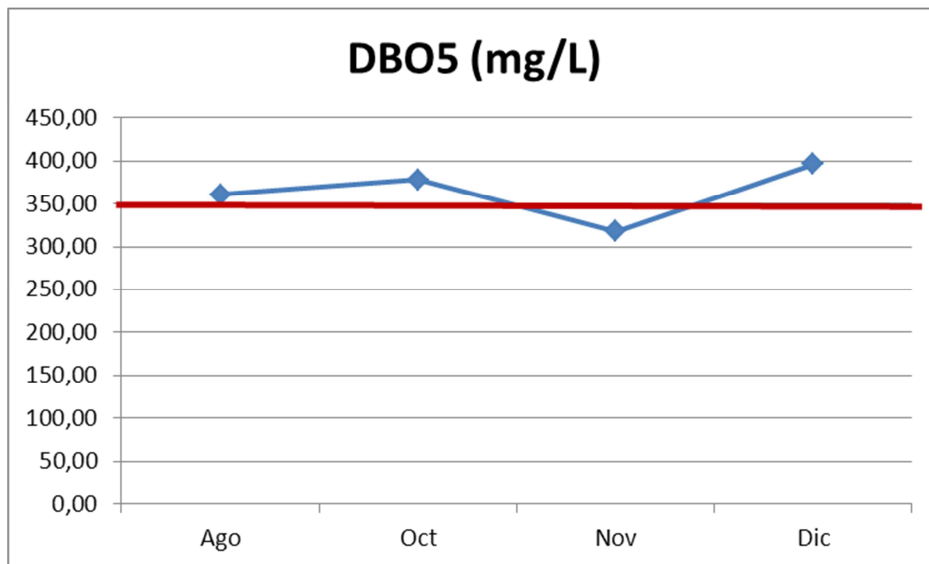
Demanda química de oxígeno (DQO) por mes en aguas residuales



Fuente: *Informe ambiental anual – 2011 bodegas milcast Corp.*

Gráfica II.5

Demanda bioquímica de oxígeno (DQO5) por mes en aguas residuales



Fuente: *Informe ambiental anual – 2011 bodegas milcast Corp.*

Ante esta situación la empresa vitivinícola se vio obligada a realizar diferentes medidas de mitigación propuestas por la empresa consultora contratada para este fin y cumplir con la normativa ambiental vigente.

Nota: se adjunta la propuesta para segregación y tratamiento de borras: Bodegas MILCAST CORP, elaborada por la empresa consultora mencionada anteriormente En el anexo E.

Con la ejecución de las siguientes medidas de mitigación:

- Dilución y bombeado de borra.
- Secado en lechos de secado de borra.
- Recolección de residuos sólidos y disposición final a EMAT.

Detalladas en el anexo E. se logrará cumplir con los niveles de calidad de agua exigidos por COSSALT.

CAPÍTULO III

INGENIERÍA DEL PROYECTO

3.1 Descripción del sistema

En lo referente al “**Diseño Hidráulico del Alcantarillado Sanitario Interno Nuevas Instalaciones Bodegas MILCAST CORP**” cabe resaltar que no es un sistema convencional, es un sistema mixto ya que parte de éste lo forman colectores a media caña de hormigón ciclópeo, revestidas con cemento enlucido y otra parte estará conformado por tuberías de PVC.

Los colectores a media caña de 6” recibirán aguas de lavado de los contenedores para conducirla a la cámara doble ingreso uno (CDI1).

Seguidamente mediante tubería de PVC de 6” será conducida a la cámara de inspección dos (CDI2).

Por otra parte se recolectará agua del área de la molienda desde un sumidero ubicado en la parte central de ésta, para ser conducido mediante tubería de PVC de 6” será conducida a la cámara doble ingreso dos (CDI2).

Seguidamente este caudal será conducido mediante tubería de PVC de 6” a la cámara simple uno (CS1).

Seguidamente este caudal será conducido mediante tubería de PVC de 6” al orificio sumergido (OS).

Seguidamente este caudal será conducido mediante tubería de PVC de 6” a la cámara simple dos (CS2).

Seguidamente este caudal será conducido mediante tubería de PVC de 6” a la cámara de inspección uno (CI1).

Seguidamente este caudal será conducido mediante tubería de PVC de 6” a la cámara de inspección dos (CI2).

Por otra parte se recolectará agua del área futura de embotellado desde la cámara simple tres (CS3) este caudal será conducido mediante tubería de PVC de 6" a la cámara simple cuatro (CS4) y mediante tubería de PVC de 8" será conducido a la cámara de inspección dos (CI2).

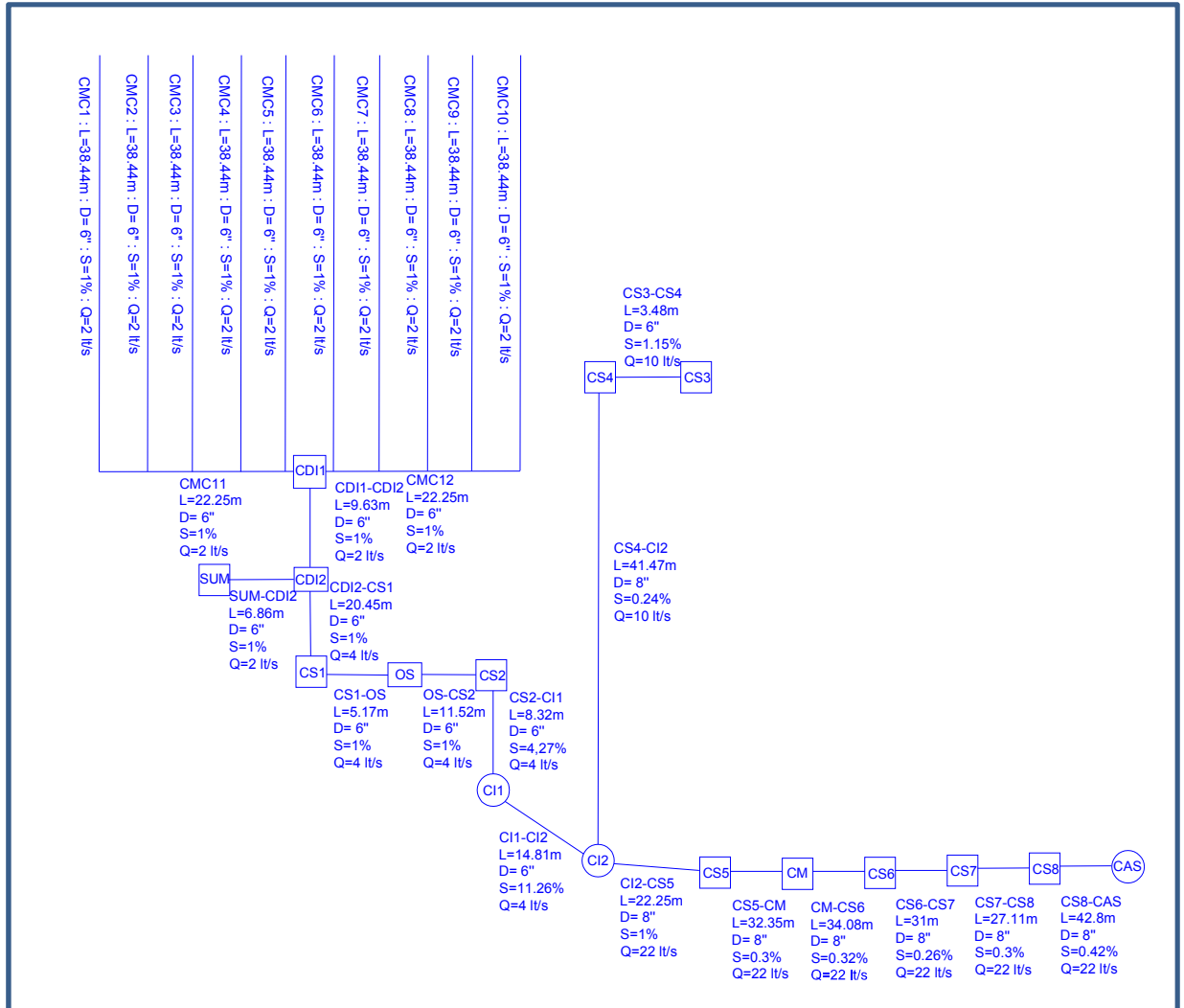
Desde la cámara de inspección dos (CI2) este caudal será conducido mediante tubería de PVC de 8" a la cámara simple cinco (CS5).

A continuación se conectará mediante tubería de PVC de 8" a la cámara de muestreo (CM).

Seguidamente se conducirá el caudal por tubería de PVC de 8" pasando por las cámaras simples: (CS6), (CS7) y (CS8) hasta conectarse con la cámara del alcantarillado sanitario (CAS) de la red de alcantarillado sanitario principal de la ciudad.

Figura III.1

Esquema general del alcantarillado sanitario



Fuente: elaboración propia

3.2 Diseño de obras civiles

3.2.1 Diseño de canales

a) Cuantificación de caudales.

Ante la falta de datos, se procedió al aforo de las pilas que se utilizan en la limpieza de los tanques, las mismas tenían un caudal de 0.4 lt/seg.

El ingeniero industrial informó, que muchas veces el personal de limpieza deja cerrada la válvula de limpieza, lo que causaría que dicha válvula funcione como orificio, en tal situación el caudal sería de 0.8 lt/seg, suponiendo que este caso se presente en otro tanque que sea limpiado simultáneamente en la misma fila, el canal soportaría dicho caudal ya que está diseñado para evacuar 2 lt/seg.

Los colectores a media caña de 6" que recibirán aguas de lavado de los contenedores se diseñaron con un caudal de 2 lt/s tomando en cuenta que se lavarán 2 tanques de forma simultánea en un tramo siendo éste el caso más crítico, también cumpliendo las velocidades permisibles garantizando la auto limpieza del canal, como indica la norma.

El colector CDI1– CDI2 a sección entera de 6" que recibirán aguas de lavado de los contenedores. Por lo que se lo diseñó con un caudal de 2 lt/s

El colector SUM – CDI2 a sección entera de 6" que recibirán aguas de lavado de la molienda desde un sumidero ubicado en la parte central de ésta. Por lo que se lo diseñó con un caudal de 2 lt/s

El colector CS3 – CS4 a sección entera de 6" que captará aguas generadas por el tanque de embotellado, se lo diseñó con un caudal de 10 lt/s ya que actualmente trabajan con esta capacidad de forma óptima.


El colector CI2 – CS5 a sección entera de 8" que captará aguas generadas por los colectores CS4 – CI2 y CI1 – CI2 por lo que correspondería el diseño con un caudal de 14 lt/s, pero se lo diseñó con un caudal de 22 lt/s por instrucciones de la parte técnica de la empresa, ya que en futuro tienen previsto realizar construcción de laboratorios y éstos generar agua residual.

b) Dimensionamiento.

Para el dimensionamiento de los canales a media caña se utilizó el programa computarizado H canales.

- ❖ En el siguiente cuadro se presenta el cálculo hidráulico del canal a media caña tipo para captación de aguas de lavado de los contenedores.

Cuadro III.1
Cálculo hidráulico canal a media caña tipo para captación de aguas de lavado de los contenedores.

Lugar:	<input type="text" value="Tarija"/>	Proyecto:	<input type="text" value="Alcantarillado Sanitario Bode"/>		
Tramo:	<input type="text" value="Colectores a media caña"/>	Revestimiento:	<input type="text" value="Cemento enlucido"/>		
Datos:					
Caudal (Q):	<input type="text" value="0.002"/>	m ³ /s			
Diámetro (d):	<input type="text" value="0.15"/>	m			
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.009"/>				
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.01"/>	m/m			
					
Resultados:					
Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.0306"/>	m	Perímetro mojado (p):	<input type="text" value="0.1405"/>	m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.0026"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.0184"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.1208"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="0.7741"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="1.6903"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.0611"/>	m·Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Supercrítico"/>				

Fuente: *elaboración propia*


- ❖ En el siguiente cuadro se presenta el cálculo hidráulico del canal interceptor a media caña tipo.

Cuadro III.2

Cálculo hidráulico del canal interceptor a media caña tipo.

Lugar:	<input type="text" value="Tarija"/>	Proyecto:	<input type="text" value="Alcantarillado Sanitario Bode"/>
Tramo:	<input type="text" value="Colectores a media caña"/>	Revestimiento:	<input type="text" value="Cemento enlucido"/>

Datos:			
Caudal (Q):	<input type="text" value="0.002"/>	m ³ /s	
Diámetro (d):	<input type="text" value="0.15"/>	m	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.009"/>		
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.01"/>	m/m	



Resultados:			
Tirante normal (y):	<input type="text" value="0,0306"/>	m	
Area hidráulica (A):	<input type="text" value="0,0026"/>	m ²	
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0,1208"/>	m	
Número de Froude (F):	<input type="text" value="1,6903"/>		
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Supercrítico"/>		
Perímetro mojado (p):	<input type="text" value="0,1405"/>	m	
Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0,0184"/>	m	
Velocidad (v):	<input type="text" value="0,7741"/>	m/s	
Energía específica (E):	<input type="text" value="0,0611"/>	m-Kg/Kg	

Fuente: *elaboración propia*

A continuación se presenta la tabla de cálculos y resultados de la red de alcantarillado, que se ubica fuera del área de almacenamiento de mosto.

3.2.2 Diseño de orificio sumergido

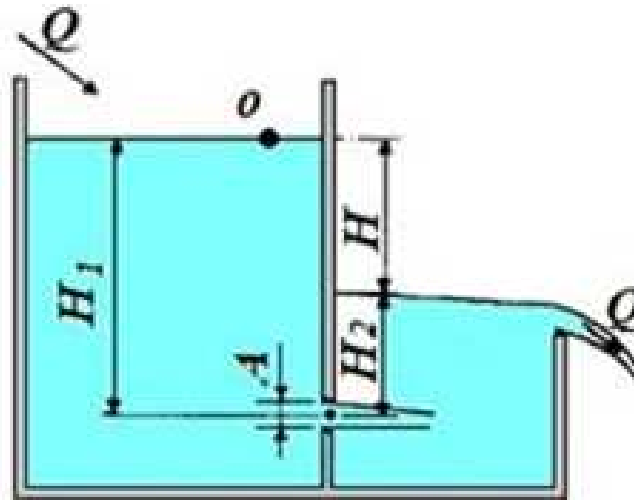
El objetivo del orificio sumergido en el proyecto es para realizar un control de los sólidos sedimentables y en suspensión reteniéndolos así evitando que puedan obstruir la tubería de Alcantarillado.

Éste tendrá un volumen de retención de sólidos sedimentable como ser pepas, cáscara, arenillas, etc. de aproximadamente 125 kg.

De acuerdo al manifiesto ambiental de las bodegas MILCAST COPR se generaría un volumen de 25 kg diario de residuos sólidos en época de vendimia.

El orificio sumergido fue diseñado bajo la consideración de la siguiente figura:

Figura III.2
Orificio sumergido



Fuente: *Manual de Hidráulica, Azebedo Netto*

Donde el caudal que pasa por el orificio sumergido será:

$$Q = C_d A \sqrt{2gH}$$

Dónde: Q = caudal entrante m^3/s , C_d = coeficiente de descarga adimensional

A = área del orificio m^2 , $g = 9,81m/s^2$, $H \approx 0$

El Manual de Hidráulica del Ingeniero Azebedo Netto, en la página 56, en el subtítulo 6.4 ORIFICIOS AHORGADOS ABIERTOS EN PAREDES VERTICALES, nos dice que en muchos problemas prácticos esa diferencia (H) es despreciable.

El orificio sumergido, en la práctica funcionaria como un vaso comunicante, por tanto el caudal que ingresa será igual al caudal que sale, en nuestro caso será igual a 4 l/s.

El diseño del orificio sumergido se presenta en el plano 2/2 del anexo F.

3.2.3. Diseño de cámara de medición de caudales y toma de muestras

Esta cámara tiene la finalidad de conocer el caudal que transita por el emisario final del alcantarillado sanitario interno de las bodegas MILCAST CORP como también para realizar la toma de muestras para la realización de análisis del agua residual y así conocer la calidad de ésta.

Aproximadamente en su parte central contiene un vertedero triangular de 90° de ángulo.

Las dimensiones están establecidas de acuerdo a prácticas de laboratorio, estas estructuras de control son óptimas para medición de caudales inferiores a 120 lt/s según muestra la siguiente figura y tabla se puede apreciar que se adapta manera correcta a nuestro caso:

Figura III.3

Descarga sobre vertedero triangular

The screenshot shows a software interface for calculating the discharge over a triangular weir. It features three tabs: 'Vertedero rectangular', 'Vertedero triangular' (selected), and 'Vertedero trapezoidal'. Under 'Datos del orificio', there are input fields for 'Carga sobre el vertedero (h): 0.2 m' and 'Coeficiente de descarga (Cd): 1.4'. An 'Ángulo' section lists radio buttons for 15°, 30°, 45°, 60°, 90°, and 120°. A 3D diagram of a triangular weir is shown with the angle θ labeled. Below the diagram, the equation $Q = C_d h^{5/2}$ is displayed, followed by a table of discharge coefficients. The 'Resultados' section shows 'Caudal (Q): 0,025 m3/s' and '25,044 l/seg'. At the bottom, there are icons for 'Calcular', 'Limpiar Pantalla', 'Imprimir', 'Menú Principal', and 'Calculadora'.

Ángulo θ	15°	30°	45°	60°	90°	120°
Cd	0.206	0.392	0.596	0.819	1.4	2.465
Válido para h >	0.15	0.205	0.185	0.17	0.14	0.12

Fuente: *Elaboración Propia.*

Tabla III.2

Altura sobre la cresta del vertedero vs. Caudal aplicando la ecuación $Q=1,4 h^{5/2}$

h (m)	Q (l/s)
0,20	25,04
0,19	22,03
0,18	19,25
0,17	16,68
0,16	14,34
0,15	12,20
0,14	10,27
0,13	8,53
0,12	6,98
0,11	5,62
0,10	4,43

Fuente: *Elaboración Propia.*

Nota: ver detalle de cámara de medición de caudales y toma de muestras en el plano 2/2 del anexo F.

3.2.4. Diseño de cámaras de inspección

El diseño de acuerdo al tipo de cámara de inspección según norma se presenta en el plano 2/2 del anexo F.

3.3. Especificaciones constructivas

3.3.1. Profundidad mínima

La profundidad mínima de instalación de una tubería será definida en función de los siguientes aspectos:

3.3.2. Recubrimiento mínimo

La profundidad del recubrimiento será definida por el cálculo estructural de la tubería instalada en zanja, considerando que los esfuerzos a la que está sometida depende de las características del suelo, cargas de relleno y vehicular, tipo de material de la tubería, cama de asiento, ubicación y trazado en el terreno.

El cálculo estructural deberá cumplir con las recomendaciones de las normas bolivianas correspondientes al material empleado.

Se podrán utilizar diferentes tipos de materiales para tuberías y accesorios, siempre que cuenten con la certificación normativa del organismo competente autorizado en el país.

En caso de instalación de tubería de PVC rígido, la deformación diametral relativa máxima admisible a largo plazo será de 7,5% del diámetro.

3.3.3. Conexión de descargas domiciliarias

La profundidad mínima del colector deberá permitir la correcta conexión de las descargas domiciliarias a la red pública de alcantarillado. La norma vigente de instalaciones domiciliarias de alcantarillado, establece una pendiente mínima del 2% desde la cámara de inspección domiciliaria hasta la tubería de recolección.

3.3.4. Profundidad máxima

La profundidad máxima será aquella que no ofrezca dificultades constructivas, de acuerdo al tipo de suelo y que no obligue al tendido de alcantarillas auxiliares. La profundidad máxima admisible recomendada, será de 5,0 m.

3.3.5. Control de remanso

Para evitar la formación de remansos, el fondo de la cámara de inspección deberá tener una pendiente similar a la pendiente mayor de los conductos que llegan a ella.

3.3.6. Ubicación de cámaras de inspección

- a) En los arranques de la red, para servir a uno o más colectores. En algunos casos pueden ser sustituidas por los tubos de limpieza TL.
- b) En los cambios de dirección, ya que se asume que todos los tramos de la red son rectos.
- c) En los puntos donde se diseñan caídas en los colectores.
- d) En los puntos de concurrencia de más de dos colectores.
- e) En los cambios de pendiente o cambios de diámetro, en lugar de una cámara de inspección se pueden emplear transiciones de hormigón ciclópeo que quedan enterradas.
- f) En cada cámara de inspección se admite solamente una salida de colector.

3.3.7 Distancias máximas entre cámaras

Las distancias máximas entre cámaras de inspección y/o tubos TL o TIL, estarán en función de los equipos de limpieza previstos o disponibles, pero en ningún caso será mayor a 150 m para tuberías de hasta 0,30 m (12") de diámetro.

3.3.8. Dimensiones recomendables de zanjas

Las dimensiones recomendables de zanjas para diferentes diámetros de colectores se indican en la tabla III.3.

Tabla III.3: Dimensiones recomendables de zanja

Diámetro (mm)	Profundidad de excavación					
	de 0 a 2 m		de 2 a 4 m		de 4 a 5 m	
	Anchos de zanja (m)					
	s/entib.	c/entib.	s/entib.	c/entib.	s/entib.	c/entib.
100	0,50	0,60	0,65	0,75	0,75	0,95
150	0,60	0,70	0,70	0,80	0,80	1,00
200	0,65	0,75	0,75	0,85	0,85	1,05
250	0,70	0,80	0,80	0,90	0,90	1,10
300	0,80	0,90	0,90	1,00	1,00	1,20
400	0,90	1,00	1,00	1,10	1,10	1,30
450	0,95	1,05	1,05	1,15	1,15	1,35
500	1,00	1,10	1,10	1,20	1,20	1,40
550	1,10	1,20	1,20	1,30	1,30	1,50
600	1,15	1,25	1,25	1,40	1,35	1,60
700	1,25	1,35	1,35	1,50	1,45	1,70
800	1,35	1,45	1,45	1,60	1,55	1,80
900	1,50	1,60	1,60	1,75	1,70	1,95
1 000	1,60	1,70	1,70	1,85	1,80	2,05
1 100	1,80	1,90	1,90	2,05	2,00	2,25

Fuente: NB688-bovilia (norma técnica de diseño para sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales)

3.3.9. Anchos de zanja para dos o más colectores

Para excavaciones donde se tenga que colocar dos o más colectores a la misma profundidad, el ancho de la zanja será igual a la distancia entre ejes de los colectores

externos, más el sobre ancho necesario para el trabajo de instalación y entibado fijado en los artículos que anteceden. La distancia entre ejes de colectores será variable en función de los diámetros correspondientes.

En el caso de tendido de dos colectores a diferente nivel, el ancho de la zanja común será igual a la distancia entre ejes de los colectores según la tabla anterior, más la suma de los radios exteriores extremos y la suma de los sobre anchos que resulten de la profundidad promedio de las zanjas, si fueran considerados separados.

3.3.10. Dimensiones de cámaras de inspección

El diámetro interno mínimo será de 1,20 m.

El diámetro mínimo de la boca de ingreso a la cámara de inspección será de 0,60 m.

3.3.11. Canaletas media caña

En el fondo de las cámaras de inspección, se construirán canaletas media caña, que permitan el escurrimiento del flujo en dirección aguas abajo. Su ejecución deberá evitar la turbulencia y la retención de material en suspensión.

Estas canaletas tendrán sus aristas superiores a nivel de las claves de los colectores a las que sirven.

3.3.12. Cámaras con caída

Para desniveles superiores a 0,75 m serán instaladas tuberías de caída que unan el colector con el fondo de la cámara mediante un codo de 90°.

El colector debe ser prolongado a la pared de la cámara de inspección, después de ejecutada la caída para permitir la existencia de una ventana para una desobstrucción eventual.

Para diámetros mayores, se puede hacer una conexión directa (a 45°) con el fondo de la cámara.

En caso de existir un desnivel máximo de 0,40 m, éste puede ser salvado efectuando una canaleta rápida que una el colector con el fondo de la cámara.

3.4. Elaboración de planos a detalle

VER EN ANEXO F.

Tabla III.1
Planilla de cálculos y resultados del diseño hidráulico alcantarillado
sanitario interno nuevas instalaciones bodegas MILCAST CORP

Excavación = 1 s/entibado
 Coef. De rugosidad n = 0,009
 Peso esp.del agua g= 1000 Kg/m3
 Cama de arena = 10 cm

CÁMARA		Longitudes (mt)		Caudales (lts/seg)		Pend.	Diám	RÉGIMEN HIDRÁULICO										
Sup.	Inf.	Propio	Acum.	QAcum.	Diseño	%	[mm]	Rh (m)	Q [l/s]	V [m/s]	q / Q	v / V	h/D	rh/Rh	v [m/s]	Y [mm]		
1	2	3	5	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		
CDI1	CDI2	9,63	9,63	2	2	1	150	0,038	21,998	1,245	ok	0,091	0,615	0,200	0,482	0,766	30,0	ok
SUM	CDI2	6,86	6,86	2	2	1	150	0,038	21,998	1,245	ok	0,091	0,615	0,200	0,482	0,766	30,0	ok
CDI2	CS1	3,96	20,45	4	4	1	150	0,038	21,998	1,245	ok	0,182	0,754	0,285	0,655	0,939	42,8	ok
CS1	O. S	5,17	25,62	4	4	1	150	0,038	21,998	1,245	ok	0,182	0,754	0,285	0,655	0,939	42,8	ok
O.S	CS2	11,52	37,14	4	4	1	150	0,038	21,998	1,245	ok	0,182	0,754	0,285	0,655	0,939	42,8	ok
CS2	CI1	8,32	45,46	4	4	4,27	150	0,038	45,457	2,572	ok	0,088	0,615	0,200	0,482	1,582	30,0	ok
CI1	CI2	14,81	60,27	4	4	11,26	150	0,038	73,816	4,177	ok	0,054	0,529	0,156	0,385	2,211	23,4	bajo
CS3	CDI3	3,48	3,48	10,00	10,00	1,150	150	0,038	23,590	1,335	ok	0,424	0,955	0,451	0,934	1,275	67,7	ok
CDI3	CI2	41,47	44,95	10,00	10,00	0,240	200	0,050	23,209	0,739	ok	0,431	0,962	0,458	0,944	0,711	91,6	ok
CI2	CS4	22,55	131,25	22,00	22,00	1,000	200	0,050	47,376	1,508	ok	0,464	0,979	0,476	0,969	1,476	95,2	ok
CS4	CM	32,35	163,60	22,00	22,00	0,300	200	0,050	25,949	0,826	ok	0,848	1,121	0,705	1,188	0,926	141,0	ok
CM	CS5	34,8	198,40	22,00	22,00	0,322	200	0,050	26,883	0,856	ok	0,818	1,113	0,682	1,174	0,953	136,4	ok
CS5	CS6	31	229,40	22,00	22,00	0,260	200	0,050	24,157	0,769	ok	0,911	1,133	0,747	1,206	0,871	149,4	ok
CS6	CS7	27,11	256,51	22,00	22,00	0,300	200	0,050	25,949	0,826	ok	0,848	1,121	0,705	1,188	0,926	141,0	ok
CS7	CAS	42,8	299,31	22,00	22,00	0,420	200	0,050	30,703	0,977	ok	0,717	1,087	0,626	1,134	1,063	125,2	ok

	v crit.	F tract.		Cota terreno (m)		Profundidad de excav. (m)				Cota solera		Ancho	Volúmenes (m3.)			Obs.
r h [m]	[m/s]	[kg/m2]		Superior	Inferior	Sup.	Inf.	caida(m)	Medio	Superior	Inferior	zanja (m)	Excav.	Arena	Relleno	
29	30	31		32	33	34	35		36	37	38	39	40	41	42	43
0,018	2,526	0,181	ok	2,45	2,45	0,702	0,798	0,00	0,75	1,75	1,65	0,60	4,33	0,58	3,59	PVC - SDR 41
0,018	2,526	0,181	ok	2,45	2,45	0,729	0,798	0,00	0,76	1,72	1,65	0,60	3,14	0,41	2,61	PVC - SDR 42
0,025	2,944	0,246	ok	2,45	2,45	0,812	0,852	0,00	0,83	1,64	1,60	0,60	1,98	0,24	1,67	PVC - SDR 43
0,025	2,944	0,246	ok	2,45	2,45	0,872	0,923	0,00	0,90	1,58	1,53	0,60	2,78	0,31	2,38	PVC - SDR 44
0,025	2,944	0,246	ok	2,45	2,45	1,11	1,225	0,00	1,17	1,34	1,23	0,60	8,07	0,69	7,17	PVC - SDR 45
0,018	2,526	0,772	ok	2,45	2,45	1,245	1,6	0,00	1,42	1,21	0,85	0,60	7,10	0,50	6,45	PVC - SDR 46
0,014	2,257	1,626	ok	2,45	1,35	1,62	2,187	0,00	1,90	0,83	-0,84	0,60	16,91	0,89	15,76	PVC - SDR 47
0,035	3,515	0,403	ok	0,00	0,00	0,50	0,54	0,00	0,52	-0,50	-0,54	0,60	1,09	0,21	0,82	PVC - SDR 50
0,047	4,080	0,113	ok	0,00	1,35	0,56	2,01	0,00	1,29	-0,56	-0,66	0,65	34,64	2,70	30,64	PVC - SDR 51
0,048	4,133	0,484	ok	1,35	-0,43	2,207	0,658	0,00	1,43	-0,86	-1,09	0,65	21,00	1,47	18,82	PVC - SDR 52
0,059	4,577	0,178	ok	-0,43	-0,4	0,66	0,78	0,00	0,72	-1,09	-1,18	0,65	15,14	2,10	12,02	PVC - SDR 52
0,059	4,552	0,189	ok	-0,4	-0,35	1,188	1,35	0,00	1,27	-1,59	-1,70	0,65	28,70	2,26	25,35	PVC - SDR 52
0,060	4,612	0,157	ok	-0,35	-0,2	1,37	1,6	0,00	1,49	-1,72	-1,80	0,65	29,92	2,02	26,93	PVC - SDR 52
0,059	4,577	0,178	ok	-0,2	-0,1	1,62	1,8	0,00	1,71	-1,82	-1,90	0,65	30,13	1,76	27,52	PVC - SDR 52
0,057	4,472	0,238	ok	-0,1	0	1,82	2,1	0,00	1,96	-1,92	-2,10	0,65	54,53	2,78	50,40	PVC - SDR 52

0,525

h/D	Angulo Grad	R/RII	V/VII	Q/QII	R/D	Diámetro (mm)
0,00	5,13	0,00	0,01	0,00	0,00	
0,00	7,25	0,00	0,02	0,00	0,00	
0,01	16,22	0,01	0,06	0,00	0,00	100
0,01	21,78	0,02	0,08	0,00	0,01	150
0,01	26,19	0,03	0,11	0,00	0,01	200
0,02	34,89	0,06	0,15	0,00	0,02	250
0,04	48,43	0,11	0,24	0,00	0,03	450
0,05	51,16	0,13	0,25	0,00	0,03	500
0,05	53,24	0,14	0,27	0,01	0,03	300
0,06	55,25	0,15	0,28	0,01	0,04	300
0,06	57,20	0,16	0,29	0,01	0,04	300
0,07	59,08	0,17	0,30	0,01	0,04	300
0,07	60,46	0,18	0,31	0,01	0,04	300
0,07	61,81	0,18	0,32	0,01	0,05	300
0,07	63,14	0,19	0,33	0,01	0,05	1100
0,08	64,44	0,20	0,34	0,01	0,05	

0,08	65,72	0,21	0,35	0,01	0,05
0,08	66,98	0,21	0,36	0,01	0,05
0,09	68,21	0,22	0,36	0,02	0,06
0,09	69,03	0,22	0,37	0,02	0,06
0,09	70,23	0,23	0,38	0,02	0,06
0,09	71,02	0,24	0,38	0,02	0,06
0,10	71,81	0,24	0,39	0,02	0,06
0,10	73,74	0,25	0,40	0,02	0,06
0,10	75,25	0,26	0,41	0,02	0,07
0,11	76,74	0,27	0,42	0,02	0,07
0,11	78,21	0,28	0,43	0,03	0,07
0,12	79,65	0,29	0,44	0,03	0,07
0,12	81,07	0,30	0,45	0,03	0,08
0,12	82,12	0,31	0,46	0,03	0,08
0,13	83,51	0,32	0,47	0,03	0,08
0,13	84,54	0,33	0,47	0,04	0,08
0,13	85,89	0,33	0,48	0,04	0,08
0,14	88,22	0,35	0,50	0,04	0,09
0,15	90,82	0,37	0,51	0,05	0,09
0,16	93,06	0,39	0,53	0,05	0,10
0,16	95,25	0,40	0,54	0,06	0,10
0,17	97,40	0,42	0,56	0,06	0,10
0,18	99,22	0,43	0,57	0,07	0,11
0,18	101,01	0,44	0,58	0,07	0,11
0,19	102,78	0,46	0,59	0,08	0,11
0,19	104,53	0,47	0,60	0,08	0,12
0,20	106,26	0,48	0,62	0,09	0,12
0,21	107,69	0,49	0,62	0,09	0,12
0,21	109,38	0,51	0,63	0,10	0,13
0,21	110,11	0,51	0,64	0,10	0,13
0,22	110,78	0,52	0,64	0,10	0,13
0,22	112,16	0,53	0,65	0,11	0,13

0,23	113,54	0,54	0,66	0,11	0,13
0,23	114,90	0,55	0,67	0,12	0,14
0,24	116,26	0,56	0,68	0,12	0,14
0,24	117,60	0,57	0,69	0,13	0,14
0,25	118,67	0,58	0,69	0,13	0,14
0,25	120,00	0,59	0,70	0,14	0,15
0,26	121,32	0,60	0,71	0,14	0,15
0,26	122,37	0,60	0,71	0,15	0,15
0,26	123,10	0,61	0,72	0,15	0,15
0,26	123,41	0,61	0,72	0,15	0,15
0,27	124,71	0,62	0,73	0,16	0,16
0,27	125,74	0,63	0,74	0,16	0,16
0,28	126,77	0,64	0,74	0,17	0,16
0,28	128,05	0,65	0,75	0,17	0,16
0,29	129,06	0,66	0,75	0,18	0,16
0,29	131,09	0,67	0,77	0,19	0,17
0,30	133,09	0,69	0,78	0,20	0,17
0,31	135,08	0,70	0,79	0,21	0,18
0,32	136,82	0,71	0,80	0,22	0,18
0,32	138,78	0,73	0,81	0,23	0,18
0,33	140,49	0,74	0,82	0,24	0,19
0,34	142,43	0,75	0,83	0,25	0,19
0,34	142,87	0,76	0,83	0,25	0,19
0,35	144,12	0,77	0,84	0,26	0,19
0,35	145,80	0,78	0,85	0,27	0,19
0,36	147,48	0,79	0,86	0,28	0,20
0,37	149,15	0,80	0,86	0,29	0,20
0,37	150,81	0,81	0,87	0,30	0,20
0,38	152,46	0,83	0,88	0,31	0,21
0,39	153,88	0,84	0,89	0,32	0,21
0,39	155,52	0,85	0,90	0,33	0,21
0,40	157,16	0,86	0,90	0,34	0,21

0,41	158,56	0,87	0,91	0,35	0,22
0,41	158,89	0,87	0,91	0,35	0,22
0,41	160,19	0,88	0,92	0,36	0,22
0,42	161,59	0,89	0,92	0,37	0,22
0,43	162,98	0,90	0,93	0,38	0,22
0,43	164,60	0,91	0,94	0,39	0,23
0,44	165,98	0,92	0,94	0,40	0,23
0,45	167,37	0,93	0,95	0,41	0,23
0,45	168,75	0,93	0,96	0,42	0,23
0,46	170,36	0,94	0,96	0,43	0,24
0,46	171,74	0,95	0,97	0,44	0,24
0,47	173,12	0,96	0,97	0,45	0,24
0,48	174,50	0,97	0,98	0,46	0,24
0,48	175,87	0,98	0,98	0,47	0,24
0,49	177,25	0,98	0,99	0,48	0,25
0,49	178,62	0,99	0,99	0,49	0,25
0,50	180,00	1,00	1,00	0,50	0,25
0,51	181,38	1,01	1,01	0,51	0,25
0,51	182,75	1,02	1,01	0,52	0,25
0,52	184,36	1,02	1,02	0,53	0,26
0,53	185,73	1,03	1,02	0,54	0,26
0,53	187,11	1,04	1,03	0,55	0,26
0,54	188,49	1,04	1,03	0,56	0,26
0,54	189,87	1,05	1,03	0,57	0,26
0,55	191,48	1,06	1,04	0,59	0,26
0,56	192,86	1,07	1,04	0,60	0,27
0,56	194,25	1,07	1,05	0,61	0,27
0,57	195,63	1,08	1,05	0,62	0,27
0,58	197,25	1,09	1,06	0,63	0,27
0,58	198,65	1,09	1,06	0,64	0,27
0,59	200,04	1,10	1,06	0,65	0,27
0,59	201,67	1,10	1,07	0,66	0,28

0,60	203,07	1,11	1,07	0,67	0,28
0,61	204,71	1,12	1,08	0,68	0,28
0,61	206,12	1,12	1,08	0,69	0,28
0,62	207,77	1,13	1,08	0,71	0,28
0,63	209,19	1,13	1,09	0,72	0,28
0,63	210,85	1,14	1,09	0,73	0,28
0,64	212,52	1,14	1,09	0,74	0,29
0,65	213,96	1,15	1,10	0,75	0,29
0,65	215,64	1,15	1,10	0,76	0,29
0,66	217,33	1,16	1,10	0,77	0,29
0,67	219,02	1,16	1,11	0,78	0,29
0,68	220,97	1,17	1,11	0,80	0,29
0,68	222,69	1,17	1,11	0,81	0,29
0,69	224,42	1,18	1,12	0,82	0,29
0,70	226,41	1,18	1,12	0,83	0,30
0,70	227,41	1,19	1,12	0,84	0,30
0,71	228,41	1,19	1,12	0,85	0,30
0,71	229,42	1,19	1,12	0,85	0,30
0,71	230,43	1,19	1,12	0,86	0,30
0,72	231,44	1,19	1,13	0,86	0,30
0,72	232,46	1,20	1,13	0,87	0,30
0,73	233,49	1,20	1,13	0,88	0,30
0,73	234,52	1,20	1,13	0,88	0,30
0,73	235,81	1,20	1,13	0,89	0,30
0,74	236,85	1,20	1,13	0,89	0,30
0,74	237,89	1,20	1,13	0,90	0,30
0,75	239,21	1,21	1,13	0,91	0,30
0,75	240,26	1,21	1,13	0,91	0,30
0,76	241,59	1,21	1,13	0,92	0,30
0,76	242,93	1,21	1,14	0,93	0,30
0,77	244,28	1,21	1,14	0,93	0,30
0,77	245,37	1,21	1,14	0,94	0,30

0,78	246,73	1,21	1,14	0,95	0,30
0,78	248,39	1,21	1,14	0,95	0,30
0,79	249,78	1,22	1,14	0,96	0,30
0,79	251,18	1,22	1,14	0,97	0,30
0,80	252,88	1,22	1,14	0,97	0,30
0,80	254,60	1,22	1,14	0,98	0,30
0,81	256,05	1,22	1,14	0,99	0,30
0,81	257,81	1,22	1,14	0,99	0,30
0,82	259,88	1,22	1,14	1,00	0,30
0,83	261,69	1,22	1,14	1,01	0,30
0,83	263,83	1,22	1,14	1,02	0,30
0,84	266,00	1,21	1,14	1,02	0,30
0,85	268,53	1,21	1,14	1,03	0,30
0,86	270,80	1,21	1,14	1,04	0,30
0,87	273,77	1,21	1,13	1,04	0,30
0,87	276,83	1,21	1,13	1,05	0,30
0,88	279,99	1,20	1,13	1,06	0,30
0,89	284,00	1,20	1,13	1,06	0,30
0,91	288,19	1,19	1,12	1,07	0,30
0,92	293,86	1,18	1,12	1,07	0,29
0,94	300,92	1,16	1,11	1,08	0,29
0,96	311,57	1,14	1,09	1,07	0,28
0,98	325,11	1,10	1,07	1,06	0,28
0,99	339,47	1,06	1,04	1,04	0,26
1,00	360,00	1,00	1,00	1,00	0,25

Profundidad de excavación					
Hasta 2 m		De 2 m a 4 m		De 4 m a 5 m	
s/entibado	c/entibado	s/entibado	c/entibado	s/entibado	c/entibado
0,5	0,60	0,65	0,75	0,75	0,95
0,6	0,70	0,70	0,80	0,80	1
0,65	0,75	0,75	0,85	0,8	1,05
0,70	0,80	0,80	0,90	0,90	1,1
0,95	1,05	1,05	1,15	1,15	1,35
1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,4
0,80	0,90	0,90	1	1	1,2
0,80	0,90	0,90	1	1	1,2
0,80	0,90	0,90	1	1	1,2
0,80	0,90	0,90	1	1	1,2
0,80	0,90	0,90	1	1	1,2
0,80	0,90	0,90	1	1	1,2
1,8	1,6	1,9	2,05	2	2,25

CAPÍTULO IV

PRESUPUESTO DEL PROYECTO

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.

4.1.- Cómputo métrico

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 ésta se encuentra en ejecución con la ayuda de una cinta métrica un flexómetro.

4.2.- Precio unitario

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.

4.2.1 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.

4.2.2 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.

4.2.3 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.

4.2.4 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.

4.3.- 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.

El presupuesto general se encuentra en el anexo C.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A) CONCLUSIONES

- Se realizó la recopilación de información necesaria gracias a que la parte técnica proporcionó todos los datos solicitados en cuanto a la generación de caudales actuales y en la proyección de caudales a futuro.
- La determinación de niveles y cotas del lugar se la obtuvo de los planos arquitectónicos proporcionados por la parte técnica de la empresa, se verificó que el terreno es regular, en una visita al terreno los técnicos explicaron que dada la baja capacidad portante del suelo se realizó un mejoramiento de éste en la parte donde se construirá la nueva nave, el nivel se elevó a 2.20 metros en un área de aproximadamente 2800 metros cuadrados.
- Al realizar la caracterización del agua se observa que los resultados de los parámetros monitoreados realizados, en algunos meses están por encima del límite de los valores máximos permisibles por el Reglamento de sobre Lanzamiento de Efluentes Industriales al Alcantarillado Sanitario de COSSALT, al incumplir con la normativa ambiental vigente, COSSALT exigió a la empresa subsanar la falla, caso contrario la empresa sería multada con una gran cantidad de dinero, por lo que la empresa hace la contratación de la empresa consultora RIMH elaborando ésta, medidas de mitigación puntuales y estratégicas con las cuales se llegaría a evacuar agua de mejor calidad hacia el alcantarillado sanitario tal como exige COSSALT.
- Se realizó y comprobó el diseño del alcantarillado sanitario interno para las nuevas instalaciones de las bodegas MILCAST CORP correctamente como indica la Norma Boliviana NB 688.
- Es necesaria la inclusión de un orificio sumergido en el proyecto, para realizar un control de los sólidos sedimentables o en suspensión, los que pueden obstruir la tubería del alcantarillado, como también una cámara para control de caudales generados y monitoreo del agua residual.

B) RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la empresa ejecutar de manera inmediata la propuesta para segregación y tratamiento de borras, elaborada por la empresa consultora contratada, porque aplicando las medidas de mitigación indicadas se logrará cumplir con la normativa ambiental vigente.
- Se recomienda utilizar las especificaciones constructivas descritas en el diseño teórico, los mismos que son extraídos de la norma NB 688.
- El diseño fue considerado para el funcionamiento EXCLUSIVO de la nueva nave, ya que se informó por la parte técnica de la empresa que una vez que ésta entre en pleno funcionamiento, la nave antigua de la fábrica quedará en desuso.
- Debe hacerse una revisión y mantenimiento semanal del orificio sumergido para evitar colmatación y taponamiento, más aun en etapa de vendimia.